



UNIVERZITET U NOVOM SADU
FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA U
NOVOM SADU



Namenski jezik za vizuelizaciju evaluiranu statističkom analizom malih skupova podataka

—Doktorska disertacija—

Veljko Petrović

Mentori:

dr Silvia Gilezan, redovni profesor

dr Žarko Živanov, vanredni profesor

Novi Sad, 2018



КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број, РБР:	
Идентификациони број, ИБР:	
Тип документације, ТД:	Монографска документација
Тип записа, ТЗ:	Текстуални штампани материјал
Врста рада, ВР:	Докторска дисертација
Аутор, АУ:	Вељко Петровић
Ментор, МН:	др Силвиа Гилезан, редовни професор и др Жарко Живанов, ванредни професор
Наслов рада, НР:	Наменски језик за визуелизацију евалуирану статистичком анализом малих скупова података
Језик публикације, ЈП:	Српски
Језик извода, ЈИ:	Српски
Земља публикавања, ЗП:	Србија
Уже географско подручје, УГП:	Војводина
Година, ГО:	2018
Издавач, ИЗ:	Факултет техничких наука
Место и адреса, МА:	Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад
Физички опис рада, ФО: (поглавља/страна/ цитата/табела/слика/графика/прилога)	8/269/288/26/52/18/6
Научна област, НО:	Електротехничко и рачунарско инжењерство
Научна дисциплина, НД:	Примењене рачунарске науке и информатика
Предметна одредница/Кључне речи, ПО:	Наменски језици, визуелизација, поремећаји вида, статистичка анализа малих скупова података, евалуација визуелизација
УДК	
Чува се, ЧУ:	Библиотека Факултета техничких наука, Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад
Важна напомена, ВН:	
Извод, ИЗ:	За потребе евалуације квалитета визуелизације у сврху праксе инклузивног дизајна развијен је наменски језик који хендикепе вида описује кроз формализам базиран на визуелним променљивама. Наменски језик се може користити као документација, или као спецификација хендикепе за посебно написан симулатор визуелних хендикепе који се може користити за потребе тестирања. Као пандан овој технологији развијен је нови механизам за евалуацију визуелизација који кроз иновације у методологији и статистици омогућава да се меродавни закључци изведу из релативно малих узорака података.
Датум прихватања теме, ДП:	
Датум одбране, ДО:	
Чланови комисије, КО:	Председник: Др Дину Драган, доцент
	Члан: Др Дејан Ранчић, редовни професор
	Члан: Др Зорка Гргић, доцент
	Члан, ментор: Др Силвиа Гилезан, редовни професор
	Члан, ментор: др Жарко Живанов, ванредни професор
	Потпис ментора



KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number, ANO :	
Identification number, INO :	
Document type, DT :	Monograph documentation
Type of record, TR :	Textual printed material
Contents code, CC :	Ph.D. thesis
Author, AU :	Veljko Petrović
Mentor, MN :	Silvia Ghilezan, Ph.D., Full Professor and Žarko Živanov, Ph.D., Associate Professor
Title, TI :	Domain specific language for visualization evaluated by the statistical analysis of small data sets
Language of text, LT :	Serbian
Language of abstract, LA :	Serbian
Country of publication, CP :	Serbia
Locality of publication, LP :	Vojvodina
Publication year, PY :	2018
Publisher, PB :	Faculty of Technical Sciences
Publication place, PP :	Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad
Physical description, PD : <small>(chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/appendixes)</small>	8/269/288/26/52/18/6
Scientific field, SF :	Electrical engineering and computing
Scientific discipline, SD :	Applied computer science and informatics
Subject/Key words, S/KW :	Domain Specific Languages (DSL), visualization, visual handicaps, statistical analysis of small data sets, visualization evaluation
UC	
Holding data, HD :	Library of Faculty of Technical Sciences, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad
Note, N :	
Abstract, AB :	For purposes of visualization quality evaluation as part of the practice of inclusive design, a domain specific language was developed such that it describes visual handicaps through a formalism based on visual variables. This domain specific language can be used as documentation or as a handicap specification for a specially constructed visual handicap simulator usable for testing. Alongside this technology, a novel mechanism for visualization evaluation was developed. This mechanism allows, through innovations in methodology and statistics, the production of trustworthy results from relatively small data sets.
Accepted by the Scientific Board on, ASB :	
Defended on, DE :	
Defended Board, DB :	President: Dinu Dragan, PhD, assistant professor
	Member: Dejan Rančić, PhD, full professor
	Member: Zorka Grgić, MD, PhD, assistant professor
	Member, Mentor: Silvia Ghilezan, PhD, full professor
	Member, Mentor: Žarko Živanov, PhD, associate professor
	Mentor's sign

Sadržaj

1. Uvod	1
1.1 Problemi istraživanja.....	2
1.2 Primjenljivost istraživanja i njen uticaj na motivaciju.....	2
1.3 Hipoteze istraživanja	6
1.4 Struktura disertacije	6
1.5 Doprinost istraživanja i proizvedeni radovi.....	7
1.6 Definicija termina i terminološke beleške	8
1.7 Definicije često korišćenih skraćenica.....	13
2. Pređašnji rad.....	15
2.1 Pristupačnost, inkluzivni dizajn i simulacija hendikepa.....	15
2.2 Modeli korisnika i standardi.....	16
2.3 Kriterijumi uspešnog modelovanja i simuliranja korisnika	20
2.4 Evaluacija vizuelizacionih tehnika	23
3. Nacrt namenskog jezika za modelovanje vizuelnih hendikepa.....	26
3.1 Vizuelne promenljive i formalizacija simptoma na primeru staračke makulopatije.....	26
3.2 Opšti čvorovi	30
3.3 Selektori	32
3.4 Restriktori	33
3.5 Mutatori.....	34
3.6 Staračka makulopatija kao test slučaj.....	36
4. Implementacioni detalji	39
4.1 Problem univerzalnosti	39
4.2 Problem skalabilnosti.....	40
4.3 Problem performansi.....	42
4.4 Kratak pregled prototipa rešenja	47
5. Vizuelizacija podataka	55
5.1 Vizuelizacija u više dimenzija.....	55
5.2 Sistematizacija evaluacije vizuelizacije.....	59
5.3 Scenariji evaluacija vizuelizacije.....	64
6. Statističko-eksperimentalna metodologija poređenja	83
6.1 Pregled metodologije i protokola testa.....	83
6.2 Statistička obrada rezultata	87

7. Empirijska verifikacija metodologije.....	99
7.1 Odabir test slučaja.....	100
7.2 Opis izvršenog testa	106
7.3 Pregled podataka i rezultati.....	107
7.4 Ekspertska revizija	118
7.5 Diskusija.....	122
8. Zaključak	125
8.1 Celovit scenario korišćenja	125
8.2 Mogućnosti primene	126
8.3. Dalji tok razvoja istraživačkog programa	127
9. Literatura	130
Dodatak A.....	145
Dodatak B.....	188
Dodatak C.....	190
Dodatak D	192
Dodatak E.....	194
Dodatak F.....	201

1. Uvod

Ova disertacija je motivisana, primarno, problemom dizajnerske empatije (Kouprie i Visser 2009): kratko rečeno kako nešto opaziti na isti način kao i korisnik. Pod korisnikom se misli na proizvoljnu osobu koja upotrebljava neki vizuelizacioni ili softverski sistem. Problem leži u tome kako da dizajner softversko-vizuelizacionog sistema vidi sistem na isti način kao i korisnik te je sposobnost ocenjivanja, dizajna, redizajna, i adaptacije tog sistema kompromitovana budući da mogu postojati osobine sistema koje su, usled drugačije percepcije, vidljive samo korisniku. Opisano je, samo po sebi, izuzetno široko pitanje, te je opažanje u ovom istraživanju ograničeno na problem vida.

Dakle, kako videti nešto na način na koji to korisnik vidi? Ovo je deo istraživačkog problema modelovanja korisnika (Biswas i Langdon 2013; Kaklanis i ostali 2012) i može da bude jako široka tema. Postoje mnogi načini da se nešto vidi i nijedan opšti način da se ti načini opišu koji nije funkcionalno isti kao prirodni jezik. Prirodni jezici su maksimalno fleksibilni, ali pate od dvosmislica (Franz 1996) i od neprilagođenosti formalnoj i mašinskoj analizi. Istraživanje se pre svega bavi hendikepima vida i kako oni menjaju ono što se može videti. Pod 'hendikepom vida' se misli na poremećaj bilo koje etiologije koji nečiju sposobnost da vidi degradira primetno ispod ljudskog proseka.

Istraživanje će se, pre svega, baviti dizajnom vizuelizacija. U ovom dokumentu termini 'vizuelizacija' i 'vizuelizaciona tehnika' se koriste kao sinonimi. Ovo je zbog toga što, korišćenjem empirijske analize (poglavlja 6 i 7) jedino je moguće posmatrati tehnike (bez obzira koliko apstrahovane) preko njihovih instanci. Vizuelizacija je odabrana kao oblast primene istraživanja opisanog u ovom dokumentu, između ostalog, zato što svoj uvid komunicira isključivo kroz sliku i, stoga, je najpogodnija za istraživanje koje se fokusira samo na vid.

Da bi se modelovao uticaj hendikepa vida na korisnikovu percepciju vizuelizacije pojavljuje se potreba da se taj hendikep opiše na sistematski način koji je pogodan za formalnu i mašinsku analizu. Postojeći naponi u ovom polju (poglavlje 2), uglavnom fokusirani na polja modelovanja korisnika (Biswas i Langdon 2013) i simulacije hendikepa (Wilson i Alcorn 1969), koriste razne, često *ad hoc* metode za predstavljanje kompleksnosti vizuelnog hendikepa.

Pristup odabran za modelovanje hendikepa vida je pristup namenskih jezika (Van Deursen, Klint, i Visser 2000). Namenski jezici imaju punu formalnu kompleksnost veštačkih računarskih jezika, dok zadržavaju domensku fokusiranost. Namenski jezici imaju različite forme: programski, označavajući (eng. *markup*), ili jezici modelovanja, ali se ovo istraživanje, uprkos cilju modelovanja korisnika, odnosi na namenski jezik i *sensu stricto* budući da je jedna od meta namenskog jezika (Langlois, Jitia, i Jouenne 2007) o kome se diskutuje i izvršiv kod.

Formulisanje namenskog jezika koji opisuje kako vizuelizacije vidi neko sa hendikepom vida ima znatne praktične posledice. Ovakav opis se može iskoristiti u praksi simulacije hendikepa (eng. *disability simulation*) koja, između ostalog, je jaka komponenta efektivnog dizajna za ljude sa posebnim potrebama kroz inkluzivni dizajn. Ova praktična primena predstavlja dodatnu motivaciju za ovo istraživanje budući da rad, utrošen u njega, neće samo unaprediti stanje apstraktne oblasti modelovanja korisnika, no može biti upotrebljen u humane i produktivne svrhe. Ovako razvijen sistem i namenski jezik za olakšavanje inkluzivnog dizajna je primenljiv i šire, budući da računari primarno komuniciraju informacije vizuelno (Edwards 1989) baš kao i vizuelizacije.

Primenljivost na praktične ciljeve ovakvog rešenja, kao i potreba za evaluacijom onoga što je napravljeno zahteva način da se simulacije i modeli, pisani namenskim jezikom, kvantifikuju i

podvrgnu analizi. Stoga, formulacija istraživačkog pitanja, koja će se koristiti za potrebe ovog dokumenta, jeste evaluacija uticaja simuliranog hendikepa na vizuelizaciju. Budući da su vizuelizacije efektno isključivo metod komunikacije sa ljudskim bićima (Tufte i Graves-Morris 1983), jedine prigodne sudije vizuelizacije su ljudska bića u formi kontrolisane empirijske studije.

Budući da su studije sa velikim brojem učesnika spore i skupe, verovatno je da će bilo kakva empirijska studija sprovedena imati manje učesnika nego što bi odgovaralo prohtevima klasične statističke analize. Ovo je problem budući da neko ko želi da oceni vizuelizacije želi tačan, pouzdan rezultat svoje evaluacije a, usled troškova i logističkih problema, neće moći da to dobije sa malim brojem ispitanika. Komplikujući ovaj problem, postoje i dobro-poznate teškoće u sprovođenju verodostojnih studija sa ljudskim učesnicima (Maxwell, Lau, i Howard 2015). Rešenje ovog problema, kroz eksperimentalni protokol i statističke metode koje proizvode pouzdane rezultate iz malih skupova zašumljenih podataka, je treći i konačni deo istraživanja.

1.1 Problemi istraživanja

Problemi koje ovo istraživanje rešava su:

- Problem dizajnera nekog sistema koji želi da ima lični uvid u to kako neki korisnik sa hendikepom vida vidi sistem zbog boljeg dizajna ili ocene vizuelizacija.
- Problem dizajnera nekog sistema vizuelizacija koji želi da oceni kvalitet nekog vizuelizacionog sistema vodeći računa o uticaju hendikepa vida na taj kvalitet, a to ne može zato što nema način da kontroliše hendikep vida kao promenljivu u tom istraživanju.
- Problem dizajnera tehnika vizuelizacije koji želi da evaluiira uticaj hendikepa vida na neku vizuelizacionu tehniku, a ne može zato što nema metodologiju za to.
- Problem dizajnera iz tačke dva ili tri koji pokušavaju da dobiju rezultate iz malog uzorka i ne uspevaju zbog ograničene rezolucije klasičnih statističkih metoda.

Posmatrano objedinjeno i objašnjeno neformalnim jezikom, u potpunosti završeno istraživanje ove disertacije bi omogućilo da neko ko se bavi dizajniranjem tehnike vizuelizacije ili dizajniranjem alata baziranog na vizuelizacijama ima alate koje olakšavaju posao: alat za modelovanje budućih (ili tekućih) korisnika te tehnike odnosno sistema, alat za simulaciju iskustva modeliranih korisnika za potrebe testiranja i iterativnog dizajna, i alat za analiziranje podataka koji proističu iz empirijske analize vizuelizacija, a koji uzima u obzir male uzorke.

Postavlja se pitanje da li su ovi problemi važni: da li nekome treba rešenje? Sekcija 1.2 demonstrira da je ignorisanje vizuelnih hendikepa nepraktično, nehumano, i u sve većem broju slučajeva *nelegalno*. Sekcija 5.3, sa druge strane, iscrpnom analizom literature demonstrira da je problem evaluacije vizuelizacije izuzetno bitan i predmet intenzivnog istraživanja (uzorkovanje za istraživanje u ovoj disertaciji počiva na 1026 bibliotečkih jedinica, dodatak F) i da je rad sa adekvatnim uzorkom koji zadovoljava statističke zahteve apsolutno problem koji nije rešen, uzimajući u obzir medijanu broja učesnika uzorkovanih studija (133/1026 ima statistički uzorak) koja iznosi samo 15.

1.2 Primenljivost istraživanja i njen uticaj na motivaciju

Početak ovog poglavlja je već predstavio opštu ideju motivacije istraživanja, no valja ustanoviti i praktičnu potrebu za rešenjem koje ono nudi. Utvrđivanje praktične potrebe zahteva da se pokaže

da je problem ljudi sa vizuelnim hendikepom kao korisnika tehničkih pomagala uopšte i vizuelizacija specifično problem koji je značajan i koji obuhvata dovoljno ljudi da se valja rešiti.

Broj korisnika tehnoloških pomagala se konstantno povećava, kao što će ova sekcija pokazati. Prateći ovaj porast je tendencija da upotreba takvih pomagala nije više privilegija manjine imućnih i tehnički pismenih. Korišćenje tehnoloških pomagala je već neophodan element u svakodnevnom životu svih građana industrijalizovanog dela sveta i neretko se smatra zakonskim pravom (S. Morris 2009) kao što je slučaj sa, na primer, Americans with Disabilities Act zakonom u Sjedinjenim Američkim Državama, a od velike je važnosti i kod rastućeg broja zemalja u razvoju—ponekad i od životne važnosti (Combi, Pozzani, i Pozzi 2016) u vitalnoj ulozi koju telemedicina ima u Africi ispod pojasa Sahare. Zasićenje tržišta kada su u pitanju mobilna telekomunikaciona pomagala se, u skladu sa (International Telecommunications Union 2013) približava 100% i iznosi 96% širom sveta, dok je 39% stanovništva prisutno na Internetu. U okviru samo Evrope, procenjena zasićenost tržišta mobilnih telefona je preko 100%, a 77% stanovništva koristi Internet. Zasićenost preko 100% možda izgleda paradoksalno, ali to u osnovi samo znači da, u proseku, ljudi imaju više od jednog telefona, to jest ima više telefona nego ljudi koji mogu da im budu vlasnici. Ovi brojevi kontinuirano rastu, a podela između manje i više bogatih delova sveta se, u ovom aspektu, smanjuje (Billon, Marco, i Lera-Lopez 2009). Ako se ovo kombinuje sa podacima Ujedinjenih Nacija o starenju stanovništva (United Nations Department of Economic and Social Affairs Population Division 2002), vidi se da će biti sve više i više starijih korisnika. Ovaj porast se odnosi na korisnike tehničke opreme, ali i računarskih interfejsa, i vizuelizacija podataka (Pousman, Stasko, i Mateas 2007; Norman 2013; Rieber 1995; Tufte i Graves-Morris 1983). Ovo se može videti delimično kroz samo starenje postojećih korisnika, a delimično kroz to što kako zasićenje tržišta prilazi 100% svi moraju postati korisnici što prirodno uključuje i stare i mlade.

Ovo je značajno za praksu inkluzivnog dizajna (metod dizajna koji od samog početka dizajna uzima u obzir sve potrebe svih korisnika) zato što su poremećaji oka naročito česti kod starih koji neretko pate od degenerativnih promena oka. Da bi se ovo demonstriralo, može se posmatrati čest, ozbiljan i dobro istražen poremećaj: starosna makularna degeneracija (eng. *Age-Related Macular degeneration — AMD*). Makularna degeneracija značajno utiče na sposobnost obolelih da vode samostalan život (de Jong 2006; Riordan-Eva i Whitcher 2008), nema joj leka, i njena incidencija (verovatnoća, u toku jedne godine, da će neko dobiti bolest) raste kako stanovništvo stari. To znači da se očekuje da prevalencije (ukupno prisustvo bolesti u nekoj populaciji) izmerene devedesetih i ranih dve hiljaditih budu dva puta veće do 2020 u skladu sa (de Jong 2006; Group i others 2004; United Nations Department of Economic and Social Affairs Population Division 2002). U ovoj disertaciji AMD se koristi intenzivno kao centralni primer vizuelnog hendikepa zbog raznovrsnosti simptoma i neizlečivosti. Istraživanje sigurno nije namenjeno da nužno bude ograničeno na AMD, ali budući da potencijalnih hendikepa ima veliki broj, nešto je moralo biti izabrano kao radni problem. Buduće istraživanje (sekcija 8.3) uključuje intenzivan rad na drugim poremećajima uz intenzivnu saradnju sa domenskim ekspertima.

Studije mere razne prevalencije među populacijom penzionera u zavisnosti od populacije koja je testirana, sa vrednostima kao što je 11.90%/16.39% (Group i others 2004), 11.0% (Vingerling i ostali 1995), 18% (Mares i ostali 2011), i čak 64% (de Jong 2006), tabela 1.2.1. Ako se uzme najrigoroznija studija, (Group i others 2004), i primeni demografska korektura u skladu sa podacima Republičkog Zavoda za Statistiku za Republiku Srbiju i Federalnog Biroa za Popis Sjedinjenih Američkih Država, mogu se dobiti procene broja obolelih od AMD, tabela 1.2.2. Dobije se ukupan broj od, približno, 46 000 za Republiku Srbiju i 2 400 000 sa Sjedinjene Američke Države.

Tabela 1.2.1. Procene prevalencije AMD.

Ime studije	Oblast	Uzorak	Prevalencija	Citat
Group et al.	SAD	Beli muškarci preko 80 godina starosti.	11.90%	(Group i others 2004)
Group et al.	SAD	Bele žene preko 80 godina starosti.	16.39%	(Group i others 2004)
Rotterdam	Holandija	Ukupno preko 85 godina.	11.0%	(Vingerling i ostali 1995)
Rotterdam	Holandija	Ukupno od 75 do 84 godina.	3.7%	(Vingerling i ostali 1995)
Mares et al.	SAD	Žene preko 75 godina sa nisko-bodovanim stilom života.	18%	(Mares i ostali 2011)
Mares et al	SAD	Žene preko 75 godina sa visoko-bodovanim stilom života.	6%	(Mares i ostali 2011)
De Jong	Holandija	Ukupno preko 80 godina starosti.	64%	(de Jong 2006)

Proporcija korisnika u grupi obolelih od AMD će samo rasti sa vremenom, ali se korisni podaci mogu izvući i iz onoga što važi sada. Najpouzdaniji podaci se mogu dobiti ako se uzme nekakva indikativna aktivnost koja pokazuje aktivnu upotrebu medija i tehničkih pomagala. Neka se, recimo, odabere upotreba socijalnih medija kao takva indikativna aktivnost i upotrebe podaci iz (Duggan i Brenner 2013). To znači da se može ustanoviti da je trenutni procenjen broj korisnika sa makularnom degeneracijom 15 700 u Republici Srbiji i 808 440 u Sjedinjenim Američkim Državama. Valja napomenuti da je ovo konzervativna procena i da ona, kako generacije više aklimatizovane na tehniku stare, može samo da raste. Ovo je problem dovoljno znatan da je izazvao pozornost i Evropske Unije koja je u okviru programa Horizon 2020 istraživala inkluzivni dizajn sa fokusom na starenje („VERITAS FP7 IP“ bez dat.).

Tabela 1.2.2 Procene broja stanovništva sa AMD.

Ime procene	Oblast	Iznos	Citat
Group et al. - Muškarci	SAD	886690	(Group i others 2004; Bureau bez dat.; U.S. Census Bureau 2014)
Group et al. - Muškarci	Srbija	18702	(Group i others 2004; Republički Zavod za Statistiku 2015)
Group et al. - Žene	SAD	1512981	(Group i others 2004; Bureau bez dat.; U.S. Census Bureau 2014)
Group et al. - Žene	Srbija	27314	(Group i others 2004; Republički Zavod za Statistiku 2015)
Group et al. - Ukupno	SAD	46016	(Group i others 2004; Bureau bez dat.; U.S. Census Bureau 2014)
Group et al. - Ukupno	Srbija	2399671	(Group i others 2004; Republički Zavod za Statistiku 2015)

Ova analiza pokazuje da već sada postoji segment stanovništva koji se koristi tehničkim pomagalima. To podrazumeva (Edwards 1989) opštenje kroz medijum vizuelno predstavljenih informacija kao što su vizuelizacije i interfejsi. Vizuelizacije predstavljaju adekvatnu oblast nad kojima se ovakva studija može izvršiti budući da je vizuelizacija kontroli-podložan primer metodologije za vizuelnu komunikaciju velike količine podataka (Tufte i Graves-Morris 1983). Takođe, ključno, opštenje sa tehnološkim pomagalima apsolutno implicira i upotrebu ove ili one forme vizuelizacije (Pousman, Stasko, i Mateas 2007; Rieber 1995; Norman 2013; Tufte i Graves-Morris 1983). Konačno, vizuelizacija je pogodna za formalizaciju kroz taksonomije kao što su vizuelne promenljive (Garlandini i Fabrikant 2009; Köbber i Yaman 1995; M. Carpendale 2003). Pregled aktuelnog stanja u oblasti će pokazati (poglavlje 2) da se aktivno istražuje na polju simulacije hendikepa. Takođe se može ustanoviti da je inkluzivan dizajn istraživana oblast koja ne samo da puža efikasno (Waller i ostali 2015) rešenje nego i preduslov budućem razvoju industrije i društva („VERITAS FP7 IP“ bez dat.). Motivacija istraživanja jeste da se, na širokom planu, pomogne projektu univerzalizacije inkluzivnog dizajna (Flower, Burns, i Bottsford-Miller 2007; Fine i Peli 1995), a na uskom poboljša evaluacija vizuelnih tehnika kroz upotrebu inkluzivnog dizajna i simulacije hendikepa.

1.3 Hipoteze istraživanja

Hipoteze istraživanja (H_A) su:

- Moguće je formirati namenski jezik dovoljne apstrakcije blizak mentalnom modelu korisnika koji adekvatno predstavlja kompleksnost poremećaja i hendikepa vida.
- Modelima vođena platforma za simulaciju hendikepa je ostvarljiva.
- Vizuelizacije su adekvatan test-slučaj za potrebe razumevanja i modelovanja kako korisnik nešto vidi.
- Evaluacija vizuelizacija se može odraditi kroz empirijske studije nad korisnicima iz kojih se pouzdani i korisni podaci mogu dobiti kroz primenu određene metodološke i statističke prakse.

Nulta hipoteza (H_0) istraživanja se svodi na to da navedeni pristupi nisu efektni u razrešavanju problema navedenih na početku ove podsekcije.

1.4 Struktura disertacije

Ova disertacija je podeljena u devet poglavlja: Uvod, Pređašnji rad, Nacrt namenskog jezika za modelovanje vizuelnih hendikepa, Implementacioni detalji, Vizuelizacija podataka, Statističko-eksperimentalna metodologija poređenja, Empirijska verifikacija metodologije, Zaključak, i Literatura.

Poglavlje 1, '**Uvod**' se bavi definicijom problematike, motivacije, i hipoteza istraživanja. Takođe sadrži diskusiju organizacije disertacije, i definiciju termina koji se koriste u okviru rada uz diskusiju terminoloških problema i konvencija rada.

Poglavlje 2, '**Pređašnji rad**' obuhvata ranije istraživanje u pristupačnosti i inkluzivnom dizajnu, istraživanja iz oblasti simulacije hendikepa, i modelovanja korisnika uz osvrt na standarde u toj oblasti. Pregled pređašnjeg rada iz ovih povezanih oblasti se zatim diskutuje kroz lekcije koje slede iz tog istraživanja i koje vode do kriterijuma modelovanja korisnika. Ovaj kriterijum predstavlja sistematizaciju nalaza iz sprovedenog istraživanja i opisuje šta jedno uspešno rešenje problema modelovanja i simulacije korisnika mora imati. Poglavlje se završava analizom rada na evaluaciji vizuelizacionih tehnika koje služi da se doprinos ove disertacije postavi u kontekst sa drugim takvim sličnim istraživanjima.

Poglavlje 3, '**Nacrt namenskog jezika za modelovanje vizuelnih hendikepa**' predstavlja projektni nacrt namenskog jezika za modelovanje vizuelnih hendikepa kroz diskusiju, prvo, formalizacije simptoma hendikepa kroz vizuelne promenljive (M. Carpendale 2003; Garlandini i Fabrikant 2009; Köbben i Yaman 1995). Bazirajući se na ovoj neophodnoj teorijskoj osnovi, poglavlje predstavlja elemente jezika: opšte čvorove, selektore, restriktore, i mutatore. Opšti čvorovi predstavljaju neophodne uslužne elemente neophodne da bi jezik funkcionisao i obuhvataju ulazne čvorove, izlazne čvorove, i kolektore. Diskusija selektora obuhvata selekciju specifične stvari koja se mutira u slici i može ići kroz selekciju kroz vizuelne promenljive, semantičke selektore, i kompleksne selektore. Restriktori dodatno ograničavaju rezultat selektora i diskutuju se kroz izotropne i anizotropne restriktore. Mutatori menjaju ono što je selektovano i restriktovano i diskutuju se kroz generičke mutatore, specifične mutatore, i posebne mutatore. Konačno, poglavlje diskutuje staračku makulopatiju kao test slučaj i posmatra

je kroz postojeće modele korisnika i kroz namenski jezik i diskutuje poređenje između ta dva rešenja.

Poglavlje 4, '**Implementacioni detalji**' govori o detaljima implementacije simulacionog rešenja koje poštuje zahteve propisane u 2.5 i model opisan u poglavlju 3. Ova diskusija se sprovodi kroz priču o problemima modularnosti, skalabilnosti, i performansi.

Poglavlje 5, '**Vizuelizacija podataka**' govori o osnovama oblasti vizuelizacije neophodnim za istraživanje predstavljeno kao deo ove disertacije. Naročito je posvećeno diskusiji višedimenzionalnih vizuelizacija, te sistematizacijama koncepta evaluacije vizuelizacije uz specifičan osvrt na empirijsku evaluaciju vizuelizacije.

Poglavlje 6, '**Statističko-eksperimentalna metodologija poređenja**' predstavlja razvijeno rešenje za empirijsku evaluaciju od opšteg pregleda ideje, preko detaljnog eksperimentalnog protokola, detalja statističke obrade, i implementacionih detalja i softvera za sprovođenje testa i rešenja za obradu podataka.

Poglavlje 7, '**Empirijska verifikacija metodologije**' obuhvata pregled stvarnog sprovođenja metodologije iz poglavlja 6 i obuhvata opis odabira podataka, odabira učesnika, plana testa, kao i pregled podataka i njihovih rezultata uz diskusiju važnosti rezultata.

Poglavlje 8, '**Zaključak**' zaključuje disertaciju kroz diskusiju mogućnosti praktične primene razvijenog rešenja i obavljenog istraživanja, daljeg toka programa istraživanja koje ova disertacija i istraživanje predstavljeno u njoj implicira, i plan za univerzalizaciju inkluzivnog dizajna što predstavlja plan za praktično-istraživački projekat u kome se primena tehnika vizuelnog dizajna integriše u standardne procese industrije razvoja softvera.

Poglavlje 9, '**Literatura**' sadrži pregled sve literature korišćene u radu i tokom istraživanja u standardnom formatu.

Disertacija takođe ima pet dodatka, od kojih četiri koji sadrže podatke, a peti je listing statističke obrade podataka. Dodatak A je lista radova korišćenih u sekciji 7.1 da se ustvrde dominantne tehnike vizuelizacije. Dodaci B, C, i D su sirovi de-anonimizovani podaci pred statističku analizu za stadijum 1, 2, i 3 studije predstavljene u sedmom poglavlju. Dodatak E je listing programa za statističku obradu rezultata prilagođen de-anonimizovanim podacima. Dodatak F je lista radova korišćenih u sekciji 5.2 i 5.3 da se ustanove dominantni scenariji evaluacije tehnika vizuelizacije i razume njihova primena u literaturi.

1.5 Doprinos istraživanja i proizvedeni radovi

Istraživanje predstavljeno u disertaciji je, kroz rad u oblasti namenskih jezika i modelovanja korisnika proizvelo novu i inovativnu metodu za modelovanje vizuelnih hendikepa kroz namenski jezik koja je takva da poseduje granularnost i verodostojnost kakvu nema nijedna druga metoda pronađena u literaturi. Istraživanje je, takođe, u oblasti primenjene statistike demonstriralo nov način primene tehnika robusne analize podataka na male skupove podataka. Konačno, iz oblasti vizuelizacija, istraživanje je proizvelo novu metodologiju za evaluaciju vizuelizacija, i dovelo do njene primene na empirijskom istraživanju sa 162 učesnika.

Sledeći naučni radovi su u celosti ili delimično proistekli iz rada na ovom istraživanju:

- Čabarkapa, Velibor, Branislava Ilinčić, Mirjana Đerić, Isidora Radosavkić, Mirko Špovac, Jan Sudji, and Veljko Petrović. 2017. "Screening for Chronic Kidney Disease in Adult Males in Vojvodina: A Cross-Sectional Study." *Journal of Medical Biochemistry* 36 (2): 153–162.

- Dragan, Dinu, Veljko B. Petrovic, and Dragan Ivetic. "Methods for Assessing Still Image Compression Efficiency: PACS Example." In Handbook of Research on Computational Simulation and Modeling in Engineering, pp. 389-416. IGI Global, 2016.
- Petrović Veljko, Dragan Dinu, Ivetić Dragan, "Pixel-Based Focus Evaluation Algorithms With Applications in Visual Impairment Simulation", in proceedings of moNGeometrija, No. 1, pp. 320-330, ISBN 978-86-7466-614-2 (2016).
- Petrović, Veljko B., and Dragan Ivetić. "Visual Impairment Simulation for Inclusive Interface Design." *WSCG 2016* (2016).
- Dragan, Dinu, Veljko B. Petrovic, and Dragan Ivetic. "Software Tool for 2d and 3d Visualization of Requirement Indicators in Compression Evaluation for PACS." Proceedings of moNGeometrija conference, June 20th-22nd, Vlasina, Serbia, (2014): 315.
- Dragan, Dinu, Dragan Ivetic, and Veljko B. Petrovic. "Introducing an acceptability metric for image compression in PACS-A model." In *E-Health and Bioengineering Conference (EHB), 2013*, pp. 1-4. IEEE, 2013.

1.6 Definicija termina i terminološke beleške

Inkluzivni dizajn (eng. *Inclusive Design*) je termin koji se koristi da se opiše metod dizajna koji od samog početka dizajna uzima u obzir potrebe svih korisnika. Ova metodologija se zasniva na uzimanju u obzir prirodne raznolikosti (eng. *diversity*) cele populacije—u statističkom smislu—svih potencijalnih korisnika predmeta dizajna (Waller i ostali 2015). Metodologija poznata kao inkluzivni dizajn se razlikuje od metodologije pristupačnosti (eng. *accessibility*) po tome što se posebne potrebe korisnika uzimaju u obzir u celom procesu dizajna, a ne kao poseban zadatak pošto je dizajn obavljen. Pod dizajnom se misli na projektovanje interfejsa, vizuelizacija podataka, i interaktivnih vizuelizacija, što je kategorija koju objedinjuje vizuelna komunikacija informacija (Lester 2013; Williams, Fam, i Mellick Lopes 2017) i koja se može, za potrebe lakše komunikacije u okviru ove disertacije, nazvati 'informaciono-tehnička pomagala.'

Namenski jezik (eng. *Domain Specific Language*) je (Van Deursen, Klint, i Visser 2000) mašinski i ljudski čitljiv jezik koji, za razliku od opštih jezika (eng. *General Purpose Language*), se fokusira na jedan izabran domen koji isključivo obrađuje. Namenski jezici se često koriste da podignu nivo apstrakcije u razvoju softvera (Lachgar i Abdali 2017; Langlois, Jitia, i Jouenne 2007). Takvi jezici su ponekad programski, to jest, fokusirani na rešavanje jednog uskog oblika programskih problema, ali mogu biti jezici označavanja, kao i jezici modelovanja i specifikacije. Namenski jezici se, u okviru ovog istraživanja koriste dominantno u formi namenjenoj modelovanju i specifikaciji.

Hendikep vida je poremećaj bilo koje etiologije koji nečiju sposobnost da vidi degradira primetno ispod opšteg ljudskog proseka. Termin je izabran kao prevod i adaptacija engleskog 'visual impairment' što je opšteprihvaćen standardni termin u literaturi (Chou i ostali 2013; Klein i Klein 2013; Zebardast, Friedman, i Vitale 2017).

Vizuelizacija. Valja ovde diskutovati o terminima 'vizuelizacija' i 'vizuelizaciona tehnika.' Nezgodna osobina ovih termina u kolokvijalnoj komunikaciji jeste da mogu da se koriste kao parcijalni sinonimi, dok precizna diskusija fenomena vezanih za ovo polje proučavanja ne dopušta takvu nepreciznost. Sa druge strane, apsolutna preciznost se može posmatrati kao neprirodna i neprikladna ljudskoj komunikaciji (Franz 1996).

Da bi se ovaj problem maksimalno rešio predlaže se sledeći set termina:

- **Oblast vizuelizacije** obuhvata celokupno polje vizuelnog iskazivanja informacija. Sam termin vizuelizacija se neretko koristi u ovom značenju, na primer u naslovima časopisa

iz oblasti kao što je „Journal of Visualization“ koji se, predvidivo, ne bavi *jednom* vizuelizacijom.

- **Tehnika vizuelizacije** je termin koji se odnosi na ili jednu metodu ili blisko povezanu porodicu metoda koji pretvara određene podatke u nekakvu vizuelnu reprezentaciju, bilo kao mirnu sliku, animaciju, 3D model, skulpturu, ili interaktivno rešenje. Koristi se i *sensu lato* i za sinestetske metode koje podatke 'vizuelizuju' koristeći kakvo drugo čulo, npr. zvuk. I ovaj termin se ponekad smatra sinonimom za 'vizuelizaciju,' pošto se, recimo, govori o rasutom tačkastom dijagramu (eng. *scatterplot*) kao o vizuelizaciji, iako je to u stvari metod za formiranje tog *tipa* dijagrama. U ovoj disertaciji se neće praviti razlika između tehnike vizuelizacije u smislu tipa dijagrama i tehnike vizuelizacije u smislu metode za proizvođenje takvog dijagrama, budući da takva razlika, iako ontološki validna, ne utiče materijalno na ono što se proučava.
- **Vizuelizacija** je termin koji se odnosi na vizuelizaciju *sensu stricto*, to jest jednu specifičnu instancu tehnike vizuelizacije.

Ovi termini su namenjeni rešenju dvosmislica, mada se neće koristiti apsolutno uvek. Izuzeci su fraze 'evaluacija vizuelizacije' i 'upotreba vizuelizacije.' Termin 'evaluacija vizuelizacije' će se koristiti tako da se pod njim misli na 'evaluaciju *tehnike* vizuelizacije.' Ova upotreba se da opravdati kao neophodna radi održavanja pariteta sa literaturom iz oblasti (Lam i ostali 2012) koja koristi ovaj termin u skladu sa tendencijom ka višeznačnoj upotrebi termina 'vizuelizacija' u modernom engleskom. Što se termina 'upotreba vizuelizacije' ona se često koristi u značenju 'upotreba tehnika vizuelizacije uopšte' (Edwards 1989), te se zbog toga očuvava originalna formulacija.

Staračka makulopatija je poremećaj žute mrlje oka koji je odabran kao reprezentativni očni poremećaj za analizu u ovom istraživanju. Odabran je zbog svoje učestalosti (predstavlja manje-više neizbežnu komponentu starenja) i raznolikosti sindroma.

Vizuelne promenljive (Bertin 1983; Garlandini i Fabrikant 2009) su sistem opisivanja različitih načina na koje nekakva slika informiše gledaoca. Prvobitno su namenjena kao mehanizam za sistematizaciju i diskusiju kartografije, sada se adaptiraju za različita pitanja uključujući i animaciju (Köbben i Yaman 1995), interfejse (Petrović i Ivetić 2016), i vizuelizacije (Petrović i Ivetić 2016; S. Carpendale 2008). U svojoj prvobitnoj formulaciji, vizuelne promenljive su pozicija, veličina, oblik, vrednost, boja, orijentacija, i tekstura. Svaka od njih je dimenzija čijim variranjem korisnik može biti informisan. Ovaj sistem je toliko fleksibilan i prigodan problematici vizuelizacije da se koristi ne samo za teoretske diskusije i formalizacije nego i direktno u konstrukciji domenski-specifičnog jezika za vizuelizaciju podataka koji se često koristi kao deo programskog jezika R (Wickham 2009).

Simulacija hendikepa je tehnika korišćenja softverskih i hardverskih alata da bi se ljudima uobičajenih psihofizičkih sposobnosti dočaralo kako je to imati atipične sposobnosti kao rezultat povrede, hendikepa, poremećaja, bolesti, ili prirodnih promena usled starenja. Istorijski, simulacija hendikepa je dizajnirana kao alatka za pojačanje empatije prema ljudima različitih sposobnosti, to jest, bila je alatka ne dizajna ili istraživanja već psihoterapije. Tadašnji istraživači (Wilson i Alcorn 1969) su radili pod radnom hipotezom da ako se nekome omogući da vidi svet na način koji bi to videla, recimo, slabovidna osoba to bi pomoglo tom nekome da se više saoseća sa slabovidima u svom svakodnevnom životu. Ovaj pristup je, daljom analizom, diskreditovan. Ispostavilo se da ovakve vežbe empatije nemaju merljivo dejstvo na nečija mišljenja ili ponašanja (Flower, Burns, i Bottsford-Miller 2007), mada kasnije studije (Burgstahler i Doe 2014) i dalje uključuju pokušaje da se tako što koristi u svrhe klasične empatije, pokazujući da rezultat koji je proglasio da vežbe empatije nisu korisne nije univerzalno prihvaćen.

Tehnologija je preuzeta i primenjena na druge svrhe, kao što je treniranje (Fine i Peli 1995), istraživanje (Pidcoe 2006), i formiranje dizajnerske empatije (Kaklanis i ostali 2012; Petrović i Ivetić 2016; „Visual Impairment Simulator for Microsoft Windows: Visual Impairment Simulator for Microsoft Windows“ bez dat.; „WebAIM: Low Vision Simulation“ bez dat.; Biswas, Sezgin, i Robinson 2008; Biswas, Robinson, i Langdon 2012; Biswas i Langdon 2013; Biswas i ostali 2017; Goodman-Deane i ostali 2007; Votis i ostali 2009). Pod dizajnerskom empatijom ovde se misli na omogućavanje dizajnerima da posmatraju ono što dizajniraju kao njihovi korisnici, pojačavajući time kvalitet rešenja u skladu sa principima inkluzivnog dizajna.

Multidimenzionalna vizuelizacija podataka (MVP) za svrhe ovog istraživanja, se definiše kao vizuelizacija skupa podataka koji:

- ima promenljive koje se mere na kontinualnom ili diskretnom nivou podatka,
- ima promenljive takve da sve moraju biti istovremeno vidljive ne bili se odnosi koji su fundamentalni za skup podataka prikazali,
- ima broj promenljivih je značajno veći od broja dimenzija koje vizuelne promenljive nude.

Tipično, za nezavisne promenljive se koriste prostorne dimenzije što znači da, čak i ako se koriste mehanizmi projekcije uz odgovarajući interaktivan alat, nema više od, praktično govoreći, pet dimenzija koje mogu da se koriste.

Da bi zaobišle ovaj problem, MVP tehnike remapiraju prostorne dimenzije tako da dozvole veći broj nezavisnih osa. Primer ovog tipa su zvezdasti grafikoni (Tufte i Graves-Morris 1983), paralelne koordinate (Inselberg 2008; Johansson i Forsell 2016; Zhao i Kaufman 2012; Wang i ostali 2017), 3D simboli (Choi i ostali 2003; Forsell, Seipel, i Lind 2005), lica Černofa (L. A. Bruckner 1978; C. J. Morris, Ebert, i Rheingans 2000), i proširene multi-relacione paralelne koordinate (Forsell i Johansson 2007; Dinu Dragan, Petrovic, i Ivetic 2014). U prvom slučaju se prostorne ose mapiraju na ose radijalnog koordinatnog sistema, u drugom na ose paralelnog koordinatnog sistema, u trećem na proizvoljne osobine 3D simbola, u četvrtom na parametre koje proizvode crtana lica, i u petom na ivice presečenih pravouglih prizmi.

Terminološka beleška vezana za prevod engleskog termina „character.“ U delovima ovog rada koji se, indirektno, bave deformacijama teksta, se engleski termin 'character' prevodi kao 'slovo.' Ovo nije sasvim tačan prevod, budući da slovo obuhvata, opšte govoreći, isključivo simbole u alfabetima i abadžadama, a ne znakove interpunkcije, brojeve, ideograme, simbole slogovnih pisama, i slične. Postoji srpska reč koja ovo označava: pismeno (množina, 'pismena'), no taj termin, iako se pominje u okviru Rečnika Matice Srpske iz 1990 u tom značenju, ono se daje isključivo kao književno i retko. Budući da bi upotreba takvog rečnika oduzela od čitljivosti ove disertacije, i od tona nečega što je fundamentalno napisano u tehničko-naučnom registru, u daljem tekstu termin 'character' će biti preveden sa 'slovo' uz razumevanje da se koristi u donekle neologističnom *sensu lato*.

Robusne mere, metodi, i testovi. Za neku statističku meru, metodu ili test se kaže da je robusna ako se njena vrednost, efektnost, ili rezultat ne menja značajno ako se promeni distribucija nad kojom operiše.

Statistička mera lokacije. Statistička mera lokacije se definiše (Wilcox 2012) kao funkcional nad slučajnom promenljivom X kao:

$$\theta(X) \in \mathbb{R} \quad (1.6.1)$$

Za koju važe uslovi:

$$\theta(X + b) = \theta(X) + b, b \in \mathbb{R} \quad (1.6.2)$$

$$\theta(-X) = -\theta(X) \quad (1.6.3)$$

$$X \geq 0 \Rightarrow \theta(X) \geq 0 \quad (1.6.4)$$

$$\theta(aX) = a\theta(X) \quad (1.6.5)$$

Kao i uslov Bikel-Lemana(Bickel i Lehmann 1975) koji za

$$F_x(x) = P(X \leq x) \quad (1.6.6)$$

$$F_y(x) = P(Y \leq x) \quad (1.6.7)$$

Distribucije slučajnih promenljivih X i Y kaže da je X stohastički veće od Y akko

$$(\forall x \in \mathbb{R})(F_x(x) \leq F_y(x)) \wedge (\exists x_0 \in \mathbb{R})(F_x(x_0) < F_y(x_0)) \quad (1.6.8)$$

Te dalje tvrdi da ako je X stohastički veće od Y onda mora važiti

$$\theta(X) \geq \theta(Y) \quad (1.6.9)$$

Da bi θ bila mera lokacije.

Idealna kvalitativna mera robusnosti. Ako se neka proizvoljna mera lokacije za promenljivu X izrazi kao funkcional distribucije verovatnoće F, tako da:

$$T(F) = \theta(X) \quad (1.6.10)$$

I ako vrednost X zavisi od F tako da važi:

$$T(F) = \int x dF(x) \quad (1.6.11)$$

Odnosno, ako je X diskretna slučajna promenljiva, a funkcija verovatnoće za F je $f(x)$ onda važi:

$$T(F) = \sum_{x \in X} x f(x) \quad (1.6.12)$$

Tada, ako je mera lokacije θ takva da joj je odgovarajući funkcional kontinualan onda se za nju kaže da ima osobinu kvalitativne robusnosti. Problem je što je ovo samo dobro definisano za idealan slučaj kada se radi sa matematički idealnim distribucijama a ne njihovim empirijskim rekonstrukcijama.

Kvalitativna mera robusnosti. Predstavlja konkretizaciju mere robusnosti bazirane na aproksimaciji stvarne distribucije kroz empirijsku distribuciju \hat{F} baziranu na nekom uzorku X_1, X_2, \dots, X_n tako što je $\hat{F}(x)$ proporcija vrednosti uzorka manjih ili jednakih x. Da bi se mogla računati kontinualnost T baziranog na ovakvoj približnoj vrednosti, potrebno je ustanoviti da su dve distribucije dovoljno blizu. Ovo se bazira na rastojanju Kolmogorova(Hampel 1968; Wilcox 2012). Ako je $D(F, G) = \sup|F(x) - G(x)|$ rastojanje Kolmogorova, onda se kontinualnost funkcionala T definisanog nad idealnom distribucijom F proverava tako što se posmatra serija distribucija $G_{1,2,3,\dots,n}$. Ako za bilo kakvu sekvencu tog tipa takvu da $D(G_n, F)$ prilazi nuli za dovoljno veliko n, važi da $|T(G_n) - T(F)|$ prilazi nuli, onda je funkcional T kontinualan. Ovo je naročito važno kada je $\hat{F}(x)$ primer G_n .

Infinitesimalna mera robusnosti. Ekvivalentna je ograničenju da izvod funkcije mora biti ograničen. Prilagođava se za funkcional T tako što se formira hipotetička distribucija Δ_x takva da se vrednost x u njoj nalazi sa verovatnošću 1. Ovo je očigledno, probablistički pandan impulsu

Diraka. Dalje, formira se pomešana distribucija koja sa verovatnoćom $1 - \epsilon$ uzima vrednost iz F, a sa verovatnoćom ϵ vrednost iz Δ_x . Stoga:

$$F_{x,\epsilon} = (1 - \epsilon)F + \epsilon\Delta_x \quad (1.6.13)$$

Ovakva distribucija se zove x, ϵ -kontaminirana i koristi se da oceni kako će kontaminacija vrednošću x promeniti funkcional koji definiše neku meru lokacije. Važi i:

$$\lim_{\epsilon \rightarrow 0} D(F_{x,\epsilon}, F) = 0 \quad (1.6.14)$$

Što znači kako se bira proizvoljno malo ϵ tako Kolmogorova razdaljina između zašumljene distribucije i originala teži nuli. Uz ovu infrastrukturu je moguće definisati funkciju uticaja za T pod distribucijom F kao:

$$IF(x) = \lim_{\epsilon \rightarrow 0^+} \frac{T(F_{x,\epsilon}) - T(F)}{\epsilon} \quad (1.6.15)$$

Gde:

$$GO_{F,T} = \sup_x |IF(x)| \quad (1.6.16)$$

Gde je GO gruba osetljivost za T i F. Ako je GO beskonačna, odnosno, ako je funkcija osetljivosti nije ograničena, onda mera koja se definiše preko T nema osobinu infinitezimalne robusnosti.

Kvantitativna robusnost. Je jednostavan način procene efekta promena u distribuciji na meru lokacije baziranu na nekom funkcionalu T zavisnom od distribucije F. Bazira se na $F_{x,\epsilon}$ iz jednačine 1.6.13 i sračunava ϵ_{crit} što je najmanja vrednost ϵ za koju T ide u beskonačnost kada x ide u beskonačnost.

Gama skraćena srednja vrednost. Mera lokacije bazirana na srednjoj vrednosti izvedenoj iz distribucije koja je transformisana iz $f(x)$ u $f'(x)$, za neki paramater $\gamma: 0 < \gamma \leq 0.5$, u skladu sa:

$$f'(x) = \frac{1}{1-2\gamma} f(x), x_\gamma \leq x \leq x_{1-\gamma} \quad (1.6.17)$$

Odnosno, tako što je gama proporcija vrednosti uklonjena sa ekstrema distribucije. Vrednost tako smanjene srednje vrednosti je

$$\mu_t = \frac{1}{1-2\gamma} \int_{x_\gamma}^{x_{1-\gamma}} x dF(x) \quad (1.6.18)$$

Sa funkcijom osetljivosti

$$IF_t(x) = \begin{cases} \frac{1}{1-2\gamma} (x_\gamma - \mu_w), & \text{za } x < x_\gamma \\ \frac{1}{1-2\gamma} (x - \mu_w), & \text{za } x_\gamma \leq x \leq x_{1-\gamma} \\ \frac{1}{1-2\gamma} (x_{1-\gamma} - \mu_w), & \text{za } x > x_{1-\gamma} \end{cases} \quad (1.6.19)$$

Gde je μ_w Vindzorizovana srednja vrednost. Ovo je gradivni element robusnih tehnika budući da je ovako skraćena srednja vrednost (eng. *trimmed mean*) robusna.

Vindzorizovana srednja vrednost. U pitanju je mera lokacije bazirana na transformaciji distribucije F u skladu sa paramterom γ tako da je vrednost F_w nula za sve vrednosti ispod x_γ (γ -ti kvantil X), jedan za sve vrednosti iznad $x_{1-\gamma}$, netaknuta između, a ravno γ za graničnu vrednost x_γ . Ovo je vrlo slično skraćivanju srednje vrednosti, samo što se distribucija deformiše

rastezanjem, umesto da se odseca. Srednja vindsorizovana vrednost je onda kao na jednačini 1.6.20.

$$\mu_w = \int_{x_\gamma}^{x_{1-\gamma}} x dF(x) + \gamma(x_\gamma + x_{1-\gamma}) \quad (1.6.20)$$

Sa funkcijom osetljivosti od:

$$IF_w(x) = \begin{cases} x_\gamma - \frac{\gamma}{f(x_\gamma)} - C, & \text{za } x < x_\gamma \\ x - C, & \text{za } x_\gamma \leq x \leq x_{1-\gamma} \\ x_{1-\gamma} - \frac{\gamma}{f(x_{1-\gamma})} - C, & \text{za } x > x_{1-\gamma} \end{cases} \quad (1.6.21)$$

Gde je f funkcija gustine verovatnoće koja odgovara F, a C iznosi:

$$C = \mu_w - \frac{\gamma^2}{f(x_\gamma)} - \frac{\gamma^2}{f(x_{1-\gamma})} \quad (1.6.22)$$

1.7 Definicije često korišćenih skraćenica

AMD: Staračka makulopatija (eng. Age-related Macular Degeneration)

AR: eng. *Augmented Realty*. Proširena stvarnost.

CNS: Centralni nervni sistem. Takođe u engleskom *Central Nervous System*.

CUDA: eng. *Compute Unified Device Architecture*, prvobitno, sada se ne tretira kao skraćenica. Unifikovana uređajska arhitektura za proračune: arhitektura za rad sa procesorskom snagom grafičkih procesora.

GPU: eng. *Graphics Processing Unit*. Grafički procesor.

HLSL: eng. *High Level Shader Language*. Jezik za programiranje programa senčenja visokog nivoa, to jest, poseban jezik za programiranje fleksibilnog toka obrade podataka u modernim grafičkim procesorima.

HMD: eng. *Head Mounted Display*. Displej nošen na glavi.

IR: eng. *Infra Red*. Infracrveno.

MVP: Multidimenzionalna Vizuelizacija Podataka.

OCR: eng. *Optical Character Recognition*. Optičko raspoznavanje slova/pismena.

PACS: eng. *Picture Archiving and Communications System*. Sistem za akviziciju, skladištenje, i konzumiranje mirne slike, tipično za medicinsku primenu. Ovde je relevantan zbog primene istraživanja na problem kompresije slike u takvom sistemu.

SM: eng. *Shader Model*. Model za programe senčenja označen nekim brojem, na primer, SM4 ili SM5. Predstavlja, efektivno, verziju HLSL koja se može koristiti.

2. Pređašnji rad

Ovo poglavlje predstavlja pređašnji rad u oblastima na koje se oslanja ova disertacija. Podpoglavlje 2.1 govori o pređašnjem radu u oblasti inkluzivnog dizajna, naročito kroz simulaciju hendikepa, podpoglavlje 2.2 govori o radu u oblasti virtuelnih modela korisnika sa naročitim osvrtom na standarde iz te oblasti. Potpoglavlje 2.3 koristi materijal poglavlja 2.1 i 2.2, i pređašnji rad koji je bio deo istraživanja za ovu disertaciju da formuliše skup zahteva za univerzalizaciju inkluzivnog dizajna. Potpoglavlje 2.4 se bavi problematikom evaluacije vizuelizacije. Sva tri potpoglavlja služe kao uvod i njihov sadržaj će biti proširen i potkrepljen u kasnijim poglavljima, naročito u poglavlju 5 za potpoglavlje 2.4.

2.1 Pristupačnost, inkluzivni dizajn i simulacija hendikepa

Centralna teškoća u ovom polju istraživanja jeste to što većina urađenog u ovoj oblasti je ad hoc i što istraživanja se često odvijaju bez međusobnog citiranja. Ipak, moguće je u objavljenoj literaturi videti određene obrasce i određene smerove istraživanja.

- Medicinska istraživanja u oblasti simulacije poremećaja se fokusiraju na korišćenje simulacije za bolje razumevanje bolesti, poremećaja, i povreda, te im je primena u obuci lekara ili u čistom istraživanju (Fine i Rubin 1999; Perry i Geisler 2002, 2002).
- Istraživanja specifična za aplikaciju se bave simulacijom poremećaja specifičnim za neku aktivnost, instrument, interfejs, ili slučaj korišćenja. Ovo su najčešće aktivnosti koje maksimalno utiču na sposobnost nezavisnog života kod ljudi koji pate od pomenutih poremećaja, kao što su čitanje ili upravljanje motornim vozilom. (Fine i Peli 1995; Pidcoe 2006; Varsori i ostali 2004; Harvey i Walker 2014; Votis i ostali 2009; Oikonomou i ostali 2010, 2009; Giakoumis i ostali 2014).
- Istraživanja koja pokušavaju da naprave simulator poremećaja koji radi na bilo kojoj aplikaciji tako što modifikuje kako izgleda prikaz na ekranu („Inclusive Design Toolkit Home“ bez dat.; Biswas, Sezgin, i Robinson 2008; Biswas, Robinson, i Langdon 2012; Biswas i Langdon 2013; Goodman-Deane i ostali 2007; „Visual Impairment Simulator for Microsoft Windows: Visual Impairment Simulator for Microsoft Windows“ bez dat.; „WebAIM: Low Vision Simulation“ bez dat.).

Uzimajući u obzir prikupljeno, može se videti (Petrović i Ivetić 2016) da postoje mnogi, uglavnom izolovani, pokušaji da se omogući inkluzivni dizajn kroz simulaciju. Od analiziranih radova, četvrtina koriste potpuno analognu simulaciju koja koristi posebno dizajnirana sočiva koja deformišu vidno polje korisnika. Ostatak (75%) se oslanja na aktivnu digitalnu simulaciju i to 67% koristeći softverske alate i 8% koristeći hardver posebno konstruisan za te potrebe. 33% su takvi da zavise od pogleda korisnika, a ostali ili ignorišu gde korisnik gleda ili menjaju pogled sa zamenom pogleda. Jednako heterogeni su ciljevi analiziranih rešenja: 42% su oftamološki u svrhu, 50% su namenjeni poboljšanju dizajna, a 8% imaju svrhu koja se ne može lako kategorisati ni u jednu od gorepomenute dve kategorije.

Jedan izrazit primer jeste Biswasov „Kembridž Pribor za Inkluzivni Dizajn“ (Biswas, Robinson, i Langdon 2012) čija je svrha univerzalizacija inkluzivnog dizajna. Ideja je bila da se primena tehnika inkluzivnog dizajna olakša kroz skup jednostavnih alata, kako fizičkih (npr. posebne naočare), tako i softverskih koje neko može da nabavi i koristi uz minimalnu investiciju napora.

Primer čisto softverskog rešenja je Visual Impairment Simulator („Visual Impairment Simulator for Microsoft Windows: Visual Impairment Simulator for Microsoft Windows“ bez dat.) koji na ekran doctava neke od izabranih poremećaja vida kao što su, na primer, skotome. Takođe postoje slučajevi primene simulacije za druge ciljeve koji nisu direktno vezani za dizajn—kao što je na primer simulacija poremećaja isključivo u interesu razumevanja ljudskog vida u dizajnu ekrana za opštu populaciju (Perry i Geisler 2002). Ono što vidno nedostaje u ovom pregledu jeste odgovarajuća apstrakcija nad ovim izolovanim primenama. Ova apstrakcija nedostaje verovatno zbog izolovanog razvoja svakog individualnog rada. Kreiranje apstrakcije bi omogućilo da se izbegne dupliran napor i podigne ukupan kvalitet postignutih rešenja.

2.2 Modeli korisnika i standardi

Pokušaji da se apstrakcija kreira se mogu uočiti u istraživanjima koje trenutno traju (Biswas i ostali 2017) bazirani na relevantnom Horizon FP7 projektu („VERITAS FP7 IP“ bez dat.) i njegovim doprinosima. Ova grana pokušaja je bazirana na zajedničkom cilju—automatskoj adaptaciji korisničkih interfejsa proizvoljnom profilu korisnika, i na zajedničkom konceptu modela korisnika. Ovaj koncept modela korisnika se može videti u okviru VUMS (eng. *Virtual User Models*) klastera modela (Workpackage 2010) koji obuhvata: Veritas (Kaklanis i ostali 2012), Vicon (Mark Magennis i ostali 2013), Guide, i MyUI modele. Ovi modeli, sa druge strane, su pokušaj da se ispune standardi za modeliranje modela ljudskih faktora (eng. *human factors modeling*) kao što su:

- ETSI TS 102 747 Personalization and User Profile Management; Architectural Framework (TS ETSI, bez dat.)
- ETSI ES 202 746 Personalization and User Profile Management; User Profile Preferences and Information (ES ETSI 2010)
- ETSI EG 202 116 Guidelines for ICT products and services; „Design for All“ (EG ETSI 2014, 116)
- ETSI TR 102 068 Requirements for assistive technology devices in ICT (TR ETSI, bez dat.)
- ETSI EG 202 325 User Profile Management (EG ETSI, bez dat.)
- ISO 11228-2:2007 Ergonomics/Manual Handling/Part 2: Pushing and Pulling (ISO 2007)
- ISO/DIS 24502 Ergonomics/Accessible Design/Specification of age-related relative luminance in visual signs and displays. (ISO 2010)
- W3C CC/PP Composite Capability/Preference Profiles („Composite Capability/Preference Profiles (CC/PP): Structure and Vocabularies 1.0“ bez dat.)
- ISO/IEC 24752-1:2014 Information technology/User interfaces/Universal Remote Console („ISO/IEC 24752-1:2014 - Information technology -- User interfaces -- Universal remote console -- Part 1: General framework“ bez dat.; Epelde i ostali 2009)

Ovaj istraživački program je zasnovan na međusobnoj interakciji:

- modela potreba korisnika,
- karakteristika uređaja koji se koristi da prezentuje sadržaj/omogući interakciju,
- opisia karakteristika korisnika,
- i na osnovu ovoga formiranih smernica koje se daju iskazati kroz opcioni dizajn jezik.

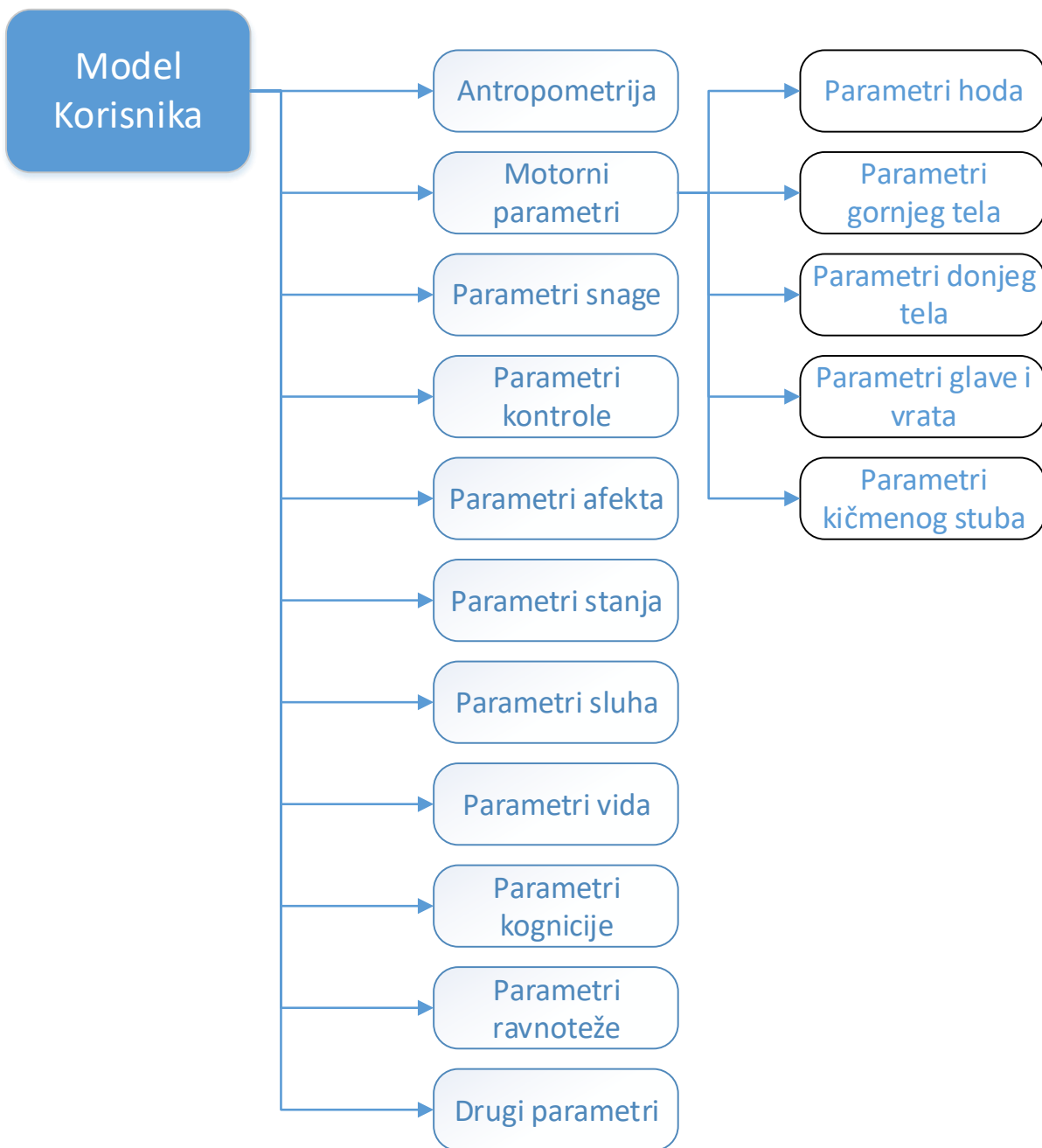
Neki standardi takođe sadrže implementacione detalje. Od nabrojanih, ETSI EG 202 116, ETSI TR 102 068, ISO 11228, i ISO/DIS 24502 se trude da modeluju korisnika direktno, i oni su direktna građa VUMS klaster modela. Rad na VUMS klasteru je deo projekta Evropske Unije da se ovi modeli harmonizuju i adaptiraju. Budući da su modeli i inače u procesu adaptacije, njihov

doprinos i funkcija će biti posmatrana zajedno pod imenom VUMS uz osvrt na razlike gde je to neophodno.

VUMS modeli i povezani standardi imaju raznolike ciljeve: neki su namenjeni kao pomoć u dizajnu nekog interaktivnog sistema i imaju direktnu primenu u fazi testiranja i iteracije nad tim dizajnom kroz simulaciju hendikepa, dok su drugi namenjeni za kompleksniji zadatak specifikacije multimodalnog dizajna (ovde se izdvaja ETSI EG 202 116 standard koji to podcrtava) i automatizovane adaptacije interaktivnih i grafičkih sistema potrebama tj. karakteristikama korisnika koje su specificirane nekim unapred dogovorenim formatima za razmenu.

Prostije rečeno, ovi modeli i standardi su povezani kroz dva scenarija korišćenja. U jednom, formiraju se virtuelni modeli korisnika koji bi koristili neki planiran sistem, te se onda prilikom iteracije dizajna tog sistema koriste ti modeli ne bi li se korisnici i njihova percepcija simulirali. Na osnovu takvih simulacija dizajneri sistema mogu da naprave promene, po potrebi. U drugom scenariju korišćenja, korisnik sam poseduje svoj model, kao i model svog uređaja za interakciju ako ga ima, i prilikom interakcije sa nekim sistemom automatski dostavi taj model koji se onda koristi da se interfejs automatski prilagodi, bilo u maloj meri i ograničenom opsegu, bilo kroz generaciju multimodalnih interfejsa. Ovo je nalik medijskim upitima (eng. *media query*) u okviru CSS3 (Cascading Style Sheets) standarda („CSS Current Status - W3C“ bez dat.) koje omogućavaju da se za nekoga ko koristi aplikaciju za čitanje ekrana (eng. *screen reader*) definiše potpuno drugačiji dizajn web stranice u okviru jednog celovitog dizajna.

Ovako širok zahtev iznuđuje izuzetno kompleksan sistem za modelovanje korisnika koji mora da bude sposoban da na ljudski i mašinski čitljiv način da specificira veliki broj promenljivih o korisniku. Svi nabrojani modeli su konvergirali ka XML opisu korisnika gde se korisnik specificira kroz promenljive organizovane u taksonomiju koju rad na VUMS klasterizaciji definiše u skladu sa slikom 2.2.1.



Slika 2.2.1. Opšta struktura VUMS-a

Osma stavka, parametri vida, je ono što je najrelevantnije za temu ovog istraživanja. Modeli koji se u okviru VUMS klastera harmonizuju se donekle razlikuju u tome kako prilaze ovom problemu, te je neophodno analizirati svaki redom. Ovakva jedna ukupna analiza predstavlja trenutni domet u oblasti (Biswas i ostali 2017) kada je modelovanje vida korisnika u pitanju i biće u okviru ovog rada baza za dalju diskusiju istraživanja.

Veritas VUM se opisuje u XML formatu i za svako oko individualno specificira: oštrinu, osetljivost na kontrast, osetljivost na odbljesak (eng. *glare*), spektralnu osetljivost, površinu, veličinu, providnosti i broj slepih tačaka (skotoma).

Vicon VUM opisuje vid korisnika kroz modelovanje subjektivnog utiska korisnika koristeći anketiranje koje pita da li korisnik vidi zamučeno (četvorostepena skala), da li je korisniku teško da promeni fokus gledanja (četvorostepena skala), smanjeno polje gledanja (četvorostepena skala), smanjena sposobnost razlikovanja boja (četvorostepena skala), smanjena sposobnost

procene razdaljine (četvorostepena skala), smanjena sposobnost prilagođavanja promeni nivoa svetlosti (četvorostepena skala), osetljivost na odbлесак (četvorostepena skala), da li korisnik nosi naočare (da ili ne), i koliko je verovatno da bi korisnik koristio naočare u interakciji koja se modeluje (četvorostepena skala).

Guide VUM se fokusira na simulaciju hendikepa i kao rezultat ima detaljniji model vida koji uključuje merenje oštine vida na više razdaljina, osetljivost na kontrast, gubitka vidnog polja u perifernom i centralnom vidu, kao i pojavu skotoma u vidnom polju.

MyUI VUM je baziran na RDF (Resource Description Framework) formatu podataka za semantički web („RDF Current Status - W3C“ bez dat.; Decker, Mitra, i Melnik 2000) na tehničkom nivou, a u svojoj organizaciji duguje puno ICF (International Classification of Functioning) modelu (ICF 2001) Svetske zdravstvene organizacije kao i GUMO (General User Model Ontology) principima modelovanja (Heckmann i ostali 2005). Vid se modeluje promenljivama koje su uglavnom na kontinualnoj skali od 0 do 4 koja se, dakle, razlikuje od diskretne četvorostepene skale koju koristi Vicon. Promenljive koje su u opticaju su oština vida, percepcija boja (koja može biti neometena ili ometena) i polje vida.

Svi ovi modeli imaju ambiciju da budu veoma opšti što dovodi do nekih preopštih stavki. Recimo, budući da se vizuelizacija, kao i bilo kakav GUI prikazuje preko statičnog ekrana uniformne razdaljine na način koji ne zahteva percepciju dubine a jednako dobro angažuje oba oka, modelovanje efekta razdaljine, ili modelovanje oba oka posebno nije od ključne važnosti. Opštost dovodi i do određenog stepena pogubne paušalnosti: modeli su bazirani na opštoj kvantifikaciji korisničkog iskustva koja može lako da ishodi iz jednostavne ankete korisnika ili iz statističkih pokazatelja populacija. Problem sa ovim jeste što bilo koja simulacija (koju svi VUMS modeli treba da podržavaju u skladu sa (Workpackage 2010)) bazirana na ovim sistemima neće adekvatno predstavljati probleme korisnika. Problem—koristeći staračku makulopatiju kao primer—su u tome što su mnoge ključne odlike problema vida sakrivene iz pojednostavljenja ovih modela. Prvo, samo GUIDE uzima u obzir razliku između perifernog i centralnog vida. Ova razlika je ključna, naročito kada se uzme u obzir da centralni vid obuhvata samo 3 stepena vidnog polja, dok samo 0,3 stepena od toga je odgovorno za zonu maksimalne oštine vida (Riordan-Eva i Whitcher 2008; de Jong 2006). Uprkos malim procentima u apsolutnim merama, ova zona je odgovorna za većinu sposobnosti korisnika da interaguje sa sistemom koji koristi vizuelnu komunikaciju.

Uprkos svojoj maloj faktičkoj veličini, uticaj centralnog, odnosno fovealnog, vida je ogroman kroz sposobnost očiju da pomeraju tačku najjasnijeg vida izuzetno brzo (ovi nevoljni mikro-pokreti očiju su poznati kao sakade) i vizuelnog režnja da te podatke sintetiše (Varsori i ostali 2004; Harvey i Walker 2014; Riordan-Eva i Whitcher 2008). Prva posledica ovih osobina centralnog vida sa tačke modelovanja korisnika (u VUM smislu) i simulacije hendikepa u svakom smislu jeste da su određeni simptomi koje valja simulirati i modelovati ograničeni ili na periferni ili na centralni vid ili se drugačije manifestuju u prvom nego u drugom (budući da je sposobnost diskriminacije nivoa svetlosti i spektralne osetljivosti periferije i centra mrežnjače različita). Druga posledica je da se određeni simptomi manifestuju isključivo kroz određene elemente vizuelne komunikacije što je uslovljeno subliminalnom kognicijom neophodnom da se taj element opazi. Ilustrativan primer ovoga je tekst čija je percepcija veoma komplikovana i zahteva interakciju mnogih elemenata ljudskog vida, te reaguje komplikovano u slučaju da neki od ovih elemenata ne radi.

Na ovo valjda dodati dodatne komplikacije u prirodi simptoma gde, na primer, skotome mogu biti ne samo ograničene na periferni ili centralni vid, već se mogu razlikovati po tome kako se opažaju: neprovidne, delimično providne, različitih oblika, i potencijalno popunjene ili tamnom bojom ili

istim mehanizmom koji vizuelni režanj koristi da „zakrpi“ prirodnu slepu mrlju koju izaziva sučelje očnog živca i mrežnjače ili nasumičnim varijabilnim vizuelnim šumom u slučaju, tkzv. scintilacionih skotoma. Važnost svih ovih faktora postaje jasna kada se uporede ovi pristupi sa pristupima koji su informisani medicinom (Perry i Geisler 2002).

Na osnovu navedenog je zaključeno kao deo preliminarnog istraživanja u ovoj oblasti (Petrović i Ivetić 2016) da postoji prostor da se ovakvi sistemi modelovanja i simulacije poprave. Ne bi li se formulisao rigorozan test za takav jedan hipotetički sistem, tokom preliminarnog istraživanja je odabrana vizuelizacija kao forma vizuelne komunikacije od koje se mogu apstrahovati problemi interakcije a, istovremeno, može i kontrolisati priroda, gustina, i reprezentacija vizuelne informacije.

2.3 Kriterijumi uspešnog modelovanja i simuliranja korisnika

Na osnovu predašnjeg, i istraživanja u okviru (Petrović i Ivetić 2016) moguće je formulisati spisak kriterijuma koje mora ispuniti bilo koje rešenje za modelovanje korisnika i simulaciju hendikepa, uključujući i bilo koji namenski jezik konstruisan za ovu svrhu. Ti kriterijumi su:

- Tačnost,
- Performanse,
- Univerzalnost, i
- Skalabilnost.

Sažeto rečeno, tačnost znači da se hendikep mora replicirati što tačnije, performanse znače da model i implementacija simulatora moraju biti takvi da se simulacija da izvršiti u realnom vremenu na način koji omogućava interaktivnost. Univerzalnost znači da softverski sistem zasnovan na namenskom jeziku mora da bude što šire primenjiv i sposoban da se koristi za što veći broj hendikepa. Skalabilnost znači da bilo kakvo rešenje bazirano na namenskom jeziku čija je svrha modeliranje i simuliranje korisnika mora biti pristupačan što većem potencijalnom broju korisnika bez obzira na hardversko-softversko okruženje u kome mora raditi, odnosno, na budžet sa kojim upotrebu valja postići.

Nije, naravno, odmah jasno zašto je tačnost važna. Sasvim zvuči razumno reći da je jedino neophodno da se u namenskom jeziku modeluju i simuliraju samo oni *važni* simptomi vizuelnog hendikepa dok su oni koji su ne-centralni takvi da se smeju izostaviti. Problem je, naravno, u tome što se mora nekako odrediti šta tačno „važno“ znači u kontekstu ovakvog modelovanja i simulacije. Da se jednostavno *ad hoc* odredi šta je važno a šta ne znači ignorisati perspektivu hendikepiranih, što predstavlja nedostatak baš one dizajnerske empatije zbog koje se simulacija korisnika, i konsekvantno, njihovo modelovanje namenskim jezicima i radi. Kao što je već napomenuto, koncept simulacije hendikepa je i uveden manje-više isključivo zbog pospešivanja empatije (Wilson i Alcorn 1969).

Raniji rad u ovoj oblasti očigledno se bavi ovim pitanjem, ali je jednako jasno da je to urađeno na nasumičan, nesistematičan način. Ne nužno zbog nekompetencije ili previda, već zbog raznolikih prioriteta u razvoju simulacija. Suočeni sa problemom simulacije vizuelnog hendikepa (kao i obično, koristi se staračka makulopatija kao primer), svaki istraživač je izabrao šta je to što ga zanima. Kao primer, ni jedno od pregledanih rešenja ne implementira metamorfoziju, i, umesto toga, se fokusiraju na simulaciju fovealnih skotoma („rupa“ u vizuelnom polju, više u sekciji 4.1) zato što je to procenjeno kao centralni simptom. Ali iako je AMD progresivna bolest, rana terapija može da je efektivno zaustavi, i veliki broj obolelih je u stadijumu *pre* gubljenja fovealnog vida, ali sa drugim nuspojavama (Riordan-Eva i Witcher 2008; de Jong 2006). Fokus na gubljenje

centralnog vida kroz fovealni skotom je maskirao pravu prirodu oboljenja zbog jednostavne i, naizgled, bezazlene odluke o prioritetu simuliranog.

Dakle, bilo koje rešenje zasnovano na namenskom jeziku koje je namenjeno modelovanju hendikepa kod korisnika i njegovoj eventualnoj simulaciji mora da bude dovoljno fleksibilno da simulira što veći broj simptoma, idealno, apsolutno sve.

Baš kao i u slučaju tačnosti, postavlja se pitanje da li su performanse uopšte bitne? Istina, nema razumnog razloga da se pitamo da li je ona poželjna u opštem slučaju—nijedan komad softvera nije bolji ako je *sporiji*, na kraju krajeva—ali i dalje ostaje pitanje prioriteta. Uzimajući kao aksiomatsko da se ništa ne razvija sa beskonačno resursa i beskonačno programerskog vremena, postavlja se pitanje da li je opravdano dati prvenstvo performansama. Odgovor jeste da, ako se planira upotreba empirijskih studija (sekcije 2.5 i 5.3 za detalje), onda ništa osim upotrebe vizuelizacionog sistema koji omogućava tehniku koja je pod evaluacijom na apsolutno isti način na koji bi je koristio neko ko ima hendikep koji se simulira nije dovoljno.

Naravno, testiranje u formi videa (Perry i Geisler 2002) je izuzetno moćno i ima neke prednosti koje se gube prelaskom na realno vreme. Prvo, performanse su od sekundarne važnosti onda, što olakšava implementaciju, drugo video omogućava, prilikom simulacije, da se skoči unapred u vremenu, to jest, zna se šta će da se desi. Ovo može da posluži kada se pokušava da se prikaže kako bi nešto interpretirao CNS korisnika zbog toga što CNS ljudskih bića ne razume koncept 'sadašnjosti' koji idealizovani frejm video-snimka (ili iscrtavanja u okviru interaktivnog sistema neke vrste) implicira. Umesto toga, CNS korisnika opaža momente u vremenu „razmrljane“ preko nekog relativno dužeg perioda koji u ekstremnim slučajevima može doseći 500ms (Wada, Masuda, i Noguchi 2005; Yarrow i ostali 2001, 2006). To znači da na percepciju u nekom momentu t mogu uticati i događaji koji se, tehnički dešavaju u $t + t_0$, gde t_0 se meri u stotinama milisekundi. Ovo „putovanje kroz vreme“ se intenzivno koristi u kompresiji podataka (Brandenburg 1999) naročito na polju psihoakustičnih modela koji implementiraju efekat maskiranja i unapred i unazad u vremenu. Simulacija koristeći video snimke bi ovo omogućila.

Uprkos tome, mora se insistirati na odzivu simulacije koji je približno 30ms, da bi se očuvala mogućnost istinske empirijske studije, mada (sekcija 8.3) buduće istraživanje može uključiti korišćenje eksperimentalnog protokola (poglavlje 6) da se proceni efekat ovih dvosmernih simulacija, to jest, da se oceni da li one menjaju kvalitet simulacije.

Univerzalnost obuhvata jednostavan zadatak čija je implementacija kompleksna: zahtev univerzalnosti obuhvata sposobnost sistema baziranog na namenskom jeziku da modelira što veći broj hendikepa (idealno sve) i da ti modeli budu prikladni za simulaciju u što većem broju slučajeva (idealno svim). Iako je istraživanje u ovoj disertaciji namenjeno vizuelizaciji (iz razloga objašnjenih u uvodnom poglavlju), deo zahteva za ovakvim sistemom pokriva da ono što bude dizajnirano bude od upotrebne vrednosti u budućnosti i prigodno za proširenje. U kontekstu namenskog jezika, ovaj zahtev se ogleda u važnosti proširivosti i fleksibilnosti (što, delimično, i objašnjava zašto su RDF-bazirani modeli zamenjeni namenskim jezikom širih mogućnosti), dok u kontekstu implementacije on diktira prirodu tehnologija prigodnih za programiranje simulatora (poglavlje 4).

Skalabilnost je povezana sa problemom performansi, ali ima drugačiju svrhu. Istina je da bi simulator bio mnogo lakši za konstruisanje koristeći opremu laboratorijskog nivoa kvaliteta, visokoperformantni hardver, i precizno kontrolisane okolnosti eksperimenta. Ovo, sa druge strane, bi uništilo primenljivost istraživanja na polju inkluzivnog dizajna. Inkluzivni dizajn je tehnika koja može imati svoje pozitivne efekte tek ako je skoro sasvim univerzalna (Biswas i ostali 2017), to jest, ako je iz laboratorije izašla u javnost i postala odomaćena tehnika u razvoju

softvera. Kao laboratorijski kuriozitet, ona nema svrhu van istraživačke i shvatanje ovog fenomena jeste razlog što su istraživački timovi najodgovorniji za konceptualizaciju inkluzivnog dizajna radili na skupu alata namenjenih lakoj implementaciji prakse inkluzivnog dizajna u prosečnoj softverskoj kući („Inclusive Design Toolkit Home“ bez dat.), te zašto su istraživači korisničkih modela toliko fokusirani na trenutno primenjiva rešenja, barem jedno od kojih je završilo u tehnologiji univerzalnog dometa („CSS Current Status - W3C“ bez dat.).

Zasnovano na ovim činjenicama, nužno je da bilo koje rešenje bazirano na namenskim jezicima bude takvo da se može implementirati u prosečnoj softverskoj kući bez ekstremnih zahteva ka softveru ili hardveru, naročito specijalizovanim sensorima ili prikaznim uređajima. Ovaj zahtev je oprečan zahtevu za tačnošću naročito zbog potrebe za praćenjem pogleda za tačnu simulaciju vida. Postavlja se pitanje zašto je praćenje pogleda toliko bitno. Glavni razlog jeste zbog apsolutne važnosti da se prilikom simulacije jasno zna koji delovi pripadaju centralnom vidu, a koji perifernom. Ovo nije samo važno za nekoga sa oštećenjem vida, već, čak, je bitno ako se želi precizno simulirati vid potpuno zdrave osobe, budući da je razlika u oštini vida između centralnog i perifernog vida ogromna (Perry i Geisler 2002; Geisler i Perry 2002). Razmera ove razlike je tolika da postoji pravac tehnologije, takozvani displeji uslovljeni pogledom (eng. *gaze-contigent displays*), koji ulažu više resursa u kvalitet slike u regionima pokrivenim centralnim vidom nego u regione koje pokriva periferni vid. Uprkos važnosti praćenja pogleda, skalabilnost znači da je apsolutno nemoguće oslanjati se na postojanje posebnog hardvera za praćenje lokusa pogleda, iako naravno postojanje takvog hardvera definitivno treba iskoristiti. Sekcija 5.2 sadrži detalje o mogućim rešenjima.

2.4 Evaluacija vizuelizacionih tehnika

Pregledom literature nisu pronađeni podaci o primeni rešenja modelovanja i simulacije korisnika direktno na vizuelizacije, mada naravno, uzimajući u obzir da su modeli namenjeni svemu od interfejsa (Workpackage 2010) do dizajna znakova i opšteg izgleda aerodroma („VERITAS FP7 IP“ bez dat.), vizuelizacija nije van njihovog planiranog dometa. Samo evaluiranje vizuelizacionih tehnika je živo polje studije dovoljno bogato da inspiriše sistematske preglede (S. Carpendale 2008; Lam i ostali 2012) (S. Carpendale 2008; Lam i ostali 2012). Ovi pregledi pokazuju da postoje različiti pristupi koji se mogu primeniti za evaluaciju. Ti pristupi su:

- algoritamske studije (Marghescu i others 2008),
- ekspertske preglede (Tory i Moller 2005),
- empirijske studije (Livingston, Decker, i Ai 2012),
- i hibridni pristupi.

Algoritamske studije pokušavaju da kvantifikuju vizuelizaciju algoritamskom analizom koja pokušava da koristi tehnike kao što je računarska vizija da razume ishod vizuelizacionih tehnika. Ekspertske preglede evaluiraju vizuelizaciju kroz intervju eksperata. Empirijske studije evaluiraju vizuelizaciju kroz ispitivanja interakcije između korisnika i vizuelizacije, kvantifikaciju te interakcije i njenu analizu. Hibridni pristupi obuhvataju metode kao što su pokušaji kvantifikacije uvida (eng. *insight*) (North 2006; Stasko 2014) ili kompleksne dugoročne studije kao što su Šnajdermanove multidimenzionalne dubinske dugoročne studije slučaja (eng. *multidimensional in-depth long-term case studies*) (Shneiderman i Plaisant 2006).

U literaturi ovako raznolike metode se pregledaju kroz taksonomiju sa tipično osam (T. Isenberg i ostali 2013) elemenata koja je razvijena kroz raniju sedmoelementsku taksonomiju (Lam i ostali 2012):

1. Poimanje okoline i radne prakse (UWP) koji su namenjeni izdvajanju zahteva prema vizuelizacionim tehnikama kroz analizu rada i prakse potencijalnih korisnika te vizuelizacije. Tipično se koristi pre formiranja vizuelizacije (tj. evaluira potencijalne vizuelizacije), ali može da se koristi da evaluira trenutno postojeće vizuelizacije po tome koliko se poklapaju sa potrebama.
2. Analiza vizuelnih podataka i rezonovanja (VDAR) koji mere količinu uvida koje interakcija sa već razvijenim sistemom koji koristi vizuelizaciju stvara među domenskim stručnjacima koji ga koriste.
3. Evaluacija komunikacije kroz vizuelizaciju (CTV) se fokusira na upotrebu vizuelizacije u učenju (ili ređe bilo kojoj komunikaciji) i pokušava da sazna koliko bolje neko uči sa vizuelizacijom nego bez.
4. Evaluacija kolaborativne analize podataka (CDA) meri upotrebljivost vizuelizacije u kolaboraciji između više korisnika.
5. Performanse korisnika (UP) kvantifikuju kvalitet vizuelizacije kroz merljive performanse korisnika u upotrebi vizuelizacije prilikom obavljanja nekog zadatka.
6. Iskustvo korisnika (UE) scenariji funkcionišu kao i UP, ali je kvantifikacija bazirana na subjektivnom utisku korisnika.
7. Performanse algoritma (VA) odgovaraju pređašnje opisanim algoritamskim studijama i kvantifikuju vizuelizaciju algoritamskom analizom koja pokušava da koristi tehnike kao što je računarska vizija da razume ishod vizuelizacionih tehnika.

8. Kvalitativna inspekcija rezultata (QRI) koja eliminiše korisnika iz evaluacije i, umesto toga, samo od učesnika studije traži da daju svoje mišljenje o nekoj konkretnoj vizuelizaciji.

Za potrebe ovog istraživanja je bio neophodan nekakav način da se izmeri koliko je informacija prenela neka vizuelizacija, tj. koliko je uspešna bila vizuelna komunikacija. Robustan sistem ovog tipa bi onda omogućio da se—uz hipotetički sistem za modelovanje i simulaciju—precizno kvantifikuje uticaj poremećaja vida. Imajući ovo u vidu, CDA je moguće odmah odbaciti budući da bi kolaboracija uvela dodatan sloj komplikacije koji bi omeo cilj merenja. VDAR se odnosi na sisteme vizuelizacije koji već postoje i primenjuju se u praksi, što znači da je precizna kontrola eksperimenta nemoguća, što vodi do toga da se VDAR odbaci. CTV se odnosi na komunikaciju u najužem značenju te reči, prvo, a drugo ne podržava merenje korisničkog uvida u vizuelizaciju sa onoliko osetljivosti koliko je poželjno. VA je izuzetno efektan pristup u kome se izlaz vizuelizacione tehnike propušta kroz algoritam za analizu. Ovakav pristup bi odgovarao budući da je ponovljiv, moćan, i osetljiv, i nešto veoma slično njemu se koristi u (Biswas i ostali 2017). VA je ipak odbačen zato što je zahtevao da se napravi neopravdani skok u biranju onih mašinski-čitljivih odlika vizuelizacije za koje ima prava verovati da dovode do uvida korisnika. QRI je odbačen zato što se oslanja previše na kontekst ispitanika, dok je za ovo istraživanje bilo neophodno da se fokusira na percepciju, kogniciju, i ono što korisnik može da uradi sa prezentovanim vizuelizacijom.

Odbačen je i odličan laboratorijski pristup u (Engelke, Vuong, i Heinrich 2016) uprkos kvalitetu zato što je statistički test koji koristi bio podložan formi nesvesnih predrasuda istraživača koje nisu pogodne za kontrolu Bajesovim metodama statističke analize podataka (Antonelli i ostali 2016; McNeish 2016). Autori su generisali test skup podataka, vizuelizovali ga tehnikama koje su hteli da procene, i onda ga pokazali skupu od 100 ljudi preko Mechanical Turk servisa. Test skup podataka je generisan slučajno, ali su parametri te slučajnosti onakvi kakvim su ih autori postavili: ovo je vektor kojim nesvesne pretpostavke mogu da uđu u sistem, što je naročito problematično pošto je statistika odrađena na način koji nije uzimao u obzir to što je ulazni skup podataka višenivojski.

Problem je u tome da će vrednosti koje su merene zahtevati veliku preciznost što, konsekventno, zahteva vrlo osetljivu analizu tih podataka. Osetljivost sa sobom nosi rizik grešaka prvog tipa gde se statistički šum ili defekti u proceduri pojačaju tako da budu jači od signala koji valja izdvojiti.

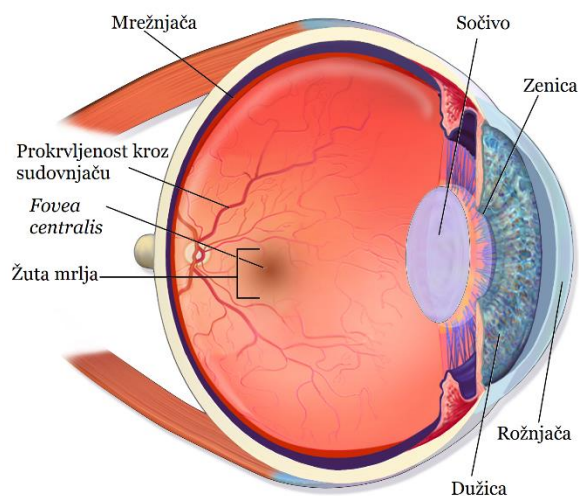
Metodologija koja je izabrana za dalji razvoj je bazirana na UP i UE pristupima gde se uspešnost komunikacije kroz vizuelizaciju meri kroz empirijsku, kvantitativnu analizu performansi korisnika i njihovog iskustva sa vizuelizacijom. Ove performanse se mere uz pomoć statističke analize kao zamena za merenje samog uvida koje vizuelizaciona tehnika treba da omogući. UP i UE su odabrani zato što su odgovarali potrebama studije: omogućavaju da se maksimalno eliminišu pretpostavke iz testa (i podržale su primenjeni trostruko-slep eksperimentalni dizajn) i eliminišu iz analize sve osim percepcije i kognicije korisnika. Ovo se dalje razvija u poglavlju 5 i 6, gde se odluke koje su ovde ovlaš opisane pravdaju kroz detaljni pregled literature u ovoj oblasti.

3. Nacrt namenskog jezika za modelovanje vizuelnih hendikepa

Ovo poglavlje predstavlja kratak pregled nacrtu jezika za modelovanje vizuelnih hendikepa koji zadovoljava kriterijume i uslove predstavljene u poglavljima 2 i 4. Sastoji se od šest sekcija, prva opisuje problem koji će biti korišćen kao primer hendikepa u ovom poglavlju (staračka makulopatija), te opisuje simptome te bolesti, i predstavlja formalizaciju kroz vizuelne promenljive. Druga sekcija počinje opis jezika (koji je vizuelan po svojoj prirodi) kroz diskusiju opštih čvorova koji su među njegovim elementima. Treća sekcija opisuje selektore, čvorove koji služe da se izoluje samo jedan aspekt slike koji se modifikuje. Četvrta sekcija opisuje restriktore koji služe da ograniče segment vidnog polja na kome se radi modifikacija. Peta sekcija opisuje mutatore koji definišu promene koje se sprovode nad selektovanim i restriktovanim delovima slike. Šesta i konačna sekcija diskutuje implementaciju jezika na primeru staračke makulopatije.

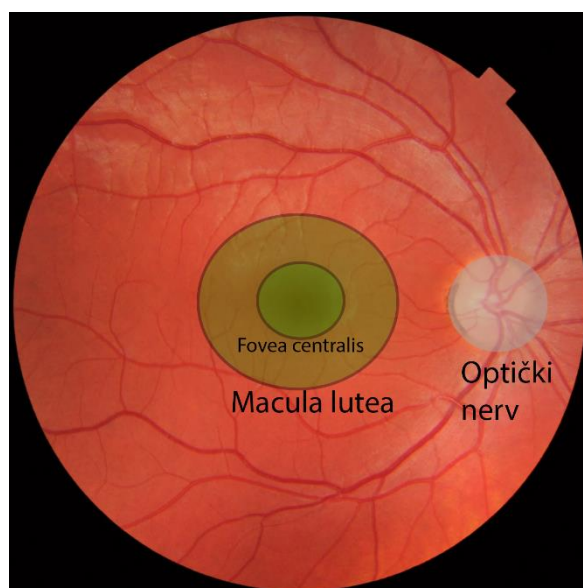
3.1 Vizuelne promenljive i formalizacija simptoma na primeru staračke makulopatije

Staračka makulopatija predstavlja veoma značajan poremećaj (kao što se opisuje kroz diskusiju motivacije u prvom poglavlju) koji predstavlja odumiranje tkiva žute mrlje. Žuta mrlja (Riordan-Eva i Whitcher 2008) ili *macula lutea* jeste oblast sa najgušće pakovanim neuronima fotoreceptora na mrežnjači koja je odgovorna za veliki procenat oštine vida. Fotoreceptori sadrži fotopigment neophodan za proces percepcije svetlosne energije i njene transformacije u električni impuls koji se dalje ganglionskim ćelijama prenosi do kore velikog mozga. Uz to, deo funkcije posebnih pigmenata jeste da filtrira visokoenergetsku komponentu svetlosti. Arhitektonika makule je specifična, a najbogatija je ganglionima i ćelijama-čepićima koje su ekskluzivno prisutne u centralnom delu izuzimajući mali region koji zauzima kupa Milerovih ćelija (Gass 1999). Pozicija žute mrlje je vidljiva na slici 3.1.1.



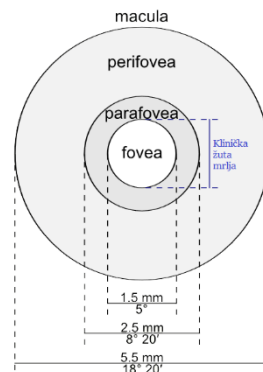
Slika 3.1.1. Dijagram pozicije žute mrlje u oku. Slika uzeta iz Blausen.com staff (2014). "Medical gallery of Blausen Medical 2014". WikiJournal of Medicine 1 (2). DOI:10.15347/wjm/2014.010. ISSN 2002-4436 u skladu sa CC BY 3.0 licencom.

Centralni region žute mrlje (*fovea centralis*), slika 3.1.2 i, u okviru njega, foveola, slika 3.1.3, su izuzetno značajni za oko. Iako je foveola vrlo mali deo *fovea centralis*, a ona mali deo žute mrlje, koja je pak relativno mali deo mrežnjače, njihov zajednički doprinos jasnom vidu je ogroman. *Foveola* (0.3 stepena vidnog polja) i *fovea centralis* (3 stepena vidnog polja) su odgovorni za oštri centralni vid koji je pak neophodan za, recimo, čitanje. (de Jong 2006; Vingerling i ostali 1995; Riordan-Eva i Whitcher 2008; Mares i ostali 2011; Group i others 2004; Scott, Feuer, i Jacko 2002). Staračka makulopatija čini najveći deo svoje štete tako što ošteti baš njih.



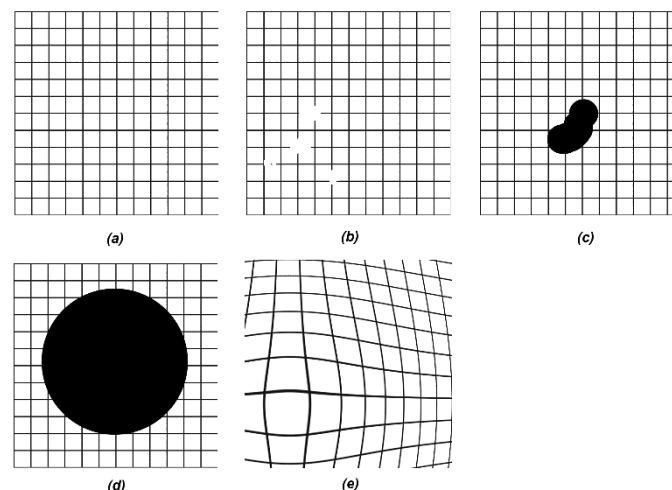
Slika 3.1.2. Dijagram pozicije žute mrlje u okviru mrežnjače. Autor fotografije fundusa oka: Mikael Häggström. Slika korišćena u skladu sa licencom.

Staračka makulopatija se javlja u suvoj ili vlažnoj varijanti. U slučaju suve varijante, bolest se odlikuje formiranjem internih depozita poznatog pod imenom druze. Depoziti druze se lokalizuju ispod sloja pigmentnog epitela mrežnjače, što uništava ove ćelije, a time i metaboličku funkciju fotoreceptora. Kompleks ćelija fotoreceptora i ćelija pigmentnog epitela mrežnjače čine funkcionalno atomsku jedinicu. Odumiranjem ćelija pigmentnog dela mrežnjače, odumiru i fotoreceptori i sledstveni neuroni vidnog puta. Bolest suve degeneracije je progresivnog, sporog toka, i za sada ne postoji način lečenja.



Slika 3.1.3. Dijagram strukture žute mrlje.

U slučaju vlažne varijante, problem nastaje usled stvaranja novih krvnih sudova koji prodiru iz horiokapilarisa. Ovi divlji krvni sudovi se stvore ispod i između ćelija pigmentnog epitela mrežnjače i fotoreceptora. Tako deformišu i, potencijalno, kidaju žutu mrlju. Ova varijanta oštećenja je brža, dramatičnija, ali za razliku od suve varijante može da se leči hirurškim putem (de Jong 2006). Novostroverni krvni sudovi u gornjim slojevima mrežnjače takođe oštećuju mrežnjaču i žutu mrlju u slučajevima retinopatije nedonoščadi (Milošević i ostali 2013; Olujić i ostali 2012) i dijabetesne retinopatije.



Slika 3.1.4. Šematski prikaz odabranih simptoma staračke makulopatije.

Oštećenje žute mrlje oštećuje oštrinu vida, naročito ako se oštećenje prostire na njene centralne regione. Simptomi oštećenja atestirani u literaturi su:








- a) Smanjenje opšte oštine vida (Scott, Feuer, i Jacko 2002).

- b) Smanjenje opšte percepcije boja(Scott, Feuer, i Jacko 2002) što se razlikuje od specifične percepcije boja koja je rezultat urođenih formi daltonizma.
- c) Smanjenje sposobnosti diskriminacije između sličnih nivoa subjektivne osvetljenosti u slici(Scott, Feuer, i Jacko 2002) izmereno sredstvom kao što je Pelli-Robinson dijagram za kontrast osetljivost(Pelli, Robson, i J 1988).
- d) Manji diskontinuiteti u vidnom polju čije prisustvo vizuelni režanj mozga eliminiše na sličan način na koji se to radi za diskontinuitet slepe tačke. Ovaj sindrom se najčešće iskusi kao slova u tekstu koja nestaju iz reči, ili neobjašnjivo neporavnanje teksta(de Jong 2006), slika 3.1.4b.
- e) Značajniji diskontinuiteti u centralnom vidnom polju (fovealni skotomi) koji blokiraju deo vidnog polja. Ovi skotomi mogu biti vidljivi kao praznine, deformacije, ili vizuelni šum (scintilaciona skotoma)(de Jong 2006), slika 3.1.4c.
- f) Potpun gubitak fovealnog vida(de Jong 2006), slika 3.1.4d.
- g) Vidljive deformacije vidnog polja u obliku zakrivljenosti, deformacije, i rastezanja slike na način koji čini da paralelne linije više ne deluju paralelno—metamorfopsija(de Jong 2006; Riordan-Eva i Whitcher 2008), slika 3.1.4e.

Vizuelne promenljive(Bertin 1983; Garlandini i Fabrikant 2009), slika 3.1.5, su sistem opisivanja različitih načina na koje nekakva slika informiše gledaoca. Prvobitno su namenjene kao mehanizam za sistematizaciju i diskusiju kartografije, sada se adaptiraju za različita pitanja uključujući i animaciju(Köbben i Yaman 1995), interfejse(Petrović i Ivetić 2016), i vizuelizacije(Petrović i Ivetić 2016; S. Carpendale 2008). U svojoj prvobitnoj formulaciji vizuelne promenljive su:

- **Pozicija.** Prenosi podatke po tome *gde* je određeni element, bilo u odnosu na nekakav univerzalni koordinatni sistem ili na druge elemente.
- **Veličina.** Prenosi podatke preko uniformnog skaliranja vizuelnih elemenata.
- **Oblik.** Prenosi podatke po opštem obliku nekog vizuelnog elementa.
- **Vrednost.** Prenosi podatke po osvetljenosti nekog vizuelnog elementa.
- **Boja.** Prenosi podatke po boji nekog vizuelnog elementa.
- **Orijentacija.** Prenosi podatke po orijentaciji nekog vizuelnog elementa.
- **Tekstura.** Prenosi podatke po sitnom variranju kontrasta i/ili boje u nekom vizuelnom elementu.

Svaka od navedenih stavki je jedna dimenzija čijim variranjem korisnik može biti informisan. Ovaj sistem je toliko fleksibilan i prigodan problematici vizuelizacije da se koristi ne samo za teoretske diskusije i formalizacije nego i direktno u konstrukciji domenski-specifičnog jezika za vizuelizaciju podataka koji se često koristi kao deo programskog jezika R(Wickham 2009) i koji je odgovoran za veći deo grafikona u ovom dokumentu.

Pozicija	
Veličina	
Oblik	
Vrednost	
Boja	
Orijentacija	
Tekstura	

Slika 3.1.5. Šematski vizuelni prikaz vizuelnih promenljivih.

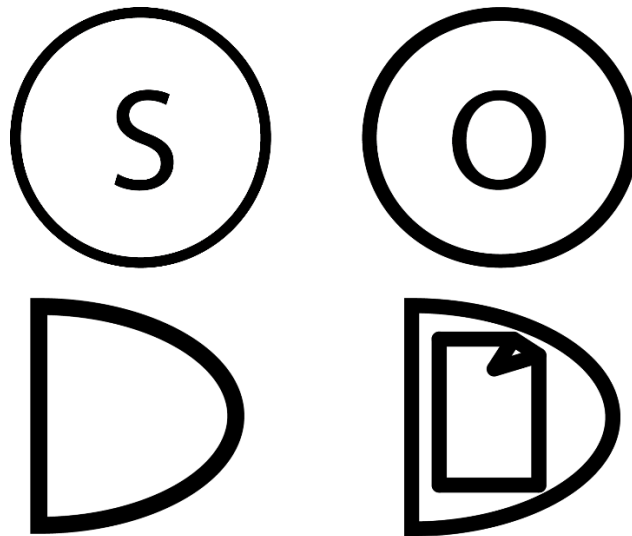
Još jedna primena ovih promenljivih može biti u formalizaciji simptoma nekog vizuelnog hendikepa za potrebe simulacije. To se može učiniti donekle proizvoljnim i *jeste* ali je znatno manje proizvoljno od proizvoljnosti koja odlikuje sve VUM-ove opisane u okviru poglavlja 2. Tabela 3.1.1 sadrži mapiranje između simptoma staračke makulopatije i vizuelnih promenljivih koje je posledica istraživanja (Petrović i Ivetić 2016). Ovo mapiranje se koristi u projektovanju ovog nacrt, naročito u sekciji 3.3.1.

Tabela 3.1.1 Mapiranje simptoma i vizuelnih promenljivih (Petrović i Ivetić 2016).

Promenljiva	Simptomi
Pozicija	(a)(d)(e)(f)(g)
Veličina	(a)(g)
Oblik	(a)(g)
Vrednost	(c)
Boja	(b)
Orijentacija	(g)
Tekstura	(a)(d)(c)(g)

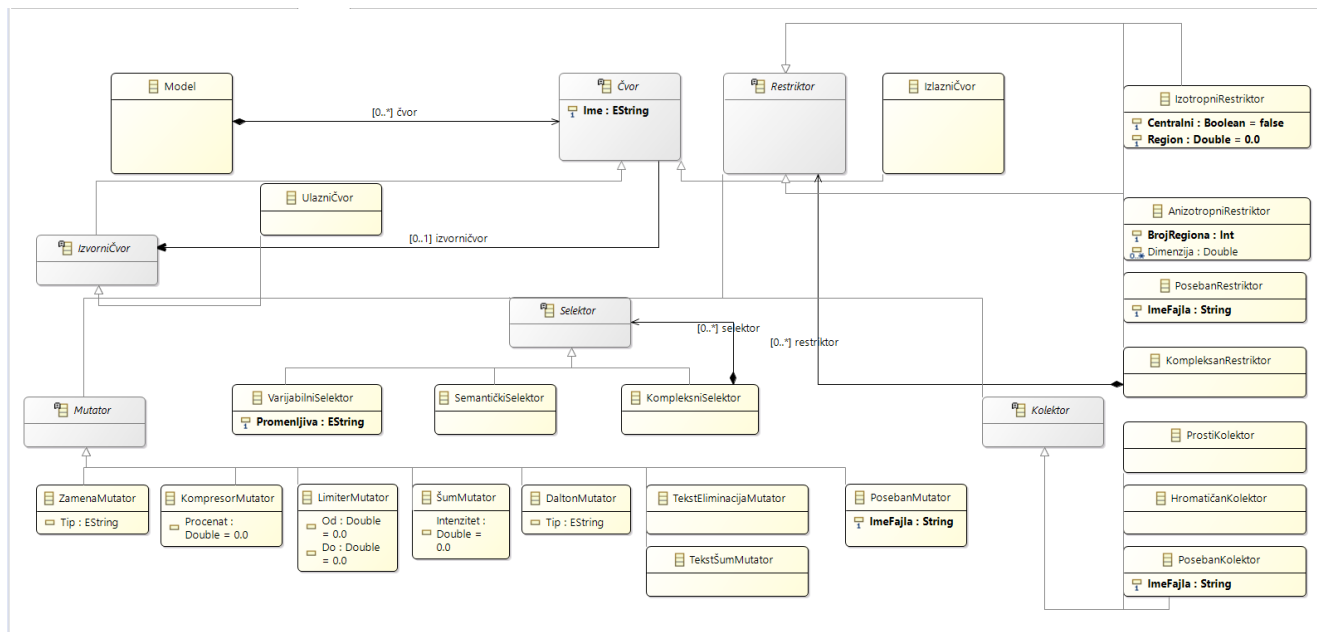
3.2 Opšti čvorovi

Osnovna ideja namenskog jezika jeste da se modeluje vizuelni hendikep kroz primenu opisa promena nad onim što korisnik vidi. Promene su, primarno, definisane preko mutatora: čvorova u dijagramu koji opisuju same promene. Da bi se znalo šta se menja, mutator ima na sebi ulaz: signal koji treba da promeni. Ovaj signal može biti ograničen kroz selektore i restriktore. Selektor bira specifičnu osobinu slike koja se menja, a restriktor ograničava deo vidnog polja koji se modeluje.



Slika 3.2.1. Izvorni čvor (gore levo), izlazni čvor (gore desno), čvor osnovnog poderisanog kolektora (dole levo), čvor podesivog kolektora (dole desno).

Moguće je ulančati proizvoljan broj ovakvih čvorova, a oni počinju sa *izvornim* čvorom, slika 3.2.1 gore levo koji ima samo izlaze, a ne i ulaze, a završavaju se sa izlaznim čvorom, slika 3.2.1 gore desno, koji ima samo ulaze, ne i izlaze. Iako je moguće ceo model odraditi kao jedan kontinualan prolaz bez račvanja, račvanje je moguće. U slučaju račvanja (recimo kada se hoće posebno modelovati levo i desno oko) koriste se kolektori. Kolektori, slika 3.2.1 dole levo, imaju više ulaza i jedan izlaz: kombinaciju svih ulaza. Podrazumevano kombinacija svih izlaza je bazirana na maskiranju koje nameću restriktori (sekcija 3.4) i, u slučaju konflikta, na ponderisanom pretapanju između vrednosti sa opcionim parametrom razlike levog i desnog oka. Namenski jezik je dizajniran za proširivost, te je moguće da se kombinacija radi kroz posebno napisan program, slika 3.2.1, dole desno.



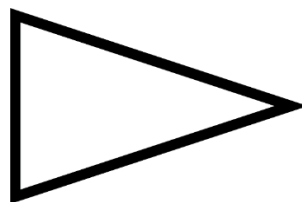
Slika 3.2.2. Meta-model u osnovi jezika sa odabranim promenljivama.

Meta-model koji je fondacioni za namenski jezik se može videti na slici 3.2.2, opisujući osnovne tipove podataka koji se javljaju u okviru jezika i njihov međusobni odnos. Žuti čvorovi su klase,

dok su sivi apstraktne klase. Kratko rečeno model na slici 3.2.2 opisuje model koji se sastoji od proizvoljnog broja čvorova koji mogu biti ili izvorni čvorovi (to jest, oni koji proizvode signal) ili izlazni. Izvorni čvorovi su ili ulazni čvor ili apstraktne kategorije kolektora, selektora, restriktora, i mutatora. Ove apstraktne kategorije su konkretizovane na način koji će biti dalje pojašnjen u sekcijama 3.3, 3.4, i 3.5.

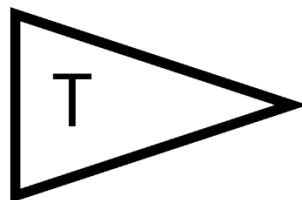
3.3 Selektori

Selektori određuju koju osobinu slike kasniji mutatori modifikuju. Selektori imaju tri forme: selektor promenljive, semantički selektor i kompleksan selektor. Glavna forma selektora jeste selektor promenljive, slika 3.3.1, koji bira vizuelnu promenljivu koja će se menjati. Većina simptoma se može opisati kroz modifikaciju neke od tih promenljivih na generičan način budući da one blisko odgovaraju tome kako korisnik vidi.



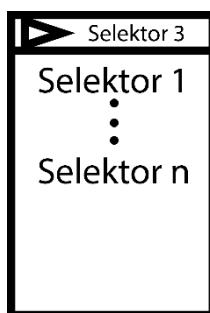
Slika 3.3.1. Selektor promenljive.

Ponekad, mora se selektovati nešto po svom *značenju* na slici, ne po nekoj od promenljivih. Primer takvog (posebnog) selektora je slika 3.3.2—selektor teksta. Ovo je neophodno budući da je čitanje jako bitan deo interakcije sa vizuelizacijama (zbog oznaka, legendi, i naslova), a još više sa interfejsom.



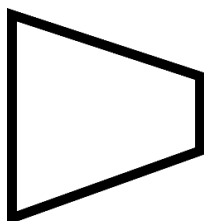
Slika 3.3.2. Selektor teksta (semantički selektor).

Budući da je to slučaj, modifikacija teksta je bitna, a ne može se ostvariti klasičnim metodama lako zato što, kao što je detaljno objašnjeno u poglavlju 2, brzina nesvesnih pokreta oka koji informišu ljudsku percepciju teksta je takva da se ne može adekvatno simulirati bez hardvera izuzetno egzotičnih specifikacija—većina komercijalno dostupnih monitora, recimo, nema stopu osvežavanja dovoljno veliku da zadovolji prohteve 1:1 simulacije ovako nečega. Stoga se uvodi selektor koji eksplicitno radi nad tekstem. Ponekad je potrebno kombinovati više selektora kada se radi na nekoliko stvari istovremeno, te zbog toga postoji kompleksni selektor koji, sa semantikom unije ili preseka, kombinuje selektore, slika 3.3.3.



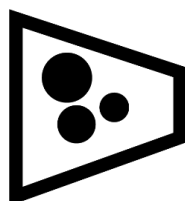
Slika 3.3.3. Kompleksan selektor.

3.4 Restriktori



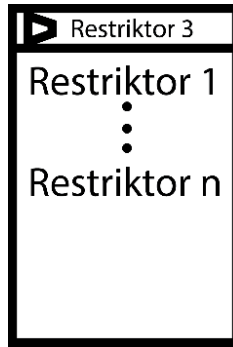
Slika 3.4.1. Izotropni restriktor.

Selektor se kombinuje sa restriktorom za konačni izbor onoga sa čim se radi. Restriktor se razlikuje od selektora po tome što je namenjen biranju dela vidnog polja koje će biti podvrgnuto promenama. Glavna funkcija selektora jeste da razlikuje periferni od ne-perifernog vida kroz izotropni restriktor (slika 3.4.1) koji bira ili periferiju ili centar definisan sa određenim brojem stepeni koji se specificira (slika 4.2.1) na način koji je uniforman po smeru—to jest ispoljava osobinu izotropije.



Slika 3.4.2. Anizotropan restriktor.

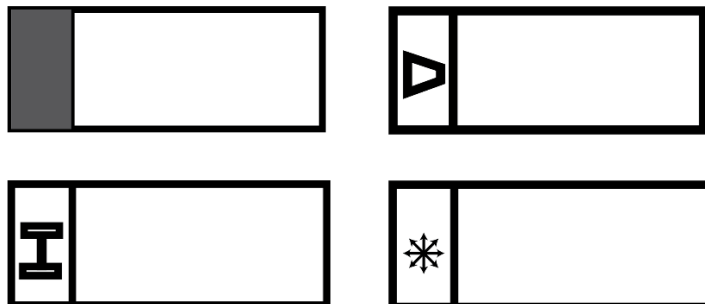
Alternativa jeste anizotropni restriktor koji služi da odabere polja koja karakteriše: proizvoljan broj, proizvoljan prečnik, proizvoljna transformacija, i opcija varijacije te transformacije sa vremenom. Ovo ima mnogo potencijalnih primena, ali glavna jeste uvođenje skotoma: perifernih ili centralnih, što vizuelni dizajn simbola anizotropnog restriktora ukazuje, slika 3.4.2. Restriktori, baš kao i selektori, se mogu kombinovati preko kompozitnih čvorova, slika 3.4.3. Najčešća primena ovako nečega jeste da se proizvedu, recimo, centralni skotomi, tako što se izotropnoj restrikciji na centralni vid doda anizotropna selekcija sa određenim brojem skotoma koji, zbog načina na koji je kompozicija postignuta, ne mogu da izađu iz regiona centralnog vida što može odgovarati oftamološkoj situaciji.



Slika 3.4.3. Kompleksan restriktor.

3.5 Mutatori

Mutatori su čvorovi koji definišu šta se zaista dešava signalu koji se menja. Glavna forma mutatora su *opšti* mutatori koji se odnose na neku promenljivu ili skup promenljivih u slučaju da se jezik proširi sa mutatorom koji samo ima smisla za neke promenljive. Ovi opšti mutatori opisuju, na apstraktnom nivou, šta se dešava sa percepcijom u domenu te promenljive: da li se ona potpuno zameni, komprimuje, ograniči, ili zašumi.



Slika 3.5.1. Mutator zamene (gore levo), mutator kompresije (gore desno), mutator ograničenja (dole levo), mutator šuma (dole desno).

Zamena, slika 3.5.1 gore levo, je najjednostavnija i ona uzima ili neku promenljivu ili celu sliku (bez selektora: moguće budući da zamena obuhvata apsolutno sve, te ima smisla da se primeni na celu sliku) i menja vrednost koju ona inače ima sa nekom unapred specificiranom vrednošću, to može biti ili zadata vrednost ili šum ili neutralna vrednost ili minimum ili maksimum. Zadata vrednost je troelementni vektor koji ili predstavlja, u zavisnosti šta se selektuje, ili boju ili neku jednu numeričku vrednost ili modifikator. Šum znači da se menja nasumičnom vrednošću iz nekog opsega, neutralna vrednost pokušava da izabere vrednost koja se ne primećuje, na sličan način na koji vizuelni korteks popunjava rupe u vidnom polju, a minimum ili maksimum bira onu vrednost za datu promenljivu koja je minimalno ili maksimalno stimuliše: tipično crno i belo.

Kompresor, slika 3.5.1 gore desno, uzme sve vrednosti selektovane promenljive i reskalira ih tako da sada leže u opsegu od-do procenata koji se specificiraju. Efekat je da se raspon koji se nekada prostirao od 0 do 100% sada komprimuje u manji raspon što ga čini manje ekspresivnijim. Mutator šuma, sa druge strane, slika 3.5.1 dole levo, ne dira raspon već vrednosti isključivo podvrgava nasumičnim modifikacijama u nekom rasponu. Mutator ograničavanja, slika 3.5.1 dole desno

desno, radi veoma slično kao kompresor, sa tom razlikom da vrednosti koje su u od-do rasponu ne dira, a sve vrednosti ispod i iznad odseca veštački. Efekat je grublji, ali koristan ako se želi eksplicitno odseći neki segment perceptivnog raspona.



Slika 3.5.2. Mutator daltonizma.

Neki mutator su namenjeni samo specifičnim ulazima: mutator daltonizma, slika 3.5.2, se samo može primeniti ako je selektovana promenljiva boja i služi da simulira bilo koju formu daltonizma. On je uveden u sistem kao olakšica korisniku, mada nije neophodan.



Slika 3.5.6. Podesiv mutator.

Sistem se može proširiti kolektorom boja koji kombinuje svoje ulaze kao kanale, te se podesiv mutator (slika 3.5.3) može napisati koji simulira efekat daltonizma nad svakim od kanala boja—gde je sistem boja prirodno LAB-CIE koji je najbliži onome kako ljudska percepcija zaista radi. Kolektor onda kombinuje signale za sva tri kanala i reprodukuje funkciju posebnog mutatora za daltonizam. Ovo, sa druge strane, apsolutno zahteva od korisnika da zna da programira HLSL, a daltonizam je dovoljno česta bolest da ima smisla automatizovati njeno simuliranje.



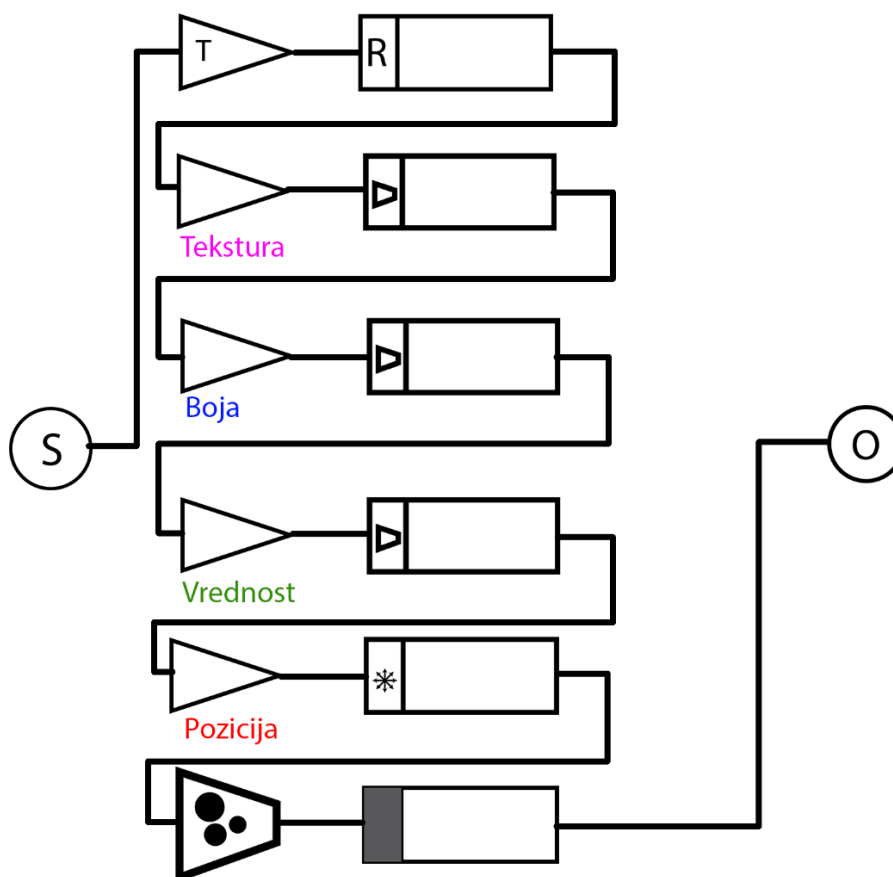
Slika 3.5.7. Mutator uklanjanja teksta.

Još specijalizovaniji su mutatori specifično namenjeni manipulaciji tekстом: mutator za uklanjanje teksta (slika 3.5.7) i mutator za zamenu mesta tekstu (slika 3.5.8) koji služe da simuliraju određene specijalizovane poremećaje percepcije i samo se mogu primeniti ako je korišćen semantički selektor za tekst.



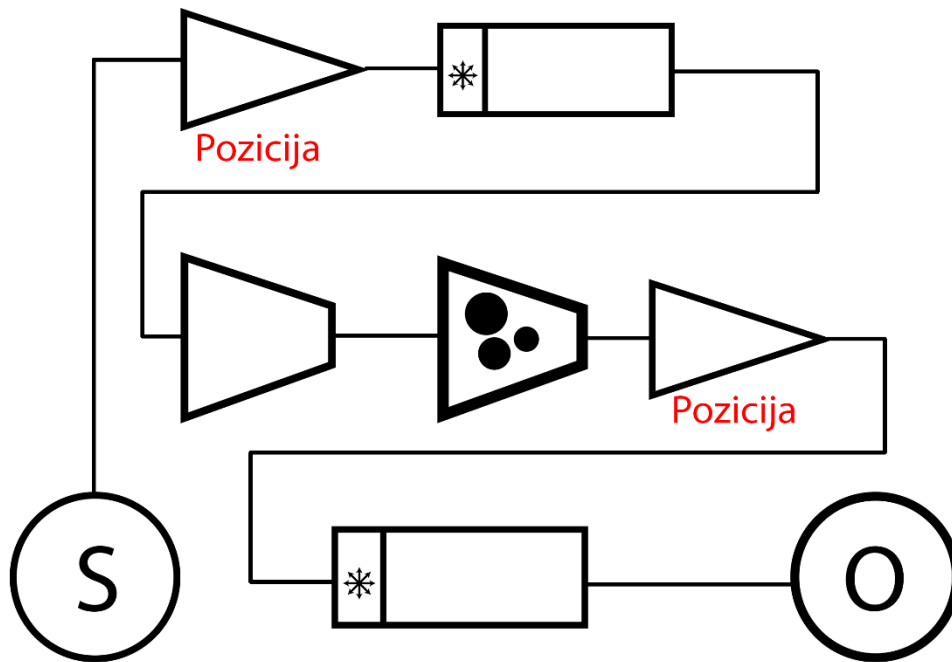
Slika 3.5.8. Mutator mešanja teksta.

3.6 Staračka makulopatija kao test slučaj



Slika 3.6.1. Model staračke makulopatije, ograničen.

Slika 3.6.1 prikazuje model staračke makulopatije onakve kakva je implementirana u prototipu koristeći nacrt namenskoj jezika. Od vrha ka dnu, simuliraju se gubljenje teksta, gubljenje oštrine vida, smanjena percepcija boje, lošija percepcija kontrasta, metamorfopsija, i centralne skotome. Valja napomenuti da je ovaj model ograničen, namerno, na ono što radi prototip, tako da je napravljen monokularno i pod očekivanjem da korisnik sedi veoma blizu relativno malom ekranu.



Slika 3.6.2. Model oštećenja rožnjače, ograničen.

Korisno je videti kako model funkcioniše u jednostavnijem slučaju. Slika 3.6.2 je model oštećenja rožnjače ograničen na monokularni slučaj (zbog jednostavnosti modela). Gornji deo modela predstavlja mućenje celog vidnog polja, ograničeno, zbog upale oka i pojačanog rada suznica. Donji deo modela selektuje centralni vid, te restriktuje dodatno region centralnog vida koji odgovara ožiljku na rožnjači, i u tom regionu primenjuje ekstremno zamućivanje da bi simulirao formu vizuelnog zamućivanja koja je karakteristična za ovaj vid povrede.

4. Implementacioni detalji

Sekcija 2.4 navodi kriterijume koji mora da ispuni bilo koji sistem baziran na namenskom jeziku koji ima za svrhu modelovanje korisnika namenjeno simulaciji hendikepa za svrhe eventualne evaluacije vizuelizacija. Ti kriterijumi su: tačnost, performanse, univerzalnost, i skalabilnost. Ispunjavanje tih kriterijuma je, delimično, već pokriveno kroz poglavlje 3, budući da se kriterijumi u nekoj meri daju ispuniti kroz dizajn samog namenskog jezika koji se koristi za konstrukciju virtuelnog modela korisnika. Određene osobine, sa druge strane, se jedino mogu postići kroz finesiranje implementacije kao takve. U okviru ovog poglavlja se delimično govori o implementiranom (kroz prototip), a delimično o onome što je u punoj verziji projekta (čija implementacija mora čekati zaključivanje tekuće faze istraživanja).

4.1 Problem univerzalnosti

Problem univerzalnosti se rešava u dva glavna smera: univerzalnost domena, i univerzalnost primene. Univerzalnost domena zahteva da se bilo koji poremećaj, do neke razumne granice, može modelovati koristeći sistem baziran na namenskom jeziku. Glavni način na koji se ovo rešava nije implementacioni već je u domenu dizajna i pokriven je u sekciji 3.1. Jedini detalj u okviru implementacije je odabir implementacionog jezika za mutatore u prototipu, odnosno, za finalnu verziju: HLSL SM4/5 programi za senčenje uz mogućnost upotrebe proizvoljnih takvih programa kao mutatora (posebni mutatori, podsekcija 3.5.3) ne bi li se pružila odgovarajuća fleksibilnost.

Univerzalnost primene se rešava sličnim pristupom, ali iz drugih razloga. Problem sa univerzalnošću primene jeste u tome što neka od rešenja koriste tehnologije se koje svojom samom prirodom odnose na simulaciju samo u određenim specifičnim situacijama. Primer ovoga jesu rešenja koja se eksplicitno oslanjaju na Web tehnologije za simulaciju („WebAIM: Low Vision Simulation“ bez dat.) ili rešenja koja se odnose na Java Swing („javax.swing (Java Platform SE 7)“ bez dat.) aplikacije (Oikonomou i ostali 2009, 2010; Giakoumis i ostali 2014; Votis i ostali 2009; Kaklanis i ostali 2012) isključivo. Ovo nije prihvatljivo. Nema garancije da će svaka aplikacija biti Web aplikacija, još manje garancija da će sve biti realizovano u Swing paketu. Idealno rešenje bi bio nekakav HMD za AR koji bi celo vidno polje korisnika modifikovao u realnom vremenu. Tehnologija koja bi ovo podržala trenutno ne postoji, tako da je prihvatljiv kompromis modifikacija celog displeja računara, budući da je veoma čest i veoma visoko promenljiv slučaj korišćenja da se relevantno vidno polje korisnika (naročito korisnika vizuelizacija) svodi na nekakav računarski displej.

Modifikacija računarskog displeja je tehnički izazov. Problem je u tome da treba da se nađe način da se u nekakav softver uvuče trenutni sadržaj displeja, te da se taj sadržaj promeni na način koji zadovoljava problem performansi. Izmena slike se najbolje može postići koristeći programe za senčenje, budući da su oni namenjeni fleksibilnoj i izuzetno brzom modifikaciji slike u realnom vremenu, a mogu se koristiti u velikoj meri na grafičkoj kartici računara bez opterećivanja procesora ili glavne radne memorije. Mnogo veći tehnički problem je redirekcija slike, tj. pristup onome što je već prikazano zbog modifikacije. Neka rešenja izbegavaju problematičnu redirekciju i koriste rešenja koja modifikuju sliku bez toga da znaju šta je na njoj, kao što je slučaj sa („Visual Impairment Simulator for Microsoft Windows: Visual Impairment Simulator for Microsoft Windows“ bez dat.) koji koristi tehniku poznatu kao hardversko slaganje (eng. *hardware overlay*)

da na sliku na ekranu dočrta modifikacije. Ovo je vrlo brzo rešenje, ali ne ispunjava univerzalnost po simptomima koje se simuliraju, budući da je ovako nešto dovoljno samo za simulaciju određene vrste tamnih prekida u vizuelnom polju (skotomi, sekcije 3.1 i 1.6), ali ne i sve druge simptome koje ima AMD koji je uzet kao primer za ovo istraživanje.

Zbog toga, doneta je odluka da se za potrebe simulacije hendikepa bazirane na modelu korisnika koristi specifično redirekcija slike u realnom vremenu uz upotrebu programa za senčenje za modifikaciju.

4.2 Problem skalabilnosti

Centralna teškoća problema skalabilnosti jeste problem praćenja pogleda za potrebe simulacije. Idealno rešenje jeste da se koristi specijalizovan komad opreme koji prati pogled korisnika sa dovoljno rezolucije da uhvati sve, naročito nesvesne pokrete oka tokom rekonstrukcije kompleksnih scena. Nesvesni izuzetno brzi pokret oka—sakada—zna da traje od 20 do 30ms, naročito tokom čitanja (Fischer i Ramsperger 1984; Riordan-Eva i Whitcher 2008) i da za to vreme pređe, za one pokrete koji ne uključuju pokret glave oko 20 stepeni vizuelnog polja. Budući da je region centralnog vida od 0.3 stepena do 13 stepeni (u zavisnosti od praga oštine koji se koristi, i od toga da li se posmatra region *fovea centralis* ili region foveole), ako se region centralnog vida uzme, za potrebe procene, da je 6 stepeni, i da je neophodno ga znati sa preciznošću koja je ravna polovini regiona, to znači da je potrebno hvatati pokrete od 3 stepena. Iz ovoga sledi da uređaj koji uzorkuje tačku fokusa očiju mora biti takav da uzorkuje dovoljno često da pouzdano hvata događaje pomeraja po tri stepena, u ukupnom pomeraju od 20 stepeni, tokom perioda od 20ms. Što dalje znači da su to događaji dužine 3ms, koje da bi se pouzdano uzorkovali (Jerri 1977) treba da se očitavaju sa periodom od 1.5ms iz čega se može izračunati da frekvencija očitavanja treba da bude 667Hz, otprilike. Potrošački hardver ne može da postigne ovo („Specifications for the Tobii Eye Tracker 4C“ bez dat.), a čak i najbolji naučni instrumenti se muče da postignu nešto tome slično („SE PRO | Smart Eye“ bez dat.). Nije uputno očekivati takve alate u razvoju običnog korisničkog softvera, stoga neophodne su alternative.

Postoje tri alternative vredne razmatranja ovde: komercijalni sistemi za praćenje oka, praćenje oka korišćenjem univerzalnijeg hardvera, specifično web kamere, i praćenje oka kroz praćenje nekakvog indirektnog indikatora istinske pozicije oka. Komercijalni sistemi za praćenje oka postoje, tipično namenjeni primeni u video igrima („Specifications for the Tobii Eye Tracker 4C“ bez dat.) i implementacija rešenja za simulaciju mora da ih podrži. Nije, naravno, garantovano da takav hardver postoji na mestima na kojima treba implementirati inkluzivan dizajn, ali ako postoji, može se koristiti da poveća kvalitet simulacije i pruži, eventualno, dodatan tok informacija u telemetriji simulacije.

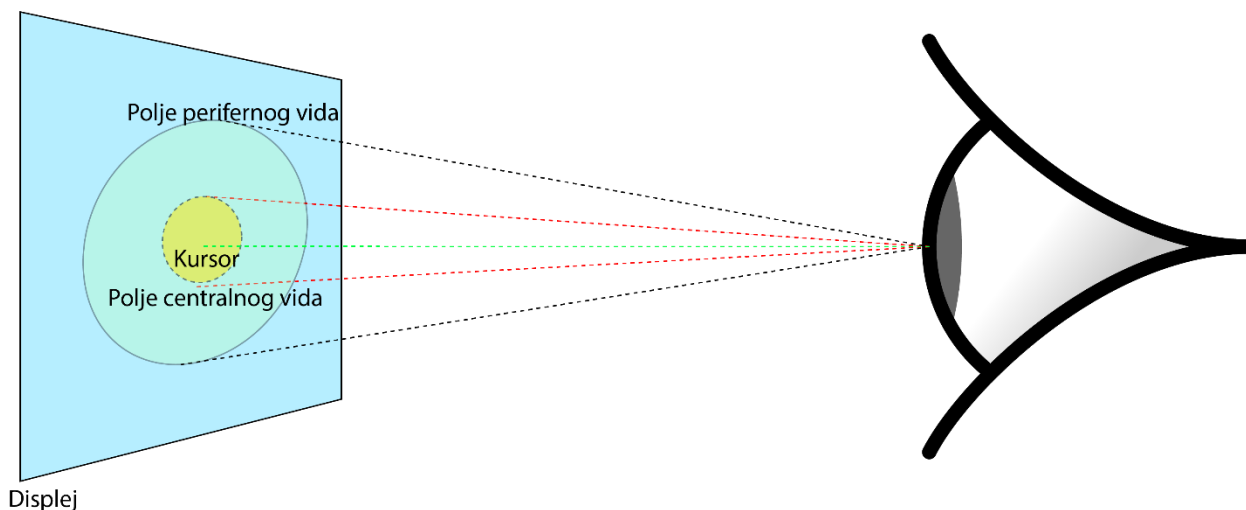
Praćenje oka kroz web kameru je moguće. Specijalizovani sistemi koriste izvor infracrvene svetlosti, tipično talasne dužine od 860nm („Specifications for the Tobii Eye Tracker 4C“ bez dat.) koji obasjava oko i proizvodi, za IR kameru, lako vidljive spekularne refleksije koje pomažu 3D rekonstrukciju položaja očne jabučice čije odstupanje od savršene sfere (Bekerman, Gottlieb, i Vaiman 2014) omogućava rekonstrukciju usmerenosti oka. Ovo je kompleksno za proračun, naročito veliki broj puta u sekundi, ali je algoritam fundamentalno dovoljno jednostavan da se danas obavlja preko posebnih integrisanih kola namenjenih isključivo toj svrsi. Web kamera nema pristup rešenju koje koristi IR odbljeske, no mora da razluči, na osnovu izgleda oka, u kom smeru ono gleda, a na osnovu osobina lica koliko je daleko i kako je okrenuto. Ovo se oslanja na dovoljno veliki broj faktora koji nelinearno zavise jedni od drugih da je jedini praktičan način da

se iz slike snimljene vidljivom svetlošću dobije pozicija i orijentacija oka je korišćenje tehnika računarske vizije i veštačke inteligencije. Tipična rešenja koriste kaskade klasifikatora za razumevanje lica, a veštačke neuronske mreže—tipično višeslojne perceptrone i mreže radijalnih baznih funkcija—za prepoznavanje orijentacije očiju (Sewell i Komogortsev 2010).

Postavlja se pitanje da li su rešenja koja koriste Web kameru zadovoljavajuća, uzimajući u obzir kriterijum skalabilnosti? Prvo, Web kamera se može pouzdano smatrati potpuno univerzalnim komadom hardvera i može se sa pouzdanjem očekivati da će se naći među inventarom opreme u mestima gde se primena ovog sistema očekuje. Drugo, tačnost rešenja baziranih na Web kamerama i tehnikama veštačke inteligencije nije ni blizu dovoljna za potrebe simulacije. U poređenju sa rešenjima koja koriste IR kamere sa svojim izvorima svetlosti, rešenja bazirana na Web kamerama su znatno slabija (Burton, Albert, i Flynn 2014) i čak i marketinški materijali komercijalnih rešenja („Sticky“ bez dat.) ne obećavaju više od 1.7 stepena moći razlučenja. Da stvar bude gora, prilikom preliminarnih testova, komercijalna rešenja su demonstrirala probleme sa gubljenjem pozicije, što je dovelo do primetnih perioda kada sistem nije znao gde su oči fokusirane, kao i ekstremnu osetljivost na osvetljenje u prostoriji u kojoj se test radi.

Usled opaženog, alternativa koja je odabrana za razradu kao podrazumevan način rešavanja problema praćenja pogleda jeste korišćenje indirektnih indikatora pogleda. Rešenje koje se, sasvim opravdano, tipično koristi u literaturi jeste da se trenutna pozicija kursora miša tretira kao lokus pogleda korisnika. Iako je sigurno da će pozicija miša biti *jedno* od mesta u koje će korisnik gledati, nema garancije da je to istovremeno i jedino mesto u koje korisnik gleda. Rešenje koje se sugeriše jeste da se osoba koja radi simulaciju prilikom testiranja vizuelizacione tehnike instruiira da mora u svakom trenutku da gleda u kursor miša što bi, ako bi se poštovalo, moglo dovesti do uklanjanja potrebe za preciznim praćenjem lokusa pogleda. Ovo rešenje je isključivo validno, naravno, ako se uzme kao aksiomatski tačno da će korisnik-tester pokazati neophodan stepen discipline da izbegne 'vrludanje' pogleda, naročito kada je neki ključan element vizuelizacije zaklonjen simuliranim smetnjama u vizuelnom polju. Da li je ovo nešto što se može opravdano uzeti kao pretpostavka?

Iako je moguće proučavati ovaj problem kroz jednostavne kalibracione studije, to bi zahtevalo izuzetno precizno praćenje pogleda, što otvara već navedene tehničke probleme. Moguće je ovom problemu prići i iz drugog ugla kroz konsultovanje oblasti koja je sasvim daleko od računarskih nauka. Disciplinovano korišćenje perifernog umesto centralnog vida (tehnika skrenutog pogleda) je drevna tehnika posmatranja u astronomiji (Barrett 1977) poznata još iz vremena drevnih Grka i zahteva od astronoma baš ono što se očekuje od korisnika-testera u korišćenju pozicije miša kao indirektnog pokazatelja: da drži vizuelni fokus na jednom mestu, dok perifernim vidom osmatra nešto drugo. Ovo se preko dve hiljade godina smatra dovoljno teškim da se pisalo o teškoćama u obučavanju astronoma da to rade pouzdano, te se iz toga može očekivati da će disciplina korisnika-testera biti jednako teška za ovladavanje. Drugi način da se ovaj nalaz potvrdi dolazi direktno iz oftamologije: Tehnika van-centralnog fokusiranja koja od korisnika zahteva baš isto što i tehnika skrenutog pogleda je poznata terapija koja smanjuje efekat simptoma fovealnih skotoma i studije njene efikasnosti pokazuju (Harvey i Walker 2014) da je prosečnom korisniku potrebno pet sati obuke pre nego što mogu da je počnu koristiti. Može se očekivati da će disciplinovano skretanje pogleda korisnika biti još teže budući da uspeh u tehnici van-centralnog fokusiranja poboljšava sposobnost vida, dok uspeh u disciplinovanom skretanju pogleda dovodi do teškoća u korišćenju simulirane vizuelizacije.



Slika 4.2.1. Dijagram simuliranog vizuelnog polja

Ovaj problem se u literaturi ignoriše. Rešenje koje sugerise ovo istraživanje je bazirano na radu (Geisler i Perry 2002; Perry i Geisler 2002) u simulaciji proizvoljnih vizuelnih polja. Koristi poznata tehnička rešenja za praćenje pozicije i orijentacije glave preko obične kamere (Cheng i ostali 2014; Chrysos i ostali 2018) da se odredi koliko je korisnik daleko od displeja, te se zatim kao deo simulacije maksimalno verno simulira dramatična razlika između oštine vida u centralnom vidu i perifernom vidu (Riordan-Eva i Whitcer 2008) na način koji odgovara širinama tih vidnih polja kao i procenjenoj razdaljini, slika 4.2.1. Ova simulacija dovodi do toga da 'vrludanje' pogleda nema efekta na uvid koji korisnik stekne iz vizuelizacije (ili, u slučaju primene simulacije na interfejs, na lakoću upotrebe) budući da skretanje pogleda dozvoljava korisniku da vidi detalje samo onoliko oštro koliko to periferni vid dopušta, što nije ništa što neko ko odista ima hendikep koji se simulira ne bi mogao da uradi. Time, tačnost simulacije donekle opada, ali njen uticaj na izmeren uvid ostaje isti.

4.3 Problem performansi

Ako se posmatra postojeći rad u ovoj oblasti, može se podeliti na one koji koriste analogne i one koji koriste softverske tehnike da simuliraju poremećaje. Analogne tehnike su takve da se namenskim jezikom ne može upravljati prirodom simulacije, te nisu relevantne za istraživanje koje je predstavljeno u okviru ove disertacije. Što se softverskih tehnika tiče, od interesa su isključivo one tehnike koje koriste redirekciju slike u skladu sa zahtevima opisanim u sekciji 2.4. Generalno govoreći, rešenja koja su posmatrana ispunjavaju jednu od dve sledeće forme: ili su ograničena na samo neke okolnosti, te, drugim rečima, nisu takva da se mogu primeniti na proizvoljne okolnosti ili da prikazuju proizvoljni poremećaj (kriterijum univerzalnosti) (Oikonomou i ostali 2009) ili su takva da rade sa relativno sporim tehnikama presretanja. Generalno govoreći, literatura se ne posvećuje preterano problematici performansi i vremena presretanja slike, ali vremena od oko 100ms po frejmu se pominju u literaturi (Votis i ostali 2009).

Problem presretanja je jedan od dva velika problema performansi. Prvi je problem presretanja slike sa ekrana, kao što je pomenuto, a drugi je problem semantičkih selektora. Kao što je objašnjeno u sekciji 4.3.2, semantički selektori predstavljaju prečicu u modelovanju sposobnosti korisnika. Striktno govoreći, čitanje teksta nije ništa više nego kombinacija jednostavnih vizuelnih promenljivih, i trebalo bi da je moguće da se simulira bez obraćanja posebne pažnje na

to šta je tekst a šta nije. Teškoća leži u tome kako samo čitanje teksta funkcioniše. Čitanje teksta je *slično* procesu ekstrakovanja vizuelnih informacija kroz vizuelne promenljive koje se koriste za svaku drugu formu predstavljanja podataka vizuelno (M. Carpendale 2003), ali je zbog toga što je čitanje nešto što se intenzivno vežba svakog dana odraslog života, brzina i priroda tog procesa je dovoljno drugačija da je podložna vrlo specifičnim studijama obrazaca fokusa i pomeranja oka koje se fokusiraju na samo čitanje kao znatno različito od bilo kakve druge aktivnosti (Sunness i ostali 1996; Ergun i ostali 2003; Legge i ostali 1992).

Proces čitanja (Benedetto i ostali 2015) je takav da se oko prvo fokusira na karakterističnu prvu tačku fokusa u okviru individualne reči. Zatim, ako je reč dovoljno dugačka, oko pravi progradne i retrogradne sakade, odnosno, izuzetno brze (red veličine 20 ms) nesvesne pokrete oka koje prvo sagledaju do kraja reči i konačno skoče na početak. Reč se identifikuje na osnovu ovih pokazatelja, a tek se u slučaju konfuzije čita slovo po slovo. Replicirati nešto što ima ovaj efekat koristeći simulaciju hendikepa bi zahtevalo da se poremećaj simulira izuzetno precizno i izuzetno brzo, budući da, uzimajući izuzetnu brzinu i nesvesnu prirodu pokreta oka tokom čitanja, bilo kakva desinhronizacija između simuliranog i stvarnog bi dovela do nepredvidivo nelinearnih interakcija između onoga što se želi simulirati i stvarnosti. Stoga, deformacije posvećene specifično tekstu služe da se poveća tačnost simulacije na način koji neće zahtevati *apsolutnu* preciznost ostatka simulacije, odnosno, upotrebu vrhunskih senzora (što bi prekršilo zahtev skalabilnosti).

Semantički selektor teksta omogućava da se (sekcija 3.3.2) specificira sekcija/sekcije ekrana koje u sebi sadrže tekst, a njemu odgovarajući tekstualni restriktor omogućava da se oblast delovanja ograniči na delove tog teksta. Ono što čini restriktor specifično semantičkim jeste sposobnost da odabere ne procenat površine nego da izvrši restrikciju specifično na određeni broj individualnih pismena. Da bi se ovo implementiralo neophodno je, prvo, identifikovati koji delovi ekrana odgovaraju segmentima gde se nalazi tekst (Ferman 2013), te identifikovati individualna pismena u tom tekstu što, neophodno, zahteva formu optičkog raspoznavanja slova (OCR). Problem performansi ovde je u tome što je raspoznavanje slova problem veštačke inteligencije koji, iako je dovoljno dobro analiziran da postoje mnogi primeri komercijalnog softvera koja nude rešenje za njega („OCR software for Windows with PDF Tools | ABBYY FineReader 14“ bez dat.), nije nužno napravljen da bude računat *brzo*. Performanse su, naravno, bitne svakom softveru, ali postojećim softverima nije bitno da operišu brzinom prigodnom za rešenja koja moraju da rade u realnom vremenu. Algoritmi namenjeni prepoznavanju u realnom vremenu postoje, ali trenutno rade u okvirima od, oko, 300ms (Neumann i Matas 2012), mada moderna rešenja bazirana na kompleksnim višestrukim višeslojnim neuronskim mrežama (eng. *deep neural networks*) implementirana koristeći ubrzano izvršavanje na savremenim grafičkim karticama se spuštaju do 90ms neophodnih za pretragu. Ovo je i dalje oko tri puta sporije nego što je neophodno za detekciju u realnom vremenu, te je ovo jedan od otvorenih problema ovog istraživanja (sekcija 8.3). Trenutno rešenje, bez napretka u tehnologiji raspoznavanja slova u realnom vremenu, je u tome da se detekcija vrši paralelno sa svim drugim aktivnostima i održava onoliko brzo koliko je to moguće, pod pretpostavkom da se regioni gde se tekst nalazi menjaju sporo.

Problem redirekcije slike je mnogo fundamentalniji. Dok su semantički selektori takvi da se mogu ukloniti iz rešenja bez toga da se rešenje potpuno ugrozi, redirekcija slike je neophodna za funkcionisanje. Microsoft Windows kao operativno okruženje nudi tri moguća rešenja za ovaj problem koja potencijalno zadovoljavaju prohteve performansi: bitblt metoda, DirectX readback metoda, i NVidia Shadowplay metoda.

```
01. pCSurface->GetDC(&hCDC);
02. hDDC = GetDC(hDesktopWnd);
03. BitBlt(hCDC, 0, 0, mWidth, mHeight, hDDC, 0, 0, SRCCOPY);
04. pCSurface->ReleaseDC(hCDC);
05. ReleaseDC(hDesktopWnd, hDDC);
```

Listing 4.3.1. Upotreba BitBlt metode sa DirectX.

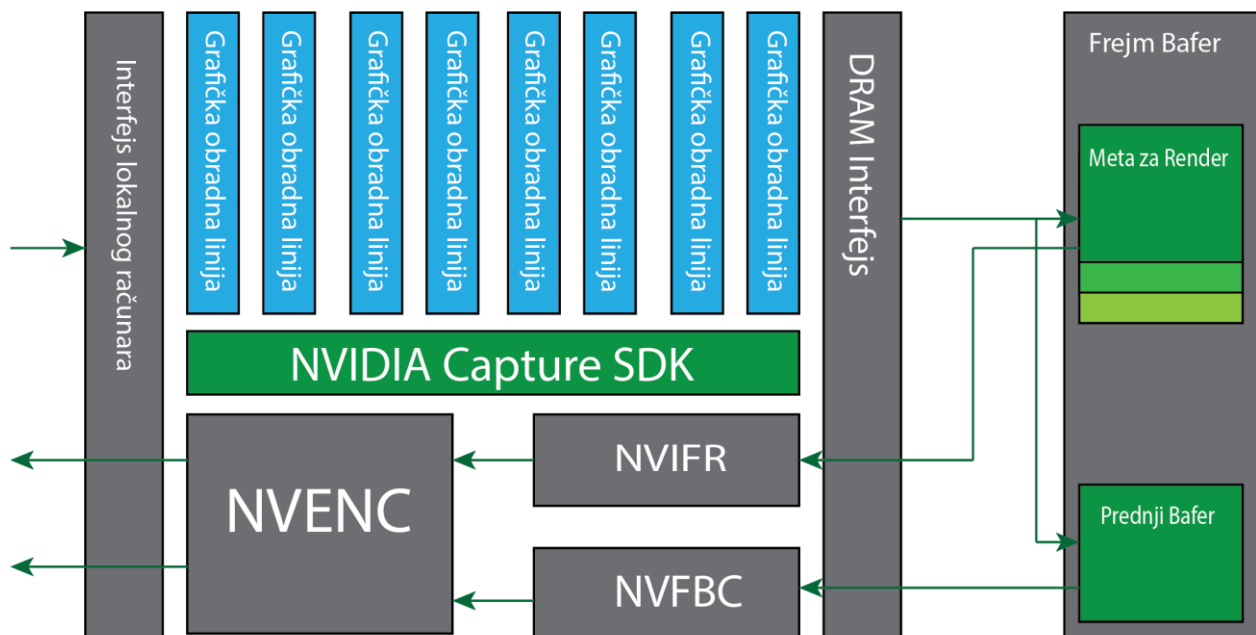
Najopštija metoda koja se može koristiti da se presretne slika i koja omogućava da se slika presretne na, efektivno, bilo kojoj verziji Windows-a jeste metoda BitBlt („BitBlt function (Windows)“ bez dat.) koja je dostupna kao deo Gdi32 systemske biblioteke operativnog sistema Windows, i koja je dostupna na svim verzijama operativnog sistema Windows od verzije Windows 2000. BitBlt služi za kopiranje na nivou individualnih bitova podataka vezanih za boju iz nekog pravougaonika na uređaju koji je specificiran, u određeni kontekst uređaja, listing 4.3.1. Ovo je najsporiji metod za presretanje slike i, u testovima sprovedenim, je sposoban da održava stabilnih 30 frejmova po sekundi u svakom kontekstu, uključujući i intenzivno opterećenje kroz grafički zahtevne aplikacije (Petrović i Ivetić 2016).

Listing 4.3.1 pokazuje kako se BitBlt koristi. Ukratko, linija 1 postavlja određeni kontekst koji je preuzet iz DirectX komponente, a linija 2 preuzima (koristeći kontrolnu promenljivu celog desktopa) kontekst iz koga se čita. Linija 3 je ključan poziv funkcije BitBlt gde se specificiraju konteksti (kao prvi i šesti parametar), kao i pravougaonik iz koga se iščitava materijal (parametri 2-5). Parametri sedam i osam pozicioniraju lokus kopiranja u određeni kontekst, a deveti parametar specificira tačnu operaciju kopiranja preko simboličke konstante. U slučaju navedenom u ovom primeru operacija služi za direktno kopiranje. Linije 4 i 5 služe za oslobađanje resursa posle upotrebe u skladu sa opštim obrascem rada sa Windows GDI bibliotekom.

```
01. gDev->GetFrontBufferData(0, pSurface);
02. gDev->UpdateSurface(pSurface, NULL, pCSurface, NULL);
```

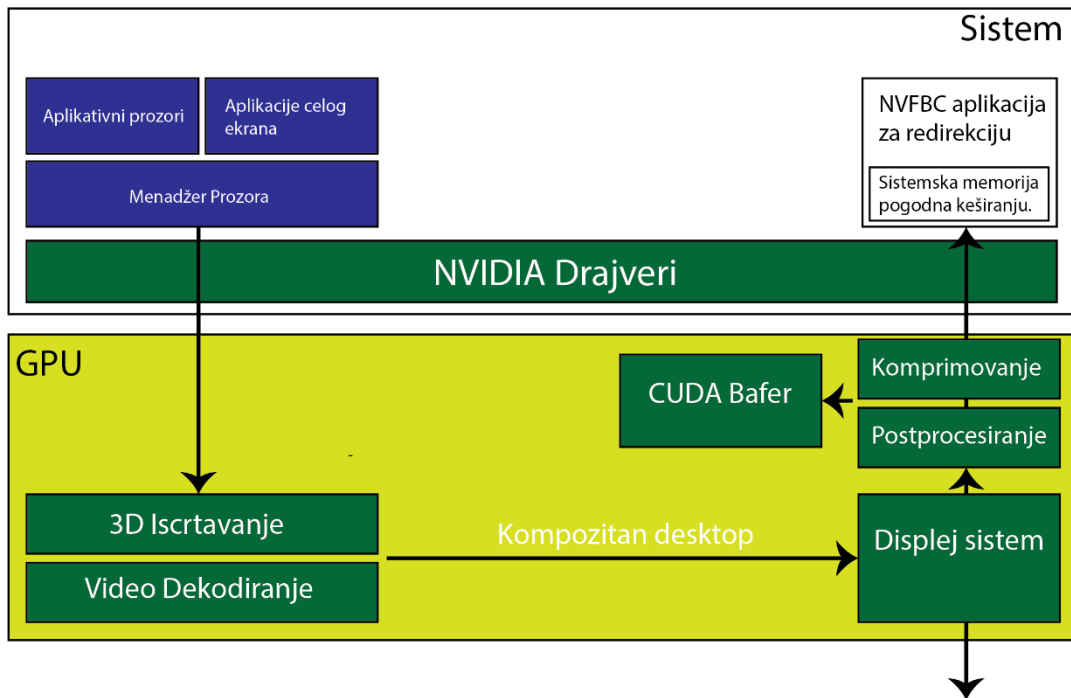
Listing 4.3.2. Upotreba readback metode.

DirectX readback je metoda očitavanja ekrana koja se oslanja na interakciju sa Majkrosoftovom DirectX bibliotekom za brzu računarsku grafiku. Specifično, to je metoda koja zahteva očitavanje takozvanog 'prednjeg' bafera, odnosno regiona memorije računara koji u sebi sadrže stvarne piksele koji se iscrtavaju na ekranu. Ova metoda, GetFrontBufferData („IDirect3DDevice9::GetFrontBufferData method (Windows)“ bez dat.), ima par fundamentalnih problema: prvo u testiranju (Petrović i Ivetić 2016) nije postigla ništa bolja brzinu od mnogo univerzalnije BitBlt metode, a drugo dostupna je samo u okviru biblioteke D3D9, to jest, biblioteke za brzu 3D grafiku u okviru verzije 9.0c DirectX-a. To ograničava rad sa njom na verziju jezika za senčenje 4, što dramatično smanjuje fleksibilnost usred ograničenja te platforme u odnosu na verziju jezika za senčenje 5. Zbog toga, uprkos testovima, ova metoda, listing 4.3.2, je napuštena kao kontraproduktivna.



Slika 4.3.1. Opšta struktura NVidia Capture platforme.

Moderne kartice kompanije NVidia podržavaju izuzetno obećavajuću tehnologiju poznatu kao ShadowPlay. Ova tehnologija, dostupna preko CaptureSDK biblioteke („NVIDIA Capture SDK“ 2016), omogućava da se na podržanim grafičkim karticama koje koriste čipove kompanije NVidia preusmeri slika na način koji minimalno utiče na hardver i omogućava maksimalan broj frejmova po sekundi. Metod, ilustrovan na slici 4.3.1, se oslanja na presretanje informacija o iscrtanom direktno u samoj grafičkoj kartici koja, prirodno, ima nesmetan pristup. Ono što je potrebno za ovu implementaciju (budući da je veliki deo ove platforme namenjen primenama koje nemaju nikakve veze sa istraživanjem prikazanim u okviru ove disertacije) jeste NVFBC modul, slika 4.3.2. NVFBC (eng. *NVidia Framebuffer Capture*) služi, u skladu sa dokumentacijom koju nudi proizvođač (NVidia 2018), specifično da vrši redirekciju slike celog ekrana računara, za razliku od NVIFR modula, koji je namenjen preuzimanju samo jedne mete za renderovanje (koja je namenjena za preuzimanje izlaza jedne aplikacije, tipično video igre). NVEnc je modul koji služi za korišćenje GPU implementirane kompresije pokretne slike koristeći H.264 standard, i nije potreban za svrhe ovog istraživanja.



Slika 4.3.2. Mehanizam upotrebe NVFBC modula u okviru redirekcije.

NVFBC modul je lako koristiti da se dobave neophodni podaci o sadržaju slike na ekranu. Posle nameštanja početnih podešavanja, trivijalno je učitati same podatke. Opšti algoritam za upotrebu NVFBC se može naći na slici 4.3.3, a pseudo-C++ skica upotrebe kao deo listingu 4.3.3.

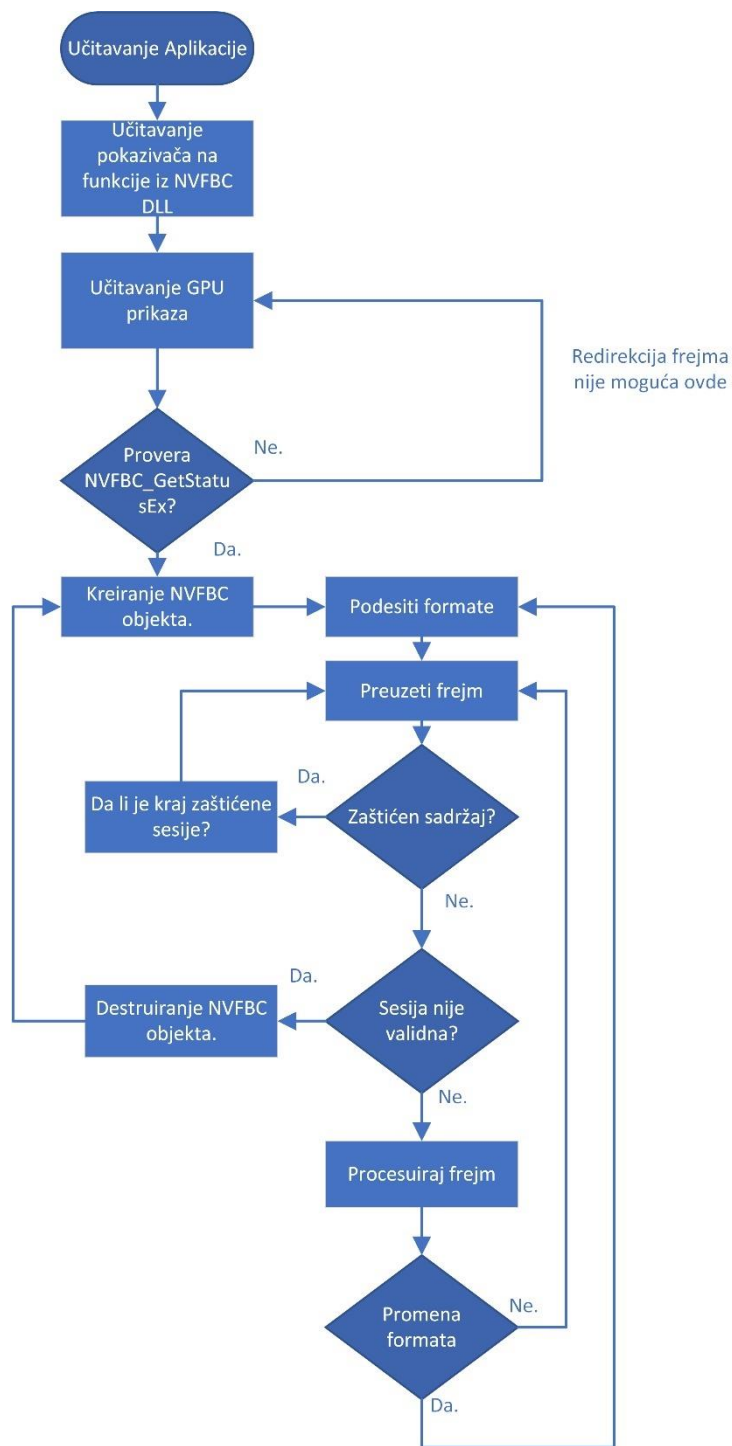
Primena NVIDIA ShadowPlay tehnologije u potpunosti rešava sve probleme performansi, budući da (Nvidia 2018) omogućava da se radi redirekcija slike bez značajnog opterećenja niti procesora niti grafičke kartice sa stabilnih 60 frejmova u sekundi, što je za svrhe onoga što je neophodno u ovom istraživanju potpuno dovoljno. Jedini problem sa primenom ShadowPlay/NVFBC tehnologije jeste što ona ne ispunjava potrebe skalabilnosti, budući da zahteva upotrebu odgovarajuće verzije grafičke kartice odgovarajućeg proizvođača. Uprkos tome, makar podrška ShadowPlay tehnologiji je apsolutno neophodna, budući da su takve kartice relativno česte i ne previše skupe, a da omogućavaju savršeno rešenje problema performansi. Srećom, usled modularnog pristupa dizajnu sistema za simulaciju hendikepa, moguće je napraviti potpuno opcioni modul koji podržava NVFBC tehnologiju integrisanu sa, na primer, DirectX bibliotekom.

```

HINSTANCE handleNVFBC = ::LoadLibrary("NVFBC64.dll");
pfnNVFBC_GetStatus = (NVFBC_GetStatusExFunctionType)
    GetProcAddress(handleNVFBC, "NVFBC_GetStatusEx");
pfnNVFBC_Create = (NVFBC_CreateFunctionExType)
    GetProcAddress(handleNVFBC, "NVFBC_CreateEx");
pfnNVFBC_SetGlobalFlags = (NVFBC_SetGlobalFlagsType)
    GetProcAddress(handleNVFBC, "NVFBC_SetGlobalFlagsEx");
pfnNVFBC_Enable = (NVFBC_EnableFunctionType)
    GetProcAddress(handleNVFBC, "NVFBC_Enable");
pfnNVFBC_CreateEx(&createParams);
NVFBCToSys->NVFBCToSysSetUp(&setupParams);
NVFBCToSys->NVFBCToSysGrabFrame(&grabFrameParams);
toSys->NVFBCToSysRelease();

```

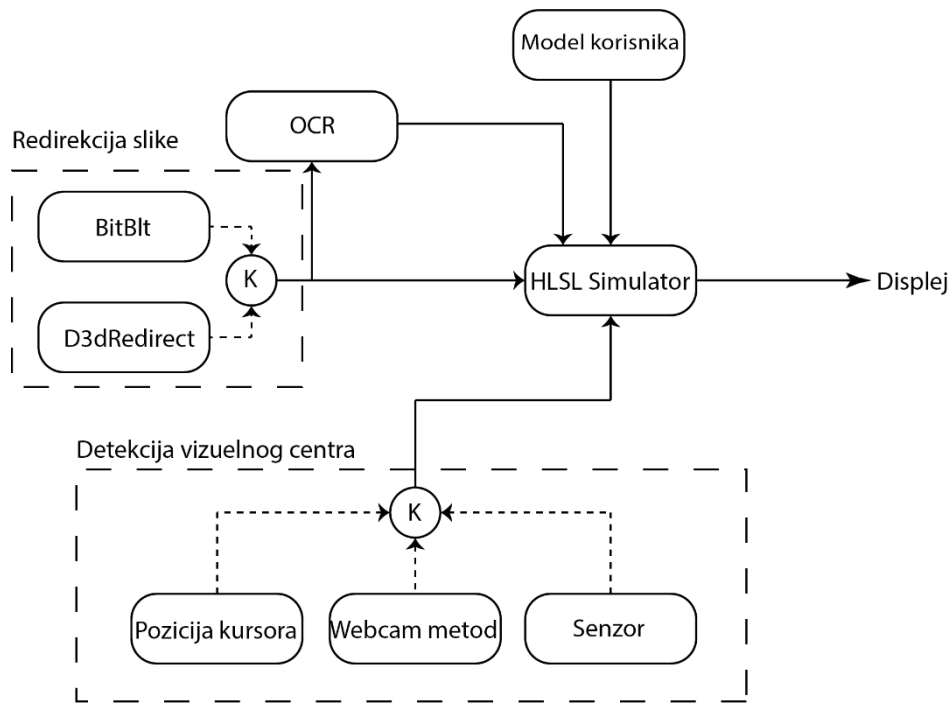
Listing 4.3.3. Kostur upotrebe NVFBC.



Slika 4.3.3. Algoritam upotrebe NVFBC modula u okviru redirekcije.

4.4 Kratak pregled prototipa rešenja

Ova sekcija se bavi kratkim pregledom prototipa simulatora hendikepa koji ispunjava navedene kriterijume i koji se može povezati sa namenskim jezikom opisanim u poglavlju 3. Struktura prototipa je predstavljena na slici 4.4.1 koja identifikuje sve glavne komponente rešenja.



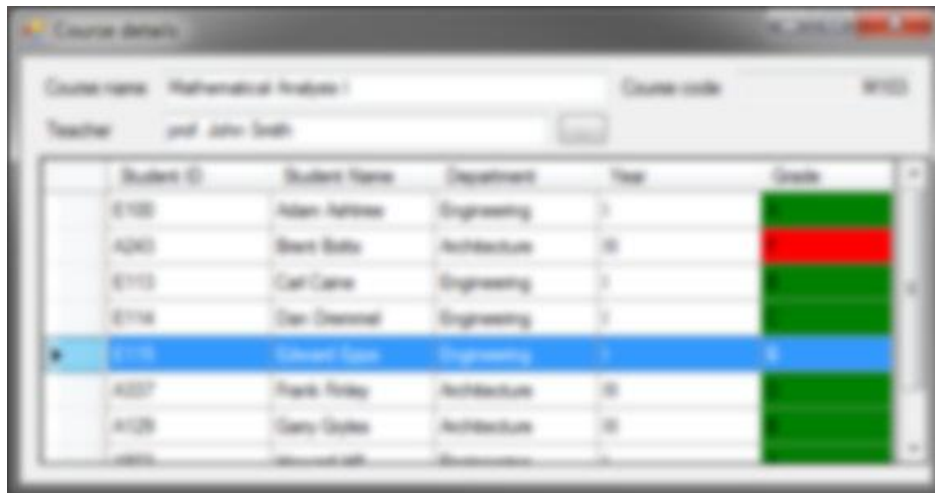
Slika 4.4.1. Opšta struktura prototipa.

Slika 4.4.1 demonstrira strukturu prototipa i to naročito gde se nalazi veza ka kojim modulima. Kružni čvorovi označeni sa K su konfiguratori, odnosno mehanizimi unutar implementacije koji biraju modul koji se koristi za implementaciju jednog specifičnog opšteg modula (krupno isprekidani kvadrati). Centralni modul je HLSL simulator, to jest, algoritam koji se konfigurira da simulira željeni hendikep—u slučaju prototipa, staračku makulopatiju. Modul je implementiran u HLSL programskom jeziku za programiranje GPU-a, i to verziji SM4 ili SM5 u zavisnosti od hardvera. Detekcija vizuelnog centra služi da se odredi gde korisnik gleda i idealno se određuje koristeći senzor za praćenje oka, ali se može simulirati i kroz zamene. Redirekcija slike je detaljno obrađena u ranijim sekcijama i služi da se preuzmu informacije o displeju koje se onda menjaju. OCR modul služi da detektuje gde su slova ne bi li se posebno modifikovale baš te lokacije, mada je njegova aktivacija opciona zbog trenutnih problema sa performansama, kao što je objašnjeno u sekciji 4.3.

Student ID	Student Name	Department	Year	Grade
E100	Adam Ashtree	Engineering	I	A
A243	Brent Botts	Architecture	III	F
E113	Carl Caine	Engineering	I	B
E114	Dan Dremmel	Engineering	I	C
E115	Edward Epps	Engineering	I	B
A337	Frank Finley	Architecture	III	D
A129	Gary Gyles	Architecture	III	B
A502	Howard Hill	Engineering	I	A

Slika 4.4.2. Test slika za prvi stadijum simulatora.

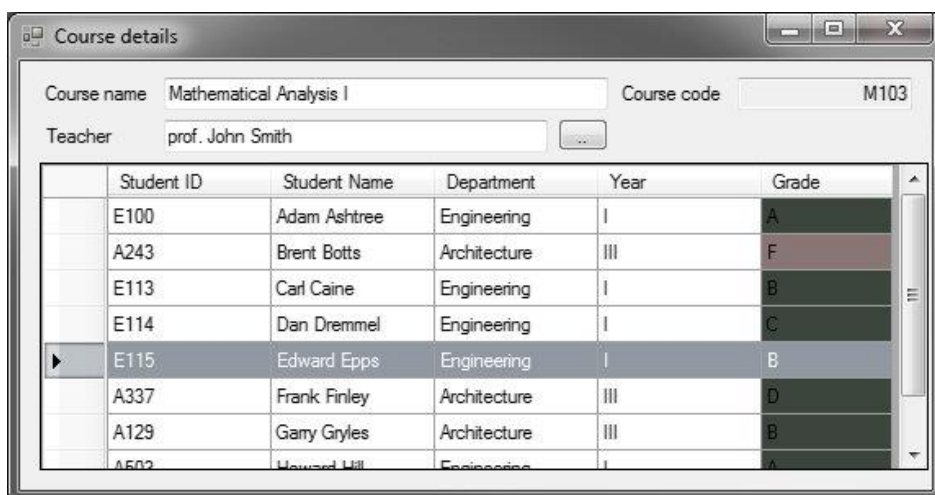
Slika 4.4.2 je primer trivijalnog interfejsa za operativni sistem Windows i ona je odabrana da demonstrira prvi stadijum simulatora, gde se veštačkom ručnom restrikcijom, individualno simuliraju svi simptomi staračke makulopatije (kao primera, sekcija 3.1).



Slika 4.4.3. Oslabljen vid.

Slika 4.4.3 demonstrira simulaciju oslabiljene opšte oštine vida koja se vrši koristeći standardan metod u literaturi („WebAIM: Low Vision Simulation“ bez dat.; Oikonomou i ostali 2009) opisan jednačinom 4.4.1 u skladu sa radom u (Petrovic, Dragan, i Ivetic 2016). U pitanju je jednostavna konvolucija za zamućivanje, gde je I slika a P modifikovana slika.

$$P = I * \frac{1}{256} \begin{bmatrix} 1 & 4 & 6 & 1 \\ 4 & 16 & 24 & 4 \\ 6 & 24 & 36 & 6 \\ 4 & 16 & 24 & 4 \\ 1 & 4 & 6 & 1 \end{bmatrix} \quad (4.4.1)$$



Slika 4.4.4. Oslabljena percepcija boja.

Čest problem za ljude sa oslabiljenim vidom je smanjena percepcija kontrasta i smanjena percepcija boja (de Jong 2006; Pelli, Robson, i J 1988), te slika 4.4.4 i 4.4.5 demonstriraju kako se to može simulirati kroz jednostavnu manipulaciju modela boja koristeći konverziju bez gubitka RGB prostora boja u HSV prostor boja (koji ima veliku primenu u interfejsima i sistemima za

računarsku viziju (Maiti i Chakraborty 2012)) i kontrolu dimenzije zasićenosti odnosno osvetljenosti. Sofisticirana sposobnost simulacije gubitka razlikovanja boja koja vodi računa o prirodi relevantnih ćelija u ljudskom oku (Riordan-Eva i Witcher 2008) bi koristila LAB model boja (Tkalcic i Tasic 2003) i redukovala osetljivost po L, a, i b komponentama, u zavisnosti od toga da li se želi ugroziti osetljivost na kontrast ili boju.

Student ID	Student Name	Department	Year	Grade
E100	Adam Ashtree	Engineering	I	A
A243	Brent Botts	Architecture	III	F
E113	Carl Caine	Engineering	I	B
E114	Dan Dremmel	Engineering	I	C
E115	Edward Epps	Engineering	I	B
A337	Frank Finley	Architecture	III	D
A129	Gary Gryles	Architecture	III	B
A502	Howard Hill	Engineering	I	A

Slika 4.4.5. Oslabljena percepcija kontrasta.

Slika 4.4.6 prikazuje kako bi simulacija gubitka teksta mogla da funkcioniše: jedan od najčešćih načina na koji se rana forma staračke makulopatije primećuje jesu nedostajuća slova u tekstu. Slepne tačke su dovoljno male da ih je nemoguće videti, ali ponekad vode do toga da slova iz teksta jednostavno nestaju. Valja napomenuti da se to ne vidi kao da je slovo zamenjeno nekom formom praznine (to je već skotom slika 4.4.7), no kao da slovo nikada nije otkucano. Ovo je posledica konstruisane prirode vidnog polja koje nastaje kao ekstrapolacija u okviru vizuelnog centra prednjeg moždanog režnja.

Student ID	Student Name	Department	Year	Grade
E100	Adam Ashtree	Engineering	I	A
A243	Brent Botts	Architecture	III	F
E113	Carl Caine	Engineering	I	B
E114	Dan Dremmel	Engineering	I	C
E115	Edward Epps	Engineering	I	B
A337	Fmk Finley	Architecture	III	D
A129	Gary Gryles	Architecture	III	B
A502	Howard Hill	Engineering	I	A

Slika 4.4.6. Gubitak slova iz teksta. Obratite pažnju na 'Aalysis' i 'John Sith.'

Slika 4.4.7 prelazi na ozbiljnije probleme gubitka vida kao rezultat staračke makulopatije: skotome. Skotoma je reč koja potiče od starogrčkog σκότος, -ου što, u skladu sa (Liddell i Scott 1896) znači mrak, ali i slepilo kod Sofokla. U oftalmologiji ta reč označava 'rupe' u vidnom polju, kao što je opisano u sekciji 3.1. U slučaju slike 4.4.7 mali delovi fovealnog vida se gube što je ovde

simulirano crnilom, a u praksi može biti i popunjeno na isti način kao i slepa tačka (što obično dovodi do efekta kao na slici 4.4.6) ili zašumljena proizvođači skotome svetlaca, odnosno scintilacione skotome.

Student ID	Student Name	Department	Year	Grade
E100	Adam Ashtree	Engineering	I	A
A243	Brent Botts	Architecture	III	F
E113	Carl Caine	Engineering	I	B
E114	Dan Dremmel	Engineering	I	C
E115	Edward Epps	Engineering	I	B
A337	Frank Finley	Architecture	III	D
A129	Gary Gryles	Architecture	III	B
A502	Howard Hill	Engineering	I	C

Slika 4.4.7. Skotome.

Slika 4.4.8 prikazuje gubitak fovealnog vida kroz centralnu skotomu. Ovo je najozbiljniji simptom staračke makulopatije i naročito otežava čitanje, mada slika bez simulacije ne dočarava pun uticaj ovakve skotome na sposobnost razumevanja interfejsa.

Student ID	Student Name	Department	Year	Grade
E100	Adam Ashtree	Engineering	I	A
A243	Brent Botts	Architecture	III	F
E113	Carl Caine	Engineering	I	B
E114	Dan Dremmel	Engineering	I	C
E115	Edward Epps	Engineering	I	B
A337	Frank Finley	Architecture	III	D
A129	Gary Gryles	Architecture	III	B
A502	Howard Hill	Engineering	I	C

Slika 4.4.8. Scotoma fovea centralis—gubitak centralnog vida.

Slika 4.4.9 je finalni simptom staračke makulopatije i karakterističan je za takozvanu 'vlažnu' varijantu bolesti—metamorfopsija. Nastaje—sekcija 3.1—u slučajevima maligne neoplastije krvnih sudova u sekciji sudovnjače koja pruža stratum na kome se nalazi makula. Ovakva neoplastija deformiše makulu i stvara ozbiljne vizuelne deformacije.

Course name: Mathematical Analysis I Course code: M103
Teacher: prof. John Smith

Student ID	Student Name	Department	Year	Grade
E100	Adam Ashtree	Engineering	I	A
A243	Brent Botts	Architecture	III	F
E113	Carl Caine	Engineering	I	B
E114	Dan Dremmel	Engineering	I	C
E115	Edward Epps	Engineering	I	B
A337	Frank Finley	Architecture	III	D
A129	Gary Gryles	Architecture	III	B
A502	Harvard Hill	Engineering	I	A

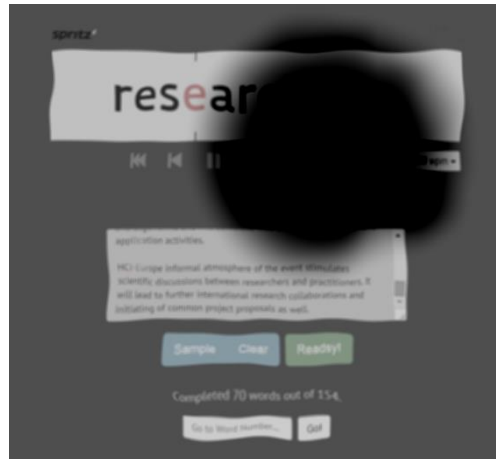
Slika 4.4.9. Simulirana metamorfopsija.

Kada se simulacija simptoma ilustrovanih na slikama 4.4.3-9 implementira, valja naći stvarni interfejs ne bi li se ona na njemu primenila. Zbog toga što je serijalna prezentacija teksta jedan od metoda za pomaganje ljudima sa problemima sa vidnim poljem (Fine i Peli 1995) interfejs jedne moderne takve tehnike je odabran (Benedetto i ostali 2015)—slika 4.4.10.



Slika 4.4.10. Interfejs za brzu serijsku prezentaciju teksta.

Rezultat žive simulacije se može videti na slici 4.4.11 i prikazuje sve simptome staračke makulopatije na istoj slici, simulirane u realnom vremenu i sa kašnjenjem koje je u svim okolnostima ispod 100ms praga minimalnog stimulansa za pažnju (liminalnog praga).



Slika 4.4.11. Interfejs za brzu serijsku prezentaciju teksta sa simuliranim simptomima staračke makulopatije.

5. Vizuelizacija podataka

Ovo poglavlje pregleda detalje vezane za vizuelizaciju podataka uopšte i za multidimenzionalnu vizuelizaciju podataka specifično. Multidimenzionalna vizuelizacija, predstavljena u sekciji 5.1, je bitna za potrebe ove disertacije pošto se baš ova oblast vizuelizacije bira kao polje proučavanja zato što nudi vizuelizacione probleme koji:

- Rešavaju problem koji se univerzalno sreće u okviru svakodnevne upotrebe vizuelizacije kao takve u velikom broju domena primene. Primer koji je odabran i opisan u sekciji 8.1— evaluaciji određenih tehničkih osobina vezanih za sisteme prenosa i arhiviranja mirne medicinske slike—je samo jedan od mnogih mogućih.
- Imaju određenu minimalnu količinu kompleksnosti koja omogućava da se efekat promene okolnosti na izmeren uvid opazi.
- Imaju kompleksnost koja se (sa brojem dimenzija) može glatko skalirati.
- Nemaju nijedno univerzalno prihvaćeno rešenje, no je odabir prigodne vizuelizacije nešto što se bira od slučaja do slučaja te je podložno pažljivoj evaluaciji.

Ovo poglavlje se takođe bavi problemom evaluacije tehnika vizuelizacije onakvim kakvim je predstavljen u literaturi, sekcija 5.2, i u tom pregledu se bavi uglavnom taksonomijom Lema(Lam i ostali 2012) uz modifikaciju Ajzenberga(T. Isenberg i ostali 2013). Svi elementi taksonomije će biti pregledani uz poseban fokus na (sekcija 5.3) empirijskim evaluacijama vizuelizacionih tehnika, koje su metodologija koja je izabrana za analizu, proširenje, i koja je predstavljena u okviru poglavlja 6 i primenjena u poglavlju 7.

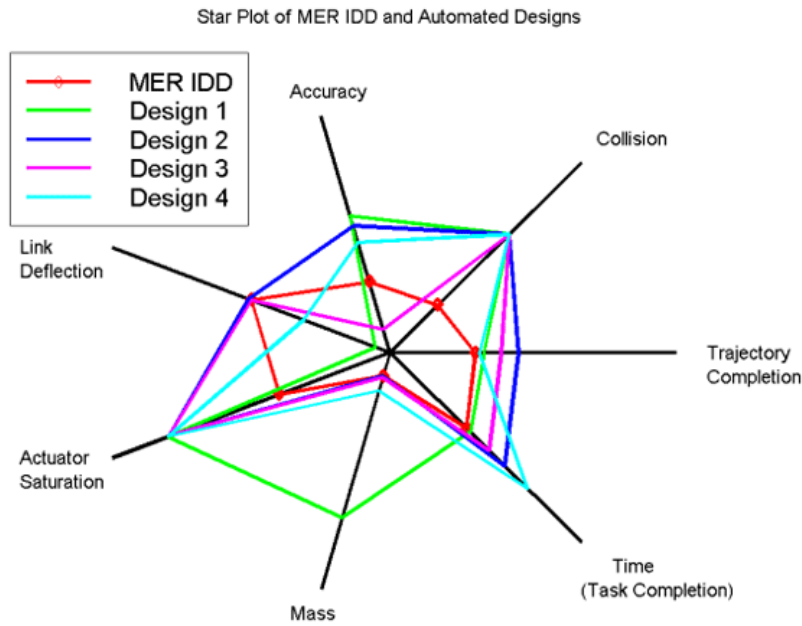
5.1 Vizuelizacija u više dimenzija

Za svrhe ovog istraživanja, multidimenzionalna vizuelizacija podataka (MVP) je vizuelizacija skupa promenljivih koje ispunjavaju sledeće kriterijume:

- Mere se u skaldu sa kontinualnim ili diskretnim stepenom merenja.
- Moraju biti istovremeno sve predočene korisniku ne bi li njihovi međusobni odnosi bili jasni.
- Njihov broj mora biti znatno veći od broja prostornih dimenzija dostupnih za mapiranje, to jest, ili 2 ili 3 u zavisnosti od okolnosti.

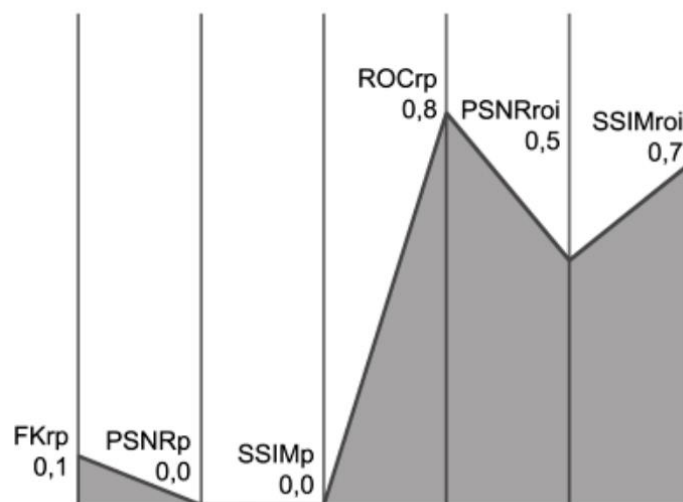
U najčešćoj formi vizuelizacije, dve promenljive se prikazuju u isto vreme, time podcrtavajući njihov međusobni odnos. Primer ovakve trivijalne vizuelizacije jeste običan linijski grafikon, tipično kada je jedna promenljiva nešto što se meri, a druga promenljiva je vreme.

Ako se upotrebe interaktivni računarski alati, ili 3D štampa, moguće je u ovaj sistem uključiti jednu punopravnu prostornu dimenziju. Ovim prostornim dimenzijama se mogu pridodati, kao metoda proširivanja, i određeni broj vizuelnih promenljivih(Köbben i Yaman 1995; M. Carpendale 2003; Garlandini i Fabrikant 2009) od kojih svaka može, idealno, da preuzme funkciju jedne prostorne dimenzije i preuzme, time, jednu od dimenzija iz ulaznog skupa podataka. Ovo daje gornju granicu od devet dimenzija koje mogu istovremeno biti prikazane koristeći klasičan pristup, mada praktične okolnosti to svode na(Shneiderman i Plaisant 2006; Shneiderman i ostali 2009) oko 5.



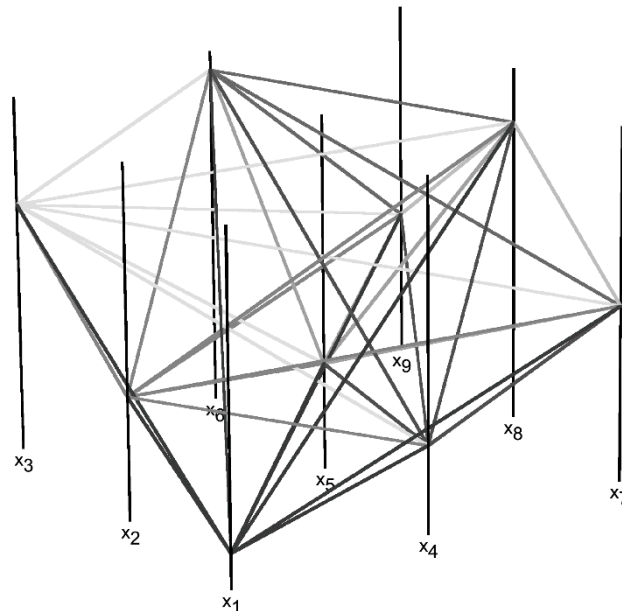
Slika 5.1.1. Demonstracija zvezdastog prikaza za MVP, pronađena u literaturi. Slika ljubaznošću agencije NASA.

Da se ovaj problem razreši, MVP tehnike proširuju skup stvari na koje se mogu mapirati ulazne dimenzije. Ovo otvara za upotrebu stvari koje nisu ni prostorne dimenzije niti vizuelne promenljive, no su drugačije primenjeni obrasci u prostoru. Primeri ovog pristupa su, recimo, zvezdasti displeji, slika 5.1.1., koji se konstruišu u ne-Euklidovskim prostorima takvim da su ose radijalno raspoređene i umetnute kao podprostor u okviru klasičnog 2D ili 3D prostora (Tuftes i Graves-Morris 1983). Takođe se koriste dvodimenzionalni paralelni dijagrami (Inselberg 2008; Zhao i Kaufman 2012; Johansson i Forsell 2016) kao na slici 5.1.2, ili trodimenzionalni paralelni dijagrami (Inselberg 2008), slika 5.1.3.



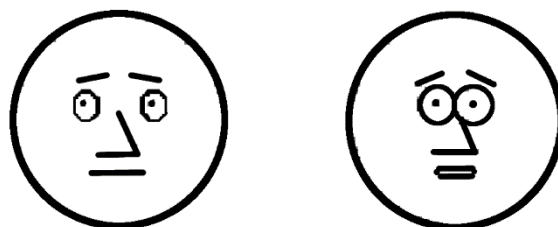
Slika 5.1.2. Demonstracija 2D paralelnih koordinata. Slika iz (Dinu Dragan, Petrovic, i Ivetic 2014).

Povremeno se koriste i egzotičnija rešenja kao što su raznovrsni oblici sa pridodatim značenjem(Choi i ostali 2003; Forsell, Seipel, i Lind 2005), kao što su recimo lica Černofa(L. A. Bruckner 1978; C. J. Morris, Ebert, i Rheingans 2000) koji predstavljaju predloženi metod za vizuelizaciju maksimalne gustine podataka, slika 5.1.4. Ideja lica Černofa je ista kao i ideja svih oblika sa pridodatim značenjem: dodatne dimenzije na koje se projektuju ulazne dimenzije podataka se kriju u individualnim osobinama simbola koji, stoga, nude dodatne stepene slobode u kojima vizuelizacija može da varira, time povećavajući eskpresivnost grafički relativno jednostavnog prikaza.



Slika 5.1.3. Ilustracija potpuno povezanih 3D paralelnih koordinata.

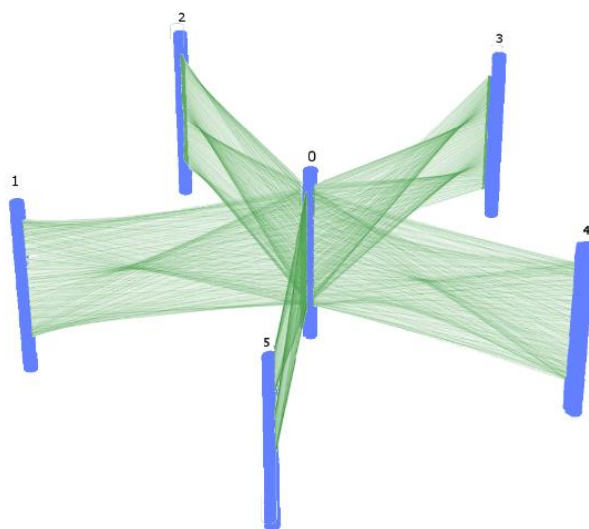
Dok su oblici sa pridodatim značenjem uglavnom relativno apstraktni(Choi i ostali 2003), lica Černofa pokušavaju da iskoriste izuzetnu sposobnost ljudskog uma da prepozna lica, bilo naturalistička ili predstavljena u karikaturi(Wilmer i ostali 2010; Haxby, Hoffman, i Gobbini 2002) te da dodatne stepene slobode sakriju u okviru varijacija u karakterističnom ili emotivnom sadržaju šematsko-karikaturnog ljudskog lika. Ovim, mislilo se, korisnik vizuelizacije koja koristi tehniku lica Černofa će moći da ekstrahuje podatke inkorporirane u tu vizuelizaciju koristeći potpuno nesvesne neurološke procese koji, normalno, identifikuju i čitaju lica. Ova hipoteza je eventualno pobijena(C. J. Morris, Ebert, i Rheingans 2000).



Slika 5.1.4. Ilustracija lica Černofa, baziranih na (C. J. Morris, Ebert, i Rheingans 2000).

Za razliku od oblika sa pridodatim značenjem zvezdasti prikazi, kao i paralelni dijagrami ne menjaju osobine onoga što je prikazano, no umesto toga reorganizuju prostor tako da je lakše

umetnuti višedimenzionalan podprostor u okviru, recimo, dvodimenzionalnog euklidovskog prostora. To se u oba navedena slučaja radi tako što se koriste ravnomerno razmaknute ose koje su ili radijalne ili paralelne.



Slika 5.1.5. Ilustracija povezanih multirelacionih paralelnih koordinata.

Paralelne koordinate se naročito koriste kada je neophodno da se prikažu izuzetno veliki skupovi podataka (Wang i ostali 2017). 3D paralelne koordinate su proširenje 2D paralelnih koordinata u treću prostornu dimenziju. Ovo je problematično usled pravila povezivanja osa. U slučaju 2D paralelnih koordinata direktno poređenje radi između onih osa koje su susedne: recimo na slici 5.1.2 to su SSIMp kao treća osa i PSNRp kao druga. U slučaju 3D paralelnih koordinata sve ose su susedne (zbog toga što u većem broju dimenzija ima, prirodno, više načina da stvari budu povezane) te sve ose moraju biti direktno povezane. Ovo se jasno može videti na slici 5.1.3, gde se može videti i centralni problem ovakvog pristupa. Klasične potpuno povezane 3D paralelne koordinate pate od izuzetne nepreglednosti ako broj dimenzija poraste čak i malo.

Jedan od metoda ovog pristupa jeste uvođenje pravila povezivanja osa. To znači da se „susednost“ definiše eksplicitno kroz proizvoljno pravilo koje može biti kontekst-osestljivo ili kontekst-nezavisno, to jest, može da bude bazirano na onome što se vizuelizuje ili da bude nezavisno od značenja vizuelizovanog. Jednačina 5.1.1 opisuje opšti oblik tog pravila preko funkcije p koja mapira parove osa na ili 0 ili 1.

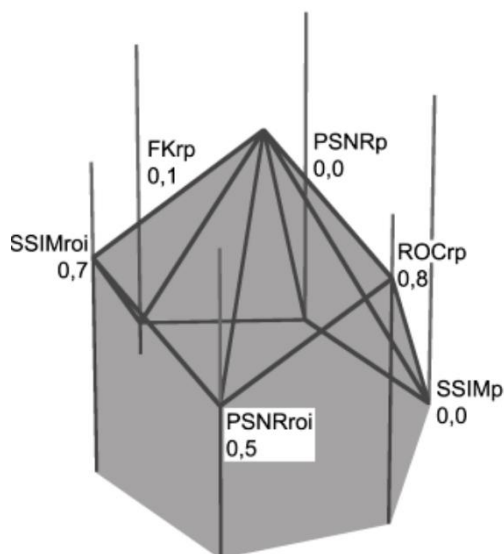
$$\begin{aligned} O &= \{o_{i \in 1..n}\} \\ p: O \times O &\rightarrow \{0,1\} \end{aligned} \quad (5.1.1)$$

Najčešće pravilo jeste ono koje vodi do povezanih multirelacionih paralelnih koordinata, jednačina 5.1.2, ako se ose broje od 0, sa 0 kao baznom osom. Po ovom pravilu, odabere se jedna osa kao bazna, a sve ostale ose se smatraju da, prvo, nisu međusobno susedne, i, drugo, jesu susedne sa tom baznom osom. To znači da je moguće samo direktno poređenje između $n-1$ običnih osa i te jedne bazne ose.

$$p(o_i, o_j) = \begin{cases} 0 & \text{ako } (i = j) \vee (i \neq 0 \wedge j \neq 0) \\ 1 & \text{ako } (i = 0 \oplus j = 0) \end{cases} \quad (5.1.2)$$

Ovo se vizuelizuje tako što se bazna osa postavi u centar vizuelizacije, a preostalih $n-1$ osa se postavi na jednaku razdaljinu oko nje, tako raspoređeni da je između običnih osa ravnomerna radijalna razlika. Drugim rečima, obične ose odgovaraju stranicama pravilne, prave prizme sa n -

1 strana, dok bazna osa odgovara težišnoj liniji. Slika 5.1.5 demonstrira ovaj stil vizuelizacije, gde se ose označavaju plavim cilindrima.



Slika 5.1.6. Ilustracija proširenih povezanih multirelacionih paralelnih koordinata.

Problem sa pristupom povezanih multirelacionih paralelnih koordinata jeste u tome što on ne zadovoljava osobine MVP-a. Ne pokazuje n dimenzija i njihove odnose, što je definiciona osobina MVP tipa vizuelizacija, no prikazuje n-1 dimenzija i njihov odnos sa *jednom* dimenzijom.

Ako se povezane multirelacione paralelne koordinate *prošire* na takav način (Dinu Dragan, Petrovic, i Ivetic 2014; Dinu Dragan, Ivetic, i Petrovic 2013; Dinu Dragan i Ivetic 2009) da nema centralne koordinate dobije se novi način vizuelizacije poznat kao proširene povezane multirelacione paralelne koordinate, odnosno PPMPK. Ovaj način prikazivanja n-dimenzionalni prostor podataka predstavlja mapiranjem n vrednosti na stranice n-stranične prave prizme. Tačka u takvom prostoru je vizuelno predstavljena kao zatvorena izlomljena linija koja povezuje sve ose prateći stranice prizme. Ovakva izlomljena linija, ako se tretira kao gornja granica vizuelizacije, formira oblik koji odgovara pravoj n-stranoj prizmi sa čijeg vrha je isečen neravnomeran deo. Ovo je predstavljeno na slici 5.1.6. U ovom slučaju, pravilo susednosti je takvo da se mogu direktno porediti samo one vrednosti koje dele stranicu prizme, jednačina 5.1.3, što je ograničenje u odnosu na potpuno povezane trodimenzionalne paralelne koordinate, ali odgovara po sposobnostima mnogo češćim dvodimenzionalnim paralelnim koordinatama, što PPMPK čini pogodnim za analizu naporedo sa dvodimenzionalnim paralelnim koordinatama i za njihovu zamenu.

$$p(o_i, o_j) = \begin{cases} 0 & \text{ako } |i - j| \neq 1 \wedge |i - j| \neq n - 1 \\ 1 & \text{ako } |i - j| = 1 \wedge |i - j| = n - 1 \end{cases} \quad (5.1.3)$$

5.2 Sistematizacija evaluacije vizuelizacije

Dosta pređašnjeg rada (S. Carpendale 2008; P. Isenberg i ostali 2008; Munzner 2009; Plaisant 2004) je uloženo u analiziranje postojećih pristupa evaluaciji vizuelizacije. Jedan od citiranih

predstavlja Lemov rad (Lam i ostali 2012) na iscrpnoj taksonomiji pristupa, odnosno, tačnije, scenarija kojim se vizuelizacija evaluira. Taksonomija scenarija je bolji izbor u odnosu na taksonomiju pristupa budući da su scenariji takvi da olakšavaju instrumentalizaciju znanja sadržanog u taksonomiji. Drugim rečima, za razliku od taksonomija pristupa kako je opisano u (Munzner 2009), taksonomije scenarija omogućavaju prospektivnim evaluatorima vizuelizacija da donesu informisane odluke oko toga *kako* da priđu problemu evaluacije vizuelizacije u okolnostima koje vladaju u njihovom posebnom slučaju.

U skladu sa (T. Isenberg i ostali 2013) kao posledica primene Lemovog rada na iscrpan pregled literature u oblasti vizuelizacije, svi scenariji evaluacije vizuelizacije se mogu podeliti u osam vrsta:

1. **Poimanje okoline i radne prakse (kodirano u literaturi sa UWP).** Obuhvata evaluacije koje pokušavaju doći do spoznaje rada, analize, ili prakse obrade podataka određene grupe ljudi sa ili bez upotrebe softvera. Primeri ovoga su ekspertske analize gde se domenski stručnjaci posmatraju tokom rada ne bi li se razumele njihove potrebe. UWP se tipično koristi za evaluaciju potencijalnih tehnika vizuelizacija i pripada koraku projektovanja vizuelizacija.
2. **Analiza vizuelnih podataka i rezonovanja (kodirano u literaturi sa VDAR).** Obuhvata evaluacije koje procenjuju kako alat za vizuelizaciju podržava analizu i rezonovanje o podacima, te pomaže da se formira novo relevantno znanje u nekom datom domenu. Primeri su evaluacije koje proučavaju stručnjake koje koriste alat na svojim podacima i na osnovu tog proučavanja analiziraju kako bi nekakav novi alat pomogao da se reše nova domenski-specifična pitanja. Kao i UWP, VDAR pripada koraku projektovanja, ali se od UWP razlikuje tako što, umesto da pokušava da ustanovi zahteve na osnovu procesa rada stručnjaka, pokušava da pojmi upotrebu vizuelizacije za rezonovanje u nekom specifičnom domenu.
3. **Evaluacija komunikacije kroz vizuelizaciju (kodirano u literaturi sa CTV).** Obuhvata evaluacije koje procenjuju vrednost vizuelizacije, odnosno vizuelne reprezentacije kao alata za komunikaciju. Ova evaluacija se posmatra u kontekstu ciljeva kao što je obrazovanje, prezentacija ideja, ili svakodnevna primena. Standardan primer studije koja primenjuje ovaj scenario je studija koja istražuje koliko efektivno neka vizuelizacija predstavlja podatke pacijentu.
4. **Evaluacija kolaborativne analize podataka (kodirano u literaturi sa CDA).** Obuhvata evaluacije koje pokušavaju da procene koliko je tehnika vizuelizacije pogodna za primenu u kolaborativnom kontekstu, to jest, koliko je primenjiva za grupe ljudi da je koriste kao deo saradnje.
5. **Performanse korisnika (kodirano u literaturi sa UP).** Obuhvata evaluacije tehnika vizuelizacije koji pokušavaju da objektivno mere kako specifične osobine vizuelizacione tehnike utiču na performanse ljudi koji koriste sistem baziran na vizuelizaciji. Tipični pristupi u okviru ovakvih scenarija jesu kontrolisani eksperimenti koji kao ishodne promenljive podvrgnute merenju koriste utrošeno vreme i stopu grešaka.
6. **Iskustvo korisnika (kodirano u literaturi sa UE).** Obuhvata evaluacije koje od korisnika traže subjektivni utisak o njihovom iskustvu primene sistema baziranog na vizuelizaciji, te zatim pokušavaju da te utiske kvantifikuju na nekakav sistematičan način. Tipični pristupi u okviru ovakvih scenarija jesu strukturirani intervjui i upitnici koji koriste Likertovu skalu za kvantifikaciju utisaka (Matell i Jacoby 1971; Munshi 2014) i višestruke upite za kontrolu Kronenbahovog α (Gliem i Gliem 2003).
7. **Performanse algoritma (kodirano u literaturi sa VA ili AP).** Obuhvata kvantitativno proučavanje performansi ili kvaliteta algoritama za vizuelizaciju. Najčešći primeri uključuju mere brzine iscrtavanja ili efikasnosti upotrebe memorije.
8. **Kvalitativna inspekcija rezultata (kodirano u literaturi sa QRI).** Obuhvata evaluaciju kroz kvalitativnu diskusiju i procenu vizuelizacionih rezultata. Kao kontrast UE/UP-kodiranim scenarijima studija tehnika vizuelizacije, ne odnose se na stvarne konačne

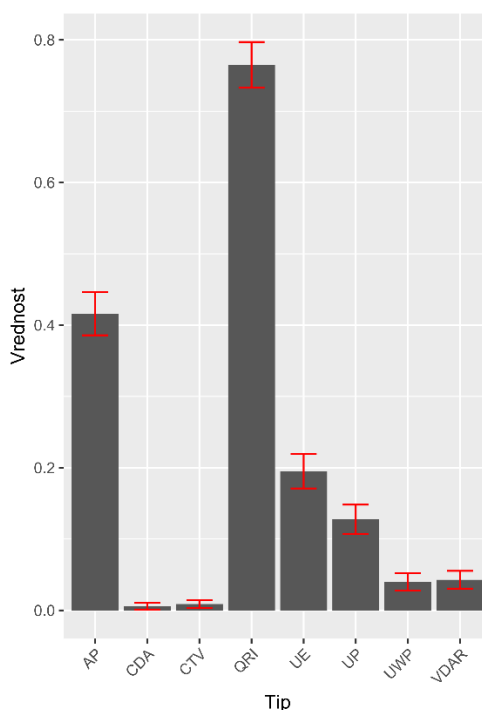
korisnike ili nasumično uzorkovane učesnike studije. Umesto toga studije kodirane kao QRI postavljaju sam produkt vizuelizacione tehnike pred čitaoca i uzdaju se da će sam taj primer biti dokumentacija svog kvaliteta (Nelson, Kirby, i Haimes 2011).

Ako se preuzmu sirovi podaci iz (Lam i ostali 2012) i (T. Isenberg i ostali 2013) (obuhvaćeni i adaptirani podaci su reprodukovani u dodatku F) i podvrgnu statističkoj analizi, može se videti koji scenariji predominiraju u okviru literature na osnovu uzorka od 1026 analiziranih i kodiranih radova. Tabela 5.2.1 prikazuje 95% intervale poverenja za procenu proporcije radova koji koriste različite scenarije, dok su isti podaci vizuelizovani na slici 5.2.1.

Tabela 5.2.1 95% intervale poverenja za kombinovani uzorak (Lam i ostali 2012; T. Isenberg i ostali 2013).

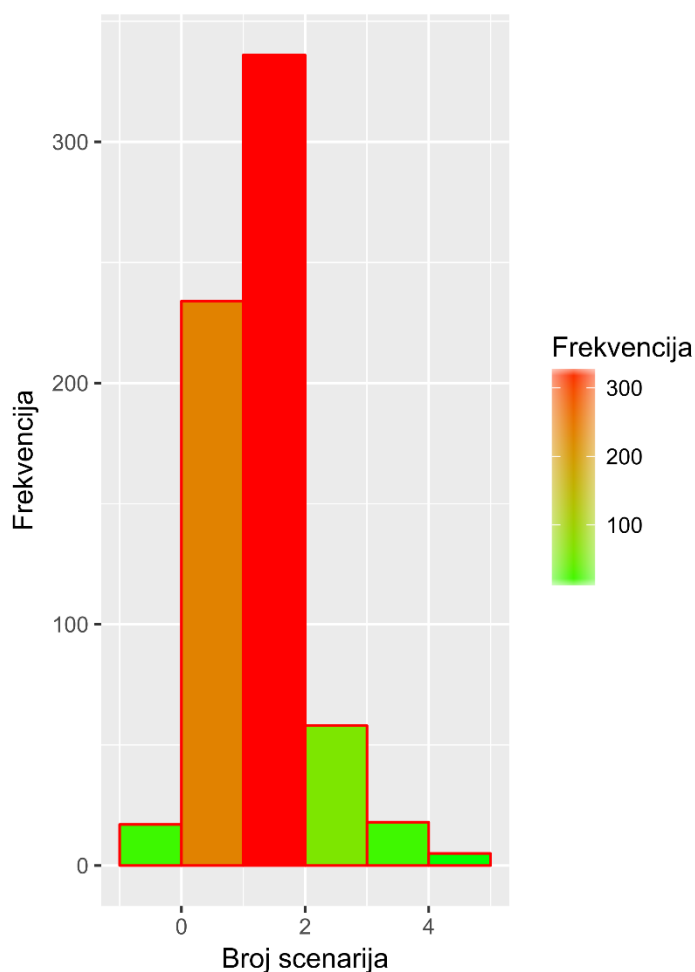
Kod	Donji prag	Procena proporcije	Gornji prag	Uzorak
UWP	2.787604%	3.996101%	5.194599%	1026
VDAR	3.048820%	4.288499%	5.528178%	1026
CTV	0.3069248%	0.8780488%	1.4491728%	1025
CDA	0.1182404%	0.5847953%	1.0513502%	1026
UP	10.73655%	12.78049%	14.82442%	1025
UE	17.10309%	19.53125%	21.95941%	1024
AP	38.58263%	41.60156%	44.62050%	1024
QRI	73.28154%	76.49701%	79.71247%	668

Tabela 5.2.1 je tako postavljena da na osnovu dostupnog uzorka procenjuje koliko je u opštoj literaturi slučajeva gde je određen scenario testiranja korišćen. Jedan rad može da ima više scenarija, i medijan za uzorak je 2 sa prosekom od 1.76, a raspored se može videti na slici 5.2.2 kao histogram.



Slika 5.2.1. Proporcije scenarija evaluacije vizuelizacije sa 95% intervalom poverenja.

Histogram broja scenarija po radu



Slika 5.2.2. Histogram frekvencija broja scenarija po radu (n=668).

Budući da radovi imaju varijabilan broj scenarija, proporcije prijavljene u tabeli 5.2.1 se neće sumirati do 100%, niti postoji smislen način da se takav raspored procenata proračuna, uzimajući u obzir, prvo, da većina (62.42%) radova ima više scenarija, a drugo, da određeni scenariji prirodno idu zajedno, kao što se može videti po proračunatim uslovnim verovatnoćama u tabeli 5.2.2.

Tabela 5.2.2 Uslovne frekvencije scenarija evaluacije tehnika vizuelizacije. Naročito značajni rezultati su označeni iskošenim slovima.

Uslov	Ishod	P(Ishod Uslov), procena	P(Ishod)	P(Uslov Ishod)/P(Ishod)
UWP	UWP	/	0.03996	/
UWP	VDAR	0.21951	0.04288	5.119169776
UWP	CTV	0.02439	0.008780	2.777904328
UWP	CDA	0	0.00585	0
UWP	UP	0.14634	0.12780	1.145070423
UWP	UE	0.63414	0.19531	3.24683836
UWP	AP	0.41463	0.41601	0.996682772
UWP	QRI	0.63414	0.76497	0.828973685
VDAR	UWP	0.20454	0.03996	5.118618619
VDAR	VDAR	/	0.04288	/

Uslov	Ishod	P(Ishod Uslov), procena	P(Ishod)	P(Uslov Ishod)/P(Ishod)
VDAR	CTV	0.06818	0.008780	7.765375854
VDAR	CDA	0.06818	0.00585	11.65470085
VDAR	UP	0.18182	0.12780	1.422691706
VDAR	UE	0.40910	0.19531	2.094618811
VDAR	AP	0.29545	0.41601	0.710199274
VDAR	QRI	0.38636	0.76497	0.505065558
CTV	UWP	0.11111	0.03996	2.780530531
CTV	VDAR	0.33333	0.04288	7.773554104
CTV	CTV	/	0.008780	/
CTV	CDA	0.22222	0.00585	37.98632479
CTV	UP	0.11111	0.12780	0.869405321
CTV	UE	0.44444	0.19531	2.275561927
CTV	AP	0.22222	0.41601	0.534169852
CTV	QRI	0	0.76497	0
CDA	UWP	0	0.03996	0
CDA	VDAR	0.50000	0.04288	11.66044776
CDA	CTV	0.33333	0.008780	37.96469248
CDA	CDA	/	0.00585	/
CDA	UP	0	0.12780	0
CDA	UE	0.16667	0.19531	0.853361323
CDA	AP	0.33333	0.41601	0.801254778
CDA	QRI	0	0.76497	0
UP	UWP	0.04580	0.03996	1.146146146
UP	VDAR	0.06107	0.04288	1.42420709
UP	CTV	0.00763	0.008780	0.869020501
UP	CDA	0	0.00585	0
UP	UP	/	0.12780	/
UP	UE	0.48092	0.19531	2.462341918
UP	AP	0.14504	0.41601	0.348645465
UP	QRI	0.20611	0.76497	0.269435403
UE	UWP	0.13000	0.03996	3.253253253
UE	VDAR	0.09000	0.04288	2.098880597
UE	CTV	0.02000	0.008780	2.277904328
UE	CDA	0.00500	0.00585	0.854700855
UE	UP	0.31500	0.12780	2.464788732
UE	UE	/	0.19531	/
UE	AP	0.30000	0.41601	0.721136511
UE	QRI	0.38500	0.76497	0.503287711
AP	UWP	0.03991	0.03996	0.998748749
AP	VDAR	0.03052	0.04288	0.711753731
AP	CTV	0.00469	0.008780	0.534168565
AP	CDA	0.00469	0.00585	0.801709402
AP	UP	0.04460	0.12780	0.348982786
AP	UE	0.14085	0.19531	0.721161231
AP	AP	/	0.41601	/
AP	QRI	0.69953	0.76497	0.914454162
QRI	UWP	0.05088	0.03996	1.273273273
QRI	VDAR	0.03327	0.04288	0.775886194
QRI	CTV	0	0.008780	0
QRI	CDA	0	0.00585	0

Uslov	Ishod	P(Ishod Uslov), procena	P(Ishod)	P(Uslov Ishod)/P(Ishod)
QRI	UP	0.05284	0.12780	0.413458529
QRI	UE	0.15068	0.19531	0.771491475
QRI	AP	0.58317	0.41601	1.401817264
QRI	QRI	/	0.76497	/

Rezultati u tabeli 5.2.2 se najbolje mogu videti kroz zadnju kolonu, odnos između uslovne frekvencije i osnovne frekvencije, gde vrednost od 1 znači da nema nikakve korelacije između uslovnog i ishodnog scenarija, vrednost manja od 1 znači da postoji antikorelacija, a vrednost veća od jedan znači da postoji pozitivna korelacija. Glavni rezultat koji se može pronaći jeste da prvih sedam scenarija (koji odgovaraju prvobitnim identifikovanim scenarijima) imaju visok stepen korelacije između sebe, naročito UP i UE što se vidi iz relativno visoke stope odnosa uslovne i bazne frekvencije kao i iz simetrične raspodele UP/UE i UE/UP odnosa, što pokazuje da su ova dva scenarija jasno povezana i slede jedan iz drugog. Drugi rezultat, jednako važan, jeste posebna pozicija QRI scenarija koji su znatno antikorelirani u odnosu na manje-više sve druge scenarije. To pokazuje da QRI scenariji predstavljaju odvojen „svet za sebe“ koji se ne seče sa drugim scenarijima i sa drugim pristupima onoliko koliko je to uobičajeno.

Ovakvi nalazi kao i ekstremno neravnomerna raspodela upotrebe scenarija u literaturi je, delimično, rezultat različite svrhe različitih scenarija, ali takođe i rezultat osobina scenarija i kako te osobine interaguju sa prohtevima i pogodnostima autora studija koje su bile predmet analize.

5.3 Scenariji evaluacija vizuelizacije

Ovo podpoglavlje ima za svoj cilj predstavljanje, uz dodatnu analizu i primere, sistematizacije scenarija evaluacije vizuelizacija, tehnika vizuelizacije, odnosno alata baziranih na vizuelizacijama. Ta sistematizacija je u velikoj meri rezultat napora grupe autora u radovima (Lam i ostali 2012; T. Isenberg i ostali 2013). Tokom poglavlja koristiće se kodovi uvedeni u tom istraživanju koji će biti prošireni sa pod-kodovima, odnosno, kodovima varijante. Ovi kodovi, oblika, recimo, UWPa, služe da se obeleže različiti pristupi istom scenariju ne bi li se kasnije o njima moglo pričati nedvosmisleno.

UWP za svoj cilj ima rad ka razumevanju procesa rada sa ili bez analize podataka koju sprovodi određena grupa ljudi sa ili bez nekakvog postojećeg softverskog sistema baziranog na vizuelizaciji. Očekivani ishod studije UWP scenarija jesu heuristike dizajna bazirane na celovitijem pristupu i razumevanju postojećih tokova rada i praksi analize. Potencijalno, očekuju se i razumevanja postojećih alata koji su deo primene. UWP kodirane studije mogu biti takve da ili imaju ili nemaju alat koji se koristi u testiranim tokovima analize. Studije koje analiziraju bez alata tipično služe za dizajniranje budućeg alata, dok studije koje su bazirane na postojećem alatu, sa druge strane, su obično namenjene spoznaji toga kako je taj alat primenjen i koji su njegovi uticaji na radno okruženje. Ta spoznaja kasnije može biti primenjena na dizajn budućih verzija tog alata.

Evaluaciona pitanja karakteristična za scenarije evaluacije kodirana sa UWP se obično odnose na identifikaciju skupa osobina koje potencijalan alat za vizuelizaciju treba da ima. Primeri tih pitanja su:

- Kakav je kontekst primene vizuelizacije?
- Koje aktivnosti se integrišu sa vizuelizacijom?

- Kakve tipove analize podržava alat za vizuelizaciju?
- Kakve su karakteristike identifikovane grupe korisnika?
- Kakve su karakteristike radnog okruženja?
- Kakvi podaci se trenutno koriste i kakvi se zadaci vrše nad njima?
- Kakve vizuelizacije, ako ikakve, se trenutno koriste?

UWP kodirani scenariji prirodno vode do određenih metoda, tipično onih posvećenih kvalitativnim podacima kao što su intervjui i opservacione beleške. Tri metoda koja su atestirana u literaturi su osmatranja na terenu, intervjui, i osmatranja u laboratoriji.

Osmatranja na terenu, kodirana sa UWP_a, su najčešći metod da se dobave informacije o trenutnim metodama rada i upotrebama vizuelizacionih tehnika i koriste se i van UWP kodiranih scenarija evaluacije, naročito, recimo, u okviru UE/UP studija. U literaturi je atestiran relativno mali broj ovakvog tipa proučavanja, ali barem jedan primer postoji u (Michael Sedlmair i ostali 2008) gde je proučavan rad osam stručnjaka sa fokusom na namenske alate specifične za domen primene. Ovaj rad se zatim koristio za proceduru inženjeringa zahteva sistema za domenski sistem za analizu podataka. Još jedan primer ove vrste je (Tory i Staub-French 2008) koji je kombinovao ovaj pristup sa intervjuisanjem.

Intervjuisanje korisnika, kodirana sa UWP_b, je poznata i često primenjena tehnika za analizu raznovrsnih visoko interaktivnih sistema i skupljanje zahteva ka prospektivnim sistemima. Nije čudno, stoga, što se koristi i u ovom kontekstu. Postoje razni pristupi intervjuisanju koji se mogu koristiti u ovom kontekstu, ali najčešće korišćen u literaturi jeste pristup baziran na kontekstualnim upitima (Holtzblatt i Jones 1993) gde se intervju vrši na mestu rada domenskog eksperta u okviru svakodnevne rutine tog eksperta uz apsolutni minimum mešanja eksperta u opaženo. Primeri ovakvih studija su intervjui domenskih stručnjaka o grafikonima prelaza stanja (Pretorius i Van Wijk 2008) i intervjui stručnjaka za multidisciplinarnu geovizuelizaciju (Brewer i ostali 2000).

Opservacije u laboratorijama, kodirane sa UWP_c, gube na autentičnosti, ali zato omogućavaju finu kontrolu okoline što omogućava da se dobiju rezultati veće specifičnosti. Ovo je naročito važno tamo gde je bitna interakcija između ispitanika koja se najbolje može indukovati u laboratorijskoj okolini kao što je slučaj sa studijama deljenih vizuelizacija i reintegracije rezultata vizuelizacija (P. Isenberg, Tang, i Carpendale 2008; Robinson 2008).

Studije kodirane sa VDAR proučavaju, grubo govoreći, kako alat zasnovan na vizuelizaciji pruža podršku generaciji relevantnog znanja u nekom domenu, odnosno znanja koje dovodi odluci. VDAR studije zahtevaju da već postoji alat koji se može proučavati. Glavni cilj VDAR evaluacija jeste da procene mogućnost alata za vizuelizaciju da pruži podršku vizuelnoj analizi i rezonovanju o podacima. Izlazi ovakvog procesa su i kvantifikovane metrike kao što je broj uvida stečenih tokom analize (Saraiya, North, i Duca 2004; Saraiya i ostali 2006), kao i subjektivne kvalitativne beleške o utisku korisnika o kvalitetu iskustva analize podataka (Seo i Shneiderman 2006). VDAR je, vidi se, veoma sličan UE-kodiranim studijama i razlikuje se od njih poglavito u svojoj nameni i dominantnim pitanjima. VDAR, za razliku od UE, je namenjen odgovaranju na pitanja koja se odnose na čitav proces analize, a ne na sam alat. UE odgovaraju na pitanja o kakvoći alata i iskustva korisnika u upotrebi alata, dok VDAR odgovara na fundamentalnija pitanja interakcije između alata i procesa analize i toka rada.

VDAR je dovoljno slabo proučavan pristup da je formulisati pitanja evaluacije kompleksno. Ovde se koristi pristup iz (Lam i ostali 2012) baziran na procesu analiza inteligencije proučavanog u okviru (Pirolli i Card 2005). Pitanja koja proističu iz ovog pristupa su:

- Kako alat podržava procese istraživanja podataka?
- Kako alat podržava procese otkrivanja saznanja?
- Kako alat podržava procese generisanja hipoteza?
- Kako alat podržava procese donošenja odluka?

VDAR se može posmatrati kroz tri najčešća pristupa: studije slučaja, laboratorijska posmatranja, i kontrolisani eksperimenti. Studije slučaja, kodirane sa VDARa, su uglavnom studije koje se sprovode nad domenskim ekspertima koji interaguju sa vizuelizacijom i imaju kao svoju funkciju da odgovore na pitanja koja su navedena u pređašnjoj listi, primer toga jeste studija izvršena nad meteorolozima koja je kao svoju svrhu imala proučavanje odnosa između postojećih alata za vizuelizaciju i velikih skupova podataka koje valja vizuelizovati (Trafton i ostali 2000). Postoje i studije slučajeva koje traju znatno duže koristeći metod vođenja dnevnika upotrebe alata za vizuelizaciju (Symon 1998), kao i formalne metode za dugoročne studije slučajeva: Multidimenzionalne Dugoročne Duboke Studije Slučaja (MDDSS) (Shneiderman i Plaisant 2006) i studije uvida (SU) (Saraiya i ostali 2006).

MDDSS koriste opservaciju, intervju, ankete, i automatsko skupljanje računarske telemetrije prilikom upotrebe alata za vizuelizaciju (Shneiderman i Plaisant 2006). U MDDSS studijama, istraživači interaguju sa učesnicima i pružaju pomoć u savladavanju sistema i, čak, mogu modifikovati sistem na osnovu povratnih informacija od korisnika u toku studije. MDDSS evaluacije se primenjuju na, recimo, alate za otkrivanje saznanja (Seo i Shneiderman 2006), te integraciju statistike i vizuelizacije (Perer i Shneiderman 2009). Glavno pitanje koje je prva studija odabrala da reši jeste kako nove tehnike vizuelizacije, specifično hijerarhijsko klasterovanje osobina, menjaju načine na koji istraživači istražuju svoje skupove podataka. Ovo pitanje se istraživalo kroz opservacije sa učešćem (S. Carpendale 2008) i intervju. Ovaj režim istraživanja se sprovodio šest nedelja, jednom nedeljno, tokom perioda intenzivne primene alata koji se proučavao.

Studije uvida pokušavaju da nekako izmere momenat uvida definisanog, za svrhe ovakvih proučavanja, kao „individualnu opservaciju o podacima koju čini učesnik kao jedinicu otkrića“ (prevedeno iz (Saraiya, North, i Duca 2004)). Metodi skupljanja podataka koji se koriste su ili metodi vođenja dnevnika ili videografska tehnika beleženja toka misli. Ovo je metod kojim se korisnici snimaju tokom upotrebe alata baziranog na vizuelizaciji dok vokalizuju svoj tok misli u svakom trenutku kao što je primenjeno u citiranoj studiji (Saraiya, North, i Duca 2004) koja je kombinovala ovu videografsku tehniku sa povremenim sastancima i dnevnicima. Glavna razlika između SU i MDDSS jeste upliv izvođača studije: u okviru SU nije bilo pružanja pomoći korisnicima, niti modifikacija sistema tokom njegove funkcije.

Studije slučaja se takođe mogu posmatrati kroz odnos između autora studije i eksperata koji čine njene polaznike (T. Isenberg i ostali 2013). Prvi tip odnosa su studije koje ispituju rad odvojenog domenskog eksperta i opisuju kako je radni proces takvog ispitanika poboljšan uvođenjem tehnike vizuelizacije uvedene spolja od strane autora rada. Primer ovakve studije jeste rad na ekstrakciji novog znanja iz visokodimenzionalnih podataka (Seo i Shneiderman 2006).

Studije slučaja mogu da poteknu i iz bliske saradnje gde se nekakvi problemi analiziraju kroz intenzivnu i tesnu saradnju između istraživača na polju domena i istraživača na polju vizuelizacije. Problematika opisana u njima se razlikuje od saradnje sa eksternim domenskim ekspertom u tome što su iterativne i često koriste kolaborativne metodologije (M. Sedlmair, Meyer, i Munzner 2012) ili saučesnički dizajn (Bødker, Kensing, i Simonsen 2004). Primer ovakve studije jeste rad na (Kok i ostali 2010) u kome su jednako učestvovali i jednako su navedeni autori koji su i domenski eksperti i stručnjaci za vizuelizaciju.

Tesna saradnja nije neophodna u slučajevima gde je stručnjak za vizuelizaciju istovremeno i stručnjak za oblast na kojoj se vizuelizacija primenjuje ili je problem takav da je zbog drugih faktora kognitivna razdaljina između istraživača i problema relativno mala, recimo ako je vizuelizacija namenjena laicima u oblasti (Wood i ostali 2011). Ponekad postoje i studije koje, iako su strukturane kao studije slučaja, nemaju u svojoj srži pravi slučaj, odnosno, fokusiraju se na hipotetički slučaj korišćenja od strane teoretskih korisnika (M. Sedlmair, Meyer, i Munzner 2012). Ovakve studije se moraju proučavati u kontekstu drugih studija slučaja, budući da njihova struktura dozvoljava samo to, ali one tu istinski ne pripadaju, i više teže studijama kodiranim sa QRI.

Laboratorijske opservacije i intervjui, kodirane sa VDARb, su veoma slični studijama slučaja u tome što su kvalitativni metodi koji pokušavaju, tom svojom kvalitativnom prirodom, da obuhvate kompleksnu i otvorenu prirodu analize podataka. Laboratorijske opservacije su naročito zgodne kada se proučava visoko sintetička situacija kao što je studija (Grammel, Tory, i Storey 2010) u kojoj je testirano kako početnici koriste slobodnu vizuelizaciju podataka da dolaze do uvida. Laboratorijski pristup je bio naročito bitan u ovoj studiji budući da je ona koristila ljudskog posrednika između alatke za vizuelizaciju i korisnika ne bi li, istovremeno, eliminisala efekat interfejsa i na najefektniji mogući način došla do podataka o rezonovanju korisnika.

Kontrolisani eksperimenti, kodirani sa VDARc, služe da se izoluju specifični faktori u analizi podataka ne bi li se proučavali posebno u laboratorijskim prilikama. Ovo je pristup koji se koristi (samo u drugom kontekstu) i u drugim scenarijima, kao što će se videti u diskusiji o UE/UP. Tipičan primer ovakvog pristupa jeste studija upotrebe *mirisa* kao vizuelizacionog medijuma koja je, zbog svog izuzetno neobičnog pristupa morala da odabere određene specifične faktore kao metu proučavanja i to je odradila koristeći kontrolisani eksperiment (Willett, Heer, i Agrawala 2007).

Povremeno, eksperimentalni pristup se dodaje VDAR studijama sa ciljem da proširi postojeći kvalitativni test protokol. Ideja je da se u toku iste studije skupe primarni, kvalitativni, podaci i da se ti podaci prošire posebnim detaljima koji su produkt eksperimentalnog dizajna. Primer ovoga je kombinacija tehnika evaluacije upotrebljivosti i 3x5 eksperimentalnog dizajna u segmentu (Saraiya, North, i Duca 2004). Postoji i inverzna situacija u kojoj se fundamentalno UP studija kao što je proučavanje sistema za vizuelnu analizu dokumenata kroz merenje tačnosti rezultata korisnika (Kang, Gorg, i Stasko 2009) proširi sa kvalitativnim VDAR karakteristikama kroz skupljanje dodatnih podataka i dodatne telemetrije tokom eksperimentalnog protokola što omogućava istraživačima da saznaju istraživačke strategije korisnika alata koji se analiziraju.

Studije koje su kodirane sa CTV proučavaju kako i koliko vizuelizacione tehnike koje su podvrgnute analizi mogu da pruže podršku komunikaciji u oblastima kao što je obrazovanje, prezentacija ideja, kao i u svakodnevnoj vizuelizaciji kroz fenomene kao što su ambijentalni displeji (Jafarinami i ostali 2005; Ishii i Ullmer 1997; Mankoff i ostali 2003). Cilj ovakvih vizuelizacija je da se prenesu stanovita poruka nekome što se oštro razlikuje od vizuelizacija koje se fokusiraju na istraživanje podataka i koje su bile dominantne u UWP i VDAR scenarijima. Efektivnost tehnike vizuelizacije i/ili alatke za vizuelizaciju koja je podvrgnuta analizi u CTV kodiranoj studiji je stvar efektivnosti prenosa poruke i njenog razumevanja. Ambijentalni displeji su centralni primer zato što su dizajnirani da vrlo brzo prenesu informaciju ljudima koji pored njih prođu. Pitanja koja proističu iz ovog pristupa su:

- Da li ljudi uče brže ili bolje koristeći alat baziran na vizuelizaciji koji se proučava?
- Da li je alat koristan u objašnjavanju koncepata i njihovom prenosu drugima?
- Kako ljudi interaguju sa vizuelizacijama koje su instalirane na javnim mestima?

- Kako se može ekstrahovati korisna informacija iz ovlaštne interakcije sa javno montiranom vizuelizacijom?

Pristupi karakteristični za CTV kodirane studije su manje-više standardizovani. U pitanju su kontrolisani eksperimenti i terensko posmatranje. Kontrolisani eksperimenti, kodirani sa CTVa, su standardan pristup za bilo koju studiju koja odluči da podvrgne komunikativni potencijal vizuelizacije kvantitativnoj analizi. Primer ovih tradicionalnih eksperimentalnih protokola se može videti u studija upotrebe alata za matematičku vizuelizaciju u učenju osnovnih koncepata geometrije (Sedig i ostali 2003), ili slične studije koja je analizirala upotrebu vizuelizacije prirode promenljivih u okviru obrazovanja u bazičnom programiranju (Sajaniemi i Kuittinen 2004). Obe studije demonstriraju centralni problem ovakvog pristupa: učenje prirodno *traje*. To znači da bilo koja studija smišljena da meri postignuće u učenju je osuđena da traje znatno duže od skoro bilo kakve paralelne studije.

Terensko osmatranje, kodirano sa CTVb, je takođe klasičan pristup, specifično za kvalitativne studije, naročito ako se kombinuje (a lako može) sa intervju tehnikama. Naravno, kao što je to bio slučaj sa studijama čiji je scenario kodiran sa VDAR, moguće je proširiti ovakav pristup sa eksperimentalnim pristupom kao što je slučaj sa (Sedig i ostali 2003; Sajaniemi i Kuittinen 2004). Kada su u pitanju svakodnevne vizuelizacije čije se informacije iščitavaju ovlašnim posmatranjem (Pousman, Stasko, i Mateas 2007) kvalitativne studije su često jedini mogući izbor. Primer ovoga je studija ambijentalnih displeja za vizuelizacije reda vožnje (Skog, Ljungblad, i Holmquist 2003) koja se oslanjala na osmatranje bez interakcije ljudi koji sistem koriste i na *post festum* intervjue korisnika. Sličan primer su studije muzejskih displeja (Viégas i ostali 2004) i instalacija u galerijama (Hinrichs, Schmidt, i Carpendale 2008), gde ovaj drugi koristi potpuno ne-interaktivni opservacioni pristup baziran na otvorenom kodiranju posmatranog ponašanja. Ovakvi pristupi su apsolutno neophodni u bilo kom slučaju gde se analiziraju podaci koji su predstavljeni ambijentalnim displejima, te gde je neophodno analizirati kako korisnici koriste te podatke na potpuno prirodan način.

Studije kodirane sa CDA proučavaju da li alat/tehnika dozvoljava saradnju i kolaboraciju, bilo u formi kolaborativne analize ili kolaborativnog donošenja odluka. Kolaborativna analiza podataka se razlikuje od analize jednog korisnika u tome što, ne samo da se analiza odvija paralelno kod više učesnika nego da je neophodan deo procesa analize sinhronizacija između učesnika budući da je cilj često *zajednički* uvid, rezultat, ili odluka. Analiza kolaborativnih sistema ovakve prirode počiva na razumevanju razlike između ciljnog rada i timskog rada (Pinelle i Gutwin 2002). Ciljni rad je rad koji se preduzima da bi se ispunili osnovni zadaci pred upotrebom alata koji se evaluira. Timski rad obuhvata neophodne akte da bi se radilo u timu, što uključuje komunikaciju, sinhronizaciju, i pregovore.

CDA kodirane studije mogu imati veoma raznolike željene rezultate. Najčeće CDA studija pokušava da proizvede kompletnije i celovitije razumevanje procesa grupnog rada ili upotrebe alata tokom kolaboracije gde je cilj da se pomoću ovog razumevanja stigne do konkretnih sugestija o dizajnu. Opšteprihvaćeno je (Neale, Carroll, i Rosson 2004) da je studija rada u timu naročito teška zato što, prvo, takav rad prirodno uključuje više kompleksno povezanih promenljivih, i drugo, zato što je logistika takve evaluacije zbog potrebe da se ne samo ima više učesnika, nego i učesnika u timovima mnogo kompleksnija. Ovo je glavni razlog zašto literatura sadrži toliko malo primera CDA kodiranih studija.

CDA kodirani pristup studiji tehnika vizuelizacije odnosno alata odgovornih za njihovo prikazivanje i/ili generaciju vodi do sledećih pitanja:

- Da li alat podržava efektivnu i efikasnu kolaborativnu analizu podataka?
- Da li alat podržava i stimuliše grupnu analizu i spoznaju?
- Da li alat podržava grupni uvid opisan kroz studije razmišljanja na nivou grupe(Caldeira 2008; Palermos 2016)?
- Da li je omogućeno i olakšano socijalno opštenje oko podataka?
- Kako se, praktično, upotrebljava sistem za kolaborativnu vizuelizaciju?

Zbog malog broja studija u literaturi, ima malo pristupa CDA-u koji su atestirani. Uprkos ovom ograničenju moguće je ekstrapolirati šta su verovatni eventualni pristupi kroz analizu rada na softverskim sistemima za kompjuterski-podržan kolaborativan rad (eng. *Computer-Supported Cooperative Work*, odnosno CSCW). Proučavanja CSCW sistema imaju mnogo dužu tradiciju i bogatu paletu alata za skupljanje informacija i proučavanje(Neale, Carroll, i Rosson 2004; Pinelle i Gutwin 2002). Glavni uvid koji CSCW proučavanja pružaju jeste da je kontekst u kome je kolaborativni rad implementiran od ključne važnosti, to jest, da za razumevanje prirode kolaborativnog rada, on mora da bude u svom pravom okruženju(Grudin 1988; Neale, Carroll, i Rosson 2004; Twidale, Randall, i Bentley 1994). Uprkos tome, postoje i studije koje ukazuju na to da, iako je kontekst važan, je moguće posmatrati određene elemente kolaborativnog rada, naročito u fazi povoja, u veštačkom kontekstu(Pinelle, Gutwin, i Greenberg 2003; Twidale, Randall, i Bentley 1994).

Uzimajući tu ekstrapolaciju u obzir, pristupi karakteristični za CDA su heurističke evaluacije, analize zapisa, i laboratorijsko-terenske opservacije. Heurističke evaluacije, kodirane sa CDAA, su i ranije diskutovane u kontekstu evaluacije sistema baziranih na vizuelizaciji(Tory i Moller 2005; Zuk i ostali 2006), mada je naravno glavni izazov nalaženje odgovarajućeg skupa heuristika, naročito za vizuelizacije. Postoje u literaturi heuristike namenjene oceni efektnosti i efikasnosti kolaboracije razvijene do nivoa predloga(Baker, Greenberg, i Gutwin 2001) i bazirane na takozvanim mehanikama kolaboracije—elementarnim interakcijama niskog nivoa koje sistem mora podržavati da bi kolaboracija bila moguća(Gutwin i Greenberg 2000; Pinelle i Gutwin 2002). Druge moguće evaluacije su one bazirane na uticaju fizičkog mesta primene kolaborativnog sistema na društvene aktivnosti(Greenberg i ostali 1999; Drury i Williams 2002).

Alternativa koja je manje podložna optužbama pristrasnosti i proizvoljnosti—budući da nijedno od pomenutih heurističkih rešenja nije opšteprihvaćeno—jeste analiza zapisa, kodirana sa CDAB, koja zasniva svoje uvide na telemetriji alata koji se koriste—najčešće baš web-zasnovanih alata za vizuelizaciju podataka(Viegas i ostali 2007; Heer, Viégas, i Wattenberg 2009). Priroda ovako skupljenih telemetrija jeste da dovode i do kvalitativnih opisa ponašanja korisnika kao i do potkrepljenih statistika koje opisuju njihovo ponašanje. Ovakve studije, takođe, imaju tu prednost što su relativno lake za sprovođenje uzimajući u obzir znatne logističke probleme studija koje zahtevaju direktno osmatranje korisnika. Naročito je lako koristiti isti alat koji skuplja telemetriju da sprovede ankete i intervju korisnika(Heer, Viégas, i Wattenberg 2009). Ono što sprečava da ovaj pristup bude evaluiran kao jasno najbolji jeste to što ne otkriva jasno interakciju između učesnika, budući da ta forma interakcija ne stvara telemetrijski trag u zapisima sistema.

Terenske i laboratorijske opservacije, kodirane sa CDAC, predstavljaju manje-više univerzalno primenljiv pristup za skupljanje kvalitativnih podataka i imaju dugu tradiciju unutar CSCW proučavanja(Greenberg i ostali 1999; Greenberg 2008) kombinovani sa beleženjem aktivnosti korisnika, anketama, i intervjuima(P. Isenberg i ostali 2010; Mahyar, Sarvghad, i Tory 2010). Efektnost grupnog rada tokom ovakvih studija se može meriti koristeći skalu razvijenu kroz delovanje konferencije o vizuelnoj analitici u nauci i tehnologiji poznatoj kao VAST skala(P. Isenberg i ostali 2010; Costello i ostali 2009). VAST skala služi kao zamena vremena i tačnosti koji

su često glavna mera efektnosti u oblaci evaluacije tehnika vizuelizacije kao što je slučaj u (P. Isenberg i ostali 2009; Mark i Kobsa 2005).

Studije kodirane sa UP proučavaju kako specifične osobine alata/tehnike pod evaluacijom utiču na performanse korisnika. Performanse korisnika su tipično merene vremenom neophodnim za analizu i stopom grešaka napravljenim tokom rada, mada je moguće analizirati i subjektivne performanse—ovo predstavlja tačku (jednu od mnogih) gde se UP scenariji preklapaju sa UE scenarijima, ali je moguće razlučiti ih po tome što u slučaju UP studija subjektivne mere su i dalje objektivno *kvantifikovane* i podložne jednako rigoroznim tehnikama evaluacije. Ishod UP studije je najčešće statistička analiza metrika koristeći standardne tehnike bilo istraživačke statistike, bilo statistike bazirane na testiranju hipoteza.

UP pristup prirodno vodi do određenih pitanja evaluacije koji su takve prirode da su prilično rigidni i gotovo uvek jasno definisani pre početka studije ne bi li testiranje hipoteze bilo moguće. Fundamentalno, UP prepoznaje samo dva tipa pitanja:

- Šta su granice ljudske vizuelne percepcije i kognicije za neku specificiranu vrstu vizuelnog kodiranja odnosno tehnike interakcije?
- Kako se jedna vizuelizaciona tehnika može porediti sa drugom koristeći ljudske performanse kao aršin?

Studije koje koriste UP-kodirani scenario imaju tipično samo dva pristupa, kontrolisane eksperimente i terenske zapise, od kojih je prvi daleko značajniji. U velikoj meri, kontrolisani eksperimenti, kodirani sa UPa, su primarni metod UP scenarija i neophodni su da bi se na kvantitativna evaluaciona pitanja moglo odgovoriti na način koji je precizan i statistički značajan. Da bi ovakvi eksperimenti mogli da se sprovedu neophodno je sprovesti evaluacije sa visokom preciznošću.

Tipično, eksperimentalni dizajn je takav da se veoma mali broj promenljivih menja između eksperimentalnih scenarija. Ovo omogućava da se efekat svake intervencije izmeri (McGrath 1995; S. Carpendale 2008) tako da rezultat merenja nije kontaminiran uticajem drugih promenljivih. Bilo koji kontrolisani eksperiment zahteva da se stvarni zadaci iz stvarnog sveta i svakodnevnog rada apstrahuju do te mere da se individualne osobine tih zadataka mogu nezavisno varirati na načine koji su podložni eksperimentalnom dizajnu i statističkoj analizi (Plaisant 2004). Pošto je neophodan relativno veliki broj učesnika, veoma često to nisu stručnjaci te se zadaci moraju apstrahovati još više da bi se izbegla potreba za domenskim znanjem. Svaki korak apstrakcije mora, bez izuzetka, žrtvovati neku meru realizma, te izgubiti određenu meru moći razlučivanja.

UP kodirani scenariji mogu da se sprovede iz veoma raznolikih pobuda koje, prirodno, znatno informišu prirodu eksperimentalnog protokola. Česta namena jeste da se proučavaju granice percepcije i kognitivnih mogućnosti ljudskih bića da bi se time bolje definisao problem dizajna vizuelizacije odnosno vizuelizacione tehnike kao takav. Ovakve studije, onda, proizvode kao svoj cilj uvid u ljudske mogućnosti te, iz tog uvida, modele percepcije i sugestije dizajna. Primeri ovog pristupa uključuju detaljnu studiju prostora mogućnosti kada je u pitanju upotreba dimenzionalnosti i bojenja da bi se predstavili prostorno-raspoređeni podaci (Tory i ostali 2007), studiju pokreta kao zamene za prostornu dimenziju (Bartram i Ware 2002), i studiju predstavljanja podataka kroz animirane veze između tradicionalnih vizuelizacija mirne slike (Heer i Robertson 2007).

Drugi razlog za proučavanje granica ljudske percepcije jeste da se otkrije kako različite okolnosti utiču na performanse iste vizuelizacije. Pretpostavka jeste da se ista tehnika vizuelizacije uvek

isto ponaša, ali to nije nužno garantovano. Okolnosti pri kojima se neka vizuelizacija posmatra mogu da drastično utiču na njenu učinkovitost. To mogu biti čisto tehničke stvari kao što je skalabilnost tehnike za različite rezolucije(Yost i North 2006) ili otpornost rezultata vizuelizacione tehnike, odnosno vizuelizacije u strogom značenju, na transformacije kao što su rotacija, skaliranje, i deformacije anamorfnihi sočiva(Lam, Rensink, i Munzner 2006).

Drugi glavni evaluacioni cilj studija koje koriste UP scenario su direktno upoređivanje novog sistema ili tehnike sa postojećim. Ovo može da bude izvor novih podataka ako tehnike koje se upoređuju imaju nešto različito što se smisljeno može kvantifikovati i pretvoriti u eksperimentalni slučaj, a može i služiti za prostu validaciju novih ideja. Ova druga forma se naročito lako i prirodno primenjuje u slučajima kada je nova tehnika opslužena novim alatom baziranim na vizuelizaciji kao što je slučaj kada je ovim pristupom evaluiran novi tip vizuelizacije hijerarhijskih podataka, SpaceTree, tako što je poređen sa postojećim rešenjima kao što je linearna vizuelizacija stabla i hiperbolična vizuelizacija stabla kroz mnogobrojne zadatke navigacije i pronalaženja čvora po nekakvom kriterijumu(Plaisant, Grosjean, i Bederson 2003). Sličan primer jeste poređenje eksperimentalnih tehnika za MDV u okviru klasične kontrolisane studije izmerenog uvida kroz tačnost odgovora(Livingston, Decker, i Ai 2012) (mada na vrlo ograničenom skupu od 12 učesnika) ili poređenje automatizovane tehnike za biranje ciljnih zapremina u 3D medicinskoj vizuelizaciji sa ručnim intervencijama korisnika(Wiebel i ostali 2012).

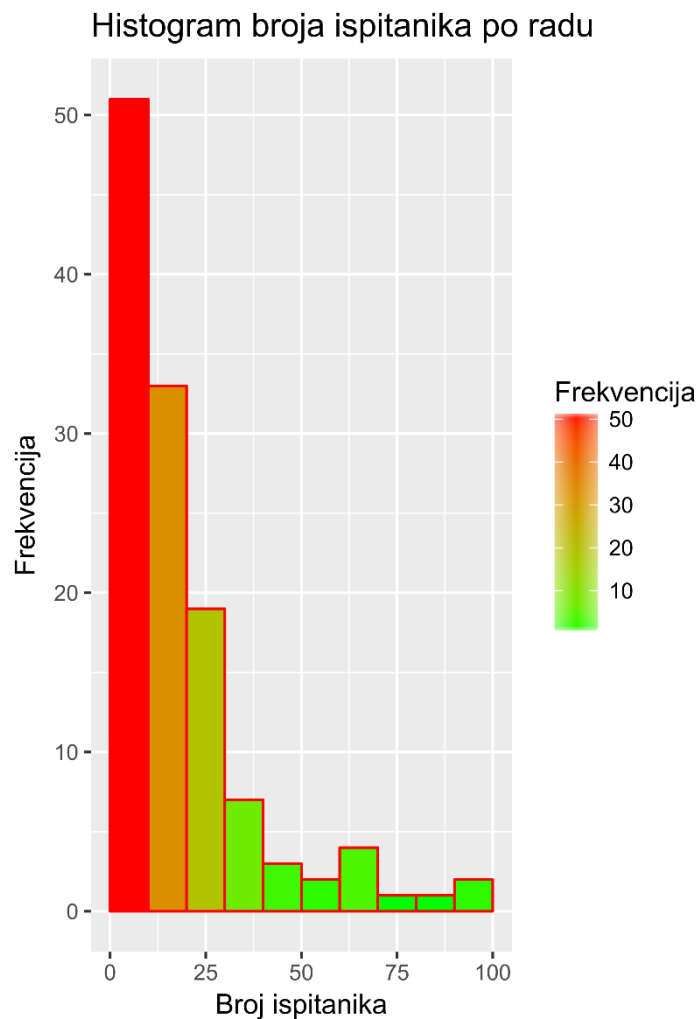
Bez obzira koji je pod-cilj ovakve studije, metrike koje se prate su gotovo uvek iste: vreme neophodno da se nekakva odluka donese i tačnost donete odluke. Ovo su stavke koje se lako mere i koje imaju veliku moć da opišu kakvoću performansi, ali za neke svrhe korisno je istražiti alternative. Dominantna u literaturi je alternativa korišćenja *pamćenja* kao mere performansi korisnika u nekakvom sistemu baziranom na vizuelizacijama. Ideja je da se vidi kako različite tehnike vizuelizacije, te alati koji se koriste i okolnosti njihove upotrebe utiču na to koliko dugo učesnici pamte uvide stečene tokom upotrebe sistema koji se analizira. Ovo je forma studije koja je bliska CTV-kodiranim scenarijima, budući da je pamćenje uvida naročito bitno u upotrebi vizuelizacije u obrazovanju. Merenje zaboravljanja je naročito pogodno budući da oblast eksperimentalne psihologije ima detaljno razumevanje zaboravljanja kod ljudi(Averell i Heathcote 2011), što znači da se izmereno zaboravljanje može lako staviti u kontekst očekivanog ponašanja. U literaturi, studije koje upotrebljavaju ovakve nekonvencionalne metrike su često predstavljene u dva dela: inicijalnu studiju(Robertson i ostali 1998) praćenu sa kasnijom studijom posle nekog fiksnog intervala(Czerwinski i ostali 1999).

Terenski zapisi, kodirani sa UPb, funkcionišu kao i analize zapisa u CDA, recimo, sa tom ključnom razlikom da, uzimajući u obzir prirodu UP-kodiranih scenarija, akcent se stavlja na kvantifikaciju ponašanja korisnika kroz beleženje telemetrije. Drugim rečima, ideja je ista kao i kod kontrolisanih eksperimenata: što više ispitanika, objektivne metrike, i statistička analiza koja je čak i više primenljiva u ovom slučaju budući da automatsko beleženje telemetrije proizvodi ogromne uzorke. Uzorci u slučaju analize zapisa mogu biti toliko veliki, štaviše, da dozvole upotrebu istraživačkih statističkih metoda. U literaturi ovakav pristup se koristio u evaluaciji postojećih alata za vizuelizaciju(Mackinlay, Hanrahan, i Stolte 2007), kao i za praćenje efekta dizajnerskih odluka u dizjenu ManyEyes alata pošto je on dat na eksploataciju(Viegas i ostali 2007).

Kao što je pominjano ranije, zbog potrebe za većim brojem korisnika često je neophodno naći učesnike ovakvih studija među opštim stanovništvom. Kao što je tradicionalno u akademskim istraživanjima, ovo su često studenti(Druckman i Kam 2011). Studenti apsolutno *nisu* reprezentativni uzorak opšte populacije niti su često pandan ekspertima za koje je veliki broj vizuelizacija namenjen, te upotreba isključivo studenata može izazvati probleme koje je teško

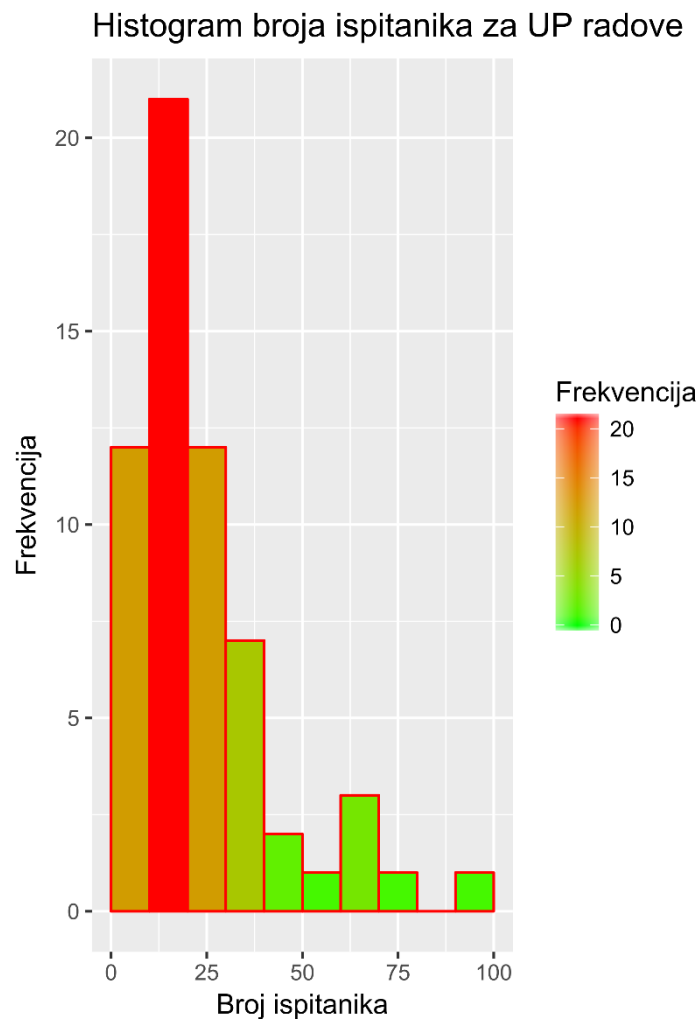
kasnije dijagnostifikovati. Jedno od rešenja ovog problema jeste da se studije sprovede na internetu koristeći servise za distribuirano pružanje usluga kao što je Amazonov „Mehanički Turčin.“ Ovo je pristup koji je izuzetno moćan, ima veliki potencijal, i atestiran je u literaturi (Heer i Bostock 2010; Kittur, Chi, i Suh 2008). Mana ovakvog pristupa jeste u tome što je interakcija izuzetno anonimizirana što znači da je nemoguće pratiti učesnike studije na duže staze. Ovo ne samo da otežava ranije pomenute protokole bazirane na pamćenju, već čini nemogućim pristup uzimanja u obzir individualnih razlika u navikama, sposobnostima, i prohtevima među ispitanicima (C. Chen i Yu 2000). Primer ovog pristupa jeste rad u analizi LifeLine vizuelizacionog rešenja gde je izmerena sposobnost korisnika za prostornu maštu, te je onda ova mera korelirana sa prohtevima korisnika u prikazu podataka o ličnoj istoriji (Alonso i ostali 1998).

Broj učesnika studije je ključan faktor u studijama koje koriste kontrolisane eksperimente i slične pristupe, naročito onih čiji je evaluacioni scenario kodiran sa UP. Impuls je uvek da se, sa jedne strane, nabavi veći broj učesnika zbog povećane statističke moći tako dizajniranog eksperimenta, dok logistički problemi dovode do oprečnog impulsa, to jest, da se broj učesnika svede na najmanju moguću meru. Uputno bi bilo analizirati broj učesnika studija u literaturi da bi se ustanovilo koji su standardi i koji potencijalni problemi u ovoj oblasti. Slika 5.3.1 sadrži histogram broja ispitanika u studijama iz skupa podataka Lem-Ajzenberg, dodatak F.



Slika 5.3.1. Histogram frekvencija broja ispitanika kod studija koje su registrovale svoju veličinu uzorka. (n=133).

Može se jasno videti da većina radova radi sa uzorcima ispod 25, dovoljno malim da je čak nemoguće primeniti teoremu centralne granice, a kamoli dobiti bilo šta osim najgrubljih formi statističke obrade. Situacija se ne menja drastično u slučaju da se posmatraju samo UP-kodirane studije, kao na slici 5.3.2.



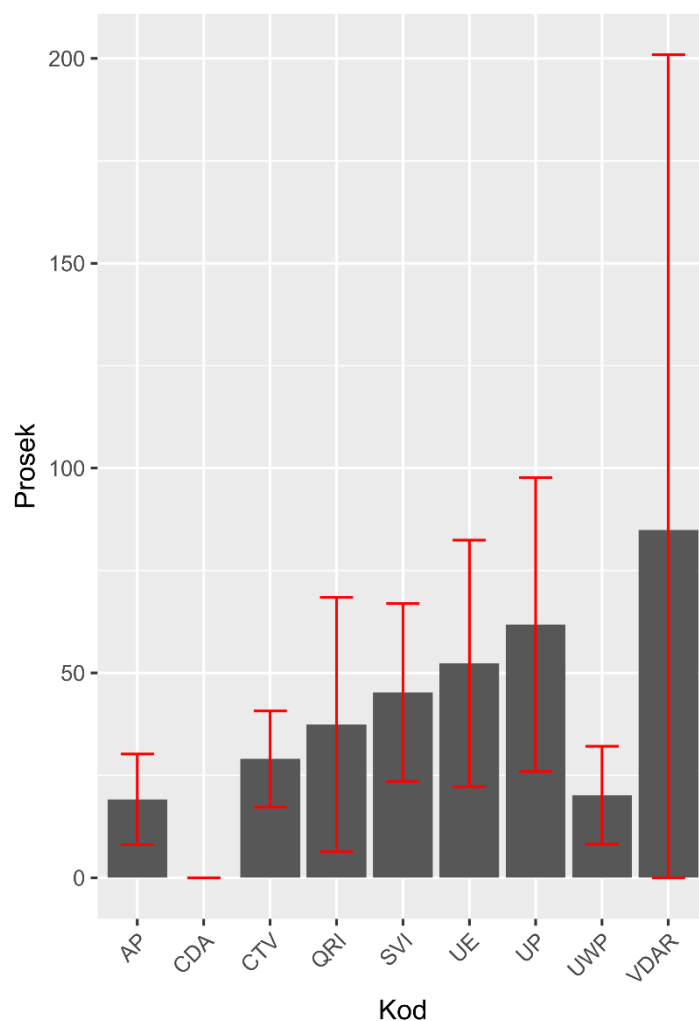
Slika 5.3.2. Histogram frekvencija broja ispitanika kod studija koje su registrovale svoju veličinu uzorka i kodirane su sa UP. ($n=67$).

Slika 5.3.2 pokazuje da, iako UP scenario implicira mnogo više truda uloženog u kvantitativnu formu analize, studije imaju hronično mali broj ispitanika i teže malom broju ispitanika. Prosek na nivou celog uzorka je 45.22, a standardna devijacija 127.71, sa predvidivo velikim 95% intervalom poverenja, od 23.51-66.92, što se odlikuje i u velikoj razlici između medijane i proseka, budući da je medijan uzorka 15. Deskriptivni parametri za različite scenarije su vidljivi na tabeli 5.3.1.

Tabela 5.3.1 Deskriptivni parametri za broj ispitanika za uzorak (Lam i ostali 2012; T. Isenberg i ostali 2013) (veličina n varijabilna).

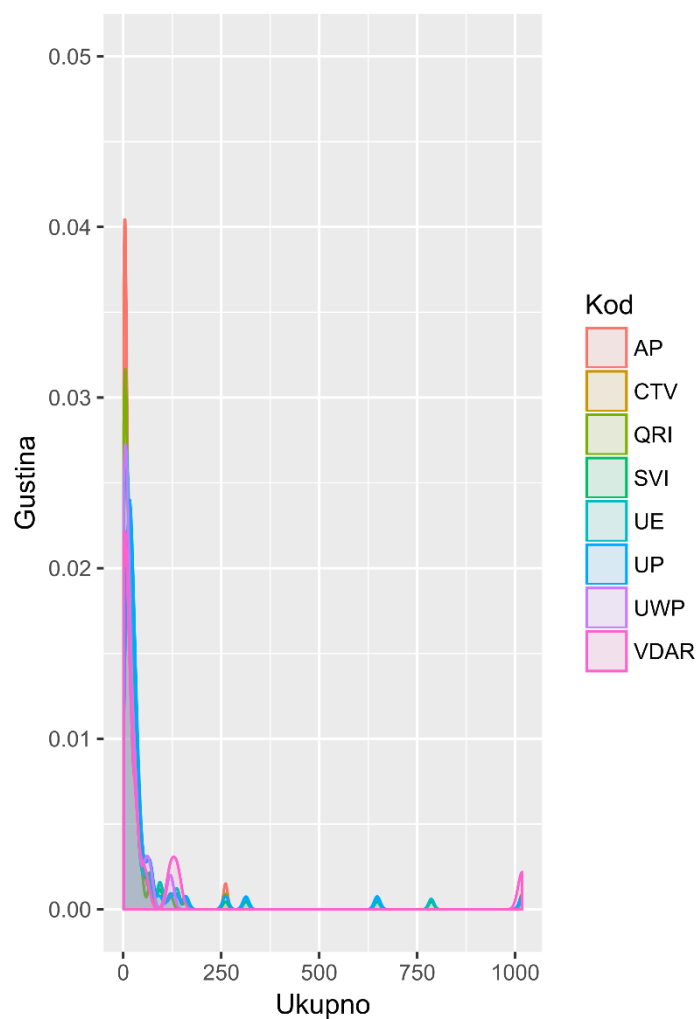
Kod	Donji prag	Procena ispitanika	Gornji prag	Medijana	Uzorak
UWP	8.18	20.14	32.09	9.5	22
VDAR	0	84.88	200.87	6	17
CTV	17.24	29.00	40.76	29	2
CDA	/	/	/	/	0
UP	25.92	61.81	97.69	22	67
UE	22.24	52.33	82.42	14.5	94
AP	8.05	19.13	30.20	6	48
QRI	6.45	37.44	68.42	9.5	66
Svi	23.51	45.22	66.92	15	133

Ono što tabela pokazuje, jeste da VDAR ima disproporcijalno veliki prosek u odnosu na ostale, što je indikator istovremeno, relativno malog uzorka što znači da ekstremne vrednosti imaju veći efekat, ali i toga da su VDAR studije bolje opremljene ispitanicima. Budući da VDAR funkcije zahtevaju ispitanike i puno truda u logistici njihovog ispitivanja, ovo ima nekog smisla. Dalje, dobro se pokazuju i UP studije, budući da su takve studje ekstremno zavisne od učesnika i statističke analize što ih tera da budu kvalitetnije. Poređenje tipova studija po broju ispitanika se najbolje može oceniti vizuelno, na slici 5.3.3. gde se jasno vidi kroz ponašanje procena greške, da nema značajnih razlika, budući da se sve procene greške preklapaju sugerišući, grubo ali pouzdano, da nema smisla testirati hipotezu različitosti.



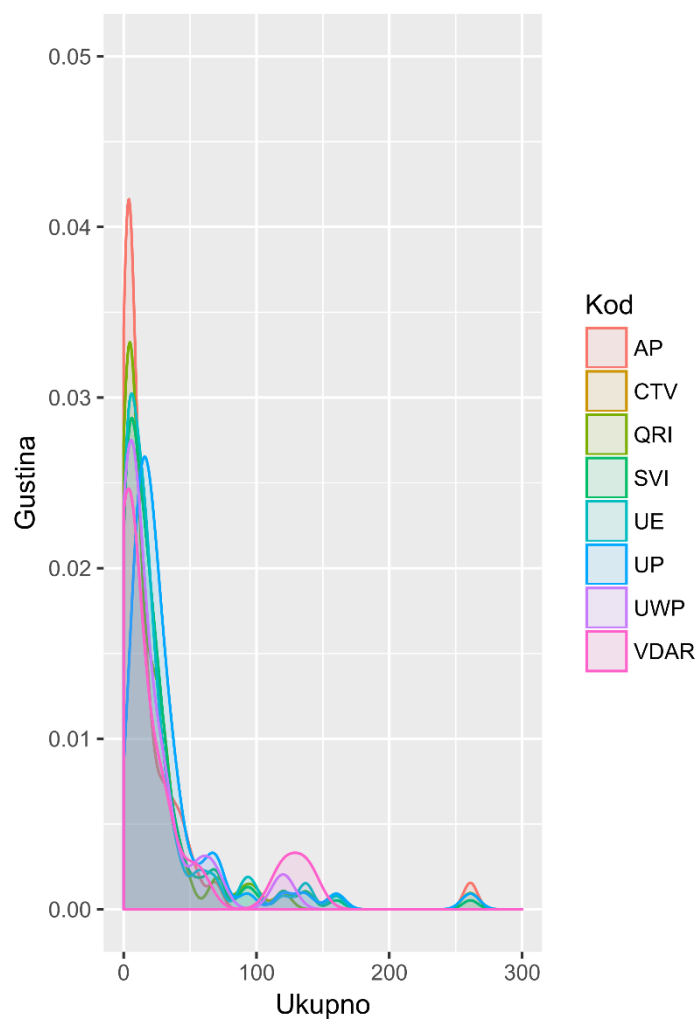
Slika 5.3.3. Procena prosečnog broja ispitanika za studije uz 95% intervale poverenja. Veličina uzorka varijabilna. SVI je kod za sve studije uzete zajedno.

Ali ono što tabela 5.3.1 i slika 5.3.3 pokazuju pre svega, jeste da se prosečnim vrednostima ne može osobito verovati i da velika većina radova teži izuzetno malim uzorcima. Prva činjenica koja nas tera da posumnjamo u proseke jeste da relativno mali broj studija koje nisu UP, UE, AP, i QRI imaju ispitanike. Rezultati za CDA i CTV se mogu odbaciti kao irelevantni zbog previše malog uzorka, a rezultati za UWP i VDAR su sumnjivi iz istog razloga i zbog, očigledno, ogromnog koeficijenta viška što dovodi do krivostrane distribucije koja ispoljava ekstremnu leptokurtozu. Čak i scenariji koji imaju veći uzorak imaju iste probleme. Koeficijent viška za celu distribuciju je 34.77, a rekonstruisana kriva gustine verovatnoće vidljiva na slici 5.3.4 pokazuje da manje više svi scenariji imaju istu distribuciju koja odgovara prenaplašenim krajevima i ogromnu tendenciju ka manjim vrednostima.



Slika 5.3.4. Rekonstruisana gustina verovatnoće za broj učesnika. SVI je kod za sve studije uzete zajedno.

Ono što je očigledno ovde jeste da su distribucije dominirane ekstremnim vrednostima ka ivicama distribucije, ali čak i kada se te ekstremne vrednosti eliminišu, kao na slici 5.3.5, situacija se ne popravlja značajno, i jedino što može da se zaključi, fundamentalno, jeste da izuzimajući par studija sa ogromnim brojem učesnika, studije u literaturi imaju izuzetno mali broj učesnika, ukazujući na potencijalan problem u dizjenu.



Slika 5.3.5. Rekonstruisana gustina verovatnoće za broj učesnika sa eliminisanim ekstremnim vrednostima. SVI je kod za sve studije uzete zajedno.

Evaluacije kodirane sa UE proučavaju subjektivan utisak korisnika i njihova mišljenja u pisanoj ili usmenoj formi bez obzira da li su ta mišljenja i ti utisci rezultat pitanja istraživača ili ne. Cilj evaluacija koje su bazirane na ovom scenariju je da se razume kako ljudi reaguju na vizuelizaciju, odnosno, vizuelizacionu tehniku, odnosno alat zasnovan na vizuelizacijama. To saznanje može biti ograničeno na ma koji interval vremena: i dugačak i kratak, a termin 'vizuelizacija' može se odnositi na vizuelizaciju/tehniku/alat u bilo kojoj fazi konstrukcije, od inicijalne skice do gotovog proizvoda. Namena jeste da se razume u kojoj meri vizuelizacija (*sensu lato*) podržava namenjene zadatke sa tačke gledišta učesnika studije kao korisnika, i da na osnovu odgovora na ovo pitanje stekne saznanja o zahtevima i potrebama. Evaluacije kodirane sa UE proizvode subjektivne rezultate utoliko ukoliko je sve što je u takvoj studiji sakupljeno jeste rezultat nužno subjektivnih utisaka i odgovora korisnika. Uprkos tome, moguće je te subjektivne utiske ponekad objektivno izmeriti ako se umesto intervjuja korisnika koriste specijalizovani senzori koji hvataju fiziološku reakciju korisnika koja se onda može mapirati na nekakvo subjektivno psihološko iskustvo (Mandryk 2005). Primer ovakvog pristupa jeste vrlo plodna primena senzora pokreta oka (već pominjanih u sekciji 4.2) u studijama upotrebljivosti kao što je slučaj u (Poole i Ball 2006).

UE i UP su u mnogo čemu srodni i, dosta UP mera postoje praktično nepromenjene u UE sa tom (ključnom) razlikom da se sada skuplja ne nužno činjenično stanje već utisak korisnika o tome šta to činjenično stanje jeste. To su mere kao što su opažena efektnost, opažena efikasnost, i

opažena tačnost koje mogu pokazati, recimo, koliko vizuelizacija kod svog korisnika budi samopouzdanje i da li je to samopouzdanje lažno ili tačno. Postoje i mere koje nemaju jasan pandan u UP studijama kao što je zadovoljstvo primene, poverenje, i specifičan utisak o pojedinačnim osobinama vizuelizacije. Važno je podcrtati razliku između UE, UP, VDAR, i UWP scenarija evaluacije vizuelizacionih tehnika, budući da oni, na prvi pogled, mogu da izgledaju veoma slično. Razlika je predominantno u ciljevima.

UP studije su, uglavnom, namenjene proizvodnji rezultata koji se mogu generalizovati i reprodukovati i koji predstavljaju opšte rezultate na polju vizuelizacije. UE studije imaju mnogo uži a dublji fokus, budući a su fokusirane vrlo specifično na to da odgovaraju na pitanja o jednoj vrlo specifičnoj vizuelizaciji sa ciljem modifikacije dizajna te vizuelizacije, tehnike koja ju je proizvela, ili alata koji joj pruža podršku. Razlika između VDAR i UE leži u akcentu: VDAR baca akcent na konačni ishod upotrebe vizuelizacije u procesu analize podataka i na rezonovanje koje je do tog ishoda vodi. UE, sa druge strane, nema taj akcent na svrhu procesa, nego obraća pažnju poglavito na iskustva korisnika iz jednog momenta u drugi. UWP je, po svojim karakterističnim pristupima, najbliži UE. Razlika je u predmetu studije. UWP je zainteresovan za korisnike, domen, i okruženje, dok je UE, pre svega, zainteresovan za usko one utiske i iskustva korisnika koje se odnose specifično na upotrebu jedne specifične vizuelizacije.

Glavno pitanje studija kodiranih sa UE jeste šta korisnici misle o testiranoj vizuelizaciji. Specifičnije, pitanja su:

- Koje osobine korisnici vide kao korisne?
- Koje osobine nedostaju korisnicima?
- Koje osobine se mogu promeniti da bolje podrže radne procese i kako?
- Da li postoje ograničenja postojećeg sistema koja otežavaju njegovo usvajanje?
- Da li je alat lako razumljiv i lak za učenje?

UE kodirane studije su raznovrsne po svojoj prirodi. Mogu da se bave razumevanjem utisaka malog broja korisnika ali vrlo detaljno, ili da proučavaju utiske velikog broja korisnika relativno površno, ali na način koji proizvodi statistički značajne rezultate. Druga dimenzija po kojoj studije kodirane sa UE variraju jeste vremenski rok: postoje kratkoročne i dugoročne studije. I kratkoročne i dugoročne studije su validne, ali analiziraju različite stvari. Kratkoročne mogu pružiti uvid u prve utiske i u mogućnosti eventualnog usvajanja, dok dugoročne pomažu da se otkriju problemi zrele eksploatacije i da se izmere stope usvajanja. Dalje, u nekim studijama, podaci koji formiraju osnovu studije su pribavljeni za vreme same upotrebe vizuelizacije, dok su u drugima to utisci koji se pribavljaju kasnije te prirodno imaju retrospektivnu formu. Podaci mogu da budu proizvod rada eksperta koji analizira i interpretira ponašanje korisnika ili da potiču od korisnika samih i budu obojeni—u pozitivnom i negativnom smislu—njihovim ličnim osobinama. Pristupi koji slede iz ovih varijacija su neobavezne evaluacije, testovi upotrebljivosti, terenska osmatranja, i laboratorijski upiti.

Neobavezne evaluacije, kodirane sa UEa, su neformalna i često preliminarna ispitivanja prvih reakcija korisnika na nekakav sistem. Tipično se obavljaju tako što se vizuelizacija demonstrira grupi domenskih eksperata, te im se dozvoli da slobodno interaguju sa sistemom u okvirima nekakvog scenarija ili da posmatraju ponašanje sistema u nekom planiranom scenariju koji sprovodi dizajner ili predstavnik dizajnera. Ovaj pristup je vrlo sličan testu upotrebljivosti sa tom, ključnom, razlikom da nema unapred definisane liste zadataka niti bilo kakvog strukturiranog scenarija evaluacije. Ovo je veoma jednostavna forma evaluacije i to je čini čestom (Eccles i ostali 2008; Janoos i ostali 2007; Song, Curran, i Sterritt 2004; Dwyer i Gallagher 2004; Lundstrom i ostali 2011). Navedene studije su koristile ovu tehniku da pokušaju da prikupe podatke o

intuitivnosti, funkcionalnosti, i upotrebljivosti, kao i da identifikuju greške u dizajnu, i načine na koje se alat odnosno vizuelizaciona tehnika može implementirati.

Test upotrebljivosti, kodiran sa UEB, je, u velikoj meri, formalizovana verzija prethodnog. Izvodi se tako što se posmatra kako učesnici obavljaju skup unapred definisanih zadataka. U svakoj sesiji ovoga evaluatori vode beleške, strukturirane u većoj ili manjoj meri, koje prate interesantna ponašanja, ili vokalizovane komentare korisnika, kao i veće probleme u interakciji. Skup zadataka je delo dizajnera i proističe iz onih osobina sistema koje se smatraju naročito bitnim. Za razliku od drugih manje formalnih pristupa koji rade, fundamentalno, istu stvar, zadaci i materijali koji pomažu da se o njima skupljaju detalji se pripremaju vrlo pažljivo i vrlo formalno. Glavni zadatak ovakvog pristupa UE-scenariju je da se u nekakvom prototipu koji se testira uoče mane (Greenberg i Buxton 2008). Jednako, može da se koristi kao deo inženjeringa zahteva, da bi se otkrili zahtevi koje korisnici imaju prema sistemu. Primer studije koja je radila i jedno i drugo je (Wongsuphasawat i Shneiderman 2009) u kojoj su ciljevi bili da se, u rečima same studije „ispita sposobnost učenja,“ „procene prednosti,“ „posmatraju strategije korisnika.“

Terenska osmatranja, kodirana sa UEC, se intenzivno koriste u mnogim scenarijima i pristupima i, u ovom slučaju, vrlo su slična testovima upotrebljivosti sa tom razlikom da su zadaci mnogo manje detaljno definisani zato što se svo osmatranje vrši tokom svakodnevne, prave upotrebe. Cilj ovakvog pristupa je isti kao i kod testa upotrebljivosti uz dodatno ograničenje da podaci moraju biti autentični. Često, ovo služi i da se postojeći sistem poboljša. Forma podataka koji se ekstrahuju iz studije koja poštuje ovakav pristup može biti identična kao i kod studije upotrebljivosti ali je češće manje formalna i opisuje obrasce ponašanja i utisaka koji spontano i neočekivano slede iz nepredvidivih interakcija između korisnika i sistema uz prisustvo stvarnih podataka i stvarnih problema (Heer i Boyd 2005).

Laboratorijski upiti, kodirani sa UED, su, u stvari, pristup dodavanja UE-konzistentnih upita kontrolisanim eksperimentima u okviru UP-kodiranog istraživanja—pristupa UPa—te ih je nemoguće razlikovati u pristupu od takvih UP studija.

Studije kodirane sa AP proučavaju performanse i kvalitet vizuelizacionih algoritama tako što podvrgnu analizi sam izlaz algoritma (tipično mirnu sliku) koristeći kvantitativnu metodologiju. Vizuelizacioni algoritam, za potrebe ovog kodiranja, se definiše kao algoritam koji optimizuje vizuelni prikaz informacija na osnovu datog cilja vizuelizacija.

Cilj evaluacija kodiranih sa AP jeste da, prvo, pokažu kakvi su rezultati jedne tehnike u odnosu na odabrane alternative i, drugo, da istraže granice algoritma. Pod granicama algoritma misli se na kompleksnost algoritma u skladu sa veličinom ulaznog skupa podataka a u odnosu na procesorsko vreme, memoriju, i U/I operacije. Granice algoritma se odnose takođe i na granične *slučajeve* algoritma, odnosno na posebne kombinacije ulaza i podešavanja koji mogu potencijalno dovesti to neželjenog ili, barem, neočekivanog ponašanja. Evaluacija algoritama se može odnositi, dakle, na kvalitet vizuelizacije ili performanse evaluacije ili oboje. Performanse su mnogo lakše za analizu ovim scenarijom budući da je problem evaluacije performansi softvera temeljno proučavan (Saxena i ostali 2009; Weise 2017). Evaluacija kvaliteta, sa druge strane, zahteva primenu nekakvih metrika za kvalitet koji se mogu mašinski evaluirati i, naravno, zavisi intenzivno od validnosti tih metrika.

Evaluaciona pitanja koja slede iz osobina i ograničenja AP scenarija su:

- Koji algoritam bolje prikazuje karakteristike podataka koje su predmet interesovanja?
- Koji algoritam pruža istinsku reprezentaciju podataka?
- Koji algoritam proizvodi najmanje prenatrpan i vizuelno zašumljen prikaz?
- Da li je algoritam brži od trenutno najboljih tehnika i pod kojim okolnostima?

- Kako se algoritam skalira na kompleksnije situacije?
- Kako algoritam radi u ekstremnim slučajevima?

AP se može sprovoditi na samo dva fundamentalna načina: može se analizirati kvalitet i mogu se analizirati algoritamske performanse. Iako je moguće da jedna studija radi i jedno i drugo, sami pristupi su sasvim disjunktni.

Procena kvaliteta, kodirana sa APa, je informisana, kao pristup, time što dosta vizuelizacionih algoritama koristi ne-trivijalne algoritme da ispuni svoje ciljeve. Da bi se procenila efektnost takvih algoritama, može se koristiti automatska tehnika koja poredi izlaze ili različitih algoritama ili različitih podešavanja istog algoritma. Ovakve automatske tehnike zavise od definisanja tehnika procene kvaliteta mirne slike u funkciji vizuelizacije.

Primer takve metrike jesu mera konzistentnosti i mera efikasne upotrebe. Obe mere su definisane u (Hao i ostali 2008) i prva predstavlja meru promene između piksela za male promene na ulazu (budući da u dobroj vizuelizaciji bi se moglo očekivati da slične vrednosti proizvode slične rezultate), a druga meri koji procenat dostupnih piksela se u stvari koristi za vizuelizaciju. Neke procene koriste mnogo manje opšte mere, kao što je rani rad u (Bederson, Shneiderman, i Wattenberg 2003) koji definiše metriku efikasne raspodele u prikazima hijerarhijskih podataka koristeći analizu rezultujućeg grafikona, ne slike. Druge studije kao što je (J. Chen, MacEachren, i Peuquet 2009; Y. Chen i ostali 2009) definišu apstraktnu metriku kvaliteta baziranu na razumevanju ulaznih podataka kao što je korišćenje tehnika veštačke inteligence da obeleže ulazne podatke, te ocenjivanje istih u tome koliko su različito obeleženi podaci bili daleko u izlazu algoritma, odnosno koliko su isto-obeleženi podaci bili blizu u izlazu algoritma. Sličan pristup je (Schultz i Seidel 2008) koji koristi sintetičke podatke iz kojih se generišu ulazni podaci čija se vizuelizacija onda poredi sa originalom koji je, u ovom slučaju, poznat.

Ocena performansi algoritma, kodirana sa APb, jeste, jednostavno, primena tehnika evaluacije performansi algoritma na specifičan podskup evaluacije algoritama za vizuelizaciju. Primeri uglavnom koriste eksperimente da procene efikasnost algoritma (i, konsekvantno, implementacije algoritma) eksperimentalnim putem uz variranje veličine ulaznih podataka (Artero, de Oliveira, i Levkowitz 2004; Peng, Ward, i Rundensteiner 2004). Novije studije imaju tendenciju da ignorišu zahteve memorije i da svoje performanse procenjuju u frejmovima po sekundi, ako je u pitanju animirana vizuelizacija ili vizuelizacija koja je mirna slika, sama po sebi, ali vizuelizuje podatke koji se mogu brzo menjati. Frejmovi u sekundi su moćna mera brzine, ali zahtevaju rigoroznost koja se ne prati univerzalno. Prvo, radi merodavnosti mere frejmova po sekundi, valja dati brzinu za više različitih scenarija i valja izbegavati nejasne termine kao što su „interaktivne stope frejmova“ što može da bude bilo koji broj frejmova po sekundi. Primer evaluacije koja izveštava o brzini iscrtavanja na korektan način jeste (Lindstrom i Isenburg 2006).

Studije kodirane sa QRI su poseban slučaj. Nisu deo originale Lemove taksonomije, ali su dodate naknadno da bi pokrili scenario koji se često primećivao u literaturi (T. Isenberg i ostali 2013) pokrivajući preko tri četvrtine uzorka, tabela 5.2.1. Ovakve studije nisu evaluacije u tradicionalnom smislu budući da je ispitanik u stvari čitalac rada u kome se QRI scenario koristi. Čitaocu se autor obraća manje-više direktno i, koristeći nekakav primer rezultata sistema koji se evaluira, čitalac se poziva da se složi sa ocenom kvaliteta koju navodi autor rada. Primer bi bilo nešto oblika „Na slici x.y se jasno vidi da naš alat može da jasno prikaže osobinu z iz skupa podataka što drugi postojeći pristupi ne mogu.“ Ovo podseća više na akt retorike nego na iskren pokušaj da se oceni kvalitet nečega. Ipak, vredno je pogledati kako ovaj pristup—koji se može obavljati izolovan, to jest samo na tom jednom algoritmu, ili komparativan, to jest na više

algoritama u paraleli—varira po metodama primene. Istraživači u (T. Isenberg i ostali 2013) su identifikovali tri specifična scenarija: kvalitet slike, vizuelno šifrovanje, i prolaz korak po korak.

Pristup kroz kvalitet slike, kodiran sa QRiA, je kvalitativna diskusija slika koje je proizveo nekakav algoritam za iscrtavanje. Cilj algoritma u razvoju jeste da proizvede slike nekakvog stepena kvaliteta, a evaluacija se sastoji od diskusije da li je algoritam zadovoljio taj cilj kao što je recimo studija u (Nelson, Kirby, i Haines 2011). Vizuelno šifrovanje, kodirano sa QRiB, jeste proces evaluacije novih funkcija za prevođenje stvari u vizuelnu formu. Te funkcije se evaluiraju kroz demonstraciju onoga što mogu da prikažu, potencijalno kroz kontrast sa nekakvim postojećim sistemom (Schultz i Kindlmann 2010). Prolaženje korak po korak, kodirano sa QRiC, evaluira sistem baziran na vizuelizacijama u odnosu na njegove interaktivne elemente, prolazeći kroz njih, korak po korak, i demonstrirajući ponašanje sistema (Waser i ostali 2010) ili koncepte interakcije (S. Bruckner i ostali 2009) i diskutujući njihove vrline i razlike u odnosu na postojeće pristupe.

6. Statističko-eksperimentalna metodologija poređenja

Ovo poglavlje opisuje metod za evaluaciju vizuelizacione tehnike, odnosno sistema baziranog na vizuelizaciji koji je jedan od doprinosa ovog istraživanja. On je primenjiv na opštu evaluaciju vizuelizacija opisanu u petom poglavlju kao što će biti predstavljeno u okviru sekcije 6.1, ali je namenjen da se može koristiti za problem evaluacije uticaja vizuelnog hendikepa na tehniku vizuelizacije odnosno sistem baziran na vizuelizacijama što se može ostvariti jednako dobro kroz pažljivu primenu tehnika opisanih u sekciji 5.3.

Sekcija 6.1 predstavlja metodologiju testa u skladu sa skupljenom građom u sekcijama 5.2 i 5.3, a zatim opisuje eksperimentalni protokol pripreme, sprovođenja i analize testa. Sekcija 6.2 opisuje statistički protokol za analizu podataka.

6.1 Pregled metodologije i protokola testa

Budući da je analiza predstavljena u sekcijama 5.2 i 5.3 bazirana na iscrpnim studijama, nije iznenađenje da je metodologija testa takva da se može opisati u kontekstu taksonomije scenarija testa i pristupa bazirane na radu (Lam i ostali 2012; T. Isenberg i ostali 2013). Vrlo kratko rečeno, eksperimentalni protokol je baziran na više scenarija i pristupa—što je slučaj i sa 43.66% svih radova analiziranih—raspoređenih u dve faze.

Prva faza eksperimentalnog protokola je UP i UE studija, specifično UPa, UEb, i UEd uz određen upliv CTVa pristupa. Detaljnije objašnjeno, prva faza primarno meri performanse korisnika koristeći kontrolisani eksperiment gde je eksperimentalna promenljiva ili tehnika vizuelizacije ili konfiguracija tehnike vizuelizacije ili simulirani hendikep ili kombinacija ovih dimenzija variranja. Metrike koje se koriste za merenje performansi su standardne—tačnost odluke donete na osnovu vizuelizacije i vreme neophodno za donošenje odluke. Paralelno sa evaluacijom performansi, prva faza sprovodi i jednostavnu formu evaluacije korisničkog iskustva, prvo kroz UEb metod evaluacije upotrebljivosti gde se skupljaju kvantitativni podaci o poverenju u donetu odluku, a drugo kroz UEd metod gde se skuplja telemetrija o ponašanju korisnika koja se može naknadno analizirati. CTVa pristup se odlikuje u tome što se namerno traži mišljenje ljudi bez domenskog iskustva i to nad anonimiziranim podacima ne bi li se apsolutno izolovao uticaj vizuelizacije kao takve bez bilo kakvog drugog upliva.

Druga faza je kontrolna za prvu i predstavlja klasičan pristup studije slučaja sa ekipom eksperata baziran na pristupima UEb i VDARb. To znači da se ponašanje grupe eksperata pažljivo posmatra kroz scenario korišćenja koji se koristi da se izvuku zaključci i o njihovom iskustvu u korišćenju vizuelizacija, ali i o tome kako njihov proces donošenja odluka i ekstrakcije informacija interaguje sa sistemom baziranim na vizuelizacijama, odnosno tehnikama vizuelizacije odnosno simuliranim vizuelnim hendikepima koji se testiraju.

Eksperimentalni protokol prve faze za upotrebu modela i simulacije se gradi na centralnom *pitanju* koje ta upotreba treba da odgovori. Centralno pitanje u ovom istraživanju jeste da se sračuna nekakva mera efekta, pozitivnog ili negativnog, koji je preduzet nad nekom vizuelizacijom odnosno interaktivnim sistemom centriranim oko vizuelizacije kao rezultat variranja vizuelizacije ili inkluzivnog dizajna. Pošto je nemoguće objektivno ustvrditi nekakav apstraktan kvalitet vizuelizacije, i pošto je nemoguć direktan uvid u iskustvo korisnika ne bi li se ustanovio *subjektivan* kvalitet, meri se nešto drugo što je korelirano sa subjektivnim kvalitetom, ali je moguće izmeriti ga. Ono što je odabrano jeste sposobnost vizuelizacije da prenosi svrsishodne podatke (eng. *actionable intelligence*), to jest da informiše na način koji dovodi do

odluke. Ovu sposobnost merimo tako što korisniku predočimo seriju sintetičkih problema gde su ključni podaci za rešenje problema iskazani kroz vizuelizaciju. Sposobnost korisnika da donosi odluku je, dakle, način da se izmeri kapacitet vizuelizacije da prenosi svrsishodne podatke, što je način da se prenosno izmeri subjektivan kvalitet vizuelizacije što je i bio cilj. Ovo, kao što je pomenuto, je konzistentno sa UPa protokolom.

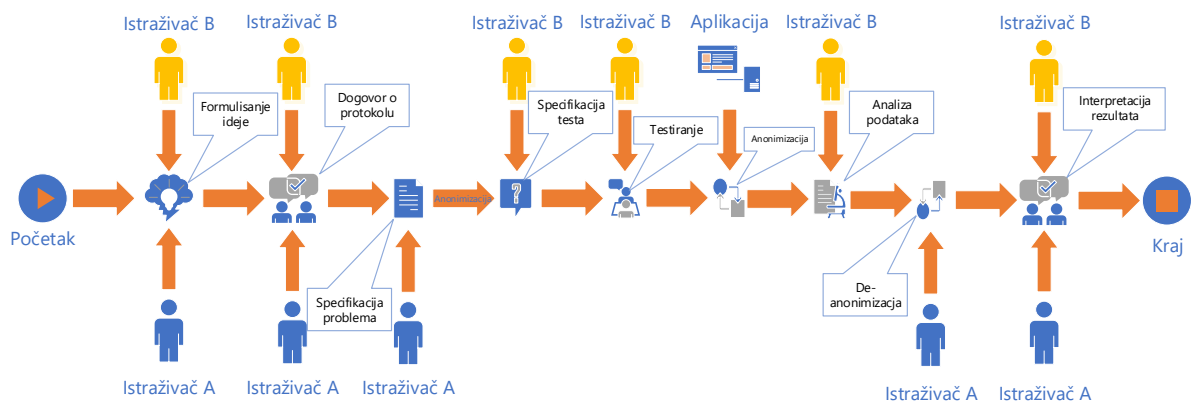
Dakle, u svojoj osnovnoj formi, eksperimentalni protokol predstavlja subjektu podatke vizuelizovane na nekoliko načina (gde prirodu ovih konkretnih načina određuju slobodno-varirajuće promenljive u testu—to jest načini variraju kako variraju eksperimentalne promenljive), i traži da se od ponuđenih podataka odabere jedan skup po nekom kriterijumu koji se objasni korisniku. Da bi se maksimalno umanjila kognitivna komponenta, odabran je jednostavan kriterijum: sve vrednosti u podacima su uzete da su pozitivne, a korisniku je rečeno da valja da izabere onaj skup podataka koji je „najbolji.“ U testovima koji su sprovedeni, primer koji je dat da približi problem korisnicima jeste problem odabira jednog mobilnog telefona iz skupa od nekoliko, gde odluka zavisi od različite evaluacije različitih osobina mobilnog telefona. Ova pitanja se subjektima postavljaju koristeći 'ponovljene mere' školu eksperimentalnog dizajna što znači da isti subjekt odgovara na više pitanja što, prirodno, znači da će reziduali grešaka u finalnoj analizi biti nepredvidivo korelirani. Ovo čini analizu—naročito kategorijskih podataka—izuzetno teškom, ali je neophodno za pojačavanje osetljivost testa sa ograničenim brojem učesnika. Statističke metode koje se koriste da se izbori sa problemima dizajna ponovljenih mera su specificirane u sekciji 6.2, i njihova konzistentna primena je jedan od ključnih elemenata koji pomaže da se razreši problem malog broja učesnika demonstriran u sekciji 5.3.

Kada donesu odluku, subjekti, odnosno, korisnici biraju skup koji misle da odgovara kriterijumu, ocenjuju na Likertovoj(Matell i Jacoby 1971; Gliem i Gliem 2003; Munshi 2014) psihometrijskoj skali koliko su pouzdani u svoj odgovor, i nastavljaju dalje. Sistem takođe automatski beleži telemetriju uključujući poziciju korisničkog kursora, vreme potrebno za svaki korak, kao i (u slučaju prisustva odgovarajućeg hardvera) položaj pogleda korisnika. Vreme neophodno, sigurnost korisnika, kao i ukupna stopa tačnosti su moguće vrednosti na osnovu kojih je, analizom, moguće porediti generisane alternative koje, pak, predstavljaju slobodno varirajuće promenljive u testu. Alternative, u zavisnosti od toga šta se meri, mogu biti različite vizuelizacije bez simulacije hendikepa (ovo je svođenje primera na poređenje vizuelizacionih tehnika), ista vizuelizacija sa simulacijom različitih hendikepa (što služi da ustanovi relativni uticaj različitih hendikepa), ili blago modifikovane varijante iste vizuelizacije pod simulacijom istog hendikepa (što je centralni slučaj koji se, u slučaju potpuno realizovanog sistema, koristi za inkluzivni dizajn u skladu sa(Flower, Burns, i Bottsford-Miller 2007; Biswas i ostali 2017; Biswas, Sezgin, i Robinson 2008; Biswas, Robinson, i Langdon 2012). Ovo je centralna ideja prve faze, a sve dalje elaboracije eksperimentalnog protokola služe da se poveća pouzdanost ovakvog sistema merenja.

Eksperimentalni protokol treba da ovo omogući a da izbegne uticaj eksperimentatora, kao i uticaj eksperimentalnog subjekta, kao i da izbegne probleme vežbe i dosade(McNeish 2016) koji su karakteristični za određene dizajne eksperimenata sa ljudima kao subjektima. Uticaj eksperimentatora je vrlo perniciozan efekat koji dovodi do toga da, ako eksperiment posmatra eksperimentator kome je rezultat eksperimenta bitan, on može da nesvesno utiče na rezultat eksperimenta na ogroman broj načina. Ovo je naročito bitno kada su u pitanju eksperimenti sa živim učesnicima, makar to bile životinje(Hediger 1981) ili ljudi(Zizzo 2010; Appel i Weber 2017). Problem vežbe nastaje kada, u eksperimentima sa živim učesnicima koji koriste metod ponovljenih mera, rezultati na testovima koji slede jedan za drugim, su korelirani sa svojim redosledom, budući da posle ponovljenih testova učesnik eksperimenta postaje sve više uvežban. Sličan njemu je problem dosade gde se pojavi *negativna* korelacija sa redosledom testa, gde

učesnik eksperimenta postaje manje i manje sposoban na testovima kao rezultat ili umora ili dosade. Ako je prisutan jedan test, prisutan je i drugi, što znači da za svakog učesnika postoji nelinearna nepredvidiva kriva koja zavisi od intelektualnih sposobnosti i praga dosade učesnika koja perturbira rezultate. Ne postoji statistički metod koji može da eliminiše ovaj problem.

Način na koja se ova tri problema ispravljaju su zaslepljivanje i kontrabalansiranje. Eksperimentalni protokol je, dakle, troduplo slep. Jednostruko zaslepljivanje znači da osoba koja radi test ne zna šta rezultati znače. To je trivijalno ispunjeno u testu kao što je ovaj budući da, prirodno, korisnik ne zna koji su odgovori tačni. Dvostruko zaslepljenje—zlatan standard u statističkoj analizi—znači da ni osoba koja sprovodi test ne zna šta koji rezultat znači. Da bi se garantovao nepredvidivi uticaj eksperimentatora, štaviše, osoba koja sprovodi test interaguje sa učesnicima isključivo prateći unapred definisan minimalan protokol interakcije, dok se informacije o testu predstavljaju kroz video snimak dugačak 9:47 koji je, prirodno, uvek isti. Kao dodatan stepen zaštite ni osoba koja analizira podatke (videti sekciju 6.2) ne zna šta koji rezultat znači: automatizovan proces anonimizira podatke koje skuplja automatski alat za testiranje i generiše ključ-fajl koji sadrži mapiranje sa anonimiziranih imena (Slučaj 1, Slučaj 2, itd...) na originalna informativna imena. Analiza se vrši nad ovim 'slepim' podacima, a onda, kada se ustanovio rezultat, oni se de-anonimiziraju i rezultatu se pruža kontekst. Ovaj pristup sprovođenja (i dizajna) studije je moguć baziran na strogo podeljenim ulogama u kolaborativnom procesu, slika 6.1.1.



Slika 6.1.1. Kolaborativni proces, procesni dijagram.

Metod kojim se ispravljaju problemi dosade i vežbe jeste kontra-balansiranje: nemoguće je sprečiti učesnika eksperimenta da se umori ili da mu bude dosadno ili da se uvežba u nekom zadatku, ali je zato moguće zašumeti vektor informacija prisutan u redosledu. Drugim rečima, efekat problema vežbe i dosade se može uniformno distribuirati po svim slučajevima na način koji se sam poništava pod uslovom da su zadaci homogenih osobina, odnosno, da su jednako podložni efektima vežbe i dosade. U svakom koraku, stoga, svi podaci su anonimizirani koristeći automatizovane procese koji uvode slučajnu komponentu u raspored i identifikaciju podataka koristeći dokazivo-fer Fišer-Jeits algoritam(Black 2005).

Još jedan potencijalan izvor greške jeste u odabiru podataka za vizuelizaciju—odabir podataka je u rukama dizajnera studije i, u slučaju sintetičkih podataka, moguće je preko njih nesvesno finesirati rezultat studije birajući podatke koji favorizuju jednu studiju u odnosu na drugu. Da stvar bude gora, nemoguće je ustanoviti *post hoc* da li je ovo urađeno ili ne budući da je to problem koji ometa funkcionisanje baš onog instrumenta koji bi bio korišćen da se proveriti da li je do njega došlo. Ovo čini sintetičke podatke opasnim za upotrebu budući da se taj finalni element sumnje nikako ne može eliminisati.

Zbog toga, eksperimentalni protokol zahteva da podaci budu skrupulozno realni, to jest da se oblast odabere bez posmatranja podataka, a da se, kada je oblast odabrana, prikupe podaci koristeći mehaničku proceduru koja prolazi kroz proizvoljno odabrane arhive radova, recimo, odgovarajuće oblasti i inkorporira baš sve podatke koji se tako nađu. Nema garancije da će ovo biti nezašumljeni podaci, ali šum koji na njih utiče će biti bez izuzetka *realan*, a ako stvarni podaci pružaju prednost nekom eksperimentalnom slučaju onda utoliko bolje za taj slučaj. Ovakvom praksom biranja podataka se izbegava šansa da će dizajner eksperimenta nesvesno uticati na rezultat. Takav pristup je neophodan budući da se pokušavaju ekstrahovati tanani rezultati osetljivim statističkim instrumentima što znači da će svaki šum koji se uvede u fazi dizajna ili sprovođenja biti drastično pojačan u finalnom rezultatu.

Treće, da bi se dobili robusniji podaci, test protokol predviđa minimalno tri eksperimentalna koraka: pilot, niska dimenzionalnost, i visoka dimenzionalnost. Pilot test služi da se ustanovio očekivan bazni nivo uspeha subjekta. U zavisnosti od onoga što se proučava to mogu biti: dobro poznate i proučene vizuelizacije, vizuelizacije bez simulacije hendikepa, ili vizuelizacije sa poznatim simuliranim hendikepima. Bez obzira na uslov, pilot korak služi da pruži osnovu za buduće testove i da dovede do promena u test protokolu za dalje korake ako je to neophodno. Niskodimenzionalni i visokodimenzionalni korak su inspirisani analizom doze i rezultata u biohemiji i farmakologiji (Altshuler 1981) i koriste to što se vizuelna kompleksnost rezultata MDV tehnika može precizno varirati kontrolišući broj dimenzija koji se prikazuje. Ovo omogućava da se, u bazičnom slučaju sa dva merenja, formira linearan model uticaja mere kompleksnosti vizuelizacije na njenu sposobnost prenošenja informacija, a da se u slučaju više merenja formira i sofisticiraniji model. Na osnovu oblika ove krive je moguće doneti zaključke o, recimo, uticaju vizuelne i kognitivne komponente vizuelizacije. Više o tome kako je došlo do uvođenja uslova visoke i niske dimenzionalnosti bazirano na analizi dimenzionalnosti je u sekciji 7.1.

Test Vizuelizacionih Tehnika: Test 2—Test Vizuelizacija

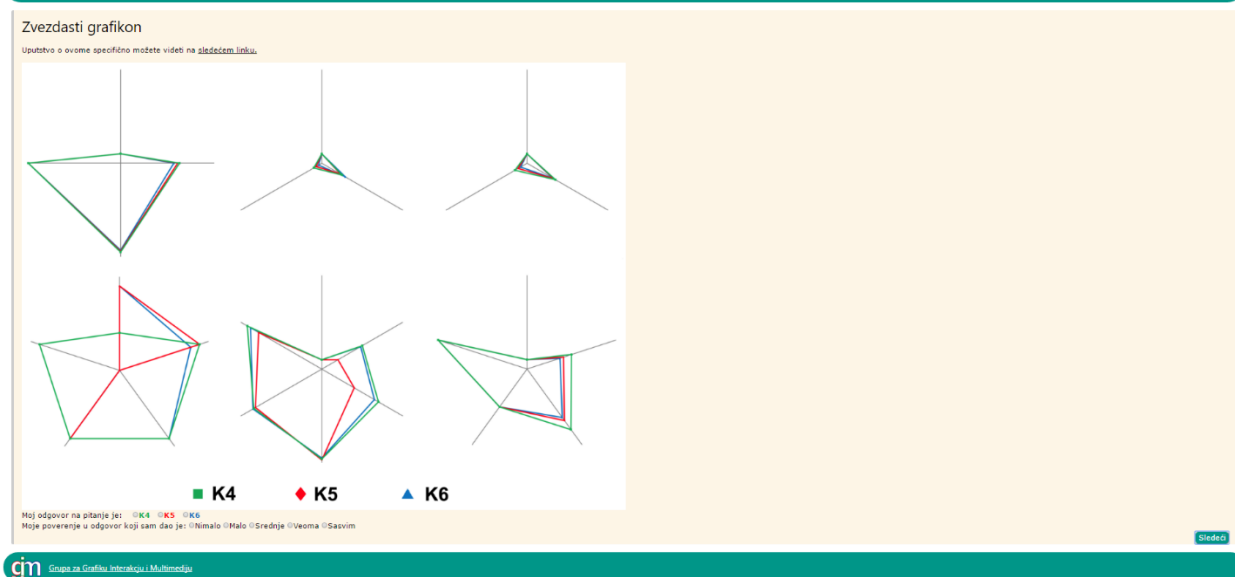


Slika 6.1.2 Alat za testiranje, primer paralelnih koordinata korak 1, faza 1.

Za podršku opisanom protokolu—odnosno, specifično, koraku prikupljanja podataka—napravljen je konfigurabilan Web-baziran alat, slike 6.1.2 i 6.1.3 koji je sposoban da podatke o izvršenoj anketi adekvatno pseudo-anonimizuje kroz upotrebu kriptografskog heširanja nad adresom elektronske pošte korisnika i ili pošalje korišćenjem REST protokola ka centralnom serveru za arhiviranje ili smesti lokalno za kasnije preuizmanje u slučaju—čestom u slučaju

testiranja, ispostavilo se—da nema sposobnosti povezivanja na internet. Alat poseduje i sposobnost nenadgledanog rada u potpunosti preko interneta, ali ovaj nije korišćen tokom studije predstavljene u ovoj disertaciji zbog očuvanja konzistentnosti podataka.

Test Vizuelizacionih Tehnika: Test 2—Test Vizuelizacija



Slika 6.1.3 Alat za testiranje, primer zvezdastog dijagrama korak 1, faza 1.

6.2 Statistička obrada rezultata

Statistička analiza podataka skupljenih tokom eksperimenta ima dva glavna dela: procena vremena i procena tačnosti. Procena vremena je relativno jednostavna: vreme se meri u milisekundama, te se može smatrati kontinualnim nivoom podataka. Dalje, prirodna ograničenja onoga što su subjekti voljni da rade ograničavaju broj poređenja što čini *post-hoc* analize mogućima bez preteranog straha od grešaka na nivou porodice (eng. *familywise error rate*). Stoga, metod koji je korišćen za vreme jeste, prvo, modifikovana Vilkoksova heteroskedastička jednostruka višestruko uzorkovana varijanta ANOVA testa za eksperimentalni dizajn ponovljenih mera koristeći tehniku skraćenih proseka (Wilcox 2012; Mair, Schoenbrodt, i Wilcox 2017) koja diskriminiše između H_0 da su sva vremena ista, i H_A da su makar dva vremena različita.

Ovaj test je izabran zbog svoje izuzetne primenljivosti, budući da ne zavisi od većine pretpostavki koje su neophodne za tradicionalan ANOVA test. ANOVA test se može posmatrati kao specijalan slučaj generalnog linearnog modela (GLM) u statistici i, stoga, „nasleđuje“ svih devet neophodnih preduslova (Berry 1993) da bi se rezultati bilo kakve regresije, uključujući i ANOVA, mogli primeniti na širu populaciju i time generalizovati. Ovo znači da se takav test ne sme koristiti na nepoznatim podacima bez testova. Vilkoksov metod izbegava ova ograničenja i može se trenutno koristiti. Neophodni preduslovi koji su pomenuti su:

Svi prediktori su kvantitativni ili dihotomni. GLM je, fundamentalno, linearna regresija i kao takva ima prediktore i ishod vrednosti. Prediktori za ANOVA varijantu odgovaraju jednačini 6.2.1 za n uzoraka i m grupa označenih sa $g_{0...m-1}$ kao grupama. Svi ti prediktori su dihotomni budući da se scenario u kome se govori o grupi numerisanoj sa g_j označava u skladu sa jednačinom 6.2.2. što zadovoljava ovaj, prvi, uslov.

$$Y_i = b_0 + b_1 g_{11} + \dots + b_j g_{ji} + \dots + b_{m-1} g_{(m-1)i} + \epsilon_i \quad (6.2.1)$$

$$Y_i = b_0 + b_1 \cdot 0 + \dots + b_j \cdot 1 + \dots + b_{m-1} \cdot 0 + \epsilon_i \quad (6.2.2)$$

Ishod je intervalan, kontinualan, i neograničen. Promenljiva koja se može analizirati preko ANOVA pristupa označena sa Y_i u jednačinama 6.2.1 i 6.2.2, mora biti merena na intervalnom nivou podataka što znači da je u pitanju kontinualna promenljiva koja je takva da jednaki intervali u njenom merenju predstavljaju jednake razlike. Valja napomenuti da je *izuzetno* česta greška da se bilo šta što se može iskazati kao broj tretira kao promenljiva intervalnog nivoa. Ovo je ozbiljna greška (Douven 2017; Wu i Leung 2017; Allen i Seaman 2007) koja je jedan od izvora loše statistike koja je izazvala replikacionu krizu (Maxwell, Lau, i Howard 2015; Loken i Gelman 2017). Dalje, promenljiva koja je ishod (to jest koja se analizira koristeći ANOVA pristup) mora biti kontinualna, i konačno, mora biti neograničena.

Prediktori moraju imati nenultu varijansu. Varijansa prediktora mora biti takva da nije nula. Ovo je u slučaju primene GLM na ANOVA slučaj neizbežno pod uslovom da grupe koje se testiraju u stvari postoje i imaju značajnu populaciju.

Izbegavanje multikolinearnosti između prediktora. Ovo znači da nijedna dva prediktora ne mogu biti takva da se jedan može iskazati kao linearna funkcija drugog. Ovo se može testirati najlakše kroz meru korelacije među prediktorima.

Izbegavanje problema treće promenljive sa prediktorima. Ne samo što nije dozvoljeno da postoji interna korelacija među prediktorima, takođe nije dozvoljeno da postoji nekakva treća promenljiva koja je korelirana sa prediktorima. Ovo je problem ne toliko statističke analize—ne postoji test kojim se može opaziti—koliko eksperimentalnog dizajna. Srećom za GLM primenjen kao ANOVA ovo nije ključna stvar.

Homoskedastičnost. Varijansa reziduuma na različitim vrednostima prediktora mora biti konstantna. Drugim rečima, za slučaj ANOVA-kao-GLM, to znači da za nivoe prediktora (grupe) varijansa greške mora biti konstanta što znači da je model jednako dobar odnosno jednako loš u predviđanju vrednosti za sve grupe.

Nezavisnost reziduala opažanja. Reziduumi opažanja u modelu moraju biti takvi da nisu korelirani. Koliko je model dobar ili loš u predviđanju neke vrednosti. Drugim rečima ovo znači da koliko podaci o grupi dobro predviđaju vrednost nekog pojedinačnog opažanja ne treba da ima veze sa tim koliko dobro predviđaju vrednost nekog drugog opažanja.

Normalno distribuirani reziduali. Reziduumi između opažanja i modela moraju biti normalno distribuirane slučajne promenljive sa prosečnom vrednošću nula.

Nezavisnost i linearnost odziva. Odziv mora biti takav da su sve vrednosti nezavisne i da je on sam linearan. Nezavisnost odziva apsolutno nije ispunjena, budući da eksperimentalni protokol počiva na metodu ponovljenih mera.

Dodatno svemu ovome, ANOVA je parametarski test što znači da podaci dodatno moraju biti normalno distribuirani (specifično, svaka grupa mora biti normalno distribuirana) i da unutar svake grupe varijanse moraju biti jednake. Zahtevi intervalnih podataka i nezavisnosti su već pokriveni gore, a analiza interpretacije gornjih osobina u kontekstu GLM-a primenjenog na ANOVA slučaj pokazuje da su implicirani i uslovi normalne distribucije i homogenosti varijanse.

Postavlja se pitanje da li će podaci koji će biti analizirani ispunjavati ove uslove ili ne? Teško je odgovoriti sa sigurnošću, ali prvo, da bi primer bio univerzalno primenljiv, naročito sa malim brojem uzoraka, dobro je imati tehniku koja nema sve ove zahteve, no je robustna, odnosno, otporna je na kršenje uslova. Drugo, iako nije moguće reći kakva je situacija sa svakim mogućim uzorkom, moguće je uzeti primer stvarnih podataka i sprovesti detaljnu analizu toga. Ovde su

uzeti podaci iz prvog stadijuma prve faze studije predstavljani u dodatku B i podvrgnuti su detaljnoj statističkoj analizi koja je računala deskriptivnu statistiku, deskriptivne grafikone, i naravno, preduslove koji su već pomenuti. Cilj toga jeste da se pokaže kako izgleda stvarni uzorak iz stvarne studije vizuelizacije koristeći kontrolisani eksperiment za realizaciju UP scenarija. Ako—kako će biti i pokazano—podaci često nisu regularni i ne ispunjavaju zahteve, onda je to indikacija da bilo koji opšti protokol statističke analize mora koristiti maksimalno robustne metode.

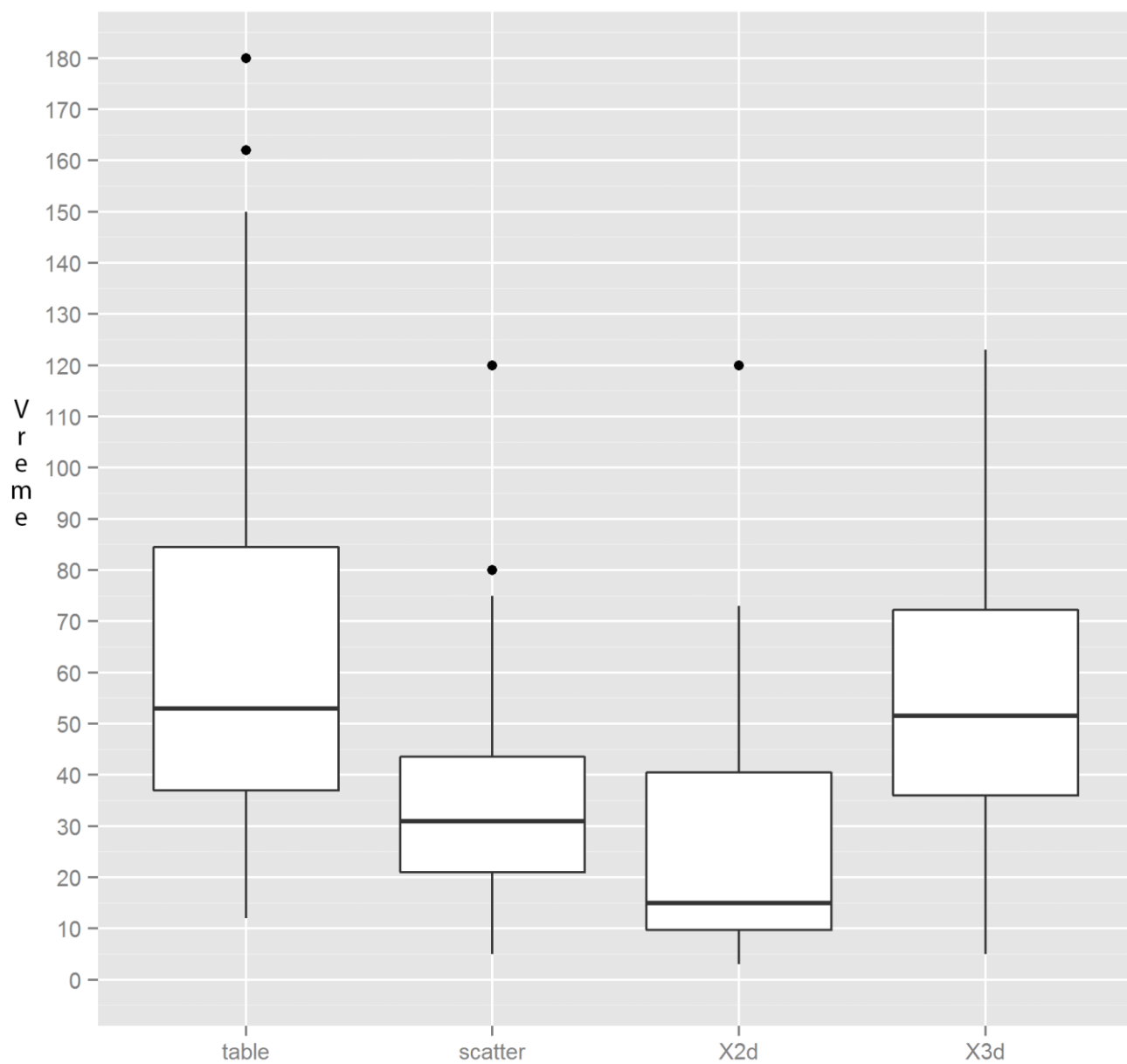
Tokom ove analize podataka stadijuma 1, neće previše truda biti uloženo u opis podataka, budući da je za to namenjeno poglavlje 7. Samo će se ovlaš predstaviti kroz par uvodnih obrazlaganja. Podaci predstavljaju uzorak koji sa veličinom 60 predstavlja rezultate upotrebe vizuelizacionih sistema korišćenih da predstave podatke neophodne za donošenje odluke po multidimenzionim podacima. Podaci su skupljeni od strane nasumično odabranih učesnika (kriterijum slučajnog odabira) kojima su pitanja postavljana u nasumičnom redosledu (protiv-balansiranje). Eksperiment je bio trostruko zaslepljen, a istraživač nije, posle standardnog objašnjenja pravila eksperimenta, dalje komunicirao sa eksperimentalnim subjektom, ograničavajući moguć uticaj Orneovog efekta zahteva. Iako je eksperiment trostruko oslepljen, ova analiza se vrši pod dvostruko zaslepljenim okolnostima budući da se, ovom prilikom, ne radi analiza hipoteza.

Promenljive koje će biti posmatrane u okviru statističke obrade predstavljaju delimično modifikovane promenljive iz sirovih podataka i mogu se videti u tabeli 6.2.1, uz nivo promenljive koji se koristi.

Tabela 6.2.1 Promenljive u uzorku (Dodatak B) koraka 1 faze 1.

Ime promenljive	Ime u kodu	Nivo
Vreme, tabela	table.time	Kontinualni-odnosni
Tačnost, tabela	table.ans	Nominalni-dihotomni
Vreme, scatterplot	scatter.time	Kontinualni-odnosni
Tačnost, scatterplot	scatter.ans	Nominalni-dihotomni
Vreme, 2d paralelne	2d.time	Kontinualni-odnosni
Tačnost, 2d paralelne	2d.ans	Nominalni-dihotomni
Vreme, 3d paralelne	3d.time	Kontinualni-odnosni
Tačnost, 3d paralelne	3d.ans	Nominalni-dihotomni

Bazični podaci vremena neophodnog da se donese odluka se mogu elegantno predstaviti preko boxplot dijagrama, slika 6.2.1.



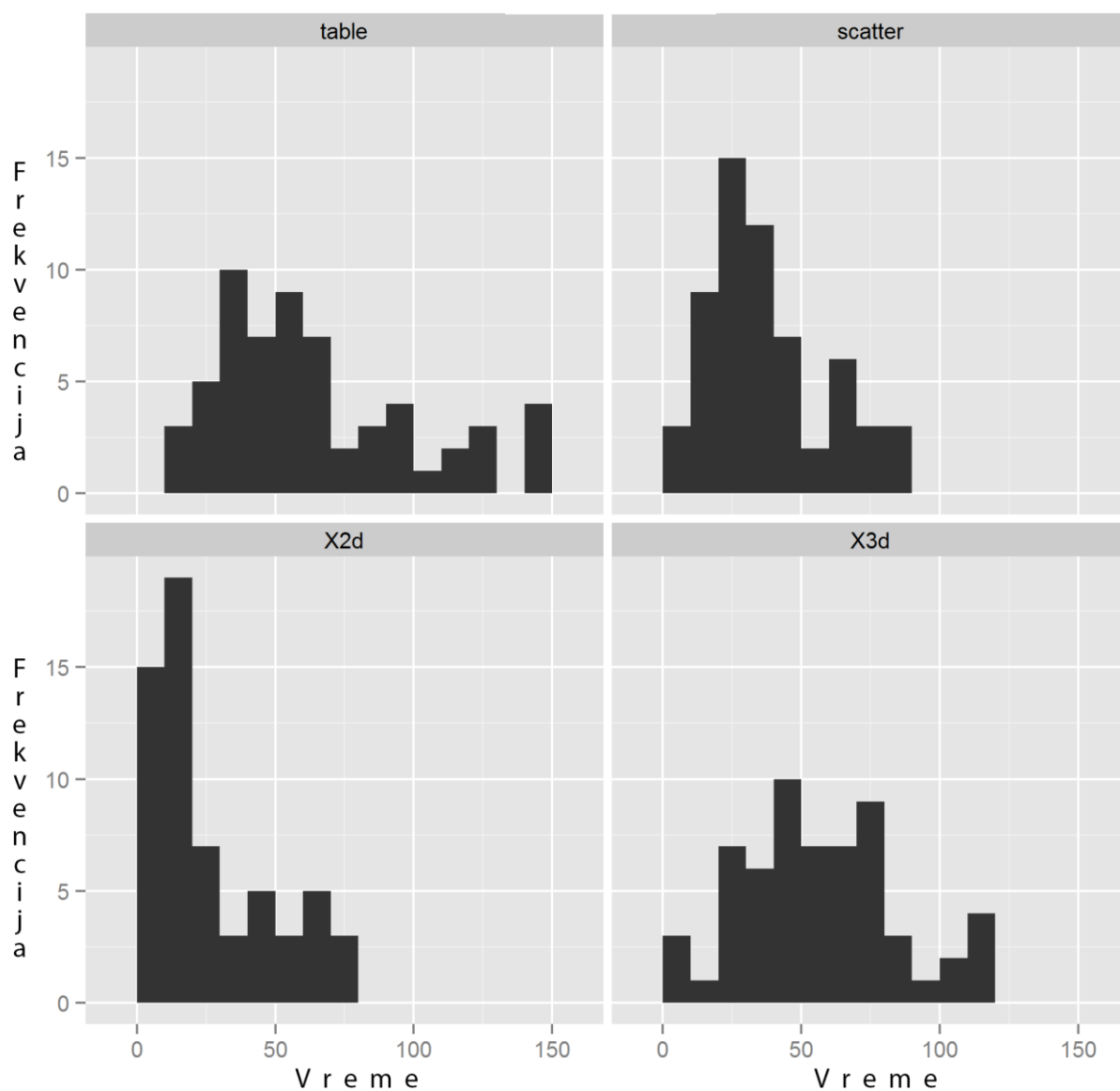
Slika 6.2.1 Boxplot vremena neophodnog da se donese odluka. Obratiti pažnju na ekstremne vrednosti pri vrhu dijagrama.

Tabela 6.2.2 sadrži osnovne deskriptivne podatke istog skupa podataka kao što je predstavljeno na slici 6.2.1.

Tabela 6.2.2 Deskriptivne statistike vremena u uzorku (Dodatak B) koraka 1 faze 1.

Promenljiva	μ	SE_{μ}	Interval poverenja	Medijana	σ_D
table.time	63.16	4.50	63.16 \pm 9.01	53	34.88
scatter.time	36.01	2.65	36.01 \pm 5.30	31	20.50
X2D.time	25.05	2.78	25.05 \pm 5.56	15	21.53
X3D.time	54.79	3.57	54.79 \pm 7.15	51.5	27.67

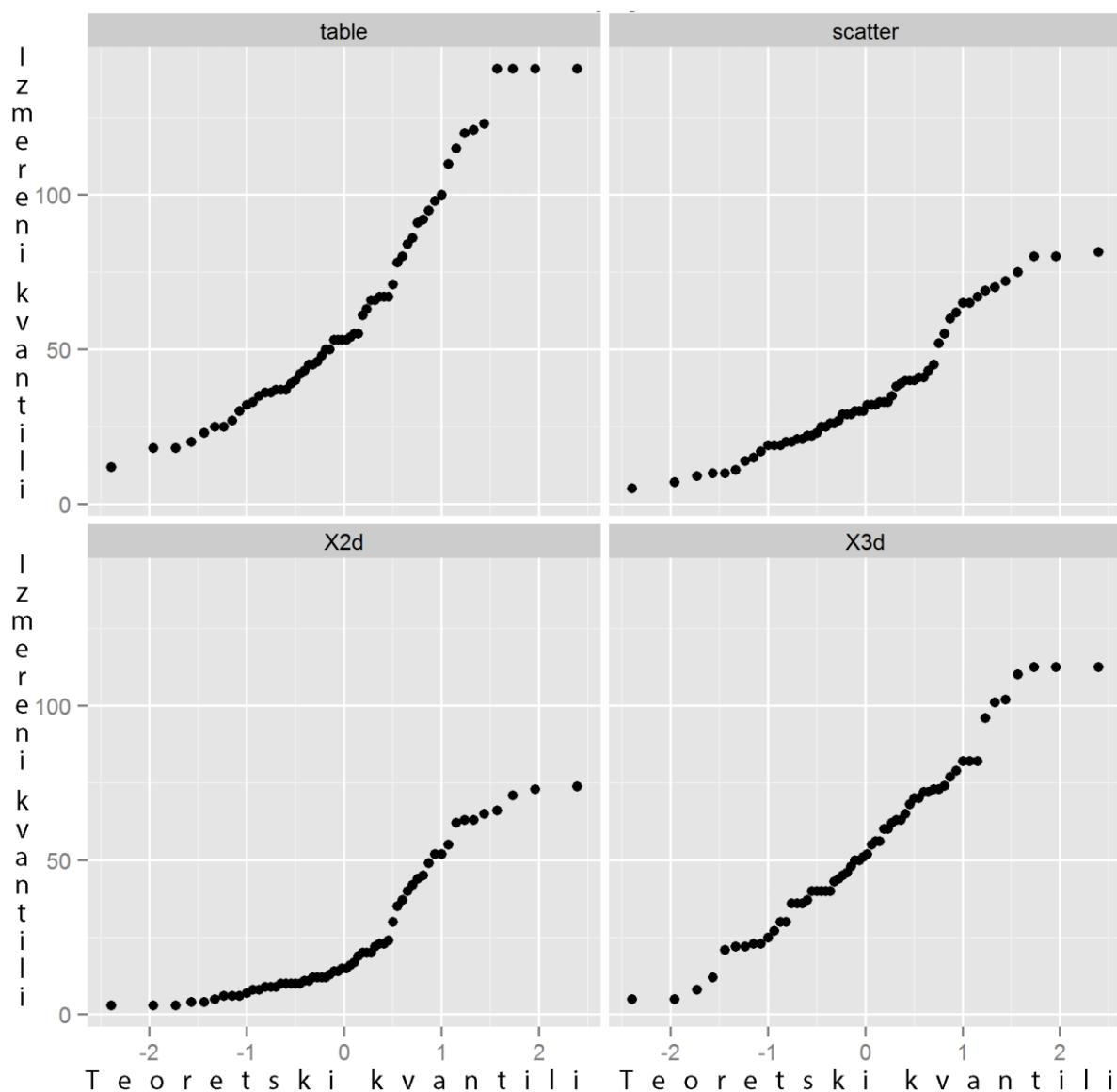
Distribucija uzorkovanja je konvencionalno normalna, budući da je n veće od 30, te su ispunjeni uslovi teoreme centralne granice, ali vredi pogledati da li su podaci sami po sebi normalni. To se može videti sa histograma (slika 6.2.2) i sa QQ dijagrama (slika 6.2.3). Histogram pokazuje da je jedino X3D distribucija izgleda normalno, a QQ dijagram to potvrđuju, pokazujući da je problem kod merenja za tabelu kao slučaj vizuelizacije tačke ekstremnih vrednosti (eng. *Outlier*) koji nisu podložne kontroli, a u slučaju scatter i X2d vrednosti u pitanju je prevelika iskrivljenost (eng. *skew*). Ovo demonstrira i Šapiro-Vilk test koji pokazuje da sve distribucije osim X3d nisu normalne sa $p < 0.001$, kao što se može videti u tabeli 6.2.3.



Slika 6.2.2 Histogram vremena.

Tabela 6.2.3 Šapiro-Vilk test normalnosti (Dodatak B) koraka 1 faze 1.

Promenljiva	W	p
table.time	0.916	0.0005295
scatter.time	0.919	0.0007195
X2D.time	0.831	0.0000009
X3D.time	0.971	0.158



Slika 6.2.3 QQ dijagram vremena, korak 1, faza 1.

Varijanse grupa u podacima su takođe različite po Levinovm testu sa F-vrednošću 6.9838 i p-vrednošću od 0.0001607 što je značajno na $p < 0.001$ nivou. Zbog toga se mora odbaciti H_0 da su varijanse jednake. Veličina uzorka od 60 jeste, potencijalno, toliko velika da stvara veštački značajne rezultate Levinovog testa. Stoga, ima smisla koristiti alternativne testove. Hartlijev F_{\max} test se obično preporučuje (ovde proizvodi 2.89 kritičnu vrednost, što za dati uzorak ukazuje na značajnu heterogenost varijansi), ali on ima ozbiljan problem u slučaju ne-normalne distribucije(O'Brien 1981), što je ovde slučaj. Alternative koje se mogu koristiti su O'Brajanova varijacija, i Braun-Forsajt test(Keppel i Wickens 2004) kao i izuzetno robustna tehnika(Gastwirth i ostali 2017) koja menja ANOVA test u osnovi Levinovog testa sa Kruskal-Valis statistikom, te koristi medijane za poređenje umesto obične srednje vrednosti, višestruko uzorkovanje sa 2000 pod-uzoraka, i konačno kombinaciju strukturalog podešavanja Hajns-Hajns metodom sa O'Brajanovom metodom podešavanja(Noguchi i Gel 2010). Tabela 6.2.4 sadrži rezultate tih tehnika.

Tabela 6.2.3 Varijacije Levinovog testa homogenosti varijanse (Dodatak B) koraka 1 faze 1.

Tip testa	F	p
Klasičan test	6.9838	0.0001607
O'Brajanov test	6.9838	0.0001607
Braun-Forsajt	5.0653	0.002036
Robustan	15.755	0.011

Kao što se može videti čak i uz primenu najstrožih metoda, ne može se uzeti da su varijanse iste. Ovaj uslov je prekršen. Budući da nema homogenosti varijanse, i budući da nema normalnosti i budući da je uzorak (relativno) mali, izuzetno je dobra ideja da se koriste metode Vilkoksa za garantovano-robustne tehnike (Wilcox 2012; Mair, Schoenbrodt, i Wilcox 2017; Wilcox i Tian 2011). Ne samo da su robusne tehnike jedna od standardnih metoda za borbu protiv nezadovoljenih kriterijuma, nego kontaminirane distribucije koje su *zamalo* normalne i koje imaju disproporcionalno visoku gustinu verovatnoće ka krajevima Gausove krive (eng. *heavy-tailed*) većini statističkih metoda deluju normalno (ili blizu normalnih) ali dramatično smanjuju snagu uobičajenih testova (Algina, Oshima, i Lin 1994).

Tehnika koja se koristi za inicijalni test, modifikovana Vilkoksova heteroskedastička jednostruka višestruko uzorkovana varijanta ANOVA testa za eksperimentalni dizajn ponovljenih mera koristeći tehniku skraćenih proseka, je visoko specijalizovana, i kratak opis njenog funkcionisanja u ovom poglavlju zavisi od ranije definicije određenih termina i koncepata u poglavlju 1.6. Naročito je bitna definicija Vindzorizovane srednje vrednosti i skraćene srednje vrednosti.

Procedura za ovu varijantu ANOVA testa počinje sa definisanjem nulte hipoteze kao u jednačini 6.2.3.

$$H_0: \mu_{t1} = \dots = \mu_{tJ} \quad (6.2.3)$$

Gde su vrednosti koje se porede skraćene srednje vrednosti J različitih grupa. Onda se formira matrica $n \times J$ od elemenata definisanih u jednačini 6.2.4 gde je \overline{X}_{tj} empirijski pandan μ_{tj} , to jest empirijski sračunata skraćena srednja vrednost.

$$C_{ij} = X_{ij} - \overline{X}_{tj} \quad (6.2.4)$$

Ovo su pripreme testa. Zatim, kao prvi korak ciklusa višestrukog uzorkovanja, formira se uzorak od n -redova uzorkujući sa zamenom iz $n \times J$ matrice. U ovoj novosemplovanoj matrici se svaki element označava slično kao u jednačini 6.2.4 kao C_{ij}^* . Kao drugi korak, računa se test statistika kao u jednačini 6.2.5 gde $w(\cdot)$ je notacija za vindzorizaciju nečega.

$$F^* = \frac{\frac{(n-2[\gamma n]) \sum_{j=1}^J (\overline{C}_{tj}^* - \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J \overline{C}_{tj}^*)^2}{J-1}}{\frac{\sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^n (w(C_{ij}^*) - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n w(C_{ij}^*) - \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J w(C_{ij}^*) + \frac{1}{nJ} \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^n w(C_{ij}^*))^2}{(n-2[\gamma n]-1)(J-1)}}} \quad (6.2.5)$$

Koraci jedan i dva se ponove onoliko puta koliko se radi pod-uzorkovanje, neka taj broj bude B. Rezultat tog ponavljanja jeste niz u jednačini 6.2.6.

$$F_1^*, \dots, F_B^* \quad (6.2.6)$$

Ako se niz iz jednačine 6.2.6 sortira dobije se niz opisan u jednačini 6.2.7.

$$F_{(1)}^*, \dots, F_{(B)}^* \text{ takav da } F_{(1)}^* \leq \dots \leq F_{(B)}^* \quad (6.2.7)$$

Onda je kritična vrednost $F_{(u)}^*$ gde je u najbliža celobrojna vrednost kao u jednačini 6.2.8 u kojoj je α prag greške tipa I.

$$u = [(1 - \alpha)B] \quad (6.2.8)$$

Izračunata kritična vrednost se onda poredi sa vrednošću datom u jednačini 6.2.9.

$$F = \frac{(n-2[\gamma n]) \sum_{j=1}^J (\bar{x}_{tj} - \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J \bar{x}_{tj})^2}{J-1} \quad (6.2.9)$$

$$\frac{\sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^n (w(x_{ij}) - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n w(x_{ij}) - \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J w(x_{ij}) + \frac{1}{nJ} \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^n w(x_{ij}))^2}{(n-2[\gamma n]-1)(J-1)}$$

I ako važi uslov dat u 6.2.10, onda se može odbaciti H_0 .

$$F \geq F_{(u)}^* \quad (6.2.10)$$

Ako je odbačen H_0 , onda se individualne razlike mogu meriti koristeći robusnu višestruko uzorkovanu zavisnu formulaciju Juenove modifikacije Velčove varijante Studentovog T-testa za slučaj nehomogene varijanse i ugrožene višenivojske pretpostavke normalnosti, u skladu sa klasičnim pristupom u ovoj situaciji (Yuen 1974; Mair, Schoenbrodt, i Wilcox 2017). Korektura višestrukog testiranja se onda može raditi, recimo, Bonferonijevom korekturom. Nažalost u skladu sa (Wilcox 1997), čak i mala interkorelacija između promenljiva koje se poredi potpuno uništava Bonferoni korekciju u ovom kontekstu, naročito ako su distribucije zašumljene ekstremnim vrednostima na ivicama Gausove krive kao što je slučaj ovde, slike 6.2.2 i 6.2.3. Alternativa jeste da se koristi poređenje bazirano na istoj tehnici kao modifikovana ANOVA (jednačine 6.2.4-10) kombinovanoj sa korekcijom Roma (Rom 1990). Ako važi da su Y_{ij} vindzorovana vrednost ulaznog skupa X, i ako je $c_{1...J}$ niz linearnih ANOVA koeficijenata, onda se jedan takav proizvoljan koeficijent može porediti sa test statistikom specificiranom u jednačini 6.2.11.

$$T = \frac{\sum_{j=1}^J c_j \bar{x}_{tj}}{\sqrt{\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^J c_j c_k \frac{\sum_{i=1}^n (Y_{ij} - \bar{Y}_j)(Y_{ik} - \bar{Y}_k)}{(n-2[\gamma n])(n-2[\gamma n]-1)}}} \quad (6.2.11)$$

Ako ta test statistika ispunjava uslov u jednačini 6.2.12, gde je t kvantila pod rednim brojem $1 - \alpha/2$ Studentove t-distribucije sa $v = n - 2[\gamma n]$ stepeni slobode, trivijalno je generisati po kontrast za svako željeno poređenje, ali ponavljanje izaziva dramatično povećavanje greške tipa I te se mora kontrolisati.

$$|T| \geq t \quad (6.2.12)$$

Kontrola greške tipa I se ovde radi metodom Roma koja funkcioniše u skladu sa algoritmom koji ima sledeće korake.

1. Neka p_k bude p-vrednost povezana za k-tu proveru iz skupa provera C.
2. Sortirati $p_{1...||C||}$ silazno.
3. Podesiti da $k = 1$.
4. Ako je p_k manje ili jednako sa odgovarajućom kritičnom vrednošću iz Romovog rada (Rom 1990) reprodukovanom u tabeli 6.2.4 (Ako je $k > 10$, onda $d_k = \frac{\alpha}{k}$) onda stati sa izvršavanjem i odbiti sve hipoteze čije su p-vrednosti manje ili jednake d_k .
5. Povećati k za 1.

6. Ako ima još hipoteza, ići na korak 4.
7. Sve hipoteze prihvaćene.

Tabela 6.2.4 Kritične vrednosti za Romovu proveru (Rom 1990).

k	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.01$
1	0.05000	0.01000
2	0.02500	0.00500
3	0.01690	0.00334
4	0.01270	0.00251
5	0.01020	0.00201
6	0.00851	0.00167
7	0.00730	0.00143
8	0.00639	0.00126
9	0.00568	0.00112
10	0.00511	0.00101

Procena tačnosti se vrti oko procenata tačnih odgovora u zavisnim kategorijskim podacima. Ovo je slabo istražena oblast statistike, i alati koji su dostupni pate od ograničenja. Postoji rizik da se proizvedu lažni pozitivni usled slabosti nekog pristupa. Da bi se ovo kontrolisalo, uvodi se pravilo po kome se analiza vrši tri puta sa tri različita pristupa problemu. Rezultat se smatra pozivnim isključivo ako su sva tri (potpuno različita) testa pozitivna (Wilcox 2012).

Prvi metod je baziran na proračunu intervala poverenja proporcije (Agresti i Kateri 2011) i proverava da li se za dva eksperimentalna slučaja ti intervali preklapaju. Interval proporcije se računa koristeći jednačinu 6.2.13 u kojoj je proporcija p , nivo greške tipa I je α , a ukupna veličina uzorka je n .

$$\left(p - \frac{z_{2-\alpha}}{2} \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}, p + \frac{z_{2-\alpha}}{2} \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \right) \quad (6.2.13)$$

U slučaju da se intervali ne preklapaju, to se smatra indikativnim da postoji razlika sa α stepenom ravnim $1 - \beta$ gde je β raspon intervala, tipično 0.95. Sam po sebi, ovaj test samo sugerise statistički značaj, ali posmatran zajedno sa ostala dva, predstavlja odličan doprinos.

Drugi metod konstruiše višenivojsku logističku regresiju sa pomešanim efektima i slučajno varirajućim koeficijentom preseka β_0 (Bates i ostali 2015) i procenjuje relativni rezultat eksperimentalnih slučaja posmatrajući interval poverenja koeficijenta koji odgovara prediktoru tog slučaja u odnosu na neki kontrolni slučaj.

Treći metod je jednostavno višestruka primena MekNemarovog χ^2 testa (Agresti i Kateri 2011) gde se korekcija greške na nivou porodice vrši koristeći sekvencijalno odbijajuću Bonferoni varijantu Holma (Holm 1979). MekNemarov test omogućava isto što i klasični χ^2 test, ali za zavisne podatke. Proporcije za relevantne slučajeve se raspoređuju u 2x2 tabelu (gde jedna dimenzija varira po osi dve grupe, a druga dva slučaja, da i ne) čije su ćelije označene sa n_{ij} , a onda se računa MekNemarova statistika u skladu sa jednačinom 6.2.14.

$$M_0 = \left(\frac{n_{21} - n_{12}}{\sqrt{n_{21} + n_{12}}} \right)^2 \quad (6.2.14)$$

MekNemarova statistika, M_0 , je distribuirana po χ^2 distribuciji sa jednim stepenom slobode, i p-vrednosti se računaju skladno tome. Ova kombinovana statistička metoda je korišćena van ovog istraživanja na numerički veoma sličnim podacima iz oblasti biohemije (Čabarkapa i ostali 2017) time obavivši validacije paralelno sa postignućem u oblasti biohemije.

7. Empirijska verifikacija metodologije

U ovom poglavlju se predstavlja empirijska verifikacija metodologije započete u poglavlju 5 i specificirane u poglavlju 6 kroz empirijsko-statističku analizu sprovedenu nad nekoliko tehnika vizuelizacije odabranih pažljivom analizom i detaljno proučenih. Ova, preliminarna, verifikacija, je obavljena bez primene simulacije hendikepa da bi, bez ometanja tog novog faktora, mogla biti posebno validirana.

Drugim rečima, simulacija hendikepa ako bi bila primenjena bi stavila pod sumnju da li je pokazana validnost metodologije budući da bi u isto istraživanje postavila dve nepoznanice: novu metodologiju kao implementaciju UP scenarija—specifično implementaciju UPa varijante—i simulaciju hendikepa. Budući da UPa služi da poredi vizuelizacije kroz varijaciju bilo koje eksperimentalne promenljive (sekcija 5.3), ovaj problem je moguće zaobići zato što je implementaciju UPa varijante moguće testirati izolovano i to na pravim podacima.

Kao što je objašnjeno u poglavlju 6, sintetički podaci su potencijalan vektor pristrasnosti dizajnera eksperimenta, to jest, potencijalan način da se eksperiment „kontaminira“ sistematskim šumom. Stoga, dobra je ideja da se koriste pravi podaci skupljeni skrupuloznim metodama iz literature. U slučaju ove evaluacije kao deo kolaborativnog procesa opisanog u sekciji 6.1 i na slici 6.1.1. odabrani su podaci iz postojećeg istraživanja o kompresiji u medicinskim sistemima arhiviranja i prenosa mirne slike (PACS—eng. *Picture Archiving and Communication Systems*). PACS je veoma kompleksan sistem koji pokriva sve aspekte toka komunikacije i arhiviranja mirne slike u—ako se posmatra slučaj medicine—jednoj ili više medicinskih institucija (Bellon i ostali 2011), uključujući trendove u mobilnoj medicini i telemedicini (Ivetic i Dragan 2011). PACS je dominantna paradigma od svih potencijalnih rešenja u oblasti medicine, mada je podložna povremenim kritikama (Gupta i ostali 2016).

Dizajniranje PACS-a stavlja pred dizajnera pitanje kompresije mirne slike kao neophodno. Kompresija slike u okviru PACS-a je kompleksna tema, budući da je sa jedne strane jako poželjna budući da smanjuje zahteve za arhivskim prostorom, smanjuje zahteve za protočnom moći telekomunikacione infrastrukture, i smanjuje neophodno vreme za obradu slike (Dreyer i ostali 2006). Kompresija je takođe ključna za upotrebu uređaja smanjenih mogućnosti u primeni medicine i telemedicine (Dinu Dragan i Ivetic 2012), što je i dalje ključno budući da se baš takvi uređaji koriste puno u telemedicini u manje razvijenim zemljama koje imaju relativno nisku gustinu stanovništva, budući da su privlačna alternativa u odnosu na putovanja od više desetina kilometara da bi se video lekar (Combi, Pozzani, i Pozzi 2016), naročito uzimajući to da je infrastruktura mobilne telefonije dominantna u odnosu na skoro sve ostale forme infrastrukture u takvim zemljama (International Telecommunications Union 2013).

Odabir prigodne tehnike kompresije mirne slike za PACS je kompleksan problem donošenja odluke koji mora da uzme u obzir razne zahteve (Dinu Dragan i Ivetic 2009) koji se nameću i koje evaluira heterogena grupa zainteresovanih lica. Zahtevi se, sa druge strane, uglavnom oslanjaju na različite metrike kvaliteta (D Dragan i Ivetic 2010) sa preko 250 atestirano u literaturi, mada se obično koristi samo podskup (Dinu Dragan, Ivetic, i Petrovic 2013). Da se ovakav naročito veliki zadatak pojednostavi, kao deo istraživanja koje je iskorišćeno kao podloga ove evaluacije stvoren je sistem pod imenom SICEP (eng. *Still Image Compression Evaluation for PACS*) koji je namenjen

integraciji različitih metrika i zahteva u jedinstven skup podataka pogodan za analizu. Deo SICEP sistema koji je naročito bitan za ovaj rad jeste VisSys: podsistem SICEP-a koji je odgovoran za vizuelizaciju.

Bez obzira koliko je unificiran ovaj set podataka, u pitanju je i dalje velika i problematična kolekcija informacija koja se često mora predstaviti zainteresovanim licima koji, iako su eksperti u svojim domenskim specijalnostima, nisu eksperti u evaluaciji metrika koje se koriste, a od kojih većina predstavljaju međusobno intearagujuće kompromise između osobina algoritama koje su takve da zahtevaju znatno tehničko obrazovanje da bi se samo razumele. Ideja, dakle, je bila da se SICEP proširi mehanizmom koji dozvoljava maksimum kontrole i osećaj da odluka sasvim pripada osobama koje su je donele, dok minimizuje kognitivno opterećenje korisnika.

Stoga, odabrana je vizuelizacija podataka(Speier 2006) u okviru VisSys sistema što predstavlja vezu sa ovim istraživanjem, budući da je validacija sistema konstruisanog kao deo ovog istraživanja povezana sa problematikom biranja vizuelizacione tehnike koje se koristi kao dominantna uz validaciju da je izbor korektan i da vizuelizacija pomaže postizanju uvida.

Da bi se razumeo test, neophodno je razjasniti osnove toga kako SICEP/VisSys funkcioniše. Proces evaluacije kompresije mirne slike je vođen zahtevima koje tehnika kompresije mirne slike mora ispuniti u nekom specifičnom PACS-u. Individualne metrike koje pokušavaju da kvantifikuju i mere neku osobinu se grupišu u više indikatora zahteva. Indikatori zahteva ukazuju na to koliko dobro neka tehnika ispunjava neki zahtev. SICEP sistem može da se adaptira na potrebe bilo kog PACS-a tako što modifikuje zahteve i odgovarajuće indikatore zahteva što, prirodno, znači da i VisSys mora da iskaže isti stepen fleksibilnosti.

Svaka od individualnih metrika koja je odabrana za SICEP sistem je važna da bi se dostigla validna odluka(D Dragan i Ivetic 2010) i, stoga, svaka od njih mora biti jedna individualna dimenzija u VisSys vizuelizacijama. Takođe, budući da indikator zahteva može imati proizvoljan broj metrika odabranih iz opšteg skupa metrika koji je jednako proizvoljan, VisSys mora podržati promenljiv i proširiv broj dimenzija što znači da je problematika koja se ovde analizira aspekt problematike multidimenzione vizuelizacije, kao što je opisano u poglavlju 5. Primer ovoga je predstavljen u sekciji 7.4, kao deo ekspertske revizije.

Iako je ovo vrlo specifičan i vrlo specijalizovan primer, on je samo to—primer. Ovo istraživanje je jednako primenjivo na neograničen broj problematika u multidimenzionalnoj vizuelizaciji(Saaty 2003), u uskom značenju, ili na bilo koje vizuelizacije u širem slučaju.

Ovo poglavlje je sastavljeno od pet sekcija. Prva opisuje preliminarne korake studije i to, naročito, izbor vizuelizacija koje su testirane. Druga je kratka diskusija toka izvršenog testa. Treća sadrži pregled rezultata testa uključujući statističku analizu i istraživanje podataka. Četvrta je vodič kroz ekspertsku reviziju rezultata koja služi da validira rezultate studije, a peta sadrži zaključke koji su izvučeni, prvo na nivou konkretizacije—odnosno o samim vizuelizacionim tehnikama—a zatim i na nivou apstrakcije, odnosno o tehnici testiranja.

7.1 Odabir test slučaja

Test slučajevi su odabrani koristeći kombinaciju intervjua zainteresovanih lica odgovornih za PACS i statističkog ispitivanja literature. Intervju odgovornih lica je doveo do identifikacije tri kriterijuma za vizuelizaciju, i to:

- **Dimenzionalna skalabilnost (kodirana sa DS).** Vizuelizaciona tehnika treba da bude takva da se lako adaptira na veoma veliki broj dimenzija podataka.

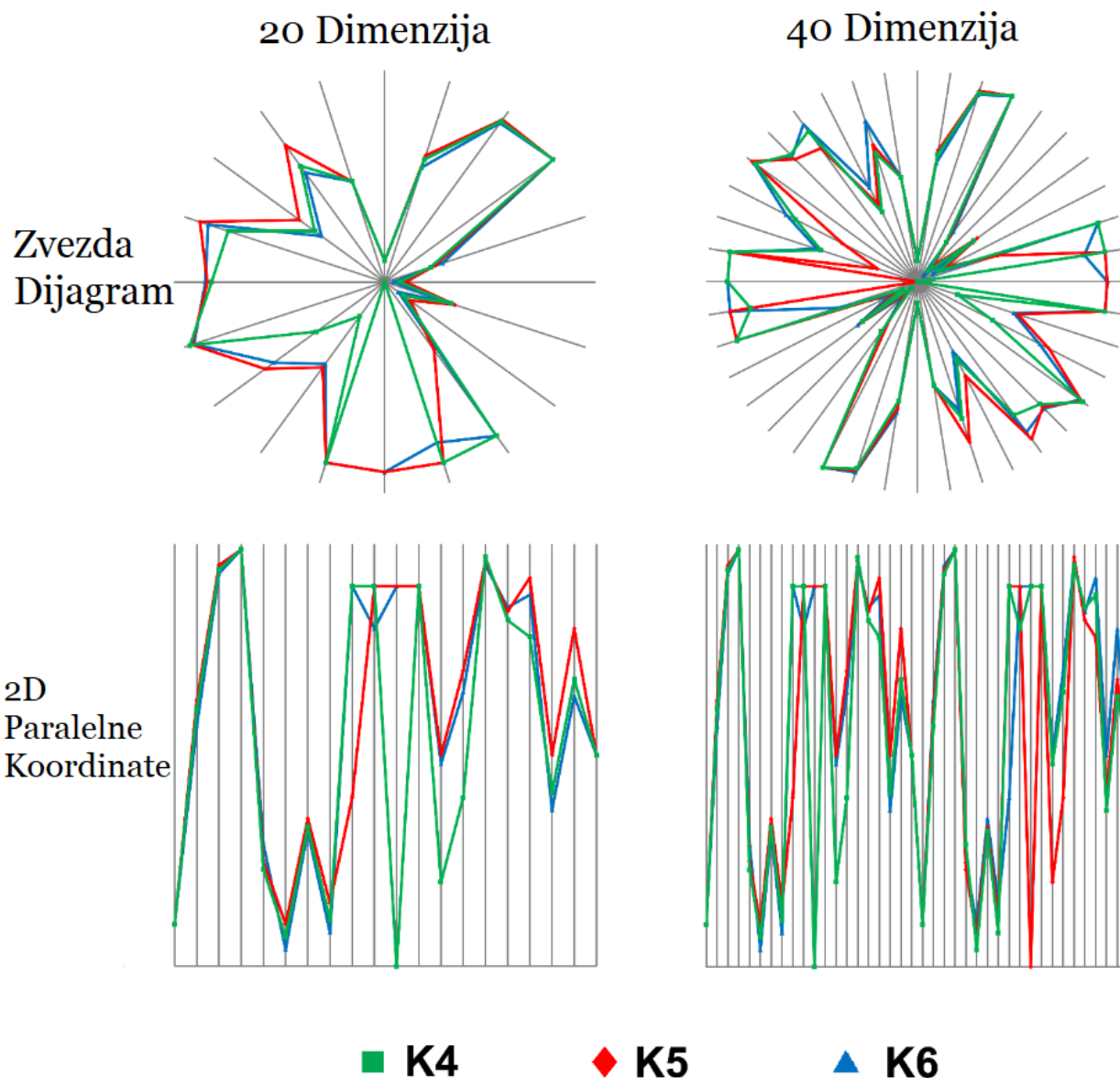
- **Regionalni fokus (kodiran sa RF).** Vizuelizaciona tehnika treba da bude takva da dozvoljava laku selekciju i analizu regiona za koje je korisnik specifično zainteresovan.
- **Poređenje u izolaciji (kodirano sa PI).** Vizuelizaciona tehnika treba da bude takva da se može u potpunosti koristiti i da isključivo poredi samo dva entiteta.

Tabela 7.1.1 pokazuje matricu za podršku odluci baziranu na primeni kriterijuma na tehnike namenjene eksplicitno za multidimenzionalnu vizuelizaciju opisane u poglavlju 5 i na pregledu opšte literature (Inselberg 2008; Zhao i Kaufman 2012; Choi i ostali 2003; Forsell, Seipel, i Lind 2005; C. J. Morris, Ebert, i Rheingans 2000; Forsell i Johansson 2007; Coopriider i Burton 2007; Tufte i Graves-Morris 1983). Potencijalno kontraverzna je stavka 'možda' za kriterijum kodiran sa DS pod zvezda-dijagramima. Slika 7.1.1 pokazuje ilustraciju problema koji je doveo do takve ilustracije: paralelne koordinate projektuju više dimenzija na horizontalni prostor koji se uvek može proširiti, dok zvezda-dijagram mora da projektuje na istih 360 stepeni—nemoguće je proširiti broj stepeni u krugu.

Tabela 7.1.1. Matrica podrške odluci.

Vizuelizacija	DS	RF	PI
Zvezda dijagram	Možda	Da	Da
Paralelne koordinate	Da	Da	Da
3D Simboli (eng. "Glyphs")	Ne	Ne	Ne
Lica Černova	Ne	Ne	Ne

Na osnovu ovog pristupa, odluka je doneta da se testiraju paralelne koordinate, i to i 2D i 3D varijanta, specifično proširene paralelne 3D kordinate ilustrovane na slici 5.1.6 koje se u daljem tekstu uvek zovu samo '3d' zbog jednostavnosti. 2D varijanta je odabrana zato što je jednostavna i prirodno odgovara 2D displejima koje koristimo, dok je 3D varijanta izabrana zato što je 3D poznato dobar za smanjivanje kognitivne distance između vizuelizacije i korisnika, naročito u slučaju multidimenzionalne vizuelizacije (John i McCloy 2004; Coopriider i Burton 2007).



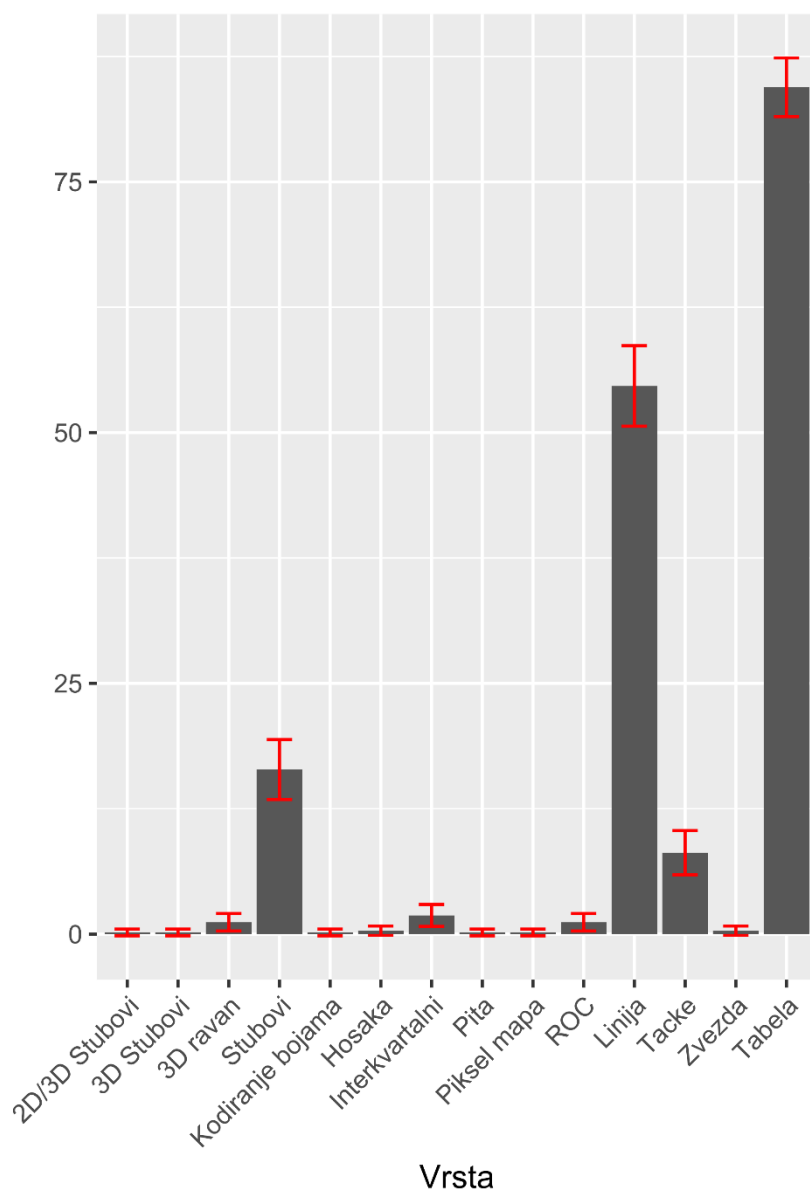
Slika 7.1.1. Dimenzionalna skalabilnost zvezda dijagrama i 2D paralelnih koordinata za tri različita slučaja: K4, K5, i K6.

Kao drugi pristup dobavljanju test slučajeva za ovu studiju izvršen je pregled, kodiranje, i statistička analiza 591 različitih radova (dodatak A sadrži kompletan skup podataka) iz literature koja se bavi analizom kompresija mirne slike. Kodiranje je beležilo svaku vizuelizaciju koju koristi rad uključujući i tabele koje su, u ovom slučaju, prihvaćene kao vizuelizacije, odnosno, kao kontrolni slučaj za vizuelizacije. Kodovi korišćeni u dodacima su tabela(kodirano sa T), stubovi (eng. *bar graph*, kodirano sa B), linija (eng. *scatterline*, kodirano sa L), raštrkane tačke (eng. *scatterplot*, kodirano sa P), ROC (eng. *Receiver Operating Characteristic*, kodirano sa R), 3D ravan (kodirano sa 3P), 3D stubovi PC (kodirano sa 3B), „Pita“ dijagram (kodirano sa PC), kodiranje bojom (kodirano sa CC), piksel mapa (kodirano sa PM), Hosaka dijagram (kodirano sa H), raspon među kvartalima (kodirano sa IQ), i zvezda dijagram (kodirano sa SP).

Tabela 7.1.2. Intervali poverenja za frekvenciju upotrebe tehnika vizuelizacije u literaturi (n=591). Crvenom bojom su označene one proporcije koje nisu statistički značajne pod Fišerovim kriterijumom.

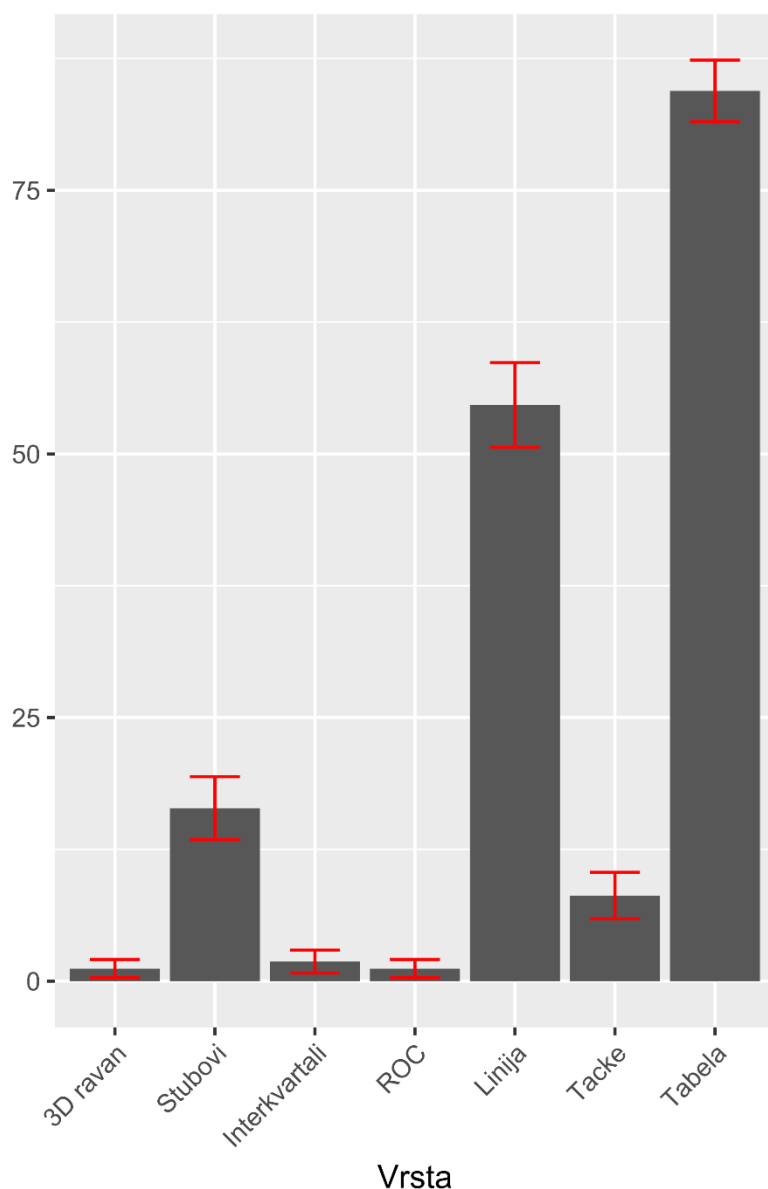
Vizuelizacija	Niža granica[%]	Proporcija[%]	Viša granica[%]
2D/3D Stubovi	-0.1621	0.1692	0.5006
3D Stubovi	-0.1621	0.1692	0.5006
3D Ravan	0.3122	1.184	2.057
Stubovi	13.43	16.41	19.4
Kodiranje bojom	-0.1621	0.1692	0.5006
Hosaka dijagram	-0.1298	0.3384	0.8066
Raspon između kvartala	0.7716	1.861	2.951
“Pita” dijagram	-0.1621	0.1692	0.5006
Piksel mapa	-0.1621	0.1692	0.5006
ROC	0.3122	1.184	2.057
Linija sa rasutim tačkama	50.64	54.65	58.67
Rasute tačke	5.919	8.122	10.32
Zvezda dijagram	-0.1298	0.3384	0.8066
Tabela	81.51	84.43	87.36

Od 591 pregledanih radova 26.40% su radovi sa konferencija, 72.59% su radovi iz časopisa, 0.51% su monografije, i 0.34% tehnički izveštaji. Od uzorkovanih radova, 4.23% su od 1995 do 1999, 15.57% su od 2000 do 2004, 44.67% od 2005 do 2010, a 35.36% od 2010 do današnjice, što predstavlja reprezentativan presek razvoja upotrebe vizuelizacije u literaturi. Tabela 7.1.2 predstavlja osnovne podatke o proporcijama i njihovim intervalima poverenja, a isti ti podaci su vidljivi i na slici 7.1.2.



Slika 7.1.2. Intervali poverenja za frekvenciju upotrebe tehnika vizuelizacije u literaturi (n=591).

Kao što se može videti, veliki broj opaženih vizuelizacija su u stvari prisutne u statistički zanemarljivim proporcijama što se može videti i po tome što im 95% intervali poverenja prelaze nulti podeok. Statistički relevantni su samo 3D ravan stubovi, razmak kvartala, ROC, linija, rasute tačke, i tabele, te su i oni predstavljeni na slici 7.1.3 koja sadrži iste podatke kao i 7.1.2, ali u formi lakšoj za pregled. Od statistički značajnih vizuelizacija *praktično* značajni su samo stubovi, tabele, i rasute tačke (sa ili bez linija trenda).



Slika 7.1.3. Intervali poverenja za frekvenciju upotrebe tehnika vizuelizacije u literaturi koje su statistički značajne (n=591).

Kao rezultat studije radova i analize kriterijuma predstavljene na početku ovog poglavlja odlučeno je da finalni test mora da uključuje tabelle (prisutne kao kontrola), neku formu rasutih tačaka (zbog popularnosti), stubove (takođe zbog popularnosti), dijagram-zvezda (zato što je atestiran u literaturi, a delimično ispunjava kriterijume), i paralelne koordinate (zato što sasvim ispunjavaju kriterijume). Paralelne koordinate, kao što je pomenuto, su u 2D i 3D varijanti, a zvezdasti dijagram je u dve pod-varijante: gusta i retka. Gusta varijanta ima više merenja na jednoj slici i odgovara po gustini podataka paralelnim koordinatama, dok je retka varijanta takva da ima samo jedno merenje po slici, te je bliža prirodnoj gustini zvezdastog dijagrama. Radi efektivnosti komunikacije, ovi scenariji koji se testiraju su kodirani u skladu sa tabelom 7.1.3.

Tabela 7.1.3. Kodiranje scenarija koji se testiraju.

Vizuelizacija	Kod
Tabela	Table

Rasute tačke	Scatter
Dijagram zvezda, gust	Star3k
Dijagram zvezda, redak	Star9kz
Stubovi	Bar
Paralelne koordinate, 2D	X2d
Paralelne koordinate 3D	X3d

7.2 Opis izvršenog testa

Planirana su četiri testa bazirana na SICEP-u i podacima iz literature (Kumar i ostali 2009; Man, Docef, i Kossentini 2005; Santa-Cruz, Grosbois, i Ebrahimi 2002; Penedo i ostali 2005; Dhouib i ostali 2008; Bharti, Gupta, i Bhatia 2009; Kosheleva i Cabrera 2002; Xiang i ostali 2009). Prva tri testa su namenjena za velike grupe u skladu sa UP scenarijom testiranja vizuelizacije, a vizuelizacija koja je dominantna u sva tri bi bila iskorišćena za VDAR-tip testa sa ekspertima PACS domena. Ovaj pristup pomaže da se vreme domenskih eksperata (koje je dragoceno) maksimalno efektivno iskoristi.

Grupni testovi su svi imali istu formu: eksperimentalnim subjektima je dat internet-baziran alat za evaluaciju vizuelizacije (sekcija 6.1), te su im ponuđene instrukcije i u tekst formi i u formi video prezentacije koja traje devet minuta i 47 sekundi, a onda su im ponuđene četiri vizuelizacije (u nasumičnom redosledu u skladu sa principom kontra-balansiranja) istog skupa podataka, mada im nije rečeno da će analizirati isti skup podataka, niti šta podaci sami po sebi znače. Onda se od njih tražilo da u svakom slučaju odaberu „najbolji“ entitet i ocene koliko su sigurni u svoj izbor. Izbor „najboljeg“ je baziran na multidimenzionalnom poređenju između entiteta koji su u potpunosti bili sačinjeni od podataka iz literature obrađenih SICEP sistemom. Vreme koje je eksperimentalnim subjektima trebalo da donesu odluku je mereno sa milisekundskom rezolucijom.

Tri grupna testa koja zajedno tvore fazu jedan su: pilotni (korak jedan), test niske dimenzionalnosti (korak 2), i test visoke dimenzionalnosti (korak 3). Grupe namenjene za ove testove su planirane da budu po 60 učesnika, ali tehnički problemi su značili da je finalni broj koji je analiziran bio 60, 43, i 59, redom, za ukupan uzorak od 162. Grupe su sastavljene od nepreklopajućih, anonimnih, dobrovoljaca i formirane su isključivo od odraslih, starosti od 20 do 65 sa različitim profesijama i nivoima obrazovanja. Polna struktura uzorka je predstavljena u tabeli 7.2.1.

Tabela 7.2.1. Polna struktura uzorka.

Stadijum	Muškaraca	Žena	Ukupno
Korak 1	28 (46.67%)	32 (53.33%)	60 (100.00%)
Korak 2	27 (62.79%)	16 (37.21%)	43 (100.00%)
Korak 3	28 (47.46%)	31 (52.54%)	59 (100.00%)
Ukupno	83 (48.76%)	79 (51.23%)	162 (100.00%)

U koraku jedan je testiran izbor baziran na zahtevima suprostatavljen kontrolnom izboru (tabela) i najpopularnijem metodu iz literature (rasute tačke). Ovo je učinjeno na skupu podataka sa relativno ograničenim skupom dimenzija. Ograničen skup dimenzija je odabran u korist vizuelizacijama odabranim iz literature, a na štetu vizuelizacija odabranih na osnovu kriterijuma. Ovo je učinjeno da bi vizuelizacije odabrane na osnovu kriterijuma, a koje nisu atestirane u literaturi opravdale svoju upotrebu.

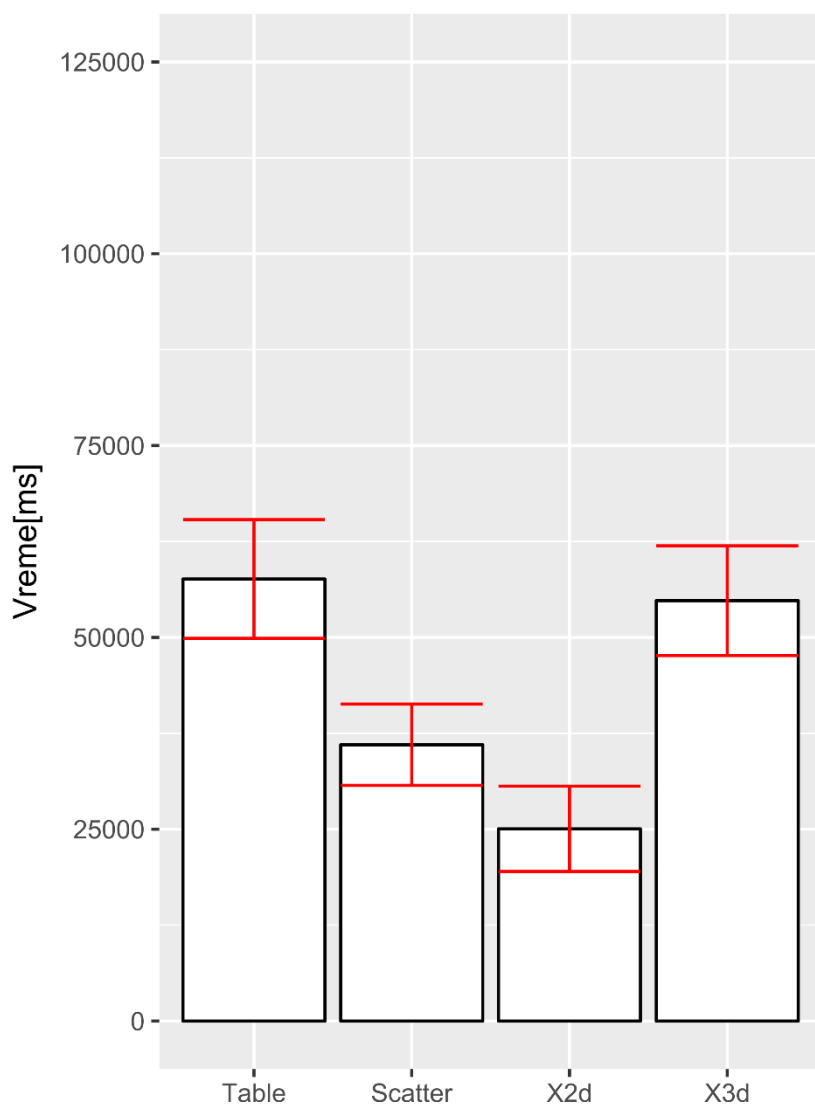
U koraku dva, najuspješnija vizuelizacija koraka jedan se testira sa kontrolnom vizuelizacijom koja je, za razliku od tabele koja je korišćena ranije, vizuelna i atestirana u literaturi, a nije prilagođena zahtevima uopšte (izabran je stub), kao i sa vizuelizacijama koje su atestirane u literaturi, a maksimalno ispunjavaju kriterijume (izabrani su dijagrami zvezde). Korak 2 kao i korak 1 ima uslov niske dimenzionalnosti (specifično deset dimenzija grupisanih u tri indikatora zahteva) pod kojim se očekuje da će sve vizuelizacije dobro raditi.

Korak tri ima iste tehnike kao korak dva, ali su podaci umereno visokodimenzionalni, specifično vizuelizuje se 25 dimenzija podataka u šest indikatora zahteva. U ovim okolnostima se očekuje da će se videti razlika između vizuelizacionih tehnika koje nije bilo u koraku 2.

Faza 2 se sastoji od ekspertske evaluacije one vizuelizacije koja se najbolje pokaže u koracima 2 i 3 faze 1 i služi da validira rezultate prve faze. Faza 2 je sprovedena u skladu sa VDAR scenarijem evaluacije kako je opisano u poglavljima 5 i 6.

7.3 Pregled podataka i rezultati

Slika 7.3.1 prikazuje neophodno vreme za donošenje odluke za prvi korak kao dijagram srednje vrednosti sa ucrtanim intervalima poverenja od 95%. Ono što je jasno sa slike jeste da je tabela najsporija, a paralelne koordinate najbrže. Ono što je bilo neočekivano u trenutku analize jeste da su 3D paralelne koordinate mnogo sporije uprkos očekivanju da će 3D prikaz smanjiti kognitivnu distancu.



Slika 7.3.1. Intervali poverenja za vreme odluke, korak 1 faza 1. (n=60).

Ako se ovi rezultati podvrgnu statističkoj proceduri definisanoj u poglavlju 6, modifikovani ANOVA test proizvodi test statistiku od $F(2.5, 87.66) = 22.3918$, sa p vrednošću koja je premala za preciznost računara, odnosno efektno 0. Tabela 7.3.1 ilustruje izmerene srednje vrednosti, a tabela 7.3.2 rezultate *post hoc* testa koji pokazuje da je većina razlika statistički značajna.

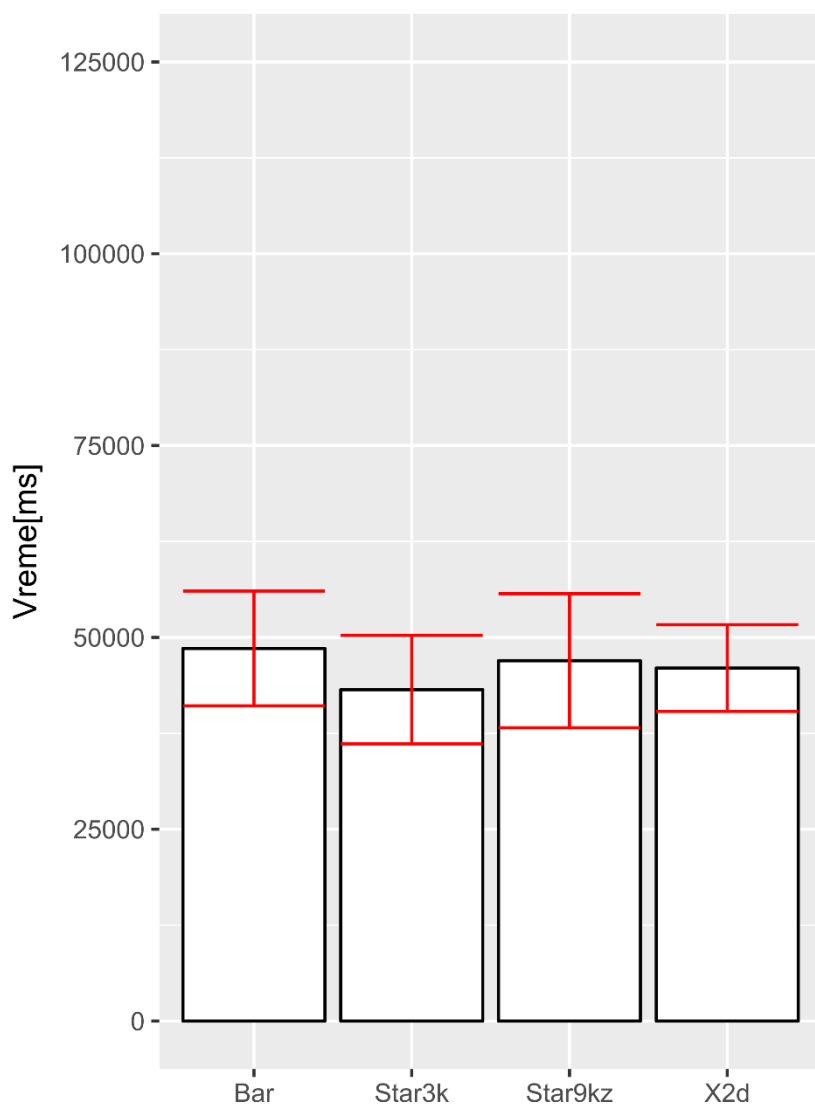
Tabela 7.3.1. Opisni statistički pokazatelji izmerenog vremena donošenja odluke, korak 1 faza 1. (n=60)

Vizuelizacija	Srednja vrednost	S _D
Table	63156	34880
Scatter	36009	20502
X2d	25046	21533
X3d	54785	27667

Tabela 7.3.2. Rezultati *post hoc* testiranja izmerenog vremena donošenja odluke, korak 1 faza 1. (n=60)

Poređenje	p-vrednost	Kritična p-vrednost	Značajna?
Table sa Scatter	0.00003	0.01270	Da
Table sa X2d	0.00000	0.01020	Da
Table sa X3d	0.70336	0.05000	Ne
Scatter sa X2d	0.00085	0.01690	Da
Scatter sa X3d	0.00158	0.02500	Da
X2d sa X3d	0.00000	0.00851	Da

Slika 7.3.2 pokazuje rezultate za neophodno vreme za donošenje odluke u koraku 2 faze 1 kao dijagram srednje vrednosti sa ucrtanim 95% intervalima poverenja, kao i ranije. Koliko je to moguće očitati sa grafikona, nema razlike između izmerenih vrednosti.



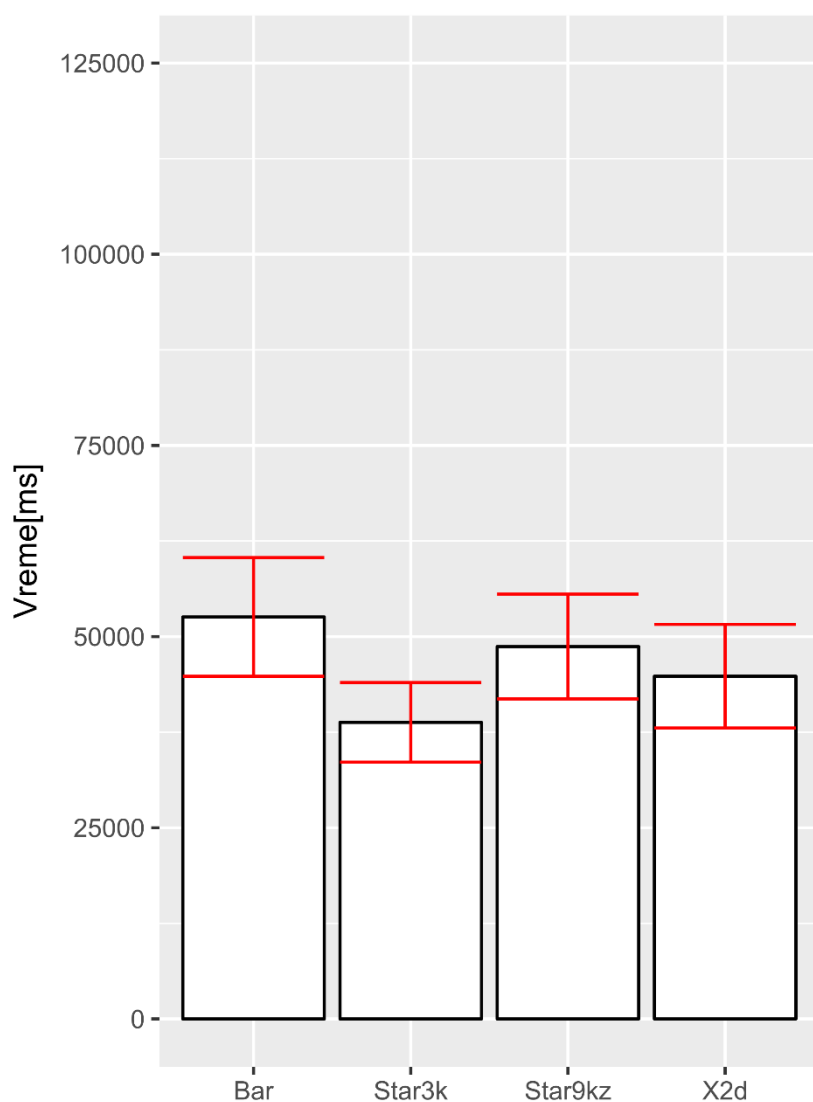
Slika 7.3.2. Intervali poverenja za vreme odluke, korak 2 faza 1. (n=43).

Taj nedostatak razlike se vidi i kao deo statističke analize—modifikovana ANOVA proizvodi test statistiku od $F(2.65, 69) = 0.5134$ sa p vrednošću od 0.65215 što je daleko iznad Fišerovog α praga. Zbog toga, ne možemo odbaciti nultu hipotezu ANOVA testa, to jest, da su sve srednje vrednosti jednake. Tabela 7.3.3 pokazuje izmerene srednje vrednosti, a potrebe za *post hoc* testiranjem nema.

Tabela 7.3.3. Opisni statistički pokazatelji izmerenog vremena donošenja odluke, korak 2 faza 1. (n=43)

Vizuelizacija	Srednja vrednost	S _D
Bar	50557	27107
Star3k	43189	22992
Star9kz	46960	28393
X2d	48091	22546

Slika 7.3.3 pokazuje rezultate za neophodno vreme za donošenje odluke u koraku 3 faze 1 kao dijagram srednje vrednosti sa ucrtanim 95% intervalima poverenja, kao i u prethodna dva slučaja. Opet nije bilo značajnih razlika koje se mogu videti sa dijagrama osim nešto kraćeg vremena za slučaj kodiran sa Star3k na ivici statističkog značaja.



Slika 7.3.3. Intervali poverenja za vreme odluke, korak 3 faza 1. (n=59).

Ako se ovi rezultati podvrgnu modifikovanoj ANOVA proceduri dobije se test statistika od $F(2.93, 105.38) = 4.2831$ sa p vrednošću od 0.00722 što je značajno na nivou od 0.01. Tabela 7.3.4 pokazuje stvarno izmerene srednje vrednosti, a tabela 7.3.5 pokazuje rezultate *post hoc* testa koji ukazuje na to da je većina opaženih razlika statistički beznačajna. Može se reći da, uprkos minimalnom statističkom značaju rezultata ovde, nema smislenih rezultata koji se mogu izvući iz rezultata koraka 2 i 3 prve faze što se tiče vremena.

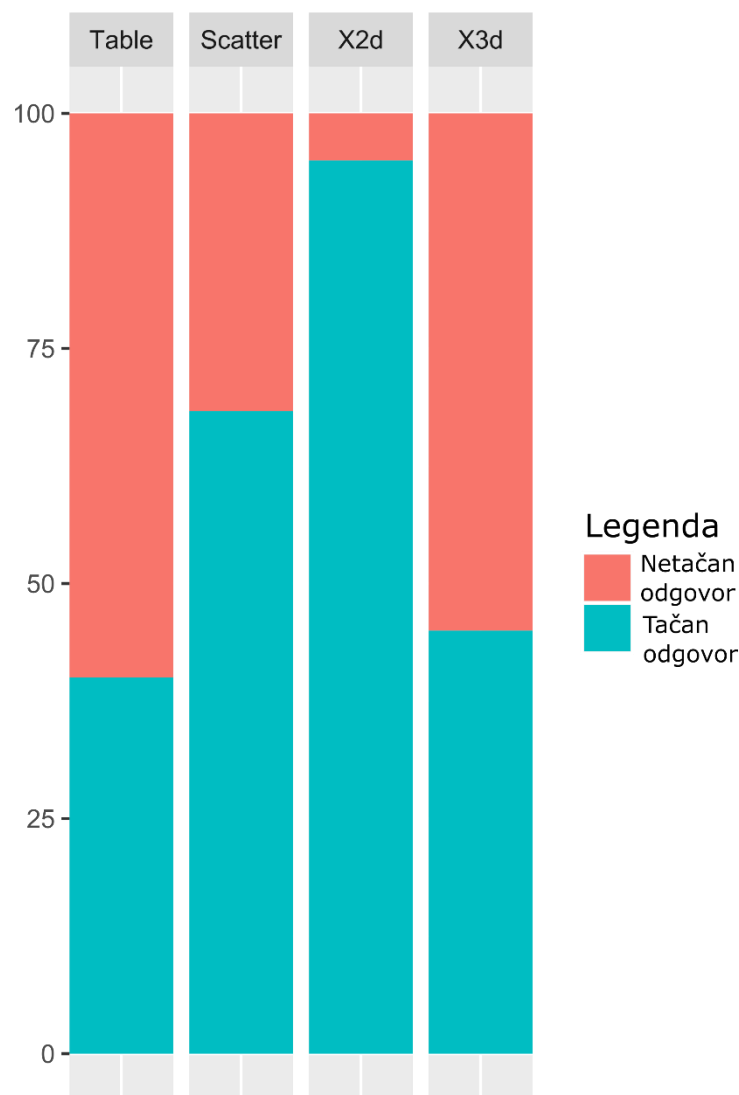
Tabela 7.3.4. Opisni statistički pokazatelji izmerenog vremena donošenja odluke, korak 3 faza 1. (n=59)

Vizuelizacija	Srednja vrednost	S _D
Bar	61343	43745
Star3k	40474	23516
Star9kz	59327	44548
X2d	51645	45507

Tabela 7.3.5. Rezultati *post hoc* testiranja izmerenog vremena donošenja odluke, korak 3 faza 1. (n=59)

Poređenje	p-vrednost	Kritična p-vrednost	Značajna?
Bar sa X2d	0.04678	0.01270	Ne
Bar sa Star3k	0.00086	0.00851	Da
Bar sa Star9kz	0.94928	0.05000	Ne
X2d sa Star3k	0.24238	0.01690	Ne
X2d sa Star9kz	0.27513	0.02500	Ne
Star3k sa Star9kz	0.00267	0.01020	Da

Interpretacija rezultata je ograničena, budući da većina rezultata nije dosegla statistički značaj, prvo, a drugo čak i da jeste, on ne bi imali *praktičan* značaj budući da kao što tabele 7.3.4 i 7.3.3 pokazuju, najveće izmerene razlike iznose ne više od jedne standardne devijacije uzorka. Sa druge strane, moguće je doneti sledeći preliminarni zaključak: pod uslovom da je zadovoljen određeni minimalni stepen kvaliteta vizuelizacije, količina vremena neophodnog da se donese odluka izgleda da je konstantna i govori više o strpljenju korisnika nego o kvalitetu vizuelizacije. Ovo donekle opravdava poređenje standardne devijacije celog uzorka (40952ms) i srednje vrednosti standardne devijacije posmatrane po korisniku (27734ms). Kao što će se razmatrati u sekciji 8.3, neophodno je napraviti drugačiji test protokol koji forsira vreme neophodno za donošenje odluke. Ovo bi se moglo učiniti tako što dozvoljava iterativno donošenje odluke—to jest da se odluka donosi nanovo i nanovo—sve dok se ne dobije tačan rezultat. Ovakvo forsiranje jednog ishoda bi bilo neophodno da bi se doneli smisleniji zaključci o brzini donošenja odluka kod ovih vizuelizacija.



Slika 7.3.4. Proporcije tačnog odgovora, korak 1, faza 1. (n=60).

Slika 7.3.4 pokazuje relativnu tačnost vizuelizacionih tehnika u koraku 1 faze 1. Jasno je vidljivo da 2D paralelne koordinate pružaju najbolji rezultat sa značajnom marginom, dok 3D paralelne koordinate ne pokazuju efektivnost koja je očekivana i ispoljavaju istu efektivnost kao kontrolna tehnika. Kao što je predviđeno, tačnost tehnike rasutih tačaka je između table i paralelnih koordinata.

Tabela 7.3.6 pokazuje tačne vrednosti proporcija, njihove intervale poverenja i odgovarajuće koeficijente u logističkom modelu pomešanih efekata koji ih poredi sa kontrolnom tehnikom, ovde tabelom, te intervale poverenja za te koeficijente. Intervali poverenja proporcije se ne preklapaju između 2d paralelne koordinate i bilo koje druge tehnike, te ovo sugeriše da su 2D paralelne koordinate statistički značajno bolje od svih drugih. Što se tiče logističke provere, interval poverenja ne uključuje 1 (što bi značilo da prediktor razlike ne ukazuje na značajnost) za rasute tačke i 2D paralelne koordinate, sa 2D paralelnim koordinatama koje pokazuju najveću

veličinu efekta. Ovi rezultati se interpretiraju kao 28.5 puta veća šansa za tačnim odgovorima u slučaju 2D paralelnih koordinata u odnosu na tabelu.

Tabela 7.3.6. Proporcije i koeficijenti logističke regresije sa intervalima poverenja, korak 1 faza 1. (n=60)

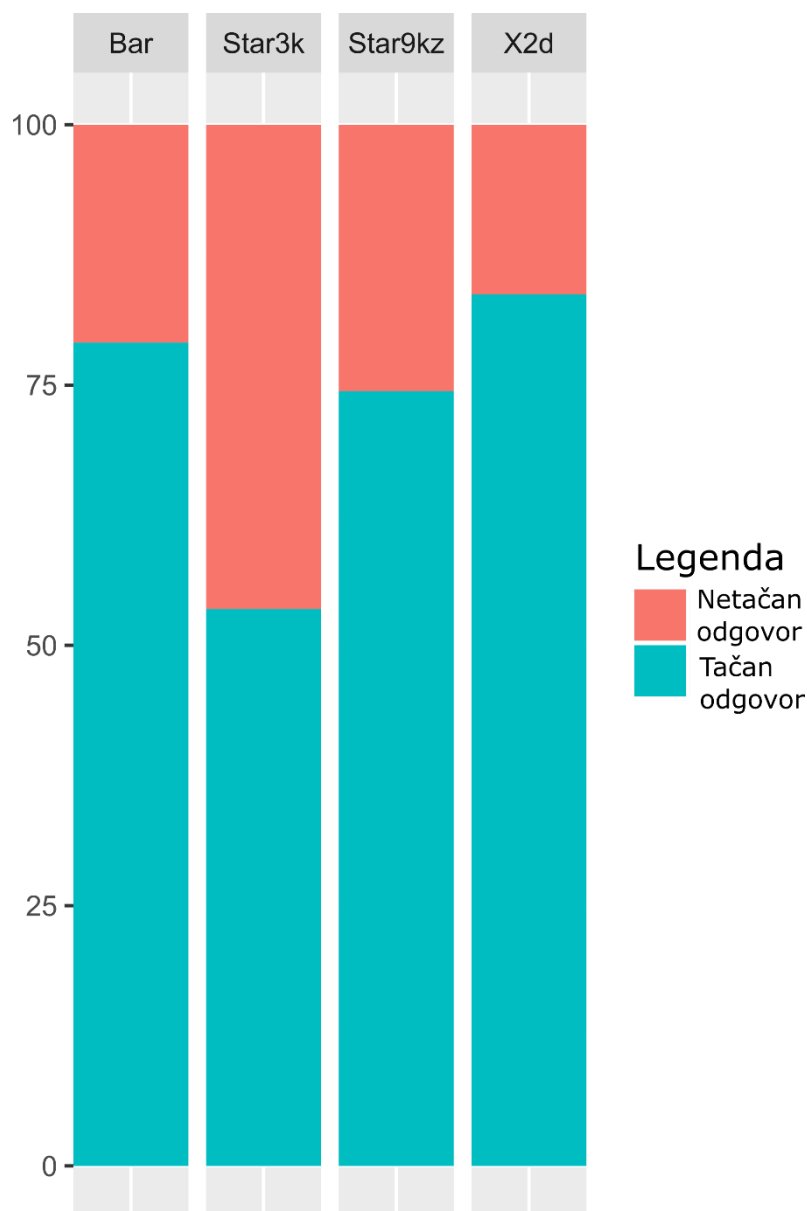
Kod vizuelizacije	Proporcija			Koeficijent regresije		
	Od	Iznos	Do	Od	Iznos	Do
Table	27.604%	40.000%	52.396%	N/A	N/A	N/A
Scatter	56.563%	68.333%	80.104%	1.529	3.237	6.853
X2d	89.485%	95.000%	100%+	7.998	28.500	101.556
X3d	32.412%	45.000%	57.588%	0.594	1.227	2.534

Tabela 7.3.7 pokazuje rezultate MekNemarovog χ^2 testa za zavisne podatke podvrnutog Holmvoj korekciji. Rezultati koji su označeni kao značajni su test za 2D paralelne koordinate upoređen sa svim ostalim, dok je rezultat za tehniku rasutih tačaka samo značajan kada se uporedi sa 3D paralelnim koordinatama. Ovo odgovara rezultatima prijavljenim u 7.3.6 i interpretira se na isti način.

Tabela 7.3.7. Rezultati *post hoc* testiranja proporcije tačnosti višestrukim MekNemarovim testom podvrnutim Holmvoj korekciji, korak 1 faza 1. (n=60)

Poređenje	Podušena p-vrednost	Značajna?
Table sa Scatter	0.0062267	Da
Table sa X2d	0.0000002	Da
Table sa X3d	0.7277235	Ne
Scatter sa X2d	0.0031849	Da
Scatter sa X3d	0.0605206	Ne
X2d sa X3d	0.0000015	Da

Uzimajući sve ove rezultate kao i zahtev za ispunjenjem sva tri testa opisanim u poglavlju šest, može se tvrditi da su 2D paralelne koordinate najtačnija tehnika vizuelizacije i da je ova tvrdnja statistički značajna na 0.001 nivou.



Slika 7.3.5. Proporcije tačnog odgovora, korak 2, faza 1. (n=43).

Slika 7.3.5 pokazuje relativne tačnosti vizuelizacionih tehnika posmatranih u koraku 2 faze 1. Neočekivan rezultat—u skladu sa početnim hipotezama—je uspeh grafikona stubova. Interpretacija ovoga jeste da, uzimajući u obzir niskodimenzionalnu prirodu rezultata, dominantan faktor u uspehu neke vizuelizacione tehnike jeste koliko je poznata korisniku. Ovo se može proveriti u koraku 3 gde, ako je ova interpretacija tačna, se očekuje da uspeh grafikona stubova opadne.

Tabela 7.3.8 pokazuje tačne vrednosti proporcija, njihove intervale poverenja i odgovarajuće koeficijente u logističkom modelu pomešanih efekata koji ih poredi sa kontrolnom tehnikom, ovde grafikonom stubova, te intervale poverenja za te koeficijente. U skladu sa rezultatima vidljivim na slici 7.3.5, praktično nijedan rezultat nije statistički značajan, izuzimajući znatno lošiji rezultat slučaja kodiranog sa Star3k.

Tabela 7.3.8. Proporcije i koeficijenti logističke regresije sa intervalima poverenja, korak 2 faza 1. (n=43)

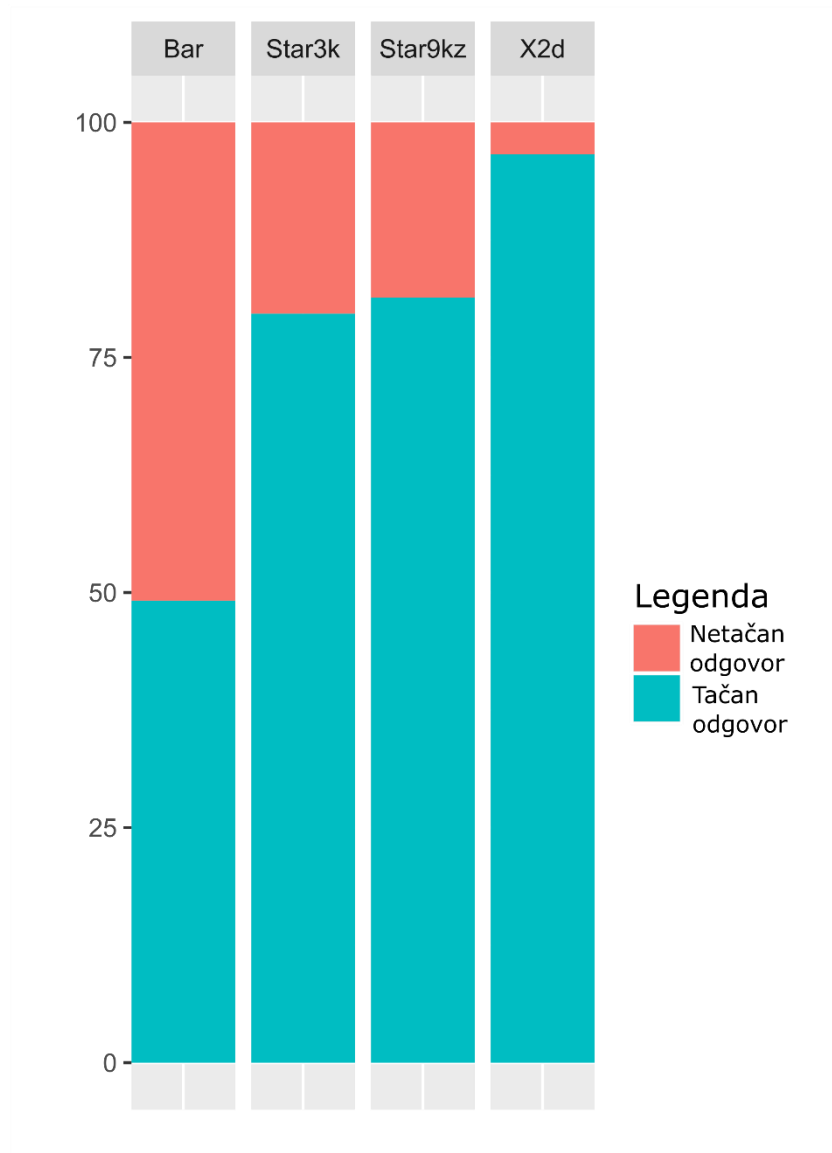
Kod vizuelizacije	Proporcija			Koeficijent regresije		
	Od	Iznos	Do	Od	Iznos	Do
Bar	66.911%	79.070%	91.229%	N/A	N/A	N/A
Star3k	38.580%	53.488%	68.397%	0.102	0.278	0.759
Star9kz	61.377%	74.419%	87.460%	0.268	0.757	2.136
X2d	72.687%	83.721%	94.755%	0.450	1.385	4.263

Tabela 7.3.9 pokazuje rezultate MekNemarovog χ^2 testa za zavisne podatke podvrgnutog Holmvoj korekciji. Rezultat pokazuje da razlike nisu značajane ni u jednom test slučaju.

Tabela 7.3.9. Rezultati *post hoc* testiranja proporcije tačnosti višestrukim MekNemarovim testom podvrgnutim Holmvoj korekciji, korak 2 faza 1. (n=43)

Poređenje	Podešena p-vrednost	Značajna?
Bar sa X2d	1.000	Ne
Bar sa Star3k	0.185	Ne
Bar sa Star9kz	1.000	Ne
X2d sa Star3k	0.053	Ne
X2d sa Star9kz	1.000	Ne
Star3k sa Star9kz	0.381	Ne

Rezultat svega navedenog u skladu sa kriterijumom trostrukog testa iz poglavlja 6 jeste da se ne može tvrditi da postoji bilo kakva razlika u tačnosti tehnika pod uslovima drugog koraka. Rezultati ukazuju da u slučaju niske dimenzionalnosti poznatost vizuelizacije nadjačava skoro sve druge faktore, kao i da dovoljno lak problem ne dozvoljava da se razluče vizuelizacione tehnike.



Slika 7.3.6. Proporcije tačnog odgovora, korak 3, faza 1. (n=59).

Slika 7.3.6 pokazuje relativnu tačnost vizuelizacionih tehnika u koraku 3 faze 1. Odmah je vidljivo da se dijagrami zvezda ponašaju slično jedni drugima, dok se 2D paralelne koordinate ponašaju slično, ali imaju bolje rezultate.

Tabela 7.3.10 pokazuje tačne vrednosti proporcija, njihove intervale poverenja i odgovarajuće koeficijente u logističkom modelu pomešanih efekata koji ih poredi sa kontrolnom tehnikom, ovde grafikonom stubova, te intervale poverenja za te koeficijente. U skladu sa rezultatima vidljivim na slici 7.3.6, najbolje se pokazuju 2D paralelne koordinate, i one su jedine čiji se intervale konzistentno ne poklapaju ni sa jednom drugom tehnikom.

Tabela 7.3.10. Proporcije i koeficijenti logističke regresije sa intervalima poverenja, korak 3 faza 1. (n=59)

Kod vizuelizacije	Proporcija			Koeficijent regresije		
	Od	Iznos	Do	Od	Iznos	Do
Bar	36.396%	49.153%	61.909%	N/A	N/A	N/A
Star3k	69.390%	79.661%	89.932%	2.571	7.621	22.588
Star9kz	71.418%	81.356%	91.294%	2.898	8.861	27.089
X2d	91.992%	96.610%	100%+	13.958	97.723	684.165

Te rezultate potvrđuju rezultati prijavljeni u tabeli 7.3.11 koja pokazuje rezultate MekNemarovog χ^2 testa za zavisne podatke podvrgnutog Holmvoj korekciji koje ukazuju da su skoro sve razlike statistički značajne izuzimajući razliku između dva različita zvezdasta dijagrama što se moglo i zaključiti na osnovu tabele 7.3.10 i slike 7.3.6.

Tabela 7.3.11. Rezultati *post hoc* testiranja proporcije tačnosti višestrukim MekNemarovim testom podvrgnutim Holmvoj korekciji, korak 3 faza 1. (n=59)

Poređenje	Podešena p-vrednost	Značajna?
Bar sa X2d	0.0000020	Da
Bar sa Star3k	0.0034246	Da
Bar sa Star9kz	0.0026600	Da
X2d sa Star3k	0.0132796	Da
X2d sa Star9kz	0.0317227	Da
Star3k sa Star9kz	1.0000000	Ne

Primena kriterijuma tri testa na rezultate koraka 3 faze 1 dovodi do toga da se samo može reći da su 2D paralelne koordinate konzistentno tačnije od svih drugih tehnika na način koji je statistički značajan. Od manje praktične važnosti jeste reći da su grafikoni dijagrama zvezde statistički značajno tačniji od grafikona stuba.

7.4 Ekspertska revizija

Svi rezultati do ovog momenta su postignuti koristeći eksperimentalne subjekte koji nisu bili eksperti i koji su koristili anonimizirane podatke što je dobro radilo za kontrolu empirijske studije u UP scenariju sa statističkom analizom kontrolisanog eksperimenta. Sa druge strane, ovo je takođe iz razmatranja uklonilo ključne elemente toga kako bi ovakav sistem bio korišćen u praksi. Da bi se ovo ispravilo u skladu sa VDAR/CDA/UE scenarijima evaluacije tri scenarija skrupulozno bazirana na stvarnom svetu su kreirana, modelovana korišćenjem SICEP alata, vizuelizovana 2D paralelnim koordinatama (koja su konzistentno bila najuspešnije rešenje), i predstavljena grupi od tri eksperta. Ovi eksperti su bili autentična zainteresovana lica za PACS, kao i njegovi korisnici, ali iako su bili domenski eksperti, oni nisu imali nikakvog iskustva u kompresiji slike uopšte niti u kontekstu PACS-a kao domena primene.

Grupa se sastojala od domenskog eksperta u zdravstvu, domenskog eksperta u medicinskim informacionim sistemima, i domenskog eksperta u finansijama. Kada je grupa upotrebila vizuelizacije i sistem da donese svoje odluke, bili su intervjuisani ne bi li se od njih dobili uzorci i ne bi li se njihova odluka uporedila sa industrijskim konsenzusom, budući da su sva tri problema bila takva da su tačni odgovori odavno poznati. Svi scenariji su bazirani na biranju između kompresija iz skupa JPEG2000, SPIHT, JPEG-a u varijanti koja degradira kvalitet i koja ne

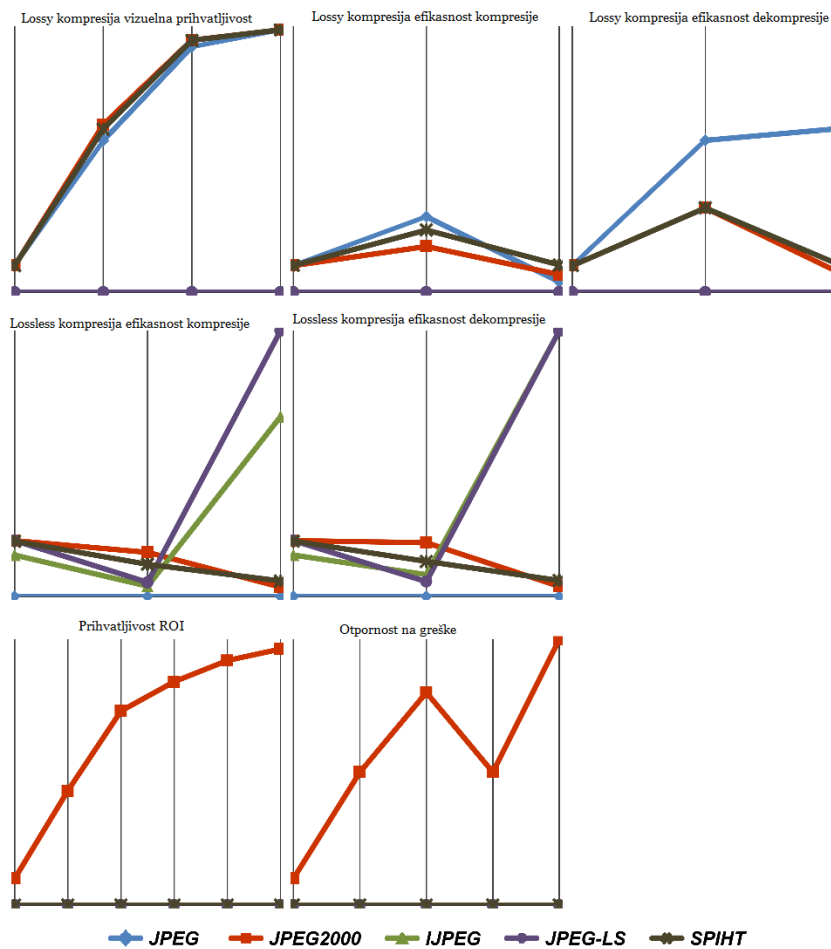
degradira kvalitet, i JPEG-LS i razlikuju se po zahtevima i po kontekstu. Scenariji za test slučajeve su:

1. PACS za regionalni medicinski centar koji podržava i telemedicinu i mobilnu medicinu.
2. PACS za lokalnu medicinsku instituciju sa ograničenim kapacitetima koji ne podržava kompresiju bez degradacije kvaliteta, telemedicinu, ili mobilnu medicinu.
3. PACS za lokalnu medicinsku instituciju sa velikim resursima koji podržava kompresiju bez degradacije kvaliteta kao metod za ubrzanje obrade i ne podržava telemedicinu i mobilnu medicinu.

Ove scenarije je modelovao SICEP tako što je formirao sedam indikatora zahteva i to:

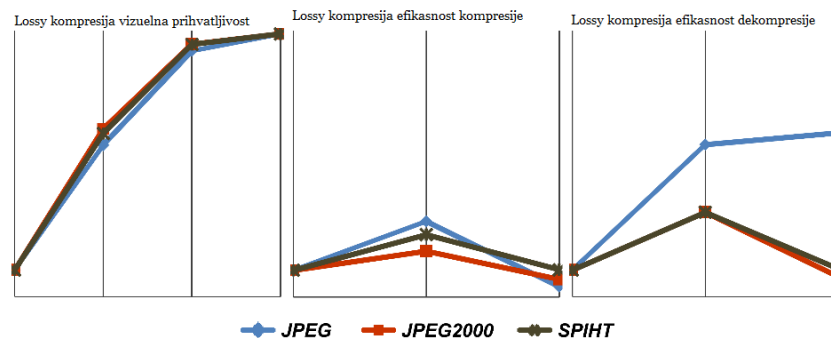
- A. Vizuelna prihvatljivost kompresije sa degradacijom (lossy).
- B. Efikasnost kompresije bez degradacije kvaliteta (lossless).
- C. Efikasnost dekompresije za kompresiju sa degradacijom kvaliteta.
- D. Efikasnost kompresija za kompresiju sa degradacijom kvaliteta.
- E. Efikasnost dekompresije za kompresiju bez degradacije kvaliteta.
- F. Prihvatljivost kodiranja za regione od posebnog interesa (ROI).
- G. Otpornost na greške.

Ovih sedam indikatora zajedno obuhvataju četrnaest dimenzija i vizuelizovani su i na nivou indikatora (što kao elemente vizuelizacije prikazuje indikatore) i na nivou detalja što pokazuje sve dimenzije jednog indikatora upoređenog sa nekim apstraktnim kriterijumom prihvatljivosti ili sa nekim od drugih kompresija koje su odabrane. Nivo detalja takođe prikazuje i konkretne izmerene vrednosti.



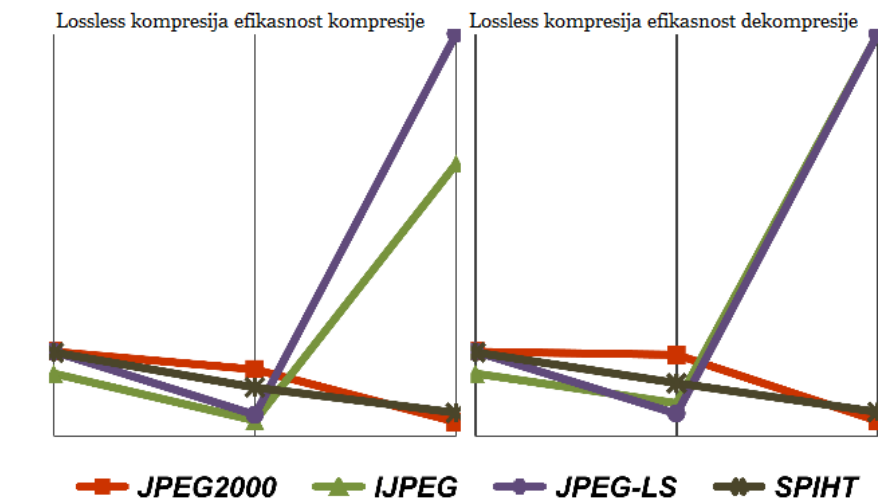
Slika 7.4.1. Indikatorski nivo regionalnog PACS primera.

Slika 7.4.1 prikazuje vizuelizaciju koja je prikazana stručnjacima i koja prikazuje svih sedam indikatora pošto su, u slučaju prvog test slučaja svih sedam relevantni. Svaki pod-grafikon je označen sa imenom svog indikatora, a broj vertikalnih osa označava specifične mere koje su deo ovog indikatora. Kao primer, u slučaju indikatora za vizuelnu prihvatljivost rezultata kompresije sa degradacijom kvaliteta—gore-levo na slici, indikator A—prikazana su četiri merenja preko četiri ose i to: odnos kompresije, maksimalni odnos signala i šuma, indeks strukturane sličnosti, i ROC-mera. Ovi su kombinovani preko SICEP sistema zato što su svi značajni odluci koja se donosi vezano za taj specifičan indikator. Inteligentno grupisanje preko SICEP-a je ono što omogućava da se kontroliše broj dimenzija koje se koriste da se prikažu podaci, tako što se grupišu one ose čije su interakcije maksimalno važne u indikatore koje predstavljaju odgovor na neko specifično pitanje u sistemu donošenja odluka koje ova vizuelizacija podržava.



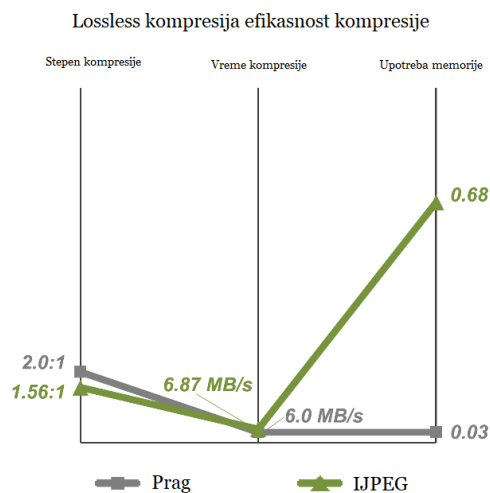
Slika 7.4.2. Indikatorski nivo ograničenog PACS primera.

Slika 7.4.2 prikazuje podskup podataka prikazanih u 7.4.1 modifikovan tako što je slučaj izmenjen u SICEPu, dajući određenim faktorima veći prioritet a ignorišući ostale. Pošto su sposobnosti PACSa koji se ovde proučava manje, akcenat se baca na kompresiju sa degradacijom kvaliteta.



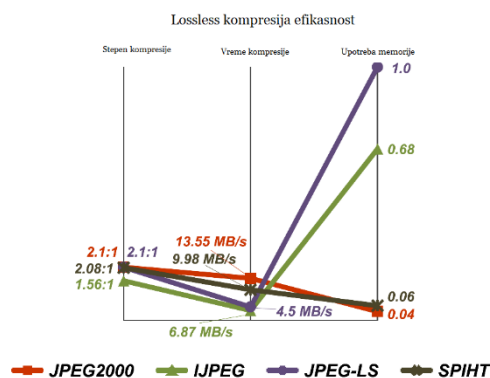
Slika 7.4.3. Indikatorski nivo lokalnog PACS primeru sa većim resursima.

Slika 7.4.3, kao i slika 7.4.2 samo pokazuje podskup podataka u skladu sa SICEP modelom. U ovom, slučaju lokalnog PACS-a sa velikim mogućnostima, nema razloga da se posmatra tip kompresije sa degradacijom kvaliteta što utiče na faktore koji se odaberu.



Slika 7.4.4. Poređenje individualne tehnike kompresije sa nekakvim pragom uz ispunjavanje kriterijuma PI, sekcija 7.1.

Način na koji su eksperti koristili ove vizuelizacije jeste da im je ukratko opisano kakav je scenario koji analiziraju i koji su im prioriteti, a onda im je dozvoljeno da slobodno iteraguju sa sistemom baziranim na vizuelizacijama koji nudi sve ilustrovane vizuelizacije, i takođe mogućnost da se 'zumira' na samo jedan indikator i da se prikažu samo detalji tog jednog indikatora sa više detalja. Moguće je bilo i zatražiti tabelarni prikaz podataka. Konačno, bilo je moguće uporediti bilo koju vizuelizaciju sa pragom prihvatljivosti baziranim na scenariju, slika 7.4.4 ili sa ucrtanim tačnim vrednostima merenja, slika 7.4.5.



Slika 7.4.5. Upoređivanje tehnika kompresije uz pregled stvarnih vrednosti.

Tokom testa, stručnjaci nikada nisu zatražili prikaz preko tabele vrednosti—kako je i bilo očekivano usled ranijih rezultata—i proveli su većinu svog vremena na nivou indikatora na kome su ili odbacivali kandidate ili ih ostavljali za kasnije proučavanje. U samo jednom slučaju je stručnjak za medicinsku informatiku zatražio da se prikažu detalji jednog specifičnog indikatora (baš onog prikazanog na slici 7.4.5) ne bi li potvrdio sumnju.

U sva tri slučaja, grupa stručnjaka je jednoglasno dosegla „korektnu“ odluku, odnosno onu koja odgovara industrijskom konsenzusu. U prvom scenariju JPEG2000 je odabran gotovo trenutno budući da je problem dosta bio ograničen, dok se u druga dva izbor odužio, ali je eventualno dosegnut sa visokim stepenom prijavljene samopouzdanosti kod korisnika.

U post-eksperimentalnom brifingu (poglavlje 5) glavni utisak korisnika jeste da je ono što čini sistem upotrebljivim u poređenju sa drugim sistemima te prirode koji su korisnici koristili jeste upravljanje količine i gustine informacija koje su vidljive korisniku u jednom trenutku. Kako je jedan učesnik rekao, podaci se lako raspoznaju a da nisu „razbacani.“ Uzimajući u obzir rezultate, kao i izjave korisnika, ima indicija da je ključan faktor u multidimenzionalnoj vizuelizaciji balans između čitljivosti i prikaza što veće količine podataka na što manje prostora ne bi li se smanjio trud neophodan za sintezu. Ovo je vidno povezano i sa naporom pomeranja pažnje i pogleda sa mesta na mesto što ukazuje da bi vizuelizacije trebale da daju izuzetno dramatične rezultate u slučaju simulacije hendikepa koji utiče na integritet vizuelnog polja.

7.5 Diskusija

Bazirano na istraživanju predstavljenom u ovom poglavlju može se tvrditi, u znatan stepen sigurnosti da:

- Vizuelizacija multidimenzionalnih podataka, uprkos problemima, je uvek moćnija od tabela.
- Najefektnija tehnika za vizuelizaciju pod ovim okolnostima je, bez sumnje, 2D paralelne koordinate. Druga po redu jesu njoj slični gusti dijagrami zvezde.
- Odabir vizuelizacije u literaturi nije blizu optimalnom.

Otkriveno je takođe da je 3D vizuelizacija znatno lošija nego što se pretpostavljalo. Bazirano na ovome, kao i na lošim rezultatima stubova i tabela, podaci sugerišu ali ne garantuju da je kompaktnost podataka od ključne važnosti za omogućavanje efektnog uvida i da je faktor ograničenja u ovoj formi poređenja kratkoročno pamćenje. Ovo sugeriše (sekcija 8.3) da je moguća linija daljeg istraživanja detekcija ključnih osobina vizuelizacije kroz dodatnu telemetriju, naorčito praćenje pogleda. Još jedno polje istraživanja koje se može razmatrati (sekcija 8.3) jeste istraživanje reakcije na ekstremno veliki skup dimenzija. Pošto su se

dijagrami zvezde i paralelne koordinate nametnuli kao optimalni slučajevi za analizu, valja saznati kako se ponašaju u slučajevima ekstremne dimenzionalnosti gde vrednosti prelaze 100. Konačno, još jedan mogući pristup jeste da se istraživanje ponovi bez izmene ali sa različitim izvorima podataka ne bi li se umanjila šansa da medicinski podaci imaju nekakav neočekivan šum koji je kompromitovao integritet podataka. Što se samog sistema poređenja tiče, on se pokazao kao efektan, generišući nove uvide koji su potvrđeni analizom ponašanja stručnjaka tokom CDA/VDAR/UE testa opisanog u sekciji 7.4.

8. Zaključak

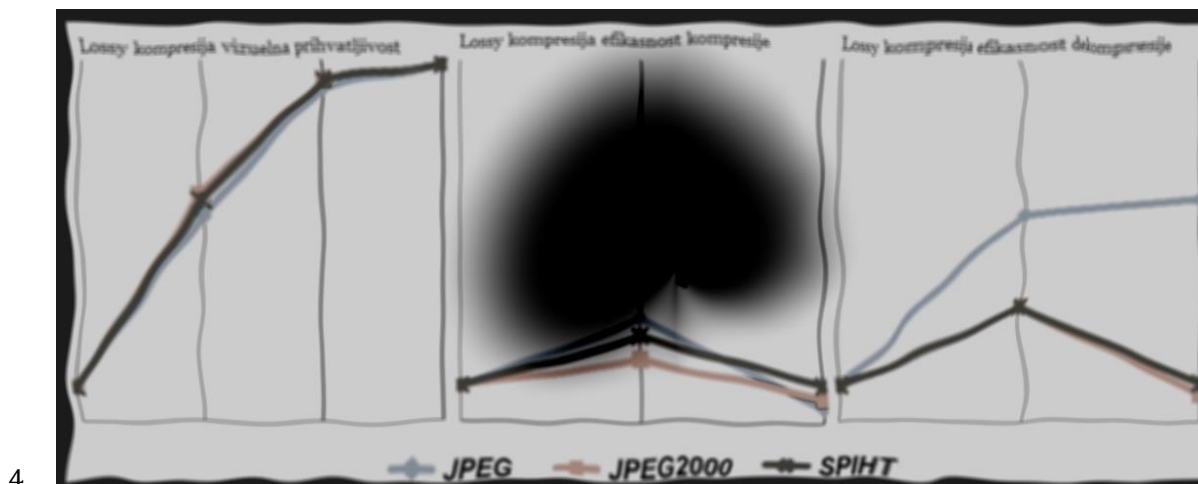
Ovo poglavlje sadrži kratku diskusiju zaključaka istraživanja i njegovih ishoda. Podeljeno je u tri sekcije koje pokrivaju sintezu istraživanja u jedan celovit scenario korišćenja (8.1), mogućnost primene istraživanja u stvarnosti (sekcija 8.2), i dalji tok istraživačkog programa koji proističe iz istraživanja (sekcija 8.3).

8.1 Celovit scenario korišćenja

Ova sekcija je namenjena pregledu upotrebe istraživanja predstavljenog u potpunom ovom dokumentu na jedan zamišljen scenario korišćenja. Neka—na primer—se posmatra slučaj procene uticaja staračke makulopatije na primenu 2D paralelnih koordinata na multidimenzionalnu vizuelizaciju podataka.

Prvi korak jeste da se staračka makulopatija pronađe u literaturi i da se vrši skupljanje podataka i analiza simptoma te bolesti kroz vizuelne promenljive (sekcija 3.1.). Onda se korišćenjem namenskog jezika (poglavlje 3) modeluje ta bolest i formira model (slika 3.6.1). Modelom se zatim isprogramira simulator (poglavlje 4) i počne se priprema testa. Prvo se odabere prigodan izvor podataka (poglavlje 7), i onda se formiraju tri test slučaja:

1. Prvi test slučaj služi za istraživanje podataka i kalibraciju metoda. U ovom test slučaju to bi bila dva slučaja paralelnih koordinata koja bi se kozmetički razlikovala, plus tabela i još jedna često korišćena vizuelizacija. Ovo omogućava da se zna unapred, otprilike, veličina efekta vizuelizacije kao vizuelizacije (kroz merenje razlike sa tabelom), te veličina efekta upotrebe paralelnih koordinata, i konačno veličina Hatornovog efekta, odnosno koliko će sama eksperimentalna manipulacija da utiče na rezultat (dve slične instance paralelnih koordinata).
2. Drugi test slučaj koristi podatke slične prvom (niski broj dimenzija) i poredi paralelne koordinate sa paralelnim koordinatama nad kojima je primenjena tehnika simulacije hendikepa, slika 8.1.1.
3. Treći test slučaj koristi podatke sa većim brojem dimenzija i, opet, poredi paralelne koordinate sa paralelnim koordinatama nad kojima je primenjena tehnika simulacije hendikepa.



Slika 8.1.1. Simulirana staračka makulopatija nad vizuelizacijom koja koristi 2D paralelne koordinate.

Podaci drugog i trećeg test slučaja se onda mogu koristiti kroz statističku analizu (sekcija 6.2, primer sekcija 7.3) da izmere veličinu efekta razlike, a slučaj 2 i slučaj 3 se koristi da izmeri efekat povećavanja dimenzionalnosti na izmereni efekat, što može služiti i kao verifikacioni detalj (ono što bi se zvalo engleskim terminom „sanity check“) ako eksperiment počne sa, recimo, početnom pozicijom da veća dimenzionalnost povećava efekat vizuelnog hendikepa.

8.2 Mogućnosti primene

Svaki od doprinosa ovog istraživanja se može primeniti, neki nezavisno, a neki samo udruženo sa ostalima u veću celinu. Domen potencijalne i planirane primene je širok i uključuje dalji naučni razvoj teorije i prakse inkluzivnog dizajna kroz modelovanje virtuelnih korisnika i simulaciju hendikepa vođenu modelima opisanim vizuelnim namenskim jezicima. Dalje, domen direktne primene ovog istraživanja obuhvata i direktnu upotrebu za, primarno, inkluzivni dizajn korišćen za oblast vizuelizacije. Ovo obuhvata dizajn i projektovanje pojedinačnih vizuelizacija, te vizuelizacionih tehnika, i interaktivnih sistema baziranih na vizuelizaciji.

Zbog univerzalne primenljivosti rešenja baziranih na hendikep simulaciji naročito onih koji (poglavlje 4) se primenjuju na bilo koju računarsku sliku kroz redirekciju slike, ovo istraživanje se može i primeniti na šire mete od vizuelizacije. Može se primeniti, recimo, za potrebe inkluzivnog dizajna grafičkih korisničkih interfejsa. Dva očigledna metoda kroz koje bi se istraživanje moglo primeniti jeste, prvo, kroz modifikaciju primarnog dizajna, drugo, kroz konstrukciju opcionih modifikacija namenjenih ručnoj primeni, i treće, kroz konstrukciju reaktivnog multimodalnog interfejsa. Modifikacija primarnog dizajna se odnosi na korišćenje modelima-vođene simulacije hendikepa da se promeni interfejs koji je namenjen opštoj upotrebi tako da je upotrebljiv i za ljude statistički normalnog vida i za ljude sa modelovanim hendikepom vida neke vrste. Konstrukcija opcionih modifikacija namenjenoj ručnoj primeni obuhvata pravljenje modula interfejsa koji su namenjeni da upotrebu sistema olakšaju ljudima sa nekim posebnim hendikepom tako što omoguće da se opciono intefejs modifikuje prema očekivanim potrebama korisnika. Multimodalni reaktivni interfejs je automatizacija ovog sistema gde korisnik podesi svoj sistem na takav način da on sadrži model korisnika i model posebnih potreba koji se automatski dostavlja bilo kojoj aplikaciji koja pruža nekakav interfejs koja se onda, na osnovu tog modela, adaptira potrebama korisnika. Ova tehnika je već u delimičnoj, ograničenoj

primeni kroz, recimo, proces medijskih upita u CSS3 jeziku, ali pravi napredak bi bio mehanizam koji modifikaciju interfejsa radi automatski bazirano na modelu. Ovo bi zahtevalo čitav paralelni tok istraživanja koji bi kombinovao kompletiranje istraživačkog projekta koji ovaj rad opisuje sa potpuno novim tokom istraživanja u mašinskom razumevanju vizuelnih interfejsa. Takva tehnologija, ako bi bila razvijena, bi omogućila da se, koristeći tehnike razvijene za potrebe ovog rada, vrši ponovljeno virtuelno testiranje koje može da obučiti veštačku inteligenciju u tome koje modifikacije čine interfejs lakšim za razumevanje. Sve što bi dizajner morao da uradi jeste da definiše nekakve scenarije korišćenja (koji bi se mogli generisati iz rezultata razvoja softvera vođenog modelovnjajem) koji bi bili baza ovakvog automatizovanog režima testiranja.

Metodologija evaluacija, osim što se može koristiti kao deo implementacije rešenja koji zadovoljavaju gorepomenute zahteve i rešavaju povezane probleme, je korisna i individualno za evaluaciju vizuelizacija i vizuelizacionih tehnika pod različitim okolnostima i u različitim uslovima. Drugim rečima, ona predstavlja korisnu i novu varijaciju na UP scenario kroz tehniku kontrolisanog eksperimenta koja je naročito zgodna tamo gde je veličina uzorka mala. Potencijalne primene ove metodologije obuhvataju poređenje postojećih tehnika vizuelizacije, evaluaciju promena na jednoj tehnici za potrebe dizajna ili redizajna, odabir optimalnih parametara jedne vizuelizacione tehnike ili u odabiru vizuelne tehnike za nekakav sistem za istraživanje podataka ili kakav drugi sistem baziran na vizuelizaciji.

Nacrt modela, implementacioni detalji, i povezani prototipi se mogu koristiti kao plan razvoja komercijalno upotrebljivog besplatnog rešenja za podršku inkluzivnom dizajnu koje bi bilo javno dostupno i otvorenog koda čime bi cena upotrebe bila minimizovana, a šansa da rešenje može biti prilagođeno bilo kakvim posebnim potrebama maksimizovana. Ovako nešto bi bio doprinos univerzalizaciji inkluzivnog dizajna. Pod univerzalizacijom se misli na smanjenje ulazne barijere za uvođenje prakse inkluzivnog dizajna. Naročito se misli na praksu inkluzivnog dizajna baziranog na simulaciji hendikepa kroz modelovanje korisnika i uvođenje iste u projekte sa značajnim elementom dizajna bilo vizuelizacija bilo interfejsa. Ovakva univerzalizacija ima za svoj konačni cilj situaciju u kojoj je primena tehnika inkluzivnog dizajna u nekakvom projektu nije ništa više kontraverzna niti neočekivana nego primena tehnika modelima-vođenog dizajna softvera: nešto što je toliko univerzalno da je očekivano za svaki profesionalno-razvijen softver i ne predstavlja iznenađenje u amaterskim pokušajima.

8.3. Dalji tok razvoja istraživačkog programa

Primarno proširenje istraživačkog programa koje se mora razmatrati jeste proširenje namenskog jezika na druge poremećaje. Ovo istraživanje je—u interesu vremena i dostupnih resursa—ograničeno na istraživanje staračke makulopatije kao primer-hendikepa, ali sistem koji treba da izađe iz faze nacrta i prototipa mora podržati bilo kakav hendikep što znači da se mora testirati na mnogo većem skupu hendikepa i poremećaja. Naročito od interesa su problemi koji su vezani za percepciju ali nisu direktno oftamološki. Primer budućeg test problema bi mogla da bude disleksija koja se može modelovati kao poremećaj percepcije uprkos tome što nema samo po sebi nikakve veze sa očima (Ellis 2016). Ne samo što je procenat disleksičara dovoljno veliki da je simulacija uticaja disleksije *korisna* nego je disleksija odličan test-primer budući da omogućava kalibraciju sistema.

Eksperimentalni protokol koji bi se mogao koristiti uključuje lokaciju populacije disleksičara i merenje, nad njima, efekta disleksije bez bilo kakve modifikacije tako što bi se koristila nekakva metrika sposobnosti čitanja pod vremenskim pritiskom, što postojeći eksperimentalni protokol podržava—fundamentalno sve što se mora uraditi jeste da se *tekst* tretira kao forma vizuelizacije. Zatim se eksperiment ponovi ali uz upotrebu nekog pomagala za umanjenje efekta disleksije kao

što su specijalizovani fontovi koji olakšavaju disleksičarima čitanje. Ovo bi, naravno, moralo da se uradi uz upotrebu rigoroznog pregleda literature da bi se izbacila „pomagala“ koja u stvari upšte ne pomažu što se pokazalo kao naročit problem za alate ove prirode (Kuster i ostali 2017; Marinus i ostali 2016; Rello i Baeza-Yates 2016; Wery i Diliberto 2017). Kada se nađe nešto što predvidivo ili pomaže ili odmaže, to se koristi da formira kalibracione tačke za dalji rad u kome se eksperiment ponovi nad ljudima koji nemaju disleksiju ali se nad njima disleksija simulira sa i bez pomagala. Eksperiment se onda može koristiti da prilagodi simulaciju tako da pomagala imaju isti efekat u slučaju kada se disleksija simulira kao kada se *ne* simulira.

Simulacija se dodatno može izmeniti da podržava praćenje pogleda kroz upotrebu web kamere i veštačke inteligencije. Ovo je za sada nerešen problem—odnosno problem koji nije rešen sa adekvatnim stepenom kvaliteta—ali je moguće da će napredovanje u tehnologijama veštačke inteligencije omogućiti da se reši sa poboljšanim stepenom kvaliteta u budućnosti. Još jedna potencijalna izmena jeste primena video snimka za simulaciju u određenim ograničenim situacijama. Ono što simulacija izgubi u interaktivnosti možda nadoknadi koristeći upotrebu video snimka, te prisustva i prošlosti i sadašnjosti i budućnosti u ulaznom skupu algoritma za simulaciju da se poveća vernost rezultata algoritma.

Ovo je moguće zato što se simulira nešto što vidi CNS korisnika, a CNS korisnika ne razume koncept 'sadašnjosti' što rešenje koje je opisano u ovoj disertaciji koristi—zato što ga za razliku od ljudi *računari* dobro razumeju. Umesto da koristi pravu sadašnjost, CNS simulira kvaliju (subjektivan opažaj) sadašnjosti na osnovu „razmrljane“ percepcije perioda vremena koji može, u nekim okolnostima, da traje čak i 500ms (Wada, Masuda, i Noguchi 2005; Yarrow i ostali 2001, 2006). Ovaj produženi subjektivni tren je fundamentalan u percepciji vremena i konsekvencnosti sveta oko nas (te se intenzivno koristi u kompresiji podataka (Brandenburg 1999)) i može, ako bi se njime moglo manipulirati, da pruži veću realističnost simuliranog hendikepa. Ovo, ako se i postigne, neće da odmah podigne kvalitet rešenja budući da je interaktivnost neophodna, ali može da analizom razlike dve simulacije—one u realnom vremenom i one koja je bazirana na videu—dode do ideja za modifikacije koje se mogu primeniti na slučaj u realnom vremenu ili da ustanovi da prihvatljiv stepen kašnjenja umetnut u simulaciju u realnom vremenu može da podigne realističnost simulacije substantivno.

Protokol za testiranje vizuelizacija se može menjati tako da mu se poveća moć razlučivanja, recimo kroz uvođenje dodatnih linija telemetrije, uključujući praćenje pogleda, kao i snimak lica korisnika što može da pruži, kroz analizu emocija (Huang i ostali 2016), dodatni skup informacija koji može pomoći prilikom analize. Jednostavan primer primene ovakve modifikacije jeste automatizovana detekcija zbunjenosti ili frustracije na licu što, uz praćenje pogleda, može da identifikuje precizne osobine vizuelizacije ili hendikepa koji proizvode nekakav efekat koji se ne može objasniti iz podataka o postignutom uvidu. Ovo je naročito primenljivo u slučaju analize gustine informacija na slici kroz, recimo, test-slučajeve ekstremne dimenzionalnosti, gde se dijagrami multidimenzionalnih vizuelizacija modifikuju tako da imaju i preko 100 dimenzija podataka.

Kao što je poglavlje 7 pokazalo, merenje vremena donošenja odluke ne pokazuje rezoluciju koja bi mogla da se očekuje pod okolnostima usled—jedna interpretacija sugeriše—psiholoških efekata gde korisnici gledaju u problem onoliko koliko primarno diktira njihovo strpljenje ili upornost, a ne bilo šta što ima veze sa vizuelizacijom. Rešenje ovog problema jeste testiranje alternativnog protokola gde se vreme za donošenje odluke tretira kao primarni pokazatelj i tačnosti i efektnosti tako što se korisnicima dozvoli višestruko odgovaranje na pitanje, sve dok se ne dobije tačan odgovor. Ovo višestruko odgovaranje ne sme biti odabir nečega iz (malog) skupa, budući da bi onda korisnici mogli da testiraju sve varijante *veoma* brzo. Umesto toga, korisnik koji

rešava nekakav problem može da, posle donošenja odluke, pošalje odluku na proveru. Provera veštački traje neko, duže, vreme, i ako korisnik nema pravo, obaveštava ga o tome. Tada vreme do donošenja *tačne* odluke bi funkcionisalo kao objedinjena mera tačnosti i vremena na način koji iznuđuje da tačnost zavisi od okolnosti testa, ne karaktera korisnika.

9. Literatura

- Agresti, Alan, i Maria Kateri. 2011. *Categorical data analysis*. Springer.
- Algina, James, TC Oshima, i Wen-Ying Lin. 1994. „Type I error rates for Welch’s test and James’s second-order test under nonnormality and inequality of variance when there are two groups“. *Journal of Educational Statistics* 19 (3): 275–291.
- Allen, I Elaine, i Christopher A Seaman. 2007. „Likert scales and data analyses“. *Quality progress* 40 (7): 64.
- Alonso, Diane Lindwarm, Anne Rose, Catherine Plaisant, i Kent L Norman. 1998. „Viewing personal history records: A comparison of tabular format and graphical presentation using LifeLines“. *Behaviour & Information Technology* 17 (5): 249–262.
- Altshuler, Bernard. 1981. „Modeling of dose-response relationships.“ *Environmental health perspectives* 42: 23.
- Antonelli, Joseph, Lorenzo Trippa, Sebastien Haneuse, i others. 2016. „Mitigating Bias in Generalized Linear Mixed Models: The Case for Bayesian Nonparametrics“. *Statistical Science* 31 (1): 80–95.
- Appel, Markus, i Silvana Weber. 2017. „Do mass mediated stereotypes harm members of negatively stereotyped groups? A meta-analytical review on media-generated stereotype threat and stereotype lift“. *Communication Research*, 0093650217715543.
- Artero, Almir Olivette, Maria Cristina Ferreira de Oliveira, i Haim Levkowitz. 2004. „Uncovering clusters in crowded parallel coordinates visualizations“. U *Information Visualization, 2004. INFOVIS 2004. IEEE Symposium On*, 81–88. IEEE.
- Averell, Lee, i Andrew Heathcote. 2011. „The form of the forgetting curve and the fate of memories“. *Journal of Mathematical Psychology* 55 (1): 25–35.
- Baker, Kevin, Saul Greenberg, i Carl Gutwin. 2001. „Heuristic evaluation of groupware based on the mechanics of collaboration“. U *Engineering for human-computer interaction*, 123–139. Springer.
- Barrett, AA. 1977. „Notes-Aristotle and Averted Vision“. *Journal of the Royal Astronomical Society of Canada* 71: 327.
- Bartram, Lyn, i Colin Ware. 2002. „Filtering and brushing with motion“. *Information Visualization* 1 (1): 66–79.
- Bates, Douglas, Martin Mächler, Ben Bolker, i Steve Walker. 2015. „Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4“. *Journal of Statistical Software* 67 (1): 1–48. <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>.
- Bederson, Benjamin B, Ben Shneiderman, i Martin Wattenberg. 2003. „Ordered and quantum treemaps: Making effective use of 2D space to display hierarchies“. U *The craft of information visualization*, 257–278. Elsevier.
- Bekerman, Inessa, Paul Gottlieb, i Michael Vaiman. 2014. „Variations in eyeball diameters of the healthy adults“. *Journal of ophthalmology* 2014.
- Bellon, Erwin, Michel Feron, Tom Deprez, Reinoud Reynders, i Bart Van den Bosch. 2011. „Trends in PACS architecture“. *European journal of radiology* 78 (2): 199–204.
- Benedetto, Simone, Andrea Carbone, Marco Pedrotti, Kevin Le Fevre, Linda Amel Yahia Bey, i Thierry Baccino. 2015. „Rapid serial visual presentation in reading: The case of Spritz“. *Computers in Human Behavior* 45: 352–358.
- Berry, William D. 1993. *Understanding regression assumptions*. Sv. 92. Sage Publications.
- Bertin, Jacques. 1983. „Semiology of graphics: diagrams, networks, maps“.

- Bharti, Puja, Savita Gupta, i Rajkumari Bhatia. 2009. „Comparative analysis of image compression techniques: a case study on medical images“. U *Advances in Recent Technologies in Communication and Computing, 2009. ARTCom'09. International Conference on*, 820–822. IEEE.
- Bickel, PJ, i EL Lehmann. 1975. „Descriptive statistics for nonparametric models. 1. Introduction“. *Annals of Statistics* 3 (5): 1038–1044.
- Billon, Margarita, Rocio Marco, i Fernando Lera-Lopez. 2009. „Disparities in ICT adoption: A multidimensional approach to study the cross-country digital divide“. *Telecommunications Policy* 33 (10): 596–610.
- Biswas, Pradipta, Ankit Halder, Khushboo Maheshwary, i Somnath Arjun. 2017. „Inclusive Personalization of User Interfaces“. U *International Conference on Research into Design*, 295–306. Springer.
- Biswas, Pradipta, i Pat Langdon. 2013. „Inclusive User Modeling and Simulation“. U *A Multimodal End-2-End Approach to Accessible Computing*, uredio Pradipta Biswas, Carlos Duarte, Patrick Langdon, Luis Almeida, i Christoph Jung, 71–89. Human–Computer Interaction Series. Springer London. http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4471-5082-4_4.
- Biswas, Pradipta, Peter Robinson, i Patrick Langdon. 2012. „Designing Inclusive Interfaces Through User Modeling and Simulation“. *International Journal of Human-Computer Interaction* 28 (1): 1–33. <https://doi.org/10.1080/10447318.2011.565718>.
- Biswas, Pradipta, Tevfik Metin Sezgin, i Peter Robinson. 2008. „Perception Model for People with Visual Impairments“. U *Visual Information Systems. Web-Based Visual Information Search and Management*, uredio Monica Sebillio, Giuliana Vitiello, i Gerald Schaefer, 279–90. Lecture Notes in Computer Science 5188. Springer Berlin Heidelberg. http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-85891-1_31.
- „BitBlt function (Windows)“. bez dat. Pristupljeno 16. travanj 2018. <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/dd183370%28v=vs.85%29.aspx?f=255&MSPPError=-2147217396>.
- Black, Paul E. 2005. „Fisher-yates shuffle“. *Dictionary of algorithms and data structures* 19.
- Bødker, Keld, Finn Kensing, i Jesper Simonsen. 2004. *Participatory IT Design*. <http://mitpress.mit.edu/books/participatory-it-design>.
- Brandenburg, Karlheinz. 1999. „MP3 and AAC explained“. U *Audio Engineering Society Conference: 17th International Conference: High-Quality Audio Coding*. Audio Engineering Society.
- Brewer, Isaac, Alan M MacEachren, Hadi Abdo, Jack Gundrum, i George Otto. 2000. „Collaborative geographic visualization: Enabling shared understanding of environmental processes“. U *Information Visualization, 2000. InfoVis 2000. IEEE Symposium on*, 137–141. IEEE.
- Bruckner, Lawrence A. 1978. „On chernoff faces“. *Graphical representation of multivariate data*, 93–121.
- Bruckner, S., V. Solteszova, E. Groller, J. Hladuvka, K. Buhler, J. Y. Yu, i B. J. Dickson. 2009. „BrainGazer - Visual Queries for Neurobiology Research“. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 15 (6): 1497–1504. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2009.121>.
- Bureau, U. S. Census. bez dat. „American FactFinder - Results“. Pristupljeno 22. svibanj 2015. http://factfinder.census.gov/faces/tableservices/jsf/pages/productview.xhtml?pid=PEP_2013_PEPAGESEX&prodType=table.
- Burgstahler, Sheryl, i Tanis Doe. 2014. „Disability-related simulations: If, when, and how to use them in professional development“. *Review of Disability Studies: An International Journal* 1 (2).
- Burton, Liz, William Albert, i Mark Flynn. 2014. „A Comparison of the Performance of Webcam vs. Infrared Eye Tracking Technology“. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* 58 (1): 1437–41. <https://doi.org/10.1177/1541931214581300>.

- Caldeira, Carlos. 2008. „Group cognition: Computer support for building collaborative knowledge“. *Journal of the American Society for Information Science and Technology* 59 (9): 1531–1531.
- Carpendale, MST. 2003. „Considering visual variables as a basis for information visualisation“. *Computer Science TR# 2001-693* 16.
- Carpendale, Sheelagh. 2008. „Evaluating information visualizations“. U *Information Visualization*, 19–45. Springer.
- Chen, Chaomei, i Yue Yu. 2000. „Empirical studies of information visualization: a meta-analysis“. *International Journal of Human-Computer Studies* 53 (5): 851–866.
- Chen, Jin, Alan M MacEachren, i Donna J Peuquet. 2009. „Constructing overview+ detail dendrogram-matrix views“. *IEEE transactions on visualization and computer graphics* 15 (6): 889–896.
- Chen, Yanhua, Lijun Wang, Ming Dong, i Jing Hua. 2009. „Exemplar-based visualization of large document corpus (infovis2009-1115)“. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 15 (6).
- Cheng, Shiyang, Akshay Asthana, Stefanos Zafeiriou, Jie Shen, i Maja Pantic. 2014. „Real-time generic face tracking in the wild with cuda“. U *Proceedings of the 5th ACM Multimedia Systems Conference*, 148–151. ACM.
- Choi, Soo-Mi, Don-Su Lee, Seong-Joon Yoo, i Myoung-Hee Kim. 2003. „Interactive visualization of diagnostic data from cardiac images using 3D glyphs“. U *International Symposium on Medical Data Analysis*, 83–90. Springer.
- Chou, Chiu-Fang, Mary Frances Cotch, Susan Vitale, Xinzhi Zhang, Ronald Klein, David S Friedman, Barbara EK Klein, i Jinan B Saaddine. 2013. „Age-related eye diseases and visual impairment among US adults“. *American journal of preventive medicine* 45 (1): 29–35.
- Chrysos, Grigorios G, Epameinondas Antonakos, Patrick Snape, Akshay Asthana, i Stefanos Zafeiriou. 2018. „A comprehensive performance evaluation of deformable face tracking “in-the-wild”“. *International Journal of Computer Vision* 126 (2–4): 198–232.
- Combi, Carlo, Gabriele Pozzani, i Giuseppe Pozzi. 2016. „Telemedicine for Developing Countries. A Survey and Some Design Issues.“ *Applied clinical informatics* 7 (4): 1025–1050.
- „Composite Capability/Preference Profiles (CC/PP): Structure and Vocabularies 1.0“. bez dat. Pristupljeno 18. svibanj 2017. <https://www.w3.org/TR/CCPP-struct-vocab/>.
- Coopridge, Nathan D, i Robert P Burton. 2007. „Extension of star coordinates into three dimensions“. U *Electronic Imaging 2007*, 64950Q–64950Q. International Society for Optics and Photonics.
- Costello, Laura, Georges Grinstein, Catherine Plaisant, i Jean Scholtz. 2009. „Advancing user-centered evaluation of visual analytic environments through contests“. *Information Visualization* 8 (3): 230–238.
- „CSS Current Status - W3C“. bez dat. Pristupljeno 02. lipanj 2017. https://www.w3.org/standards/techs/css#w3c_all.
- Czerwinski, Mary, Maarten Van Dantzich, George G Robertson, i Hunter G Hoffman. 1999. „The Contribution of Thumbnail Image, Mouse-over Text and Spatial Location Memory to Web Page Retrieval in 3D.“ U *INTERACT*, 163–170.
- Čabarkapa, Velibor, Branislava Ilinčić, Mirjana \Džerić, Isidora Radosavkić, Mirko Špovac, Jan Sudji, i Veljko Petrović. 2017. „Screening for Chronic Kidney Disease in Adult Males in Vojvodina: A Cross-Sectional Study“. *Journal of Medical Biochemistry* 36 (2): 153–162.
- Decker, Stefan, Prasenjit Mitra, i Sergey Melnik. 2000. „Framework for the semantic Web: an RDF tutorial“. *IEEE Internet Computing* 4 (6): 68–73.
- Dhouib, Dorra, Amine Naït-Ali, Christian Olivier, i MS Naceur. 2008. „Performance evaluation of wavelet based coders on brain MRI volumetric medical datasets for storage and wireless transmission“. *International Journal of Biological, Biomedical and Medical Sciences* 3 (3): 147–156.
- Douven, Igor. 2017. „A Bayesian perspective on Likert scales and central tendency“. *Psychonomic bulletin & review*, 1–9.

- Dragan, D, i D Ivetic. 2010. „Quality evaluation of medical image compression: What to measure?“ U *IEEE 8th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics*.
- Dragan, Dinu, i Dragan Ivetic. 2009. „A comprehensive quality evaluation system for PACS“. U *Ubiquitous Computing and Communication Journal, Special Issue on ICIT 2009 Conference-Bioinformatics and Image*, 4:642–650.
- Dragan, Dinu, Dragan Ivetic, i Veljko B Petrovic. 2013. „Introducing an acceptability metric for image compression in PACS-A model“. U *E-Health and Bioengineering Conference (EHB), 2013*, 1–4. IEEE.
- Dragan, Dinu, i Dragan Ivetić. 2012. „Request redirection paradigm in medical image archive implementation“. *Computer Methods and Programs in Biomedicine* 107 (2): 111–121.
- Dragan, Dinu, Veljko B Petrovic, i Dragan Ivetic. 2014. „SOFTWARE TOOL FOR 2D AND 3D VISUALIZATION OF REQUIREMENT INDICATORS IN COMPRESSION EVALUATION FOR PACS“. *PROCEEDINGS VOLUME*, 315.
- Dreyer, Keith J, David S Hirschorn, James H Thrall, i Amit Mehta. 2006. *PACS: a guide to the digital revolution*. Springer Science & Business Media.
- Druckman, James N, i Cindy D Kam. 2011. „Students as experimental participants“. *Cambridge handbook of experimental political science* 1: 41–57.
- Drury, Jill, i Marian G Williams. 2002. „A framework for role-based specification and evaluation of awareness support in synchronous collaborative applications“. U *Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises, 2002. WET ICE 2002. Proceedings. Eleventh IEEE International Workshops on*, 12–17. IEEE.
- Duggan, Maeve, i Joanna Brenner. 2013. *The demographics of social media users, 2012*. Sv. 14. Pew Research Center's Internet & American Life Project.
- Dwyer, Tim, i David R Gallagher. 2004. „Visualising changes in fund manager holdings in two and a half-dimensions“. *Information Visualization* 3 (4): 227–244.
- Eccles, Ryan, Thomas Kapler, Robert Harper, i William Wright. 2008. „Stories in geotime“. *Information Visualization* 7 (1): 3–17.
- Edwards, Alistair DN. 1989. „Soundtrack: An auditory interface for blind users“. *Human-Computer Interaction* 4 (1): 45–66.
- Ellis, Andrew W. 2016. *Reading, writing and dyslexia (classic edition): a cognitive analysis*. Psychology Press.
- Engelke, Ulrich, Jenny Vuong, i Julian Heinrich. 2016. „Visual Performance in Multidimensional Data Characterisation with Scatterplots and Parallel Coordinates“. *Electronic Imaging* 2016 (16): 1–6.
- Epelde, Gorka, Eduardo Carrasco, Gottfried Zimmermann, Jürgen Bund, Markus Dubielzig, i Jan Alexandersson. 2009. „URC based accessible TV“. U *Proceedings of the seventh european conference on European interactive television conference*, 111–114. ACM.
- Ergun, Erdem, Noémi Maár, Wolfgang Radner, Irene Barbazetto, Ursula Schmidt-Erfurth, i Michael Stur. 2003. „Scotoma size and reading speed in patients with subfoveal occult choroidal neovascularization in age-related macular degeneration“. *Ophthalmology* 110 (1): 65–69.
- ETSI, EG. 2014. „202 116 V1. 2.1 (2002-09)“. *Human Factors (HF); Guidelines for ICT products and services; Design for All*.
- . bez dat. „202 325:“ Human Factors (HF)“. *User Profile Management*.
- ETSI, ES. 2010. „202 746“. *Human Factors (HF)*.
- ETSI, TR. bez dat. „102 068:“ Human Factors (HF)“. *Requirements for assistive technology devices in ICT*.
- ETSI, TS. bez dat. „102 747 V1. 1.1“. *Human Factors (HF)*.
- Ferman, Ahmet Mufit. 2013. *Methods and systems for locating text in a digital image*. Google Patents.
- Fine, Elisabeth M, i Eli Peli. 1995. „Scrolled and rapid serial visual presentation texts are read at similar rates by the visually impaired“. *JOSA A* 12 (10): 2286–2292.
- Fine, Elisabeth M, i Gary S Rubin. 1999. „Effects of Cataract and Scotoma on Visual Acuity“. *Optometry and Vision Science* 76 (7).

- http://journals.lww.com/optvissci/Fulltext/1999/07000/Effects_of_Cataract_and_Scotoma_on_Visual_Acuity_.22.aspx.
- Fischer, Burkhardt, i E Ramsperger. 1984. „Human express saccades: extremely short reaction times of goal directed eye movements“. *Experimental Brain Research* 57 (1): 191–195.
- Flower, Ashley, Matthew K. Burns, i Nicole A. Bottsford-Miller. 2007. „Meta-Analysis of Disability Simulation Research“. *Remedial and Special Education* 28 (2): 72–79. <https://doi.org/10.1177/07419325070280020601>.
- Forsell, Camilla, i Jimmy Johansson. 2007. „Task-based evaluation of multirelational 3D and standard 2D parallel coordinates“. U *Electronic Imaging 2007*, 64950C–64950C. International Society for Optics and Photonics.
- Forsell, Camilla, Stefan Seipel, i Mats Lind. 2005. „Simple 3d glyphs for spatial multivariate data“. U *IEEE Symposium on Information Visualization, 2005. INFOVIS 2005.*, 119–124. IEEE.
- Franz, Alexander. 1996. *Automatic ambiguity resolution in natural language processing: an empirical approach*. Sv. 1171. Springer Science & Business Media.
- Garlandini, Simone, i Sara Irina Fabrikant. 2009. „Evaluating the effectiveness and efficiency of visual variables for geographic information visualization“. U *Spatial information theory*, 195–211. Springer.
- Gass, J Donald M. 1999. „Müller cell cone, an overlooked part of the anatomy of the fovea centralis: hypotheses concerning its role in the pathogenesis of macular hole and foveomacular retinoschisis“. *Archives of Ophthalmology* 117 (6): 821–823.
- Gastwirth, Joseph L., Yulia R. Gel, W. L. Wallace Hui, Vyacheslav Lyubchich, Weiwen Miao, i Kimihiro Noguchi. 2017. *lawstat: Tools for Biostatistics, Public Policy, and Law*. <https://CRAN.R-project.org/package=lawstat>.
- Geisler, Wilson S., i Jeffrey S. Perry. 2002. „Real-time Simulation of Arbitrary Visual Fields“. U *Proceedings of the 2002 Symposium on Eye Tracking Research & Applications*, 83–87. ETRA '02. New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/507072.507090>.
- Giakoumis, Dimitris, Nikolaos Kaklanis, Konstantinos Votis, i Dimitrios Tzovaras. 2014. „Enabling user interface developers to experience accessibility limitations through visual, hearing, physical and cognitive impairment simulation“. *Universal access in the information society* 13 (2): 227–248.
- Gliem, Joseph A, i Rosemary R Gliem. 2003. „Calculating, interpreting, and reporting Cronbach's alpha reliability coefficient for Likert-type scales“. U . Midwest Research-to-Practice Conference in Adult, Continuing, and Community Education.
- Goodman-Deane, Joy, Patrick M. Langdon, P. John Clarkson, Nicholas HM Caldwell, i Ahmed M. Sarhan. 2007. „Equipping Designers by Simulating the Effects of Visual and Hearing Impairments“. U *Proceedings of the 9th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, 241–242. Assets '07. New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/1296843.1296892>.
- Grammel, Lars, Melanie Tory, i Margaret-Anne Storey. 2010. „How information visualization novices construct visualizations“. *IEEE transactions on visualization and computer graphics* 16 (6): 943–952.
- Greenberg, Saul. 2008. „1 Observing Collaboration: Group-Centered Design“.
- Greenberg, Saul, i Bill Buxton. 2008. „Usability evaluation considered harmful (some of the time)“. U *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, 111–120. ACM.
- Greenberg, Saul, Geraldine Fitzpatrick, Carl Gutwin, i Simon Kaplan. 1999. „Adapting the locales framework for heuristic evaluation of groupware“.
- Group, Eye Diseases Prevalence Research, i others. 2004. „Prevalence of age-related macular degeneration in the United States“. *Archives of ophthalmology* 122 (4): 564.
- Grudin, Jonathan. 1988. „Why CSCW applications fail: problems in the design and evaluation of organizational interfaces“. U *Proceedings of the 1988 ACM conference on Computer-supported cooperative work*, 85–93. ACM.

- Gupta, Munish, Jensen K Henry, Frank Schwab, Eric Klineberg, Justin Smith, Jeffrey Gum, David W Polly, i ostali. 2016. „Dedicated Spine Measurement Software Quantifies Key Spino-Pelvic Parameters More Reliably Than Traditional PACS“. *Global Spine Journal* 6 (S 01): G0082.
- Gutwin, Carl, i Saul Greenberg. 2000. „The mechanics of collaboration: Developing low cost usability evaluation methods for shared workspaces“. U *Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises, 2000.(WET ICE 2000). Proceedings. IEEE 9th International Workshops on*, 98–103. IEEE.
- Hampel, Frank R. 1968. „Contribution to the theory of robust estimation“. *Ph. D. Thesis, University of California, Berkeley*.
- Hao, Ming, Daniel A Keim, Umeshwar Dayal, Daniela Oelke, i Chantal Tremblay. 2008. „Density displays for data stream monitoring“. U *Computer Graphics Forum*, 27:895–902. Wiley Online Library.
- Harvey, Hannah, i Robin Walker. 2014. „Reading with peripheral vision: A comparison of reading dynamic scrolling and static text with a simulated central scotoma“. *Vision Research* 98 (svibanj): 54–60. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2014.03.009>.
- Haxby, James V, Elizabeth A Hoffman, i M Ida Gobbini. 2002. „Human neural systems for face recognition and social communication“. *Biological psychiatry* 51 (1): 59–67.
- Heckmann, Dominik, Tim Schwartz, Boris Brandherm, Michael Schmitz, i Margeritta von Wilamowitz-Moellendorff. 2005. „Gumo—the general user model ontology“. U *International Conference on User Modeling*, 428–432. Springer.
- Hediger, Heini KP. 1981. „The Clever Hans phenomenon from an animal psychologist’s point of view“. *Annals of the New York Academy of Sciences* 364 (1): 1–17.
- Heer, Jeffrey, i Michael Bostock. 2010. „Crowdsourcing graphical perception: using mechanical turk to assess visualization design“. U *Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems*, 203–212. ACM.
- Heer, Jeffrey, i Danah Boyd. 2005. „Vizster: Visualizing online social networks“. U *Information Visualization, 2005. INFOVIS 2005. IEEE Symposium on*, 32–39. IEEE.
- Heer, Jeffrey, i George Robertson. 2007. „Animated transitions in statistical data graphics“. *IEEE transactions on visualization and computer graphics* 13 (6): 1240–1247.
- Heer, Jeffrey, Fernanda B Viégas, i Martin Wattenberg. 2009. „Voyagers and voyeurs: Supporting asynchronous collaborative visualization“. *Communications of the ACM* 52 (1): 87–97.
- Hinrichs, Uta, Holly Schmidt, i Sheelagh Carpendale. 2008. „EMDialog: Bringing information visualization into the museum“. *IEEE transactions on visualization and computer graphics* 14 (6): 1181–1188.
- Holm, Sture. 1979. „A simple sequentially rejective multiple test procedure“. *Scandinavian journal of statistics*, 65–70.
- Holtzblatt, Karen, i Sandra Jones. 1993. „Contextual inquiry: A participatory technique for system design“. *Participatory design: Principles and practices*, 177–210.
- Huang, Xiaohua, Jukka Kortelainen, Guoying Zhao, Xiaobai Li, Antti Moilanen, Tapio Seppänen, i Matti Pietikäinen. 2016. „Multi-modal emotion analysis from facial expressions and electroencephalogram“. *Computer Vision and Image Understanding* 147: 114–124.
- ICF, WHO. 2001. „International Classification of Functioning“. *Disability and health. geneva: Who library*.
- „IDirect3DDevice9::GetFrontBufferData method (Windows)“. bez dat. Pristupljeno 16. travanj 2018. <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/bb174388%28v=vs.85%29.aspx?f=255&MSPPErr=-2147217396>.
- „Inclusive Design Toolkit Home“. bez dat. Pristupljeno 28. svibanj 2015. <http://www.inclusivedesigntoolkit.com/betterdesign2/>.
- Inselberg, Alfred. 2008. „Parallel coordinates: visualization, exploration and classification of high-dimensional data“. U *Handbook of Data Visualization*, 643–680. Springer.
- International Telecommunications Union. 2013. „World Telecommunication/ICT Indicators Database 17th edition“.

- Isenberg, Petra, Sheelegh Carpendale, Anastasia Bezerianos, Nathalie Henry, i Jean-Daniel Fekete. 2009. „CoCoNutTrix: Collaborative retrofitting for information visualization“. *IEEE Computer Graphics and Applications* 29 (5): 44–57.
- Isenberg, Petra, Danyel Fisher, Meredith Ringel Morris, Kori Inkpen, i Mary Czerwinski. 2010. „An exploratory study of co-located collaborative visual analytics around a tabletop display“. U *Visual Analytics Science and Technology (VAST), 2010 IEEE Symposium on*, 179–186. IEEE.
- Isenberg, Petra, Anthony Tang, i Sheelagh Carpendale. 2008. „An exploratory study of visual information analysis“. U *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1217–1226. ACM.
- Isenberg, Petra, Torre Zuk, Christopher Collins, i Sheelagh Carpendale. 2008. „Grounded evaluation of information visualizations“. U *Proceedings of the 2008 Workshop on BEyond time and errors: novel evaluation methods for Information Visualization*, 6. ACM.
- Isenberg, Tobias, Petra Isenberg, Jian Chen, Michael Sedlmair, i Torsten Möller. 2013. „A systematic review on the practice of evaluating visualization“. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 19 (12): 2818–2827.
- Ishii, Hiroshi, i Brygg Ullmer. 1997. „Tangible bits: towards seamless interfaces between people, bits and atoms“. U *Proceedings of the ACM SIGCHI Conference on Human factors in computing systems*, 234–241. ACM.
- ISO. 2010. „24502“. *Ergonomics -- Accessible design -- Specification of age-related luminance contrast for coloured light*, 10.
- ISO, CD. 2007. „11228/2“. *Ergonomics, Manual handling, Part 2*.
- „ISO/IEC 24752-1:2014 - Information technology -- User interfaces -- Universal remote console - Part 1: General framework“. bez dat. Pristupljeno 18. svibanj 2017. <https://www.iso.org/standard/60821.html>.
- Ivetic, Dragan, i Dinu Dragan. 2011. „Medical image on the go!“ *Journal of Medical Systems* 35 (4): 499–516.
- Jafarinaimi, Nassim, Jodi Forlizzi, Amy Hurst, i John Zimmerman. 2005. „Breakaway: an ambient display designed to change human behavior“. U *CHI'05 extended abstracts on Human factors in computing systems*, 1945–1948. ACM.
- Janoos, Firdaus, Shantanu Singh, Okan Irfanoglu, Raghu Machiraju, i Richard Parent. 2007. „Activity analysis using spatio-temporal trajectory volumes in surveillance applications“. U *Visual Analytics Science and Technology, 2007. VAST 2007. IEEE Symposium on*, 3–10. IEEE.
- „javax.swing (Java Platform SE 7)“. bez dat. Pristupljeno 10. travanj 2018. <https://docs.oracle.com/javase/7/docs/api/javax/swing/package-summary.html>.
- Jerri, Abdul J. 1977. „The Shannon sampling theorem—Its various extensions and applications: A tutorial review“. *Proceedings of the IEEE* 65 (11): 1565–1596.
- Johansson, Jimmy, i Camilla Forsell. 2016. „Evaluation of parallel coordinates: Overview, categorization and guidelines for future research“. *IEEE transactions on visualization and computer graphics* 22 (1): 579–588.
- John, N W, i R F McCloy. 2004. „Navigating and visualizing three-dimensional data sets“. *The British Journal of Radiology* 77 (suppl_2): S108–13. <https://doi.org/10.1259/bjr/45222871>.
- Jong, Paulus T.V.M. de. 2006. „Age-Related Macular Degeneration“. *New England Journal of Medicine* 355 (14): 1474–85. <https://doi.org/10.1056/NEJMra062326>.
- Kaklanis, Nikolaos, Panagiotis Moschonas, Konstantinos Moustakas, i Dimitrios Tzovaras. 2012. „Virtual User Models for the Elderly and Disabled for Automatic Simulated Accessibility and Ergonomy Evaluation of Designs“. *Universal Access in the Information Society* 12 (4): 403–25. <https://doi.org/10.1007/s10209-012-0281-0>.
- Kang, Youn-ah, Carsten Gorg, i John Stasko. 2009. „Evaluating visual analytics systems for investigative analysis: Deriving design principles from a case study“. U *Visual Analytics Science and Technology, 2009. VAST 2009. IEEE Symposium on*, 139–146. IEEE.

- Keppel, G., i T.D. Wickens. 2004. *Design and Analysis: A Researcher's Handbook*. Prentice Hall. <https://books.google.rs/books?id=SOckAQAIAAJ>.
- Kittur, Aniket, Ed H Chi, i Bongwon Suh. 2008. „Crowdsourcing user studies with Mechanical Turk“. U *Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems*, 453–456. ACM.
- Klein, Ronald, i Barbara EK Klein. 2013. „The Prevalence of Age-Related Eye Diseases and Visual Impairment in Aging: Current EstimatesPrevalences of Age-Related Eye Diseases“. *Investigative ophthalmology & visual science* 54 (14): ORSF5–ORSF13.
- Köbben, Barend, i Mustafa Yaman. 1995. „Evaluating dynamic visual variables“. U *Proceedings of the seminar on teaching animated cartography, Madrid, Spain*, 45–51.
- Kok, P., M. Baiker, E. A. Hendriks, F. H. Post, J. Dijkstra, C. W. G. M. Lowik, B. P. F. Lelieveldt, i C. P. Botha. 2010. „Articulated Planar Reformation for Change Visualization in Small Animal Imaging“. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 16 (6): 1396–1404. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2010.134>.
- Kosheleva, Olga M, i Sergio D Cabrera. 2002. „Application of task-specific metrics in JPEG2000 ROI compression“. U *Image Analysis and Interpretation, 2002. Proceedings. Fifth IEEE Southwest Symposium on*, 163–167. IEEE.
- Kouprie, Merlijn, i Froukje Sleswijk Visser. 2009. „A framework for empathy in design: stepping into and out of the user's life“. *Journal of Engineering Design* 20 (5): 437–448.
- Kumar, Basant, Surya Pal Singh, Anand Mohan, i Harsh Vikram Singh. 2009. „MOS prediction of SPIHT medical images using objective quality parameters“. U *2009 International Conference on Signal Processing Systems*, 219–223. IEEE.
- Kuster, Sanne M, Marjolijn van Weerdenburg, Marjolein Gompel, i Anna MT Bosman. 2017. „Dyslexie font does not benefit reading in children with or without dyslexia“. *Annals of dyslexia*, 1–18.
- Lachgar, Mohamed, i Abdelmounaïm Abdali. 2017. „Modeling and generating native code for cross-platform mobile applications using DSL“. *Intelligent Automation & Soft Computing* 23 (3): 445–458.
- Lam, Heidi, Enrico Bertini, Petra Isenberg, Catherine Plaisant, i Sheelagh Cappendale. 2012. „Empirical studies in information visualization: Seven scenarios“. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 18 (9): 1520–1536.
- Lam, Heidi, Ronald A Rensink, i Tamara Munzner. 2006. „Effects of 2D geometric transformations on visual memory“. U *Proceedings of the 3rd symposium on Applied perception in graphics and visualization*, 119–126. ACM.
- Langlois, Benoît, Consuela-Elena Jitia, i Eric Jouenne. 2007. „DSL classification“. U *OOPSLA 7th workshop on domain specific modeling*.
- Legge, Gordon E, Julie A Ross, Lisa M Isenberg, i James M Lamay. 1992. „Psychophysics of reading. Clinical predictors of low-vision reading speed.“ *Investigative Ophthalmology & Visual Science* 33 (3): 677–687.
- Lester, Paul Martin. 2013. *Visual communication: Images with messages*. Cengage Learning.
- Liddell, Henry George, i Robert Scott. 1896. *An intermediate Greek-English lexicon: founded upon the seventh edition of Liddell and Scott's Greek-English lexicon*. Harper & Brothers.
- Lindstrom, P., i M. Isenburg. 2006. „Fast and Efficient Compression of Floating-Point Data“. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 12 (5): 1245–50. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2006.143>.
- Livingston, Mark A, Jonathan W Decker, i Zhuming Ai. 2012. „Evaluation of multivariate visualization on a multivariate task“. *IEEE transactions on visualization and computer graphics* 18 (12): 2114–2121.
- Loken, Eric, i Andrew Gelman. 2017. „Measurement error and the replication crisis“. *Science* 355 (6325): 584–585.
- Lundstrom, C., T. Rydell, C. Forsell, A. Persson, i A. Ynnerman. 2011. „Multi-Touch Table System for Medical Visualization: Application to Orthopedic Surgery Planning“. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 17 (12): 1775–84. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2011.224>.

- Mackinlay, Jock, Pat Hanrahan, i Chris Stolte. 2007. „Show me: Automatic presentation for visual analysis“. *IEEE transactions on visualization and computer graphics* 13 (6).
- Mahyar, Narges, Ali Sarvghad, i Melanie Tory. 2010. „A closer look at note taking in the co-located collaborative visual analytics process“. U *Visual Analytics Science and Technology (VAST), 2010 IEEE Symposium on*, 171–178. IEEE.
- Mair, Patrick, Felix Schoenbrodt, i Rand Wilcox. 2017. *WRS2: Wilcox robust estimation and testing*.
- Maiti, Ishita, i Monisha Chakraborty. 2012. „A new method for brain tumor segmentation based on watershed and edge detection algorithms in HSV colour model“. U *Computing and Communication Systems (NCCCS), 2012 National Conference on*, 1–5. IEEE.
- Man, Hong, Alen Docef, i Faouzi Kossentini. 2005. „Performance analysis of the JPEG 2000 image coding standard“. *Multimedia Tools and Applications* 26 (1): 27–57.
- Mandryk, Regan Lee. 2005. „Modeling user emotion in interactive play environments: A fuzzy physiological approach“. PhD Thesis, School of Computing Science-Simon Fraser University.
- Mankoff, Jennifer, Anind K Dey, Gary Hsieh, Julie Kientz, Scott Lederer, i Morgan Ames. 2003. „Heuristic evaluation of ambient displays“. U *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, 169–176. ACM.
- Mares, Julie A, Rick P Volland, Sherie A Sondel, Amy E Millen, Tara LaRowe, Suzen M Moeller, Mike L Klein, i ostali. 2011. „Healthy lifestyles related to subsequent prevalence of age-related macular degeneration“. *Archives of ophthalmology* 129 (4): 470–480.
- Marghescu, Dorina, i others. 2008. „Evaluating multidimensional visualization techniques in data mining tasks“.
- Marinus, Eva, Michelle Mostard, Eliane Segers, Teresa M Schubert, Alison Madelaine, i Kevin Wheldall. 2016. „A Special Font for People with Dyslexia: Does it Work and, if so, why?“ *Dyslexia* 22 (3): 233–244.
- Mark, Gloria, i Alfred Kobsa. 2005. „The effects of collaboration and system transparency on CIVE usage: an empirical study and model“. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments* 14 (1): 60–80.
- Mark Magennis, Joshue O Connor, Emma Murphy, Antoinette Fennell, i Esther Murphy. 2013. „Virtual User Concept for Inclusive Design of Consumer Products and User Interfaces“. Deliverable. http://vicon-project.eu/wp-content/uploads/2013/06/VICON_D5-3_final.pdf.
- Matell, Michael S, i Jacob Jacoby. 1971. „Is there an optimal number of alternatives for Likert scale items? Study I: Reliability and validity“. *Educational and psychological measurement* 31 (3): 657–674.
- Maxwell, Scott E, Michael Y Lau, i George S Howard. 2015. „Is psychology suffering from a replication crisis? What does “failure to replicate” really mean?“ *American Psychologist* 70 (6): 487.
- McGrath, Joseph E. 1995. „Methodology matters: Doing research in the behavioral and social sciences“. U *Readings in Human-Computer Interaction*, 152–169. Elsevier.
- McNeish, Daniel M. 2016. „Using Data-Dependent Priors to Mitigate Small Sample Bias in Latent Growth Models: A Discussion and Illustration Using M plus“. *Journal of Educational and Behavioral Statistics* 41 (1): 27–56.
- Milošević, Nebojša T, Maja Olujić, Ana Oros, i Herbert F Jelinek. 2013. „Retinopathy of prematurity: fractal analysis of images in different stages of the disease“. U *Advances in Intelligent Control Systems and Computer Science*, 91–101. Springer.
- Morris, Christopher J, David S Ebert, i Penny L Rheingans. 2000. „Experimental analysis of the effectiveness of features in Chernoff faces“. U *28th AIPR Workshop: 3D Visualization for Data Exploration and Decision Making*, 12–17. International Society for Optics and Photonics.
- Morris, Sarah. 2009. „Spain govt to guarantee legal right to broadband“. Online at: <http://www.reuters.com/article/2009/11/17/spain-telecomsidUSLH61554320091117>.
- Munshi, Jamal. 2014. „A method for constructing Likert scales“.

- Munzner, Tamara. 2009. „A nested model for visualization design and validation“. *IEEE transactions on visualization and computer graphics* 15 (6).
- Neale, Dennis C, John M Carroll, i Mary Beth Rosson. 2004. „Evaluating computer-supported cooperative work: models and frameworks“. U *Proceedings of the 2004 ACM conference on Computer supported cooperative work*, 112–121. ACM.
- Nelson, B., R. M. Kirby, i R. Haimes. 2011. „GPU-Based Interactive Cut-Surface Extraction From High-Order Finite Element Fields“. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 17 (12): 1803–11. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2011.206>.
- Neumann, L., i J. Matas. 2012. „Real-time scene text localization and recognition“. U *2012 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 3538–45. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2012.6248097>.
- Noguchi, Kimihiro, i Yulia R Gel. 2010. „Combination of Levene-type tests and a finite-intersection method for testing equality of variances against ordered alternatives“. *Journal of Nonparametric Statistics* 22 (7): 897–913.
- Norman, Donald A. 2013. *The design of everyday things: Revised and expanded edition*. Basic books.
- North, Chris. 2006. „Toward measuring visualization insight“. *IEEE computer graphics and applications* 26 (3): 6–9.
- NVidia. 2018. „NVIDIA CAPTURE SDK PROGRAMMING GUIDE“. NVidia. <http://developer.download.nvidia.com/designworks/capture-sdk/docs/7.0/NVIDIA-Capture-SDK-Programming-Guide.pdf>.
- „NVIDIA Capture SDK“. 2016. NVIDIA Developer. 27. lipanj 2016. <https://developer.nvidia.com/capture-sdk>.
- O'Brien, Ralph G. 1981. „A simple test for variance effects in experimental designs.“ *Psychological Bulletin* 89 (3): 570.
- „OCR software for Windows with PDF Tools | ABBYY FineReader 14“. bez dat. Pristupljeno 16. travanj 2018. <https://www.abbyy.com/en-eu/finereader/>.
- Oikonomou, Theofanis, Konstantinos Votis, Peter Korn, Dimitrios Tzovaras, i Spiridon Likothanasis. 2009. „A Standalone Vision Impairments Simulator for Java Swing Applications“. U *Symposium of the Austrian HCI and Usability Engineering Group*, 387–398. Springer.
- Oikonomou, Theofanis, Konstantinos Votis, Dimitrios Tzovaras, i Peter Korn. 2010. „Designing and developing accessible java swing applications“. U *International Conference on Computers for Handicapped Persons*, 186–188. Springer.
- Olujić, Maja, Ana Oros, Aleksandra Bregun-Doronjski, i Gordana Velisavljev-Filipović. 2012. „Factors given by birth and oxygenotherapy in relation to development of retinopathy of prematurity“. *Medicinski pregljed* 65 (7–8): 326–330.
- Palermos, S Orestis. 2016. „The dynamics of group cognition“. *Minds and Machines* 26 (4): 409–440.
- Pelli, D. G., J. G. Robson, i A. J. Wilkins J. 1988. „The design of a new letter chart for measuring contrast sensitivity“. *Clinical Vision Sciences*, 187–199.
- Penedo, M, M Souto, PG Tahoces, JM Carreira, J Villalon, G Porto, C Seoane, i ostali. 2005. „FROC evaluation of JPEG2000 and object-based SPIHT lossy compression on digitized mammograms“. *Radiology* 237 (2): 450–457.
- Peng, Wei, Matthew O Ward, i Elke A Rundensteiner. 2004. „Clutter reduction in multi-dimensional data visualization using dimension reordering“. U *Information Visualization, 2004. INFOVIS 2004. IEEE Symposium on*, 89–96. IEEE.
- Perer, Adam, i Ben Shneiderman. 2009. „Integrating statistics and visualization for exploratory power: From long-term case studies to design guidelines“. *IEEE Computer Graphics and Applications* 29 (3).
- Perry, Jeffrey S., i Wilson S. Geisler. 2002. „Gaze-contingent real-time simulation of arbitrary visual fields“. U , 4662:57–69. <https://doi.org/10.1117/12.469554>.
- Petrovic, Veljko B, Dinu Dragan, i Dragan Ivetic. 2016. „Pixel-Based Focus Evaluation Algorithms With Applications in Visual Impairment Simulation“. U . Belgrade, Serbia.

- Petrović, Veljko B, i Dragan Ivetić. 2016. „Visual Impairment Simulation for Inclusive Interface Design“. U *Computer Science Research Notes*, 2602:215–23. Plzen, Czech Republic.
- Pidcoe, P. E. 2006. „Oculomotor Tracking Strategy in Normal Subjects with and without Simulated Scotoma“. *Investigative Ophthalmology & Visual Science* 47 (1): 169–78. <https://doi.org/10.1167/iovs.04-0564>.
- Pinelle, David, i Carl Gutwin. 2002. „Groupware walkthrough: adding context to groupware usability evaluation“. U *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, 455–462. ACM.
- Pinelle, David, Carl Gutwin, i Saul Greenberg. 2003. „Task analysis for groupware usability evaluation: Modeling shared-workspace tasks with the mechanics of collaboration“. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)* 10 (4): 281–311.
- Pirolli, Peter, i Stuart Card. 2005. „The sensemaking process and leverage points for analyst technology as identified through cognitive task analysis“. U *Proceedings of international conference on intelligence analysis*, 5:2–4.
- Plaisant, Catherine. 2004. „The challenge of information visualization evaluation“. U *Proceedings of the working conference on Advanced visual interfaces*, 109–116. ACM.
- Plaisant, Catherine, Jesse Grosjean, i Benjamin B Bederson. 2003. „Spacetime: Supporting exploration in large node link tree, design evolution and empirical evaluation“. U *The Craft of Information Visualization*, 287–294. Elsevier.
- Poole, Alex, i Linden J Ball. 2006. „Eye tracking in HCI and usability research“. *Encyclopedia of human computer interaction* 1: 211–219.
- Pousman, Zachary, John Stasko, i Michael Mateas. 2007. „Casual information visualization: Depictions of data in everyday life“. *IEEE transactions on visualization and computer graphics* 13 (6): 1145–1152.
- Pretorius, A Johannes, i Jarke J Van Wijk. 2008. „Visual inspection of multivariate graphs“. U *Computer Graphics Forum*, 27:967–974. Wiley Online Library.
- „RDF Current Status - W3C“. bez dat. Pristupljeno 02. lipanj 2017. https://www.w3.org/standards/techs/rdf#w3c_all.
- Rello, Luz, i Ricardo Baeza-Yates. 2016. „The Effect of Font Type on Screen Readability by People with Dyslexia“. *ACM Transactions on Accessible Computing (TACCESS)* 8 (4): 15.
- Republički Zavod za Statistiku. 2015. „Izveštaj“. Republički Zavod za Statistiku.
- Rieber, Lloyd P. 1995. „A historical review of visualization in human cognition“. *Educational technology research and development* 43 (1): 45–56.
- Riordan-Eva, Paul, i John Whitcher. 2008. *Vaughan & Asbury's general ophthalmology*. Wiley Online Library.
- Robertson, George, Mary Czerwinski, Kevin Larson, Daniel C Robbins, David Thiel, i Maarten Van Dantzich. 1998. „Data mountain: using spatial memory for document management“. U *Proceedings of the 11th annual ACM symposium on User interface software and technology*, 153–162. ACM.
- Robinson, Anthony C. 2008. „Collaborative synthesis of visual analytic results“. U *Visual Analytics Science and Technology, 2008. VAST'08. IEEE Symposium on*, 67–74. IEEE.
- Rom, Dror M. 1990. „A sequentially rejective test procedure based on a modified Bonferroni inequality“. *Biometrika* 77 (3): 663–665.
- Saaty, Thomas L. 2003. „Decision-making with the AHP: Why is the principal eigenvector necessary“. *European journal of operational research* 145 (1): 85–91.
- Sajaniemi, Jorma, i Marja Kuittinen. 2004. „Visualizing roles of variables in program animation“. *Information Visualization* 3 (3): 137–153.
- Santa-Cruz, Diego, Raphaël Grosbois, i Touradj Ebrahimi. 2002. „JPEG 2000 performance evaluation and assessment“. *Signal Processing: Image Communication* 17 (1): 113–130.
- Saraiya, Purvi, Chris North, i Karen Duca. 2004. „An evaluation of microarray visualization tools for biological insight“. U *Information Visualization, 2004. INFOVIS 2004. IEEE Symposium on*, 1–8. IEEE.

- Saraiya, Purvi, Chris North, Vy Lam, i Karen A Duca. 2006. „An insight-based longitudinal study of visual analytics“. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 12 (6): 1511–1522.
- Saxena, Abhinav, José Celaya, Bhaskar Saha, Sankalita Saha, i Kai Goebel. 2009. „Evaluating algorithm performance metrics tailored for prognostics“. U *Aerospace conference, 2009 IEEE*, 1–13. IEEE.
- Schultz, T., i G. L. Kindlmann. 2010. „Superquadric Glyphs for Symmetric Second-Order Tensors“. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 16 (6): 1595–1604. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2010.199>.
- Schultz, T., i H. P. Seidel. 2008. „Estimating Crossing Fibers: A Tensor Decomposition Approach“. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 14 (6): 1635–42. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2008.128>.
- Scott, Ingrid U, William J Feuer, i Julie A Jacko. 2002. „Impact of graphical user interface screen features on computer task accuracy and speed in a cohort of patients with age-related macular degeneration“. *American journal of ophthalmology* 134 (6): 857–862.
- „SE PRO | Smart Eye“. bez dat. Pristupljeno 10. travanj 2018. <http://smarteye.se/research-instruments/se-pro/>.
- Sedig, Kamran, Sonja Rowhani, Jim Morey, i Hai-Ning Liang. 2003. „Application of information visualization techniques to the design of a mathematical mindtool: A usability study“. *Information Visualization* 2 (3): 142–159.
- Sedlmair, M., M. Meyer, i T. Munzner. 2012. „Design Study Methodology: Reflections from the Trenches and the Stacks“. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 18 (12): 2431–40. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2012.213>.
- Sedlmair, Michael, Dominikus Baur, Sebastian Boring, Petra Isenberg, Marko Jurmu, i Andreas Butz. 2008. „Requirements for a mde system to support collaborative in-car communication diagnostics“. U *CSCW Workshop on Beyond the Laboratory: Supporting Authentic Collaboration with Multiple Displays*. Citeseer.
- Seo, Jinwook, i Ben Shneiderman. 2006. „Knowledge discovery in high-dimensional data: Case studies and a user survey for the rank-by-feature framework“. *IEEE transactions on visualization and computer graphics* 12 (3): 311–322.
- Sewell, Weston, i Oleg Komogortsev. 2010. „Real-time Eye Gaze Tracking with an Unmodified Commodity Webcam Employing a Neural Network“. U *CHI '10 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, 3739–3744. CHI EA '10. New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/1753846.1754048>.
- Shneiderman, Ben, i Catherine Plaisant. 2006. „Strategies for evaluating information visualization tools: multi-dimensional in-depth long-term case studies“. U *Proceedings of the 2006 AVI workshop on BEyond time and errors: novel evaluation methods for information visualization*, 1–7. ACM.
- Shneiderman, Ben, Catherine Plaisant, Maxine Cohen, i Steven Jacobs. 2009. *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. 5th izd. Pearson.
- Skog, Tobias, Sara Ljungblad, i Lars Erik Holmquist. 2003. „Between aesthetics and utility: designing ambient information visualizations“. U *Information Visualization, 2003. INFOVIS 2003. IEEE Symposium on*, 233–240. IEEE.
- Song, Hongzhi, Edwin P Curran, i Roy Sterritt. 2004. „Multiple foci visualisation of large hierarchies with FlexTree“. *Information Visualization* 3 (1): 19–35.
- „Specifications for the Tobii Eye Tracker 4C“. bez dat. Tobii Eye Tracking Support. Pristupljeno 10. travanj 2018. <http://help.tobii.com/hc/en-us/articles/213414285-Specifications-for-the-Tobii-Eye-Tracker-4C>.
- Speier, Cheri. 2006. „The influence of information presentation formats on complex task decision-making performance“. *International Journal of Human-Computer Studies* 64 (11): 1115–1131.
- Stasko, John. 2014. „Value-driven evaluation of visualizations“. U *Proceedings of the Fifth Workshop on Beyond Time and Errors: Novel Evaluation Methods for Visualization*, 46–53. ACM.

- „Sticky“. bez dat. Sticky. Pristupljeno 29. svibanj 2015. <http://www.sticky.ad/>.
- Sunness, Janet S, Carol A Applegate, David Haselwood, i Gary S Rubin. 1996. „Fixation patterns and reading rates in eyes with central scotomas from advanced atrophic age-related macular degeneration and Stargardt disease“. *Ophthalmology* 103 (9): 1458–1466.
- Symon, Gillian. 1998. *Qualitative research diaries*. Sage Publications Ltd.
- Tkalcic, Marko, i Jurij F Tasic. 2003. *Colour spaces: perceptual, historical and applicational background*. Sv. 1. IEEE.
- Tory, Melanie, i Torsten Moller. 2005. „Evaluating visualizations: do expert reviews work?“ *IEEE computer graphics and applications* 25 (5): 8–11.
- Tory, Melanie, David Sprague, Fuqu Wu, Wing Yan So, i Tamara Munzner. 2007. „Spatialization design: Comparing points and landscapes“. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 13 (6): 1262–1269.
- Tory, Melanie, i Sheryl Staub-French. 2008. „Qualitative analysis of visualization: a building design field study“. U *Proceedings of the 2008 Workshop on BEyond time and errors: novel evaluation methods for Information Visualization*, 7. ACM.
- Trafton, J Gregory, Susan S Kirschenbaum, Ted L Tsui, Robert T Miyamoto, James A Ballas, i Paula D Raymond. 2000. „Turning pictures into numbers: extracting and generating information from complex visualizations“. *International Journal of Human-Computer Studies* 53 (5): 827–850.
- Tufte, Edward R, i PR Graves-Morris. 1983. *The visual display of quantitative information*. Sv. 2. 9. Graphics press Cheshire, CT.
- Twidale, Michael, David Randall, i Richard Bentley. 1994. „Situating evaluation for cooperative systems“. U *Proceedings of the 1994 ACM conference on Computer supported cooperative work*, 441–452. ACM.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs Population Division. 2002. „World Population Ageing: 1950-2050“.
- U.S. Census Bureau. 2014. „Annual Estimates of the Resident Population for Selected Age Groups by Sex for the United States, States, Counties, and Puerto Rico Commonwealth and Municipios: April 1, 2010 to July 1, 2013; Table PEPAGESEX; Generated by Veljko Petrovic; using American FactFinder; <http://factfinder2.census.gov/>“.
- Van Deursen, Arie, Paul Klint, i Joost Visser. 2000. „Domain-specific languages: An annotated bibliography“. *ACM Sigplan Notices* 35 (6): 26–36.
- Varsori, Michael, Angelica Perez-Fornos, Avinoam B. Safran, i Andrew R. Whatham. 2004. „Development of a viewing strategy during adaptation to an artificial central scotoma“. *Vision Research* 44 (23): 2691–2705. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2004.05.027>.
- „VERITAS FP7 IP“. bez dat. Pristupljeno 26. svibanj 2015. <http://veritas-project.eu/index.html>.
- Viégas, Fernanda B, Ethan Perry, Ethan Howe, i Judith Donath. 2004. „Artifacts of the presence era: Using information visualization to create an evocative souvenir“. U *Information Visualization, 2004. INFOVIS 2004. IEEE Symposium on*, 105–111. IEEE.
- Viegas, Fernanda B, Martin Wattenberg, Frank Van Ham, Jesse Kriss, i Matt McKeon. 2007. „Manyeyes: a site for visualization at internet scale“. *IEEE transactions on visualization and computer graphics* 13 (6).
- Vingerling, Johannes R., Ida Dielemans, Albert Hofman, Diederick E. Grobbee, Michel Hijmering, Constantijn F. L. Kramer, i Paulus T. V. M. de Jong. 1995. „The Prevalence of Age-related Maculopathy in the Rotterdam Study“. *Ophthalmology* 102 (2): 205–10. [https://doi.org/10.1016/S0161-6420\(95\)31034-2](https://doi.org/10.1016/S0161-6420(95)31034-2).
- „Visual Impairment Simulator for Microsoft Windows: Visual Impairment Simulator for Microsoft Windows“. bez dat. Pristupljeno 28. svibanj 2015. <http://vis.cita.uiuc.edu/>.
- Votis, K., T. Oikonomou, P. Korn, D. Tzovaras, i S. Likothanassis. 2009. „A visual impaired simulator to achieve embedded accessibility designs“. U *IEEE International Conference on Intelligent Computing and Intelligent Systems, 2009. ICIS 2009*, 3:368–72. <https://doi.org/10.1109/ICICISYS.2009.5358165>.
- Wada, Y, T Masuda, i K Noguchi. 2005. „Temporal illusion called 'kappa effect' in event perception“. *Perception ECV abstract* 34: 0–0.

- Waller, Sam, Mike Bradley, Ian Hosking, i P John Clarkson. 2015. „Making the case for inclusive design“. *Applied ergonomics* 46: 297–303.
- Wang, Junpeng, Xiaotong Liu, Han-Wei Shen, i Guang Lin. 2017. „Multi-resolution climate ensemble parameter analysis with nested parallel coordinates plots“. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 23 (1): 81–90.
- Waser, J., R. Fuchs, H. Ribicic, B. Schindler, G. Bloschl, i E. Groller. 2010. „World Lines“. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 16 (6): 1458–67. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2010.223>.
- „WebAIM: Low Vision Simulation“. bez dat. Pristupljeno 28. svibanj 2015. <http://webaim.org/simulations/lowvision>.
- Weise, Thomas. 2017. „From standardized data formats to standardized tools for optimization algorithm benchmarking“. U *Proceedings of the 16th IEEE Conference on Cognitive Informatics & Cognitive Computing (ICCI* CC'17)*, Jul. 26–28, 2017, University of Oxford, Oxford, UK.
- Wery, Jessica J, i Jennifer A Diliberto. 2017. „The effect of a specialized dyslexia font, OpenDyslexic, on reading rate and accuracy“. *Annals of dyslexia* 67 (2): 114–127.
- Wickham, Hadley. 2009. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York. <http://ggplot2.org>.
- Wiebel, A., F. M. Vos, D. Foerster, i H. C. Hege. 2012. „WYSIWYP: What You See Is What You Pick“. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 18 (12): 2236–44. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2012.292>.
- Wilcox, Rand R. 1997. „Pairwise Comparisons Using Trimmed Means or M-Estimators when Working with Dependent Groups“. *Biometrical journal* 39 (6): 677–688.
- . 2012. *Introduction to robust estimation and hypothesis testing*. Academic Press.
- Wilcox, Rand R, i Tian S Tian. 2011. „Measuring effect size: a robust heteroscedastic approach for two or more groups“. *Journal of Applied Statistics* 38 (7): 1359–1368.
- Willett, Wesley, Jeffrey Heer, i Maneesh Agrawala. 2007. „Scented widgets: Improving navigation cues with embedded visualizations“. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 13 (6): 1129–1136.
- Williams, Jennifer, Dena Fam, i Abby Mellick Lopes. 2017. „Creating knowledge: visual communication design research in transdisciplinary projects“. *Transdisciplinary Research and Practice for Sustainability Outcomes*, 155–171.
- Wilmer, Jeremy B, Laura Germine, Christopher F Chabris, Garga Chatterjee, Mark Williams, Eric Loken, Ken Nakayama, i Bradley Duchaine. 2010. „Human face recognition ability is specific and highly heritable“. *Proceedings of the National Academy of sciences* 107 (11): 5238–5241.
- Wilson, Earl D., i Dewaine Alcorn. 1969. „Disability simulation and development of attitudes toward the exceptional“. *The Journal of Special Education* 3 (3): 303–7. <https://doi.org/10.1177/002246696900300310>.
- Wongsuphasawat, Krist, i Ben Shneiderman. 2009. „Finding comparable temporal categorical records: A similarity measure with an interactive visualization“. U *Visual Analytics Science and Technology, 2009. VAST 2009. IEEE Symposium on*, 27–34. IEEE.
- Wood, J., D. Badawood, J. Dykes, i A. Slingsby. 2011. „BallotMaps: Detecting Name Bias in Alphabetically Ordered Ballot Papers“. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 17 (12): 2384–91. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2011.174>.
- Workpackage, WP. 2010. „MyUI: Mainstreaming Accessibility through Synergistic User Modelling and Adaptability“.
- Wu, Huiping, i Shing-On Leung. 2017. „Can Likert Scales be Treated as Interval Scales?—A Simulation Study“. *Journal of Social Service Research* 43 (4): 527–532.
- Xiang, Wei, Andrew Clemence, John Leis, i Yafeng Wang. 2009. „Error resilience analysis of wireless image transmission using JPEG, JPEG 2000 and JPWL“. U *Information, Communications and Signal Processing, 2009. ICICS 2009. 7th International Conference on*, 1–6. IEEE.

- Yarrow, Kielan, Patrick Haggard, Ron Heal, Peter Brown, i John C Rothwell. 2001. „Illusory perceptions of space and time preserve cross-saccadic perceptual continuity“. *Nature* 414 (6861): 302.
- Yarrow, Kielan, Louise Whiteley, John C Rothwell, i Patrick Haggard. 2006. „Spatial consequences of bridging the saccadic gap“. *Vision research* 46 (4): 545–555.
- Yost, Beth, i Chris North. 2006. „The perceptual scalability of visualization“. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 12 (5): 837–844.
- Yuen, Karen K. 1974. „The two-sample trimmed t for unequal population variances“. *Biometrika* 61 (1): 165–170.
- Zebardast, Nazlee, David S Friedman, i Susan Vitale. 2017. „The Prevalence and Demographic Associations of Presenting Near-Vision Impairment Among Adults Living in the United States“. *American Journal of Ophthalmology* 174: 134–144.
- Zhao, Xin, i Arie Kaufman. 2012. „Structure revealing techniques based on parallel coordinates plot“. *The Visual Computer* 28 (6–8): 541–551.
- Zizzo, Daniel John. 2010. „Experimenter demand effects in economic experiments“. *Experimental Economics* 13 (1): 75–98.
- Zuk, Torre, Lothar Schlesier, Petra Neumann, Mark S Hancock, i Sheelagh Carpendale. 2006. „Heuristics for information visualization evaluation“. U *Proceedings of the 2006 AVI workshop on BEyond time and errors: novel evaluation methods for information visualization*, 1–6. ACM.

Dodatak A

Ovaj dodatak sadrži kompletnu listu radova analiziranih da bi se utvrdila distribucija vizuelizacija u literaturi. Ti podaci su osnova statističke analize sprovedene u sekciji 7.1.

Kodiranje podataka:

- Za tip publikacije
 - Č — časopis
 - K — konferencija
 - M — monografija
- Za vizuelizaciju
 - T — tabela
 - B — stubovi (bar graph)
 - L — linija (scatterline)
 - P — raštrkane tačke (scatterplot)
 - R — ROC
 - 3P — 3D ravan
 - 3B — 3D stubovi
 - PC — „Pita“ dijagram
 - CC — kodiranje bojom
 - PM — piksel mapa
 - H — Hosaka dijagram
 - IQ — raspon među kvartalima
 - SP — zvezdasti dijagram

#	Referenca	Tip	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Godina
1	Ait-Aoudia S., Gabis A., A comparison of set redundancy compression techniques. EURASIP J. Appl. Signal Process. 2006, 1 (Jan. 2006), 216-216.	Č	T	B						2006
2	Dixon T. D., Noyes J., Troscianko T., Canga E. F., Bull D., Canagarajah N., Psychophysical and metric assessment of fused images. In Proceedings of the 2nd Symposium on Applied Perception in Graphics and Visualization (A Coruña, Spain, August 26 - 28, 2005). APGV '05, vol. 95. ACM, New York, NY, 43-50.	K			L					2005
3	Magli, E., Barni, M., Abrardo, A., and Grangetto, M. Distributed source coding techniques for lossless compression of hyperspectral images. EURASIP J. Appl. Signal Process., Vol. 2007, No. 1, 2007.	Č	T	B					PC	2007
4	Burtscher, M., VPC3: a fast and effective trace-compression algorithm. SIGMETRICS Perform. Eval. Rev., Vol.32, No.1, pp.167-176, 2004.	Č	T	B						2004
5	Milenkovic A. and Milenkovic, M., An efficient single-pass trace compression technique utilizing instruction streams. ACM Trans. Model. Comput. Simul. Vol.17, No.1, Article 2, p.27, 2007.	Č	T	B	L					2007
6	Radun J., Leisti T., Häkkinen J., Ojanen H., Olives J., Vuori T., and Nyman G., Content and quality: Interpretation-based estimation of image quality. ACM Trans. Appl. Percept. Vol.4, No.4, pp. 1-15, 2008.	Č	T	B		P				2008
7	Sarraf C. M. and Wakim R. M., Improving JPEG 2000 images delivery over GPRS mobile networks. In Proceedings of the 6th WSEAS international Conference on Electronics, Hardware, Wireless and Optical Communications (Corfu Island, Greece, February 16 - 19, 2007). C. A. Long, V. M. Mladenov, and Z. Bojkovic, Eds. World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS), Stevens Point, Wisconsin, pp. 127-132, 2007.	K	T	B						2007
8	Owen M. J., Lui A. K., Lo E. H., and Grigg M. W., The design and implementation of a progressive on-demand image dissemination system for very large images. In Proceedings of the 24th Australasian Conference on Computer Science (Gold Coast, Queensland, Australia, January 29 - February 02, 2001). ACM International Conference Proceeding Series, vol. 11. IEEE Computer Society, Washington, DC, pp. 148-155, 2001.	K	T		L					2001
9	Doukas, C. and Maglogiannis, I. Adaptive transmission of medical image and video using scalable coding and context-aware wireless medical networks. EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking, pp. 1-12, January 2008.	Č	T		L					2008
10	Strydis C. and Gaydadjev G. N. Profiling of lossless-compression algorithms for a novel biomedical-implant architecture. In Proceedings of the 6th IEEE/ACM/IFIP international Conference on Hardware/Software Codesign and System Synthesis (Atlanta, GA, USA, October 19 - 24, 2008). CODES/ISSS '08. ACM, New York, NY, pp.109-114, 2008.	K	T	B						2008
11	Hu Y., Boukerche A., and Pazzi R. W. An efficient joint dynamic detection technique for wireless transmission of JPEG2000 encoded images. In Proceedings of the 2006 international Conference on Wireless Communications and Mobile Computing (Vancouver, British Columbia, Canada, July 03 - 06, 2006). IWCMC '06. ACM, New York, NY, pp.395-400, 2006	K			L					2006

#	Referenca	Tip	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Godina
12	Roimela K., Aarnio T., and Itäranta J. Efficient high dynamic range texture compression. In Proceedings of the 2008 Symposium on interactive 3D Graphics and Games (Redwood City, California, February 15 - 17, 2008). I3D '08. ACM, New York, NY, pp.207-214, 2008.	K	T		L					2008
13	Xie X., Li G., and Wang Z. A near-lossless image compression algorithm suitable for hardware design in wireless endoscopy system. EURASIP J. Appl. Signal Process. 2007, 1, pp.48-48, Jan. 2007.	Č	T		L					2007
14	Zirkind G. AFIS data compression: an example of how domain specific compression algorithms can produce very high compression ratios. SIGSOFT Softw. Eng. Notes, Vol.32, No.6, p.8, Nov. 2007.	Č	T		L					2007
15	Aydin T. O., Mantiuk R., Myszkowski K., and Seidel H. Dynamic range independent image quality assessment. In ACM SIGGRAPH 2008 Papers (Los Angeles, California, August 11 - 15, 2008). SIGGRAPH '08. ACM, New York, NY, pp.1-10, 2008.	K							CC	2008
16	Jog S. M. and Lokhande S. D. Embedded Zero-Tree Wavelet (EZW) image CODEC. In Proceedings of the international Conference on Advances in Computing, Communication and Control (Mumbai, India, January 23 - 24, 2009). ICAC3 '09. ACM, New York, NY, pp.379-383, 2009.	K	T							2009
17	Khashman A. and Dimililer K. Image compression using neural networks and haar wavelet. WSEAS Trans. Sig. Proc. Vol.4, No.5, 330-339, May. 2008.	Č	T		L					2008
18	Galić I., Weickert J., Welk M., Bruhn A., Belyaev A., and Seidel H. Image Compression with Anisotropic Diffusion. J. Math. Imaging Vis., Vol.31, No.2-3, pp.255-269, Jul. 2008.	Č	T		L					2008
19	Lecuire V., Duran-Faundez C., and Krommenacker N. Energy-efficient transmission of wavelet-based images in wireless sensor networks. J. Image Video Process. 2007, 1, pp.15-15, Jan. 2007.	Č	T		L			3P		2007
20	Datta R., Li J., and Wang J. Z. Learning the consensus on visual quality for next-generation image management. In Proceedings of the 15th international Conference on Multimedia (Augsburg, Germany, September 25 - 29, 2007). MULTIMEDIA '07. ACM, New York, NY, pp.533-536, 2007.	K	T	B	L					2007
21	Man H., Docef, A., and Kossentini, F. Performance Analysis of the JPEG 2000 Image Coding Standard. Multimedia Tools Appl. Vol.26, No.1, pp.27-57, May. 2005.	Č	T		L					2005
22	Woo C., Du J., and Pham B. Performance factors analysis of a wavelet-based watermarking method. In Proceedings of the 2005 Australasian Workshop on Grid Computing and E-Research - Volume 44 (Newcastle, New South Wales, Australia). R. Buyya, P. Coddington, P. Montague, R. Safavi-Naini, N. Sheppard, and A. Wendelborn, Eds. Conferences in Research and Practice in Information Technology Series, vol. 108. Australian Computer Society, Darlinghurst, Australia, pp.89-97, 2005.	K	T	B						2005
23	Sarikaya B. and Ulema M. An evaluation of quality of service characteristics of PACS packet channel. Mob. Netw. Appl., Vol4, No.4, pp.289-300, Dec. 1999.	Č		B	L					1999
24	Kampf F. A. Performance as a function of compression. IBM J. Res. Dev., Vol. 42, No.6, pp.759-766, Nov. 1998.	Č			L					1998
25	Zhen B., Li H., Hara S., and Kohno R. Clear channel assessment in integrated medical environments. EURASIP J. Wirel. Commun. Netw. 2008, pp.1-8, Jan. 2008.	Č	T		L					2008
26	Zhang Y. and Ryu B. Mobile and multicast IP services in PACS: system architecture, prototype, and	Č	T		L					2001

#	Referenca	Tip	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Godina
	performance. Mob. Netw. Appl., Vol. 6, No.1, pp.81-94, Jan. 2001.									
27	Vergados D.D. Simulation and Modeling Bandwidth Control in Wireless Healthcare Information Systems. Simulation, Vol.83, No.4, pp.347-364, Apr. 2007.	Č	T		L					2007
28	Fontani M., De Rosa A., Caldelli R., Filippini F., Piva A., Consalvo M., and Cappellini V. Reversible watermarking for image integrity verification in hierarchical PACS. In Proceedings of the 12th ACM Workshop on Multimedia and security (MM&Sec '10), pp.161-168, 2010. ACM, New York, NY, USA, 161-168.	K			L					2010
29	Ponomarenko N. et al. Lossy compression of noisy images based on visual quality: a comprehensive study. EURASIP J. Adv. Signal Process 2010, Article 69, p.13, Feb 2010.	Č	T		L					2010
30	Giaime Ginesu, Francesco Massidda, Daniele D. Giusto, A multi-factors approach for image quality assessment based on a human visual system model. Signal Processing: Image Communication, Vol.21, No.4, pp. 316-333, 2006.	Č	T	B	L					2006
31	Marziliano P., Dufaux F., Winkler S., Ebrahimi T., A no-reference perceptual blur metric. Proceedings of the 2002 International Conference on Image Processing, Vol. 3, pp. 57-60, 2002.	K				P				2002
32	B. Prabhakar, M. Ramasubba Reddy, HVS scheme for DICOM image compression: Design and comparative performance evaluation. European Journal of Radiology, Volume 63, Issue 1, Hip Joint, July 2007, Pages 128-135.	Č	T							2007
33	Turaga D. S., Chen Y., Caviedes J., No reference PSNR estimation for compressed pictures. Signal Processing: Image Communication, Volume 19, Issue 2, pp. 173-184, 2004.	Č	T							2004
34	Venkatesh Babu R., Suresh S., and Perki A., No-reference JPEG-image quality assessment using GAP-RBF. Signal Process. Vol.87, No.6, pp. 1493-1503, 2007.	Č	T			P				2007
35	Marziliano P., Dufaux F., Winkler S., Ebrahimi T., Perceptual blur and ringing metrics: application to JPEG2000. Signal Processing: Image Communication, Vol.19, No.2, pp.163-172, 2004.	Č				P				2003
36	Algazi V. R., Avadhanam N., and Estes R. R., Quality measurement and use of pre-processing in image compression. Signal Process. Vol.70, No.3, pp. 215-229, 1998.	Č	T		L					1998
37	Amador J. J., Random projection and orthonormality for lossy image compression. Image Vision Comput. Vol.25, No.5, pp.754-766, 2007.	Č	T							2007
38	Au K. M., Law N. F., and Siu W. C., Unified feature analysis in JPEG and JPEG 2000-compressed domains. Pattern Recogn. Vol.40, No.7, pp.2049-2062, 2007.	Č	T		L					2007
39	Brahimi T., Melit A., and Khelifi F., An improved SPIHT algorithm for lossless image coding. Digit. Signal Process. Vol.19, No.2, pp.220-228, 2009.	Č	T							2009
40	Kilner J., Starck J., Guillemaut J. Y., and Hilton A., Objective quality assessment in free-viewpoint video production. Image Commun. Vol.24, No.1-2, pp.3-16, 2009.	Č	T			P				2009
41	Carnec M., Le Callet P., and Barba D., Objective quality assessment of color images based on a generic perceptual reduced reference. Image Commun. Vol.23, No.4, pp.239-256, 2008.	Č	T							2008
42	Li X., Tao D., Gao X., and Lu W. A natural image quality evaluation metric. Signal Process, Vol. 89 No. 4, pp.548-555, 2009.	Č	T		L					2009

#	Referenca	Tip	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Godina
43	Strintzis M.G., A review of compression methods for medical images in PACS. Int J Med Inform Vol. 52, No. 1-3, pp. 159-65, 1998.	Č	T							1998
44	García J. A., Fdez-Valdivia J., Rodríguez-Sánchez R., Fdez-Vidal X. R., Coder Selection for Lossy Compression of Still Images. Pattern Recognition, Vol. 35, No. 11, pp. 2489-2509, 2002.	Č	T		L					2002
45	Kocsis O., Costaridou L., Mandellos G., Lymberopoulos D., and Panayiotakis G., Compression assessment based on medical image quality concepts using computer-generated test images. Computer Methods and Programs in Biomedicine, Vol. 71, No. 2, pp. 105-115, 2003.	Č			L	P				2003
46	McCord L., Scarfe W., Naylor R., Scheetz J., Silveira A., Gilles K., Digitized hand-wrist radiographs: Comparison of subjective and software-derived image quality at various compression ratios. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, Vol. 131, No. 5, pp. 679-688, 2007.	Č	T		L					2007
47	Falchieri D., Gandolfi E., and Masotti M., Evaluation of a wavelet-based compression algorithm applied to the silicon drift detectors data of the ALICE experiment at CERN. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment Vol. 527, No. 3, pp. 580-590, 2004.	Č	T		L	P				2004
48	Brandan M.E., Ruiz-Trejo C., Verdejo-Silva M., Guevara M., Lozano-Zalce H., Madero-Preciado L., Martin J., Noel-Etienne L.M., Ramirez-Arias J.L., Soto J., Villasenor Y., Evaluation of equipment performance, patient dose, imaging quality, and diagnostic coincidence in five Mexico City mammography services. Archives of Medical Research, Vol. 35, No.1, pp. 24-30, 2004.	Č	T	B						2004
49	Tahoces P. G., Varela J. R., Lado M. J., and Souto M. Image compression: Maxshift ROI encoding options in JPEG2000. Computer Vision and Image Understanding, Vol. 109, No. 2, pp.139-145, 2008.	Č			L					2008
50	Thakur A., Anand R.S., Image quality based comparative evaluation of wavelet filters in ultrasound speckle reduction. Digital Signal Processing, Vol. 15, No. 5, pp. 455-465, 2005.	Č	T		L					2005
51	Zhang X. H., Lin W. S., and Xue P. Improved estimation for just-noticeable visual distortion. Signal Process, Vol. 85, No. 4, pp. 795-808, 2005.	Č	T	B						2005
52	Khayam S. A., Karande S., Radha H., Loguinov D., Performance analysis and modeling of errors and losses over 802.11b LANs for high-bit-rate real-time multimedia. Signal Processing: Image Communication Vol. 18, No. 7, pp. 575-595, 2003.	Č	T		L					2003
53	Tolba A. S., Wavelet Packet Compression of Medical Images. Digital Signal Processing Vol. 12, No. 4, pp. 441-470, 2002.	Č	T							2002
54	Tan, K. T., Ghanbari, M., and Pearson, D. E. An objective measurement tool for MPEG video quality. Signal Processing, Vol.70, No.3, pp.279-294, November 1998.	Č	T		L					1998
55	Singh S., Kumar V., and Verma H.K. Blocking effect reduction of compressed images using classification-based constrained optimization. Digital Signal Processing, Vol. 17, No. 1, pp. 225-243, January 2007.	Č	T		L					2000
56	Lee S., Bovik A. C., and Kim Y. Y. High quality, low delay foveated visual communications over mobile channels. Journal of Visual Communication and Image Representation, Vol. 16, No. 2, pp. 180-211, April 2005.	Č			L					2005

#	Referenca	Tip	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Godina
57	Pan H., Siu W., and Law N. A fast and low memory image coding algorithm based on lifting wavelet transform and modified SPIHT. <i>Image Commun. Vol.23, No.3, pp.146-161, Mar. 2008.</i>	Č	T		L					2008
58	Chen H. and Varshney P. K. A human perception inspired quality metric for image fusion based on regional information. <i>Inf. Fusion Vol.8, No.2, pp.193-207, Apr. 2007.</i>	Č	T							2007
59	Kamran M., Shi F., Xie Y., and Wang Y. An efficient layered data compression scheme with constraint analysis. <i>Math. Comput. Simul. Vol.79, No.4, pp.1216-1232, Dec. 2008.</i>	Č	T							2008
60	Mateo J. L. and Fernández-Caballero A. Finding out general tendencies in speckle noise reduction in ultrasound images. <i>Expert Syst. Appl. Vol.36, No.4, pp.7786-7797, May. 2009.</i>	Č	T							2009
61	De Neve W., Van Deursen D., Van Lancker W., Man Ro Y., and Van de Walle R. Improved BSD-L-based content adaptation for JPEG 2000 and HD Photo (JPEG XR). <i>Image Commun. Vol.24, No.6, pp.452-467, Jul. 2009.</i>	Č	T							2009
62	Brandão T. and Queluz M. P. No-reference image quality assessment based on DCT domain statistics. <i>Signal Process., Vol.88, No.4, pp.822-833, Apr. 2008.</i>	Č	T		L					2008
63	Sasazaki K., Saga S., Maeda J., and Suzuki Y. Vector quantization of images with variable block size. <i>Appl. Soft Comput., Vol.8, No.1, pp.634-645, Jan. 2008.</i>	Č			L					2008
64	Ong E.P., Yang X., Lin W., Lu Z, Yao S., Lin X., Rahardja S., Seng B.C. Perceptual Quality and Objective Quality Measurements of Compressed Videos. <i>J. Vis. Commun. Image R. Vol.17, pp. 717-737, 2006.</i>	Č		B	L	P				2006
65	Di Martino F., Loia V., Perfilieva I., and Sessa S. An image coding/decoding method based on direct and inverse fuzzy transforms. <i>Int. J. Approx. Reasoning, Vol, 48, No.1, pp.110-131, Apr. 2008.</i>	Č	T		L					2008
66	Dutra A.J., Pearlman W.A., and Silva E.A. Compression of Hyperspectral Images with LVQ-SPECK. In <i>Proceedings of the Data Compression Conference (March 25 - 27, 2008)</i> . DCC. IEEE Computer Society, Washington, DC, pp.93-102, 2008.	K	T							2007
67	Zhu H., Shu H., Liang J., Luo L., and Coatrieux J.L. Image analysis by discrete orthogonal Racah moments. <i>Signal Processing, Vol. 87, No.4, pp. 687-708, 2007.</i>	Č	T	B						2007
68	Agostini L.V., Silva I.S., and Bampi S. Multiplierless and fully pipelined JPEG compression soft IP targeting FPGAs. <i>Microprocessors and Microsystems, Vol. 31, No.8, pp. 487-497, 2007.</i>	Č	T							2007
69	Wee C.-Y. and Paramesran R. Measure of image sharpness using eigenvalues. <i>Information Sciences, Vol. 177, No. 12, pp. 2533-2552, June 2007.</i>	Č	T		L					2007
70	Maeder A.J. The image importance approach to human vision based image quality characterization. <i>Pattern Recognition Letters, Vol. 26, No. 3, pp. 347-354, February 2005.</i>	Č	T							2005
71	Alkholidi A., Alfalou A., and Hamam H. A new approach for optical colored image compression using the JPEG standards. <i>Signal Processing, Vol. 87, No. 4, pp. 569-583, April 2007.</i>	Č	T		L					2007
72	Ranade A., Mahabalarao S.S., and Kale S. A variation on SVD based image compression. <i>Image and Vision Computing, Vol. 25, No. 6, pp. 771-777, June 2007.</i>	Č			L					2007
73	Rabbani M. and Joshi R. An overview of the JPEG 2000 still image compression standard. <i>Signal Processing: Image Communication, Vol. 17, No. 1, pp. 3-48, January 2002.</i>	Č	T							2002

#	Referenca	Tip	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Godina
74	Kang H.-H., Shin D.-H., Kim E.-S. Compression scheme of sub-images using Karhunen-Loeve transform in three-dimensional integral imaging. <i>Optics Communications</i> , Vol. 281, No. 14, pp. 3640-3647, July 2008.	Č			L					2008
75	Gershikov E., Lavi-Burlak E., and Porat M. Correlation-based approach to color image compression. <i>Signal Processing: Image Communication</i> , Vol. 22, No. 9, pp. 719-733, October 2007.	Č	T							2007
76	Wenger N.A., Tewson D.H.T.K., and McDonald F. Direct digital lateral cephalometry: The effects of JPEG compression on image quality. <i>Medical Engineering & Physics</i> , Vol. 28, No. 6, pp. 560-567, July 2006.	Č	T	B						2006
77	Namuduri K.R. and Ramaswamy V.N. Feature preserving image compression. <i>Pattern Recognition Letters</i> , Vol. 24, No. 15, pp. 2767-2776, November 2003.	Č							PM	2003
78	Costa S. and Fiori S. Image compression using principal component neural networks. <i>Image and Vision Computing</i> , Vol. 19, No. 9-10, pp. 649-668, August 2001.	Č	T		L			3B		2001
79	Tsekouras G.E., Antonios M., Anagnostopoulos C., Gavalas D., and Economou D. Improved batch fuzzy learning vector quantization for image compression. <i>Information Sciences</i> , Vol. 178, No. 20, pp. 3895-3907, October 2008.	Č	T		L					2008
80	Wang C., Xue P., Lin W. Layered image resizing in compression domain. <i>Signal Processing: Image Communication</i> , Vol. 23, No. 1, pp. 58-69, January 2008.	Č	T		L					2008
81	Dudek G., Borys P., and Grzywina Z.J. Lossy dictionary-based image compression method. <i>Image and Vision Computing</i> , Vol. 25, No. 6, pp. 883-889, June 2007.	Č	T		L					2007
82	Lu Q., Luo W., Wang J., and Chen C. Low-complexity and energy efficient image compression scheme for wireless sensor networks. <i>Computer Networks</i> , Vol. 52, No. 13, pp. 2594-2603, September 2008.	Č	T		L					2008
83	R. Shyam Sunder R.S., Eswaran C., and Sriraam N. Medical image compression using 3-D Hartley transform. <i>Computers in Biology and Medicine</i> , Vol. 36, No. 9, pp. 958-973, September 2006.	Č	T		L					2006
84	Aiazzi B., Alparone L., and Baronti S. Near-lossless image compression by relaxation-labelled prediction. <i>Signal Processing</i> , Vol. 82, No. 11, pp. 1619-1631, November 2002.	Č	T		L					2002
85	Krinidis M. Nikolaidis N., and Pie charts I. The discrete modal transform and its application to lossy image compression. <i>Signal Processing: Image Communication</i> , Vol. 22, No. 5, pp. 480-504, June 2007.	Č			L					2007
86	Privitera C.M., Azzariti M., Ho Y.F., Stark L.W. A comparative study of focused Jpeg compression, FJpeg. <i>Pattern Recognition Letters</i> , Vol. 23, No. 10, pp. 1119-1127, August 2002.	Č			L					2002
87	Liu G., Zeng X., Tian F., Chaibou K., Zheng Z. A novel direction-adaptive wavelet based image compression. <i>AEU - International Journal of Electronics and Communications</i> , In Press, Corrected Proof, Available online 26 May 2009.	Č	T		L					2009
88	Hou Z.-X., Wang C.-Y., and Yang A.-P. All phase biorthogonal transform and its application in JPEG-like image compression. <i>Signal Processing: Image Communication</i> , In Press, Accepted Manuscript, Available online 12 September 2009.	Č	T		L					2010

#	Referenca	Tip	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Godina
89	Albanesi M.G. and Guerrini F. An HVS-based adaptive coder for perceptually lossy image compression. Pattern Recognition, Vol. 36, No. 4, pp. 997-1007, April 2003.	Č			L					2003
90	Okkalides D. Assessment of commercial compression algorithms, of the lossy DCT and lossless types, applied to diagnostic digital image files. Computerized Medical Imaging and Graphics, Vol. 22, No. 1, pp. 25-30, January-February 1998.	Č	T		L					1998
91	Dhara B.C. and Chanda B. Color image compression based on block truncation coding using pattern fitting principle. Pattern Recognition, Vol. 40, No. 9, pp. 2408-2417, September 2007.	Č	T							2007
92	Bruni V. and Vitulano D. Combined image compression and denoising using wavelets. Signal Processing: Image Communication, Vol. 22, No.1, pp. 86-101, January 2007.	Č	T							2007
93	Li B., Zheng D., Sun L., and Yang S. Exploiting multi-scale support vector regression for image compression. Neurocomputing, Vol. 70, No. 16-18, pp. 3068-3074, October 2007.	Č	T		L					2007
94	Wang X.-y., Li F.-p., and Wang S.-g. Fractal image compression based on spatial correlation and hybrid genetic algorithm. Journal of Visual Communication and Image Representation, In Press, Corrected Proof, Available online 11 July 2009	Č	T		L					2010
95	Tseng C.-C., Hsieh J.-G., and Jeng J.-H. Fractal image compression using visual-based particle swarm optimization. Image and Vision Computing, Vol. 26, No. 8, pp. 1154-1162, August 2008.	Č	T		L					2008
96	Hong E.S., Ladner R.E., Riskin E.A. Group testing for image compression using alternative transforms. Signal Processing: Image Communication, Vol. 18, No. 7, pp. 561-574, August 2003.	Č	T		L					2003
97	Demaret L., Dyn N., and Iske A. Image compression by linear splines over adaptive triangulations. Signal Processing, Vol. 86, No. 7, pp. 1604-1616, July 2006.	Č	T		L					2006
98	Harvey D. M., Arshad N. M., and Hobson C. A. Image data compression and it's effect on the accuracy of fringe-based images for 3-D gauging using a phase stepping method. Optics and Lasers in Engineering, Vol. 35, No. 4, pp. 201-223, April 2001.	Č	T		L					2001
99	Chang C.-C., Wu W.-C., and Chen Y.-H. Joint coding and embedding techniques for multimedia images. Information Sciences, Vol. 178, No. 18, pp. 3543-3556, September 2008.	Č	T		L					2008
100	Di Nola A. and Russo C. Lukasiewicz transform and its application to compression and reconstruction of digital images. Information Sciences, Vol. 177, No. 6, pp. 1481-1498, March 2007.	Č	T							2007
101	Gershikov E. and Porat M. On color transforms and bit allocation for optimal subband image compression. Signal Processing: Image Communication, Vol. 22, No 1, pp. 1-18, January 2007.	Č	T							2007
102	Fang T. On performance of lossless compression for HDR image quantized in color space. Signal Processing: Image Communication, Vol. 24, No. 5, pp. 397-404, May 2009.	Č	T							2009
103	Ferreira A.J., Figueiredo M.A.T. On the use of independent component analysis for image compression. Signal Processing: Image Communication, Vol. 21, No. 5, pp. 378-389, June 2006.	Č			L					2006
104	Delaunay X., Chabert M., Charvillat V., Morin G. Satellite image compression by post-transforms in the wavelet domain. Signal Processing, In Press, Corrected Proof, Available online 3 August 2009.	Č	T		L					2010

#	Referenca	Tip	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Godina
105	Wu M.-S., Jeng J.-H., Hsieh J.-G. Schema genetic algorithm for fractal image compression. Engineering Applications of Artificial Intelligence, Vol. 20, No., pp. 531-538, June 2007.	Č	T		L					2007
106	Cai C., Mitra S.K., Ding R. Smart wavelet image coding X-tree approach. Signal Processing, Vol. 82, No. 2, pp. 239-249, February 2002.	Č	T							2002
107	Averbuch A., Israeli M., and Meyer F. Speed versus quality in low bit-rate still image compression. Signal Processing: Image Communication, Vol. 15, No. 3, pp. 231-254, November 1999.	Č	T							1999
108	Chi M.-C., Chen M.-J., Yeh C.-H., and Jhu J.-A. Region-of-interest video coding based on rate and distortion variations for H.263+. Signal Processing: Image Communication, Vol. 23, No. 2, pp. 127-142, February 2008.	Č	T		L					2008
109	Liang L., et al. No-reference perceptual image quality metric using gradient profiles for JPEG2000. Signal Processing: Image Communication, In Press, 2010.	Č	T			P				2010
110	Li Z., Poulos A., McLean D., and Rickard M. A review of methods of clinical image quality evaluation in mammography. European Journal of Radiology Vol.74, No.3, pp. e122-e131, Jun. 2010.	Č	T							2010
111	Iqbal M.I. and Zepernick H.J. A framework for error protection of region of interest coded images and videos. Signal Processing: Image Communication, Vol.26, No.4-5, pp.236-249, Apr 2011.	Č		B	L					2011
112	Muhit A.A. Error-resilient transmission of quality-scalable images over wireless channels. Digital Signal Processing Vol.18, No.4, pp.588-597, Jul 2008.	Č			L					2008
113	Sriraam N. and Shyamsunder R.: „3-D medical image compression using 3-D wavelet coders,” Digital Signal Processing, Vol.21, No.1, pp.100-109, 2011.	Č			L					2011
114	Singh S, Kumar V, Verma HK., Adaptive threshold-based block classification in medical image compression for teleradiology. Comput Biol Med. 2007 Jun;37(6):811-9. Epub 2006 Oct 20.	Č			L					2007
115	Kai X, Jie Y, Min ZY, Liang LX., HVS-based medical image compression. Eur J Radiol. 2005 Jul;55(1):139-45.	Č			L					2005
116	Siddiqui K. M., Siegel E. L., Reiner B. I., et al., Improved compressibility of multislice CT datasets using 3D JPEG2000 compression. International Congress Series, Volume 1268, June 2004, Pages 57-62.	K			L					2004
117	Chen YY., Medical image compression using DCT-based subband decomposition and modified SPIHT data organization. Int J Med Inform. 2007 Oct;76(10):717-25. Epub 2006 Aug 23.	Č	T		L					2007
118	Garcia J. A., Fdez-Valdivia J., Fdez-Vidal X. R., Rodriguez-Sanchez R., On the concept of best achievable compression ratio for lossy image coding. Pattern Recognition Volume 36, Issue 10, October 2003, Pages 2377-2394.	Č	T		L					2003
119	Kim T.J., et. al., Regional variance of visually lossless threshold in compressed chest CT images: Lung versus mediastinum and chest wall. Eur J Radiol. 2008 Jan 12. [Epub ahead of print]	Č		B						2008
120	Bruckmann A., Uhl A., Selective medical image compression techniques for telemedical and archiving applications. Comput Biol Med. 2000 May;30(3):153-69.	Č			L					2000
121	Przelaskowski A., Vector quality measure of lossy compressed medical images. Comput Biol Med. 34(3):193-207, Apr 2004.	Č				P			H	2004
122	Ansari M.A. and Anand R.S. Context based medical image compression for ultrasound images with contextual set partitioning in hierarchical trees	Č	T	B	L					2009

#	Referenca	Tip	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Godina
	algorithm. Adv. Eng. Softw. Vol.40, No.7, pp.487-496, Jul. 2009.									
123	Ramakrishnan B. and Sriraam N. Internet transmission of DICOM images with effective low bandwidth utilization. Digit. Signal Process. Vol.16, No.6, pp.825-831, Nov. 2006.	Č	T		L					2006
124	Chen Y. Medical images compression for remote diagnosis using modified SPIHT data organization and fidelity enhancement filter. Int. J. Imaging Syst. Technol., Vol.17, No.2, pp.49-61, Aug. 2007.	Č	T		L					2007
125	Choong M.K., Logeswaran R., and Bister M. Improving Diagnostic Quality of MR Images Through Controlled Lossy Compression Using SPIHT. J. Med. Syst. 30, Vol.3, pp.139-143, Jun. 2006.	Č	T		L					2006
126	Cosman P., Gray R., and Olshen R. Quality Evaluation for Compressed Medical Images: Fundamentals. Handbook of Medical Imaging, Chapter 49, pp. 803-819, 2000.	M	T		L	P				2000
127	Zhigang L., Kuncheng L.I., Jinghong Z., and Shuliang L. The study of diagnostic accuracy of chest nodules by using different compression methods. European Journal of Radiology, Vol. 55, No. 2, pp. 255-257, August 2005.	Č					R			2005
128	Chen Y.-T. and Tseng D.-C. Wavelet-based medical image compression with adaptive prediction. Computerized Medical Imaging and Graphics, Vol. 31, No. 1, pp. 1-8, January 2007.	Č	T							2007
129	Qi X. and Tyler J.M. A progressive transmission capable diagnostically lossless compression scheme for 3D medical image sets. Information Sciences, Vol. 175, No. 3, pp. 217-243, October 2005.	Č	T		L					2005
130	Cobas J.C., Tahoces P.G., Fernandez I.I., Martín-Pastor M. Compression of high resolution 1D and 2D NMR data sets using JPEG2000. Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems, Vol. 91, No. 2, pp. 141-150, April 2008.	Č	T		L	P				2008
131	Meyer-Base A., Jancke K., Wismuller A., Foo S., and Martinetz T. Medical image compression using topology-preserving neural networks. Engineering Applications of Artificial Intelligence, Vol. 18, No. 4, pp. 383-392, June 2005.	Č	T		L					2005
132	van de Wetering R. and Batenburg R. A PACS maturity model: A systematic meta-analytic review on maturation and evolvability of PACS in the hosPie chartl enterprise. International Journal of Medical Informatics, Vol. 78, No. 2, pp. 127-140, February 2009.	Č	T		L					2009
133	van Ooijen P. M. A., Witkamp R., and Oudkerk M. Multi-detector CT and 3D imaging in a multi-vendor PACS environment. International Congress Series, Vol. 1256, pp. 860-865, June 2003.	K	T	B						2003
134	an Ooijen P.M.A., ten Bhomer P.J.M., and Oudkerk M. PACS storage requirements - influence of changes in imaging modalities. International Congress Series, Vol. 1281, pp. 888-893, May 2005.	K	T	B						2005
135	Cosman P.C., Gray R.M., and Olshen R.A. Quality evaluation for compressed medical images: Diagnostic Accuracy. Chapter 50 in "Handbook of Medical Imaging, Processing and Analysis" edited by Isaac N. Bankman, Academic Press, San Diego, CA, 2000, pp. 821-839.	M	T		L	P				2000
136	Cosman P.C., Gray R.M., and Olshen R.A. Quality evaluation for compressed medical images: Statistical Issues. Chapter 51 in "Handbook of Medical Imaging, Processing and Analysis" edited by Isaac N. Bankman, Academic Press, San Diego, CA, 2000, pp. 841-849.	M	T			P				2000

#	Referenca	Tip	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Godina
137	Zarb F., Rainford L., and McEntee M.F. Image quality assessment tools for optimization of CT images. Radiography Vol.16, No.2, pp.147-153, May 2010.	Č	T							2010
138	Tan S.L. and Lewis R.A. Picture archiving and communication systems: A multicentre survey of users experience and satisfaction. European Journal of Radiology, Vol.75, No.3, pp.406-410, September 2010	Č	T	B						2010
139	Hurlen P., Borthne A., Dahl F.A., Ostbye T., and Gulbrandsen P. Does PACS improve diagnostic accuracy in chest radiograph interpretations in clinical practice? European Journal of Radiology, In Press, Corrected Proof, Available online 2 October 2010, ISSN 0720-048X, DOI: 10.1016/j.ejrad.2010.08.043.	Č	T		L	P				2010
140	Sriraam N. and Shyamsunder R. 3-D medical imagenext term compression using 3-D wavelet coders. Digital Signal Processing Vol.21, No.1, pp.100-109, Jan 2011.	Č	T		L					2011
141	Srisooksai T, et al. Practical data compression in wireless sensor networks: A survey. Journal of Network and Computer Application, 2011, In Press.	Č	T	B						2011
142	Kang BJ, et al. Acceptable compression ratio of full-field digital mammography using JPEG 2000. Clinical Radiology, 2011, In Press.	Č	T		L					2011
143	Bartrina-Rapesta J., Serra-Sagrista J., and Auli-Llinas F. JPEG2000 ROI coding through component priority for digital mammography. Computer Vision and Image Understanding Vol.115 No.1, pp.59–68, Jan 2011.	Č	T	B						2011
144	Lofthag-Hansen S, Thilander-Klang An., and Grondahl. Evaluation of subjective image quality in relation to diagnostic task for cone beam computed tomography with different fields of view. European Journal of Radiology, 2010, In Press.	Č	T	B						2011
145	Sheikh H. R. and Bovik A. C., Image Information and Visual Quality. IEEE Transactions on Image Processing, 2006. Volume 15(2), 430-444	Č	T		L				H	1995
146	Natu A., Fresia M., Lavagetto F, Transmission of JPEG2000 code-streams over mobile radio channels. IEEE International Conference on Image Processing, 2005 - ICIP 2005, Vol. 1 pp. I - 785-8, 2005.	Č	T							2005
147	Lin T.; Pengwei Hao, Compound image compression for real-time computer screen image transmission. IEEE Transactions on Image Processing, Vol.14, No.8, pp.993-1005, 2005	Č	T							2005
148	Egger, O.; Fleury, P.; Ebrahimi, T.; Kunt, M., High-performance compression of visual information—a tutorial review—part I: still pictures. Proceedings of the IEEE Vol.87, No.6, pp.976-1013, 1999.	K	T		L	P				1999
149	Adams M.D., Kossentini F., Performance evaluation of reversible integer-to-integer wavelet transforms for image compression. Proceedings of Data Compression Conference, 29-31 Mar 1999 Page(s):514-524, 1999.	K	T							1999
150	Buccigrossi R.W., Simoncelli E.P., Image compression via joint statistical characterization in the wavelet domain. IEEE Transactions on Image Processing, Vol.8, No.12, pp.1688-1701, 1999.	Č	T		L					1998
151	Simoncelli E.P., Statistical models for images: compression, restoration and synthesis. Conference Record of the Thirty-First Asilomar Conference on Signals, Systems & Computers, Vol.1, 2-5 Nov 1997, pp.673 – 678, 1997.	K			L					1997
152	Sakarya F., Wei D., and Emek S., An Evaluation of SAR Image Compression Techniques. In Proceedings of the 1997 IEEE international Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP '97)	K	T							1997

#	Referenca	Tip	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Godina
	-Volume 4 - Volume 4 (April 21 - 24, 1997). ICASSP. IEEE Computer Society, Washington, DC, 2833. 1997.									
153	Andriani S., Calvagno G., Erseghe T., Mian G.A. Durigon M., Rinaldo R., Knee M., Walland P., Koppetz M. Comparison of Lossy to Lossless Compression Techniques for Digital Cinema. 2004 International Conference on Image Processing, ICIP '04. Publication Date: 24-27 Oct. 2004, Vol.1, pp.513- 516, 2004.	K			L					2004
154	Mrak M., Grgic S., Grgic M., Picture quality measures in image compression systems. The IEEE Region 8, Computer as a Tool, EUROCON 2003, Vol.1, pp.233-236, 2003.	K	T		L					2003
155	Subramanya S. R. and Sabharwal C., Performance Evaluation of Hybrid Coding of Images Using Wavelet Transform and Predictive Coding. In Proceedings of the Fourth international Conference on Computational intelligence and Multimedia Applications (October 30 - November 01, 2001). ICCIMA. IEEE Computer Society, Washington, DC, 426.	K	T		L					2001
156	Ghrare S. E., Ali M. A., Ismail M., and Jumari K., Diagnostic Quality of Compressed Medical Images: Objective and Subjective Evaluation. In Proceedings of the 2008 Second Asia international Conference on Modelling & Simulation (Ams) (May 13 - 15, 2008). AMS. IEEE Computer Society, Washington, DC, pp.923-927.	K	T	B	L					2008
157	Arivazhagan S., Gnanadurai D., Vance J. R., Sarojini K. M., and Ganesan L., Evaluation of Zero Tree Wavelet Coders. In Proceedings of the international Conference on information Technology: Computers and Communications (April 28 - 30, 2003). ITCC. IEEE Computer Society, Washington, DC, 507.	K	T	B						2003
158	Hong E. S., Ladner R. E., Group Testing for Image Compression. Data Compression Conference, Vol. 0, No. 0, pp. 3, Data Compression Conference (DCC '00), 2000.	K			L					2002
159	Belbachir A. N., Goebel P. M., Medical Image Compression: Study of the Influence of Noise on the JPEG 2000 Compression Performance. International Conference on Pattern Recognition, Vol. 3, No. 3, pp. 893-896, 18th International Conference on Pattern Recognition (ICPR'06) Volume 3, 2006.	K	T		L					2006
160	Xuan Dai Pham, Seung Hun Jin, Jae Wook Jeon, Performance Evaluation of Transmitting Images to a PDA through a Wireless Network. SICE-ICASE International Joint Conference, vol. 0, no. 0, pp. 2669-2674, 2006 SICE-ICASE International Joint Conference, 2006.	K	T							2006
161	Christine Cavaro-Ménard, Philippe Balzer, Benoît Denizot, Olivier Morel, Pierre Jallet, Jean-Jacques le Jeune, Alain le Duff, Quality Assessment of Compressed Cardiac MRI: Effect of Lossy Compression on Computerized Physiological Parameters. Image Analysis and Processing, International Conference on, vol. 0, no. 0, pp. 1034, 10th International Conference on Image Analysis and Processing (ICIAP'99), 1999.	K			L					1999
162	Penedo M., Pearlman W.A., Tahoces P.G., Souto M., Vidal J. J., Region-Based wavelet coding methods for digital mammography. IEEE Transaction on Medical Imaging Vol.22, No. 10, pp. 1288-1296, 2003.	Č	T		L					2003
163	Sung-Wai Hong; Yuk-Hee Chan; Wan-Chi Siu. A practical real-time post-processing technique for block effect elimination. Proceedings of the 1996	K	T							1996

#	Referenca	Tip	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Godina
	International Conference on Image Processing, Vol. 1, pp. 21 - 24, September 1996.									
164	Sabir M. F., Sheikh H. R., Heath R.W., and Bovik A.C. A joint source-channel distortion model for JPEG compressed images. IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 15, No. 6, pp. 1349-1364, June 2006	Č			L			3P		2006
165	Liu S. and Bovik A.C. DCT domain blind measurement of blocking artifacts in DCT-coded images. Proceedings of the IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, May 07-11, 2001, Vol: 3, Page(s): 1725 -1728, Salt Lake City,Utah.	K	T		L					2001
166	Bae S., Pappas T. N., and Juang B.-H. Subjective evaluation of spatial resolution and quantization noise tradeoffs. IEEE Trans. Image Processing, vol. 18, pp. 495-508, Mar. 2009.	Č	T		L				IQ	2009
167	Brooks A. and Pappas T. N. Using structural similarity quality metrics to evaluate image compression techniques. Proceedings of the International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP-07), vol. 1, (Honolulu, Hawaii), pp. I-873 - I-876, Apr. 2007.	K			L	P				2007
168	Bae S., Pappas T. N., and Juang B.-H. Subjective image quality tradeoffs between spatial resolution and quantization noise. Proc. Int. Conf. Image Processing (ICIP-06), (Atlanta, GA), Oct. 2006.	K	T		L					2006
169	Qin F., Min J., Guo H., and Yin D. A Fractal Image Compression Method Based on Block Classification and Quadtree Partition. In Proceedings of the 2009 WRI World Congress on Computer Science and information Engineering - Volume 01 (March 31 - April 02, 2009). CSIE. IEEE Computer Society, Washington, DC, pp.716-719, 2009.	K			L					2009
170	Zhang X. h., Zou K. s., and Deng Z. d. A Fuzzy-SPIHT Image Compression Coding Algorithm Based on Human Visual System. In Proceedings of the 2008 Fifth international Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery - Volume 03 (October 18 - 20, 2008). FSKD. IEEE Computer Society, Washington, DC, pp.261-265, 2008.	K	T							2008
171	Richter T. and Kim K. J. A MS-SSIM Optimal JPEG 2000 Encoder. In Proceedings of the 2009 Data Compression Conference (March 16 - 18, 2009). DCC. IEEE Computer Society, Washington, DC, pp.401-410, 2009.	K	T		L					2009
172	Chen C., Lin T., Chen S., and Truong T. A Near Lossless Wavelet-Based Compression Scheme for Satellite Images. In Proceedings of the 2009 WRI World Congress on Computer Science and information Engineering - Volume 06 (March 31 - April 02, 2009). CSIE. IEEE Computer Society, Washington, DC, pp.528-532, 2009.	K	T		L					2009
173	Chang C., Chou Y., and Lin C. A New Image Compression Scheme Based on Locally Adaptive Coding. In Proceedings of the Ninth IEEE international Symposium on Multimedia (December 10 - 12, 2007). ISM. IEEE Computer Society, Washington, DC, pp.14-21, 2007	K	T	B	L					2007
174	Perera A. G., Collins R., and Hoogs A. Evaluation of compression schemes for wide area video. In Proceedings of the 2008 37th IEEE Applied Imagery Pattern Recognition Workshop - Volume 00 (October 15 - 17, 2008). AIPR. IEEE Computer Society, Washington, DC, 1-6, 2008.	K			L					2008

#	Referenca	Tip	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Godina
175	Kung C. M., Yang W. S., Ku C. C., and Wang C. Y. Fast Fractal Image Compression Base on Block Property. In Proceedings of the 2008 international Conference on Advanced Computer theory and Engineering (December 20 - 22, 2008). ICACTE. IEEE Computer Society, Washington, DC, pp.477-481, 2008.	K	T							2008
176	Deng C. and Zhao B. High Efficient Image Quality Assessment Model. In Proceedings of the 2009 WRI World Congress on Computer Science and information Engineering - Volume 06 (March 31 - April 02, 2009). CSIE. IEEE Computer Society, Washington, DC, pp.623-627, 2009.	K	T							2009
177	Xie Y., Tang X., and Sun M. Image Compression Based on Classification Row by Row and LZW Encoding. In Proceedings of the 2008 Congress on Image and Signal Processing, Vol. 1 - Volume 01 (May 27 - 30, 2008). CISP. IEEE Computer Society, Washington, DC, pp.617-621, 2008.	K	T		L					2008
178	Wu F. and SunX. Image Compression by Visual Pattern Vector Quantization (VPVQ). In Proceedings of the Data Compression Conference (March 25 - 27, 2008). DCC. IEEE Computer Society, Washington, DC, pp.123-131, 2008.	K			L					2008
179	Zhang X., Guo J., Zou K., and Deng Z. Improved SPIHT Algorithm Based on Associative Memory Neural Network and Human Visual System. In Proceedings of the 2008 international Conference on intelligent Computation Technology and Automation - Volume 01 (October 20 - 22, 2008). ICICTA. IEEE Computer Society, Washington, DC, pp. 200-203, 2008.	K	T							2008
180	Liu K. and Chou C. Locally Adaptive Perceptual Compression for Color Images. IEICE Trans. Fundam. Electron. Commun. Comput. Sci. E91-A, 8 (Aug. 2008), pp.2213-2222, 2008.	Č	T							2008
181	Qinghua Y. and Miao C. Study of Unequal Error Protection Method Based on JPEG2000 for Surveying&Mapping Image. In Proceedings of the 2008 international Conference on Computer Science and Software Engineering - Volume 02 (December 12 - 14, 2008). CSSE. IEEE Computer Society, Washington, DC, pp.951-954, 2008.	K	T							2008
182	Zuo Z., Tang G., and Du L. Using Fixed-Point DSP Implementation Method of LS9/7 to Improve the Performance of JPEG2000. In Proceedings of the 2009 First international Workshop on Education Technology and Computer Science - Volume 02 (March 07 - 08, 2009). ETCS. IEEE Computer Society, Washington, DC, pp.805-808, 2009.	K	T							2009
183	Richter T. Visual quality improvement techniques of HDPhoto/JPEG-XR. 15th IEEE International Conference on Image Processing - ICIP 2008, pp. 2888-2891, 2008.	K			L					2008
184	Kailasanathan C. and Naini R.S. Compression performance of JPEG encryption scheme. 2002 14th International Conference on Digital Signal Processing – DSP 2002, Vol. 2, pp. 1329- 1332, 2002.	K	T							2002
185	Rahul S., Vignesh J., Kumar S.S., Bharadwaj M., and Venkateswaran N. Comparison of Pyramidal and Packet Wavelet Coder for Image Compression Using Cellular Neural Network (CNN) with Thresholding and Quantization. In Proceedings of the international Conference on information Technology (April 02 - 04, 2007). ITNG. IEEE Computer Society, Washington, DC, pp.183-184, 2007.	K	T							2007
186	Agueh M. and Soude H. Optimal Layer-based Unequal Error Protection for Robust JPEG 2000 Images and Video Transmission over Wireless Channels. 2009 First International Conference on Advances in Multimedia, pp. 104-109, 2009.	K			L					2009

#	Referenca	Tip	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Godina
187	Madeiro F., Vilar R., and Neto B. A Self-Organizing Algorithm for Image Compression. In Proceedings of the Vth Brazilian Symposium on Neural Networks (December 09 - 11, 1998). SBRN. IEEE Computer Society, Washington, DC, p.146, 1998.	K	T		L					1998
188	Riccio D. and NappiM. Deferring Range/Domain Comparisons in Fractal Image Compression. In Proceedings of the 12th international Conference on Image Analysis and Processing (September 17 - 19, 2003). ICIAP. IEEE Computer Society, Washington, DC, p.412, 2003.	K			L					2003
189	Nallaperumal K., Christopher S., Vinsley S. S., and Selvakumar R. K. New Efficient Image Compression Method for Single Sensor Digital Camera Images. In Proceedings of the international Conference on Computational intelligence and Multimedia Applications (ICCIMA 2007) - Volume 03 (December 13 - 15, 2007). ICCIMA. IEEE Computer Society, Washington, DC, pp.113-117, 2007.	K	T							2007
190	Oliveira P.R., Romero R.F., Nonato L.G., and Mazucheli J. Techniques for Image Compression: A Comparative Analysis. VI Brazilian Symposium on Neural Networks (SBRN'00), pp.249, 2000.	K	T		L					2000
191	Ci W., Dong H., Wu Z., and Tan Y.-P. Example-Based Quality Estimation for Compressed Images. IEEE Multimedia, Vol.17, No.3, pp.54-61, July-Sept. 2010.	Č	T							2009
192	Daugman J. and Downing C. Effect of Severe Image Compression on Iris Recognition Performance. IEEE Transactions on Information Forensics and Security, Vol.3, No.1, pp.52-61, Mar 2008.	Č	T	B	L	P		3P		2008
193	Zeza S., Martina M., Masera G., and Nooshabadi S. Error resilient JPEG2000 decoding for wireless applications. 15th IEEE International Conference on Image Processing, ICIP 2008, pp. 2016 – 2019, 2008.	K	T							2008
194	Grangetto M., Magli E., and Olmo G. A syntax-preserving error resilience tool for JPEG 2000 based on error correcting arithmetic coding. IEEE Transactions on Image Processing Vol.15, No.4, p.807–818, Apr 2006.	Č	T		L					2006
195	Santa-Cruz D. and Ebrahimi T. An analytical study of JPEG 2000 functionalities. Proceedings of 2000 International Conference on Image Processing, Vol.2, pp.49-52, 2000.	K	T		L					2000
196	Baruffa G., Micanti P., and Frescura F. Error protection and interleaving for wireless transmission of JPEG 2000 images and video. IEEE Transactions on Image Processing Vol.18, No.2, pp.346-356, Feb 2009.	Č	T		L					2009
197	Grangetto M., Magli E., and Olmo G. Error sensitivity data structures and retransmission strategies for robust JPEG 2000 wireless imaging. IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 49, No. 4, pp.872-882, Nov 2003.	Č	T		L					2003
198	Dufaux F., Baruffa G., Frescura F., and Nicholson D. JPWL - an extension of JPEG 2000 for wireless imaging. Proceedings of the 2006 IEEE International Symposium on Circuits and Systems, ISCAS 2006, 4 pp. - 3873, 2006.	K			L					2004
199	Xiang W., Clemence A.J., Leis J.W., and Wang Y. Error resilience analysis of wireless image transmission using JPEG, JPEG 2000 and JPWL. 7th International Conference on Information, Communications and Signal Processing, ICICS 2009, pp.1-6, 2009.	K	T		L					2009
200	Weinberger M., Seroussi G., and Sapiro G., The LOCO-I Lossless Image Compression Algorithm: Principles and Standardization into JPEG-LS. IEEE Transactions on Image Processing, Vol.9, No.8, pp.1309-1324, 2000.	Č	T							2000

#	Referenca	Tip	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Godina
201	P. Schelkens et al., Wavelet coding of volumetric medical datasets. IEEE Trans. Med. Imag. 22 3 (2003), pp. 441-458.	Č			L					2003
202	Devi S. S. and Vidhya K., Development of Medical Image Compression Techniques. In Proceedings of the international Conference on Computational intelligence and Multimedia Applications (ICCIMA 2007) - Volume 03 (December 13 - 15, 2007). ICCIMA. IEEE Computer Society, Washington, DC, 97-101.	K	T		L					2007
203	Borwonwatanadelok P., Purahong B., and Udomhunsakul S. Selection of Wavelet Filters for Panoramic Dental X-Ray Image Compression. In Proceedings of the 2009 international Conference on Electronic Computer Technology (February 20 - 22, 2009). ICECT. IEEE Computer Society, Washington, DC, pp.237-241, 2009.	K	T							2009
204	Kumar B., Singh S.P., Mohan A., and Singh H.V. MOS Prediction of SPIHT Medical Images Using Objective Quality Parameters. 2009 International Conference on Signal Processing Systems, pp. 219-223, 2009.	K	T		L					2009
205	Aguirre A., Cabrera S.D., and Lucero A. Compression of Three-Dimensional Medical Image Data based on JPEG 2000. In Proceedings of the 17th IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems (June 24 - 25, 2004). CBMS. IEEE Computer Society, Washington, DC, p.116, 2004.	K			L					2004
206	Ansari M.A. and Anand R.S. Performance analysis of medical image compression techniques with respect to the quality of compression. 2007 IET-UK International Conference on Information and Communication Technology in Electrical Sciences, ICTES 2007 (20-22 Dec. 2007), pp.743-750, 2007.	K	T							2009
207	Eyadat M and Muhi I. Compression Standards Roles in Image Processing: Case Study. International Conference on Information Technology: Coding and Computing (ITCC'05), vol. 2, pp135-140, 2005.	K	T	B	L					2005
208	M. Firoozbakht, et al. Compression of Digital Medical Images Based on Multiple Regions of Interest. In Proceedings of the 2010 Fourth International Conference on Digital Society (ICDS '10). IEEE Computer Society, Washington, DC, USA, pp.260-263, 2010.	K	T							2010
209	Min Q. and Sadleir R.J.T. A Hybrid Lossless Compression Scheme for Efficient Delivery of Medical Image Data over the Internet. 2010 Second International Conference on Computer Modeling and Simulation, Vol.1, pp.319-323, 2010.	K	T		L					2010
210	Jau-Ji Shen and Hsiu-Chuan Huang. An Adaptive Image Compression Method Based on Vector Quantization. 2010 First International Conference on Pervasive Computing, Signal Processing and Applications, pp.377-381, 2010.	K	T							2010
211	Puja Bharti, Savita Gupta, and Rajkumari Bhatia. Comparative Analysis of Image Compression Techniques: A Case Study on Medical Images. International Conference on Advances in Recent Technologies in Communication and Computing, pp.820-822, 2009.	K			L					2009
212	Penedo M., Lado M.J., Tahoces P.G., Souto M., and Vidal J.J. Effects of JPEG2000 Data Compression on an Automated System for Detecting Clustered Microcalcifications in Digital Mammograms. IEEE Transactions on Information Technology In Biomedicine, Vol.10, No. 2, pp.354-361, Apr 2006.	Č	T							2006

#	Referenca	Tip	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Godina
213	W. Sun, Y. Lu, F. Wu, and S. Li. Level embedded medical image compression based on value of interest. In Proceedings of the 16th IEEE international Conference on Image processing (ICIP'09), Magdy Bayoumi (Ed.). IEEE Press, Piscataway, NJ, USA, pp.1749-1752, 2009.	K	T		L			3P		2009
214	Annadurai S. and Geetha P. Efficient Secured Lossless Coding of Medical Images – Using Modified Runlength Coding for Character Representation. The 2005 Annual IEEE, INDICON, pp.14-18, 2005.	K	T							2005
215	Manduca A. and Said A., Wavelet compression of medical images with set partitioning in hierarchical trees. Presented at the SPIE Symposium on Medical Imaging, Cambridge, MA, 1996.	K	T							1996
216	Chen Y.Y. and Ti S.C., Embedded Medical Image Compression Using DCT Based Subband Decomposition and Modified SPIHT Data Organization. In Proceedings of the 4th IEEE Symposium on Bioinformatics and Bioengineering (BIBE '04). IEEE Computer Society, Washington, DC, USA, 167-174, 2004.	K	T		L					2004
217	Samet, A., Ayed, M., Loulou, M., and Masmoudi, N. Perceptual evaluation of JPEG2000. European Transactions on Telecommunications, Vol.15, No.2, pp.135–143, 2004.	Č	T		L					2004
218	Starosolski, R. Simple fast and adaptive lossless image compression algorithm. Software Practice and Experience, Vol.37, No.1, pp.65-91, January 2007.	Č	T		L	P				2007
219	Noujeim M., et al., Effect of JPEG compression on the diagnostic accuracy of periapical images in the detection of root fracture. Dental Traumatology, Vol.28, pp.233–237, 2012.	Č	T				R			2011
220	Gulkesen K.H. et al., Evaluation of JPEG and JPEG2000 compression algorithms for dermatological images. Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology, Vol.24, No.8, 2010.	Č	T	B						2010
221	Gulkesen K.H. et al., Evaluation of JPEG and JPEG2000 compression algorithms for dermatological images. Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology, Vol.24, No.8, 2010.	Č	T	B		P				2000
222	Przelaskowski A., Compression of mammograms for medical practice. In Proceedings of the 2004 ACM Symposium on Applied Computing (Nicosia, Cyprus, March 14 - 17, 2004). SAC '04. ACM, New York, NY, 249-253.	K	T		L					2004
223	Kivijärvi, J., Ojala, T., Kaukoranta, T., Kuba A., Nyul L., and Nevalainen, O. A comparison of lossless compression methods for medical images. Comput. Medical Imag. & Graphics, 22 (1998), 323–339.	Č	T		L					1998
224	Santa-Cruz D., Ebrahimi T., Askelof J., Larsson M., and Christopoulos C.A. JPEG 2000 still image coding versus other standards. Proceedings of the SPIE's 45th annual meeting, Applications of Digital Image Processing XXIII, pp. 446-454, 2000.	K	T		L					2000
225	S. B. Gokturk, C. Tomasi, B. Girod, and C. Beaulieu, "Medical image compression based on region of interest, with application to colon CT images," in Engineering in Medicine and Biology Society, 2001. Proceedings of the 23rd Annual International Conference of the IEEE, 2001, vol. 3, pp. 2453–2456.	K	T		L					2001
226	M. J. Zukoski, T. Boulton, and T. Iyriboz, "A novel approach to medical image compression," Int. J. Bioinforma. Res. Appl., vol. 2, no. 1, pp. 89–103, 2006.	Č	T							2006

#	Referenca	Tip	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Godina
227	W. Sun, Y. Lu, F. Wu, and S. Li, "Level embedded medical image compression based on value of interest," in Image Processing (ICIP), 2009 16th IEEE International Conference on, 2009, pp. 1769–1772.	K	T		L			3P		2009
228	D. A. Clunie, "Lossless compression of grayscale medical images: effectiveness of traditional and state-of-the-art approaches," in Medical Imaging 2000, 2000, pp. 74–84.	Č	T							2000
229	K. Karadimitriou and J. M. Tyler, "Min-max compression methods for medical image databases," ACM SIGMOD Rec., vol. 26, no. 1, pp. 47–52, 1997.	Č	T							1997
230	X. Qi, J. M. Tyler, and O. S. Pinykh, "Dagnostically lossless medical image compression via wavelet-based background noise removal," in AeroSense 2000, 2000, pp. 470–480.	Č	T	B						2000
231	G. Palanisamy and A. Samukutti, "Medical Image Compression Using a Novel Embedded Set Partitioning Significant and Zero Block Coding.," Int Arab J Inf Technol, vol. 5, no. 2, pp. 132–139, 2008.	Č	T							2008
232	A. Basu, A. D. Kamal, W. Illahi, M. Khan, P. Stavrou, and R. E. J. Ryder, "Is digital image compression acceptable within diabetic retinopathy screening?," Diabet. Med., vol. 20, no. 9, pp. 766–771, 2003.	Č	T							2003
233	A. Al-Fayadh, A. J. Hussain, P. Lisboa, D. Al-Jumeily, and M. Al-Jumaily, "A hybrid image compression method and its application to medical images," in Developments in eSystems Engineering (DESE), 2009 Second International Conference on, 2009, pp. 107–112.	K	T							2009
234	A. Manduca and A. Said, "Wavelet compression of medical images with set partitioning in hierarchical trees," in Medical Imaging 1996, 1996, pp. 192–200.	Č	T							1996
235	A. Al-Fayadh, A. J. Hussain, P. Lisboa, and D. Al-Jumeily, "An adaptive hybrid image compression method and its application to medical images," in Biomedical Imaging: From Nano to Macro, 2008. ISBI 2008. 5th IEEE International Symposium on, 2008, pp. 237–240.	K	T							2008
236	C. C. Marykutty Cyriac, "A Novel Visually Lossless Spatial Domain Approach for Medical Image Compression," Eur. J. Sci. Res., vol. 71, no. 3, pp. 347–351, 2012.	Č	T							2012
237	Baha A. Khasawneh, "Robust Image Transmission over Noisy Channel with Hybrid Transform and Error Recovery," Int. J. Adv. Technol., vol. 3, no. 2, 2012.	Č			L					2012
238	M. Tamilarasi and V. Palanisamy, "An Efficient Embedded Coding For Medical Image Compression Using Contourlet Transform," Eur. J. Sci. Res., vol. 49, no. 3, pp. 442–454, 2011.	Č	T							2011
239	T. M. Lehmann, J. Abel, and C. Weis, "The impact of lossless image compression to radiographs," in Medical Imaging, 2006, pp. 614516–614516.	Č	T						IQ	2006
240	R. Sumalatha and M. V. Subramanyam, "Medical image compression using multiwavelets for telemedicine applications," Int. J. Sci. Eng. Res., vol. 2, no. 9, 2011.	Č	T		L					2011
241	X. Bai, J. S. Jin, and D. Feng, "Segmentation-based multilayer diagnosis lossless medical image compression," in Proceedings of the Pan-Sydney area Workshop on Visual information processing, 2004, pp. 9–14.	K	T							2004
242	V. Manimekalai and V. Anusuya, "Scalable Compression of 3-D Medical Image Data Using EBCOT with Volume of Interest Coding," Res. Publ. J., vol. 1, no. 1, 12.	Č	T		L					2012
243	A.D. Setiawan, J. Ganesha, T. L. Mengko, A. B. Suksmono, and H. Gunawan, "Low-Bitrate Medical Image Compression," presented at the MVA2011	K	T							2011

#	Referenca	Tip	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Godina
	IAPR Conference on Machine Vision Application, Nara, Japan, 2011, pp. 14–32.									
244	S. Manimurugan and K. Porkumaran, "Fast and Efficient Secure Medical Image Compression Schemes," <i>Eur. J. Sci. Res.</i> , vol. 56, no. 2, p. p139, 2011.	Č	T	B	L					2011
245	K. Vidhya and S. Shenbagadevi, "A two component medical image compression technique," <i>Int. J. Recent Trends Eng.</i> , vol. 1, no. 1, pp. 591–593, 2009.	Č	T							2009
246	A. Saffor, A. R. Ramli, and K.-H. Ng, "A Comparative study of image compression between JPEG and wavelet," <i>Malays. J. Comput. Sci.</i> , vol. 14, no. 1, pp. 39–45, 2001.	Č	T		L					2001
247	M. S. Ruchika and A. R. Singh, "Compression of Medical Images Using Wavelet Transforms," <i>Int. J. Soft Comput. Eng. IJSCIE ISSN</i> , pp. 2231–2307, 2012.	Č	T		L					2012
248	G. Tzagkarakis and P. Tsakalides, "Sparse representation of medical images via compressed sensing using Gaussian Scale Mixtures," in <i>Biomedical Imaging: From Nano to Macro, 2010 IEEE International Symposium on</i> , 2010, pp. 744–747.	Č			L					2010
249	W. K. Yeo, D. F. Yap, T. H. Oh, D. P. Andito, S. L. Kok, Y. H. Ho, and M. K. Suaidi, "Grayscale medical image compression using feedforward neural networks," in <i>Computer Applications and Industrial Electronics (ICCAIE), 2011 IEEE International Conference on</i> , 2011, pp. 633–638.	K	T							2011
250	S. Poobal and G. Ravindran, "Arriving at an optimum value of tolerance factor for compressing medical images," <i>World Acad. Sci. Eng. Technol.</i> , vol. 24, pp. 169–173, 2006.	Č	T							2006
251	A. A. Mohammed and J. A. Hussein, "Efficient Hybrid Transform Scheme for Medical Image Compression," <i>Int. J. Comput. Appl. IJCA</i> , vol. 27, no. 7, 2011.	Č	T							2011
252	P. Yan and A. Kassim, "Lossless and near-lossless motion-compensated 4D medical image compression," in <i>Biomedical Circuits and Systems, 2004 IEEE International Workshop on</i> , 2004, pp. S3–2.	K	T		L					2004
253	S.-K. Kil, J.-S. Lee, D.-F. Shen, J.-G. Ryu, E.-H. Lee, H. Min, and S.-H. Hong, "Lossless medical image compression using redundancy analysis," <i>IJCSNS Int. J. Comput. Sci. Netw. Secur.</i> , vol. 6, no. 1A, pp. 50–57, 2006.	Č	T	B						2006
254	S. Bhavani and K. Thanushkodi, "A New Algorithm for Fractal Coding Using Self Organizing Map," <i>J. Comput. Sci.</i> , vol. 8, no. 6, p. 841, 2012.	Č	T	B						2012
255	Z. Ling, Z. Yun, and X. Hongyan, "A lossless compression method of medical images based on the local texture feature," in <i>Industrial Electronics and Control Applications, 2005. ICIECA 2005. International Conference on</i> , 2005, p. 4–pp	K	T							2005
256	M. Ettaouil, Y. Ghanou, K. El Moutaouakil, and M. Lazaar, "Image Medical Compression by A new Architecture Optimization Model for the Kohonen Networks," <i>Int. J. Comput. Theory Eng.</i> , vol. 3, no. 2, pp. 204–210, 2011.	Č	T	B						2011
257	G. Cazuguel, A. Czihó, B. Solaiman, and C. Roux, "Medical Image Compression and Feature Extraction using Vector Quantization, Self-Organizing Maps and Quadtree Decomposition," <i>Inf. Technol. Appl. Biomed.</i> , 1998.	Č	T		L					1998
258	B. Kaur, D. Aggarwal, G. Kaur, and A. Kaur, "Efficient Image Compression based on Region of Interest," <i>Int. J. Comput. Sci. Technol.</i> , vol. 2, no. 1, pp. 117–118, 2011.	Č	T							2011

#	Referenca	Tip	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Godina
259	X. Tang, W. A. Pearlman, and J. W. Modestino, "Hyperspectral Image Compression Using Three-Dimensional Wavelet Coding: A Lossy-to-Lossless Solution," in <i>Electronic Imaging 2003</i> , 2003, pp. 1037–1047.	Č	T		L					2004
260	R. S. Dilmaghani, A. Ahmadian, M. Ghavami, and A. H. Aghvami, "Progressive medical image transmission and compression," <i>Signal Process. Lett. IEEE</i> , vol. 11, no. 10, pp. 806–809, 2004.	Č	T		L					2004
261	T. Kesavamurthy and S. Rani, "Dicom Color Medical Image Compression using 3D-SPIHT for Pacs Application," <i>Int. J. Biomed. Sci. IJBS</i> , vol. 4, no. 2, p. 113, 2008.	Č	T							2008
262	C.-W. Chen, S.-H. Chen, T.-C. Lin, and T.-K. Truong, "A Modified JPEG-LS Image Compression Scheme for Low Bit-Rate Application," in <i>Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists</i> , 2008, vol. 1.	K	T							2008
263	S. S. ME, V. R. Vijayakumar, and R. Anuja, "A survey on various compression methods for medical images," <i>Int. J. Intell. Syst. Appl. IJISA</i> , vol. 4, no. 3, p. 13, 2012.	Č	T							2012
264	N. Riazifar and M. Yazdi, "Effectiveness of contourlet vs wavelet transform on medical image compression: a comparative study," <i>World Acad. Sci. Eng. Technol.</i> , vol. 49, pp. 837–842, 2009.	Č	T		L					2009
265	D. R. Santos, C. M. A. Costa, A. Silva, J. L. Oliveira, and A. J. Neves, "Alternative lossless compression algorithms in X-ray cardiac images," in <i>Proc. of the ECCOMAS Thematic Conference on Computational Vision and Medical Image Processing, VIPImage 2007, Porto, Portugal, 2007</i> , pp. 143–146.	Č	T							2007
266	T. M. P. Rajkumar and M. V. Latte, "ROI Based Encoding of Medical Images: An Effective Scheme Using Lifting Wavelets and SPIHT for Telemedicine," <i>Int. J. Comput. Theory Eng.</i> , vol. 3, no. 3, pp. 338–346, 2011.	Č			L					2011
267	J. Vass, J. Yao, K. Palaniappan, and X. Zhuang, "Three-Dimensional Wavelet Coding Of Magnetic Resonance Images," <i>IATED Comput. Graph. Imaging</i> , pp. 128–133, 1999.	Č	T		L					1999
268	A. J. Neves, A. J. Pinho, and D. R. Santos, "Lossless compression of X-ray cardiac images," in <i>Proc. of the 13th Portuguese Conf. on Pattern Recognition, RECPAD, 2007</i> .	K	T							2007
269	R. N. J. Graham, R. W. Perriss, and A. F. Scarsbrook, "DICOM demystified: a review of digital file formats and their use in radiological practice," <i>Clin. Radiol.</i> , vol. 60, no. 11, pp. 1133–1140, 2005.	Č	T							2005
270	Y. S. Lalitha and M. V. Latte, "Lossless and lossy compression of DICOM images with scalable ROI," <i>Int. J. Comput. Sci. Netw. Secur.</i> , vol. 10, no. 7, pp. 276–81, 2010.	Č	T							2010
271	H. H. Zayed, S. E. Kishk, and H. M. Ahmed, "3D wavelets with SPIHT coding for integral imaging compression," <i>Int J Comput Sci Netw Secur</i> , vol. 12, no. 1, p. 126, 2012.	Č			L					2012
272	K. J. Kim, K. H. Lee, B. Kim, T. Richter, I. D. Yun, S. U. Lee, K. T. Bae, and H. Shim, "JPEG2000 2D and 3D reversible compressions of thin-section chest CT images: improving compressibility by increasing data redundancy outside the body region," <i>Radiology</i> , vol. 259, no. 1, pp. 271–277, 2011.	Č	T			P			IQ	2011
273	Y.-Y. Chen, "Medical image compression using DCT-based subband decomposition and modified SPIHT data organization," <i>Int. J. Med. Inf.</i> , vol. 76, no. 10, pp. 717–725, 2007.	Č	T		L					2007

#	Referenca	Tip	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Godina
274	S. M. Hosseini and A.-R. Naghsh-Nilchi, "Medical ultrasound image compression using contextual vector quantization," <i>Comput. Biol. Med.</i> , vol. 42, no. 7, pp. 743–750, 2012.	Č	T		L					2012
275	T.-C. Lin, C.-W. Chen, S.-H. Chen, and T.-K. Truong, "Near lossless medical image compression using JPEG-LS and cubic spline interpolation," in <i>Optical Engineering+ Applications</i> , 2008, p. 70721G–70721G.	Č	T							2008
276	R. Aparna, D. Maheswari, and V. Radha, "Performance evaluation of H. 264/AVC intra compound image compression system," <i>Int. J. Comput. Appl.</i> , vol. 1, no. 10, pp. 48–54, 2010.	Č	T							2010
277	J. I. Larrauri, "A new Algorithm for Lossless Compression applied to two-dimensional Static Images," <i>Recent Res. Commun. Inf. Sci. Educ.</i> , 2012.	Č	T							2012
278	G. Kaur and G. S. Hitashi, "Performance Evaluation of Image Quality Based on Fractal Image Compression," <i>Int. J. Comput. Technol.</i> , vol. 2, no. 1, 2012.	Č	T							2012
279	F. De Simone, D. Ticca, F. Dufaux, M. Ansorge, and T. Ebrahimi, "A comparative study of color image compression standards using perceptually driven quality metrics," in <i>Optical Engineering+ Applications</i> , 2008, p. 70730Z–70730Z.	Č	T		L					2008
280	G. Sadashivappa and K. S. AnandaBabu, "Evaluation of Wavelet Filters for Image Compression," in <i>Proceeding of World Academy of Science Engineering and Technology</i> , 2009, vol. 39, pp. 138–144.	Č	T		L					2009
281	L. N. Faria, L. M. Fonseca, and M. H. Costa, "Performance evaluation of data compression systems applied to satellite imagery," <i>J. Electr. Comput. Eng.</i> , vol. 2012, p. 18, 2012.	Č	T		L	P				2012
282	J. Hu, J. Deng, and J. Wu, "Image compression based on improved FFT algorithm," <i>J. Netw.</i> , vol. 6, no. 7, pp. 1041–1048, 2011.	Č	T							2011
283	Pardeep Singh, Sugandha Sharma, and Bhupinder Singh, "Comparative analysis of Embedded Zero tree and Fractal Image Compression Techniques," <i>Int. J. Adv. Res. Comput. Sci. Softw. Eng.</i> , vol. 2, no. 2, 2012.	Č	T							2012
284	T Rammohan and K Sankaranarayanan, "An Advanced Curvelet Transform Based Image Compression using Dead Zone Quantization," <i>Eur. J. Sci. Res.</i> , vol. 79, no. 4, pp. 486–496, 2012.	Č	T	B						2012
285	J. Delcourt, A. Mansouri, T. Sliwa, and Y. Voisin, "Comparative study of multi-2D, Full 3D and hybrid strategies for multi/hyperspectral image compression," in <i>Image and Signal Processing and Analysis</i> , 2009. ISPA 2009. Proceedings of 6th International Symposium on, 2009, pp. 200–205.	K	T		L					2009
286	V. P. Lineswala and J. N. Patel, "JPEG Image Compression and Transmission over Wireless Channel," in <i>Advances in Computing, Control, & Telecommunication Technologies</i> , 2009. ACT'09. International Conference on, 2009, pp. 643–645.	K	T							2009
287	G. Mohit and D. I. Narendra, "Low complexity near lossless image compression technique for telemedicine," <i>Int. J. Comput. Appl.</i> , vol. 29, no. 7, pp. 43–50, 2011.	Č	T	B						2011
288	R. Jindal, S. Jindal, and N. Kaur, "Analyses of higher order metrics for SPIHT based image compression," <i>Int. J. Comput. Appl.</i> , vol. 1, no. 20, pp. 56–59, 2010.	Č			L				SP	2010
289	J. Wang and F. Zhang, "Study of the Image Compression based on SPIHT Algorithm," in <i>Intelligent computing and cognitive informatics (ICICCI)</i> , 2010 international Conference on, 2010, pp. 130–133.	K			L					2010

#	Referenca	Tip	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Godina
290	K. Kumar, B. Kumar, and R. Shah, "Analysis of Efficient Wavelet Based Volumetric Image Compression," <i>Int. J. Image Process. IJIP</i> , vol. 6, no. 2, p. 113, 2012.	Č	T	B						2012
291	P. Xu, Y. Zuo, W.-D. Xu, and H.-J. Chen, "A New Diagnosis Loseless Compression Method for Digital Mammography Based on Multiple Arbitrary Shape ROIs Coding Framework," <i>Int. J. Mod. Educ. Comput. Sci. IJMECS</i> , vol. 3, no. 5, p. 33, 2011.	Č	T							2011
292	L. Wang, J. Wu, L. Jiao, L. Zhang, and G. Shi, "Lossy to lossless image compression based on reversible integer DCT," in <i>Image Processing, 2008. ICIP 2008. 15th IEEE International Conference on</i> , 2008, pp. 1037–1040.	K	T							2008
293	F. De Simone, L. Goldmann, V. Baroncini, and T. Ebrahimi, "Subjective evaluation of JPEG XR image compression," in <i>SPIE Optical Engineering+ Applications</i> , 2009, p. 74430L–74430L.	Č			L					2009
294	Manik Groach and Amit Garg, "Performance Analysis of DCSPHIT and SPIHT Algorithm for Image Compression," <i>Int. J. Adv. Res. Comput. Sci. Softw. Eng.</i> , vol. 2, no. 3, 2012.	Č	T							2012
295	S. Destounis, P. Somerville, P. Murphy, and P. Seifert, "Perceived sufficiency of full-field digital mammograms with and without irreversible image data compression for comparison with next-year mammograms," <i>J. Digit. Imaging</i> , vol. 24, no. 1, pp. 66–74, 2011.	Č	T							2011
296	S. Dikbas and F. Zhai, "Lossless image compression using adjustable fractional line-buffer," <i>Signal Process. Image Commun.</i> , vol. 25, no. 5, pp. 345–351, 2010.	Č	T		L					2010
297	L. W. Chew, W. C. Chia, L. Ang, and K. P. Seng, "An Optimum Approach for Image Compression: Tuned Degree-K Zerotree Wavelet Coding," <i>Int. J. Comput. Sci. IAENG</i> , vol. 36, no. 2, pp. 175–182, 2009.	Č	T							2009
298	Yogendra Kumar Jain and Sanjeev Jain, "Performance evaluation of wavelets for image compression," <i>Asian J. Inf. Technol.</i> , vol. 5, no. 10, pp. 1104–1112, 2006.	Č	T		L					2006
299	F. Yasar, E. Yesilova, and B. Apaydin, "The effects of compression on the image quality of digital panoramic radiographs," <i>Clin. Oral Investig.</i> , vol. 16, no. 3, pp. 719–726, 2012.	Č	T	B						2012
300	Y. Jiang and M. S. Pattichis, "JPEG image compression using quantization table optimization based on perceptual image quality assessment," in <i>Signals, Systems and Computers (ASILOMAR)</i> , 2011 Conference Record of the Forty Fifth Asilomar Conference on, 2011, pp. 225–229.	K	T			P				2011
301	B. Mohanty, A. Singh, and S. Mahapatra, "A high performance modified SPIHT for scalable image compression," <i>Int. J. Image Process. IJIP</i> , vol. 5, no. 4, pp. 390–402, 2011.	Č	T	B	L					2011
302	S.-F. Lin, H.-C. Hsin, C.-K. Su, and others, "Hybrid Image Compression Based on Set-Partitioning Embedded Block Coder and Residual Vector Quantization," <i>J Inf Sci Eng</i> , vol. 26, no. 3, pp. 1011–1027, 2010.	Č	T		L					2010
303	P. M. K. Prasad, P. Telagarapu, and G. U. Madhuri, "Image compression using orthogonal wavelets viewed from peak signal to noise ratio and computation time," <i>Image (IN)</i> , vol. 47, no. 4, 2012.	Č	T		L					2011
304	J. Oliver and M. P. Malumbres, "Fast and efficient spatial scalable image compression using wavelet lower trees," in <i>Data Compression Conference</i> , 2003. Proceedings. DCC 2003, 2003, pp. 133–142.	K	T							2003

#	Referenca	Tip	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Godina
305	Shrestha, B., O'Hara C. G., Younan N. H. JPEG2000: Image Quality Metrics. American Society for Photogrammetry and Remote Sensing Conference. CDROM.	K			L					2005
306	B. Jarebek, P. Schneider, A. Uhl, Comparison of Lossy Image Compression Methods applied to Photorealistic and Graphical Images using Public Domain Sources, April 1998.	Č			L					1998
307	Zhai Liang, Tang Xinming, Zhang Guo, Wu Xiaoliang, Effects of JPEG2000 and SPIHT Compression on Image Classification. Proceedings of Commission VII of the XXith ISPRS Congress, IAPRS, Vol.XXXVII, ISSN 1682-1750, 2008.	K	T		L					2008
308	Klíma, M., Páta, P., Bernas M., Pazderák J., Highly-Efficient Image Compression Techniques and Subjective Image Quality. In: Radioelektronika 2002 [CD-ROM]. Bratislava: Slovak University of Technology, Faculty of Civil Engineering, 2002, vol. 1, pp.3-6. ISBN 80-227-1700-2.	Č			L					2002
309	S. Tucker and S. Whittaker, Time is of the Essence: An Evaluation of Temporal Compression Algorithms. Proceedings of CHI '06, Montreal, Canada, 22-27th, April.	K	T	B						2006
310	Sukanesh R., Harikumar R., Balaji N.S., and S.R. Balasubramaniam, Analysis of Image Compression by Minimum Relative Entropy (MRE) and Restoration through Weighted Region Growing Techniques for Medical Images. Engineering Letters, Vol.14, No.1, EL_14_1_16, p.6, ISSN: 1816-0948, 2007	Č	T	B						2007
311	Santa-Cruz D.; Grosbois R.; Ebrahimi T., JPEG 2000 performance evaluation and assessment. Signal Processing: Image Communication, Vol.17, No.1, pp.113-130, 2002.	Č	T	B	L					2002
312	Quaret M., Dufaux F., and Ebrahimi T., On Comparing Image and Video Compression Algorithms. VPQM Proceedings, Scottsdale, Arizona, USA, January 25-26, 2007, 2007.	K			L					2007
313	Ashwin Swaminathan, Gaurav Agarwal, A Comparative Study of Image Compression Methods. ENEE631: Digital Image Processing, Instructor : Dr. Min Wu	Č	T		L					2001
314	Grgic S., Mrak M., Grgic M., Comparison of JPEG Image Coders. Proceedings of the 3rd International Symposium on Video Processing and Multimedia Communications, VIPromCom-2001, Zadar, June 2001, Croatia, pp. 79-85, 2001.	K	T		L					2001
315	Walker J., Chen Y.-J., and Elgindi T., Comparison of the JPEG2000 lossy image compression algorithm with WDR-based algorithms. ScientificCommons, 2008,	Č	T							2005
316	El Ayadi M. H., Syiam and M. M., Gamgoum A. A., Comparative Study of Lossy Image Compression Techniques. IJICIS, Vol.6, No. 1, pp.115-138, 2006.	Č	T		L					2006
317	El Ayadi M.H., Syiam and M.M., and Gamgoum A.A., Comparative Study of Lossless Image Compression Techniques. IJICIS, Vol.5, No. 1, pp.87-113, 2005.	Č	T	B		P				2005
318	Schaefer G., Does compression affect image retrieval performance?. Int. J. Imaging Syst. Technol. Vol.18, No.2-3, pp. 101-112, 2008.	Č	T	B						2008
319	D. Dhouib, A. Naït-Ali, C. Olivier and M. S. Naceur, Performance Evaluation of Wavelet Based Coders on Brain MRI Volumetric Medical Datasets for Storage and Wireless Transmission. International Journal of Biological, Biomedical and Medical Sciences, Vol.3, No.3, pp. 147-156, 2008.	Č	T		L					2008
320	Efstathopoulos E.P., Costaridou L., Kocsis O., Panayiotakis G., A protocol-based evaluation of medical image digitizers. British Journal of Radiology, Vol. 74, No. 885, pp. 841-846, 2001.	Č	T		L					2001

#	Referenca	Tip	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Godina
321	Kalyanpur A., Neklesa V.P., Taylor C.R., Daftary A.R., Brink J.A., Evaluation of JPEG and wavelet compression of body CT images for direct digital teleradiologic transmission. Radiology Vol. 217, No. 3, pp. 772-779, 2000.	Č	T	B						2000
322	Vatolin D., Seleznev I., and Smirnov M. Lossless Video Codecs Comparison'2007. Technical Report of the Graphics & Media Lab (Video Group) of Moscow State University (MSU), 2007. Available: http://www.compression.ru/video/codec_comparison/index_en.html	TR	T	B	L					2007
323	Vatolin D., Parshin A., Petrov O., and Titarenko A. Subjective Comparison of Modern Video Codecs. Technical Report of the Graphics & Media Lab (Video Group) of Moscow State University (MSU), 2006. Available: http://compression.ru/video/codec_comparison/subjective_codecs_comparison_en.html	TR	T	B	L	P				2006
324	Wang Z., Bovik A. C., and Sheikh H. R. Structural similarity based image quality assessment. Digital Video Image Quality and Perceptual Coding (H. R. Wu, and K. R. Rao, eds.), Marcel Dekker Series in Signal Processing and Communications, Nov. 2005.	Č	T			P				2005
325	Racuciu C., Jula N., and Pop F. Aspects of mobile continuous monitoring systems: optimized image compression algorithm. In Proceedings of the 2nd WSEAS International Conference on Circuits, Systems, Signal and Telecommunications (Acapulco, Mexico, January 25 - February 27, 2008). A. Grebennikov and A. Zemliak, Eds. World Scientific Advanced Series In Electrical And Computer Engineering. World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS), Stevens Point, Wisconsin, pp.181-185, 2008.	K	T		L					2008
326	Franti P., Kopylov P., and Ageenko E. Evaluation of Compression Methods for Digital Map Images. Automation, Control, and Information Technology – 2002, p.372-085, 2002.	Č	T	B						2008
327	Kharate G.K., Ghatol A.A., Rege P.P. Image Compression Using Wavelet Packet Tree. ICGST International Journal on Graphics, Vision and Image Processing, Vol. 5, No.7, 2005.	Č	T							2005
328	Christophe E. and Pearlman W.A. Three-Dimensional SPIHT Coding of Volume Images with Random Access and Resolution Scalability. EURASIP Journal on Image and Video Processing, Vol. 2008, Article ID 248905, p.13, 2008.	Č	T							2008
329	Punchihewa G.A.D., Bailey D.G., and Hodgson R.M. Benchmarking Image Codecs by Assessment of Coded Test Images: The development of Test Images and New Objective Quality Metrics. Journal of Telecommunications and Information Technology, Vol.2006 No.1, pp.11-16, 2006.	Č	T		L					2006
330	Clark R. JPEG 2000 standards in digital preservation. Journal of Physics: Conference Series, Vol.231, 2010, Available online at: http://iopscience.iop.org/1742-6596/231/1/012015/pdf/1742-6596_231_1_012015.pdf	K	T		L					2010
331	Bhandiwad H. Comparative study of various still image coding techniques. Multimedia Processing (EE5359) Project Report, 2009. Available at: www-ee.uta.edu/Dip/Courses/EE5359/bhandiwad2.doc	Č			L					2009
332	Loganathan R. and Kumaraswamy Y.S. Medical Image Compression with Lossless Region of Interest Using Adaptive Active Contour. Journal of Computer Science Vol.8, No.5, pp.747-751, 2012.	Č	T							2012

#	Referenca	Tip	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Godina
333	Usama M. and Walaa A. Image Coding Scheme Based on Object Extraction and Hybrid Transformation Technique. International Journal of Engineering Science and Technology Vol.2, No.5, pp.1375-1383, 2010.	Č	T							2010
334	Delcourt J., et al., An Evaluation Framework and a Benchmark for Multi/Hyperspectral Image Compression. International Journal of Computer Vision and Image Processing, Vol.1, No.1, pp.55-71, 2011.	Č			L				SP	2011
335	Al-Nuaim H. and Abukhodair N., A User Perceived Quality Assessment of Lossy Compressed Images. International Journal of Computer Graphics, Vol.2, No.2, pp.23-36, 2011.	Č	T		L	P				2011
336	Ding J.R. and Yang J.F., A Simplified SPIHT Algorithm. Journal of the Chinese Institute of Engineers, Vol.31, No.4, pp.715-719, 2008.	Č		B	L					2008
337	Zukoski M. J., Boulton T., Iyriboz T., A novel approach to medical image compression. International Journal of Bioinformatics Research and Applications, Volume 2, Number 1, 9 March 2006, pp. 89-103(15).	Č	T							2006
338	Moshfeghi M. and Ta J., Efficient Image Browsing with JPEG2000 Internet Protocol. Proceedings of SPIE, Volume 5371, Medical Imaging 2004: PACS and Imaging Informatics, April 2004, pp. 31-42, 2004.	K			L					2004
339	Shariq Haseeb and Othman O. Khalifa, Comparative Performance Analysis of Image Compression by JPEG2000: A Case Study on Medical Images. Information Technology Journal, Vol.5, No.1, pp.35-39, 2006.	Č			L					2006
340	Kallergi M., Lucier B.J., Berman C.G., Hersh M.R., Kim J.J., Szabunio M.S., and Clark R.A., High-Performance Wavelet Compression for Mammography: Localization Response Operating Characteristic Evaluation. Radiology, Jan 2006; Vol.238, No.1, pp.62 – 73, 2006.	Č	T		L		R			2006
341	Przelaskowski A., Kazubek M., Jamrógiewicz T., Application of Medical Image Data Characteristics for Constructing DCT-based Compression Algorithm. Proceeding of the 10th Nordic-Baltic Conference on Biomedical Engineering, Medical & Biological Engineering & Computing, vol. 34, Supplement I, part I, pp.243-244, 1996.	K		B	L					1996
342	Penedo M., Souto M., Tahoces P.G., Carreira J.M., Villalon J., Porto G., Seoane C., Vidal J.J., Berbaum K.S., Chakraborty D.P., Fajardo L.L., FROC evaluation of JPEG2000 and object-based SPIHT lossy compression on digitized mammograms. Radiology 237, No. 2, pp. 450-457, 2005.	Č	T				R			2005
343	Slone R.M., Muka E., Pilgram T.K. Irreversible JPEG compression of digital chest radiographs for primary interpretation: assessment of visually lossless threshold. Radiology, Vol.228, No.2, pp.425-429, 2003.	Č	T	B		P				2003
344	Ringl H., Scherthner R.E., Bankier A.A., Weber M., Prokop M., Herold C.J., and Schaefer-Prokop C. JPEG2000 compression of thin-section CT images of the lung: effect of compression ratio on image quality. Radiology, Vol.240, No.3;pp.869-77, 2006.	Č	T						IQ	2006
345	Eikelboom R.H., Yogesan K., Barry C.J., Constable I.J., Tay-Kearney M.L., Jitskaia L., House P.H. Methods and limits of digital image compression of retinal images for telemedicine. Investigative Ophthalmology and Visual Science Vol.41, pp.1916-1924, 2000.	Č	T		L					2000
346	Delgorgue C., Vieyres P., Poisson G., Rosenberger C., Arbeille P. Comparative survey of ultrasound images compression methods dedicated to a tele-	Č	T		L					2001

#	Referenca	Tip	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Godina
	echography robotic system. EMBS 2001, October 2001 – Istanbul, Turkey									
347	Delgorte C., Rosenberger C., Vieyres P., and Poisson G. JPEG 2000, an adapted compression method for ultrasound images? A comparative study. SCI 2002, July 2002 – Orlando, USA.	Č	T		L					2002
348	Delgorte C., Rosenberger C., Rakotomamonjy A., Poisson G., and Vieyres P. Evaluation of the quality of ultrasound image compression by fusion of criteria with a support vector machine. EUSIPCO, Septembre 2005.	Č	T		L					2005
349	Eckstein M., Bartroff J, Abbey C., Whiting J., and Bochud F. Automated computer evaluation and optimization of image compression of x-ray coronary angiograms for signal known exactly detection tasks. Optics Express, Vol.11, No.5, pp.460-475, 2003.	Č	T		L					2003
350	Kim B., Lee K.H., Kim K.L., Mantiuk R., Hahn S., Kim T.J., and Kim Y.H. Prediction of Perceptible Artifacts in JPEG 2000–Compressed Chest CT Images Using Mathematical and Perceptual Quality Metrics. American Journal of Roentgenology, Vol.190, pp.328-334, Feb 2008.	Č	T	B		P				2008
351	Bajpai V., Lee K.H., Kim B., Kim K.J., Kim T.J., Kim Y.H., and Kang H.S. Differences in Compression Artifacts on Thin- and Thick-Section Lung CT Images. American Journal of Roentgenology, Vol.191, pp.W38 - W43, Aug 2008.	Č		B		P				2008
352	Kerensky R.A., Cusma J.T., Kubilis P., Simon R.U., Bashore T.M., Hirshfeld Jr. J.W., Holmes Jr. D.R., Pepine C.J., Nissen S.E. American College of Cardiology/European Society of Cardiology international study of angiographic data compression phase I: the effects of lossy data compression on recognition of diagnostic features in digital coronary angiography. European Heart Journal, Vol.21, No.8, pp.668–678, April 2000.	Č	T	B	L				IQ	2000
353	Tuinenburg J.C., Koning G., Hekking E., Zwinderman A.H., Becker T., Simon R.U., Reiber J.H.C. American College of Cardiology/European Society of Cardiology international study of angiographic data compression phase II: the effects of varying JPEG data compression levels on the quantitative assessment of the degree of stenosis in digital coronary angiography. European Heart Journal, Vol.21, No.8, pp.679–686, April 2000.	Č	T							2000
354	Brennecke R.U., Burgel U., Simon R.U., Rippin G., Fritsch H.P., Becker T., Nissen S.E. American College of Cardiology/European Society of Cardiology international study of angiographic data compression phase III: measurement of image quality differences at varying levels of data compression. European Heart Journal, Vol.21, No.8, pp.687–696, April 2000.	Č	T	B	L					2000
355	Mansson L.G. Methods for the Evaluation of Image Quality: A Review. Radiation Protection Dosimetry, Vol. 90, pp.89-99, 2000.	Č	T		L	P	R			2000
356	Lanhede B., Bath M., Kheddache S., Sund P., Björnelid L., Widell M. Almén A., Besjakov J., Mattsson S., Tingberg A., Herrmann C., Panzer W., Zankl M., and Mansson L.G. The influence of different technique factors on image quality of chest radiographs as evaluated by modified CEC image quality criteria. British Journal of Radiology, Vol.75, pp.38-49, 2002.	Č	T	B	L	P				2002
357	Przelaskowski A. The JPEG2000 Standard for Medical Image Applications. Task Quarterly Vol. 8, No 2, pp.147–158, 2004.	Č	T							2004

#	Referenca	Tip	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Godina
358	Przelaskowski A. Irreversible Medical Image Compression: Conditions of Acceptability. Task Quarterly Vol. 8, No 2, pp.147–158, 2004.	Č	T		L					2004
359	Koff D.A. and Shulman H. An overview of digital compression of medical images: can we use lossy image compression in radiology? Can Assoc Radiol J. Vol. 57, No.4, pp.211-7, Oct 2006.	Č	T							2006
360	Mateika D. and Martavicius R. Analysis of the Compression Ratio and Quality in Medical Images. Information Technology And Control, Kaunas, Technologija, Vol. 4, No. 4, pp.419-423, 2006.	Č	T							2006
361	Morelli S., Giordano A., and Giansanti D. Routine tests for both planning and evaluating image quality in tele-echocardiography. Ann Ist Super Sanita, Vol. 45, No. 4, pp.378-91, 2009.	Č	T		L					2008
362	Anastassopoulos G. and Skodras A. JPEG2000 ROI coding in medical imaging applications. Proceedings of the 2nd IASTED International Conference on Visualisation, Imaging and Image Processing (VIIP '02), pp.783-788, Aug 2002.	K	T		L					2002
363	Mulopulos G.P., Hernandez A.H., and Gasztonyi L.S. Peak signal to noise ratio performance comparison of JPEG and JPEG 2000 for various medical image modalities. In: SCAR 2003 The 20th Symposium on Computer Applications in Radiology	K			L					2003
364	Ansari M.A. and Anand R.S. Recent Trends in Image Compression and its Application in Telemedicine and Teleconsultation. XXXII NATIONAL SYSTEMS Conference, NSC 2008, Dec 2008.	K	T							2008
365	Babel M, et al. Joint source-channel coding: secured and progressive transmission of compressed medical images on the Internet. Computerized Medical Imaging and Graphics, Vol.32, No.4, pp.258-69, Jun 2008.	Č	T		L					2008
366	Bhavani S. and Thanushkodi K. A Survey On Coding Algorithms In Medical Image Compression. International Journal on Computer Science and Engineering Vol.02, No.05, pp.1429-1434, 2010.	Č	T							2010
367	Kim D.H. et al. Comparison and Evaluation of JPEG and JPEG2000 in Medical Images for CR (Computed Radiography). Journal of the Korean Physical Society, Vol.56, No.3, pp.856-862, Mar 2010.	Č	T		L					2010
368	Ramesh S. M. and Shanmugam A. Medical Image Compression using Wavelet Decomposition for Prediction Method. International Journal of Computer Science and Information Security, IJCSIS, Vol.7, No.1, pp.262-265, 2010.	Č	T							2010
369	Beladgham M., Bessaid A., Moulay Lakhdar A., and Taleb-Ahmed A. Improving Quality of Medical Image Compression Using Biorthogonal CDF Wavelet Based on Lifting Scheme and SPIHT Coding. Serbian Journal of Electrical Engineering, Vol.8, No.2, pp.163-179, 2011.	Č	T		L					2011
370	Tamilarasi, M. and V. Palanisamy. Medical image compression using fuzzy C-means based contourlet transform. Journal of Computer Science, Vol.7, No.7, pp.1386-1392, 2011.	Č	T							2011
371	Radha V. Performance Analysis of Lossy Compression Algorithms for Medical Images. Journal of Global Research in Computer Science, Vol.1, No. 4, pp.46-50, 2010.	Č	T	B						2010
372	Bhavani S. and Thanushkodi K. A Novel Fractal Image Coding for Quasi-Lossless Medical Image Compression. European Journal of Scientific Research Vol.70, No.1, pp.88-97, 2012.	Č	T		L					2012
373	Menegaz G. Trends in Medical Image Compression. Current Medical Imaging Reviews, Vol.2, No.2, pp.165-185, 2006.	Č	T		L					2006

#	Referenca	Tip	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Godina
374	Manimurugan S. and Porkumaran. Secure Medical Image Compression Using Block Pixel Sort Algorithm. European Journal of Scientific Research Vol.56, No.2, pp.129-138, 2011.	Č	T	B	L					2011
375	Kesavamurthy T., Rani S., and Malmurugan N. Volumetric Color Medical Image Compression for PACS Implementation. Biomedical Soft Computing and Human Sciences, Special Issue: Bio-sensors: Data Acquisition, Processing and Control, Vol.14, No.2, pp.3-10, 2009.	Č	T							2009
376	Schaefer G., Starosolski R., and Ying Zhu S., An evaluation of lossless compression algorithms for medical infrared images. Conference Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, Vol.2, pp.1673-6, 2005.	K	T							2005
377	Poobal S. and Ravindran G., The Performance of Fractal Image Compression on Different Imaging Modalities Using Objective Quality Measures. International Journal of Engineering Science and Technology, Vol.3, No.1, pp. 525-530, 2011	Č	T							2011
378	Kaur G. and Kaur M., Performance Evaluation of ROI-based Image Compression Techniques. International Journal of Scientific & Engineering Research Vol.2, No.10, pp.1-9, 2011	Č		B	L					2011
379	Ramakrishnan B. and Sriiram N., Compression of DICOM Images based on Wavelets and SPIHT For Telemedicine Applications. IEEE/EMBS First UAE International Conference on Biological and Medical Physics , AIAin, UAE, 2005.	K	T		L					2005
380	Starosolski R. and Schaefer G., Lossless compression of color medical retinal images. In: 20th European MultiConference, pp.79-84, 2006.	K	T							2006
381	S. Winkler, R. Campos, Video Quality Evaluation for Internet Streaming Applications. Proc. SPIE/IS&T Human Vision and Electronic Imaging, vol. 5007, pp. 104-115, Santa Clara, CA, Jan. 20-24, 2003.	Č	T	B	L	P			IQ	2003
382	Shnayderman A., Eskicioglu A.M., Assessment of Full Color Image Quality with Singular Value Decomposition. IS&T/SPIE's 17th Annual Symposium on Electronic Imaging, Image Quality and System Performance II Conference, San Jose, CA, January 18-20, 2005.	K	T			P				2005
383	Ebrahimi F., Chamik M., and Winkler S: JPEG vs. JPEG2000: an objective comparison of image encoding quality. Proceedings of SPIE, Application of Digital Image Processing, Vol.5558, pp.300-308, 2004	K			L				IQ	2004
384	Topiwala P. Comparative study of JPEG2000 and H.264/AVC FRExt I- frame coding on high-definition video sequences. Optical Information Systems III, Proceedings of the SPIE, vol. 5909, pp. 284-292, 2005.	K			L					2005
385	Tran T.D., Liu L., and Topiwala P. Performance Comparison of leading image codecs: H.264/AVC Intra, JPEG2000, and Microsoft HD Photo. Proceedings SPIE, Vol.6696, 66960B-14, 2007.	K			L					2007
386	Quaret M., Dufaux F., and Ebrahimi T. On comparing JPEG2000 and Intraframe AVC. Proceedings of SPIE, Applications of Digital Image Processing XXIX, Vol. 6312, 63120U-11, San Diego, USA, August 2006.	K			L					2006
387	Winkler S. and Süsstrunk S. Visibility of noise in natural images. Proc. SPIE/IS&T Human Vision and Electronic Imaging, vol. 5292, pp. 121-129, San Jose, CA, Jan. 18-22, 2004.	Č	T		L	P			IQ	2004
388	Watson A.B. DCTune perceptual optimization of compressed dental X-Rays. Proceedings of SPIE, Vol. 3031, pp.358-371, 1997.	K	T		L	P				1997

#	Referenca	Tip	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Godina
389	De Simone F.; Ouaret M., Dufaux F. Tescher A. G., and Ebrahimi T. A comparative study of JPEG 2000, AVC/H.264, and HD Photo. SPIE Optics and Photonics, Applications of Digital Image Processing XXX, vol. 6696, p.669602, 2007	Č			L					2007
390	Dufaux F. and Nicholson D. JPWL: JPEG 2000 for wireless applications. Applications of Digital Image Processing XXVII. Edited by Tescher, Andrew G. Proceedings of the SPIE, Vol.5558, pp. 309-318, 2004.	K	T							2004
391	Oliver J. and Malumbres M.P., Fast tree-based wavelet image coding with efficient use of memory. SPIE Visual Communications and Image Processing (VCIP 2005), pp.1774-1783, Beijing (China), 2005.	Č	T							2005
392	Starosolski R. Performance evaluation of lossless medical and natural continuous tone image compression algorithms. Proc. SPIE, Vol. 5959, pp.116-127, 2005.	Č	T			P				2005
393	Foos DH, Muka E, Slone RM, Slone R.M., Erickson B.J., Flynn M.J., Clunie D.A., Hildebrand L., Kohm K., and Young S. JPEG 2000 compression of medical imagery. Proceedings of SPIE 2000, Vol.3980, pp.85-96, 2000.	K	T			P				2000
394	Tai S.C., Chen Y.Y., and Yan W.C. New high-fidelity medical image compression based on modified set partitioning in hierarchical trees. Optical Engineering, Vol.42 No.7, pp.1956-1963, 2003.	Č	T		L					2003
395	Keon-Ho Yang et al, Design of Emergency Medical Imaging and Informatics System for Mobile Computing Environment. IFMBE Proceedings on World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering 2006, Vol. 14, No.28, pp. 4072-4076, 2007.	K	T							2007
396	Okarma K. Colour Image Quality Assessment Using Structural Similarity Index and Singular Value Decomposition. In Proceedings of the international Conference on Computer Vision and Graphics: Revised Papers (Warsaw, Poland, November 10 - 12, 2008). L. Bolc, J. L. Kulikowski, and K. Wojciechowski, Eds. Lecture Notes In Computer Science, vol. 5337. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, pp.55-65, 2009.	K	T							2009
397	Varsadan I., Birk A., and Pflingsthorst M. Determining Map Quality through an Image Similarity Metric. In Robocup 2008: Robot Soccer World Cup XII, L. Iocchi, H. Matsubara, A. Weitzenfeld, and C. Zhou, Eds. Lecture Notes In Artificial Intelligence, vol. 5399. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, pp.355-365, 2009.	Č	T	B	L					2009
398	Tsai C. and Ju J. ELSA: A New Image Compression Using an Expanding-Leaf Segmentation Algorithm. In Proceedings of the 22nd international Conference on industrial, Engineering and Other Applications of Applied intelligent Systems: Next-Generation Applied intelligence (Tainan, Taiwan, June 24 - 27, 2009). B. Chien, T. Hong, S. Chen, and M. Ali, Eds. Lecture Notes In Artificial Intelligence, vol. 5579. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, pp.624-633, 2009.	K	T		L					2009
399	Tsai C. and Lin Y. LISA: Image Compression Scheme Based on an Asymmetric Hierarchical Self-Organizing Map. In Proceedings of the 6th international Symposium on Neural Networks: Advances in Neural Networks - Part III (Wuhan, China, May 26 - 29, 2009). W. Yu, H. He, and N. Zhang, Eds. Lecture Notes In Computer Science, vol. 5553. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, pp.476-485, 2009.	K	T		L					2009

#	Referenca	Tip	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Godina
400	Chen T. and Lin C. A New Improvement of JPEG Progressive Image Transmission Using Weight Table of Quantized DCT Coefficient Bits. In Proceedings of the Third IEEE Pacific Rim Conference on Multimedia: Advances in Multimedia information Processing (December 16 - 18, 2002). Y. Chen, L. Chang, and C. Hsu, Eds. Lecture Notes In Computer Science, vol. 2532. Springer-Verlag, London, pp.720-728, 2002.	K	T							2002
401	Fukatsu H., Naganawa S., and Yumura S. Development and evaluation of a novel lossless image compression method (AIC: artificial intelligence compression method) using neural networks as artificial intelligence. Radiation Medicine, Vol. 26, No. 3 , pp. 120-128, April, 2008	Č	T							2008
402	Image Compression. Astronomical Image and Data Analysis, pp. 137-173, 2006.	Č	T	B	L					2006
403	Majumdar, A. Image compression by sparse PCA coding in curvelet domain. Signal, Image and Video Processing, Vol. 3, No. 1, pp. 27-34, February 2009.	Č	T							2009
404	Chen Y.-T., Tseng D.-C., and Chang P.-C. Wavelet-Based Image Compression with Polygon-Shaped Region of Interest. Lecture Notes in Computer Science: Advances in Image and Video Technology, Vol. 4319, pp. 878 – 887, 2006	Č	T							2006
405	Shigei N., Miyajima H., and Maeda M. A Multiple Vector Quantization Approach to Image Compression. Lecture Notes in Computer Science: Advances in Natural Computation, Vol. 3611, pp. 361-370, 2005.	Č	T		L					2005
406	Petngang F., Dansereau R. M., and Joslin C. Resolution scalable image coding with dyadic complementary rational wavelet transforms. Proceedings of the 4th international Conference on Image and signal processing (ICISP'10) , 28-35, Elmoataz A., Lezoray O., Nouboud F., Mammass D., and Meunier J. (Eds.). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2010.	K			L					2010
407	Stutz T. and Uhl A. On JPEG2000 Error Concealment Attacks. In Proceedings of the 3rd Pacific Rim Symposium on Advances in Image and Video Technology (PSIVT '09), Toshikazu Wada, Fay Huang, and Stephen Lin (Eds.). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, pp. 851-861, 2009.	K			L					2009
408	Oliver J. and Malumbres M.P., A fast run-length algorithm for wavelet image coding with reduced memory usage. In Proceedings of the Second Iberian Conference on Pattern Recognition and Image Analysis - Volume Part I (IbPRIA'05), Jorge S. Marques, Nicolás Pérez de la Blanca, and Pedro Pina (Eds.), Vol. Part I. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 435-442, 2005.	K	T							2005
409	Granado O.M.L., et al., Rate Control Algorithms for Non-Embedded Wavelet-Based Image Coding. Journal of Signal Processing Systems, Vol.68, No.2, pp.203-216, 2012.	Č	T	B	L					2012
410	Ya-Hui Shiao, Tzong-Jer Chen, Keh-Shih Chuang, Cheng-Hsun Lin, and Chun-Chao Chuang, Quality of Compressed Medical Images. Journal of Digital Imaging, Vol.20, No.2, pp.149-159, June 2007	Č			L					2007
411	Schaefer G. and Starosolski R., An Evaluation of Image Compression Algorithms for Colour Retinal Images. Lecture Notes in Computer Science, Biological and Medical Data Analysis, Springer Berlin / Heidelberg, ISSN: 1611-3349, Vol.4345, pp. 358-367, 2006.	Č	T							2006

#	Referenca	Tip	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Godina
412	Tuominen V.J. and Isola J. The Application of JPEG2000 in Virtual Microscopy. Journal of Digital Imaging, Vol. 22, No.3, pp. 250-258, June 2009.	Č	T							2009
413	Lee K.H., Kim Y.H., Kim B.H., Kim K.Y., Kim T.Y., Kim H.J., and Hahn S. Irreversible JPEG 2000 compression of abdominal CT for primary interpretation: assessment of visually lossless threshold. European Journal of Radiology, Vol.17, No.6, pp.1529-34, 2007.	Č	T							2007
414	Dowling J., Planitz B. M., Maeder A. J., Du J., Pham B., Boyd C., Chen S., Bradley A. P., and Crozier S. A Comparison of DCT and DWT Block Based Watermarking on Medical Image Quality. In Proceedings of the 6th international Workshop on Digital Watermarking (Guangzhou, China, December 03 - 05, 2008). Y. Q. Shi, H. Kim, and S. Katzenbeisser, Eds. Lecture Notes In Computer Science, vol. 5041. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, pp.454-466, 2008.	K	T							2008
415	Paz J. and Miranda I. Assuring Quality Bounds for Distance Measurements on JPEG 2000 Compressed CT Scans. In Proceedings of the 6th international Conference on Image Analysis and Recognition (Halifax, Nova Scotia, Canada, July 06 - 08, 2009). M. Kamel and A. Campilho, Eds. Lecture Notes In Computer Science, vol. 5627. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, pp.814-823, 2009.	K	T		L					2009
416	Choong M. K., Logeswaran R., and Bister M. Improving Diagnostic Quality of MR Images Through Controlled Lossy Compression Using SPIHT. J. Med. Syst., Vol.30, No.3, pp.139-143, Jun. 2006.	Č	T		L					2006
417	Kaur L., Gupta S., Chauhan R.C., Saxena S.C. Medical ultrasound image compression using joint optimization of thresholding quantization and best-basis selection of wavelet packets. Digital Signal Processing, Vol. 17, No.1, pp. 189-198, 2007.	Č	T		L					2007
418	Logeswaran R. and Eswaran C. Model-Based Compression for 3D Medical Images Stored in the DICOM Format. J. Med. Syst., Vol.30, No.2, pp.133-138, Apr. 2006.	Č	T							2006
419	Dokur Z. Compression of Medical Images by Using Artificial Neural Networks. Lecture Notes in Computer Science: Intelligent Computing, Vol. 4113, pp. 337-344, 2006.	Č	T							2006
420	Zhang L.-b. and Wang K. Efficient Lossy to Lossless Medical Image Compression Using Integer Wavelet Transform and Multiple Subband Decomposition. Lecture Notes in Computer Science: Medical Imaging and Augmented Reality, Vol. 3150, pp. 86-93, 2004.	Č	T							2004
421	Jing M., Chengke W., Dong W., and Youxi Z. Embedded coding of medical images with regions of interest based on 3-D zerotree. Frontiers of Electrical and Electronic Engineering in China, Vol. 2, No. 1, pp. 8-12, March 2007.	Č	T		L					2007
422	Przelaskowski A., Józwiak R., Krzyżewski T., and Wróblewska A. Ordering of Diagnostic Information in Encoded Medical Images: Accuracy Progression. Opto-electronics Review, Vol. 16, No. 1, pp. 87-97, 2008.	Č	T							2008
423	Tan C.C. and Eswaran C. Using Autoencoders for Mammogram Compression. J Med Syst, published online July 2009. Available at: http://www.springerlink.com/content/h044434171642023/	Č	T		L			3P		2009
424	Brennecke R., Burgel U., Rippin G., Post F., Rupprecht H.-J., and Meyer J. Comparison of image compression viability for lossy and lossless JPEG and Wavelet data reduction in coronary angiography. The International Journal of Cardiovascular Imaging	Č	T						IQ	2001

#	Referenca	Tip	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Godina
	(formerly Cardiac Imaging), Vol. 17, No. 1, pp. 1-12, February 2001.									
425	Munteanu A., Schelkens P., and Cornelis J. Compression of Volumetric Data in Mobile Health Systems. Topics in Biomedical Engineering, M-Health: Emerging Mobile Health Systems, eds. Istepanian R.S.H., Laxminarayan S., and Pattichis C.S., Part III, pp. 329-344, 2006.	Č	T	B						2006
426	Falcon-Ruiz A., Paz-Viera J., Taboada-Crispi A., and Sahli H. A quality analysis on JPEG 2000 compressed leukocyte images by means of segmentation algorithms. In Proceedings of the 15th Iberoamerican congress Conference on Progress in pattern recognition, image analysis, computer vision, and applications (CIARP'10), Isabelle Bloch and Roberto M. Cesar (Eds.). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, pp.161-168, 2010.	K			L					2010
427	Sun Z. and Hoogs A. Image Comparison by Compound Disjoint Information with Applications to Perceptual Visual Quality Assessment, Image Registration and Tracking. International Journal of Computer Vision Vol.88, No.3, pp.461-488, Jul 2010.	Č	T	B	L	P				2010
428	Zheng J. et al. Mammogram Compression Using Super-Resolution. Digital Mammography, Lecture Notes in Computer Science, Vol.6136, No.2010, pp.46-53, 2010.	Č	T		L					2010
429	Dong Keun Kim et al. A Mobile Tele-Radiology Imaging System with JPEG2000 for an Emergency Care. Journal of Digital Imaging, 2010, In Press.	Č	T							2010
430	Erickson B.J., Krupinski E., and Andriole K.P. A Multicenter Observer Performance Study of 3D JPEG2000 Compression of Thin-Slice CT. Journal of Digital Imaging Vol.23, No.5, pp.639-643, Oct 2010.	Č	T							2010
431	Sung M.M. et al. Clinical Evaluation of Compression Ratios using JPEG2000 on Computed Radiography Chest Images. Journal of Digital Imaging, Vol.15, No.2, pp.78-83, Jun 2002.	Č	T				R			2002
432	Noumeir R. and Pambrun J.F. Using JPEG 2000 Interactive Protocol to Stream a Large Image or a Large Image Set. Journal of Digital Imaging, in press 2010.	Č	T							2010
433	Bairagi V., Sapkal A., and Tapaswi A. Texture-Based Medical Image Compression. Journal of Digital Imaging, In Press, 2012.	Č	T							2012
434	Cho J.H. et al., A Study on Image Quality Management in PACS Used by Korean HosPie chartls. Journal of Digital Imaging, In Press, 2012.	Č	T		L					2012
435	A. Pinheiro, K. Fliegel, P. Korshunov, L. Krasula, M. Bernardo, M. Pereira, and T. Ebrahimi, "Performance evaluation of the emerging JPEG XT image compression standard," in 2014 IEEE 16th International Workshop on Multimedia Signal Processing (MMSP), 2014, pp. 1–6.	K	T		L					2014
436	M.-H. Horng, "Vector quantization using the firefly algorithm for image compression," Expert Syst. Appl., vol. 39, no. 1, pp. 1078–1091, Jan. 2012.	Č	T		L					2012
437	M. L. Kaddachi, A. Soudani, V. Lecuire, K. Torki, L. Makkaoui, and J.-M. Moureaux, "Low power hardware-based image compression solution for wireless camera sensor networks," Comput. Stand. Interfaces, vol. 34, no. 1, pp. 14–23, Jan. 2012.	Č	T		L					2012
438	A. Al-Fahoum and B. Harb, "A combined fractal and wavelet angiography image compression approach," Open Med. Imaging J., vol. 7, pp. 9–18, 2013.	Č	T		L					2013
439	K. Bindu, A. Ganpati, and A. K. Sharma, "A Comparative Study of Image Compression	Č			L					2012

#	Referenca	Tip	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Godina
	Algorithms," Int. J. Res. Comput. Sci. EISSN, pp. 2249–8265, 2012.									
440	M. Minervini, H. Scharr, and S. A. Tsaftaris, "The significance of image compression in plant phenotyping applications," <i>Funct. Plant Biol.</i> , vol. 42, no. 10, pp. 971–988, 2015.	Č		B	L	P				2015
441	N. Zhou, A. Zhang, F. Zheng, and L. Gong, "Novel image compression–encryption hybrid algorithm based on key-controlled measurement matrix in compressive sensing," <i>Opt. Laser Technol.</i> , vol. 62, pp. 152–160, Oct. 2014.	Č			L	P				2014
442	P. Korshunov and T. Ebrahimi, "A JPEG backward-compatible HDR image compression," in <i>SPIE Optical Engineering+ Applications</i> , 2012, p. 84990J–84990J.	Č	T						IQ	2012
443	H. B. Kekre, T. Sarode, and P. Natu, "Image Compression Using Column, Row and Full Wavelet Transforms Of Walsh, Cosine, Haar, Kekre, Slant and Sine and Their Comparison with Corresponding Orthogonal Transforms," <i>Int. J. Eng. Res. Dev. IJERD</i> , vol. 6, no. 4, pp. 102–113, 2013.	Č	T	B	L					2013
444	A. K. Moorthy, C.-C. Su, A. Mittal, and A. C. Bovik, "Subjective evaluation of stereoscopic image quality," <i>Signal Process. Image Commun.</i> , vol. 28, no. 8, pp. 870–883, Sep. 2013.	Č	T	B						2013
445	I. Boucli Hacene, A. Taleb-Ahmed, A. Bessaid, and M. Beladgham, "Medical Image Compression Using Quincunx Wavelets and SPIHT Coding," 2012.	Č	T		L					2012
446	J. Nancy, J. Wilson, K. V. Kumar, and P. G. Scholar, "Panoramic Dental X-Ray Image Compression using Wavelet Filters," 2013.	Č	T							2013
447	S. Thakur, N. K. Dewangan, and K. Thakur, "A Highly Efficient Gray Image Compression Codec Using Neuro Fuzzy Based Soft Hybrid JPEG Standard," in <i>Proceedings of Second International Conference "Emerging Research in Computing, Information, Communication and Applications" ERCICA</i> , 2014, vol. 1, pp. 625–631.	K	T		L					2014
448	B. N. Nia and J. Haddadnia, "An Optimal Mammogram Image Compression based on Neural Network Classifier and the Newton Algorithm," 2014.	Č	T			P				2014
449	T. Bruylants, A. Munteanu, and P. Schelkens, "Wavelet based volumetric medical image compression," <i>Signal Process. Image Commun.</i> , vol. 31, pp. 112–133, Feb. 2015.	Č	T	B	L					2015
450	L. E. A. Pico, J. L. Cardenas, and A. M. L. Sevillano, "Images compression process in the radiological service unit as an infrastructure component in the colombian health model.," <i>TECCIENCIA</i> , vol. 10, no. 19, pp. 33–42, 2015.	Č	T							2015
451	Z. Wang, S. Simon, Y. Baroud, and S. M. Najmabadi, "Visually lossless image compression extension for JPEG based on just-noticeable distortion evaluation," in <i>Systems, Signals and Image Processing (IWSSIP)</i> , 2015 International Conference on, 2015, pp. 237–240.	K	T							2015
452	Y. Zhu and L. Song, "Natural Scene Text Image Compression Using JPEG2000 ROI Coding," in <i>Pattern Recognition</i> , Springer, 2014, pp. 481–490.	Č	T		L	P				2014
453	T. Nguyen and D. Marpe, "Performance analysis of HEVC-based intra coding for still image compression," in <i>Picture Coding Symposium (PCS)</i> , 2012, 2012, pp. 233–236.	K	T	B	L					2012
454	H. Siedelmann, A. Wender, and M. Fuchs, "High Speed Lossless Image Compression," in <i>Pattern Recognition</i> , Springer, 2015, pp. 343–355.	Č	T							2015

#	Referenca	Tip	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Godina
455	S. T. Lim, D. F. W. Yap, and N. A. Manap, "Medical image compression using block-based PCA algorithm," in Computer, Communications, and Control Technology (I4CT), 2014 International Conference on, 2014, pp. 171–175.	K	T							2014
456	A. Muharam and A. Ahmad, "Efficient Architecture for 3-D Medical Image Compression Using CABAC," in International Conference for Innovation in Biomedical Engineering and Life Sciences, 2016, pp. 212–215.	K	T	B						2016
457	S. H. Dabhole, V. A. Gundale, and J. Potgieter, "An efficient modified structure of CDF 9/7 Wavelet based on adaptive lifting with SPIHT for lossy to lossless image compression," in Signal Processing Image Processing & Pattern Recognition (ICSIPR), 2013 International Conference on, 2013, pp. 269–274.	K	T							2013
458	Y. Zhang, H. Cao, H. Jiang, and B. Li, "Visual distortion sensitivity modeling for spatially adaptive quantization in remote sensing image compression," Geosci. Remote Sens. Lett. IEEE, vol. 11, no. 4, pp. 723–727, 2014.	Č	T							2014
459	K. Khursheed, M. Imran, N. Ahmad, and M. O'Nils, "Selection of bi-level image compression method for reduction of communication energy in wireless visual sensor networks," in SPIE Photonics Europe, 2012, p. 84370M–84370M.	Č	T	B	L				IQ	2012
460	H. Jiang, K. Yang, T. Liu, and Y. Zhang, "Remote sensing image compression assessment based on multilevel distortions," J. Appl. Remote Sens., vol. 8, no. 1, pp. 083680–083680, 2014.	Č	T			P				2014
461	X. Hou, J. Yang, G. Jiang, and X. Qian, "Complex SAR image compression based on directional lifting wavelet transform with high clustering capability," Geosci. Remote Sens. IEEE Trans. On, vol. 51, no. 1, pp. 527–538, 2013.	Č	T							2013
462	R. Pandian, "Evaluation of image compression algorithms," in Underwater Technology (UT), 2015 IEEE, 2015, pp. 1–3.	Č	T							2015
463	V. D. Raut and S. Dholay, "Analyzing image compression with efficient transforms & multistage vector quantization using radial basis function neural network," in Engineering and Technology (ICETECH), 2015 IEEE International Conference on, 2015, pp. 1–6.	K	T		L					2015
464	Y. Xue, Z. Hu, and W. Xie, "Quality assessment of multi-spectral image compression," in Earth Observation and Remote Sensing Applications (EORSA), 2014 3rd International Workshop on, 2014, pp. 413–417.	K	T		L					2014
465	C. Deng, W. Lin, and J. Cai, "Content-based image compression for arbitrary-resolution display devices," Multimed. IEEE Trans. On, vol. 14, no. 4, pp. 1127–1139, 2012.	Č	T	B	L					2012
466	B. R. Naidu and P. Babu, "A novel framework for JPEG image compression using baseline coding with parallel process," in Computational Intelligence and Computing Research (ICIC), 2014 IEEE International Conference on, 2014, pp. 1–7.	K	T		L					2014
467	V. T. Georgiev, A. N. Karahaliou, S. G. Skiadopoulos, N. S. Arikidis, A. D. Kazantzi, G. S. Panayiotakis, and L. I. Costaridou, "Quantitative Visually Lossless Compression Ratio Determination of JPEG2000 in Digitized Mammograms," J. Digit. Imaging, vol. 26, no. 3, pp. 427–439, 2013.	Č	T	B						2013
468	T. Richter, "On the standardization of the JPEG XT image compression," in Picture Coding Symposium (PCS), 2013, 2013, pp. 37–40.	K			L					2013

#	Referenca	Tip	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Godina
469	K. Porkumar, S. Manimurugan, and P. P. Mathew, "An Evaluation on Irretrievable Compression of Encrypted Image," <i>Int. J. Comput. Appl.</i> , vol. 42, no. 2, pp. 17–20, 2012.	Č	T							2012
470	K. Khursheed and M. Imran, "Performance Analysis of Bi-Level Image Compression Methods for Machine Vision Embedded Applications," <i>IEEE Sens. J.</i> , 2014.	Č	T	B		P				2014
471	C. Zhang and X. He, "Image compression by learning to minimize the total error," <i>Circuits Syst. Video Technol. IEEE Trans. On</i> , vol. 23, no. 4, pp. 565–576, 2013.	Č	T		L					2013
472	Huanjing Yue, Xiaoyan Sun, Jingyu Yang, and Feng Wu, "Cloud-Based Image Coding for Mobile Devices—Toward Thousands to One Compression," <i>IEEE Trans. Multimed.</i> , vol. 15, no. 4, pp. 845–857, Jun. 2013.	Č	T							2013
473	Z. Chen, Q. Li, and Y. Xia, "Performance analysis of AVS2 for remote sensing image compression," 2014, pp. 1–4.	Č	T		L					2014
474	A. O. Ajao and T. S. Ibiyemi, "Analysis of Wavelet-based Transform Compression Techniques on Medical Image," <i>Analysis</i> , vol. 9, no. 4, 2015.	Č	T		L					2015
475	R. de Quadros Gomes, V. Guerreiro, R. da Rosa Righi, L. G. da Silveira, and J. Yang, "Analyzing Performance of the Parallel-based Fractal Image Compression Problem on Multicore Systems," <i>AASRI Procedia</i> , vol. 5, pp. 140–146, 2013.	Č	T		L					2013
476	V. S. Thakur and K. Thakur, "Design and Implementation of a Highly Efficient Gray Image Compression Codec Using Fuzzy Based Soft Hybrid JPEG Standard," 2014, pp. 484–489.	Č	T		L					2014
477	C. Rathgeb, A. Uhl, and P. Wild, "Evaluating the Impact of Iris Image Compression on Segmentation and Recognition Accuracy," <i>Technical Report 2012-05</i> , University of Salzburg, Department of Computer Sciences, 10 pages, 2012.	Č	T		L					2012
478	S. Saghaie and R. Ghaffari, "Effect of image compression of direct digital lateral cephalograms on the identification of cephalometric points," <i>Dent. Res. J.</i> , vol. 11, no. 1, p. 27, 2014.	Č	T							2014
479	B. H. Ismail and A. Bessaid, "Gray Scale and Color Medical Image Compression by Lifting Wavelet; Bandelet and Quincunx Wavelets Transforms: A Comparison Study," <i>Glob. J. Comput. Sci. Technol.</i> , vol. 14, no. 7, 2014.	Č			L					2014
480	L. Lincoln and R. Gonzalez, "Interpolating Leaf Quad Tree Image Compression," in <i>Signal Processing and Communication Systems (ICSPCS)</i> , 2013 7th International Conference on, 2013, pp. 1–7.	K			L					2013
481	G. Giusi, S. J. Liu, G. L. Causi, S. M. Niemi, A. M. Di Giorgio, E. Galli, and M. Farina, "Euclid: image compression activities for the VIS instrument," in <i>SPIE Astronomical Telescopes+ Instrumentation</i> , 2014, p. 91432Z–91432Z.	Č	T		L					2014
482	D. Ruiz, S. Sladojevic, D. Culibrk, and G. Fernandez-Escribano, "Comparison of compression performance of 10-bit vs. 8-bit depth, under H. 264 Hi422 profile," in <i>Telecommunication in Modern Satellite, Cable and Broadcasting Services (TELSIKS)</i> , 2013 11th International Conference on, 2013, vol. 1, pp. 119–122.	K	T		L					2013
483	M. Gupta and M. S. Alam, "ROI Based Medical Image Compression for Telemedicine Using IWT & SPIHT," <i>IJARCSMS, VOLUME 2, ISSUE 11, November - 2014</i> .	Č	T		L					2014
484	M. T. Bandy and T. J. Shah, "Color Image Compression using EZW and SPIHT Techniques," 2015 International Conference on Advances in	K			L					2015

#	Referenca	Tip	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Godina
	Computers, Communication and Electronic Engineering, 2015.									
485	D. Tsolakis, G. E. Tsekouras, A. D. Niros, and A. Rigos, "On the systematic development of fast fuzzy vector quantization for grayscale image compression," <i>Neural Netw.</i> , vol. 36, pp. 83–96, 2012.	Č	T		L					2012
486	Y. Xia, Z. Li, Z. Chen, and D. Yang, "Quantitative analysis on lossy compression in remote sensing image classification," in <i>IS&T/SPIE Electronic Imaging, 2015</i> , p. 94100K–94100K.	Č	T			P				2015
487	J. Zhou, X. Liu, O. C. Au, and Y. Y. Tang, "Designing an efficient image encryption-then-compression system via prediction error clustering and random permutation," <i>Inf. Forensics Secur. IEEE Trans. On</i> , vol. 9, no. 1, pp. 39–50, 2014.	Č	T		L					2014
488	A. Signoroni, M. Pezzoni, C. Tonoli, and R. Leonardi, "A comparison of state-of-the-art technologies for irreversible compression of large medical datasets," in <i>Computer-Based Medical Systems (CBMS), 2012 25th International Symposium on, 2012</i> , pp. 1–6.	K	T		L					2012
489	M. MA P and N. A. Vasanthi, "ROI and Seam-SPIHT based Efficient Image Compression for Mobile Multimedia and Medical Applications," <i>Int. J. Comput. Appl.</i> , vol. 64, no. 12, pp. 5–9, 2013.	Č	T							2013
490	M. Haque, A. A. Kaisan, M. R. Saniat, A. Rahman, and others, "GPU Accelerated Fractal Image Compression for Medical Imaging in Parallel Computing Platform," <i>ArXiv Prepr. ArXiv14040774</i> , 2014.	Č	T	B						2014
491	D. Patel, V. Bhogan, and A. Janson, "Simulation and Comparison of Various Lossless Data Compression Techniques based on Compression Ratio and Processing Delay," <i>Int. J. Comput. Appl.</i> , vol. 81, no. 14, 2013.	Č	T		L					2013
492	Y. Song, J. Wang, L.-Y. Wei, and W. Wang, "Vector Regression Functions for Texture Compression," <i>ACM Trans. Graph. TOG</i> , vol. 35, no. 1, p. 5, 2015.	Č	T		L					2015
493	T. N. Son, T. M. Hoang, N. T. Dzung, and N. H. Giang, "Fast FPGA implementation of YUV-based fractal image compression," in <i>Communications and Electronics (ICCE), 2014 IEEE Fifth International Conference on, 2014</i> , pp. 440–445.	K	T							2014
494	C. Dhaarani, D. Venugopal, and others, "Medical Image Compression Using Ripplet Transform," in <i>Intelligent Computing Applications (ICICA), 2014 International Conference on, 2014</i> , pp. 233–238.	K	T							2014
495	Z. Haddad, A. Beghdadi, A. Serir, and A. Mokraoui, "Wave atoms based compression method for fingerprint images," <i>Pattern Recognit.</i> , vol. 46, no. 9, pp. 2450–2464, 2013.	Č	T		L	P				2013
496	C. Itiki, S. S. Furuie, and R. Merletti, "Compression of high-density EMG signals for trapezius and gastrocnemius muscles," <i>Biomed. Eng. Online</i> , vol. 13, no. 1, p. 25, 2014.	Č	T		L					2014
497	V. Yatnalli and K. L. Sudha, "Image Compression Based on Spatial Redundancy Removal and Reconstruction using Image Inpainting," <i>Int J Recent Trends Eng. Technol.</i> , vol. 11, 2014.	Č	T							2014
498	C. Perra, "Lossless plenoptic image compression using adaptive block differential prediction," in <i>Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), 2015 IEEE International Conference on, 2015</i> , pp. 1231–1234.	K	T							2015
499	V. N. Narayana, "Collaborative Adaptive Down-Sampling and Upconversion-An Approach for Image Compression," <i>IJCSNS</i> , vol. 15, no. 4, p. 115, 2015.	Č	T							2015

#	Referenca	Tip	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Godina
500	A. S. Arif, S. Mansor, R. Logeswaran, H. A. Karim, and others, "Lossless compression of fluoroscopy medical images using correlation," J. Asian Sci. Res., vol. 2, no. 11, pp. 718–723, 2012.	Č	T							2012
501	S. Wang and T. Lin, "Compound image compression based on unified LZ and hybrid coding," Image Process. IET, vol. 7, no. 5, pp. 484–499, 2013.	Č	T		L					2013
502	T. H. Khan and K. A. Wahid, "Subsample-based image compression for capsule endoscopy," J. Real-Time Image Process., vol. 8, no. 1, pp. 5–19, 2013.	Č	T	B	L					2013
503	A. A. Mudassar Raza, M. Sharif, and S. W. Haider, "Lossless compression method for medical Image sequences using super-spatial structure prediction and Inter-frame coding," J. Appl. Res. Technol., vol. 10, no. 4, pp. 618–628, 2012.	Č	T		L					2012
504	V. A. Kumar and V. P. K. Ch, "REGION OF INTEREST MEDICAL IMAGE COMPRESSION USING SET PARTITIONING IN HIERARCHICAL TREES," International Journal of Engineering & Science Research, Vol-5, Issue-7, pp.812-820, 2015.	Č	T							2015
505	S. Bhavani and K. G. Thanushkodi, "Comparison of fractal coding methods for medical image compression," Image Process. IET, vol. 7, no. 7, pp. 686–693, 2013.	Č	T	B	L					2013
506	L. Koenig, E. Parks, M. Analoui, and G. Eckert, "The impact of image compression on diagnostic quality of digital images for detection of chemically-induced periapical lesions," Dentomaxillofacial Radiol., 2014.	Č	T							2014
507	K. Thangavelu and T. Krishnan, "Lossless color medical image compression using adaptive block-based encoding for human computed tomographic images," Int. J. Imaging Syst. Technol., vol. 23, no. 3, pp. 227–234, 2013.	Č	T							2013
508	V. Gupta, A. G. Rao, and K. M. Pandey, "Integer Wavelet Transform and Predictive Coding Technique for Lossless Medical Image Compression," Int. J. Technol. Explor. Learn., 2013.	Č	T	B	L					2013
509	S. Juliet, E. B. Rajsingh, and K. Ezra, "A novel medical image compression using ripple transform," J. Real-Time Image Process., pp. 1–12, 2013.	Č	T	B	L					2013
510	S. Sridevi, V. R. Vijayakumar, and J. V. Sutha, "Medical image compression based on set partitioning in hierarchical trees using quantized coefficients of self-organizing feature map for mages," J. Theor. Appl. Inf. Technol., vol. 56, no. 1, pp. 46–51, 2013.	Č	T		L					2013
511	Z. Zuo, X. Lan, L. Deng, S. Yao, and X. Wang, "An improved medical image compression technique with lossless region of interest," Opt.-Int. J. Light Electron Opt., vol. 126, no. 21, pp. 2825–2831, 2015.	Č	T							2015
512	P. Anandan and R. S. Sabeenian, "Curvelet based Image Compression using Support Vector Machine and Core Vector Machine—A Review," Int. J. Adv. Comput. Res., vol. 4, no. 2, p. 673, 2014.	Č	T	B						2014
513	A. M. Rufai, G. Anbarjafari, and H. Demirel, "Lossy image compression using singular value decomposition and wavelet difference reduction," Digit. Signal Process., vol. 24, pp. 117–123, 2014.	Č	T		L					2014
514	M. M. H. Chowdhury and A. Khatun, "Image compression using discrete wavelet transform," IJCSI Int. J. Comput. Sci. Issues, vol. 9, no. 4, 2012.	Č	T							2012
515	D. K. Sharma and N. K. Saluja, "A REVIEW: MEDICAL IMAGE COMPRESSION TECHNIQUES," Int. J. Eng. Manag. Med. Res. IJEMMR, vol. 1, no. 8, 2015.	Č			L					2015
516	D. K. Sharma and N. K. Saluja, "COMPARATIVE ANALYSIS OF MEDICAL IMAGE COMPRESSION TECHNIQUES," Int. J. Eng. Manag. Med. Res. IJEMMR, vol. 1, no. 11, 2015.	Č			L					2015

#	Referenca	Tip	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Godina
517	N. B. JAZI, M. D. Jazi, and H. Mahdavinab, "Near Lossless Compression at Regions of Medical Interest Using Fuzzy Logic in Designing the Code Book," <i>Cumhur. Sci. J.</i> , vol. 1, no. 1, 2015.	Č	T							2015
518	I. Chaabouni, W. Fourati, and M. S. Bouhlei, "Using ROI with ISOM compression to medical image," <i>Int. J. Comput. Vis. Robot.</i> , vol. 6, no. 1–2, pp. 65–76, 2016.	Č	T		L					2016
519	A. Hazarathaiha and B. P. Rao, "Medical Image Compression using Lifting based New Wavelet Transforms," <i>Int. J. Electr. Comput. Eng. IJECE</i> , vol. 4, no. 5, pp. 741–750, 2014.	Č		B	L					2014
520	D. Sharma, R. Saxena, and N. Singh, "Image Compression Based On Multiple Parameter Discrete Fractional Fourier Transform for Satellite and Medical Images," <i>Int. J. Signal Process. Image Process. Pattern Recognit.</i> , vol. 7, no. 3, pp. 453–474, 2014.	Č	T		L					2014
521	A. Rani and M. Mehta, "Image Compression of Radiograph using Neural Network and Wavelet," <i>Int. J. Eng. Sci. Technol. IJEST</i> , vol. 5, no. 4, pp. 803–809, 2013.	Č	T		L					2013
522	V. K. Bairagi, "Symmetry-Based Biomedical Image Compression," <i>J. Digit. Imaging</i> , pp. 1–9, 2015.	Č	T							2015
523	S. Jagadeesh and E. Nagabhooshanam, "Multi Spectral Band Selective Coding for Medical Image Compression," <i>Glob. J. Comput. Sci. Technol.</i> , vol. 15, no. 3, 2015.	Č	T		L					2015
524	G. Soundarya and S. Bhavani, "Comparison of Hybrid Codes for MRI Brain Image Compression," <i>Maxwell Sci. Organ.</i> , vol. 15, 2012.	Č	T		L					2012
525	R. Pizzolante, B. Carpentieri, and A. Castiglione, "A secure low complexity approach for compression and transmission of 3-D medical images," in <i>Broadband and Wireless Computing, Communication and Applications (BWCCA), 2013 Eighth International Conference on</i> , 2013, pp. 387–392.	K	T							2013
526	T. Somassoundaram and N. P. Subramaniam, "A Hybrid Scheme for Medical Image Compression using SPIHT and DEFLATE Technique," in <i>International Journal of Engineering Research and Technology</i> , 2014, vol. 3.	Č	T							2014
527	E. Puthooran, R. S. Anand, and S. Mukherjee, "Lossless compression of medical images using a dual level dpcm with context adaptive switching neural network predictor," <i>Int. J. Comput. Intell. Syst.</i> , vol. 6, no. 6, pp. 1082–1093, 2013.	Č	T							2013
528	V. Manohar and G. Laxminarayana, "Wavelet Based Dual Encoding Lossless Medical Image Compression," <i>IJRCCCT</i> , vol. 4, no. 11, pp. 1180–1185, 2015.	Č	T							2015
529	P. K. Tiwari, B. Devi, and Y. Kumar, "Compression of MRT images using daubechies 9/7 and thresholding technique," in <i>Computing, Communication & Automation (ICCCA), 2015 International Conference on</i> , 2015, pp. 1060–1066.	K	T		L					2015
530	A. K. J. Saudagar and A. S. Syed, "Image compression approach with ridgelet transformation using modified neuro modeling for biomedical images," <i>Neural Comput. Appl.</i> , vol. 24, no. 7–8, pp. 1725–1734, 2014.	Č		B						2014
531	R. Ramanathan, K. Kalaarasi, and D. Prabha, "Improved wavelet based compression with adaptive lifting scheme using Artificial Bee Colony algorithm," <i>Int. J. Adv. Res. Comput. Eng. Technol. IJARCET</i> , vol. 2, no. 4, p. pp–1549, 2013.	Č	T		L					2013

#	Referenca	Tip	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Godina
532	C. Preston, Z. Arnavut, and B. Koc, "Lossless compression of medical images using Burrows-Wheeler Transformation with Inversion Coder," in Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2015 37th Annual International Conference of the IEEE, 2015, pp. 2956–2959.	K	T							2015
533	N. S. A. Taujuddin, R. Ibrahim, and S. Sari, "Threshold estimation by adapting standard deviation at wavelet details subbands for image compression," ARPN J. Eng. Appl. Sci., vol. 10, no. 19, pp. 9114–9119, 2015.	Č	T							2015
534	T. Pabla, J. B. Ludlow, D. A. Tyndall, E. Platin, and M. Abreu Jr, "Effect of data compression on proximal caries detection: observer performance with DenOptix® photostimulable phosphor images," Dentomaxillofacial Radiol., 2014.	Č	T				R			2014
535	J. Ao, S. Mitra, and B. Nutter, "Fast and efficient lossless image compression based on CUDA parallel wavelet tree encoding," in Image Analysis and Interpretation (SSIAI), 2014 IEEE Southwest Symposium on, 2014, pp. 21–24.	K	T							2014
536	A. Bolotnikova, P. Rasti, A. Traumann, I. Lusi, M. Daneshmand, F. Noroozi, K. Samuel, S. Sarkar, and G. Anbarjafari, "Block based image compression technique using rank reduction and wavelet difference reduction," in Seventh International Conference on Graphic and Image Processing, 2015, pp. 981702–981702.	K	T		L					2015
537	J. Mir and G. Raja, "QUADTREE FRACTAL COMPRESSION FOR BRAIN MRI IMAGES," Nucleus, vol. 49, no. 1, pp. 21–27, 2012.	Č	T	B	L					2012
538	C. Rawat and S. Meher, "A Hybrid Image Compression Scheme Using DCT and Fractal Image Compression.," Int Arab J Inf Technol, vol. 10, no. 6, pp. 553–562, 2013.	Č	T	B						2013
539	R. K. L. Lodhi, G. S. Chandel, and K. Patidar, "A Novel Image Compression Technique Based on Structure Reference Selection using fractal image coding and CFO Algorithm," Int. J. Res. Comput. Eng. Electron., vol. 3, no. 2, 2014.	Č	T	B						2014
540	P. Somvanshi, U. Dias, and R. Tornekar, "Tumor Preserving Medical Image Compression," Int. J. Comput. Appl., vol. 54, no. 2, pp. 41–45, 2012.	Č	T							2012
541	W.-L. Chen, Y.-C. Hu, K.-Y. Liu, C.-C. Lo, and C.-H. Wen, "Variable-rate quadtree-segmented block truncation coding for color image compression," Int. J. Signal Process. Image Process. Pattern Recognit., vol. 7, no. 1, pp. 65–76, 2014.	Č	T		L					2014
542	N. Kaur and P. Singh, "Enhancement of Compression Ratio and Image Quality using ISPIHT with MFHWT," Int. J. Comput. Appl., vol. 54, no. 8, pp. 20–23, 2012.	Č	T	B						2012
543	M. M. Rahman and M. M. Rahman, "Efficient Image Compression Technique using JPEG2000 with Adaptive Threshold," Int. J. Image Process. IJIP, vol. 9, no. 3, p. 166, 2015.	Č	T							2015
544	G. Kumar, E. S. S. Brar, R. Kumar, and A. Kumar, "A Review: DWT-DCT Technique and Arithmetic-Huffman Coding based Image Compression," 2015.	Č	T							2015
545	R. Sumalatha and M. V. Subramanyam, "Hierarchical Lossless Image Compression for Telemedicine Applications," Procedia Comput. Sci., vol. 54, pp. 838–848, 2015.	Č	T		L					2015
546	G. M. Lakshmi and S. R. M. Rao, "A Novel Algorithm for Image Compression Based On Fractal and Neural Networks," issues, vol. 3, no. 4, 2013.	Č	T							2013
547	M. Moorthi and R. Amutha, "Progressive quality coding for compression of medical images in telemedicine," Int. J. Telemed. Clin. Pract., vol. 1, no. 2, pp. 125–140, 2015.	Č	T	B						2015

#	Referenca	Tip	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Godina
548	M. Chaudhary and A. Dhamija, "Compression of Medical Images using Hybrid Wavelet Decomposition Technique," <i>Int. J. Sci. Res. IJSR</i> , vol. 2, no. 6, 2013.	Č	T							2013
549	B. U. Toreyin, O. Yilmaz, Y. M. Mert, and F. Turk, "Lossless hyperspectral image compression using wavelet transform based spectral decorrelation," in <i>Recent Advances in Space Technologies (RAST), 2015 7th International Conference on, 2015</i> , pp. 251–254.	K	T							2015
550	R. George and M. A. P. Manimekalai, "A novel approach for image compression using zero tree coding," in <i>Electronics and Communication Systems (ICECS), 2014 International Conference on, 2014</i> , pp. 1–5.	K	T							2014
551	Sin Ting Lim, David Fook Weng Yap, and Nurulfajar Bin Abdul Manap, "A novel image compression method using PCA algorithm for a telemedicine network," <i>J. Sci. Res. Nd Dev.</i> , vol. 3, no. 3, pp. 1–6, 2016.	Č	T							2016
552	J. Mathew, A. K. Singh, M. Kaur, and V. Wasson, "ROI Based Medical Image Compression for Telemedicine Application," <i>Proc. 4th Int. Conf. Eco-Friendly Comput. Commun. Syst.</i> , vol. 70, pp. 579–585, Jan. 2015.	Č	T	B						2015
553	D. Venugopal, S. Mohan, and S. Raja, "An efficient block based lossless compression of medical images," <i>Opt. - Int. J. Light Electron Opt.</i> , vol. 127, no. 2, pp. 754–758, Jan. 2016.	Č	T							2016
554	M. MaryShanthi Rani and S. Lakshmanan, "An Integrated Method of Data Hiding and Compression of Medical Images," <i>Int. J. Adv. Inf. Techn Ology</i> , vol. 6, no. 1, Feb. 2016.	Č	T							2016
555	N. Karimi, S. Samavi, S. M. R. Soroushmehr, S. Shirani, and K. Najarian, "Toward practical guideline for design of image compression algorithms for biomedical applications," <i>Expert Syst. Appl.</i> , vol. 56, pp. 360–367, Sep. 2016.	Č	T	B						2016
556	M. S. Ibraheem, S. Z. Ahmed, K. Hachicha, S. Hochberg, and P. Garda, "Medical images compression with clinical diagnostic quality using logarithmic DWT," presented at the 2016 IEEE-EMBS International Conference on Biomedical and Health Informatics (BHI), 2016, pp. 402–405.	K	T		L					2016
557	M.-C. Jeon, M.-S. Han, J.-U. Jang, Y.-K. Kim, S.-Y. Seo, G.-J. Kim, and C.-G. Kim, "Evaluation of image reconstruction according to changing physical parameter," <i>Clust. Comput.</i> , vol. 19, no. 2, pp. 931–938, Apr. 2016.	Č	T		L					2016
558	H. Grailu, "Textual Image Compression for Maintaining or Improving the Recognition Performance," <i>Circuits Syst. Signal Process.</i> , pp. 1–17, Apr. 2016.	Č			L					2016
559	D. Zhao, S. Zhu, and F. Wang, "Lossy hyperspectral image compression based on intra-band prediction and inter-band fractal encoding," <i>Comput. Electr. Eng.</i>	Č	T		L			3P		2016
560	Walaa Z. Wahba and Ashraf Y. A. Maghari, "Lossless Image Compression Techniques Comparative Study," <i>Int. Res. J. Eng. Technol.</i> , vol. 3, no. 2, pp. 1–9, Feb. 2016.	Č	T	B						2016
561	K. S. Babu, K. K. Thyagarajan, and V. Ramachandran, "Compression of Hyper-Spectral Images and Its Performance Evaluation," in <i>Proceedings of the 4th International Conference on Frontiers in Intelligent Computing: Theory and Applications (FICTA) 2015</i> , S. Das, T. Pal, S. Kar, S. C. Satapathy, and J. K. Mandal, Eds. Springer India, 2016, pp. 599–609.	K	T							2016

#	Referenca	Tip	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Godina
562	Akhilesh Latoria and DB Ojha, "Image Compression analysis and evaluation for various image sequences in reference to intra prediction," <i>Int. Adv. Res. J. Sci. Eng. Technol.</i> , vol. 3, no. 1, pp. 22–26, Jan. 2016.	Č	T							2016
563	V. Bhagya Raju, K. Jaya Sankar, C. D. Naidu, and Srinivas Bachu, "Multispectral Image Compression for various band images with High Resolution Improved DWT SPIHT," <i>Int. J. Signal Process. Image Process. Pattern Recognit.</i> , vol. 9, no. 2, pp. 271–286, 2016.	Č	T		L					2016
564	C. Rathgeb, A. Pflug, J. Wagner, and C. Busch, "Effects of image compression on ear biometrics," <i>IET Biom.</i> , pp. 1–10, 2016.	Č	T	B	L					2016
565	J. R. Kaufman, K. M. Vongsy, and J. C. Dill, "Toward prediction of hyperspectral target detection performance after lossy image compression," 2016, vol. 9840, pp. 984026-984026–11.	Č	T		L					2016
566	M. A. Rahman, S. C. F. Lin, C. Y. Wong, G. Jiang, S. Liu, and N. Kwok, "Efficient colour image compression using fusion approach," <i>Imaging Sci. J.</i> , vol. 64, no. 3, pp. 166–177, Apr. 2016.	Č	T							2016
567	S. Parikh, D. Ruiz, H. Kalva, G. Fern, and others, "Content dependent intra mode selection for medical image compression using HEVC," in 2016 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE), 2016, pp. 561–564.	K	T							2016
568	S. Parikh, H. Kalva, and V. Adzic, "Evaluation of HEVC compression for high bit depth medical images," in 2016 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE), 2016, pp. 311–314.	K	T							2016
569	B. Xiao, G. Lu, Y. Zhang, W. Li, and G. Wang, "Lossless Image Compression Based on Integer Discrete Tchebichef Transform," <i>Neurocomputing</i> .	Č	T							2016
570	S. Sanjith and R. Ganesan, "Overview of Image Quality Metrics with Perspective to Satellite Image Compression," <i>Int. J. Eng. Res. Afr.</i> , vol. 24, pp. 112–123, Jun. 2016.	Č		B						2016
571	Kethepalli Mallikarjuna, Kodati Satya Prasad, and Makam Venkata Subramanyam, "Image Compression and Reconstruction using Discrete Rajan Transform Based Spectral Sparsing," <i>Int. J. Image Graph. Signal Process.</i> , vol. 8, no. 1, pp. 59–67, Jan. 2016.	Č	T							2016
572	S. Krivenko, O. Kolganova, and V. Lukin, "Lossy compression of images corrupted by spatially correlated noise," in 2016 13th International Conference on Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET), 2016, pp. 698–702.	K			L					2016
573	S. Sanjith and R. Ganesan, "Overview of Image Quality Metrics with Perspective to Satellite Image Compression," <i>Int. J. Eng. Res. Afr.</i> , vol. 24, pp. 112–123, Jun. 2016.	Č			L					2016
574	V. Laparra, J. Ballé, A. Bernardino, and E. P. Simoncelli, "Perceptual image quality assessment using a normalized Laplacian pyramid," <i>Electron. Imaging</i> , vol. 2016, no. 16, pp. 1–6, Feb. 2016.	Č			L					2016
575	L. Kansal, V. Sharma, and J. Singh, "Performance assessment of precoded OFDM using discrete cosine-based DOST transform," <i>Opt. - Int. J. Light Electron Opt.</i> , vol. 127, no. 18, pp. 7242–7249, Sep. 2016.	Č	T		L					2016
576	S. Vadali, G. V. S. R. Deekshitulu, and J. V. R. Murthy, "Optimization of Hyperspectral Images and Performance Evaluation Using Effective Loss Algorithm," in <i>Proceedings of Fifth International Conference on Soft Computing for Problem Solving</i> , M. Pant, K. Deep, J. C. Bansal, A. Nagar, and K. N. Das, Eds. Springer Singapore, 2016, pp. 919–927.	K	T							2016

#	Referenca	Tip	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Godina
577	T. Chen, M. Zhang, J. Wu, C. Yuen, and Y. Tong, "Image encryption and compression based on kronecker compressed sensing and elementary cellular automata scrambling," <i>Opt. Laser Technol.</i> , vol. 84, pp. 118–133, Oct. 2016.	Č	T		L	P				2016
578	A. Khan and A. Khan, "Lossless colour image compression using RCT for bi-level BWCA," <i>Signal Image Video Process.</i> , vol. 10, no. 3, pp. 601–607, Mar. 2016.	Č	T							2016
579	M. Kumar and A. Vaish, "Lossy Compression of Color Images using Lifting Scheme and Prediction Errors," <i>Int. J. Mod. Educ. Comput. Sci.</i> , vol. 8, no. 4, pp. 1–8, Apr. 2016.	Č	T							2016
580	Z. Xu, J. Bartrina-Rapesta, I. Blanes, V. Sanchez, J. Serra-Sagristà, M. García-Bach, and J. Francisco Muñoz, "Dagnostically lossless coding of X-ray angiography images based on background suppression," <i>Comput. Electr. Eng</i>	Č	T		L					2016
581	Perumal Balasubramani, M. Pallikonda Rajasekaran, and H. Murugan, "A Reversible Lossless Compression Technique with Patch-Wise Code Formation for Image Compression and Decompression," <i>ELYSIUM J. Eng. Res. Manag.</i> , vol. 3, no. 2, pp. 22–28, Apr. 2016.	Č			L					2016
582	V. Krishna, P. C. Rao, P. Naresh, and P. Rajyalakshmi, "Incorporation of DCT and MSVQ to Enhance Image Compression Ratio of an image," <i>Inte Rnational Res. J. Eng. Tec Hnology</i> , vol. 3, no. 3, pp. 686–689.	Č	T							2016
583	H. Chen, X. He, M. Ma, L. Qing, and Q. Teng, "Low bit rates image compression via adaptive block downsampling and super resolution," <i>J. Electron. Imaging</i> , vol. 25, no. 1, pp. 013004–013004, 2016.	Č	T		L					2016
584	Y. Chen, Z. Huang, H. Sun, M. Chen, and H. Tan, "Lossy Image Compression Using PCA and Contourlet Transform," <i>MATEC Web Conf.</i> , vol. 54, pp. 1–5, 2016	Č	T		L					2016
585	A. Khan, A. Khan, M. Khan, and M. Uzair, "Lossless image compression: application of Bi-level Burrows Wheeler Compression Algorithm (BBWCA) to 2-D data," <i>Multimed. Tools Appl.</i> , pp. 1–26, Jun. 2016.	Č	T							2016
586	T. Prabakar Joshua, M. Arrivukannamma, and J. G. R. Sathiasaelan, "Comparison of DCT and DWT Image Compression," <i>Int. J. Comput. Sci. Mob. Comput.</i> , vol. 5, no. 4, pp. 62–67, Apr. 2016.	Č	T		L					2016
587	A. Akoguz, S. Bozkurt, A. A. Gozutok, G. Alp, E. G. Turan, M. Bogaz, and S. Kent, "COMPARISON OF OPEN SOURCE COMPRESSION ALGORITHMS ON VHR REMOTE SENSING IMAGES FOR EFFICIENT STORAGE HIERARCHY," <i>ISPRS - Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci.</i> , vol. XLI-B4, pp. 3–9, Jun. 2016.	Č	T	B						2016
588	S. S. Joseph and R. Ganesan, "Vector Quantization for Satellite Image Compression," <i>J. Commun. Technol. Electron. Comput. Sci.</i> , vol. 5, no. 0, pp. 22–25, Apr. 2016.	Č	T		L					2016
589	P. Garg, R. Gupta, and R. K. Tyagi, "Adaptive Fractal Image Compression Based on Adaptive Thresholding in DCT Domain," in <i>Information Systems Design and Intelligent Applications</i> , S. C. Satapathy, J. K. Mandal, S. K. Udgata, and V. Bhateja, Eds. Springer India, 2016, pp. 31–40.	Č	T		L					2016
590	H. Wu, X. Sun, J. Yang, W. Zeng, and F. Wu, "Lossless Compression of JPEG Coded Photo Collections," <i>IEEE Trans. Image Process.</i> , vol. 25, no. 6, pp. 2684–2696, 2016.	Č	T	B	L					2016
591	K. He, "Fast-adaptive near-lossless image compression," <i>J. Electron. Imaging</i> , vol. 25, no. 3, pp. 033022–033022, 2016.	Č	T		L					2016

Dodatak B

Ovaj dodatak sadrži sve podatke skupljene u prvom koraku prve faze empirijskog istraživanja vizuelizacija opisane u poglavlju 7.

Kodiranje podataka:

- TT — Vreme za tabelu, milisekunde
- TV — Ispravan odgovor za tabelu
 - 0 — Ne
 - 1 — Da
- ST — Vreme za scatterplot, milisekunde
- SV — Ispravan odgovor za scatterplot.
 - 0 — Ne
 - 1 — Da
- X2T — Vreme za 2d paralelne koordinate, milisekunde
- X2V — Ispravan odgovor za 2d paralelne koordinate.
 - 0 — Ne
 - 1 — Da
- X3T — Vreme za 3d paralelne koordinate, milisekunde
- X3V — Ispravan odgovor za 3d paralelne koordinate.
 - 0 — Ne
 - 1 — Da

TT	TV	ST	SV	X2T	X2V	X3T	X3V
18000	0	60000	1	16000	1	56000	0
40000	0	62000	1	40000	1	60000	0
80000	0	40000	0	12000	1	40000	1
50000	1	38000	1	10000	1	36000	0
120000	1	41000	0	15000	1	25000	1
121000	1	32000	1	9000	1	22000	1
140844.3781	0	43000	1	17000	1	112383.4	1
66000	1	32000	1	9000	1	22000	1
140844.3781	0	29000	1	6000	1	21000	0
45000	1	45000	0	12000	1	96000	0
67000	0	55000	0	30000	1	74000	1
55000	0	65000	0	10000	1	60000	1
1.00E+05	0	30000	1	11000	1	40000	0
115000	1	29000	1	11000	1	46000	0
55000	0	65000	0	15000	1	56000	0
98000	0	30000	1	3000	1	36000	0
54000	0	19000	0	13000	1	45000	1
110000	1	20000	1	10000	1	63000	0
140844.3781	0	40000	1	8000	1	65000	0
50000	0	15000	1	19000	1	70000	1
36000	0	29000	0	20000	1	73000	1
48000	0	39000	0	6000	1	23000	1

TT	TV	ST	SV	X2T	X2V	X3T	X3V
67000	1	22000	1	5000	1	110000	0
35000	1	35000	1	4000	1	27000	0
63000	1	75000	0	12000	1	101000	0
32000	1	41000	1	3000	1	112383.4	0
42000	1	20000	1	14000	1	82000	1
95000	0	26000	0	9000	1	50000	0
123000	1	69000	1	20000	1	102000	0
66000	1	81564.72	1	23000	1	68000	0
86000	1	80000	1	10000	1	72000	1
53000	0	9000	1	4000	1	73000	0
78000	1	40000	1	7000	1	72000	1
92000	1	67000	1	24000	1	79000	0
33000	0	11000	1	8000	0	43000	0
91000	0	10000	1	3000	1	5000	1
45000	0	23000	0	22000	1	23000	0
84000	1	25000	1	14000	1	112383.4	1
140844.3781	0	52000	1	73800.41	1	37000	1
46000	0	32000	1	52000	1	30000	1
37000	1	19000	1	62000	1	70000	0
67000	0	33000	1	63000	0	12000	0
18000	0	5000	0	44000	1	30000	1
25000	0	10000	1	20000	1	8000	1
36000	0	14000	1	63000	1	5000	1
30000	0	30000	0	35000	1	40000	0
43000	0	33000	1	73000	1	55000	0
27000	0	26000	1	55000	1	63000	1
23000	1	27000	0	71000	1	48000	0
53000	0	21000	1	37000	1	50000	1
37000	0	17000	1	49000	1	51000	0
39000	0	7000	1	66000	1	82000	0
71000	1	25000	1	42000	1	77000	1
53000	0	21000	1	12000	1	82000	0
61000	0	33000	0	23000	1	62000	0
12000	1	22000	1	6000	1	40000	0
25000	0	19000	0	10000	1	40000	1
53000	0	72000	0	45000	0	36000	1
20000	1	80000	0	65000	1	44000	1
37000	1	70000	1	52000	1	52000	0

Dodatak C

Ovaj dodatak sadrži sve podatke skupljene u drugom koraku prve faze empirijskog istraživanja vizuelizacija opisane u poglavlju 7.

Kodiranje podataka:

- BT — Vreme za bar graph, milisekunde
- BC — Poverenje korisnika u odgovor, skala 1-5
- BV — Ispravan odgovor za bar graph
 - 0 — Ne
 - 1 — Da
- X2T — Vreme za 2d paralelne koordinate, milisekunde
- X2C — Poverenje korisnika u odgovor, skala 1-5
- X2V — Ispravan odgovor za tabelu
 - 0 — Ne
 - 1 — Da
- S3T — Vreme za zvezdasti grafikon, linijski, milisekunde
- S3C — Poverenje korisnika u odgovor, skala 1-5
- S3V — Ispravan odgovor za zvezdasti grafikon, linijski
 - 0 — Ne
 - 1 — Da
- S9T — Vreme za zvezdasti grafikon, površinski, milisekunde
- S9C — Poverenje korisnika u odgovor, skala 1-5
- S9V — Ispravan odgovor za zvezdasti grafikon, površinski
 - 0 — Ne
 - 1 — Da

BV	BC	BT	X2V	X2C	X2T	S3V	S3C	S3T	S9V	S9C	S9T
1	4	33936	1	3	68334	0	5	74028	1	4	80286
1	4	51400	1	3	64447	0	3	76510	1	5	33502
1	4	58927	1	4	34224	0	4	74230	1	4	41280
1	4	14015	0	3	16551	0	3	33679	1	4	48591
1	3	76542	1	4	65159	0	3	74967	0	3	112374
1	5	13127	1	4	25519	1	5	13599	1	5	5976
1	3	74742	1	3	68888	0	4	69383	0	5	33144
0	5	45112	1	5	46477	1	5	55397	0	5	38880
1	4	87935	1	4	47295	1	4	33704	0	3	85495
1	4	59423	1	4	46207	1	4	43913	1	4	70935
1	5	112052	1	5	44949	1	4	53927	0	3	108219
1	5	18384	1	5	17279	1	5	6928	1	5	7537
0	2	33535	1	3	44136	0	2	7768	1	3	6536
1	4	51502	1	3	34583	0	4	10528	1	4	44014
1	4	48863	0	3	69023	1	4	54896	1	3	82895
0	5	42004	0	4	38646	1	3	41244	0	5	20934
1	3	26910	1	3	18104	0	3	37623	1	4	37288

BV	BC	BT	X2V	X2C	X2T	S3V	S3C	S3T	S9V	S9C	S9T
1	5	23007	1	5	63302	1	5	30048	1	5	29040
1	5	16744	1	5	16239	1	5	14505	1	4	25118
1	4	94878	1	3	44463	0	3	91358	1	4	34888
1	4	54014	1	5	48656	0	3	68222	1	3	46096
1	5	55496	1	3	60830	1	3	56056	1	4	74708
1	3	60792	1	4	54240	0	4	42312	1	3	45688
1	4	77436	1	3	81846	1	3	100931	1	4	17112
1	4	84703	1	4	135816	1	3	65983	1	5	41751
1	3	47041	1	3	50830	0	4	23097	1	3	53727
1	3	134743	1	4	56782	1	4	21620	1	4	31586
1	4	87423	1	4	69534	0	4	21183	0	3	70766
0	4	32544	0	4	25264	1	3	37399	0	3	95776
1	4	39711	1	4	34216	1	4	9792	1	4	27665
1	2	27913	1	2	37835	1	2	33064	0	2	75852
1	4	31008	0	3	46536	0	3	38270	1	5	51142
0	4	31272	0	3	25959	0	4	28963	1	4	13919
0	4	52119	1	4	48197	1	4	43407	1	4	96646
0	5	33079	0	5	59279	1	5	47753	0	5	44440
1	4	39878	1	3	33255	0	2	28759	0	3	11592
0	3	67087	1	3	55599	1	3	41263	1	3	42104
0	4	28465	1	5	26528	0	2	43112	1	4	49055
1	3	46608	1	3	91351	0	3	72306	1	3	81975
1	3	22535	1	5	25928	0	3	43295	1	3	24904
1	4	73180	1	3	47789	1	4	27999	1	3	28784
1	3	34884	1	3	46547	1	3	32032	1	3	14313
1	5	29007	1	5	31304	1	3	32079	1	3	32751

Dodatak D

Ovaj dodatak sadrži sve podatke skupljene u trećem koraku prve faze empirijskog istraživanja vizuelizacija opisane u poglavlju 7.

Kodiranje podataka:

- BT — Vreme za bar graph, milisekunde
- BC — Poverenje korisnika u odgovor, skala 1-5
- BV — Ispravan odgovor za bar graph
 - 0 — Ne
 - 1 — Da
- X2T — Vreme za 2d paralelne koordinate, milisekunde
- X2C — Poverenje korisnika u odgovor, skala 1-5
- X2V — Ispravan odgovor za tabelu
 - 0 — Ne
 - 1 — Da
- S3T — Vreme za zvezdasti grafikon, linijski, milisekunde
- S3C — Poverenje korisnika u odgovor, skala 1-5
- S3V — Ispravan odgovor za zvezdasti grafikon, linijski
 - 0 — Ne
 - 1 — Da
- S9T — Vreme za zvezdasti grafikon, površinski, milisekunde
- S9C — Poverenje korisnika u odgovor, skala 1-5
- S9V — Ispravan odgovor za zvezdasti grafikon, površinski
 - 0 — Ne
 - 1 — Da

BV	BC	BT	X2V	X2C	X2T	S3V	S3C	S3T	S9V	S9C	S9T
0	3	81646	1	4	47170	1	4	33131	0	3	56847
1	3	56766	1	4	22100	1	3	27344	1	3	40774
0	4	64564	1	5	35966	1	4	33766	1	4	35814
0	3	36309	1	3	36738	1	3	15642	1	3	54622
1	3	81962	1	3	64967	1	3	46002	1	3	155384
1	4	178242	1	4	24302	1	5	31557	1	5	24243
1	4	39477	1	4	297473	1	4	37752	1	4	52594
0	5	30476	1	4	106835	1	5	59793	1	4	64255
0	5	63089	1	3	62013	1	4	29886	1	5	46404
0	4	39133	0	3	59793	0	4	28421	0	4	45704
0	4	24566	1	3	68480	1	4	21936	1	4	32601
0	3	164612	1	3	70773	0	3	55931	1	3	77235
1	4	4618	1	4	3320	0	4	3301	0	2	4362
0	1	78774	1	5	49995	0	4	53210	0	2	91912
1	3	22200	1	3	33573	1	3	14695	1	3	26350
1	1	25632	1	2	19486	0	1	41692	0	1	99073
0	2	76326	1	4	37988	0	4	57027	0	3	93356
1	4	48737	1	4	22349	1	4	44565	1	4	48099

BV	BC	BT	X2V	X2C	X2T	S3V	S3C	S3T	S9V	S9C	S9T
0	4	108680	1	3	121235	1	4	138472	1	4	74323
1	4	28679	1	3	55858	0	3	40780	1	4	22511
0	4	83853	1	3	43530	1	2	65811	1	4	47756
1	3	57002	1	4	37394	1	3	19463	1	4	18277
1	5	19137	1	5	13991	1	5	49041	1	5	16192
1	5	47983	1	3	72079	1	4	33680	1	4	53344
0	2	60459	1	3	46323	1	3	26270	1	3	189291
1	4	48764	1	3	88301	1	3	18960	1	4	97092
0	4	56013	1	4	67817	0	1	68695	1	3	45025
0	3	17593	1	3	13471	1	3	10289	1	3	21316
1	4	85649	1	3	51819	1	4	56266	0	3	125980
0	3	79866	1	4	23623	0	4	43196	0	2	65162
0	3	35572	1	3	41591	1	3	54974	1	4	52404
0	4	24105	1	4	65418	1	4	21265	1	4	42425
0	2	36261	1	3	11614	1	3	14503	1	2	29479
0	3	90214	1	4	45130	0	5	61757	0	3	105705
1	5	94065	1	5	22617	1	5	59702	1	5	41812
1	4	27775	1	4	22579	1	4	39090	1	4	23504
0	3	41617	1	3	25218	1	3	28817	0	3	22481
0	4	26009	0	4	32322	0	3	22219	1	4	50548
1	4	25320	1	4	22403	1	4	8566	1	3	32185
1	3	24263	1	4	57696	1	4	31752	1	3	26824
0	4	27210	1	3	17756	1	4	19493	1	4	15237
1	4	69096	1	4	87384	1	4	85816	1	4	78072
0	4	114168	1	4	36704	1	4	34304	1	4	41367
1	4	104938	1	3	30863	1	4	54887	1	4	252589
1	3	48563	1	3	37094	1	3	49942	0	3	35387
1	3	150329	1	4	45359	1	4	20424	1	3	80496
1	4	234711	1	4	39854	1	4	41016	1	4	35342
1	3	65326	1	4	48344	1	5	11379	1	4	17233
0	4	30145	1	3	37675	1	4	37407	1	3	58023
1	4	16667	1	4	26590	1	4	25751	1	4	33635
1	1	14600	1	2	16271	1	2	18739	1	2	13708
0	5	92445	1	5	63157	1	5	62797	1	5	87554
0	4	124739	1	4	41007	1	4	62895	1	5	41623
0	4	68008	1	4	47366	1	4	20102	1	3	56626
1	3	43123	1	3	118007	1	4	56916	1	4	84190
0	5	26746	1	5	25799	1	5	95835	1	5	39575
1	2	38979	1	2	23238	0	2	64729	1	2	147220
1	5	56908	1	5	64504	1	4	46787	1	5	52051
0	3	56584	1	3	194789	1	4	29537	1	3	77117

Dodatak E

Ovaj dodatak sadrži izvorni kod softvera koji je odradio statističku analizu opisanu u poglavlju 7 implementiran u programskom jeziku R.

```
require(pander)
require(reshape)
require(MASS)
require(ggplot2)
require(pastecs)
require(car)
require(boot)
require(rms)
require(DAAG)
require(grid)
require(ez)
require(nlme)
require(multcomp)
require(WRS)
require(WRS2)
require(lme4)
library(car)

vp.factor.to.numeric <- function(l){
  r <- 1 * as.numeric(l == "Nimalo") +
    2 * as.numeric(l == "Malo") +
    3 * as.numeric(l == "Srednje") +
    4 * as.numeric(l == "Veoma") +
    5 * as.numeric(l == "Sasvim");
}

vp.util.rcontrast <- function(t, dof){
  r <- sqrt(t^2/(t^2 + dof));
  return(r);
}

vp.boxplot <- function(df, name, naslov="Boxplot", value = "Time", skala =
10, minsy = NA, maxsy = NA){
  ndf <- df
  ndf <- ndf[ndf$Val %in% name, c("Val", value)];
  gg <- ggplot(ndf, aes_string(x = "Val", y = value));
  gg <- gg + geom_boxplot();
  gg <- gg + scale_y_continuous(limits = c(minsy, maxsy), breaks =
round(seq(minsy, maxsy, by=skala), 1));
  gg <- gg + theme_grey() + labs(title = naslov, x = "", y = name);
  return(gg);
}

vp.meanplot <- function(df, name, naslov="Dijagram poredjenja", value =
"Time", skala = 10, minsy, maxsy){
  ndf <- df
  ndf <- ndf[ndf$Val %in% name, c("Val", value)];
  gg <- ggplot(ndf, aes_string(x = "Val", y = value));
  gg <- gg + scale_y_continuous(limits = c(minsy, maxsy), breaks =
round(seq(minsy, maxsy, by=skala), 1));
```

```

  gg <- gg + stat_summary(fun.y = mean,
position=position_dodge(width=0.95), geom = "bar", fill="white",
color="black");
  gg <- gg + stat_summary(fun.data = mean_cl_normal, geom = "errorbar",
color = "red");
  gg <- gg + theme_grey() + labs(title = naslov, x = "", y = "Time[ms]");
  return(gg);
}

vp.histplot <- function(df, name, naslov="Dijagram poredjenja", value =
"Time", bw = 10){
  ndf <- df
  ndf <- ndf[ndf$Val %in% name, c("Val", value)];
  gg <- ggplot(ndf, aes_string(x = value));
  gg <- gg + geom_histogram(binwidth = bw);
  gg <- gg + theme_grey() + labs(title = naslov, x = "");
  gg <- gg + facet_wrap(~ Val, nrow = 2, ncol=2);
  return(gg);
}

vp.qqplot <- function(df, name, naslov="QQ dijagram", value = "Time"){
  ndf <- df
  ndf <- ndf[ndf$Val %in% name, c("Val", value)];
  gg <- ggplot(ndf, aes_string(sample = value));
  gg <- gg + geom_point(stat = "qq");
  gg <- gg + theme_grey() + labs(title = naslov, x = "");
  gg <- gg + facet_wrap(~ Val, nrow = 2, ncol=2);
  return(gg);
}

vp.stackplot <- function(df, name, naslov="Stack dijagram", labels=c("Bar",
"X2d", "Star3k", "Star9kz"), baseline = "Bar"){
  ndf <- df
  ndf <- ndf[ndf$Val %in% name, c("Val", "Valid")];
  fdf <- data.frame(val = factor(x = c(1, 2, 3, 4), labels=labels), Valid =
logical(2*length(name)), freq = double(2*length(name)));
  fdf$val <- relevel(factor(rep(name, 2)), baseline);
  fdf$Valid <- c(rep(TRUE, length(name)), rep(FALSE, length(name)));
  tmp <- by(ndf[, "Valid"], ndf[, "Val"], table);
  tmp <- c(lapply(tmp[name], function(x) {return(100 * x[2]/(nrow(df) /
4));}), lapply(tmp[name], function(x) {return(100*x[1]/(nrow(df)/4));}));
  tmp <- sapply(unnamed(tmp), unnamed);
  fdf$freq <- tmp;
  gg <- ggplot(fdf, aes(factor(0), y=freq, fill= factor(Valid)));
  gg <- gg + geom_bar(width = 1, stat="identity");
  gg <- gg + scale_y_continuous(limits = c(0, 100));
  gg <- gg + facet_wrap(~ val, nrow=1, ncol=4);
  return(gg);
}

getWDF.s3 <- function(filename = "data-stage3.dat"){
  wdf <- read.delim(filename, header = TRUE);
  wdf
}

getWDF.s2 <- function(filename = "data-stage2.dat"){
  wdf <- read.delim(filename, header = TRUE);
  wdf
}

getWDF.s1 <- function(filename = "data-stage1.dat"){

```

```

wdf <- read.delim(filename, header = TRUE);
wdf
}

getLDF.s23 <- function(wdf) {
  ldf <- data.frame(
    UID = wdf$UID,
    TID = wdf$TID,
    Val = rep(c("Bar", "X2d", "Star3k", "Star9kz"), each=nrow(wdf)),
    Valid = c(wdf$Bar.Valid, wdf$X2d.Valid, wdf$Star3k.Valid,
wdf$Star9kz.Valid),
    Certainty = c(wdf$Bar.Certainty, wdf$X2d.Certainty,
wdf$Star3k.Certainty, wdf$Star9kz.Certainty),
    Time = c(wdf$Bar.Time, wdf$X2d.Time, wdf$Star3k.Time, wdf$Star9kz.Time)
  )
}

getLDF.s1 <- function(wdf) {
  ldf <- data.frame(
    UID = wdf$UID,
    TID = wdf$TID,
    Val = rep(c("Table", "Scatter", "X2d", "X3d"), each=nrow(wdf)),
    Valid = c(wdf$Table.Valid, wdf$Scatter.Valid, wdf$X2d.Valid,
wdf$X3d.Valid),
    Certainty = rep(NA, each=nrow(wdf)*4),
    Time = c(wdf$Table.Time, wdf$Scatter.Time, wdf$X2d.Time, wdf$X3d.Time)
  )
  ldf$Val <- relevel(ldf$Val, "Table");
  ldf
}

vp.run.repeated.mcnemar.s23 <- function(df, correct = TRUE, method =
"holm"){
  bar <- df[df$Val == "Bar", "Valid"]
  X2d <- df[df$Val == "X2d", "Valid"]
  s3 <- df[df$Val == "Star3k", "Valid"]
  s9 <- df[df$Val == "Star9kz", "Valid"]
  m1 <- mcnemar.test(table(bar, X2d), correct = TRUE)
  m2 <- mcnemar.test(table(bar, s3), correct = TRUE)
  m3 <- mcnemar.test(table(bar, s9), correct = TRUE)
  m4 <- mcnemar.test(table(X2d, s3), correct = TRUE)
  m5 <- mcnemar.test(table(X2d, s9), correct = TRUE)
  m6 <- mcnemar.test(table(s3, s9), correct = TRUE)
  rez <- data.frame(
    Name = c(m1$data.name, m2$data.name, m3$data.name, m4$data.name,
m5$data.name, m6$data.name),
    P = c(m1$p.value, m2$p.value, m3$p.value, m4$p.value, m5$p.value,
m6$p.value)
  )
  rez$P <- p.adjust(rez$P, method = method);
  return(rez)
}

vp.run.repeated.mcnemar.s1 <- function(df, correct = TRUE, method =
"holm"){
  tbl <- df[df$Val == "Table", "Valid"]
  scatter <- df[df$Val == "Scatter", "Valid"]
  X2 <- df[df$Val == "X2d", "Valid"]
  X3 <- df[df$Val == "X3d", "Valid"]
  m1 <- mcnemar.test(table(tbl, scatter), correct = TRUE)
  m2 <- mcnemar.test(table(tbl, X2), correct = TRUE)
}

```

```

m3 <- mcnemar.test(table(tbl, X3), correct = TRUE)
m4 <- mcnemar.test(table(scatter, X2), correct = TRUE)
m5 <- mcnemar.test(table(scatter, X3), correct = TRUE)
m6 <- mcnemar.test(table(X2, X3), correct = TRUE)
rez <- data.frame(
  Name = c(m1$data.name, m2$data.name, m3$data.name, m4$data.name,
m5$data.name, m6$data.name),
  P = c(m1$p.value, m2$p.value, m3$p.value, m4$p.value, m5$p.value,
m6$p.value)
)
rez$P <- p.adjust(rez$P, method = method);
return(rez)
}

vp.tests.logreg <- function(df){
  m <- glmer(Valid ~ Val + (1|UID), data = df, family = binomial, control =
glmerControl(optimizer = "bobyqa"), nAGQ = 10)
  se <- sqrt(diag(vcov(m)));
  tab <- cbind(sredina = fixef(m), dole = fixef(m) - 1.96 * se, gore =
fixef(m) + 1.96 * se)
  tab <- exp(tab);
  return(tab);
}

cProportion <- function(l, value, na.rm = TRUE){
  if(na.rm){
    x <- na.omit(l)
  }else{
    x <- l
  }
  m = length(which(l == value))
  n = length(l)
  m/n
}

cIntervalProp <- function(l, value, alpha = 0.05, na.rm = TRUE){
  p = cProportion(l, value, na.rm)
  if(na.rm){
    x <- na.omit(l)
  }else{
    x <- l
  }
  n <- length(x)
  rez <- qnorm(1 - alpha/2) * sqrt(p * (1-p)/n)
  rez
}

cIntervalProp2 <- function(p, n, alpha = 0.05){
  rez <- qnorm(1 - alpha/2) * sqrt(p * (1-p)/n)
  rez
}

cAllIntervals.s23 <- function(df){
  num <- length(df$Bar.Valid);
  rez <- t(
    cbind(
      c(
        "Bar",
        cProportion(df$Bar.Valid, TRUE) -
cIntervalProp2(cProportion(df$Bar.Valid, TRUE), num),

```

```

      cProportion(df$Bar.Valid, TRUE) +
cIntervalProp2(cProportion(df$Bar.Valid, TRUE), num)
    ),
    c(
      "Star3k",
      cProportion(df$Star3k.Valid, TRUE) -
cIntervalProp2(cProportion(df$Star3k.Valid, TRUE), num),
      cProportion(df$Star3k.Valid, TRUE) +
cIntervalProp2(cProportion(df$Star3k.Valid, TRUE), num)
    ),
    c(
      "Star9kz",
      cProportion(df$Star9kz.Valid, TRUE) -
cIntervalProp2(cProportion(df$Star9kz.Valid, TRUE), num),
      cProportion(df$Star9kz.Valid, TRUE) +
cIntervalProp2(cProportion(df$Star9kz.Valid, TRUE), num)
    ),
    c(
      "X2d",
      cProportion(df$X2d.Valid, TRUE) -
cIntervalProp2(cProportion(df$X2d.Valid, TRUE), num),
      cProportion(df$X2d.Valid, TRUE) +
cIntervalProp2(cProportion(df$X2d.Valid, TRUE), num)
    )
  )
);
rez
}

```

```

cAllIntervals.s1 <- function(df) {
  num <- length(df$Table.Valid);
  rez <- t(
    cbind(
      c(
        "Table",
        cProportion(df$Table.Valid, TRUE) -
cIntervalProp2(cProportion(df$Table.Valid, TRUE), num),
        cProportion(df$Table.Valid, TRUE) +
cIntervalProp2(cProportion(df$Table.Valid, TRUE), num)
      ),
      c(
        "Scatter",
        cProportion(df$Scatter.Valid, TRUE) -
cIntervalProp2(cProportion(df$Scatter.Valid, TRUE), num),
        cProportion(df$Scatter.Valid, TRUE) +
cIntervalProp2(cProportion(df$Scatter.Valid, TRUE), num)
      ),
      c(
        "X2d",
        cProportion(df$X2d.Valid, TRUE) -
cIntervalProp2(cProportion(df$X2d.Valid, TRUE), num),
        cProportion(df$X2d.Valid, TRUE) +
cIntervalProp2(cProportion(df$X2d.Valid, TRUE), num)
      ),
      c(
        "X3d",
        cProportion(df$X3d.Valid, TRUE) -
cIntervalProp2(cProportion(df$X3d.Valid, TRUE), num),
        cProportion(df$X3d.Valid, TRUE) +
cIntervalProp2(cProportion(df$X3d.Valid, TRUE), num)
      )
    )
  )
}

```

```

    )
  );
  rez
}

vp.tests.scoreAnova <- function(df) {
  ldf2 <- data.frame(
    UID = df$UID,
    Val = df$Val,
    Score = (df$Valid == TRUE) * df$Certainty + (df$Valid == FALSE) * -
df$Certainty
  );
  rez <- rmanovab(ldf2$Score, ldf2$Val, ldf2$UID, tr = 0.2, nboot = 2000);
  rez
}

vp.tests.scorePostHoc <- function(df) {
  ldf2 <- data.frame(
    UID = df$UID,
    Val = df$Val,
    Score = (df$Valid == TRUE) * df$Certainty + (df$Valid == FALSE) * -
df$Certainty
  );
  rez <- rmmcp(ldf2$Score, ldf2$Val, ldf2$UID, tr = 0.2);
  rez
}

vp.tests.timeAnova <- function(df) {
  ldf2 <- data.frame(
    UID = df$UID,
    Val = df$Val,
    Time = df$Time
  );
  rez <- rmanova(ldf2$Time, ldf2$Val, ldf2$UID, tr = 0.2wdf);
  rez
}

vp.tests.timePostHoc <- function(df) {
  ldf2 <- data.frame(
    UID = df$UID,
    Val = df$Val,
    Time = df$Time
  );
  rez <- rmmcp(ldf2$Time, ldf2$Val, ldf2$UID, tr = 0.2);
  rez
}

vp.tests.certaintyAnova <- function(df) {
  ldf2 <- data.frame(
    UID = df$UID,
    Val = df$Val,
    Certainty = df$Certainty
  );
  rez <- rmanovab(ldf2$Certainty, ldf2$Val, ldf2$UID, tr = 0.2, nboot =
2000);
  rez
}

vp.tests.certaintyPostHoc <- function(df) {
  ldf2 <- data.frame(
    UID = df$UID,

```

```
    Val = df$Val,  
    Certainty = df$Certainty  
  );  
  rez <- rmmcp(ldf2$Certainty, ldf2$Val, ldf2$UID, tr = 0.2);  
  rez  
}
```

Dodatak F

Ovaj dodatak sadrži sve podatke skupljene iz literature o distribuciji scenarija evaluacije vizuelizacije u literaturi. Svaka stavka pokazuje koji je rad u pitanju, DOI rada, prisustvo različitih scenarija, i broj ispitanika, ako ih je bilo.

Kodiranje podataka skupljenih i adaptiranih iz (Lam i ostali 2012; T. Isenberg i ostali 2013):

- UWP – prisustvo UWP scenarija
 - 0 – nije prisutno
 - 1 – jeste prisutno
 - NA – nije poznato
- VDAR – prisustvo VDAR scenarija
 - 0 – nije prisutno
 - 1 – jeste prisutno
 - NA – nije poznato
- CTV – prisustvo CTV scenarija
 - 0 – nije prisutno
 - 1 – jeste prisutno
 - NA – nije poznato
- CDA – prisustvo CDA scenarija
 - 0 – nije prisutno
 - 1 – jeste prisutno
 - NA – nije poznato
- UP – prisustvo UP scenarija
 - 0 – nije prisutno
 - 1 – jeste prisutno
 - NA – nije poznato
- UE – prisustvo UE scenarija
 - 0 – nije prisutno
 - 1 – jeste prisutno
 - NA – nije poznato
- AP – prisustvo UE scenarija
 - 0 – nije prisutno
 - 1 – jeste prisutno
 - NA – nije poznato
- QRI – prisustvo QRI scenarija
 - 0 – nije prisutno
 - 1 – jeste prisutno
 - NA – nije poznato

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Computing Morse-Smale Complexes with Accurate Geometry	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.209	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Visualization of Temporal Similarity in Field Data	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.284	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Visualizing Nuclear Scission through a Multifield Extension of Topological Analysis	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.287	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Augmented Topological Descriptors of Pore Networks for Material Science	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.200	0	0	0	0	0	0	1	1	0
KnotPad: Visualizing and Exploring Knot Theory with Fluid Reidemeister Moves	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.242	0	0	0	0	1	1	0	1	18
Visualization of Electrostatic Dipoles in Molecular Dynamics of Metal Oxides	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.282	0	0	0	0	0	1	0	1	NA
Cumulative Heat Diffusion Using Volume Gradient Operator for Volume Analysis	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.210	0	0	0	0	0	0	1	1	0
A Novel Approach to Visualizing Dark Matter Simulations	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.187	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Visual Data Analysis as an Integral Part of Environmental Management	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.278	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Evaluation of Fast-Forward Video Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.222	0	0	0	0	1	1	0	0	24
Human Computation in Visualization: Using Purpose Driven Games for Robust Evaluation of Visualization Algorithms	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.234	0	0	0	0	1	0	1	1	261
Evaluation of Multivariate Visualization on a Multivariate Task	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.223	0	0	0	0	1	0	0	0	12
A Data-Driven Approach to Hue-Preserving Color-Blending	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.186	1	0	0	0	0	0	0	1	120
Effects of Stereo and Screen Size on the Legibility of Three-Dimensional Streamtube Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.216	1	0	0	0	1	1	0	0	12
Analysis of Streamline Separation at Infinity Using Time-Discrete Markov Chains	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.198	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Derived Metric Tensors for Flow Surface Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.211	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Lagrangian Coherent Structures for Design Analysis of Revolving Doors	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.243	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Turbulence Visualization at the Terascale on Desktop PCs	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.274	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Automatic Detection and Visualization of Qualitative Hemodynamic Characteristics in Cerebral Aneurysms	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.202	1	1	0	0	0	1	1	1	6
Visualization of Astronomical Nebulae via Distributed Multi-GPU Compressed Sensing Tomography	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.281	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Visualization of Flow Behavior in Earth Mantle Convection	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.283	1	0	0	0	0	0	1	1	2
Interactive Retro-Deformation of Terrain for Reconstructing 3D Fault Displacements	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.239	0	1	0	0	0	0	0	1	NA
A Visual Analysis Concept for the Validation of Geoscientific Simulation Models	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.190	0	1	0	0	0	0	0	0	0
SeiVis: An Interactive Visual Subsurface Modeling Application	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.259	1	0	0	0	0	1	1	1	NA
WYSIWYP: What You See Is What You Pick	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.292	0	0	0	0	1	0	0	1	20
Efficient Structure-Aware Selection Techniques for 3D Point Cloud Visualizations with 2DOF Input	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.217	0	0	0	0	1	1	0	0	12
Sketching Uncertainty into Simulations	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.261	0	0	0	0	0	1	0	0	12
A Perceptual-Statistics Shading Model	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.188	0	0	0	0	1	0	1	0	40
Visual Steering and Verification of Mass Spectrometry Data Factorization in Air Quality Research	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.280	1	0	0	0	0	1	0	1	NA
Interactive Volume Exploration of Petascale Microscopy Data Streams Using a Visualization-Driven Virtual Memory Approach	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.240	0	0	0	0	0	0	1	0	0
An Adaptive Prediction-Based Approach to Lossless Compression of Floating-Point Volume Data	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.194	0	0	0	0	0	0	1	0	0

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
On the Interpolation of Data with Normally Distributed Uncertainty for Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.249	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Coherency-Based Curve Compression for High-Order Finite Element Model Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.206	0	0	0	0	0	0	1	0	0
ELVis: A System for the Accurate and Interactive Visualization of High-Order Finite Element Solutions	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.218	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Fuzzy Volume Rendering	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.227	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Automatic Tuning of Spatially Varying Transfer Functions for Blood Vessel Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.203	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Hierarchical Exploration of Volumes Using Multilevel Segmentation of the Intensity-Gradient Histograms	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.231	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Historygrams: Enabling Interactive Global Illumination in Direct Volume Rendering using Photon Mapping	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.232	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Structure-Aware Lighting Design for Volume Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.267	0	0	0	0	0	1	0	1	99
Multivariate Data Analysis Using Persistence-Based Filtering and Topological Signatures	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.248	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Surface-Based Structure Analysis and Visualization for Multifield Time-Varying Datasets	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.269	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Saliency-Assisted Navigation of Very Large Landscape Images	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.231	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Hierarchical Event Selection for Video Storyboards with a Case Study on Snooker Video Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.208	0	0	0	0	0	1	0	1	15
Artificial Defocus for Displaying Markers in Microscopy Z-Stacks	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.168	0	0	0	0	1	0	0	1	22
Visualization of Topological Structures in Area-Preserving Maps	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.254	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Multi-Touch Table System for Medical Visualization: Application to Orthopedic Surgery Planning	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.224	1	1	0	0	0	1	1	0	55
Load-Balanced Parallel Streamline Generation on Large Scale Vector Fields	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.219	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Extinction-Based Shading and Illumination in GPU Volume Ray-Casting	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.198	0	0	0	0	0	0	1	0	0
GPU-Based Interactive Cut-Surface Extraction From High-Order Finite Element Fields	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.206	0	0	0	0	0	0	1	1	0
GPU-based Real-Time Approximation of the Ablation Zone for Radiofrequency Ablation	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.207	0	0	0	0	0	1	1	1	3
Feature-Based Statistical Analysis of Combustion Simulation Data	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.199	0	0	0	0	0	0	1	1	NA
Quasi Interpolation With Voronoi Splines	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.230	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Topological Spines: A Structure-preserving Visual Representation of Scalar Fields	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.244	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Towards Robust Topology of Sparsely Sampled Data	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.245	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Visualization of AMR Data With Multi-Level Dual-Mesh Interpolation	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.252	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Nodes on Ropes: A Comprehensive Data and Control Flow for Steering Ensemble Simulations	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.225	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Interactive, Graph-based Visual Analysis of High-dimensional, Multi-parameter Fluorescence Microscopy Data in Toponomics	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.217	1	1	0	0	0	1	1	1	NA
Tuner: Principled Parameter Finding for Image Segmentation Algorithms Using Visual Response Surface Exploration	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.248	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Branching and Circular Features in High Dimensional Data	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.177	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Features in Continuous Parallel Coordinates	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.200	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
About the Influence of Illumination Models on Image Comprehension in Direct Volume Rendering	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.161	0	0	0	0	1	1	0	0	55
Automatic Transfer Functions Based on Informational Divergence	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.173	0	0	0	0	0	0	1	1	0
The Effect of Colour and Transparency on the Perception of Overlaid Grids	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.242	0	0	0	0	1	1	0	0	15
Flow Radar Glyphs—Static Visualization of Unsteady Flow with Uncertainty	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.203	0	0	0	0	0	0	0	1	0
iView: A Feature Clustering Framework for Suggesting Informative Views in Volume Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.218	0	0	0	0	1	0	1	1	9
Volume Analysis Using Multimodal Surface Similarity	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.258	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Asymmetric Tensor Field Visualization for Surfaces	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.170	0	1	0	0	0	0	0	1	2
An Interactive Local Flattening Operator to Support Digital Investigations on Artwork Surfaces	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.165	1	0	0	0	0	0	1	1	0
Context Preserving Maps of Tubular Structures	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.182	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Authalic Parameterization of General Surfaces Using Lie Advection	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.171	0	0	0	0	0	0	1	1	0
TransGraph: Hierarchical Exploration of Transition Relationships in Time-Varying Volumetric Data	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.246	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Voronoi-Based Extraction and Visualization of Molecular Paths	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.259	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Symmetry in Scalar Field Topology	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.236	0	0	0	0	0	0	1	1	0
A Scale Space Based Persistence Measure for Critical Points in 2D Scalar Fields	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.159	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Evaluation of Trend Localization with Multi-Variate Visualizations	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.194	0	0	0	0	1	0	0	0	18
Straightening Tubular Flow for Side-by-Side Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.235	1	0	0	0	0	1	1	1	NA
Vortex Visualization in Ultra Low	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.260	0	1	0	0	0	0	0	1	0

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Reynolds Number Insect Flight										
Two-Dimensional Time-Dependent Vortex Regions Based on the Acceleration Magnitude	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.249	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Adaptive Extraction and Quantification of Geophysical Vortices	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.162	0	0	0	0	0	0	1	1	0
FoamVis: Visualization of 2D Foam Simulation Data	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.204	0	0	0	0	0	0	0	1	0
WYSIWYG (What You See is What You Get) Volume Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.261	0	0	0	0	0	1	1	1	NA
Interactive Volume Visualization of General Polyhedral Grids	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.216	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Image Plane Sweep Volume Illumination	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.211	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Interactive Multiscale Tensor Reconstruction for Multiresolution Volume Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.214	0	0	0	0	0	0	1	1	0
An Efficient Direct Volume Rendering Approach for Dichromats	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.164	0	0	0	0	0	1	1	1	25
Interactive Virtual Probing of 4D MRI Blood-Flow	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.215	0	0	0	0	0	1	1	1	4
Crepuscular Rays for Tumor Accessibility Planning	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.184	0	0	0	0	0	1	0	0	15
Distance Visualization for Interactive 3D Implant Planning	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.189	1	0	0	0	1	1	1	1	30
The FLOWLENS: A Focus-and-Context Visualization Approach for Exploration of Blood Flow in Cerebral Aneurysms	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.243	1	0	0	0	0	1	0	1	3
Projection-Based Metal-Artifact Reduction for Industrial 3D X-ray Computed Tomography	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.228	0	0	0	0	0	0	0	1	0
On the Fractal Dimension of Isosurfaces	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.182	0	0	0	0	0	0	0	0	0
An Information-theoretic Framework for Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.132	0	0	0	0	0	0	0	0	0
An Information-Theoretic Framework for Flow Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.131	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Streak Lines as Tangent Curves of a Derived Vector Field	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.198	0	0	0	0	0	0	1	1	0

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
A Curved Ray Camera for Handling Occlusions through Continuous Multiperspective Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.127	0	0	0	0	1	0	1	1	47
Special Relativistic Visualization by Local Ray Tracing	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.196	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Computing Robustness and Persistence for Images	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.139	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Browsing Large Image Datasets through Voronoi Diagrams	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.136	0	0	0	0	1	1	0	1	5
Visual Exploration of High Dimensional Scalar Functions	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.213	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Two-Phase Mapping for Projecting Massive Data Sets	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.207	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Discontinuities in Continuous Scatter Plots	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.146	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Spatial Conditioning of Transfer Functions Using Local Material Distributions	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.195	1	1	0	0	0	0	1	1	NA
Exploded View Diagrams of Mathematical Surfaces	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.151	0	0	0	0	0	0	1	1	0
IRIS: Illustrative Rendering for Integral Surfaces	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.173	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Illustrative Stream Surfaces	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.166	0	0	0	0	0	1	1	1	1
Exploration of 4D MRI Blood Flow using Stylistic Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.153	0	0	0	0	0	1	0	0	4
Supine and Prone Colon Registration Using Quasi-Conformal Mapping	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.200	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Uncertainty-Aware Guided Volume Segmentation	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.208	0	0	0	0	0	0	1	1	7
Exploration and Visualization of Segmentation Uncertainty using Shape and Appearance Prior Information	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.152	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Edge Aware Anisotropic Diffusion for 3D Scalar Data	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.147	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Interactive Histology of Large-Scale Biomedical Image Stacks	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.168	0	0	0	0	1	1	1	1	2
Articulated Planar Reformation for Change Visualization in Small Animal Imaging	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.134	0	1	0	0	0	1	1	0	2

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Volumetric Modeling in Laser BPH Therapy Simulation	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.221	0	0	0	0	0	1	1	1	44
Scalable Multi-variate Analytics of Seismic and Satellite-based Observational Data	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.192	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Noodles: A Tool for Visualization of Numerical Weather Model Ensemble Uncertainty	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.181	1	0	0	0	0	1	0	1	2
Analysis of Recurrent Patterns in Toroidal Magnetic Fields	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.133	0	0	0	0	0	0	0	1	NA
Interactive Visualization of Hyperspectral Images of Historical Documents	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.172	1	0	0	0	0	1	0	0	NA
Interactive Visual Analysis of Multiple Simulation Runs Using the Simulation Model View: Understanding and Tuning of an Electronic Unit Injector	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.171	0	1	0	0	0	1	1	0	1
World Lines	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.223	0	0	0	0	0	1	0	1	1
Result-Driven Exploration of Simulation Parameter Spaces for Visual Effects Design	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.190	0	0	0	0	1	1	1	1	12
Visual Optimality and Stability Analysis of 3DCT Scan Positions	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.214	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Pre-Integrated Volume Rendering with Non-Linear Gradient Interpolation	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.187	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Gradient Estimation Revitalized	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.160	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Direct Interval Volume Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.145	0	0	0	0	0	0	1	1	0
VDVR: Verifiable Volume Visualization of Projection-Based Data	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.211	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Fast High-Quality Volume Ray Casting with Virtual Samplings	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.155	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Efficient High-Quality Volume Rendering of SPH Data	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.148	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Fast, Memory-Efficient Cell Location in Unstructured Grids for Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.156	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Visualization by Proxy: A Novel Framework for Deferred Interaction with Volume Data	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.215	0	0	0	0	0	0	1	1	0

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Interactive Vector Field Feature Identification	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.170	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Interactive Separating Streak Surfaces	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.169	0	0	0	0	0	0	1	1	0
View-Dependent Streamlines for 3D Vector Fields	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.212	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Visualizing Flow Trajectories Using Locality-based Rendering and Warped Curve Plots	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.218	0	0	0	0	0	0	1	1	2
Superquadric Glyphs for Symmetric Second-Order Tensors	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.199	0	0	0	0	0	0	0	1	0
TanGeoMS: Tangible Geospatial Modeling System	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.202	0	0	0	0	0	1	0	1	NA
F13D: Direct-Touch Interaction for the Exploration of 3D Scientific Visualization Spaces	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.157	0	0	0	0	1	1	0	0	14
A Scalable Distributed Paradigm for Multi-User Interaction with Tiled Rear Projection Display Walls	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.128	0	0	0	0	0	0	1	1	NA
Projector Placement Planning for High Quality Visualizations on Real-World Colored Objects	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2010.189	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Loop surgery for volumetric meshes: Reeb graphs reduced to contour trees	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.163	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Applying Manifold Learning to Plotting Approximate Contour Trees	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.119	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Intrinsic Geometric Scale Space by Shape Diffusion	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.159	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Multi-Scale Surface Descriptors	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.168	0	0	0	0	0	0	1	1	0
A User Study to Compare Four Uncertainty Visualization Methods for 1D and 2D Datasets	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.114	0	0	0	0	1	0	0	0	27
Comparing 3D Vector Field Visualization Methods: A User Study	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.126	1	0	0	0	1	1	0	0	20
Verifiable Visualization for Isosurface Extraction	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.194	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Curve-Centric Volume Reformation for Comparative Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.136	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Predictor-Corrector Schemes for Visualization of Smoothed Particle Hydrodynamics Data	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.173	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Exploring the Millennium Run - Scalable Rendering of Large-Scale Cosmological Datasets	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.142	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Interactive Streak Surface Visualization on the GPU	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.154	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Time and Streak Surfaces for Flow Visualization in Large Time-Varying Data Sets	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.190	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Hue-Preserving Color Blending	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.150	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Perception-Based Transparency Optimization for Direct Volume Rendering	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.172	0	0	0	0	1	1	0	1	20
A Physiologically-based Model for Simulation of Color Vision Deficiency	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.113	0	0	0	0	1	0	0	1	30
Depth-Dependent Halos: Illustrative Rendering of Dense Line Data	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.138	0	0	0	0	0	1	1	1	4
Markerless View-Independent Registration of Multiple Distorted Projectors on Extruded Surfaces Using an Uncalibrated Camera	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.166	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Color Seamlessness in Multi-Projector Displays Using Constrained Gamut Morphing	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.124	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Visual Human+Machine Learning	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.199	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Interactive Visual Optimization and Analysis for RFID Benchmarking	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.156	0	1	0	0	0	1	0	0	3
A Visual Approach to Efficient Analysis and Quantification of Ductile Iron and Reinforced Sprayed Concrete	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.115	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Interactive Visual Analysis of Complex Scientific Data as Families of Data Surfaces	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.155	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Visualization and Exploration of Temporal Trend Relationships in	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.200	0	0	0	0	0	0	1	1	0

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Multivariate Time-Varying Data										
Isosurface Extraction and View-Dependent Filtering from Time-Varying Fields Using Persistent Time-Octree (PTOT)	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.160	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Visual Exploration of Climate Variability Changes Using Wavelet Analysis	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.197	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Interactive Coordinated Multiple-View Visualization of Biomechanical Motion Data	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.152	0	0	0	0	0	1	0	1	NA
Interactive Visualization of Molecular Surface Dynamics	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.157	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Stress Tensor Field Visualization for Implant Planning in Orthopedics	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.184	0	0	0	0	0	1	0	1	5
Visual Exploration of Nasal Airflow	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.198	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Sampling and Visualizing Creases with Scale-Space Particles	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.177	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Volume Illustration of Muscle from Diffusion Tensor Images	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.203	0	0	0	0	0	1	1	1	5
A Novel Interface for Interactive Exploration of DTI Fibers	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.112	0	0	0	0	0	1	1	1	5
Parameter Sensitivity Visualization for DTI Fiber Tracking	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.170	0	0	0	0	0	1	0	1	3
Exploring 3D DTI Fiber Tracts with Linked 2D Representations	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.141	0	0	0	0	0	1	1	1	4
Coloring 3D Line Fields Using Boy's Real Projective Plane Immersion	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.125	0	0	0	0	0	0	0	1	0
The Occlusion Spectrum for Volume Classification and Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.189	0	0	0	0	0	1	0	1	NA
Structuring Feature Space: A Non-Parametric Method for Volumetric Transfer Function Generation	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.185	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Automatic Transfer Function Generation Using Contour Tree Controlled Residue Flow Model and Color Harmonics	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.120	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
An interactive visualization tool for multi-channel confocal microscopy data in neurobiology research	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.118	0	0	0	0	0	1	1	1	NA
BrainGazer - Visual Queries for Neurobiology Research	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.121	0	0	0	0	0	1	0	1	NA
Scalable and Interactive Segmentation and Visualization of Neural Processes in EM Datasets	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.178	0	0	0	0	1	1	1	1	6
Multimodal Vessel Visualization of Mouse Aorta PET/CT Scans	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.169	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Quantitative Texton Sequences for Legible Bivariate Maps	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.175	0	0	0	0	1	0	0	0	24
Continuous Parallel Coordinates	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.131	0	0	0	0	0	0	1	1	0
VisMashup: Streamlining the Creation of Custom Visualization Applications	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.195	0	0	0	0	0	1	0	1	NA
Focus+Context Route Zooming and Information Overlay in 3D Urban Environments	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.144	0	0	0	0	0	1	0	1	25
Kd-Jump: a Path-Preserving Stackless Traversal for Faster Isosurface Raytracing on GPUs	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.161	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Mapping High-Fidelity Volume Rendering for Medical Imaging to CPU, GPU and Many-Core Architectures	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.164	0	0	0	0	0	1	1	0	5
Volume Ray Casting with Peak Finding and Differential Sampling	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.204	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Interactive Volume Rendering of Functional Representations in Quantum Chemistry	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.158	0	0	0	0	0	0	1	1	0
GL4D: A GPU-based Architecture for Interactive 4D Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.147	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Decoupling Illumination from Isosurface Generation Using 4D Light Transport	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.137	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Supercubes: A High-Level Primitive for Diamond Hierarchies	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.186	0	0	0	0	0	0	1	0	0
High-Quality, Semi-Analytical Volume	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.149	0	0	0	0	0	0	1	1	0

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Rendering for AMR Data										
Texture-based Transfer Functions for Direct Volume Rendering	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.169	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Volume MLS Ray Casting	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.186	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Size-based Transfer Functions: A New Volume Exploration Technique	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.162	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Direct Volume Editing	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.120	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Smoke Surfaces: An Interactive Flow Visualization Technique Inspired by Real-World Flow Experiments	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.163	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Generation of Accurate Integral Surfaces in Time-Dependent Vector Fields	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.133	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Visualizing Particle/Flow Structure Interactions in the Small Bronchial Tubes	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.183	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Interactive Visualization and Analysis of Transitional Flow	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.146	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Continuous Scatterplots	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.119	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Extensions of Parallel Coordinates for Interactive Exploration of Large Multi-Timepoint Data Sets	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.131	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Vectorized Radviz and Its Application to Multiple Cluster Datasets	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.173	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Effective Visualization of Short Routes	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.124	0	0	0	0	1	1	0	1	40
Brushing of Attribute Clouds for the Visualization of Multivariate Data	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.116	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Visualizing Temporal Patterns in Large Multivariate Data using Modified Globbing	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.184	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Interactive Comparison of Scalar Fields Based on Largest Contours with Applications to Flow Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.143	0	0	0	0	0	0	1	1	0

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Surface Extraction from Multi-field Particle Volume Data Using Multi-dimensional Cluster Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.167	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Sinus Endoscopy - Application of Advanced GPU Volume Rendering for Virtual Endoscopy	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.161	0	0	0	0	0	1	1	1	NA
Glyph-Based SPECT Visualization for the Diagnosis of Coronary Artery Disease	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.136	0	0	0	0	1	1	0	1	NA
Interactive Volume Exploration for Feature Detection and Quantification in Industrial CT Data	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.147	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Interactive Blood Damage Analysis for Ventricular Assist Devices	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.142	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Box Spline Reconstruction On The Face-Centered Cubic Lattice	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.115	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Smooth Surface Extraction from Unstructured Point-based Volume Data Using PDEs	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.164	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Particle-based Sampling and Meshing of Surfaces in Multimaterial Volumes	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.154	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Importance-Driven Time-Varying Data Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.140	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Visualizing Multiwavelength Astrophysical Data	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.182	1	0	0	0	0	0	0	1	0
Visiting the Godel Universe	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.177	0	0	0	0	0	0	1	1	0
The Seismic Analyzer: Interpreting and Illustrating 2D Seismic Data	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.170	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Hypothesis Generation in Climate Research with Interactive Visual Data Exploration	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.139	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Novel interaction techniques for neurosurgical planning and stereotactic navigation	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.150	1	0	0	0	0	0	0	1	NA
Visualization of Myocardial Perfusion Derived from Coronary Anatomy	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.180	0	0	0	0	0	1	1	1	2
Effective visualization of complex vascular structures using a non-parametric	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.123	0	0	0	0	0	1	0	1	12

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
vessel detection method										
Visualization of Cellular and Microvascular Relationships	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.179	0	0	0	0	0	0	1	1	0
A Practical Approach to Morse-Smale Complex Computation: Scalability and Generality	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.110	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Invariant Crease Lines for Topological and Structural Analysis of Tensor Fields	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.148	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Estimating Crossing Fibers: A Tensor Decomposition Approach	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.128	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Geodesic Distance-weighted Shape Vector Image Diffusion	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.134	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Edge Groups: An Approach to Understanding the Mesh Quality of Marching Methods	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.122	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Revisiting Histograms and Isosurface Statistics	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.160	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Visibility-driven Mesh Analysis and Visualization through Graph Cuts	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.176	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Text Scaffolds for Effective Surface Labeling	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.168	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Relation-Aware Volume Exploration Pipeline	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.159	0	0	0	0	0	0	0	1	0
VisComplete: Automating Suggestions for Visualization Pipelines	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.174	0	0	0	0	0	0	0	1	30
Interactive Visual Steering - Rapid Visual Prototyping of a Common Rail Injection System	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.145	0	0	0	0	0	0	0	1	0
AD-Frustum: Adaptive Frustum Tracing for Interactive Sound Propagation	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.111	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Query-Driven Visualization of Time-Varying Adaptive Mesh Refinement Data	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.157	0	0	0	0	0	0	1	1	0
A Comparison of the Perceptual Benefits of Linear Perspective and Physically-Based Illumination for	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.108	0	0	0	0	1	0	0	0	17

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Display of Dense 3D Streamtubes										
Focus+Context Visualization with Distortion Minimization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.132	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Color Design for Illustrative Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.118	0	0	0	0	1	0	0	1	72
An Efficient Naturalness-Preserving Image-Recoloring Method for Dichromats	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.112	0	0	0	0	0	1	1	0	14
Effects of Video Placement and Spatial Context Presentation on Path Reconstruction Tasks with Contextualized Videos	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2008.126	0	0	0	0	1	1	0	0	36
Illustrative Deformation for Data Exploration	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70565	0	0	0	0	0	1	1	1	NA
An Effective Illustrative Visualization Framework Based on Photoc Extremum Lines (PELs)	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70538	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Semantic Layers for Illustrative Volume Rendering	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70591	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Enhancing Depth-Perception with Flexible Volumetric Halos	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70555	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Tile-based Level of Detail for the Parallel Age	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70587	0	0	0	0	0	0	1	0	0
A Unified Paradigm For Scalable Multi-Projector Displays	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70536	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Registration Techniques for Using Imperfect and Partially Calibrated Devices in Planar Multi-Projector Displays	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70586	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Time Dependent Processing in a Parallel Pipeline Architecture	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70600	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Multifield Visualization Using Local Statistical Complexity	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70615	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Interactive Visual Analysis of Perfusion Data	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70569	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Variable Interactions in Query-Driven Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70609	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Visual Analysis of the Air Pollution Problem in Hong Kong	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70613	0	0	0	0	0	1	0	1	NA

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Topological Landscapes: A Terrain Metaphor for Scientific Data	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70601	0	0	0	0	0	0	1	1	0
IStar: A Raster Representation for Scalable Image and Volume Data	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70572	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Topologically Clean Distance Fields	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70603	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Efficient Computation of Morse-Smale Complexes for Three-dimensional Scalar Functions	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70552	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Similarity-Guided Streamline Placement with Error Evaluation	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70595	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Efficient Visualization of Lagrangian Coherent Structures by Filtered AMR Ridge Extraction	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70554	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Efficient Computation and Visualization of Coherent Structures in Fluid Flow Applications	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70551	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Texture-based feature tracking for effective time-varying data visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70599	0	0	0	0	0	0	1	1	NA
Interactive Visualization of Volumetric White Matter Connectivity in DT-MRI Using a Parallel-Hardware Hamilton-Jacobi Solver	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70571	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Visualizing Whole-Brain DTI Tractography with GPU-based Tuboids and LoD Management	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70622	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Topological Visualization of Brain Diffusion MRI Data	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70602	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Stochastic DT-MRI Connectivity Mapping on the GPU	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70597	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Efficient Surface Reconstruction using Generalized Coulomb Potentials	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70553	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Surface Extraction from Multi-Material Components for Metrology using Dual Energy CT	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70598	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Construction of Simplified Boundary Surfaces from Serial-sectioned Metal Micrographs	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70543	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Random-Accessible Compressed Triangle Meshes	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70585	0	0	0	0	0	0	1	0	0

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
LiveSync: Deformed Viewing Spheres for Knowledge-Based Navigation	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70576	0	0	0	0	0	1	0	1	1
Navigating in a Shape Space of Registered Models	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70581	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Querying and Creating Visualizations by Analogy	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70584	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Contextualized Videos: Combining Videos with Environment Models to Support Situational Understanding	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70544	1	0	0	0	0	1	0	0	12
Lattice-Based Volumetric Global Illumination	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70573	0	0	0	0	0	0	1	1	0
A Flexible Multi-Volume Shader Framework for Arbitrarily Intersecting Multi-Resolution Datasets	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70534	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Scalable Hybrid Unstructured and Structured Grid Raycasting	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70588	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Transform Coding for Hardware-accelerated Volume Rendering	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70606	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Molecular Surface Abstraction	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70578	0	0	0	0	0	1	1	1	NA
Two-Level Approach to Efficient Visualization of Protein Dynamics	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70607	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Visual Verification and Analysis of Cluster Detection for Molecular Dynamics	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70614	0	0	0	0	0	0	1	1	0
CoViCAD: Comprehensive Visualization of Coronary Artery Disease	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70550	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Visualizing Large-Scale Uncertainty in Astrophysical Data	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70620	0	0	0	0	1	0	0	1	10
Uncertainty Visualization in Medical Volume Rendering Using Probabilistic Animation	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70608	1	0	0	0	1	1	1	1	NA
Grid With a View: Optimal Texturing for Perception of Layered Surface Shape	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70559	0	0	0	0	1	0	0	1	25
Conjoint Analysis to Measure the Perceived Quality in Volume Rendering	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70542	0	0	0	0	0	1	0	0	786
Interactive sound rendering in complex and dynamic scenes using frustum tracing	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70567	0	0	0	0	0	0	1	0	0

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Listener-based Analysis of Surface Importance for Acoustic Metrics	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70575	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Shadow-Driven 4D Haptic Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70593	0	0	0	0	1	1	1	1	8
High-Quality Multimodal Volume Rendering for Preoperative Planning of Neurosurgical Interventions	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70560	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Topology, Accuracy, and Quality of Isosurface Meshes Using Dynamic Particles	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70604	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Visualization of Cosmological Particle-Based Datasets	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70616	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Segmentation of Three-dimensional Retinal Image Data	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70590	0	0	0	0	1	0	1	0	2
Interactive Isosurface Ray Tracing of Time-Varying Tetrahedral Volumes	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70566	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Generalized Streak Lines: Analysis and Visualization of Boundary Induced Vortices	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70557	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Moment Invariants for the Analysis of 2D Flow Fields	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70579	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Virtual Rheoscopic Fluids for Flow Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70610	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Cores of Swirling Particle Motion in Unsteady Flows	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2007.70545	0	0	0	0	0	0	0	1	0
A Pipeline for Computer Aided Polyp Detection	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.112	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Full Body Virtual Autopsies using a State-of-the-art Volume Rendering Pipeline	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.146	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Real-Time Illustration of Vascular Structures	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.172	0	0	0	0	1	1	0	0	160
Lines of Curvature for Polyp Detection in Virtual Colonoscopy	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.158	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Outlier-Preserving Focus+Context Visualization in Parallel Coordinates	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.170	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Composite Rectilinear Deformation for Stretch and Squish Navigation	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.127	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Multi-variate, Time Varying, and Comparative	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.164	0	0	0	0	0	0	1	1	0

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Visualization with Contextual Cues										
Multifield-Graphs: An Approach to Visualizing Correlations in Multifield Scalar Data	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.165	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Saliency-guided Enhancement for Volume Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.174	0	0	0	0	1	0	0	0	10
Importance-Driven Focus of Attention	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.152	0	0	0	0	0	0	1	1	0
ClearView: An Interactive Context Preserving Hotspot Visualization Technique	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.124	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Visualization Tools for Vorticity Transport Analysis in Incompressible Flow	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.199	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Vortex Visualization for Practical Engineering Applications	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.201	0	0	0	0	0	0	0	1	0
An Advanced Evenly-Spaced Streamline Placement Algorithm	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.116	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Fine-grained Visualization Pipelines and Lazy Functional Languages	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.145	0	0	0	0	0	0	1	1	0
A Novel Visualization Model for Web Search Results	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.111	0	0	0	0	0	1	0	1	20
A Trajectory-Preserving Synchronization Method for Collaborative Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.114	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Concurrent Visualization in a Production Supercomputing Environment	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.128	0	0	0	0	0	1	1	0	NA
Scalable WIM: Effective Exploration in Large-scale Astrophysical Environments	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.176	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Using Visual Cues of Contact to Improve Interactive Manipulation of Virtual Objects in Industrial Assembly/Maintenance Simulations	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.189	0	0	0	0	1	1	0	0	18
High-Level User Interfaces for Transfer Function Design with Semantics	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.148	0	0	0	0	0	1	0	1	NA
LOD Map - A Visual Interface for Navigating	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.159	0	0	0	0	0	0	1	1	0

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Multiresolution Volume Visualization										
Analyzing Complex FTMS Simulations: a Case Study in High-Level Visualization of Ion Motions	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.118	0	1	0	0	0	0	0	1	NA
Detection and Visualization of Defects in 3D Unstructured Models of Nematic Liquid Crystals	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.133	1	0	0	0	0	1	1	0	NA
Understanding the Structure of the Turbulent Mixing Layer in Hydrodynamic Instabilities	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.186	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Hub-based Simulation and Graphics Hardware Accelerated Visualization for Nanotechnology Applications	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.150	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Feature Aligned Volume Manipulation for Illustration and Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.144	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Exploded Views for Volume Data	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.140	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Caricaturistic Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.123	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Visual Signatures in Video Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.194	0	0	0	0	1	1	0	1	69
Asynchronous Distributed Calibration for Scalable and Reconfigurable Multi-Projector Displays	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.121	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Dynamic View Selection for Time-Varying Volumes	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.137	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Enhancing Depth Perception in Translucent Volumes	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.139	0	0	0	0	0	0	1	0	15
Texturing of Layered Surfaces for Optimal Viewing	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.183	0	0	0	0	1	1	0	0	12
Subjective Quantification of Perceptual Interactions among some 2D Scientific Visualization Methods	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.180	0	0	0	0	1	1	0	0	6
Occlusion-Free Animation of Driving Routes for Car Navigation Systems	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.167	0	0	0	0	1	0	0	1	26
Interactive Visualization of Intercluster Galaxy Structures in the	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.155	0	0	0	0	0	1	0	1	NA

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Horologium-Reticulum Supercluster										
An Atmospheric Visual Analysis and Exploration System	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.117	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Visualization of Fibrous and Thread-like Data	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.197	0	0	0	0	0	1	1	1	2
Comparative Visualization for Wave-based and Geometric Acoustics	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.125	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Hybrid Visualization for White Matter Tracts using Triangle Strips and Point Sprites	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.151	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Analyzing Vortex Breakdown Flow Structures by Assignment of Colors to Tensor Invariants	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.119	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Superellipsoid-based, Real Symmetric Traceless Tensor Glyphs Motivated by Nematic Liquid Crystal Alignment Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.181	0	0	0	0	0	1	0	1	NA
High-Quality Extraction of Isosurfaces from Regular and Irregular Grids	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.149	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Mesh Layouts for Block-Based Caches	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.162	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Out-of-Core Remeshing of Large Polygonal Meshes	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.169	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Interactive Point-Based Rendering of Higher-Order Tetrahedral Data	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.154	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Ambient Occlusion and Edge Cueing for Enhancing Real Time Molecular Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.115	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Fast and Efficient Compression of Floating-Point Data	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.143	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Visualization and Analysis of Large Data Collections: a Case Study Applied to Confocal Microscopy Data	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.195	0	1	0	0	0	0	0	0	0
On Histograms and Isosurface Statistics	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.168	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Interactive Point-based Isosurface Exploration and High-quality Rendering	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.153	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Using Difference Intervals for Time-Varying Isosurface Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.188	0	0	0	0	0	0	1	0	0

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Isosurface Extraction and Spatial Filtering using Persistent Octree (POT)	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.157	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Scalable Data Servers for Large Multivariate Volume Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.175	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Distributed Shared Memory for Roaming Large Volumes	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.135	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Progressive Volume Rendering of Large Unstructured Grids	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.171	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Representing Higher-Order Singularities in Vector Fields on Piecewise Linear Surfaces	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.173	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Techniques for the Visualization of Topological Defect Behavior in Nematic Liquid Crystals	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.182	0	1	0	0	0	0	0	1	2
Diffusion Tensor Visualization with Glyph Packing	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.134	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Extensions of the Zwart-Powell Box Spline for Volumetric Data Reconstruction on the Cartesian Lattice	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.141	0	0	0	0	0	0	0	1	0
A Generic and Scalable Pipeline for GPU Tetrahedral Grid Rendering	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.110	0	0	0	0	0	0	1	1	0
A Spectral Analysis of Function Composition and its Implications for Sampling in Direct Volume Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2006.113	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Exploring Curved Anatomic Structures with Surface Sections	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250351	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Psychophysical Scaling of a Cardiovascular Information Display	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250352	0	0	0	0	1	0	0	0	10
Advanced Curved Planar Reformation: Flattening of Vascular Structures	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250353	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Counting Cases in Marching Cubes: Toward a Generic Algorithm for Producing Substitopes	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250354	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MC*: Star Functions for Marching Cubes	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250355	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Extraction of Topologically Simple Isosurfaces from Volume Datasets	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250356	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Interactive Deformation and Visualization of Level Set Surfaces Using Graphics Hardware	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250357	0	0	0	0	0	0	1	1	0

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Signed Distance Transform Using Graphics Hardware	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250358	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Piecewise C ¹ Continuous Surface Reconstruction of Noisy Point Clouds via Local Implicit Quadric Regression	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250359	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Feature-Sensitive Subdivision and Isosurface Reconstruction	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250360	0	0	0	0	0	0	1	1	0
A Texture-Based Framework for Spacetime-Coherent Visualization of Time-Dependent Vector Fields	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250361	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Effectively Visualizing Multi-Valued Flow Data using Color and Texture	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250362	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Image Based Flow Visualization for Curved Surfaces	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250363	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Image Space Based Visualization of Unsteady Flow on Surfaces	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250364	0	0	0	0	0	0	1	1	0
A Multi-resolution Data Structure for Two-dimensional Morse-Smale Functions	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250365	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Planet-Sized Batched Dynamic Adaptive Meshes (P-BDAM)	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250366	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Real-Time Refinement and Simplification of Adaptive Triangular Meshes	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250367	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Interactive View-Dependent Rendering with Conservative Occlusion Culling in Complex Environments	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250368	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Fast Volume Segmentation With Simultaneous Visualization Using Programmable Graphics Hardware	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250369	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Hybrid Segmentation and Exploration of the Human Lungs	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250370	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Feature-Space Analysis of Unstructured Meshes	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250371	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Clifford Convolution And Pattern Matching On Vector Fields	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250372	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Space Efficient Fast Isosurface Extraction for Large Datasets	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250373	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Volume Tracking Using Higher	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250374	0	0	0	0	0	0	1	1	0

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Dimensional Isosurfacing										
Out-of-Core Isosurface Extraction of Time-Varying Fields over Irregular Grids	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250375	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Saddle Connectors - An Approach to Visualizing the Topological Skeleton of Complex 3D Vector Fields	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250376	0	0	0	0	0	0	0	1	0
3D IBFV: Hardware-Accelerated 3D Flow Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250377	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Chameleon: An Interactive Texture-based Rendering Framework for Visualizing Three-dimensional Vector Fields	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250378	0	0	0	0	0	0	1	1	0
HyperLIC	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250379	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Quasi-Static Approximation for 6 Degrees-of-Freedom Haptic Rendering	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250380	0	0	0	0	0	0	1	1	0
A Constraint-Based Technique for Haptic Volume Exploration	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250381	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Voxels on Fire	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250382	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Visually Accurate Multi-Field Weather Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250383	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Acceleration Techniques for GPU-based Volume Rendering	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250384	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Compression Domain Volume Rendering	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250385	0	0	0	0	0	0	1	1	0
High-Quality Two-Level Volume Rendering of Segmented Data Sets on Consumer Graphics Hardware	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250386	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Hardware-Based Nonlinear Filtering and Segmentation using High-Level Shading Languages	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250387	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Empty Space Skipping and Occlusion Clipping for Texture-based Volume Rendering	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250388	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Hierarchical Clustering for Unstructured Volumetric Scalar Fields	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250389	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Hardware-Based Ray Casting for Tetrahedral Meshes	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250390	0	0	0	0	0	0	1	1	0

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Visibility Culling Using Plenoptic Opacity Functions for Large Volume Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250391	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Conveying Shape and Features with Image-Based Relighting	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250392	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Vicinity Shading for Enhanced Perception of Volumetric Data	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250394	0	0	0	0	0	0	1	1	0
LightKit: A lighting system for effective visualization	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250395	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Mental Registration of 2D and 3D Visualizations (An Empirical Study)	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250396	0	0	0	0	1	1	0	0	28
Visualization of Noisy and Biased Volume Data Using First and Second Order Derivative Techniques	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250397	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Fairing Scalar Fields by Variational Modeling of Contours	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250398	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Visualization of Volume Data with Quadratic Super Splines	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250399	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Using Deformations for Browsing Volumetric Data	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250400	0	0	0	0	0	1	1	1	1
Video Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250401	0	0	0	0	0	0	0	1	0
High Dimensional Direct Rendering of Time-Varying Volumetric Data	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250402	0	0	0	0	0	0	0	1	0
A Frequency-Sensitive Point Hierarchy for Images and Volumes	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250403	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Hierarchical Splatting of Scattered Data	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250404	0	0	0	0	0	0	1	1	0
A Framework for Sample-Based Rendering with O-Buffers	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250405	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Monte Carlo Volume Rendering	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250406	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Visibility based methods and assessment for detail-recovery	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250407	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Large Mesh Simplification using Processing Sequences	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250408	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Appearance-Preserving View-Dependent Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250409	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Shape Simplification Based on the Medial Axis Transform	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250410	0	0	0	0	0	0	1	1	0

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Adaptive Design of a Global Opacity Transfer Function for Direct Volume Rendering of Ultrasound Data	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250411	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Gaussian Transfer Functions for Multi-Field Volume Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250412	0	0	0	0	0	0	1	1	0
A Novel Interface for Higher-Dimensional Classification of Volume Data	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250413	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Curvature-Based Transfer Functions for Direct Volume Rendering: Methods and Applications	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250414	0	0	0	0	0	0	0	1	0
A visual exploration process for the analysis of Internet routing data	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250415	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Visualization, optimization, business strategy: a case study	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250416	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Interactive 3D visualization of rigid body systems	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250417	0	0	0	0	0	1	1	1	NA
Visualizing industrial CT volume data for nondestructive testing applications	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250418	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Visualization of steep breaking waves and thin spray sheets around a ship	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250419	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Accelerating large data analysis by exploiting regularities	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250420	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Visualizing spatial and temporal variability in coastal observatories	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250421	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Producing high-quality visualizations of large-scale simulation	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250422	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Interactive protein manipulation	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250423	0	0	0	0	0	1	0	1	NA
Holographic video display of time-series volumetric medical data	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250424	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Heart-muscle fiber reconstruction from diffusion tensor MRI	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250425	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Extracting Regions of Interest Applying a Local Watershed Transformation	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250426	0	0	0	0	0	0	1	0	0
A Visibility Determination Algorithm for Interactive Virtual Endoscopy	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2003.1250427	0	0	0	0	0	0	1	0	0

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
3D Digital Cleansing using Segmentation Rays	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885674	0	0	0	0	0	0	1	1	0
CEASAR: a smooth, accurate and robust centerline extraction algorithm	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885675	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Creating Reusable Visualizations with the Relational Visualization Notation	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885676	0	0	0	0	0	0	0	1	0
H-BLOB: A Hierarchical Visual Clustering Method Using Implicit Surfaces	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885677	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A Spreadsheet Interface for Visualization Exploration	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885678	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Procedural Annotation of Uncertain Information	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885679	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Fast Visualization Methods for Comparing Dynamics: A Case Study in Combustion	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885725	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Mastering Interactive Surface Rendering for Java-Based Diagnostic Applications	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885726	0	0	0	0	0	0	1	0	0
A computational steering system for studying microwave interactions with missile bodies	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885727	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Four-Dimensional Non-Linear Ray Tracing as a Visualization Tool for Gravitational Physics	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885728	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Simplification of Tetrahedral Meshes with Accurate Error Evaluation	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885680	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Tetrahedron Based, Least Squares, Progressive Volume Models With Application to Freehand Ultrasound Data	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885681	0	0	0	0	0	0	0	1	0
On-the-Fly Rendering of Losslessly Compressed Irregular Volume Grids	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885682	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Hardware-Accelerated Volume and Isosurface Rendering Based on Cell-Projection	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885683	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Achieving Color Uniformity Across Multi-Projector Displays	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885684	0	0	0	0	0	0	1	1	0

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Automatic Alignment Of High-Resolution Multi-Projector Displays Using An Un-Calibrated Camera	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885685	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Shock and Vortex Visualization Using a Combined Visual/Haptic Interface	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885686	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Six Degree-of-Freedom Haptic Display	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885687	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Combining Local and Remote Visualization Techniques for Interactive Volume Rendering in Medical Applications	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885729	0	0	0	0	0	0	1	1	0
An Integrated Visualization and Design Toolkit for Flexible Prosthetic Heart Valves	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885730	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Immersive Virtual Reality for Visualizing Flow Through an Artery	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885731	0	0	0	0	0	1	0	1	21
Mastering Interactive Virtual Bronchoscopy on a Low-End PC	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885732	0	0	0	0	0	0	0	1	0
A Level-Set Method for Flow Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885688	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Hardware-Accelerated Texture Advection for Unsteady Flow Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885689	0	0	0	0	0	0	1	1	0
A Flow-guided Streamline Seeding Strategy	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885690	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Interactive Visualization of Protein Dynamics	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885733	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Interactive Visualization of Particle-In-Cell Simulations	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885734	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Visualization of Time Dependent Confocal Microscopy Data	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885735	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Enabling Level-of-Detail Selection for Exterior Scene Synthesis	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885691	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Visual Cues for Imminent Object Contact in Realistic Virtual Environments	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885692	0	0	0	0	1	0	0	0	4
Basic Research for Coloring Multichannel MRI Data	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885693	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Visual Data Fusion for Applications of High-Resolution Numerical Weather	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885736	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
A Methodology for Plume Visualization with Application to Real-Time Acquisition and Navigation	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885737	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Vector Fields Simplification - A Case Study of Visualizing Climate Modeling and Simulation Data Sets	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885738	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Volume Illustration: Non-Photorealistic Rendering of Volume Models	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885694	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Pen-and-Ink Rendering in Volume Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885696	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Two-Level Volume Rendering-Fusing MIP and DVR	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885697	0	0	0	0	0	0	1	1	0
FastSplats: optimized splatting on rectilinear grids	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885698	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Texturing Techniques for Terrain Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885699	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Simplification of Surface Annotations	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885700	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Uniform Frequency Images: Adding Geometry to Images to Produce Space-Efficient Textures	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885701	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Image Based Rendering with Stable Frame Rates	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885702	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Topology Preserving and Controlled Topology Simplifying Multiresolution Isosurface Extraction	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885703	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Isosurfacing in Higher Dimensions	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885704	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Semi-Regular Mesh Extraction from Volumes	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885705	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Scanline Surfacing: Building Separating Surfaces from Planar Contours	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885706	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Navigating High-dimensional Spaces to Support Design Steering	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885707	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Visualization of Multi-Dimensional Data with Vector-fusion	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885708	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Real-World Relativity: Image-Based Special Relativistic Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885709	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Visualizing Geodesics	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885710	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
WEAVE: A System for Visually Linking 3-D and Statistical Visualizations Applied to Cardiac Simulation and Measurement Data	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885739	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Visualizing High-Dimensional Predictive Model Quality	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885740	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Visualizing Volume Data using Physical Models	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885741	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Visualizing DIII-D Tokamak Magnetic Field Lines	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885742	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Geometric Compression for Interactive Transmission	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885711	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Toward a Compelling Sensation of Telepresence: Demonstrating a Portal to a Distant (Static) Office	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885712	0	0	0	0	0	1	0	0	27
Multi-User View-Dependent Rendering	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885713	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Topology Preserving Compression of 2D Vector Fields	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885714	0	0	0	0	0	0	1	1	0
A Continuous Clustering Method for Vector Fields	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885715	0	0	0	0	0	0	0	1	0
A Topology Simplification Method for 2D Vector Fields	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885716	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Real-time Visualization of the Clear-up of a Former U.S. Naval Base	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885743	0	0	0	0	0	1	0	0	NA
Scientific Visualization of Water Quality in the Chesapeake Bay	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885744	1	0	0	0	0	0	0	1	NA
Multi-Resolution Visualization Techniques for Nested Weather Models	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885745	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Constructing Material Interfaces From Data Sets with Volume-Fraction Information	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885717	0	0	0	0	0	0	1	0	0
New Techniques for Topologically Correct Surface Reconstruction	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885718	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Polyhedral Modeling	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885719	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Bicubic Subdivision-Surface Wavelets for Large-Scale Isosurface Representation and Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885720	0	0	0	0	0	0	1	0	0

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Anisotropic Geometric Diffusion in Surface Processing	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885721	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Fairing of Non-Manifolds for Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885722	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Interior/Exterior Classification of Polygonal Models	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885723	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Multi-Resolution Dynamic Meshes with Arbitrary Deformation	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.2000.885724	0	0	0	0	0	0	1	1	0
A comparison of normal estimation schemes	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663848	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Collision detection for volumetric objects	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663851	0	0	0	0	0	0	1	1	0
The VSBUFFER: visibility ordering of unstructured volume primitives by polygon drawing	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663853	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Volume rendering of abdominal aortic aneurysms	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663855	0	0	0	0	0	1	1	1	NA
Auralization of streamline vorticity in computational fluid dynamics data	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663856	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Singularities in nonuniform tensor fields	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663857	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Visualization of higher order singularities in vector fields	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663858	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Principal stream surfaces	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663859	0	0	0	0	0	0	0	1	0
ROAMing terrain: Real-time Optimally Adapting Meshes	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663860	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Visualization of height field data with physical models and texture photomapping	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663862	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Visualization of large terrains in resource-limited computing environments	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663863	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Building and traversing a surface at variable resolution	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663865	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Multivariate visualization using metric scaling	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663866	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Visualizing the behaviour of higher dimensional dynamical systems	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663867	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Displaying data in multidimensional relevance space with 2D visualization maps	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663868	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Multiresolution tetrahedral framework for	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663869	0	0	0	0	0	0	1	1	0

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
visualizing regular volume data										
Haar wavelets over triangular domains with applications to multiresolution models for flow over a sphere	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663871	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Wavelet-based multiresolutional representation of computational field simulation datasets	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663872	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Dynamic color mapping of bivariate qualitative data	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663874	0	0	0	0	1	1	0	0	16
The Contour Spectrum	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663875	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Constrained 3D navigation with 2D controllers	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663876	0	0	0	0	0	1	0	1	NA
Two-phase perspective ray casting for interactive volume navigation	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663878	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Accelerated volume rendering using homogeneous region encoding	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663880	0	0	0	0	0	0	1	1	0
An anti-aliasing technique for splatting	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663882	0	0	0	0	0	0	0	1	0
A topology modifying progressive decimation algorithm	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663883	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Efficient subdivision of finite-element datasets into consistent tetrahedra	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663885	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Interval volume tetrahedrization	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663886	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Computing the separating surface for segmented data	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663887	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Application-controlled demand paging for out-of-core visualization	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663888	0	0	0	0	0	0	1	0	0
GADGET: goal-oriented application design guidance for modular visualization environments	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663889	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Collaborative visualization	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663890	0	0	0	0	0	0	0	1	0
VizWiz: a Java applet for interactive 3D scientific visualization on the Web	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663891	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Image synthesis from a sparse set of views	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663892	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Virtualized reality: constructing time-varying virtual	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663893	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
worlds from real world events										
Extracting feature lines from 3D unstructured grids	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663894	0	0	0	0	0	0	0	1	0
I/O optimal isosurface extraction	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663895	0	0	0	0	0	0	1	0	0
CAVEvis: distributed real-time visualization of time-varying scalar and vector fields using the CAVE virtual reality theater	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663896	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Fast oriented line integral convolution for vector field visualization via the Internet	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663897	0	0	0	0	0	0	1	1	0
UFLIC: a line integral convolution algorithm for visualizing unsteady flows	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663898	0	0	0	0	0	0	0	1	0
The motion map: efficient computation of steady flow animations	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663899	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Integrated volume compression and visualization	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663900	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Multiresolution compression and reconstruction	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663901	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Optimized geometry compression for real-time rendering	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663902	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Architectural walkthroughs using portal textures	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663903	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Repairing CAD models	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663904	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Dynamic smooth subdivision surfaces for data visualization	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663905	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Smooth hierarchical surface triangulations	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663906	0	0	0	0	0	0	1	1	0
The multilevel finite element method for adaptive mesh optimization and visualization of volume data	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663907	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Simplifying polygonal models using successive mappings	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663908	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Controlled simplification of genus for polygonal models	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663909	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Vortex identification-applications in aerodynamics: a case study	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663910	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
exVis: developing a wind tunnel data visualization tool	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663911	1	0	0	0	0	1	0	0	NA
Strategies for effectively visualizing 3D flow with volume LIC	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663912	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Towards Efficient Visualization Support for Single-block and Multi-block Datasets	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663913	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Brushing techniques for exploring volume datasets	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663914	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Interactive volume rendering for virtual colonoscopy	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663915	0	0	0	0	0	0	1	1	0
DNA visual and analytic data mining	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663916	0	0	0	0	0	0	1	1	0
An interactive cerebral blood vessel exploration system	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663917	1	0	0	0	0	0	1	1	0
Instructional software for visualizing optical phenomena	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663918	0	0	0	0	0	0	1	0	2
Wildfire Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663919	1	0	0	0	0	0	1	1	3
Visualization of geometric algorithms in an electronic classroom	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663920	0	0	0	1	0	0	1	0	0
Collaborative augmented reality: exploring dynamical systems	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663921	0	0	0	1	0	0	1	0	0
Visualizing Customer Segmentations Produced by Self Organizing Maps	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663922	1	0	0	0	0	0	0	1	0
Pearls found on the way to the ideal interface for scanned probe microscopes	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663923	1	0	0	0	0	1	0	0	1
Viewing IGES files through VRML	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663924	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Visualization of plant growth	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663925	1	0	0	0	0	0	1	1	0
Determination of unknown particle charges in a thunder cloud based upon detected electric field vectors	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663926	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Interactive visualization of aircraft and power generation engines	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663927	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Efficient visualization of physical and structural properties in crash-worthiness simulations	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663928	0	1	0	0	0	0	1	1	0
Visualization of rotation fields	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663929	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Isosurface extraction using particle systems	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663930	0	0	0	0	0	0	1	0	0
A visualization of music	http://dx.doi.org/10.1109/VISUAL.1997.663931	0	1	0	0	0	0	0	0	0
How Capacity Limits of Attention Influence Information Visualization Effectiveness	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.233	0	0	0	0	1	0	0	0	15
Different Strokes for Different Folks: Visual Presentation Design between Disciplines	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.214	1	0	0	0	1	0	0	0	68
Does an Eye Tracker Tell the Truth about Visualizations?: Findings while Investigating Visualizations for Decision Making	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.215	0	1	0	0	1	1	0	0	120
Design Study Methodology: Reflections from the Trenches and the Stacks	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.213	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Graphical Tests for Power Comparison of Competing Designs	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.230	0	0	0	0	1	1	0	0	323
A User Study on Curved Edges in Graph Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.189	0	0	0	0	1	1	0	0	93
Compressed Adjacency Matrices: Untangling Gene Regulatory Networks	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.208	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Visualizing Network Traffic to Understand the Performance of Massively Parallel Simulations	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.286	0	0	0	0	0	1	0	1	NA
Memorability of Visual Features in Network Diagrams	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.245	0	0	0	0	1	0	0	0	25
Interactive Level-of-Detail Rendering of Large Graphs	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.238	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Visual Semiotics & Uncertainty Visualization: An Empirical Study	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.279	0	0	0	0	1	1	0	0	61
Comparing Clusterings Using Bertin's Idea	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.207	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Perception of Visual Variables on Tiled Wall-Sized Displays for Information Visualization Applications	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.251	0	0	0	0	1	1	0	0	24
Visualizing Flow of Uncertainty through Analytical Processes	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.285	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Assessing the Effect of Visualizations on Bayesian Reasoning through Crowdsourcing	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.199	0	0	0	0	1	1	0	0	648

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Organizing Search Results with a Reference Map	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.250	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Spatial Text Visualization Using Automatic Typographic Maps	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.264	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Stacking-Based Visualization of Trajectory Attribute Data	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.265	0	0	0	0	0	1	0	1	15
Adaptive Composite Map Projections	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.192	0	0	0	0	0	1	0	1	90
Algorithms for Labeling Focus Regions	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.193	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Capturing the Design Space of Sequential Space-Filling Layouts	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.205	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Taxonomy-Based Glyph Design with a Case Study on Visualizing Workflows of Biological Experiments	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.271	1	0	0	0	0	0	0	1	2
An Empirical Model of Slope Ratio Comparisons	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.196	0	1	0	0	1	0	0	0	28
Representative Factor Generation for the Interactive Visual Analysis of High-Dimensional Data	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.256	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Graphical Overlays: Using Layered Elements to Aid Chart Reading	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.229	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Facilitating Discourse Analysis with Interactive Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.226	1	1	0	0	0	1	0	1	3
Whisper: Tracing the Spatiotemporal Process of Information Diffusion in Real Time	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.291	0	0	0	0	0	1	1	1	3
Exploring Flow, Factors, and Outcomes of Temporal Event Sequences with the Outflow Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.225	0	0	0	0	1	1	0	1	12
RankExplorer: Visualization of Ranking Changes in Large Time Series Data	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.253	0	0	0	0	1	1	0	1	10
Design Considerations for Optimizing Storyline Visualizations	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.212	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Beyond Mouse and Keyboard: Expanding Design Considerations for Information Visualization Interactions	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.204	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Intelligent Graph Layout Using Many Users' Input	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.236	0	0	0	0	0	0	0	1	0
PivotPaths: Strolling through Faceted Information Spaces	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.252	0	1	0	0	0	0	1	1	NA
Interaction Support for Visual Comparison Inspired by Natural Behavior	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.237	1	0	0	0	0	1	0	0	18
RelEx: Visualization for Actively Changing Overlay Network Specifications	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.255	1	1	0	0	0	1	0	1	30
Evaluating the Effect of Style in Information Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.221	0	1	0	0	0	1	0	0	138
Sketchy Rendering for Information Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.262	0	0	0	0	1	1	0	0	136
An Empirical Study on Using Visual Embellishments in Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.197	0	0	1	0	1	0	0	0	35
Evaluating Sketchiness as a Visual Variable for the Depiction of Qualitative Uncertainty	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.220	0	1	0	0	1	1	0	1	291
Understanding Pen and Touch Interaction for Data Exploration on Interactive Whiteboards	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.275	1	0	0	0	0	1	0	0	11
The DeepTree Exhibit: Visualizing the Tree of Life to Facilitate Informal Learning	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.272	0	1	1	1	0	1	0	0	NA
Living Liquid: Design and Evaluation of an Exploratory Visualization Tool for Museum Visitors	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.244	0	0	1	0	0	1	0	0	NA
Visualizing Student Histories Using Clustering and Composition	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.288	0	0	0	0	0	1	1	1	NA
SnapShot: Visualization to Propel Ice Hockey Analytics	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2012.263	1	1	0	0	0	1	0	1	4
Quality Metrics in High-Dimensional Data Visualization: An Overview and Systematization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.229	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Benefitting InfoVis with Visual Difficulties	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.175	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Product Plots	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.227	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Visualization Rhetoric: Framing Effects in Narrative Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.255	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Adaptive Privacy-Preserving Visualization Using Parallel Coordinates	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.163	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Context-Preserving Visual Links	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.183	0	0	0	0	1	1	1	0	18
Design Study of LineSets, a Novel Set Visualization Technique	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.186	0	0	0	0	1	1	1	0	18
Developing and Evaluating Quilts for the Depiction of Large Layered Graphs	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.187	0	0	0	0	1	0	0	0	42
Arc Length-Based Aspect Ratio Selection	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.167	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Asymmetric Relations in Longitudinal Social Networks	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.169	0	0	0	0	0	1	1	0	14
VisBricks: Multi-Form Visualization of Large, Inhomogeneous Data	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.250	0	0	0	0	0	1	1	1	0
D ³ ; Data-Driven Documents	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.185	0	0	0	0	0	1	1	1	0
Flexible Linked Axes for Multivariate Data Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.201	0	0	0	0	0	1	1	1	NA
Synthetic Generation of High-Dimensional Datasets	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.237	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stereoscopic Highlighting: 2D Graph Visualization on Stereo Displays	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.234	0	0	0	0	1	1	1	0	17
In Situ Exploration of Large Dynamic Networks	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.213	0	1	0	0	0	1	1	0	0
Parallel Edge Splatting for Scalable Dynamic Graph Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.226	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Divided Edge Bundling for Directional Network Data	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.190	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Skeleton-Based Edge Bundling for Graph Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.233	0	0	0	0	0	0	0	1	0
BirdVis: Visualizing and Understanding Bird Populations	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.176	0	1	0	0	0	0	0	0	NA
BallotMaps: Detecting Name Bias in Alphabetically Ordered Ballot Papers	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.174	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Sequence Surveyor: Leveraging Overview for Scalable Genomic Alignment Visualization	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.232	0	1	0	0	0	1	1	1	NA
Visualization of Parameter Space for Image Analysis	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.253	1	1	0	0	0	1	1	0	2
TextFlow: Towards Better Understanding	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.239	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
of Evolving Topics in Text										
Exploratory Analysis of Time-Series with ChronoLenses	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.195	1	0	0	0	0	0	0	1	8
CloudLines: Compact Display of Event Episodes in Multiple Time-Series	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.179	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Evaluation of Traditional, Orthogonal, and Radial Tree Diagrams by an Eye Tracking Study	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.193	0	0	0	0	1	1	1	0	38
TreeNetViz: Revealing Patterns of Networks over Tree Structures	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.247	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Improved Similarity Trees and their Application to Visual Data Classification	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.212	0	0	0	0	0	0	0	1	0
A Study on Dual-Scale Data Charts	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.160	0	0	0	0	1	1	1	0	15
Evaluation of Artery Visualizations for Heart Disease Diagnosis	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.192	1	0	0	0	1	1	1	1	31
Exploring Ambient and Artistic Visualization for Residential Energy Use Feedback	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.196	0	1	1	0	0	1	1	0	23
Human-Centered Approaches in Geovisualization Design: Investigating Multiple Methods Through a Long-Term Case Study	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.209	1	0	1	0	0	1	1	0	NA
Visual Thinking In Action: Visualizations As Used On Whiteboards	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.251	0	0	0	0	0	1	1	0	69
Composite Density Maps for Multivariate Trajectories	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.181	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Focus+Context Metro Maps	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.205	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Flow Map Layout via Spiral Trees	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.202	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Exploring Uncertainty in Geodemographics with Interactive Graphics	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.197	0	1	0	0	0	1	1	0	6
Drawing Road Networks with Focus Regions	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.191	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Local Affine Multidimensional Projection	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.220	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Angular Histograms: Frequency-Based Visualizations for Large, High Dimensional Data	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.166	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
DICON: Interactive Visual Analysis of Multidimensional Clusters	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.188	0	0	0	0	1	1	1	1	32
Brushing Dimensions— A Dual Visual Analysis Model for High-Dimensional Data	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.178	0	0	0	0	0	0	0	1	0
MoleView: An Attribute and Structure-Based Semantic Lens for Large Element-Based Plots	http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2011.223	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Necklace Maps		0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	NA	NA
Rethinking Map Legends with Visualization		0	0	0	0	0	1	0	NA	NA
SignalLens: Focus+Context Applied to Electronic Time Series		0	0	0	0	0	1	0	NA	NA
MulteeSum: A Tool for Comparative Spatial and Temporal Gene Expression Data		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Gremlin: An Interactive Visualization Model for Analyzing Genomic Rearrangements		0	1	0	0	1	0	0	NA	NA
Graphical Perception of Multiple Time Series		0	0	0	0	1	1	0	NA	NA
Uncovering Strengths and Weaknesses of Radial Visualizations- an Empirical Approach		0	0	0	0	1	0	0	NA	NA
How Information Visualization Novices Construct Visualizations		0	1	0	0	0	0	0	NA	NA
eSeeTrack- Visualizing Sequential Fixation Patterns		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Evaluating the Impact of Task Demands and Block Resolution on the Effectiveness of Pixel-based Visualization		0	0	0	0	1	0	0	NA	NA
Graphical Inference for Infovis		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Matching Visual Saliency to Confidence in Plots of Uncertain Data		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Perceptual Guidelines for Creating Rectangular Treemaps		0	0	0	0	1	0	0	NA	NA
Mental Models, Visual Reasoning and Interaction in Information		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Visualization: A Top-down Perspective										
Laws of Attraction: From Perceived Forces to Conceptual Similarity		0	0	0	0	1	0	0	NA	NA
Pargnostics: Screen-Space Metrics for Parallel Coordinates		0	0	0	0	0	0	1	NA	NA
Comparative Analysis of Multidimensional, Quantitative Data		0	0	0	0	0	1	1	NA	NA
An Extension of Wilkinson's Algorithm for Positioning Tick Labels on Axes		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Stacking Graphic Elements to Avoid Over-plotting		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Visualization of Diversity in Large Multivariate Data Sets		0	0	0	0	1	1	0	NA	NA
PedVis: A Structured, Space-Efficient Technique for Pedigree Visualization		0	0	0	0	0	1	0	NA	NA
GeneaQuilts: A System for Exploring Large Genealogies		0	0	0	0	0	1	0	NA	NA
Visualization of Graph Products		0	0	0	0	0	0	1	NA	NA
Untangling Euler Diagrams		0	0	0	0	1	NA	NA	NA	NA
The FlowVizMenu and Parallel Scatterplot Matrix: Hybrid Multidimensional Visualizations for Network Exploration		0	0	0	0	0	1	0	NA	NA
OpinionSeer: Interactive Visualization of Hotel Customer Feedback		0	0	0	0	0	1	0	NA	NA
The Streams of Our Lives: Visualizing Listening Histories in Context		0	0	0	0	0	1	0	NA	NA
A Visual Backchannel for Large-Scale Events		0	0	0	0	0	1	0	NA	NA
Narrative Visualization: Telling Stories with Data		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Declarative Language Design for Interactive Visualization		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Visualizations Everywhere: A Multiplatform Infrastructure for Linked Visualizations		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
behaviorism: A Framework for Dynamic Data Visualization		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
FacetAtlas: Multifaceted		0	0	0	0	1	1	0	NA	NA

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Visualization for Rich Text Corpora										
SparkClouds: Visualizing Trends in Tag Clouds		0	0	0	0	1	1	0	NA	NA
ManiWordle: Providing Flexible Control over Wordle		0	0	0	0	1	1	0	NA	NA
ABySS-Explorer: Visualizing Genome Sequence Assemblies		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Constructing Overview + Detail Dendrogram-Matrix Views		0	0	0	0	0	0	1	NA	NA
MizBee: A Multiscale Synteny Browser		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
GeneShelf: A Web-based Visual Interface for Large Gene Expression Time-Series Data Repositories		0	0	0	0	0	1	0	NA	NA
Spatiotemporal Analysis of Sensor Logs using Growth Ring Maps		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
A Nested Model for Visualization Design and Validation		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Conjunctive Visual Forms		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Interaction Techniques for Selecting and Manipulating Subgraphs in Network Visualizations		0	0	0	0	0	1	0	NA	NA
ActiviTree: Interactive Visual Exploration of Sequences in Event-Based Data Using Graph Similarity		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Search, Show Context, Expand on Demand: Supporting Large Graph Exploration with Degree-of-Interest		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
A Comparison of User-Generated and Automatic Graph Layouts		0	0	0	0	1	0	0	NA	NA
Smooth Graphs for Visual Exploration of Higher-Order State Transitions		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Configuring Hierarchical Layouts to Address Research Questions		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Visualizing Social Photos on a Hasse Diagram for Eliciting Relations and Indexing New Photos		0	0	0	0	1	1	0	NA	NA
Interactive Dimensionality Reduction Through		0	0	0	0	0	0	1	NA	NA

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
User-defined Combinations of Quality Metrics										
Scattering Points in Parallel Coordinates		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Bubble Sets: Revealing Set Relations with Isocontours over Existing Visualizations		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
FromDaDy: Spreading Aircraft Trajectories Across Views to Support Iterative Queries		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
SellTrend: Inter-Attribute Visual Analysis of Temporal Transaction Data		0	0	0	0	0	1	0	NA	NA
Comparing Dot and Landscape Spatializations for Visual Memory Differences		0	0	0	0	1	0	0	NA	NA
Flow Mapping and Multivariate Visualization of Large Spatial Interaction Data		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Temporal Summaries: Supporting Temporal Categorical Searching, Aggregation and Comparison		0	0	0	0	0	1	0	NA	NA
ResultMaps: Visualization for Search Interfaces		0	0	0	0	1	1	0	NA	NA
Lark: Coordinating Co-located Collaboration with Information Visualization		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
The Benefits of Synchronous Collaborative Information Visualization: Evidence from an Experimental Evaluation		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Harnessing the Web Information Ecosystem with Wiki-based Visualization Dashboards		0	0	0	0	0	1	0	NA	NA
SpicyNodes: Radial Layout Authoring for the General Public		0	0	0	0	0	1	1	NA	NA
code swarm: A Design Study in Organic Software Visualization		0	0	0	0	0	1	NA	NA	NA
Towards Utilizing GPUs in Information Visualization: A Model and Implementation of		0	0	0	0	0	0	1	NA	NA

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Image-Space Operations										
A Multi-Threading Architecture to Support Interactive Visual Exploration		0	0	0	0	0	0	1	NA	NA
Protovis: A Graphical Toolkit for Visualization		0	0	0	0	1	1	1	NA	NA
Visual Analysis of Inter-Process Communication for Large-Scale Parallel Computing		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Participatory Visualization with Wordle		0	0	0	0	0	1	0	NA	NA
Document Cards: A Top Trumps Visualization for Documents		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Visualizing the Intellectual Structure with Paper-Reference Matrices		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Exemplar-based Visualization of Large Document Corpus		0	0	0	0	0	0	1	NA	NA
Mapping Text with Phrase Nets		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Rolling the Dice: Multidimensional Visual Exploration using Scatterplot Matrix Navigation		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
A Framework of Interaction Costs in Information Visualization		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Balloon Focus: a Seamless Multi-Focus+Context Method for Treemaps		0	0	0	0	1	1	0	NA	NA
Multi-Focused Geospatial Analysis Using Probes		0	0	0	0	0	1	0	NA	NA
Distributed Cognition as a Theoretical Framework for Information Visualization		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
EMDialog: Bringing Information Visualization into the Museum		0	0	1	0	0	0	0	NA	NA
Graphical Histories for Visualization: Supporting Analysis, Communication, and Evaluation		0	1	0	0	0	0	0	NA	NA
Who Votes for What? A Visual Query Language for Opinion Data		0	0	0	0	0	1	0	NA	NA
Visgets: Coordinated Visualizations for Web-based Information Exploration and Discovery		0	0	0	0	0	1	0	NA	NA

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Vispedia: Interactive Visual Exploration of Wikipedia Data via Search-Based Integration		0	0	0	0	0	1	0	NA	NA
The Word Tree, an Interactive Visual Concordance		0	0	0	0	0	1	0	NA	NA
HiPP: A Novel Hierarchical Point Placement Strategy and its Application to the Exploration of Document Collections		0	0	0	0	0	0	1	NA	NA
Particle-Based Labeling: Fast Point-Feature Labeling without Obscuring Other Visual Features		0	0	0	0	0	0	1	NA	NA
Stacked Graphs - Geometry & Aesthetics		0	0	0	0	0	1	0	NA	NA
Cerebral: Visualizing Multiple Experimental Conditions on a Graph with Biological Context		0	0	0	0	0	1	0	NA	NA
Viz-A-Vis: Toward Visualizing Video through Computer Vision		0	0	0	1	0	0	0	NA	NA
The Shaping of Information by Visual Metaphors		0	0	0	0	1	0	0	NA	NA
Geometry-Based Edge Clustering for Graph Visualization		0	0	0	0	0	0	1	NA	NA
On the Visualization of Social and other Scale-Free Networks		0	0	0	0	0	0	1	NA	NA
Exploration of Networks Using Overview+Detail with Constraint-based Cooperative Layout		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Rapid Graph Layout Using Space Filling Curves		0	0	0	0	0	0	1	NA	NA
Evaluating the Use of Data Transformation for Information Visualization		0	0	0	0	1	1	0	NA	NA
Improving the Readability of Clustered Social Networks using Node Duplication		0	0	0	0	1	1	0	NA	NA
Effectiveness of Animation in Trend Visualization		0	0	0	0	1	0	0	NA	NA
Perceptual Organisation in User-Generated Graph Layouts		0	0	0	0	1	0	0	NA	NA
Interactive Visual Analysis of Set-Typed Data		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Spatially Ordered Treemaps		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Visualizing Incomplete and Partially Ranked Data		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Visual Analysis of Network Traffic for Resource Planning, Interactive Monitoring, and Interpretation of Security Threats		0	0	0	0	0	1	0	NA	NA
AdaptiviTree: Adaptive Tree Visualization for Tournament-Style Brackets		0	0	0	0	1	1	0	NA	NA
Many Eyes: A Site for Visualization at Internet Scale		0	0	0	0	1	0	0	NA	NA
Scented Widgets: Improving Navigation Cues with Embedded Visualizations		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Show Me: Automatic Presentation for Visual Analysis		0	0	0	0	1	1	0	NA	NA
Casual Information Visualization: Depictions of Data in Everyday Life		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Visualizing the History of Living Spaces		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Geographically weighted visualization - interactive graphics for scale-varying exploratory analysis		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Legible Cities: Focus-Dependent Multi-Resolution Visualization of Urban Relationships		0	0	0	0	0	1	0	NA	NA
Interactive visual exploration of a large spatio-temporal data set: reflections on a geovisualization mashup		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Hotmap: Looking at Geographic Attention		0	1	1	1	0	0	0	NA	NA
VisLink: Revealing Relationships Amongst Visualizations		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Visualization of Heterogeneous Data		0	0	0	0	0	0	1	NA	NA
Sequential Document Visualization		0	0	0	0	0	1	0	NA	NA
A Taxonomy of Clutter Reduction for Information Visualisation		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Toward a Deeper Understanding of the Role of Interaction in Information Visualization		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Interactive Tree Comparison for Co-located Collaborative		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Information Visualization										
Animated Transitions in Statistical Data Graphics		0	0	0	0	1	0	0	NA	NA
Browsing Zoomable Treemaps: Structure-Aware Multi-Scale Navigation Techniques		0	0	0	0	NA	0	0	NA	NA
Visualizing Causal Semantics using Animations		0	0	0	0	1	0	0	NA	NA
Spatialization Design: Comparing Points and Landscapes		0	0	0	0	1	0	0	NA	NA
Weaving versus Blending: A Quantitative Assessment of the Information Carrying Capacities of Two Alternative Methods for Conveying Multivariate Data with Color		0	0	0	0	1	0	0	NA	NA
Overview use in multiple information resolution interfaces		0	0	0	0	1	0	0	NA	NA
Visualizing Changes of Hierarchical Data Using Treemaps		0	0	0	0	1	0	0	NA	NA
Exploring Multiple Trees through DAG Representations		0	0	0	0	0	1	0	NA	NA
NodeTrix: a Hybrid Visualization of Social Networks		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Multi-Level Graph Layout on the GPU		0	0	0	0	0	0	1	NA	NA
ASK-GraphView: A Large Scale Graph Visualization System		0	0	0	0	0	1	1	NA	NA
MatrixExplorer: a Dual-Representation System to Explore Social Networks		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Visual Analysis of Multivariate State Transition Graphs		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Balancing Systematic and Flexible Exploration of Networks		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Multi-Scale Banking to 45 Degrees		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Measuring Data Abstraction Quality in Multiresolution Visualization		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Enabling Automatic Clutter Reduction in Parallel Coordinate Plots		0	0	0	0	0	0	1	NA	NA
Visualization of Geo-spatial Point Sets via Global Shape Transformation and Local Pixel Placement		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Worldmapper: The World as You've Never Seen It Before		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Spatial Analysis of News Sources		0	0	0	0	0	0	1	NA	NA
Dynamic Map Labeling		0	0	0	0	0	0	1	NA	NA
Topographic Visualization of Prefix Propagation in the Internet		0	0	0	0	0	0	1	NA	NA
Network Visualization by Semantic Substrates		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Hierarchical Edge Bundles: Visualization of Adjacency Relations in Hierarchical Data (BEST PAPER AWARD)		0	0	0	0	0	1	0	NA	NA
Visualization of Barrier Tree Sequences		0	0	0	0	0	0	1	NA	NA
Visualizing Business Data with Generalized Treemaps		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
FacetMap: A Scalable Search and Browse Visualization		0	0	0	0	1	0	0	NA	NA
User Interaction with Scatterplots on Small Screens - A Comparative Evaluation of Geometric-Semantic Zoom and Fisheye Distortion		0	0	0	0	1	0	0	NA	NA
The Perceptual Scalability of Visualization		0	1	0	0	1	0	0	NA	NA
Complex Logarithmic Views for Small Details in Large Contexts		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Software Design Patterns for Information Visualization		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Visual Exploration of Complex Time-Varying Graphs		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Smashing Peacocks Further: Drawing Quasi-Trees from Biconnected Components		0	0	0	0	0	0	1	NA	NA
IPSep-CoLa: An Incremental Procedure for Separation Constraint Layout of Graphs		0	0	0	0	0	0	1	NA	NA
Baby Names, Visualization, and Social Data Analysis		0	1	NA	1	0	0	0	NA	NA
A Sky Dome Visualisation for Identification of Astronomical Orientations		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Interactive Visualization of Genealogical Graphs		0	0	0	0	0	1	0	NA	NA
The Visual Code Navigator: An Interactive Toolset for Source Code Investigation		0	0	0	0	0	1	0	NA	NA
Vizster: Visualizing Online Social Networks		0	0	0	0	0	1	0	NA	NA
PRISAD: A Partitioned Rendering Infrastructure for Scalable Accordion Drawing		0	0	0	0	0	0	1	NA	NA
Voronoi Treemaps		0	0	0	0	0	0	1	NA	NA
Elastic Hierarchies: Combining Treemaps and Node-Link Diagrams		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Dig-CoLa: Directed Graph Layout through Constrained Energy Minimization		0	0	0	0	0	0	1	NA	NA
Dynamic Visualization of Graph with Extended Labels		0	0	0	0	1	0	0	NA	NA
An Evaluation of Content Browsing Techniques for Hierarchical Space-Filling Visualizations		0	0	0	0	1	0	0	NA	NA
Turning the Bucket of Text into a Pipe		0	0	0	0	0	1	0	NA	NA
Visual Correlation for Situational Awareness		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Highlighting Conflict Dynamics in Event Data		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Low-Level Components of Analytic Activity in Information Visualization		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Simple 3D Glyphs for Multivariate Spatial Data		0	0	0	0	1	0	0	NA	NA
Revealing Structure Within Clustered Parallel Coordinate Displays		0	0	0	0	0	0	1	NA	NA
Parallel Sets: Visual Analysis of Categorical Data .		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Multivariate Glyphs for Multi-Object Clusters		0	0	0	0	1	0	0	NA	NA
An Interactive 3D Integration of Parallel Coordinates and Star Glyphs		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Graph-Theoretic Scagnostics		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Visualizing Coordination in Situ		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Two-Tone Pseudo Coloring: Compact Visualization for One-Dimensional Data		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
A Note on Space-Filling Visualizations and Space-Filling Curves		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
An Optimization-based Approach to Dynamic Visual Context Management		0	0	0	0	0	0	1	NA	NA
Adapting the Cognitive Walkthrough Method to Assess the Usability of a Knowledge Domain Visualization		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Importance-Driven Visualization Layouts for Large Time Series Data		0	0	0	0	0	0	1	NA	NA
Temporal Visualization of Planning Polygons for Efficient Partitioning of Geo-Spatial Data		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Flow Map Layout		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Visualization of Graphs with Associated Timeseries Data		0	0	0	0	1	0	0	NA	NA
Interactive Sankey Diagrams		0	0	0	0	0	1	0	NA	NA
An Evaluation of Microarray Visualization Tools for Biological Insight		0	1	0	0	1	0	0	NA	NA
User Experiments with Tree Visualization Systems		0	0	0	0	1	1	0	NA	NA
A Comparison of the Readability of Graphs Using Node-Link and Matrix-Based Representations		0	0	0	0	1	0	0	NA	NA
GeoTime Information Visualization		0	0	0	0	0	1	0	NA	NA
RecMap: Rectangular Map Approximations		0	0	0	0	0	0	1	NA	NA
EZEL: a Visual Tool for Performance Assessment of Peer-to-Peer File-Sharing Network		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
A History Mechanism for Visual Data Mining		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Steerable, Progressive Multidimensional Scaling		0	0	0	0	0	0	1	NA	NA
A Rank-by-Feature Framework for Unsupervised Multidimensional		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Data Exploration Using Low Dimensional Projections										
Value and Relation Display for Interactive Exploration of High Dimensional Datasets		0	0	0	0	1	1	0	NA	NA
Uncovering Clusters in Crowded Parallel Coordinates Visualizations		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Clutter Reduction in Multi-Dimensional Data Visualization Using Dimension Reordering		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Time-Varying Data Visualization using Information Flocking Boids		0	0	0	0	0	0	1	NA	NA
Artifacts of the Presence Era: Using Information Visualization to Create an Evocative Souvenir		0	0	1	0	0	0	0	NA	NA
Paint Inspired Color Mixing and Compositing for Visualization		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Expand-Ahead: A Space-Filling Strategy for Browsing Trees		0	0	0	0	1	0	0	NA	NA
Evaluating a System for Interactive Exploration of Large, Hierarchically Structured Document Repositories		0	0	0	0	1	0	0	NA	NA
Metric-Based Network Exploration and Multiscale Scatterplot		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
A Knowledge Task-Based Framework for Design and Evaluation of Information Visualizations		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Rethinking Visualization: High-Level Taxonomy		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Building Highly-Coordinated Visualizations in Impvise		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
The InfoVis Toolkit		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Topological Fisheye Views for Visualizing Large Graphs		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Matrix Zoom: A Visual Interface to Semi-external Graphs		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Dynamic Drawing of Clustered Graphs		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Interactive Visualization of Small World Graphs		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Non-Euclidean Spring Embedders		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Smooth and Efficient Zooming and Panning		0	0	0	0	1	0	0	NA	NA
A Model of Multi-Scale Perceptual Organization in Information Graphics		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Exploring High-D Spaces with Multiform Matrices and Small Multiples		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Design Choices when Architecting Visualizations		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Edgelens: An Interactive Method for Managing Edge Congestion in Graphs		0	0	0	0	1	1	0	NA	NA
MoireGraphs: Radial Focus+Context Visualization and Interaction for Graphs with Visual Node		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Visualizing Evolving Networks: Minimum Spanning Trees versus Pathfinder Networks		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Multiscale Visualization of Small World Networks		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Improving Hybrid MDS with Pivot-Based Searching		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
A Visual Workspace for Hybrid Multidimensional Scaling Algorithms		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Dynamic Visualization of Transient Data Streams		0	0	0	0	0	0	1	NA	NA
Interactive Hierarchical Dimension Ordering, Spacing and Filtering for Exploration of High Dimensional Datasets		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Mapping Nominal Values to Numbers for Effective Visualization		0	0	0	0	0	0	1	NA	NA
Visualization of Labeled Data Using Linear Transformations		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Intelligently Resolving Point Occlusion		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Constant Density Displays Using Diversity Sampling		0	0	0	0	0	0	1	NA	NA
Empirical Comparison of Dynamic Query Sliders and Brushing Histograms		0	0	0	0	1	0	0	NA	NA
An Experimental Evaluation of Continuous Semantic		0	1	0	0	1	0	0	NA	NA

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Zooming in Program Viruaization										
Conveying Shape with Texture: an Experimental Investigation of the Impact of texture type on shape categorization judgments		0	0	0	0	1	0	0	NA	NA
Coordinated Graph and Scatter-Plot Views for the Visual Exploration of Microarray Time-Series Data		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Compound Brushing		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Causality Visualization Using Animated Growing Polygons		0	0	0	0	1	0	0	NA	NA
Visualization of Large-scale Customer Satisfaction Surveys Using a Parallel Coordinate Tree		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
FundExpiorer: Supporting the Diversification of Mutual Fund Portfolios Using Context Treemaps		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
THREAD ARCS: An Email Thread Visualizatio		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
BARD: A visualization Tool for Biological Sequence Analysis		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Using Multilevel Call Matrices in Large Software Projects		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Between Aesthetics and Utility: Designing Ambient Information Visualizations		0	0	1	0	0	0	0	NA	NA
Developing Architectural Lighting Representations		0	1	0	0	1	0	0	NA	NA
Multiscale Visualization Using Data Cubes		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Visualization Schemas for Flexible Information Visualization		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Building a Visual Database for Example-Based Graphics Generation		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Efficient Cartogram Generation: A Comparison		0	0	0	0	0	0	1	NA	NA
Visualizing Data with Bounded Uncertainty		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Graphical Encoding for Information Visualization: An Empirical Study		0	0	0	0	1	0	0	NA	NA

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
The Illusion of Perceived Metric 3D Structure		0	0	0	0	1	0	0	NA	NA
SpaceTree: Supporting Exploration in Large Node Link Tree, Design Evolution and Empirical Evaluation		0	0	0	0	1	0	0	NA	NA
Process Visualization with Levels of Detail		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Case Study: Visualizing Sets of Evolutionary Trees		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
InterRing: An Interactive Tool for Visually Navigating and Manipulating Hierarchical Structures		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
A Space-Optimized Tree Visualization		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Beamtrees: Compact Visualization of Large Hierarchies		0	0	0	0	1	1	0	NA	NA
Visualizing Biosequence Data Using Texture Mapping		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Arc Diagrams: Visualizing Structure in Strings		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Interactive Information Visualization of a Million Items		0	0	0	0	0	0	1	NA	NA
Angular Brushing of Extended Parallel Coordinates		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Multiple Foci Drill-Down through Tuple and Attribute Aggregation Polyarchies in Tabular Data		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
ACE: A Fast Multiscale Eigenvectors Computation for Drawing Huge Graphs		0	0	0	0	0	0	1	NA	NA
Visual Unrolling of Network Evolution and the Analysis of Dynamic Discourse		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
A Hybrid Layout Algorithm for Sub-Quadratic Multidimensional Scaling		0	0	0	0	0	0	1	NA	NA
Demystifying Venture Capital Investing		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Visual Path Analysis		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Visualizing Time-Series on Spirals		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Change Blindness in Information Visualization: A Case Study		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Cluster Stability and the Use of Noise in		0	0	0	0	0	0	1	NA	NA

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Interpretation of Clustering										
Technical Note: Visually Encoding Program Test Information to Find Faults in Software		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Getting Along: Composition of Visualization Paradigms		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Animated Exploration of Dynamic Graphs with Radial Layout		0	0	0	0	0	1	0	NA	NA
Effective Graph Visualization via Node Grouping		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Visualization of State Transition Graphs		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Graph Sketches		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Ordered Treemap Layouts		0	0	0	0	0	0	1	NA	NA
Collapsible Cylindrical Trees: A Fast Hierarchical Navigation Technique		0	0	0	0	0	1	0	NA	NA
Botanical Visualization of Huge Hierarchies		0	0	0	0	0	1	0	NA	NA
Semantic Depth of Field		0	0	0	0	0	NA	0	NA	NA
Interactive Visualization of Multiple Query Results		0	0	0	0	0	1	0	NA	NA
Pixel Bar Charts: A New Technique for Visualizing Large Multi-Attribute Data Sets without Aggregation		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
An Empirical Comparison of Three Commercial Information Visualization Systems		0	0	0	0	1	1	0	NA	NA
A Comparison of 2-D Visualizations of Hierarchies		0	0	0	0	1	0	0	NA	NA
2D vs 3D, Implications on Spatial Memory		0	0	0	0	1	0	0	NA	NA
Case Study: Visualization for Decision Tree Analysis in Data Mining		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Case Study: E-Commerce Clickstream Visualization		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Case Study: Design and Assessment of an Enhanced Geographic Information System for Exploration of Multivariate Health Statistics		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Graphic Data Display for Cardiovascular System		0	0	0	0	1	0	0	NA	NA
Polaris: A System for Query, Analysis and Visualization of Multi-Dimensional Relational Databases		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Getting Portals to Behave		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
A Scalable Framework for Information Visualization		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Visualizing Massive Multi-Digraphs		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Density Functions for Visual Attributes and Effective Partitioning in Graph Visualization		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Focus+Context Display and Navigation Techniques for Enhancing Radial, Space-Filling Hierarchy Visualizations		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
A Taxonomy of Visualization Techniques Using the Data State Reference Model		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
GADGETW: A Taxonomic Approach to Semi-Automatic Design of Information Visualization Applications Using Modular Visualization Environment		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Redefining the Focus and Context of Focus+Context Visualizations		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
From Metaphor to Method: Cartographic Perspectives on Information Visualization		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Information Content Measures of Visual Displays		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Visualizing Sequential Patterns for Text Mining		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
ThemeRiver: Visualizing Theme Changes over Time		0	0	0	0	0	1	0	NA	NA
Lighthouse: Showing the Way to Relevant Information		0	0	0	0	0	1	0	NA	NA
New Methods for the Visualization of Electric Power System Information		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Collaborative Geographic Visualization: Enabling Shared		1	0	0	0	0	1	0	NA	NA

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Understanding of Environmental Processes										
Interactive Problem Solving via Algorithm Visualization		0	0	0	0	0	1	0	NA	NA
Metaphor-Aware 3D Navigation		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Creativity, Complexity, and Precision: Information Visualization for (Landscape) Architecture		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Using Visualization to Detect Plagiarism in Computer Science Classes		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Cluster and Calendar Based Visualization of Time Series Data		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Visualizing Application Behavior on Superscalar Processors		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Sensemaking of Evolving Web Sites Using Visualization Spreadsheets		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Does Animation Help Users Build Mental Maps of Spatial Information?		0	0	0	0	0	1	0	NA	NA
Evaluating a Visualization of Image Similarity as a Tool for Image Browsing		0	0	0	0	1	1	0	NA	NA
Domain Analysis: A Technique to Design a User-Centered Visualization Framework		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
A Framework for FocustContext Visualization		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Navigating Hierarchies with Structure-Based Brushes		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Dynamic Hierarchy Specification and Visualization		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Cushion Treemaps: Visualization of Hierarchical Information		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
3D Interactive Visualization for Inter-Cell Dependencies of Spreadsheets		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Efficient Multi-Object Dynamic Query Histograms		0	0	0	0	0	0	1	NA	NA
Aggregate Towers: Scale Sensitive Visualization and Decluttering of Geospatial Data		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
The Automated Multidimensional Detective		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Visualizing Association Rules for Text Mining		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
A Java-Based Visual Mining Infrastructure and Applications		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
The Sunflower Visual Metaphor, a New Paradigm for Dimensional Compression		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Constellation: A Visualization Tool for Linguistic Queries from MindNet		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
WebPath - A Three-Dimensional Web History		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Traversal-Based Visualization of Data Structures		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Reconfigurable Disc Trees for Visualizing Large Hierarchical Information Space		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
An Interactive View for Hierarchical Clustering		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Dynamic Aggregation with Circular Visual Designs		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
The Generalized Detail-In-Context Problem		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Similarity Clustering of Dimensions for an Enhanced Visualization of Multidimensional Data		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
An Operator Interaction Framework for Visualization Systems		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Algorithm Visualization for Distributed Environments		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
IVORY - An Object-Oriented Framework for Physics-Based Information Visualization in Java		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Geographic Visualization: Designing Manipulable Maps for Exploring Temporally Varying Georeferenced Statistics		0	0	0	0	0	1	0	NA	NA
Saying It in Graphics: From Intentions to Visualizations		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Visualizing Decision Table Classifiers		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Comparative Visualization of		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Protein Structure-Sequence Alignments										
LensBar - Visualization for Browsing and Filtering Large Lists of Data		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
The Shape of Shakespeare: Visualizing Text Using Implicit Surfaces		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
BiblioMapper: A Cluster-Based Information Visualization Technique		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Multi-Faceted Insight Through Interoperable Visual Information Analysis Paradigms		0	1	0	0	0	0	0	NA	NA
H3: Laying Out Large Directed Graphs in 3D Hyperbolic Space		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Visualizing Information on a Sphere		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
A Spreadsheet Approach to Information Visualization		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Research Report: Adaptive Information Visualization based on the User's Multiple Viewpoints - Interactive 3D Visualization of the WWW		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Managing Software with New Visual Representations		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
On Integrating Visualization Techniques for Effective Software Exploration		0	0	0	0	1	1	0	NA	NA
Research Report: Cacti: A Front End for Program Visualization		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Nonlinear Magnification Fields		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Research Report: Managing Multiple Focal Levels in Table Lens		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Coordinating Declarative Queries with a Direct Manipulation Data Exploration Environment		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Domesticating Bead: Adapting an Information Visualization System to a Financial Institution		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA

Naslov	DOI	UWP	VDAR	CTV	CDA	UP	UE	AP	QRI	Broj učesnika
Research Report: Design and Evaluation of Incremental Data Structures and Algorithms for Dynamic Query Interfaces		0	0	0	0	0	0	1	NA	NA
Research Report: Volume Rendering for Relational Data Algorithms for Dynamic Query Interfaces		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
The Structure of the Information Visualization Design Space		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Multidimensional Detective		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA
Concept Demonstration: Metrics for Effective Information Visualization		0	0	0	0	0	0	0	NA	NA