



UNIVERZITET U NIŠU
ELEKTRONSKI FAKULTET



Martin D. Jovanović

**UNAPREĐENJE SISTEMA ZA E-UČENJE
SEMANTIČKOM NADGRADNJOM**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Niš, 2018.



UNIVERSITY OF NIŠ
FACULTY OF ELECTRONIC ENGINEERING



Martin D. Jovanović

**E-LEARNING SYSTEMS ENHANCEMENT
THROUGH SEMANTIC UPGRADE**

DOCTORAL DISSERTATION

Niš, 2018.

Podaci o doktorskoj disertaciji

Mentor:	Prof. dr Milena M. Stanković, redovni profesor Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet
Naslov:	Unapređenje sistema za e-učenje semantičkom nadgradnjom
Rezime:	<p>U okviru ove doktorske disertacije predloženo je unapređenje sistema za e-učenje i izvršena je evaluacija predloženog unapređenja u kontekstu realnog učenja.</p> <p>Predloženo unapređenje zasnovano je na pridruživanju grafa veza između pojmova, u formatu RDF, tekstualnom nastavnom materijalu i omogućavanju semantičkih upita nad grafom prevlačenjem reči u tekstu, čime je omogućen prikaz odnosa između izabrana dva pojma u tekstu, u slučajevima kada je učeniku ovaj odnos nejasan a potreban za nastavak učenja, a sa ciljem umanjjenja potrebe učenika za traženjem definicija datih pojmova (distrakcija).</p> <p>Za potrebe istraživanja efikasnosti predloženog unapređenja formirana je simulacija sistema za e-učenje i razvijeni su nastavni tekst i pitanja. U eksperimentu je učestvovao 191 student, nakon čega je izveden verifikacioni eksperiment sa 27 studenata Elektronskog fakulteta.</p> <p>Osnovni rezultati eksperimenta potvrdili su postavljene hipoteze: predloženo unapređenje značajno je umanjilo potrebu učesnika za pretragom kroz materijal i skratilo vreme izrade eksperimenta, a podiglo spremnost za nastavak učenja. Dodatni rezultati pružili su uvid u ostale efekte predloženog unapređenja i namenjeni su formulisanju pravaca daljeg razvoja. Osnovni rezultati potvrđeni su u verifikacionom eksperimentu.</p>
Naučna oblast:	Elektrotehničko i računarsko inženjerstvo (Računarstvo i informatika)
Naučna disciplina:	Elektronsko učenje (E-učenje)
Ključne reči:	elektronsko učenje, e-učenje, semantički veb, drag and drop, RDF
UDK:	(004.738.4:159.953):(004.738.5:004.451.53:004.22)
CERIF klasifikacija:	T120: Sistemski inženjering, računarska tehnologija
Tip licence Kreativne zajednice:	CC BY-NC-ND

Data on Doctoral Dissertation

Doctoral Supervisor:	Prof. dr Milena M. Stanković, full professor University of Niš, Faculty of Electronic Engineering
Title:	E-learning Systems Enhancement Through Semantic Upgrade
Abstract:	<p>Within this doctoral dissertation an enhancement to e-learning systems has been proposed and the evaluation of its impact in the context of real learning was performed.</p> <p>The proposed enhancement is based on coupling a notion-relation graph, in the RDF format, with the textual learning material, to enable semantic queries over the graph by dragging and dropping the words in the text, in cases when the relation between two notions is unclear and still required for the student to continue learning, with the aim of reducing the need for notion definition searches (distractions).</p> <p>To evaluate the proposed enhancement efficiency an e-learning system simulation, learning text and questions were developed. 191 Faculty of Electronic Engineering students took part in the main experiment and 27 took part in the verification experiment that followed.</p> <p>The key results proved the basic hypotheses: the proposed enhancement significantly reduced the participants' need for searching within the text and their completion time, while it raised their preparedness to proceed with learning. Additional results gave insight into other effects of the proposed enhancement and will be used as guidelines for further development. All key results were confirmed by the verification experiment.</p>
Scientific Field:	Electrical and Computer Engineering (Computer Science)
Scientific Discipline:	E-learning
Key Words:	e-learning, Semantic Web, drag and drop, RDF
UDC:	(004.738.4:159.953):(004.738.5:004.451.53:004.22)
CERIF Classification:	T120: Systems engineering, computer technology
Creative Commons License Type:	CC BY-NC-ND

Zahvalnica

Autor na ovom mestu želi da iskaže svoju veliku zahvalnost svima koji su pomogli da ovaj projekat dočeka svoje ostvarenje. Na prvom mestu zahvalnost ide prof. dr Mileni Stanković, mentoru, za nesebičnu podršku, otvorenost, razumevanje i ravnotežu između usmeravanja i pružanju slobode autoru disertacije; kao i komisiji za ocenu i odbranu disertacije. Osoba koja je direktno saradivala na softverskom aspektu disertacije i učestvovala u određenim aspektima njegovog idejnog razvoja je Dejan Todosijević, stručni saradnik za naučno-istraživački rad na Elektronskom fakultetu u Nišu, na čemu mu autor srdačno zahvaljuje. Na kritičnoj pomoći tokom razvoja eksperimentalnog teksta autor zahvaljuje Mariji Žikić, studentu Filozofskog fakulteta u Nišu, a za pomoć u fazi statističke obrade dr. sci. Mariji Mitković Vončina, psihijatru, i Ivani Jocić, diplomiranom psihologu. Na pomoći u izvršenju pilot-istraživanja autor zahvaljuje prof. dr Radomiru Stankoviću, redovnom profesoru Elektronskog fakulteta u Nišu. Zahvalnost autora takođe ide prof. dr Draganu Jankoviću, dekanu Elektronskog fakulteta u Nišu, na posebnoj vrsti podrške. Autor duguje zahvalnost i svojim kolegama sa Katedre za računarstvo Elektronskog fakulteta u Nišu na čestoj podršci u trenucima kada je to bilo potrebno, kao i studentima Elektronskog fakulteta u Nišu, generacije 2014, koji su prihvatili učešće u eksperimentu i time ovu disertaciju učinili mogućom. Autor zahvaljuje i ostalim osobama koje su neposredno ili posredno doprinele izradi disertacije, kao što su Nenad Opsenica (hosting VTKom Novi Sad) i Ivan Tarle (hosting AavalaHost), Vesna Nowack (prostor), Ognjan Milošević (hardverska podrška) i svi prijatelji koji su bili strpljivi i sve vreme prisutni, čak i pored relativno retkih susreta u periodu izrade disertacije.

Posebnu zahvalnost autor oseća prema svojim roditeljima u nadi da će ih uspešno okončanje ovog projekta učiniti ponosnim.

Sadržaj

1. Uvod.....	15
2. Pregled relevantnih istraživanja.....	21
2.1. Opšti pravci razvoja e-učenja.....	21
2.2. Relevantni pravci razvoja e-učenja.....	25
2.2.1. Distrakcije i njihovo umanjivanje u učenju.....	25
2.2.2. Optimizacije u sekvenciranju gradiva.....	27
2.2.3. Mapiranje znanja.....	34
2.2.4. Tehnologije Semantičkog veba u e-učenju.....	38
2.2.5. Drag-and-drop interakcija u e-učenju.....	41
3. Prikaz predloženog unapređenja.....	45
3.1. Korisničko iskustvo.....	46
3.2. Implementacioni aspekti.....	53
3.2.1. Pregled funkcija.....	58
3.2.2. Slučajevi korišćenja.....	59
3.3. Semantički sloj.....	66
3.3.1. Pristup semantičkom sloju.....	72
3.4. Pozicioniranje predloženog pristupa.....	73
3.5. Aktuelni pravci razvoja.....	78
3.5.1. Vizuelno uređivanje grafa pojmova i veza.....	79
3.5.2. Interaktivni pristup proveru znanja.....	83
3.5.3. Lokalizacija.....	84
3.5.4. Podizanje motivacije za učenje.....	85
3.5.5. Ostali pravci razvoja predloženog pristupa.....	87
4. Evaluacija predloženog unapređenja.....	89
4.1. Razvoj metodologije za evaluaciju.....	89
4.1.1. Razvoj strukture eksperimenta.....	90
4.1.2. Početni skup hipoteza.....	93
4.1.3. Razvoj teksta.....	97
4.1.4. Razvoj pitanja.....	102

4.1.5. Razvoj uputstva za učesnike	105
4.1.6. Testiranje i uočeni nedostaci.....	107
4.2. Dizajn eksperimenta.....	110
4.2.1. Osnovni skup hipoteza	110
4.2.2. Korisničko iskustvo	111
4.2.3. Tekst i pitanja.....	116
4.2.4. Praćeni parametri i tehnički aspekti.....	118
4.2.5. Video-uputstvo za učesnike u konačnoj verziji	120
4.2.6. Verifikacioni eksperiment.....	123
4.3. Izvođenje eksperimenta.....	127
5. Rezultati evaluacije pristupa	137
5.1. Validni rezultati testa eksperimenta.....	137
5.2. Osnovni parametri evaluacije.....	141
5.3. Evaluacija osnovnog skupa hipoteza	145
5.3.1. Rezultat 1: broj vraćanja na grupama G1/G2	145
5.3.2. Rezultat 2: vreme izrade na grupama G1/G2.....	146
5.3.3. Rezultat 3: skor na grupama G1/G2.....	147
5.4. Evaluacija proširenog skupa hipoteza.....	149
5.4.1. Rezultat 4: efikasnost na grupama G1/G2	149
5.4.2. Rezultat 5: skor na grupama G1/G3.....	150
5.4.3. Rezultat 6: skor na tipu pitanja O na G1/G3.....	151
5.4.4. Rezultat 7: prevlačenja na grupama G1/G3	152
5.4.5. Rezultat 8: skor na grupama G1/G4.....	153
5.4.6. Rezultat 9: skor na grupama G2/G3.....	154
5.4.7. Rezultat 10: vreme na grupama G2/G3	155
5.4.8. Rezultat 11: skor na grupama G2/G4.....	156
5.5. Evaluacija dopunskog skupa hipoteza	157
5.5.1. Rezultat 12: vreme na grupama G2/G4	157
5.5.2. Rezultat 13: skor na grupama G3/G4.....	158
5.5.3. Rezultat 14: skor na G1/G2/G3/G4.....	159
5.5.4. Rezultat 15: vreme na G1/G2/G3/G4	161
5.5.5. Rezultat 16: efikasnost na G1/G2/G3/G4	163
5.5.6. Rezultati od 17-36: osnovne korelacije.....	165
5.5.7. Rezultat 37: direktna/inverzna prevlačenja.....	167

5.5.8. Rezultat 38-43: korelacije nev. prevlačenja.....	169
5.5.9. Rezultat 44: nevezana prevlačenja na G1/G3	170
5.5.10. Rezultati 45-47: skor sa/bez nev. prevlačenja.....	171
5.5.11. Rezultat 48: prevlačenja za tip E/IL/IT na G1	173
5.5.12. Rezultat 49: prevlačenja za tip E/IL/IT na G3	175
5.5.13. Rezultat 50: skor na tipu E/IL/IT na G1	177
5.5.14. Rezultat 51: skor na tipu E/IL/IT na G2	179
5.5.15. Rezultat 52: skor na tipu E/IL/IT na G3	181
5.5.16. Rezultat 53: skor na tipu E/IL/IT na G4	183
5.5.17. Rezultat 54: skor na tipu E/IL/IT na G1+G3	185
5.5.18. Rezultat 55: skor na tipu E/IL/IT na G2+G4	187
5.5.19. Rezultat 56: skor tip R G1+G3/G2+G4	189
5.5.20. Rezultat 57: efikasnost tip R G1+G3/G2+G4.....	190
5.5.21. Rezultat 58: skor tip O G1+G3/G2+G4.....	191
5.5.22. Rezultat 59: efikasnost tip O G1+G3/G2+G4.....	192
5.5.23. Rezultat 60: prevlačenja tip R/O/N na G1	193
5.5.24. Rezultat 61: prevlačenja tip R/O/N na G3	195
5.5.25. Rezultat 62: skor tip E na G1/G2/G3/G4.....	197
5.5.26. Rezultat 63: skor tip IL na G1/G2/G3/G4.....	199
5.5.27. Rezultat 64: skor tip IT na G1/G2/G3/G4.....	201
5.5.28. Rezultat 65: skor tip R na G1/G2/G3/G4.....	203
5.5.29. Rezultat 66: skor tip O na G1/G2/G3/G4	205
5.5.30. Rezultati 67-76: korelacije skora i prevlačenja.....	207
5.5.31. Rezultati 77-87: razlike između polova	209
5.6. Rezultati verifikacionog eksperimenta.....	213
5.7. Ograničenja eksperimenta.....	216
6. Zaključak.....	219
6.1. Naučni doprinosi disertacije.....	219
6.1.1. Implementacija pristupa unapređenju e-učenja	219
6.1.2. Proširenja funkcionalnosti	220
6.1.3. Evaluacija predloženog pristupa	221
6.2. Vremenska linija	224
6.3. Pravci daljeg razvoja.....	226
Literatura.....	231

Prilog A.....	253
A.1 Primer grafa pojmova i veza - muzika.rdf	253
A.2 Tabela relacija u simulaciji slučaja učenja.....	254
A.3 Tabela relacija po eksplicitnosti i poziciji.....	255
A.4 Sadržaj video segmenata uputstva	257
A.5 Alternativni sadržaj simulacije.....	259
A.6 Tekstualno uputstvo za učesnike.....	261
A.7 Učesnici u testiranju aplikacije	263
A.8 Normalnost raspodela varijabli	265
A.9 Deskriptivni parametri varijabli	270
A.10 Histogrami nezvanih prevlačenja	272
Prilog B.....	273
B.1 Sinopsis video-uputstva za učesnike	276
B.2 Pomoćno tekstualno (HTML) uputstvo.....	289
Biografija autora	291

1. Uvod

Početak mašinski podržanog učenja u drugoj polovini prošlog veka, kao prethodnice današnjeg e-učenja, karakteriše potpuna okrenutost tehnologiji, tada tek u nastajanju, a učenik u procesu učenja ima pasivnu ulogu. U poslednjoj dekadi veka, sa pojavom Veba, razvoj tehnologije u oblasti učenja postaje konvergentan i gotovo u potpunosti okrenut ka Vebu, primarni fokus razvoja oblasti i dalje je tehnologija, dok uloga učenika postepeno dobija na aktivnosti. Početkom 21. veka fokus se pomera sa alata na sam proces učenja, donekle zapostavljene teorije učenja dobijaju na važnosti, učenik dobija aktivnu ulogu u procesu učenja, a razvoj tehnologija za e-učenje sve više biva usmeren ka poboljšavanju alata u smislu efikasnosti učenja.

Tema ove doktorske disertacije je unapređenje sistema za e-učenje kroz umanjivanje potrebe za distrakcijama učenika izazvanim nasilnim prekidima učenikovog prirodnog puta kroz materijal, u situacijama kada je poznavanje međusobnog odnosa dva pojma uslov za nastavak učenja, a ovaj odnos učeniku nije dovoljno jasan, što zahteva prekid učenja i pretragu za definicijama datih pojmova. Ovo je postignuto pridruživanjem semantičkog dokumenta u formatu mape (grafa) nastavnom materijalu i omogućavanjem upita nad ovim slojem pomoću operacije prevlačenja (*drag-and-drop*) na nivou reči. Predloženo unapređenje može se primeniti na bilo koji sistem za e-učenje koji sadrži tekstualni materijal, na nivou je koncepta i nezavisno je od konkretne implementacije.

Ideja o predloženom unapređenju proizvod je višegodišnjeg iskustva u nastavi i razvoju nastavnog materijala, usklađenim sa principima Swellera, [65] dopunskih elektronskih nastavnih sredstava, [202] kao i istraživanja efekata elektronskih nastavnih sredstava na Katedri za računarstvo Elektronskog fakulteta u Nišu, [203] praćenih drugim srodnim istraživanjima. [23] [27] [204] [205] Pristup unapređenju zasnovan je na četiri koncepta: izabranoj poziciji računara u obrazovnom procesu, modelovanju nastavnog materijala strukturom mape (grafa), poziciji teksta u e-učenju i *drag-and-drop* interakciji unutar pretraživača (*browsera*).

Prvi koncept na kome je zasnovan predloženi pristup je ideja o poziciji (ili ulozi) računara u obrazovnom procesu. Sa izuzetkom velikih istraživačkih centara

računar se može posmatrati kao algoritamski programabilan uređaj, odnosno mašina sa delimičnom autonomnošću u "ponašanju" (sa određenom, iako ograničenom, mogućnošću donošenja odluka). U sklopu ove paradigme težište primene računara u obrazovnom procesu predstavlja upravo ta pseudo-autonomna komponenta. Ovaj stav usklađen je sa mišljenjem Hortona [9] o tome šta se ne može smatrati e-učenjem (objave snimaka predavanja i/ili materijala za učenje na Vebu i sl), odnosno objektom učenja, [2] a što upravo podvlači razliku između primene računara kao mašine za skladištenje podataka i upotrebe njegove pseudo-autonomne komponente - donošenju odluka vezanih za nastavni proces tokom samog procesa, u skladu sa aktuelnim pribavljenim informacijama (o kontekstu učenja, učenikovim preferencama, nastavnim ciljevima itd). Upotreba računara u podučavanju, na današnjem nivou njihovog razvoja, ima jasna ograničenja, međutim unutar ovih ograničenja postoji značajan prostor za razvoj te da upravo unutar njih, u datim okolnostima, treba tragati za novim rešenjima. Ovo ne implicira da su ambiciozni ITS poduhvati zasnovani na velikim sistemima stramputica ili utopija, već da je u konkretnom slučaju razvoj upotrebljivih rešenja proizvoljne (ne nužno velike) kompleksnosti, unutar datih ograničenja u smislu tehničkih i ljudskih resursa, izabrani pristup autora. Ovakav pristup odgovara široko prihvaćenom konceptu "blended learninga", premda pomenuti stav o ulozi računara u procesu obučavanja implicira da je ovakav pristup prirodan i realan, bez potrebe da se obeležava posebnim terminom. [10]

Drugi koncept u osnovi predloženog unapređenja je ideja da se nastavni sadržaj može u značajnoj meri modelovati grafom u čijim čvorovima su pojmovi, a na čijim potezima su međusobni odnosi između pojmova. Formulacija je namerno uopštena kako bi ostala otvorena za različite pristupe od kojih je, po mišljenju autora, svaki parcijalan, jer iskazivanje kompletne semantike jezika na ovaj način do trenutka razvoja ideje predloženog pristupa (a ni do danas) nije postignuto (ne postoji čak ni jedinstvo oko pristupa gramatici ljudskog jezika, [206] a što bi predstavljalo osnov za ovaj način iskazivanja). Pokušaji ovakvog iskazivanja datiraju još iz trećeg veka nove ere [122] i danas se prevashodno koriste za vizualizaciju, [122] [128] [129] [131] podršku zaključivanju [123] [125] [139] [140] [141] [142] [143] i podršku mašinama. [126] [127] [144] [145] Ovde treba napomenuti da parcijalnost ovakvog iskazivanja, pored pomenutih, predstavlja još jedno od ograničenja. Iako nije u pitanju tehnološko već više konceptualno ograničenje, ono jednako sužava prostor za delovanje i sugerise

da računar u nastavnom procesu još uvek treba pomatrati ne kao agenta podučavanja već kao nastavno sredstvo (iako ogromnih mogućnosti u odnosu na tradicionalna) i da njegova uloga u nastavnom procesu može biti samo sekundarna (ukoliko je "pomoćna" prejakom formulacijom), pa istraživanje treba usmeravati u skladu sa tim.

Predstavljanje informacija iz nastavnog materijala strukturom grafa u slučaju predloženog pristupa nema za cilj vizualizaciju već podršku za pribavljanje veze između dva pojma u tekstu koje učenik izabere putem drag-and-drop interakcije sa tekstom (prevlačenjem jedne reči i spuštanjem na drugu). Za iskazivanje grafa pojmova korišćena je struktura RDF (Resource Description Framework, u formatu RDF/XML) [149] ali uz određeni stepen slobode u skladu sa namenjenom svrhom. Kao takav, semantički dokument ne predstavlja validan RDF graf po kriterijumima Semantičkog Veba. Semantička dimenzija u predloženom unapređenju namenjena je čoveku, kroz iskazivanje odnosa među pojmovima (što može doprineti razumevanju kako semantike odnosa tako i semantičkog polja jednog ili oba uključena pojma) i kao takva se ne pripada paradigmi Semantičkog veba. [157] Formalna semantika namenjena mašinskoj obradi može biti jedan od pravaca daljeg razvoja implementacije predloženog pristupa, npr. kroz prikaz semantičkog sloja jezikom OWL, [167] čemu je veća pažnja posvećena u poglavlju 3.

Izbor teksta kao aspekta za unapređenje (a ne audio, video ili grafičkog predstavljanja gradiva), učinjen je sa stavom da je tekst još uvek osnovni medijum za apsorpciju informacija i da će na ovoj poziciji ostati u nedefinisano dalekoj budućnosti - što predstavlja treći polazni koncept. U prilog ovom stavu idu i aktuelna istraživanja u e-učenju, kako u oblasti sekvenciranja (gde se gotovo svi radovi odnose na sekvenciranje tekstualnih objekata učenja), tako i u drugim oblastima, poput uticaja slika na retenciju tekstualnog materijala [109] (iako je u fokusu ispitivanje uticaja slika, cilj je bolje procesiranje tekstualnog materijala), prednosti statičkih medija nad dinamičkim [208] ili umanjeње retencije kod zamene teksta govorom u video materijalima. [209]

Četvrti koncept, operacija prevlaćenja objekata mišem (*drag-and-drop*) unutar internet pretraživača, objedinjuje navedene koncepte u predloženu funkcionalnu

celinu. U periodu nastanka ideje ova operacija je bila nova i delimično podržana¹ i po pravilu realizovana ručno za potrebe konkretnih projekata (korišćenjem događaja *dragstart*, *drag* i *dragend*, prirodno podržanih u pretraživačima). [207] Prva tri koncepta (korišćenje pseudo-autonomije računara, predstavljanje nastavnog materijala strukturom mape i davanje prednosti tekstu) formirala su "kritičnu masu" za definisanje pravca istraživanja, dok je četvrti koncept (*drag-and-drop* u pretraživaču) ideji dao konačan oblik.

Kako je tema ove disertacije unapređenje sistema za e-učenje specifičnim pristupom umanjeњу distrakcija pri učenju, disertacija je podeljena na dve osnovne celine: opis predloženog pristupa i evaluaciju poboljšanja koje on ostvaruje.

Drugo poglavlje posvećeno je pregledu aktuelnih istraživanja u oblasti unapređivanja sistema za e-učenje, kao i samog procesa učenja na ovim sistemima, koje su relevantne za predloženi pristup. Ovo uključuje istraživanja u oblasti distrakcija u učenju, sekvenciranja elektronskog nastavnog materijala, mapiranja znanja, kao i upotrebe tehnologija Semantičkog veba i *drag-and-drop* interakcija u kontekstu e-učenja.

U trećem poglavlju dat je detaljan opis predloženog unapređenja sistema za e-učenje, iz perspektive korisničkog iskustva i iz ugla implementacije, sa posebnim osvrtom na izbor, osobine i moguća unapređenja semantičkog aspekta. U ovom poglavlju takođe će biti učinjeno i okvirno pozicioniranje predloženog pristupa u odnosu na aktuelna relevantna istraživanja i biće dat kratak pregled aktuelnih pravaca razvoja predloženog pristupa koji su implementirani ili su u fazi implementacije.

U četvrtom poglavlju opisan je proces evaluacije predloženog pristupa, što uključuje i opis razvoja metodologije za evaluaciju, s obzirom na to da je u pitanju nov pristup za čiju evaluaciju ne postoji razrađena metodologija. U poglavlju će biti dati i finalni dizajn eksperimenta, kao izveštaj o procesu izvođenja eksperimenta.

U petom poglavlju predstavljeni su kompletni eksperimentalni rezultati, što uključuje rezultate prikupljene tokom testiranja sistema, rezultate glavnog eksperimenta, rezultate verifikacionog eksperimenta i diskusiju.

¹ Prva podrška pojavila se 2001. godine kod Microsoft Internet Explorera u verziji 6, dok će prva puna podrška sačekati 2008. i pretraživač Apple Safari u verziji 3.1, u kom periodu je predloženo unapređenje već bilo dovedeno do nivoa prototipa.

U okviru zaključka, koji predstavlja šesto poglavlje, dat je sažet pregled naučnih doprinosa disertacije i predviđeni pravci daljeg istraživanja i razvoja predloženog pristupa unapređivanju sistema za e-učenje.

2. Pregled relevantnih istraživanja

E-učenje (engl. *e-learning*), termin formiran 1999, [1] predstavlja široku i raznorodnu oblast primene informacionih tehnologija za kreiranje iskustva učenja, [2] odnosno podučavanje isporučeno putem digitalnih uređaja namenjenih za podršku učenju. [3] Ova definicija ostaje otvorena, iako pokriva deceniju razvoja oblasti. Sveobuhvatnu definiciju e-učenja još uvek nije moguće dati, s obzirom da semantička polja najčešće korišćenih termina (e-učenje, online učenje i učenje na daljinu) još uvek nisu diferencirana. [4] Ovo donekle haotično stanje može biti posledica nezrelosti ove oblasti koja, razvijajući se kao kompleksan sistem, [5] spontano generiše termine i koncepte iz prividnog stanja neuređenosti. [6]

Početno oduševljenje e-učenjem kao novom tehnologijom, vizijom u kojoj čovek uči od kompjutera², zajedno sa nerealnim poslovnim očekivanjima - eksplozijom *start-up* preduzeća, veb domena i milionskih ugovora, doživelo je vrhunac krajem prošlog veka. [7] Ubrzo su se pojavili prvi znaci otrežnjenja [8] koji su u velikoj meri odredili osnovne pravce istraživanja i razvoja u oblasti – od pitanja uloga tehnologije i čoveka u obrazovnom procesu, preko odnosa teorijskih aspekata učenja i njihovih tehničkih implementacija, do inovacija na čisto tehnološkom planu.

2.1. Opšti pravci razvoja e-učenja

Na najopštijem nivou, prvi značajan trend u istraživanju i razvoju e-učenja, nakon izneverenih nerealnih očekivanja, bila je promena paradigme sa "računara koji podučavaju ljude", što je ubrzo označeno kao jedna od osnovnih pogrešnih koncepcija o e-učenju, [9] na nastavu u kojoj i čovek i računar imaju svoju ulogu. Da bi se ova promena jasno označila u upotrebu je ušao novi izraz – *blended learning*.³ Iako postoje mišljenja da je ovaj izraz suvišan, odnosno da je svako e-učenje uvek i

² Naivnost ove vizije na lep način opisuje kratak film "Year 1999 a.d." iz 1967. godine u produkciji Philco-Ford Corp. i Tom Thomas Organization. Film dostupan na adresi: <https://archive.org/details/Year1999Ad> (link posećen 11.08.2016, vizija e-učenja je na poziciji 4:02).

³ Ovaj izraz bi mogao biti preveden kao pomešano ili kombinovano učenje, ali u domaćoj praksi uobičajeno je korišćenje engleskog izraza pa će on biti korišćen i u ovoj disertaciji.

blended učenje, (Jay Cross, [10] predgovor), izraz je početkom veka postao sveprisutan u istraživanjima e-učenja, a u 2003. godini ovaj pristup je od strane tadašnjeg američkog Udruženja za trening i razvoj⁴ kao jedan od 10 najvažnijih trendova u oblasti. [10] Korporativna reakcija bila je brza. Već tokom 2002. godine IBM daje svoju viziju *blended* učenja koja ne gubi na aktuelnosti, [11] njihov *blended* program obuke menadžera Basic Blue (1999-2000), po nekim procenama, donosi povratak investicije od 47:1, [10] Thomsonova studija *blended* učenja NETg Job Impact Study pokazuje poboljšanje učenja za 30% a brzinu rešavanja zadataka za 40% itd; na osnovu ovih i drugih primera formiraju se dobre prakse i modeli *blended* pristupa. [12] Iako su prednosti brzo uočene, definicija *blended* učenja, poput definicije e-učenja, i dalje ostaje otvorena i najčešće se formuliše kao kombinacija podučavanja licem u lice i putem digitalnih tehnologija. [10] Ovo je razumljivo, s obzirom da je *blended* učenje uopšten pravac razvoja e-učenja, više na nivou paradigme nego na nivou konkretnih implementacija.

Drugi opšti pravac razvoja e-učenja, pored redefinisavanja prisustva ljudi i mašina u procesu kroz *blended* pristup, je promena uloga ljudi – učenika i učitelja. Za razliku od tradicionalne paradigme učenja, u kojoj se ljudi "okreću oko učenja", u e-učenju se "učenje okreće oko ljudi", [13] što učenika pomera u centar a učitelja iz centralne pozicije premešta u pozicije instrukcionog dizajnera [2] izvan nastavnog procesa u užem smislu i moderatora unutar njega. Ova uloga učitelja je dominantna u 1. i 2. generaciji e-učenja po klasifikaciji iz [14], odnosno u prevashodno asinhronim okruženjima sa sinhronim elementima poput video-konferencija, [15] mada je njen opis tokom godina evoluirao u literaturi sa pojavom novih okruženja za učenje kao što su virtuelni svetovi, neformalno učenje i sl. [16] Osnovna uloga moderatora u e-učenju je posredovanje u komunikaciji između učenika u okruženju za e-učenje, i u tom smislu e-učenje se posmatra kao učenje većim delom iz resursa zasnovanih na Vebu ali sa značajnom ljudskom intervencijom, [14] što je koncepcijski blisko *blended* učenju. Dok instrukcioni dizajn e-učenju pruža pedagošku komponentu, empatija koju nosi ljudsko prisustvo, [17] kao i pozitivan pritisak odgovornosti prema nastavniku, [18] su ono što suštinski podržava i motiviše učenje.

⁴ The Association for Training and Development (ASTD) danas nosi naziv Association for Talent Development (ATD), više podataka dostupno je na adresi www.td.org (link posećen 11.08.2016.)

Sa druge strane, uloga učenika postala je centralna za proces, što pre svega znači prilagođavanje nastavnog materijala i načina njegove isporuke specifičnostima učenika, [19] najčešće kroz stilove učenja, [20, 21] ali i druge strategije. [22] Takođe, u kontekstu e-učenja učenik preuzima aktivnu ulogu u procesu, kroz učešće u generisanju nastavnog sadržaja na Veb 2.0 način, [23, 24] međusobno učeničko ocenjivanje, [25] različite konstruktivističke pristupe itd, [26] što vodi istraživanja i razvoj u oblasti e-učenja u suštinski različitim pravcima u odnosu na prevashodno pasivnu ulogu učenika u tradicionalnoj nastavi i bihevioralnim pristupima učenju. [27]

Pored ravnoteže između mašina i ljudi izražene kroz *blended* pravac razvoja oblasti, kao i redefinisanih uloga ljudi u procesu koje su postavile nove, danas aktuelne, pravce istraživanja u e-učenju, treći opšti pravac razvoja usmeren je na odnos između razvoja tehnoloških aspekata e-učenja i njegovih teorijskih osnova. E-učenje duguje svoj nastanak tehnologiji koja ga je omogućila, što je njegovom tehnološkom aspektu dalo povoljnu startnu poziciju. S druge strane, razvoj tehnologija koje su ga omogućile izuzetno je brz, što je postavilo u prvi plan upravo tehnološki razvoj oblasti a teorijske aspekte učenja bacilo u drugi plan, [28] što je redosled koji bi trebalo da bude obrnut [29] jer alati za e-učenje bi trebalo da reflektuju, a ne da diktiraju pedagogiju kursa. [30] Tri najzastupljenije teorije učenja, kroz istoriju učenja podržanog mašinama, su bihevioristička, kognitivistička i konstruktivistička, u tom redosledu. Prvi uređaju za podršku učenju [31] bili su zasnovani na biheviorističkom pristupu, koji učenje vidi kao promenu u vidljivom ponašanju izazvanu eksternom stimulacijom. [32, 33, 34] Kognitivizam [35] proširuje pojam učenja na mentalne procese nevidljive kroz ponašanje, a zanemarene u bihevioralnom pristupu, poput memorije, motivacije i refleksije. Ovaj pristup se u domenu istraživanja u e-učenju reflektovao kroz različite strategije prilagođavanja forme i načina isporuke sadržaja učeniku, o čemu će detaljnije biti reči u nastavku poglavlja. U novijim istraživanjima e-učenja kognitivistički model dopunjen je konstruktivističkim, [36] koji polazi od toga da učenje ne bi trebalo preuzimati od učitelja, već da učeniku treba obezbediti okruženje kako bi sam, aktivno, konstruisao znanje u interakcijama sa njim. [37] Ovi teorijski pristupi dopunjavani su na brojne načine, kako dodavanjem novih teorijskih pristupa poput društvenog konstruktivizma [38] i delimično prihvaćenog [39] konektivizma, [40, 41] tako i na različite druge

pristupe učenju poput kognitivne, paralelno-distribuirane i situativno-kognitivne perspektive, [42] asocijativne, individualno konstruktivističke, društveno konstruktivističke i situativne perspektive [43] itd. Pozicioniranje e-učenja u najširem smislu, putem definisanja uloge ljudi i tehnologija, uz uže primene različitih teorijskih pristupa učenju, [44] definišu pravce konkretnih istraživanja i razvoja tehnoloških aspekata ove oblasti.

Možda najprisutnija tema istraživanja kod tehnoloških aspekata u e-učenja je personalizacija, odnosno prilagođenje iskustva e-učenja preferencama učenika, u skladu sa kognitivističkim principom o individualnim razlikama [45] (npr. na nivou prikaza gradiva sa ili bez hiperlinkova, [46] na nivou modusa linearne ili nelinearne isporuke gradiva i sl) [47] i kognitivističkim modelom pamćenja [45] (npr. kroz različite strategije za umanjivanje kognitivnog opterećenja pri učenju [48]). Personalizacija, tehnički gledano, iziskuje granulaciju nastavnog materijala na jedinice koje se mogu kombinovati i sekvencirati u skladu sa izabranom strategijom, što je dovelo do koncepta objekata učenja (*learning objects*, LO) i odgovarajuće grane istraživanja koja je proizvela niz standarda za opis i upotrebu objekata učenja (standardizaciji su podlegli i drugi aspekti e-učenja, kao LMS sistemi, kompletni kursevi, mehanizmi provere znanja, mehanizmi praćenja korisnikovog ponašanje na sistemu itd). [49, 50] Pored personalizacije, koja je postavila učenika u centar procesa e-učenja, razvoj tehnologije diktiran je još jednom paradigmom: aktivnom ulogom učenika u procesu, izraženom pre svega, ali i ne samo kroz konstruktivistički pogled na e-učenje. Ovo uključuje istraživanja u oblasti uključivanja učenika u generisanje nastavnog sadržaja, [51] podrške kolaborativnom učenju, [52] podrške učeničkom ocenjivanju (*peer assessment*), [25] i std. Ostali pravci istraživanja u razvoja tehnologija e-učenja uključuju standardno ocenjivanje, [53] automatizacije ocenjivanja npr. korišćenjem Semantičkog vebe, [54] generalno upotreba tehnologija Semantičkog vebe na niz različitih načina (o čemu će biti reči u nastavku), prilagođavanje tehnologija novim platformama [55] novim oblastima primene [56] itd. U kontekstu ove disertacije posebno su interesantna istraživanja tehnoloških aspekata e-učenja namenjenih smanjivanju distrakcija (ometanja) učenika u interakcijama sa sistemom, podršci izbora optimalnih puteva učenika kroz gradivo, formalizaciji i materijala za učenje strukturama mapa i primeni tehnologija Semantičkog vebe za podršku e-učenju.

2.2. Relevantni pravci razvoja e-učenja

E-učenje je oblast koja se intenzivno razvija u velikom broju pravaca. U ovom poglavlju biće kratko diskutovani pravci istraživanja e-učenja koji su relevantni na pristup predložen u ovoj disertaciji: distrakcije pri učenju, optimizaciju sekvenciranja, metode predstavljanja informacija strukturama mapa, tehnologije Semantičkog veba u e-učenju i upotrebu drag-and-drop interakcije u e-učenju.

2.2.1. Distrakcije i njihovo umanjivanje u učenju

Distrakcije, odnosno prekidi mentalnog fokusa, iako mogu pokazivati i pozitivan uticaj na performanse u izvođenju jednostavnih zadataka, imaju uvek negativan uticaj kada su u pitanju kompleksni zadaci. [57] Bez obzira da li je u pitanju tradicionalno ili e-učenje, distrakcije su gotovo uvek prisutne i uključuju upotrebu Interneta van svrha učenja, izbor i slušanje muzike, različite radnje poput jela, traženja predmeta, napuštanja prostorije iz različitih razloga, upotrebu mobilnih telefona itd. [58] Generalna učestalost upotrebe mobilnih telefona dovedena je, recimo, u vezu sa smanjenjem prosečne studenata na američkim koledžima, [59] a pisanje tekstualnih poruka tokom praćenja snimljene lekcije sa umanjjenjem tačnosti odgovora nakon nje. [60] Količini distrakcija doprinosi velika dostupnost i raznovrsnost njihovih izvora, pogotovu povećano prisustvo modernih tehnologija. [61] Ukoliko u distrakcije ne računamo namerne prekide učenja radi odmora i sl, većinu distrakcija čine različite vrste multitaskinga, [62] odnosno paralelnih aktivnosti (poput učenja i dopisivanja), pojave koja ima negativno dejstvo na širok spektar aktivnosti učenja – od rešavanja problema [63] do čistog pamćenja. [64] Osim elementarnog utroška vremena na sporednu aktivnost, koji podiže ukupno vreme učenja, jedan od glavnih mehanizama usporavanja je "cena prestrojavanja" (*switch cost*), odnosno dodatni mentalni napor potreban za povratak u napušteni kontekst učenja, što po pravilu iziskuje vraćanje unazad kroz gradivo i obnavljanje dela već pređenog. [62] Količina multitaskinga/distrakcija tokom učenja direktno je proporcionalna subjektivnom osećaju zamora učenika, a obrnuto proporcionalna motivaciji za konkretan zadatak i osećaju samoeфикаsnosti (engl. *self-efficacy*), odnosno samostalnoj proceni svojih sposobnosti za izvršenje zadatka, [58] što znači da strategije za umanjjenje distrakcija pri učenju uključuju podizanje motivacije

učenika i umanjivanje zamora izazvanog učenjem. Ovaj mentalni zamor pored ostalog zavisi od "spoljnog" opterećenja (izazvanog načinom predstavljanja gradiva), [65] pa bi u ovom smislu strategija umanjivanja zamora pri učenju značila umanjivanje "spoljnog" opterećenja putem prilagođavanja načina prezentacije/ispоруke nastavnog materijala kognitivnim specifičnostima učenika, npr. u smislu optimizacije čulne percepcije materijala, [66] ili pak direktno umanjivanje mogućnosti za distrakcije uzrokovane multitaskingom unutar samog sistema za e-učenje. [67] Osim u tehničkom smislu modusa prezentacije gradiva, dodatno kognitivno opterećenje može se nalaziti i na dubljem nivou, kao što je paradoks izbora u tekstu bogatom hiperlinkovima [68] ili prisustvo drugih "zavodljivih" detalja; [69] ili pak na još dubljem nivou – u samoj semantici izlaganja, odnosno u "konceptualnim neravninama" u tekstu, [70] što može formirati povoljnu klimu za distrakcije zbog "lutanja" kroz materijal u prvom i drugom, odnosno posredno kroz povećanje zamora u trećem slučaju. Sve ovo nepovoljno utiče na kontinuitet koncentrisanog učenja, koji se često opisuje konceptom *toka* (engl. *flow state*), stanjem u kome je osoba, u prijatnom emocionalnom stanju, potpuno posvećena aktivnosti koju obavlja, uz subjektivni gubitak svesnosti o protoku vremena i ostalim elementima realnosti, [71] u literaturi označavanog drugim terminima, npr. efikasnost (engl. *efficacy*), [72] dakle stanja koje je poželjno za učenje. [73] Stvaranje uslova za stanje toka je dobra strategija umanjivanja distrakcija kako putem podizanja motivacije za učenje, jer u stanju toka motivacija, čak i ako je izazvana nekim spoljašnjim faktorom, za učenika postaje intrinzična (unutrašnja), tako i putem drugih mehanizama obrnute proporcionalnosti između ovog stanja i kvantiteta distrakcija. [74] Neki od povoljnih činilaca za stanje toka u e-učenju su izazov, kontrola i fokusiranost, [74] dok nepovoljni činioci uključuju sve stimulse koji nisu direktno relevantni za konkretan zadatak (lekciju, modul...), što može biti neočekivana potreba za prekidom čitanja gradiva izazvana npr. nedostatkom informacija potrebnih za razumevanje pročitanoг ili nedovoljno jasnim konceptima, a što zahteva nevoljni prekid trenutnog toka i prelazak na pretraživanje, što je iz perspektive čitanja/učenja irelevantan zadatak, ekvivalentan distrakciji.

Sažet tabelarni pregled pristupa istraživanju uticaja distrakcija na učenje dat je u tabeli 2.1.

Tabela 2.1: Pristupi istraživanju uticaja distrakcija na učenje

Po načinu	Telefoniranje (glasovni poziv) [58] [62]
	Tekstualne poruke (sinhrone) i e-pošta [58] [60] [62]
	Mobilni uređaji generalno [58] [59]
	Razonoda (muzika, TV, video) [58]
	Napuštanje prostorije [58]
Po poziciji u učenju	"Izvan" procesa učenja [58] [62] [67]
	"Unutar" procesa učenja [65] [66] [68] [69] [70] [72] [110]
Po tipu	"Zavodljivi" detalji [69]
	Broj/gustina hiperlinkova [68]
	Pozicija hiperlinkova [110]
	Konceptske "neravnine" [70]
Po mehanizmu	Cena promene fokusa (<i>switch cost/resumption lag</i>) [62]
	Prekid stanja toka (<i>state of flow</i>) [73] [74]
	Multitasking generalno [57] [62] [66] [67]
	Sinhronost komunikacije (e-pošta) [62]
Po motivaciji	Multitasking (" <i>overachieving</i> ") [61] [62] [67] [68]
	Trendovi (<i>Fear of Missing Out - FOMO</i>) [62]

2.2.2. Optimizacije u sekvenciranju gradiva

Put učenika kroz materijal (engl. *learning path*) je obimno istraživani aspekt e-učenja koji ne gubi na aktuelnosti [75] i jedan je od osnovnih mehanizama prilagođavanja sistema za e-učenje ličnim preferencama učenika (personalizaciju). Da bi različiti putevi kroz gradivo bili mogući, gradivo mora biti granulirano na objekte učenja, celine definisane kao višestruko upotrebljive komponente usmerene na određeni nastavni cilj koje mogu biti obeležene metapodacima i odložene u digitalne biblioteke [76] radi kasnije mašinski podržane izgradnje većih nastavnih struktura, kao što su lekcije ili kursevi, a koje mogu predstavljati instrukcije, elemente prakse, konceptualne modele, generalno razne digitalne, pa čak i ne-digitalne entitete. [77] Specifične sekvence objekata učenja čine učenikov put kroz nastavni materijal, a algoritmi za njihovo formiranje, kao jedan od osnova personalizacije, podržani su i od standarda za e-učenje kao SCORM [78] i Simple Sequencing specifikacija organizacije IMS Global [79]. Sekvenciranje može biti vršeno i na opštijim nivoima

planiranja (npr. na nivou ishoda učenja, gde [2] na str. 42 izdvaja *top-down*, *bottom-up* i *sideways* tipove uopštenog sekvenciranja), međutim iz perspektive ove disertacije od interesa je pre svega put kroz gradivo na niskom nivou – između modula u okviru lekcije ili unutar pojedinačnih modula. Izbor puta kroz gradivo može biti prepušten učeniku ili nametnut od strane sistema. [3, str. 317] Velika sloboda kretanja kroz gradivo, iako prividno lepša opcija, ima pozitivne efekte samo na određene tipove učenika; zbog toga su metodi nametanja puta učeniku od strane sistema predmet brojnih istraživanja, o čemu će više reči biti u nastavku. Kao najopštija vodilja pri izboru jednog od ova dva pristupa može poslužiti sposobnost samoprocene učenika, odnosno nivo njegove metakognicije; [80] učenicima sa većom metakognicijom treba dati više slobode kretanja na sistemu (primer za kvantitativne pokazatelje ovoga daje [81], gde osobe sa manjim metakognitivnim sposobnostima pri punoj kontroli ostvaruju prosečno 37% a pri pravilima nametnutim od sistema 67,7% ciljeva učenja, dok je za osobe sa većom metakognicijom ovaj odnos 73,2% prema 64,7%). Ovu podelu moguće je proširiti još jednom kategorijom – permisivnim uticajem na kretanje učenika, npr. putem navigacionih predloga [82] ili vizuelnog naglašavanja dela sadržaja. [83]

Dok različiti pristupi navigaciji kroz materijal imaju smisla na nivou određenih celina gradiva (modula, objekata učenja i sl), unutar samih celina poželjna je celovitost. Na strani 314 Horton [2] ističe da je pogrešno očekivati da će svi učenici striktno pratiti predviđene sekvence kroz materijal (bilo slobodne bilo nametnute) i da je nerealno očekivati da će uvek biti pripremljeni za svaku celinu kroz koju se upute. Iz tog razloga poželjno je da svaka celina za sebe, koliko je to moguće, bude potpuna (engl. *self-contained*) i da treba izbegavati pristupe poput "kao što je već objašnjeno u...". U slučaju da data celina podrazumeva znanje nekih informacija pomenutih u drugoj celini, te informacije treba dati i u toj celini ili treba obezbediti linkove prema njima. Dodavanje potrebnih (preduslovnih) informacija u datu celinu gradiva može da je preoptereti ili da dovede do previše ponavljanja informacija (u slučaju da je učenik te informacije već pročitao) i time povećanja zamora, odnosno umanjenja motivacije, s obzirom na to da nepotrebno povećana količina informacija ima negativan uticaj na učenje. [84] S druge strane, obezbeđivanje linkova prema celinama koje sadrže potrebne informacije može imati negativan uticaj na učenje, jer određeni tipovi učenika negativno reaguju na povećanje broja linkova u tekstu, [68] pre svega zato što

praćenje linka (skretanje sa trenutnog puta čitanja) prekida konceptualni tok učenika. [85]

Da bi se sistem prilagodio učeniku, a što je krajnja svrha izbora strategije sekvenciranja, sistem mora "znati" nešto o njemu. Složeni integralni ITS sistemi formiraju detaljnu sliku o korisniku kroz tzv. model učenika (engl. *student model*), koji može sadržati i kognitivne i afektivne aspekte, [86] međutim ovakvi sistemi su po pravilu robusni i manje fleksibilni. U scenarijima e-učenja bližim *blended* koncepciji (i često realizovanim pomoću gotovih LMS rešenja) modelovanje učenika je jednostavnije, a istraživanja u ovom smeru bave se različitim aspektima učenikovih preferenci u učenju, kao što su stilovi učenja i kognitivni stilovi. Stilovi učenja su koncept opisan nizom međusobno delimično preklapljenih teorija i uključuju podele učenika prema određenim kriterijumima (akomodator/konverger/diverger/asimilator u Kolbovom modelu, [87] aktivista/refleksivni/teoretičar/pragmatičar u Honey-Mumfordovom modelu, [88] vizuelni/auditivni/kinestetički/čitač-pisač kod VARK modela zasnovanog na VAKOG konceptu iz Neuro-lingvističkog programiranja [89] i sl). Ideja o kognitivnim stilovima pojavila se još pedesetih godina prošlog veka i proizvela preko 70 teorija, [90] obimno korišćenih u istraživanjima e-učenja ali i praćenih sa dosta kritike. [91] Slično stilovima učenja, kognitivni stilovi, odnosno preference učenika u smislu načina razmišljanja, opažanja i pamćenja informacija [92] (zavisnost/nezavisnost od oblasti po Witkinu, [93] Paskov serijski/holistički pristup, [94] preferenca ka levoj ili desnoj hemisferi mozga, [95] konvergentni/divergentni tip po Hudsonu [96], sklonost ka adaptiranju/inovaciji po Kirtonu [97] i sl) takođe pružaju osnovu za obimna istraživanja u domenu personalizacije sekvenciranjem.

Neka istraživanja fokusiraju se na jedan od ovih kriterijuma, npr. Paskovu podelu na holiste i serijaliste. [98] Na osnovu nje sistem utiče na put učenika tako što pruža hiperlinkove (holistima) ili ih onemogućava (serijalistima) i pruža različite alate za navigaciju (strukturiranu serijalistima, indeks holistima), što je dovelo do poboljšanja kako u učenju tako i u učeničkoj percepciji sistema. Chen i Macredie u [99] predlažu mehanizam e-learning sekvenciranja čija linearnost puta kroz gradivo zavisi od učenikove (ne)zavisnosti od oblasti (učenici zavisni od oblasti pokazali su preference ka vođenoj navigaciji, odnosno relativno linearnom putu, dok su nezavisni pokazali više želje za sopstvenom kontrolom kretanja i manjom relativnom

linearnošću), pri tom dajući i obiman pregled literature na temu linearnosti puta i učenikove kontrole nad kretanjem. Alternativno ovom pristupu, uticaji više faktora na put su takođe predmet istraživanja. Calcalterra, Antonietti i Underwood su, recimo, u e-learning sistemu zasnovanom na kombinaciji hiperteksta i virtuelne realnosti pronašli vezu između učeničkog opšteg poznavanja rada na računaru i njihovih obrazaca kretanja kroz gradivo, ali ne i vezu između kretanja i kognitivnog stila po Pasku, premda je kognitivna preferenca uticala na način predstavljanja gradiva u testu nakon eksperimenta (holisti su u daleko većem procentu gradivo predstavili pomoću mape). [100] Preference učenika, međutim, po sebi nisu potpuno stabilna kategorija; kognitivni stil učenika po Witkinu, recimo, može varirati u zavisnosti od prethodnog poznavanja gradiva. [101] Predznanje, nevezano za kongnitivni stil, može imati i direktan uticaj na linearnost puta kroz gradivo; Calisir i Gurel utvrdili su, recimo, da učenici sa većim predznanjem pokazuju tendenciju ka većoj linearnosti kretanja kroz materijal i u linearnoj strukturi pokazali veće razumevanje pročitano. [47] Donekle drugačiji rezultat dobili su Amadiou, Tricot i Mariné; učenici sa većim preznanjem pokazali su bolje rezultate na proveru znanja nakon učenja iz hijerarhijske strukture dokumenta (sa organizacionim hiperlinkovima), dok su učenici sa manjim predznanjem zabeležili bolji uspeh kod učenja iz mrežno organizovanog dokumenta (reacioni hiperlinkovi). [102] Ovaj rezultat nije obrnut od Calisira i Gurela, zbog toga što nije direktno merena linearnost (u smislu prisustva ili odsustva linkova) već preferiranu strukturu povezanosti materijala. Ipak, razlika postoji, zato što je mrežna struktura dokumenta bliža nelinearnosti – a u slučaju [47] preferirana od strane učenika sa manjim predznanjem. Moguće je da je u pitanju potreba neiskusnijih učenika da se pre aktivnog učenja generalno upoznaju sa materijom, kao što su zapazili Jáñez i Rosales. [103] Predznanje se ne mora odnositi na gradivo. Cagiltay, Yildirim i Aksu [104] su utvrdili uticaj opšteg znanja rada na računaru na linearnost. Učenici sa manjim poznavanjem težili su ka linearnijem kretanju. U istom radu autori su pokazali i vezu između linearnosti starosne grupe učenika (stariji i mlađi učenici pokazali su naklonost ka linearnom, dok su učenici srednje starosne grupe imali nelinearnije kretanje). Uticaj može imati i konkretnost postavljenog cilja učenja; [103] učenici sa konkretnim ciljevima imali su veći broj tranzicija između objekata učenja i pokazivali obrasce pretraživanja gradiva, dok su oni sa uopštenijim ciljevima pokazivali obrazac uopštenog čitanja (odnosno imali linearniji put, što se pokazalo

kroz manji broj tranzicija među objektima učenja). U slučaju okruženja virtualne realnosti u e-učenju, na obrasce obilaska gradiva (virtualnog prostora) utiče čak i preferirana fizička prostorna orijentacija učenika. [100] Linearnost možemo da posmatramo kroz obrasce učenikovog kretanja kroz gradivo ili njegov odnos prema većoj ili manjoj slobodi izbora putanje, kao u prethodnim primerima. Sa druge strane, linearnost možemo posmatrati i relativno u odnosu na učenika, u smislu njegove preferirane (ne)linearnosti, u smislu da ako je sistem prilagođen učeniku i sekvencira materijal na način koji učeniku odgovara, učenik neće imati mnogo potrebe da skreće sa puta koji mu servira sistem (ići će linearno relativno u odnosu na servirani put), dok taj put sam po sebi ne mora biti linearan u odnosu na originalnu strukturu gradiva (kakva bi, recimo, bila prisutna u klasičnom udžbeniku). Amadiou i kolege su, recimo, kod učenika sa većim predznanjem videli koherentnije puteve kroz gradivo kada je ono sa mrežnom strukturom, što znači da je sama struktura prezentacije gradiva učinila put relativno linearnijim. [102]

Pored uticaja preferirane putanje na rezultate učenja, pravac istraživanja koji zaslužuje pažnju je veza između putanje i zamora pri učenju, tzv. kognitivnog opterećenja (engl. *cognitive load*), mere naprezanja pri učenju koju je krajem osamdesetih godina prošlog veka formulisao Sweller. [65] Prema ovoj teoriji, svako učenje nosi tri elementa opterećenja: unutrašnji (engl. *intrinsic load*), koji bismo mogli da nazovemo "prirodnom težinom" gradiva, sadržanom u samoj njegovoj strukturi, zatim spoljašnji (engl. *extraneous load*) koji zavisi od načina na koji je gradivo prezentovano, i relevantni (engl. *germane load*), opterećenje nastalo usled mentalne obrade informacija i formiranja unutrašnjih konstrukata. Teorija vidi unutrašnje opterećenje gradiva kao nepromenljivo (iako se na njegovu težinu može vršiti ograničen uticaj granulacijom i sekvenciranjem), dok je uticaj na spoljašnje i relevantno opterećenje moguć i maksimalno poželjan; drugim rečima gradivu ne treba dodavati na težini neoptimalnim načinima prezentovanja, tako da u kognitivnom opterećenju ostane samo "prirodna" komponenta težine gradiva (pokušaj smanjivanja ove komponente bi, s druge strane, mogao da dovede do gubitka informacija), slično citatu koji se često pripisuje Ajnštajnu: "stvari treba učiniti najprostijim mogućim, ali ne prostijim od toga". Na ideju o dve težine gradiva ("prirodnoj" i "veštačkoj") došao je i autor ove disertacije tokom redovnih studija, tada bez saznanja o istraživanjima u toj oblasti. Kognitivno opterećenje posebno je istraživano u multimedijalnim

okruženjima za učenje, gde različiti načini predstavljanja gradiva mogu stvoriti spoljašnje opterećenje u čulnom delu (recimo kada je više čulnih kanala paralelno opterećeno, kao na primer u slučaju paralelne auditivne naracije i vizuelnog prikazivanja narativnog teksta uz video-instrukcije), za šta Mayer predlaže 9 strategija. [48] Dok u [102] nije primećena razlika u kognitivnom opterećenju pri različitim obrascima kretanja kroz gradivo, Zumbach i Mohraz su utvrdili da nelinearno sekvenciranje gradiva podiže kognitivno opterećenje u slučaju narativne strukture materijala. [105] Alternativno tome, kod grupa kojima je materijal bio predstavljen na enciklopedijski način, razlike u kognitivnom opterećenju nije bilo, što su autori i očekivali, s obzirom da enciklopedijski način predstavljanja gradiva ima visoko eksterno opterećenje (izrazito je težak za učenje zbog stila) i sa tim ciljem je i upotrebljen u istraživanju, dok je upravo narativni stil onaj koji je poželjan za učenje. [106] Osim sekvenciranja od strane sistema, na kognitivno opterećenje može da utiče i struktura prezentacije gradiva, nevezano za to kakav konkretan put učenik bira. Amadiou i ostali su merenjem pokreta očiju učenika utvrdili povećanje kognitivnog opterećenja kod mrežne strukture gradiva (u odnosu na hijerarhijsku) nevezano za predznanje učenika, što ukazuje na to da je mrežna struktura, odnosno veliki broj poprečnih veza u gradivu (koje nemaju hijerarhijsku dimenziju) generalno mentalno zahtevnija [107] (iako ima slučajeva, kao [102], kod kojih je grupa sa manjim predznanjem pokazala bolje razumevanje kod mrežne strukture – što, opet, ne isključuje veće kognitivno opterećenje). U svom pregledu strukture sadržaja i navigacionih alata, Chen, Fan i Macredie su utvrdili da učenici sa manjim prethodnim znanjem preferiraju strukturiranje gradiva u formi mape nad bazičnim tekstom sa linkovima ili hipermedijalnim sadržajem, zato što im struktura mape pomaže da razumeju strukturu proučavane oblasti, dok su učenici sa većim predznanjem bili skloniji direktnim skokovima kroz gradivo ali pre putem alata za pretraživanje nego koristeći ponuđene navigacione alate bilo sa strukturom mape ili ne. [108] Jedan tehnički drugačiji pristup, ali usmeren upravo ka poboljšavanju razumevanja veza između koncepata u gradivu, bez strategija koje dokazano povećavaju kognitivno opterećenje, tema je ove disertacije.

Kognitivno opterećenje može se pojaviti i kod redundanse u gradivu, kao što je broj reči ili broj ilustracija [84] (dok pažljivo dozirana grafička komponenta, sa druge strane, može pomoći u razumevanju teksta, [109] ali samo ukoliko je relevantna

za tekst; nedovoljno relevantne ilustracije pokazuju, naprotiv, negativan uticaj na kvalitet učenja [69]). Negativan uticaj redundanse primećen je i kod broja hiperlinkova vidljivih na aktuelnoj stranici teksta, za šta se kao razlog uzima povećana kognitivna aktivnost sa povećanjem potrebe za donošenjem odluka. [46] Čak i pozicija hiperlinka u rečenici može izazvati ovaj efekat, pa Horton preporučuje da hiperlinkovi, ukoliko je moguće, budu na kraju rečenice. [110] Jedan drugačiji pristup smanjivanju i redundanse i kognitivnog opterećenja preložili su Antonenko i Niederhauser, tako što su dodatne informacije umesto hiperlinkovima (što podrazumeva skokove u putu učenja) ponudili u formi "oblačića" (engl. *tooltip*). [85] Učesnici nisu prijavili subjektivni osećaj manjeg napora u učenju sa korišćenjem "oblačića", međutim merenje njihove mentalne aktivnosti pomoću EEG uređaja pokazalo je manje naprezanje kod grupe koja ih je koristila. Upotreba "oblačića" za pribavljanje dodatnih informacija povećala je kod eksperimentalne grupe vreme potrebno za čitanje, međutim ova grupa pokazala se boljom u smislu ishoda učenja. Možda najinteresantniji pristup kontinuitetu učenja daje Chen, koji svoj predlog sekvenciranja u [70] zasniva na, kako on to formuliše, *konceptualnom kontinuitetu* duž puta učenja, odnosno predlaže sekvenciranje koje ima za cilj "konceptualno ravan" put učenja, bez velikih skokova u konceptima, a sa ciljem umanjivanja kognitivnog opterećenja (za šta izračunava konceptualnu srodnost između objekata učenja pomoću genetskog algoritma). Iako Chen kontinuitet učenja/čitanja posmatra na nivou veće nastavne celine (sekvence objekata učenja), ideja o neprekidanom kontinuitetu učenja jednako je (ako ne i više) u važnosti i na manjoj skali – unutar svakog od objekata učenja. Ovakav pristup usklađen je sa Hortonovim stavom da ne treba prekidati kontinualno čitanje, u njegovom slučaju zavodljivim linkovima, [110] odnosno sa stavom Zumbacha i Mohraza da je poželjno koristiti naravitu strukturu izlaganja sa rečenicama koje premošćuju celine, [105] odnosno održavati stanje "toka" tokom učenja. [111]

Neinvazivni pristup, ili, kako je ranije rečeno, treća kategorija učenikove kontrole nad sekvenciranjem, realizuje se putem predloga za kretanje koje sistem daje učeniku. To može biti naglašavanje nekog od linkova u navigacionom delu stranice, ili čak (u slučaju da učenik ne zadovolji u nekom od testova) privremeno onesposobljavanje dela linkova, [70] ili pak različiti navigacioni i signalizacioni znaci (Sunk i Mayer su dobili poboljšanje po svih 8 merenih skala kvaliteta učenja kada su

upotrebili signalizacione znake – naglašavanja važnih stvari u materijalu, odnosno po 4 od 8 skala kada su upotrebili navigacione znake – konstantno obaveštavanje učenika o trenutnoj poziciji u materijalu). [82] U ovom slučaju uticaj na učenikov put kroz gradivo bio je permisivan – sistem je predlagao, ali nije nametao put (npr. uklanjanjem hiperlinkova radi forsirane linearizacije kao kod [70] ili dodavanjem oznake "<<" kod linkova za navigaciju koji vode putem koji predlaže sistem, kao kod [112]). Drugačiji vid permisivnog pristupa predložio je Jin. [83] Kod ovog pristupa sistem omogućava vizuelno naglašavanje ključnih koncepata (rečenica ili dela rečenica) na stranici putem boja, ili kompletno eliminisanje ostatka teksta. Ovo ima za cilj učničku kontrolu nad smanjivanjem redundantnosti teksta koje spominje [84] i usklađeno je sa principom koji Allan na 192. stranici označava kao "Gee princip 27": relevantne informacije moraju biti dostupne na zahtev po *just-in-time* principu. [106]

Svim nivoima učenikove kontrole nad kretanjem zajednička je primena određenih algoritama sekvenciranja, nakon što je sistem upoznat sa bitnim preferencama učenika. Ovo su najčešće algoritmi veštačke inteligencije, kao što je *ant colony* algoritam, [113-115] *plant location* algoritam [116] ili pak genetski algoritam sa određenim prilagođenjem konkretnoj primeni, npr. "forsiranom legalnošću" hromozoma u genetskom algoritmu, [117] ili neka od kombinacija algoritama (poput *neuro-fuzzy* pristupa kod [118] ili miksa više algoritamskih tehnika [119]). Često je i korišćenje standarda u sekvenciranju, poput upotrebe LOM metapodataka kod *fuzzy* sekvenciranja u [120] ili korišćenja ontologije za potrebe *plant location* algoritma kod [116] jer je obeležavanje (engl. *markup*) objekata učenja, na osnovu koga se sekvenciranje i vrši, jednako važan aspekt kao i izbor algoritma.

Sažet tabelarni pregled pristupa istraživanju načina sekvenciranja materijala u sistemima za e-učenje dat je u tabeli 2.2.

2.2.3. Mapiranje znanja

Strukturni aspekt materijala, odnosno njegova topologija, igra značajnu ulogu u kvalitetu učenja, bez obzira na stepen slobode navigacije učenika. Strukturiranje u topologiji mreže je kod [107], recimo, podiglo je kognitivno opterećenje kod svih učesnika, nezavisno od nivoa predznanja. Učenici sa manjim predznanjem su kod [102] prijavili bolji subjektivni osećaj na sistemu kada je gradivo strukturirano hijerarhijski, dok u slučaju [47] nije bilo razlike u subjektivnom doživljaju ali su

učenici sa manjim predznanjem pokazali bolje razumevanje pročitano kod hijerarhijske topologije gradiva (što je u skladu sa Mayerovom tezom da hijerarhijska struktura pomaže u razumevanju odnosa između koncepata u gradivu). [121]

Tabela 2.2: Pristupi istraživanju metoda sekvenciranja gradiva u e-učenju

Po stepenu učeničke kontrole nad sekvenciranjem	Učenička kontrola [80] [81]	
	Polu-mašinska kontrola [82] [83] [112]	
	Mašinska kontrola [3] [70] [80] [81]	
Po kriterijumu klasifikacije učenika	Stilovi učenja	Kolb [171] [201]
		Honey-Mumford [113]
		VARK [174]
	Kognitivni stilovi	Witkin [99] [101]
		Pask [98] [100]
		Kirton [83]
	Predznanje [47] [100] [101] [102]	
	Konkretnost ishoda učenja [103]	
Prostorna orijentacija [100]		
Po uticaju puta na učenika	Hijerarhija/relaciona mreža [47] [102] [103] [107] [108]	
	Linearnost/Nelinearnost [102] [65] [105]	
	Broj i pozicija hiperlinkova [46] [85] [110]	
	Konceptska poravnatost/neravnost [76] [105] [110] [111]	
Po algoritmu sekvenciranja	Ishoda učenja	Naniže (top down) [2]
		Bočno (sideways) [2]
		Naviše (bottom up) [2]
	Objekata učenja	Ant Colony [113] [114] [115]
		Plant Location [116]
		genetski algoritam [117]
		Neuro-Fuzzy [118]
		kombinacija više [119]

Mampadi i ostali su dobili poboljšanje kod učenika sa holističkom kognitivnom preferencijom predstavljanjem gradiva pomoću hijerarhijski organizovane mape. [98] Sličan mehanizam je uočen i u obrnutom smeru; kod [100] 45% učenika sa *survey* tipom prostorne orijentacije, nakon učenja sa sistema, spontano je izabralo da naučenu materiju predstavi pomoću mape koncepata.

Predstavljanje znanja mapom nije nov pristup. Verovatno najstariji primer ovakve vizualizacije je Porfirijevo stablo Aristotelovih kategorija iz 270. godine nove ere, [122] napravljeno kao pomoć za razumevanje veza među kategorijama. Mape

argumentacije nadbiskupa dablinskog i cele Irske Ričarda Vatlija iz 19. veka [123] prvi su primer vizuelnog mapiranja procesa logičkog zaključivanja. Moderne tehnike mapiranja podataka, kao što su kognitivne mape, [124] nomološke mreže, [125] semantičke mreže, [126] konceptualni grafovi i [127] konceptske mape, [128] mahom datiraju iz sredine prošlog veka. Organizacija podataka u vidu mape odgovara čovekovom prirodnom načinu vizuelnog predstavljanja, pa su neki od ovih pristupa i namenjeni upravo vizualizaciji, na primer u svrhu podrške učenju u slučaju konceptskih mapa [128] i mapa uma, [129] odnosno u pripremi i organizaciji nastave. [130] Epler [131] predlaže različite metode vizuelnog mapiranja u različitim fazama tradicionalne nastave: konceptualne dijagrame za definisanje okvira, mape uma za beleške tokom nastave, konceptske mape za grupni rad kod kuće a vizuelne metafore za zajedničku integraciju naučenog na času. McClure i kolege predlažu uporebu konceptskih mapa za proveru znanja, [132] a Zempetakis i kolege mape uma za podizanje kreativnosti studenata inženjerstva. [133] Ovi metodi su predmet istraživanja i u oblasti e-učenja, kao digitalne konceptske mape, [134] trodimenzionalne interaktivne konceptske mape, [135] automatski generisane personalizovane konceptske mape kao dopunsko nastavno sredstvo u slučaju nedovoljnog razumevanja koncepata, [136] ili pak automatsko generisanje konceptskih mapa na osnovu naučnih radova u oblasti e-učenja u svrhu pomoći mladim istraživačima. [137] Davies [138] kao osnovne razloge za upotrebu vizuelnih mapa u nastavi navodi da mape podstiču nadogradnju novog znanja na postojeće i da omogućavaju da učenik kreira veze između elemenata znanja kroz svoje aktivno angažovanje; u smislu pogodnosti za nastavu mape uma vidi na nivou najveće opštosti, konceptske mape za srednji, a mape zaključivanja (*argument maps*) za najkonkretnije aspekte i izvođenje zaključaka.

Ipak, mapiranje podataka ne služi samo za vizualizaciju, niti je uvek okrenuto direktno krajnjem korisniku, kao u slučaju podrške nastavi. Neki od ovih pristupa zamišljeni su sa ciljem da služe kao dublje strukture, odnosno strukture podataka za podršku različitim algoritmima. Mape zaključivanja, (engl. *argument maps*) grafičke reprezentacije premisa, njihovih veza i zaključaka, začete u 19. veku [123] i razvijene od strane više autora u prošlom, [139-142] imaju za cilj podršku ispravnom formalno-logičkom zaključivanju, odnosno kvantitativno procenjivanje stepena validnosti zaključka u slučaju fazi-kognitivnih mapa; [143] ovi pristupi su donkle takođe

vizualizacije (jer su pre svega namenjeni ljudima) ali sa ciljem podrške algoritmima zaključivanja, a ne sa ciljem vizualizacije podatka, pa se sa te strane mogu posmatrati kao dublje strukture. Kognitivne mape [124] imaju za cilj predstavljanje duboke strukture kod čoveka, odnosno koncipirane su kao metafora za opis kognitivnih struktura u ljudskom umu. Drugi pristupi imaju za cilj podršku mašinama, poput konceptualnih grafova, [127] zamišljenih kao način za predstavljanje konceptualnih šema u sistemima baza podataka, odnosno semantičkih mreža, [126] poput poznate leksičke baze engleskog jezika WordNet, [144] strukture koja je poslužila kao osnova za kasnije formiranje grafova znanja (engl. *knowledge graphs*), koncepta koji će 2012. godine Google uvesti u svoje pretraživače, [145] a koji je blizak konceptu ontologija u informatici. [146]

Svi pomenuti pristupi dele ideju strukturiranog prikaza koncepata/entiteta. Razlike, iako postoje (na primer u ekspresivnoj moći, kao u slučaju semantičkih mreža koje omogućavaju iskazivanje strukture i konceptualnih grafova koje pored toga omogućavaju i logiku predikata prvog reda), pre svega su tehničke prirode; osnovna ideja je ista i može se najopštije formulirati kao eksplicitna formalizacija/specifikacija konceptualizacije, a što je način na koji se definišu ontologije u informatici. [147] Globalna inicijativa koja teži da sve pomenute pristupe objedini i standardizuje, Semantički veb, [148] donosi tehnologije prilagođene mapiranju informacija, kao i druge tehnologije pogodne za i široko korišćene u sistemima za e-učenje.

Sažet tabelarni pregled metodologija mapiranja znanja dat je u tabeli 2.3.

Tabela 2.3: Istorijski i aktuelni pristupi mapiranju znanja

Po formi	
	Mape kategorija (Porfirije, istorijske) [122]
	Argumentacione mape [123] [138] [140-143]
	Nomološke mreže [125]
	Semantičke mreže [126] [144]
	Konceptski grafovi [127] [131]
	Konceptske mape [128] [131] [132] [138]
	Kognitivne mape [124] [143]
	Mape znanja (Google) [145]
	Mape uma [129] [131] [133] [138]
	Ontologije (uslovno) [146]

Po opštosti u učenju	Mape uma (najopštije) [138]
	Konceptske mape [138]
	Argumentacione mape [138]
Po strukturi	Stablo [122] [123] [128] [129] [130]
	Povezan graf [124] [125] [126] [127] [128]
	Zvezda/lanac [127]
Po primeni	Zaključivanje – podrška procesu [123] [139] [140] [141] [142]
	Zaključivanje – provera validnosti [125] [143]
	Generalna vizualizacija – učenje [122] [128] [129] [131]
	Provera znanja [132]
	Beleške u nastavi [131]
	Podrška mašinama [126] [127] [144] [145]
Po digitalnosti	Potpuno digitalne [134] [135]
	Digitalizovane analogne [136] [137]
	Potpuno analogne [sve ostale]

2.2.4. Tehnologije Semantičkog veba u e-učenju

Tehnologije definisane u okviru Semantičkog veba našle su brojne primene u domenu e-učenja, kako na prezentacionom nivou (npr. vizualizacijom ontologije radi obogaćivanja prikaza mapom), [150] tako i na dubljim nivoima (korišćenjem ontologija za modelovanje različitih aspekata sistema – domena, nastavnog materijala, nastavnih zadataka, ponašanja učenika na sistemu, njegovih stilova učenja, strategija isporuke materijala pa sve do aspekata interfejsa sistema), što je u istraživanjima e-učenja zastupljeniji pristup. [153] Već na začetku oblasti, ubrzo nakon formiranja termina "e-učenje", [1] uočene su pogodnosti tehnologija Semantičkog veba, a nedugo zatim formirale su se i tačke konvergencije istraživanja u dve oblasti. [152] Stojanović i saradnici izdvojili su sedam karakterističnih aspekata e-učenja u kojima Semantički veb ima značajan potencijal: način isporuke materijala, tip odgovora na potrebe za učenjem, pristup, simetriju, kontinualnost, autoritet, personalizaciju i adaptibilnost. [13] U ovom kontekstu Semantički veb podržava sve principe e-učenja: isporuku materijala po *pull* principu (učenik je taj koji traži znanje i inicira učenje), iniciranu kao reakcija na određeni problem (za razliku od klasičnog obrazovanja

vođenog principom "naučiti jer možda zatreba"), sa nelinearnim (adaptibilnim i personalizovanim) pristupom materijalu, u kontinuitetu (učenje nije zaseban, odvojen proces, već aktivnost integrisana u ostale aktivnosti i nikad ne prestaje), pri čemu je autoretet u procesu distribuiran (nastavni sadržaj koji je isporučen učeniku nastaje u interakciji sistema sa jednim ili više autora sadržaja, moderatora, drugih učenika itd). Osnov za ovo pružaju ontologije kao standardizovana preslikavanja heterogenih vokabulara, označavanje objekata učenja semantičkim metapodacima (za potrebe formiranja većih celina i semantičku pretragu), maksimalno decentralizovanu arhitekturu i nezavisna skladišta nastavnog materijala, upotrebu agenata i ostale aspekte definisane u okviru inicijative Semantičkog veba.

Semantički veb je proširenje postojećeg veba standardima predloženim (i usvojenim) od strane Konzorcijuma W3 (W3C) [154] čiju eksplicitnu definiciju nije moguće pronaći na postojećem vebu, a koja ima za cilj mašinsku čitljivost podataka na vebu radi proširenja domena upotrebljivosti računara u pronalaženju i integraciji podataka sa veba. Na veb stranici diskontinuiranoj 2013. godine, W3C na pitanje šta je Semantički veb daje odgovor da on *obezbeđuje* zajednički okvir koji omogućava da podaci budu deljeni između aplikacija, pravnih lica i društvenih grupa, dok na aktuelnoj verziji zvanične veb stranice Semantičkog veba on biva labavo definisan kao "mreža podataka". [148] Radna grupa posvećena razvoju ovog standarda, *W3C Semantic Web Activity*, 2013. godine zamenjena je radnom grupom pod nazivom *W3C Data Activity* sa širim opsegom delovanja, [155] a na aktuelnoj zvaničnoj veb stranici [148] termin *Semantički veb* (definisan kao mreža/veb podataka) preklapljen je sa terminima *Povezani podaci* (engl. *Linked Data*), pri čemu se na stranici navodi da "se termin *Semantički veb* odnosi na viziju mreže povezanih podataka (engl. *Web of Linked Data*), dok značenja navedenih naziva nisu razgraničena i opisana su indirektno. Bazični skup standarda predloženih u okviru Semantičkog veba najjasnije je predstavljen tzv. "kolačem Semantičkog veba", [156] grafičkom predstavom međusobnog odnosa predloženih tehnologija sa konceptom URI-ja (*Universal Resource Identifier*) u osnovi, XML-om kao slojem serijalizacije, ontologijama, zaključivanjem u sredini i dokazom/verovanjem na vrhu (ova predstava je uklonjena sa aktuelnih W3C stranica Semantičkog veba). Viziju Semantičkog veba, kao veba u kome informacije imaju jasno definisano značenje (koje omogućava računarima i ljudima da sa njim rade u kooperaciji), odnosno kao okruženja gde softverski agenti

lutaju od stranice do stranice izvršavajući sofisticirane zadatke za korisnike, definisao je autor klasičnog Veba Tim Berners-Lee. [157] Sa aspekta e-učenja, ovo znači da će sistemi za učenje (ili, u daljoj budućnosti, lični agenti učenika) moći autonomno da lociraju, integrišu i sekvenciraju lekcije i kurseve. Ovaj pristup već je omogućen konceptom objekata učenja [158] i standardizovanim vokabularima za njihovo obeležavanje metapodacima, kao što su LOM [159] ili IMS LTI. [160] Međutim, kod klasičnih metapodataka postoji problem nekompatibilnosti među različitim, često heterogenim opisima metapodataka (šemama) u različitim domenima, a što se može izbeći korišćenjem ontologija. [13]

Ontologija, termin pozajmljen iz filozofije gde označava studiju postojanja, [161] u kontekstu Semantičkog veba označava skup koncepata i relacija između njih, namenjen prvenstveno za klasifikaciju termina za upotrebu u određenim aplikacijama, karakterizaciju njihovih odnosa i definisanje eventualnih ograničenja nad tim skupom. [162] U naučnoj literaturi prisutne i druge definicije (Guarino i Giaretta izdvajaju čak sedam), [163] a sa aspekta e-učenja možda je najprihvatljivija formulacija ontologije kao načina da se formalno opiše zajedničko (deljeno) značenje skupa simbola. [164] Pozicionirane kao jedan od "stubova-nosača" Semantičkog veba, zajedno sa semantičkim metapodacima, formalnom logikom, pravilima zaključivanja i inteligentnim agentima, ontologije su najprisutniji aspekt Semantičkog veba u aktuelnim istraživanjima e-učenja. Iako nisu direktno korišćene u istraživanju predstavljenom u ovoj disertaciji (u čijem naslovu reč "semantička" nije upotrebljena u značenju Semantičkog veba već semantike kao nauke o smislu), zbog njihove široke primenljivosti u sistemima za e-učenje arhitektura predloženog pristupa ostavlja prostor za uključivanje ontologija u narednim iteracijama. Za potrebe iskazivanja ontologija u sklopu Semantičkog veba standardizovani su jezici (u rastućem nivou ekspresivnosti formalne semantike): RDF, [165] RDFS (kao njegovo semantičko proširenje) [166] i OWL (u verziji 1 u tri nivoa ekspresivnosti: OWL Lite, OWL DL i OWL Full, a u aktuelnoj verziji 2 u tri profila: OWL 2 EL, OWL 2 QL i OWL 2 RL), [167] kao i jezik SPARQL za pristup bazama podataka. [168] Prisustvo formalne u jeziku OWL omogućava rezonovanje nad ontologijama, npr. za ekspliciranje implicitno prisutnih relacija među konceptima (na osnovu tranzitivnosti, inverznih relacija i sl), za šta su razvijeni rasuđivači (engl. *reasoners*) [169] kao i integrisana okruženja za vizuelni razvoj ontologija sa mogućnošću poziva rasuđivača, kao što je

sistem Protégé univerziteta Stanford. [170] Ontologije su široko primenjivane u istraživanjima e-učenja, najčešće za modelovanje nastavnog materijala, [150, 171] modela učenika [172] i njegovih navika na sistemu, [173] različitih metoda sekvenciranja, [174] (Garrido i Morales, u radu iz 2016. godine, nekorisćenje ontologija u svom pristupu sekvenciranju recimo ističu kao glavni nedostatak), [175] kao i kombinacija ovih i drugih parametara u cilju personalizacije [151] ali i za druge primene, kao što je automatizacija formiranja grupa za kolaborativno učenje [176-177] ili pronalaženje instrukcionih resursa na vebu. [178] Ontologije pružaju i pogodnu platformu za proveru znanja (*assessment*), npr. omogućavanjem učeniku da na vizuelan način formira ontologiju na osnovu svog znanja i poređenjem ove ontologije sa referentnom, [179] ili indirektno, formiranjem ontološkog modela učenikovog znanja na osnovu klasičnih pitanja (korišćenjem tehnika prepoznavanja prirodnog govora) itd. [180] Posebnu granu istraživanja čine proširenja postojećih LMS sistema semantičkim tehnologijama, [174, 178, 181, 182] odnosno dopune kompletnih ITS sistema ontologijama. [183] Preglednu mapu klasifikacije upotrebe ontologija u e-učenju daje Devedžić (str. 223). [184] Sa aspekta korisnika (učenika), ontologije su najčešće nevidljive i služe za predstavljanje unutrašnjih struktura sistema, a čiji uticaj učenik vidi u fragmentima, npr. kroz preporuke sistema. [70, 151, 182] U manjem broju slučajeva ontologije služe za vizualizaciju podataka i kao takve su vidljive učeniku, npr. kao mape, [150] dok u nekim slučajevima učenik može imati direktne interakcije sa ontologijom, npr. putem *drag-and-drop* operacije. [131]

Sažet tabelarni pregled modusa primene tehnologija Semantičkog veba u sistemima za e-učenje dat je u tabeli 2.4.

2.2.5. Drag-and-drop interakcija u e-učenju

Drag-and-drop interakcija sa sistemom prisutna je u e-učenju na različite načine, npr. kao jedan od formata u proveru znanja, [201] kao čest format za potrebe sekvenci, [186] i sl, a i sama interakcija je predmet istraživanja i modifikacije u kontekstu e-učenja, poput interakcije drag-and-response, koja je pokazala dobre rezultate u kolaborativnom radu učenika. [187]

Tabela 2.4: Modusi primene tehnologija Semantičkog veća u e-učenju

Po poziciji modelovanja	Modelovanje materijala [150] [171] [183]
	Modelovanje pozicije materijala (otkrivanje) [137] [178]
	Modelovanje sistema [151] [153] [179]
	Proširivanje sistema modelom [174] [178] [181] [182] [183]
	Modelovanje učenika [151] [172] [173] [180]
	Modelovanje/generisanje grupa za učenje [176] [177]
Po poziciji podrške	Podrška sekvenciranju [70] [151] [174]
	Podrška prikazu [150] [200]
	Podrška proveru znanja [173] [179]
Po vidljivosti	Vidljivo korisniku [150] [200]
	Nevidljivo korisniku [70] [151] [182]

Jedna od najzastupljenijih oblasti e-učenja u smislu ove interakcije je obuka dece. Donker i Reitsma zaključuju da je *drag-and-drop* najpogodnija interakcija za decu ranog školskog uzrasta, jer je značajno manje sklona greškama od interakcije *click-move-click*. [185] Ova interakcija motorički je dobro usvojena već u uzrastu od 5 do 10 godina [188] a u novije vreme i kod mlađe dece, pre svega na ekranima osetljivim na dodir, zbog sve masovnije upotrebe tablet uređaja. [189]

Kod osoba srednjoškolskog uzrasta, *drag-and-drop* interakcija se pokazala pogodnom kod edukacionih igara, [190] samostalnog učeničkog konstruisanja edukacionih igara (prevlačenjem slika na matricu), a što je pokazalo povećanje intrinzične motivacije i dubokih strategija za rešavanje problema, [191] odnosno kombinovanja elemenata igre ("Iks-oks") i provere znanja za učenje jezika C++ [192] ili konstruktivističkog učenja osnovnih algoritama vizuelnim prevlačenjem novčića na ekranu. [193]

Korak dalje u svet programiranja pružaju vizuelna okruženja, takođe zasnovana na *drag-and-drop* interakciji, kao Scratch [194] ili različita namenska okruženja zasnovana na prevlačenju vizuelnih metafora za blokove koda. [195] Ovakav pristup pogodan je i za interaktivno e-učenje kroz različite simulacije, poput računarskih mreža, [196] elektrotehnike (u konkretnom slučaju elektrostatičke), [197] različitih simulacija fizičkih sistema poput računanja sila metodom konačnih elemenata (gde *drag-and-drop* interakcija služi za raspoređivanje elemenata [198] i

sila koje deluju na njih [199] radi vizuelne interakcije sa modelom) itd. Pristup donekle sličan sa onim predloženim u ovoj disertaciji daju Yang i koautori koji učeniku koriste *drag-and-drop* interakciju kao alat za proveru učenikove mentalne mape referencijalnih odnosa između reči u stranom jeziku (a koje sistem iz teksta izvlači tehnikama prepoznavanja prirodnog jezika). [200]

Sažet tabelarni pregled primena drag-and-drop interakcije u sistemima za e-učenje dat je u tabeli 2.5.

Tabela 2.5: Primene drag-and-drop interakcije u e-učenju

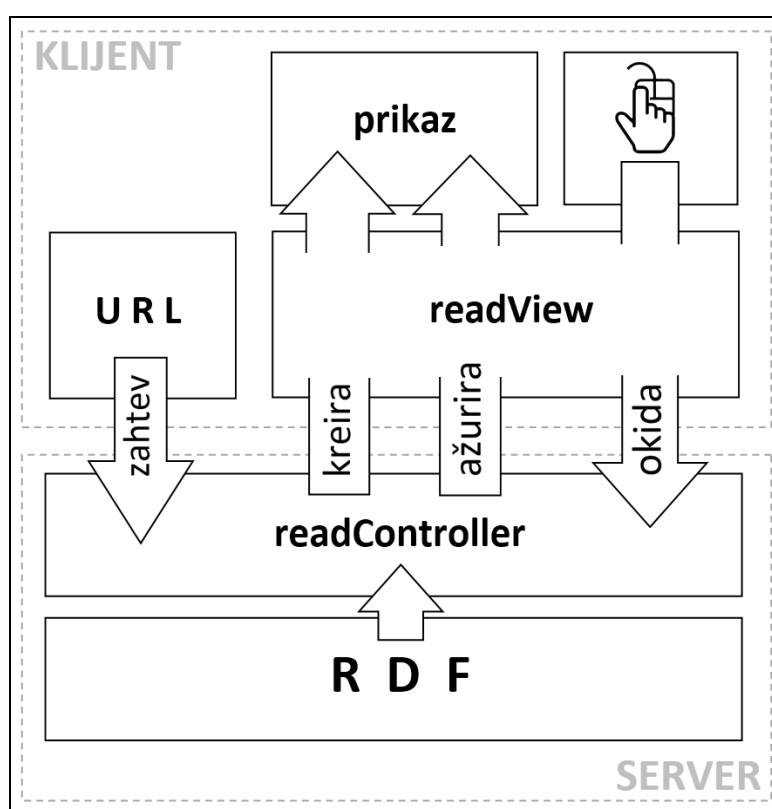
Po ciljnoj grupi	Deca [185] [188] [189]
	Odrasli [186] [187] [191-201]
Po oblasti primene	Simulacije [196] [197] [198] [199]
	Motorika [185] [188]
	Edukacione igre [187] [190] [191]
	Vizuelno programiranje [193] [194] [195]
	Provera znanja [192] [200] [201]
Po modalitetu	Formiranje sekvenci [186]
	Vizuelno uređivanje mapolikih struktura [192] [200]

3. Prikaz predloženog unapređenja

Unapređenje sistema za e-učenje, predloženo u ovoj disertaciji, ima za cilj umanjjenje distrakcija tokom učenja u situacijama kada je nastavak učenja uslovljen poznavanjem međusobnog odnosa dva pojma u tekstu, a taj odnos učeniku nije jasan. U ovim situacijama učenik je primoran da prekine svoj prirodni tok učenja da bi saznao odnos između pojmova, što po pravilu znači pretragu po materijalu radi nalaženja pojedinačnih definicija ovih pojmova, a na osnovu kojih je moguće izvesti zaključak o njihovoj međusobnoj vezi. Negativan uticaj distrakcija na učenje diskutovan je u prethodnom poglavlju, a specifičnosti predloženog pristupa kod njihovog umanjivanja, kao i sličnosti i razlike u odnosu na postojeća istraživanja u tom smislu, detaljnije su diskutovane u odeljku 3.3 ovog poglavlja. U najkraćem, svaki prekid kontinuiranog toka učenja podiže kognitivno opterećenje učenika, podiže vreme učenja kako iz tehničkih razloga (vreme potrebno za pronalaženje definicija pojmova) tako i iz neuroloških (vreme potrebno za povratak u kontekst učenja, označeno kao *resumption lag* ili *switch cost*) [62] i negativno utiče na motivaciju za učenje, pored ostalog zbog prekida stanja toka (*flow*) koje je pogodno za učenje. [73]

Umanjivanje distrakcija uzrokovanih nerazumevanjem odnosa između pojmova postignuto je dodavanjem mogućnosti prevlačenja reči u nastavnom tekstu (operacija *drag-and-drop* na nivou reči) unutar internet pretraživača (*browsera*). Prevlačenjem reči (*drag*) i spuštanjem reči na drugu reč (*drop*) učenik vrši upit nad sistemom za e-učenje o odnosu između pojmova označenih datim terminima. Interakcija *drag-and-drop* je jednostavna i sveprisutna u modernim grafičkim korisničkim interfejsima i njeno uvođenje u tekstualni nastavni sadržaj je neinvazivno, a mehanički aspekt interakcije je minimalan: nije potrebno unošenje upita u tekst-polje pa se fokus učenika ne pomera sa teksta i ne zahteva upotrebu tastature. Prevlačenje je interakcija mišem, za koju je učenik najverovatnije spreman tokom čitanja sadržaja, zbog navigacionih interakcija na sistemu koje su najčešće gestovi mišem.

Veze između pojmova obezbeđene su zasebnim grafom pojmova i veza, pridruženim tekstualnom nastavnim materijalu (slika 3.1, serverska strana). Ovaj semantički sloj nije vidljiv učeniku i jedina njegova interakcija sa njim obavlja se putem prevlačenja reči u tekstu. Jednom tekstualnom dokumentu mogu se pridružiti različiti grafovi veza, s obzirom na to da isti pojmovi mogu imati različite semantičke relacije u različitim kontekstima. Nema ni obrnutog ograničenja, proizvoljan broj tekstualnih dokumenata može deliti isti semantički sloj. Ovaj aspekt naglašen je u implementaciji predloženog unapređenja, što će biti prikazano u nastavku poglavlja, u odeljku o korisničkom iskustvu. Implementacionim detaljima posvećen je naredni odeljak, nakon koga je data kratka diskusija o tehničkim aspektima semantičkog sloja.

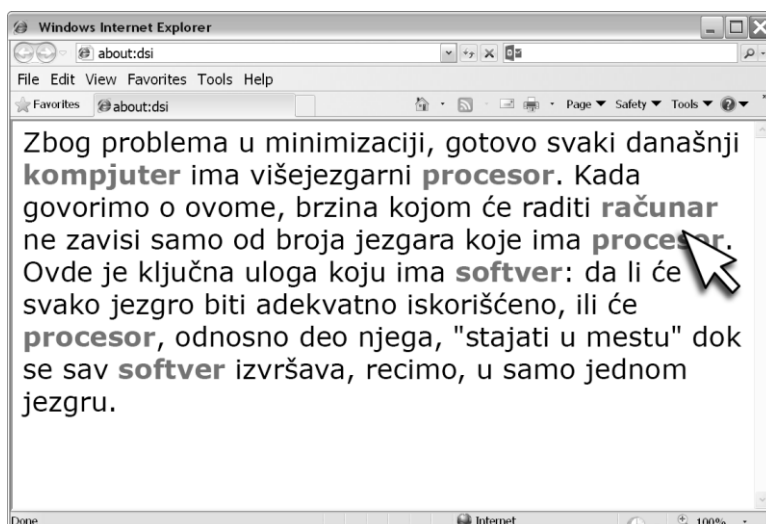


Slika 3.1: Struktura implementacije predloženog unapređenja

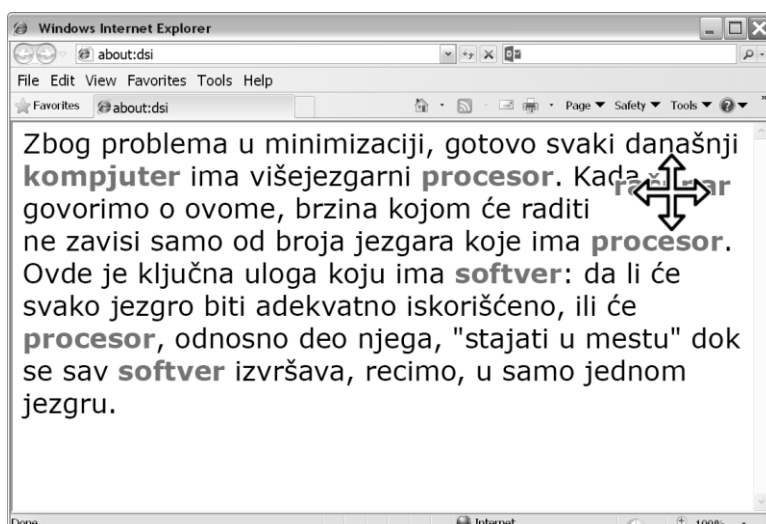
3.1. Korisničko iskustvo

Osnovna funkcionalnost prvi put je implementirana u prototipu. [86] Po učitavanju stranice korisniku je prikazan tekst sa naglašenim rečima koje se mogu prevlačiti (u konkretnom slučaju ove reči su naglašene podebljanjem i sivom bojom, slika 3.2). Kada je iznad ovih reči kursor menja oblik u 4 strelice (kursor za

prevlačenje) i reč je moguće prevlačiti po radnoj površini pretraživača. Na slici 3.3 započeto je prevlačenje reči "računar". Na slici 3.4 prikazano je spuštanje reči "računar" na reč "procesor", nakon čega korisniku biva prikazana relacija između reči "računar" i reči "procesor" (respektivno), u konkretnom slučaju to je relacija "sadrži" (slika 3.5). Nakon prikazane relacije prevučena reč se vraća na svoju poziciju na način definisan frameworkom. Pribavljena relacija je na srpskom jeziku rudimentarna jer padeži nisu uzimani u obzir (ovaj aspekt biće implementiran kasnije [214] [215]), dok na engleskom jeziku ovakva struktura rečenice ne predstavlja problem.

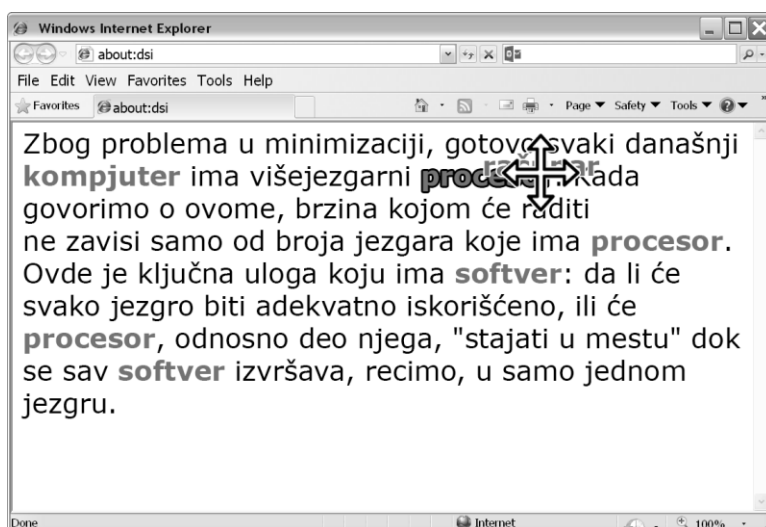


Slika 3.2: Prikaz nakon učitavanja stranice u prototipu

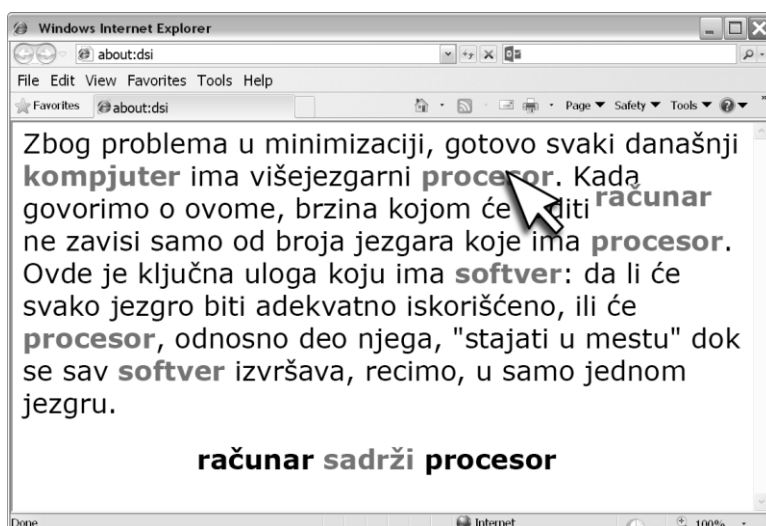


Slika 3.3: Početak prevlačenja reči u prototipu

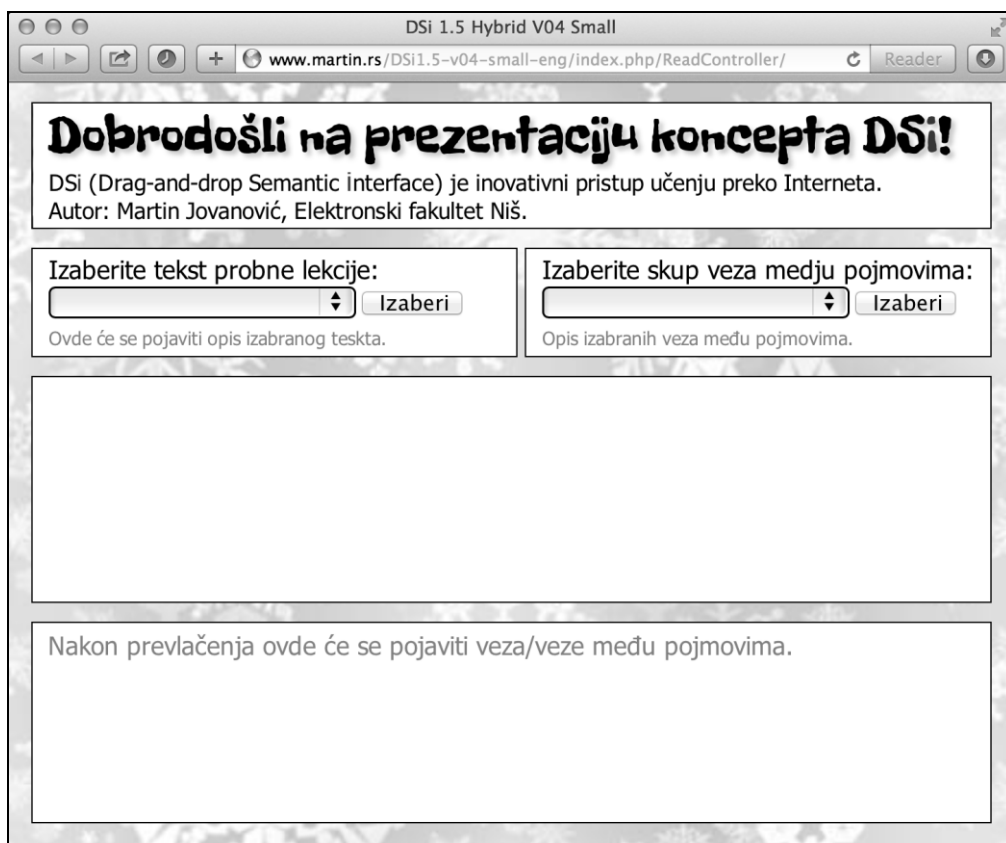
Implementacija prototipa sadrži samo najosnovniju funkcionalnost, u potpunosti na strani klijenta, iz dva razloga. Pre svega namena prototipa bila je dokaz koncepta, a cilj implementacije pre svega prikupljanje povratnih informacija o funkcionalnosti, upotrebljivosti i sl, za šta je kompleksna implementacija neracionalna. Drugi aspekt je ciljna primena predloženog unapređenja u periodu razvoja prototipa: razvoj SCORM-kompatibilnih objekata učenja sa dva *aseta*: tekstualnim i semantičkim, odnosno objekata sa čvrstom spregom teksta i semantičkog sloja, o čemu će više detalja biti u dato u narednom odeljku. [78]



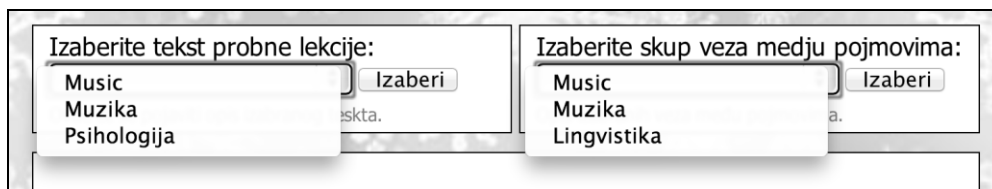
Slika 3.4: Spuštanje reči na reč u prototipu



Slika 3.5: Pribavljena relacija u prototipu



Slika 3.6: Početni prikaz pokazne Veb aplikacije



Slika 3.7: Izbor tekstualnog dokumenta i grafa pojmova i veza

U potpunoj implementaciji predloženog unapređenja, [216] [217] ovaj pristup je napušten u korist otvorenije arhitekture, koja omogućava proizvoljno ukrštanje tekstualnih i semantičkih sadržaja, kao što će biti pokazano u nastavku. Treba još jednom naglasiti da je predloženi pristup unapređenju sistema za e-učenje na nivou koncepta i kao takav nezavistan od konkretne implementacije. U nastavku će biti prikazano korisničko iskustvo implementacije unapređenja u formi pokazne Veb-aplikacije, čija implementacija i izbor tehnologija su samo jedni od mogućih. [218]

Korisničko iskustvo započinje prikazom datim na slici 3.6. Ispod zaglavlja se nalaze dva padajuća menija za izbor teksta i grafa veza među pojmovima, slika 3.7. Moguće je izabrati jedan od tri ponuđena teksta (broj stavki u padajućem meniju se formira na osnovu broja fajlova sa tekstovima lekcija u odgovarajućem folderu na

serveru, pa se ovaj broj jednostavno menja dodavanjem ili brisanjem fajlova sa tekstem). Takođe je moguće izabrati jedan od tri ponuđena grafa (RDF fajla), pri čemu se broj grafova može menjati na isti način. Jedan od tekstova i jedan od grafova su na engleskom, ostala dva su na srpskom jeziku. Ovo ne ograničava mogućnosti uparivanja i, pored ostalog, ima za cilj da naglasi nezavisnost aplikacije/funkcionalnosti sadržaja, jer je moguće upariti bilo koji tekstualni dokument sa bilo kojim grafom veza između pojmova.

<p>Izaberite tekst probne lekcije:</p> <p>Muzika <input type="button" value="Izaberi"/></p> <p>Par rečenica na temu pevanja.</p>	<p>Izaberite skup veza medju pojmovima:</p> <p>Muzika <input type="button" value="Izaberi"/></p> <p>Veze među pojmovima u kontekstu muzike.</p>
--	---

Slika 3.8: Kratak opis izabranog tekstualnog fajla i grafa pojmova i veza

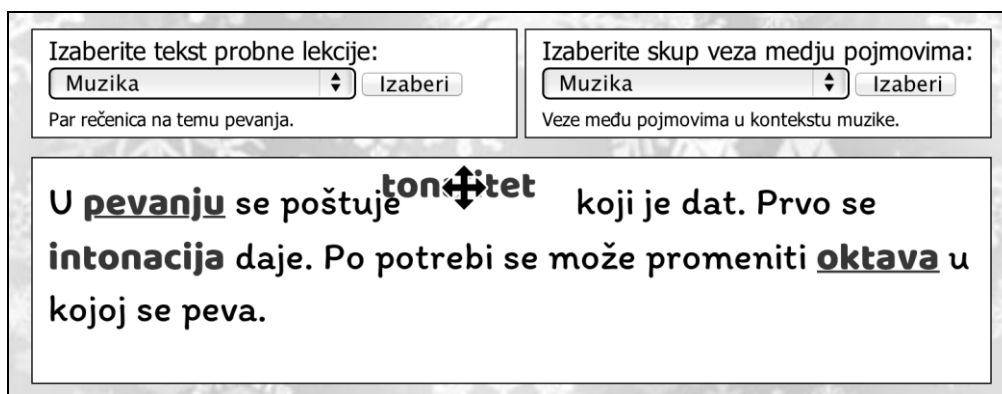
<p>Izaberite tekst probne lekcije:</p> <p>Muzika <input type="button" value="Izaberi"/></p> <p>Par rečenica na temu pevanja.</p>	<p>Izaberite skup veza medju pojmovima:</p> <p><input type="button" value="Izaberi"/></p> <p>Opis izabranih veza među pojmovima.</p>
<p>U pevanju se poštuje tonalitet koji je dat. Prvo se intonacija daje. Po potrebi se može promeniti oktava u kojoj se peva.</p>	

Slika 3.9: Tekstualni fajl učitani, graf pojmova i veza nije učitani

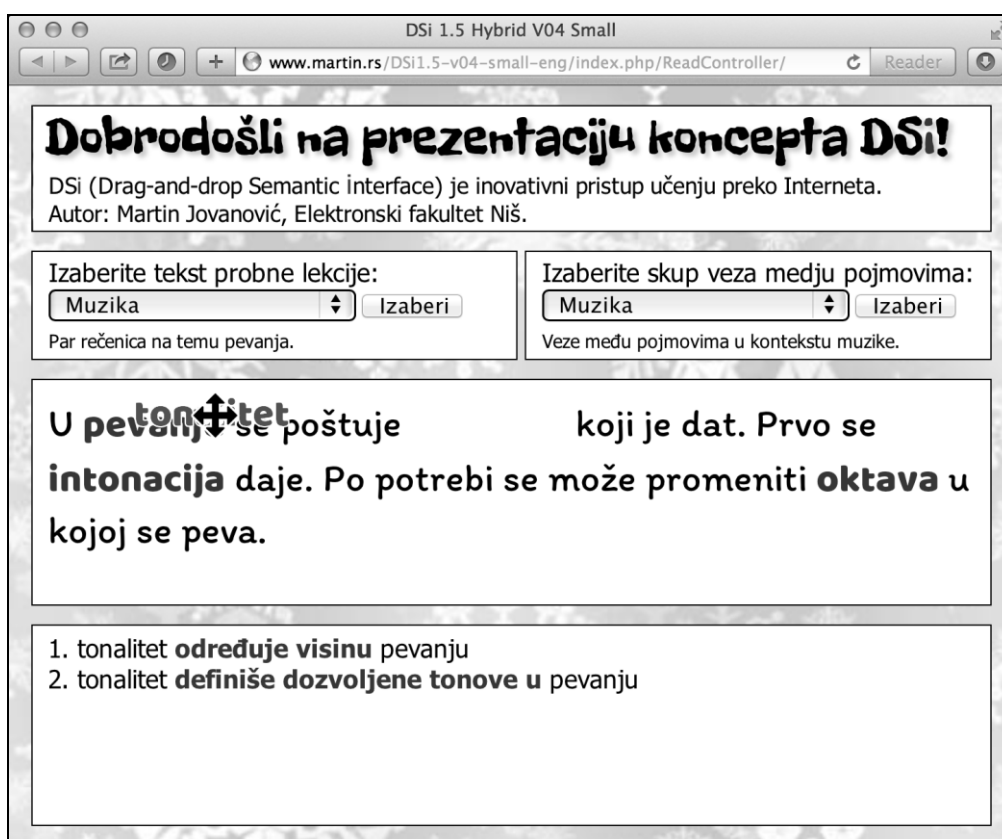
<p>Izaberite tekst probne lekcije:</p> <p>Muzika <input type="button" value="Izaberi"/></p> <p>Par rečenica na temu pevanja.</p>	<p>Izaberite skup veza medju pojmovima:</p> <p>Muzika <input type="button" value="Izaberi"/></p> <p>Veze među pojmovima u kontekstu muzike.</p>
<p>U pevanju se poštuje tonalitet koji je dat. Prvo se intonacija daje. Po potrebi se može promeniti oktava u kojoj se peva.</p>	

Slika 3.10: Učitani i tekstualni fajl i graf pojmova i veza

Nakon izbora tekstualnog i RDF fajla aplikacija prikazuje kratak opis fajla (slika 3.8) a pritiskom na dugme "Izaberi" pokreće se učitavanje fajla. Nakon učitavanja tekstualnog fajla njegov sadržaj biva prikazan u centralnom delu aplikacije (slika 3.9) i u tom momentu ni jedna reč se ne može prevlačiti. Nakon učitavanja grafa pojmova i veza reči u tekstu koje su prisutne u grafu postaju "prevlačive" i bivaju naglašene podebljanjem i crvenom bojom, što je prikazano na slici 3.10 (slika u boji data je u Prilogu B pod oznakom B.3).

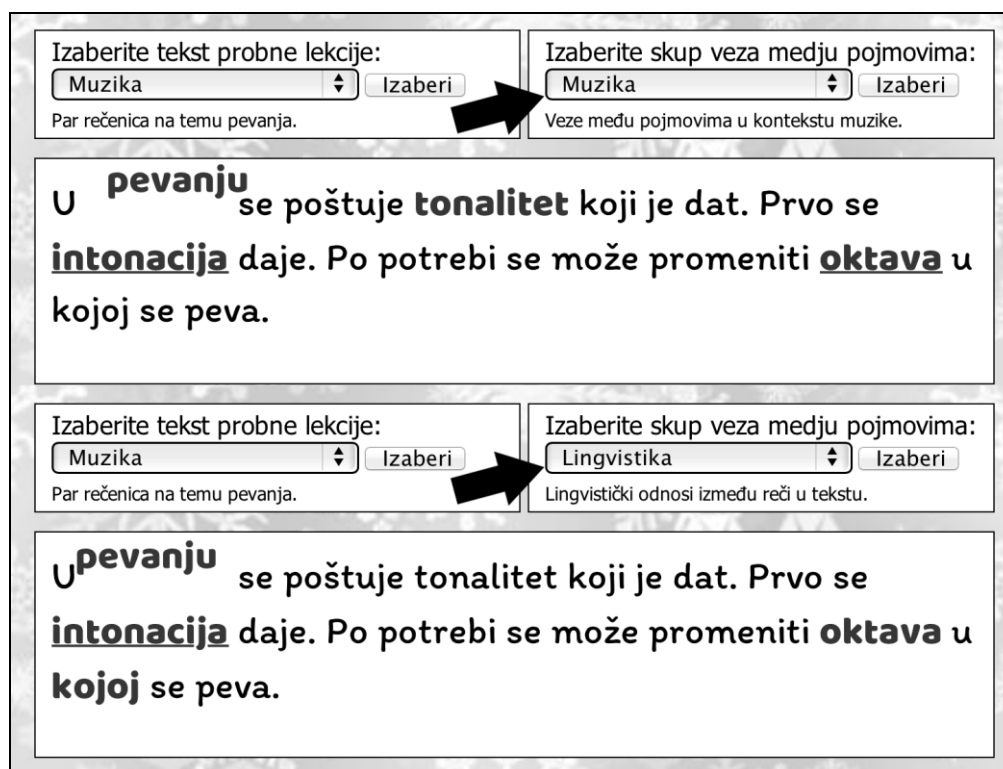


Slika 3.11: Prevlačenje reči i naglasak na povezanim rečima



Slika 3.12: Pribavljene veze između pojmova nakon spuštanja reči

U trenutku kada korisnik započne prevlačenje reči, aplikacija proverava sa kojim rečima ta reč ima definisanu vezu u grafu (činjenica da je neka druga reč "prevlačiva" ne znači da je ta reč obavezno u vezi sa vučenom rečju; ovo u opštem slučaju nije ni moguće ni potrebno obezbediti - činjenica da je neka druga reč "prevlačiva" samo znači da je ona povezana sa nekim rečima u tekstu, u koje može i ne mora da spada trenutno vučena reč). Sve te reči, odmah po započinjanju prevlačenja, bivaju naglašene, kako bi korisnik odmah imao uvid u to na koje reči ima smisla da spusti vučenu reč (slika 3.11).



Slika 3.13: Pribavljene veze između pojmova nakon spuštanja reči

Nakon spuštanja reči (u konkretnom primeru reči "tonalitet" na reč "pevanju") aplikacija šalje asinhroni zahtev serveru koji vraća sve relacije između ova dva pojma definisane u grafu. U konkretnom primeru to su relacije "određuje visinu" i "definiše dozvoljene tonove". Pojava reči "pevanju" u ispravnom padežu ("pevanju") je u ovom primeru slučajnost, jer ovaj aspekt nije tretiran u pokaznoj aplikaciji predloženog pristupa (implementacija padeža usledila je kasnije). [215] Prikaz veza, u donjem delu prozora aplikacije, dat je na slici 3.12.

Pokazna aplikacija implementirana je tako da korisniku omogućava da na jednostavan način izvrši proizvoljno povezivanje tekstualnog materijala i grafa

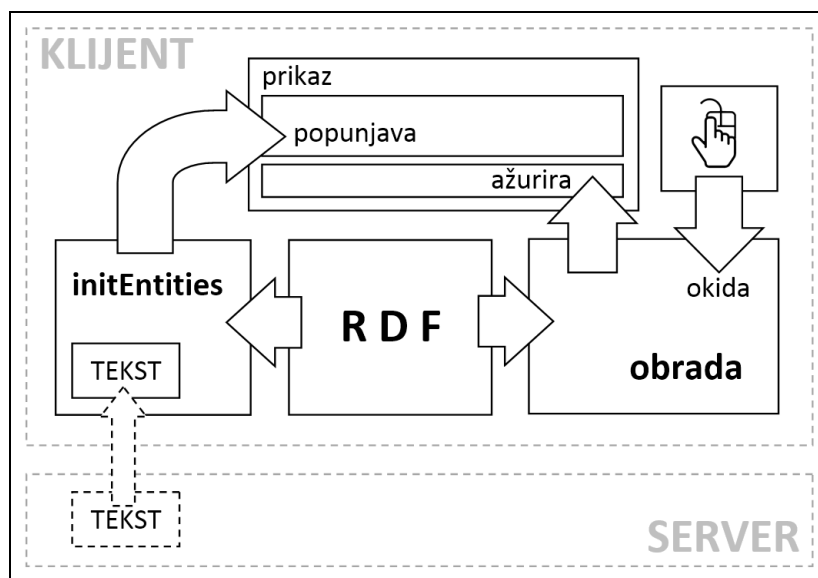
pojmovima i veza, sa ciljem da se naglasi aspekt ponovne iskoristivosti ovih tipova objekata učenja u predloženom pristupu. Različiti tekstualni nastavni materijali mogu biti isporučivani sa različitim semantičkim slojevima na automatizovan način (uz odgovarajuće metapodatke), u skladu sa algoritmima sistema za e-učenje. U različitim kontekstima mogu postojati različiti skupovi veza među pojmovima, pa čak i različiti skupovi pojmova između kojih postoje veze. Primer ovakve situacije dat je na slici 3.13. U prvom slučaju tekst iz oblasti muzike povezan je sa semantikom iz iste oblasti, a u drugom sa semantikom iz domena lingvistike. Skupovi povezanih reči u različitim kontekstima mogu biti i disjunktni, mada to često nije slučaj.

U primeru na slici 3.13 mogu se videti obe karakteristične situacije za razlike među kontekstima (semantikama) primenjenim na isti tekst. Prva razlika je u skupovima povezanih reči: u slučaju muzike, u grafu učestvuju reči "pevanju", "tonalitet", "intonacija" i "oktava", dok u slučaju lingvistike u grafu sadrži reči "pevanju", "intonacija", "oktava" i "kojoj". Druga razlika je u vezama među istim pojmovima u različitim kontekstima: između reči "pevanju" i "intonacija" u kontekstu muzike postoji veza "tačnost obezbeđuje", dok je u kontekstu lingvistike veza između njih "sledi iza" (u smislu redosleda reči u rečenici). Osim razlike u vezama u ovom primeru prikazana je i situacija postojanja veze u jednom i nepostojanja u drugom kontekstu. U kontekstu muzike između reči "pevanju" i "intonacija" postoji veza, dok u kontekstu lingvistike ne postoji veza između njih, iako su u oba slučaja obe reči prisutne u grafu (po započinjanju prevlačenja reči "pevanju" u slučaju muzike reč "intonacija" postaje naglašena, dok u slučaju lingvistike ne).

3.2. Implementacioni aspekti

Kao što je već napomenuto, predloženi pristup je na nivou koncepta i nezavistan od implementacionih detalja i izbora tehnologije. S obzirom da pristup podleže otvorenoj licenci (CC) logičan izbor za njegovu implementaciju bile su tehnologije otvorenog koda. Implementacija prototipa učinjena je na relativno primitivan način, sa kompletnom funkcionalnošću na strani klijenta (JavaScript), u sastavu jednog index fajla. Tekstualni materijal hardkodiran je u promenljivoj u skladu sa već pomenutom idejom o čvrsto spregnutim objektima učenja (u jednoj od implementacija tekst se učitava asinhrono, što ne unosi suštinsku promenu). Blok dijagram arhitekture prototipa prikazan je na slici 3.14.

Prilikom učitavanja stranice funkcija *InitEntities* prepoznaje one reči u tekstu koje su prisutne u semantičkom dokumentu i omeđuje ih *span* HTML tagovima kojima dodeljuje jedinstveni identifikacioni broj i pripadnost klasi *entities*. Ovoj klasi se kroz CSS dodeljuje mogućnost prevlačenja i spuštanja. Kao tekst je korišćen HTML, ali bez dekoracije i bilo kakve druge kompleksnosti, zbog nestabilnosti. Izgled teksta nakon izvršenja funkcije *InitEntities* prikazan je na slici 3.15. Pored *drag-and-drop* funkcionalnosti pripadnicima klase *entities* može se dati i vizuelni naglasak koji učeniku sugerise koje reči je moguće prevlačiti. Kod prototipa ovaj naglasak učinjen je sivom bojom, kao što je prikazano na slikama 3.2 - 3.5.



Slika 3.14: Blok-dijagram arhitekture prototipa

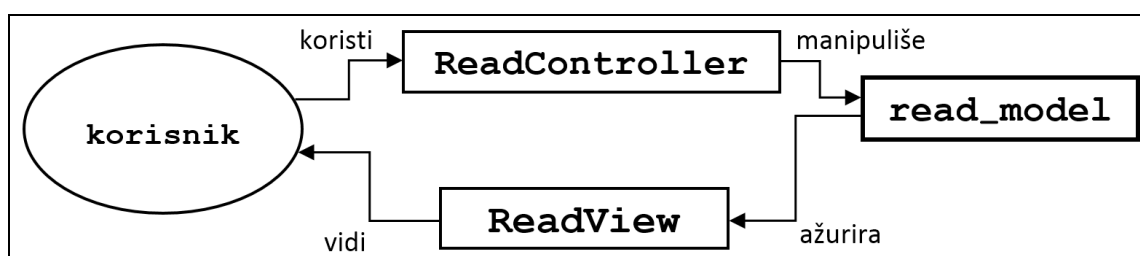
Zbog problema u minimizaciji, gotovo svaki danasnji `kompjuter` ima visejezgarni `procesor`. Kada govorimo o ovome, brzina kojom ce raditi `racunar` ne zavisi samo od broja jezgara koje ima `procesor`. Ovde je ključna uloga koju ima `softver`: da li ce svako jezgro biti adekvatno iskorisceno, ili ce `procesor`, odnosno deo njega, "stajati u mestu" dok se sav `softver` izvrsava, recimo, u samo jednom jezgru.

Slika 3.15: HTML tekst sa dodatim *span* tagovima oko reči za prevlačenje

Druga funkcija prototipa, funkcija *naSpust*, aktivira se nakon *drag-and-drop* interakcije korisnika, odnosno spuštanja prevučene sive reči na drugu sivu reč. Funkcija pretražuje semantički dokument, pronalazi iskaz koji ima vučenu reč na

poziciji subjekta a reč na koju je spuštено na poziciji objekta (ukoliko postoji) i prikazuje predikat nađenog iskaza (vezu između pojmova). Za obradu drag-and-drop interakcije iskorišćen je *framework* Scriptaculous, [211] dok je za pristup semantičkom dokumentu iskorišćen *framework* Simple Javascript RDF Parser and Query Thingy. [212]

Jednostavna implementacija prototipa, kao i pristup orijentisan ka čvrsto spregnutim objektima učenja, imaju za posledicu nedostatak univerzalnosti. Kod ovakvog pristupa svakom tekstualnom objektu učenja mora biti pridružena instanca semantičkog dokumenta koja mu obezbeđuje funkcionalnost opisanu u disertaciji, iako on može biti (i često jeste) identičan za veći broj tekstualnih objekata učenja. Obrnuto, semantika odnosa između pojmova u tekstu može varirati u različitim kontekstima, ali bi sprežanje različitih semantičkih dokumenata sa istim tekstualnim zahtevalo instanciranje novih objekata učenja sa istim tekstualnim *assetima*. Dodatni problem, izazvan implementacijom na klijentu, može predstavljati bezbednost semantičkog dokumenta, koji može da predstavlja intelektualnu svojinu, a koji u implementaciji prototipa biva u celini na klijentu. Otvoreni pristup, sa fokusom prebačenim sa objekata učenja na funkcionalnost predloženog unapređenja, transparentnu u odnosu na tekstualne i semantičke dokumente, demonstriran je, iz ugla korisnika, u prethodnom odeljku. Arhitektura potpune implementacije, koja je tema ove disertacije, a kojom je postignuta otvorena funkcionalnost, ima težište na serverskoj strani: semantički dokument nalazi se isključivo na serveru, čime je obezbeđena njegova sigurnost. Učeniku su vidljive samo one veze za koje uputi zahtev prevlačenjem u tekstu, čime je ograničen na podskup veza između parova pojmova prisutnih u tekstu koji mu je na raspolaganju.



Slika 3.16: Blok-šema strukture implementacije predloženog pristupa

Serverska strana pune implementacije izvedena je u jeziku PHP, uz *framework* CodeIgniter, po MVC obrascu i sastoji se od *ReadView* pogleda, *ReadController*

Izborom teksta i semantičkog dokumenta oni bivaju učítani, nakon čega serverska funkcija `readFromFile` pretražuje semantički dokument, pronalazi sve reči na pozicijama subjekata i objekata i šalje ih prema klijentu, gde ove reči dobijaju `span` tagove slično kao kod prototipa, bez identifikatora koji je nepotreban (slika 3.18). Sva dalja funkcionalnost porekeće se na drag-and-drop interakciju korisnika.

Početak prevlačenja reči (događaj *drag*) šalje ka serveru vučenu reč prema serveru, gde funkcija `vратиObjekte` pronalazi sve reči sa kojima je vučena reč u nekoj relaciji i one bivaju vizuelno naglašene odmah nakon početka prevlačenja, kao što je pokazano u prethodnom odeljku (slika 3.11). Ova funkcionalnost ima za cilj sprečavanje promašaja prilikom prevlačenja. U opštem slučaju reči koje na koje postoji mogućnost spuštanja ne moraju biti u relaciji sa svakom reči koja se može prevlačiti, odnosno ne postoji uslov da sve prevlačive reči budu dovedene u relaciju/relacije sa svim ostalim prevlačivim rečima. U realnosti ovo gotovo nikada neće biti slučaj.

```
Sine, da ti kaže čika <span class="dragdrop ui-draggable ui-droppable" style="position: relative;">
Bratislav</span>, ja sam u svoje vreme napravio mnogo. Ne kao siroti <span class="dragdrop
ui-draggable ui-droppable" style="position: relative;">Milan</span> moj. Još u armiji, kad sam ga
upoznao, rasprave bi pale čim neko novac spomene. Znao sam da neće napraviti ništa. Moja pokojna
<span class="dragdrop ui-draggable ui-droppable" style="position: relative;">Milica</span> ga je
volela, pričala da nije im'o sreće... eh kad bi to bilo do sreće. Eto i njegova <span class=
"dragdrop ui-draggable ui-droppable" style="position: relative;">Bojana</span> dan danas pomene
kako joj čovek u životu nije umeo, a <span class="dragdrop ui-draggable ui-droppable" style=
"position: relative;">Milan</span> se srdi. Nije novac sreća, sine moj, nego nauka, moraš umeti. I
ne smeš se bojati, ni novca ni rada.
```

Slika 3.18: Tekst pripremljen za prevlačenje

Spuštanje reči na drugu reč (događaj *drop*) šalje vučenu reč (subjekat) i reč na koju je spušetna (objekat) prema serveru, gde funkcija `citajIzRDF` pronalazi sve iskaze koji odgovaraju ovoj kombinaciji subjekat-predikat, formira izveštaj o relacijama i šalje ga prema klijentu gde se ažurira *div* oblast u donjem delu ekrana (slika 3.12).

U nastavku će biti dat kratak pregled funkcija modela, pogleda i kontrolera sa kratkim opisima

3.2.1. Pregled funkcija

ReadController.php

`index()` Učitava tekstualne i RDF fajlove iz odgovarajućih foldera na serveru. Ovo je jedina funkcija koja se izvršava prilikom učitavanja veb aplikacije. Sve ostale funkcije se izvršavaju asinhrono na korisničke interakcije.

`skloniDonjeCrte($str)` Uklanja znake "_" iz veza među pojmovima.

`citajIzRDF()` Na osnovu stringova (vučena reč i reč na koju je spuštena) funkcija iz RDF-a pronalazi sve veze između ta dva pojma i vraća klijentu.

`vratiObjekte()` Vraća sve reči (RDF objekte) sa kojima je vučena reč (RDF subjekat) u vezi (posotji definisana veza u rdf fajlu), za vizuelno naglašavanje reči na početku prevlačenja.

`vratiSO($iModela)` Vraća sve reči koje u grafu postoje u formi subjekata i/ili objekta za potrebe inicijalnog stavljanja prevlačivih reči u spanove.

`spanZaRead($tekst, $SO)` Postavlja sve reči koje postoje u RDF-u (bilo u formi subjekta ili objekta) u spanove kojima se dodeljuje mogućnost prevlačenja. U funkciji postoji elementarna obrada interpunkcije, koja je u ovoj fazi veoma ograničena; u narednim implementacijama pristup je promenjen i korišćeni su regularni izrazi.

`readFromFile()` Odgovor na klijentsku funkciju `procitajTextSaServera(iTXTfajla)`, učitava tekst lekcije sa servera. Ukoliko joj je prosledeno ime RDF fajla, ovaj tekst biva obogaćen spanovima oko reči koje se mogu prevlačiti. Ukoliko nije, učitava se čist tekst.

`readDescriptionFromFile()` Odgovor na klijentsku funkciju `procitajDescriptionTextSaServera(putanjaDoFajla, idDivaZaOpis)`, pokreće se u trenutku kada korisnik izabere tekstualni odnosno RDF fajl iz menija (klijentske funkcije `selekcijaTeksta` i `selekcijaRDF-a`, respektivno).

ReadView.php

U okviru ovog fajla uključena je JavaScript biblioteka jQuery, definisani su stilovi za sve elemente na stranici, opisan je prikaz (HTML) i definisane sve potrebne JavaScript funkcije, popisane u nastavku.

`selekcijaTeksta()` Aktivira se kada korisnik izabere tekst iz menija. Učitava opis za izabrani tekst (izbor teksta ne znači učitavanje teksta).

`selekcijaRDFa()` Aktivira se kada korisnik izabere RDF iz menija. Učitava opis za izabrani tekst (izbor RDF-a ne znači učitavanje RDF-a).

`izabratiTekst()` Aktivira se kada korisnik klikne na dugme za učitavanje izabranog teksta, poziva funkciju `procitajTextSaServera`.

`izabратиRDFgraf()` Aktivira se kada korisnik klikne na dugme za učitavanje izabranog RDF-a. Na osnovu njega tekst sa servera se obogati spanovima i tako obogaćen tekst se šalje klijentu.

`drag_drop_fja()` Funkcija koja obrađuje drag-and-drop interakciju. Na hover iznad reči koja se može vući menja kursor u ukrštene strelice, na početak prevlačenja traži sve reči sa kojima je data reč u vezi i naglašava ih vizuelno, na puštanje vučene reči isključuje vizuelni naglasak, na spuštanje reči na povezanu reč poziva veze između njih sa servera.

`upisiUDonjiDiv(s,o)` Za poslate reči (RDF subjekat i objekat) upisuje u odgovarajuće polje sve veze među pojmovima (RDF predikate) koje vrati server.

`posaljiSubject()` Asinhrona funkcija za slanje vučene reči ka serveru koja vraća sve reči sa kojima vučena reč ima bilo kakvu vezu, radi vizuelnog naglašavanja ovih reči tokom prevlačenja.

`posaljiSubjectObject()` Asinhrona funkcija za slanje vučene reči i reči na koju je spuštena (RDF subjekta i objekta) radi pribavljanja svih veza (RDF predikata) između njih.

`procitajTextSaServera(iTXTfajla)`

Asinhrona funkcija koja čita izabrani tekst iz odgovarajućeg tekstualnog fajla na serveru. Postoje dve mogućnosti za čitanje: kada RDF nije izabran (čita se čist tekst) ili kada je RDF već izabran (čita se tekst obogaćen spanovima u skladu sa odabranim RDF-om).

`procitajDescriptionTextSaServera(putanjaDoFajla,idDivaZaOpis)`

Asinhrona funkcija za učitavanje opisa tekstualnog odnosno RDF fajla u trenutku kada korisnik izabere odgovarajući fajl iz menija.

read_model.php

`readText($par)` Čita tekst iz fajla na serveru i vraća ga kao string.

`readDescriptionText($par)` Čita opis iz fajla na serveru i vraća ga kao string.

3.2.2. Slučajevi korišćenja

Nakon unošenja adrese na serveru se pokreće fajl `ReadController.php`. On učitava sadržaje foldera sa tekstualnim i RDF fajlovima i formira niz stringova (imena fajlova) i šalje prema klijentu osnovni prikaz (formira ga `ReadView.php`) u kome su stavke menija popunjene iz nizova stringova. Sva dalja dešavanja bivaju pokrenuta isključivo interakcijama korisnika. Prilikom izbora bilo koje stavke menija korisniku biva prikazan kratak opis izabranog fajla, a učitavanje izabranog fajla obavlja se na dugme "Izaberi". Celokupan RDF fajl se nikada ne šalje klijentu. U zavisnosti od redosleda izbora može biti učitani tekst bez ili sa mogućnošću prevlačenja reči (u zavisnosti od toga da li je učitani RDF fajl ili ne), a tokom interakcije sa tekstom reč može biti prevučena i puštena ili spuštena na reč koja je sa njom u vezi. Sve pomenute situacije mogu se podvesti pod 10 slučajeva korišćenja:

Slučajevi izbora fajlova:

1.1 Izbor teksta

1.2 Izbor RDF-a

Slučajevi učitavanja fajlova

2.1 Učitavanje teksta pri čemu RDF nije učitano

2.2 Učitavanje teksta pri čemu je RDF učitano

2.3 Učitavanje RDF-a pri čemu tekst nije učitano

2.4 Učitavanje RDF-a pri čemu je tekst učitano

Slučajevi prevlačenja:

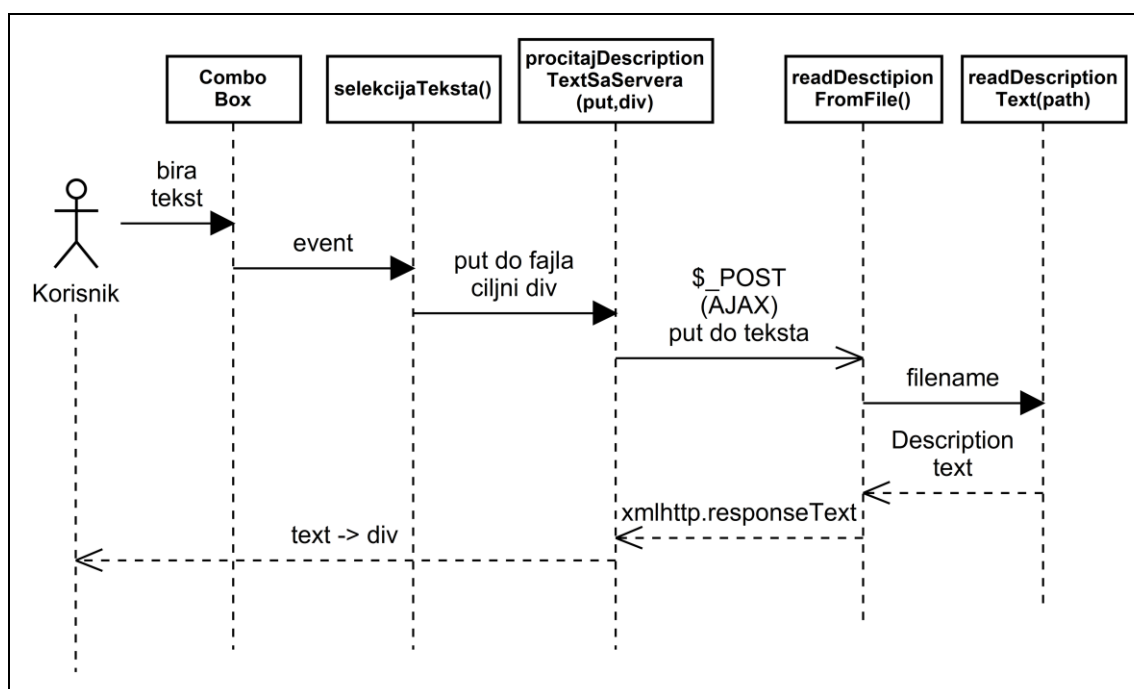
3.1 Započeto je prevlačenje

3.2 Reč je spuštena na reč koja se ne može vući ili van teksta

3.3 Reč je spuštena na reč koja se može vući ali nije sa njom u vezi

3.4 Reč je spuštena na reč koja se može vući i sa njom je u vezi

U nastavku će biti ukratko opisani ovi slučajevi korišćenja kao i redosled izvršavanja funkcija u svakom od njih.



Slika 3.19: Slučaj korišćenja 1.1

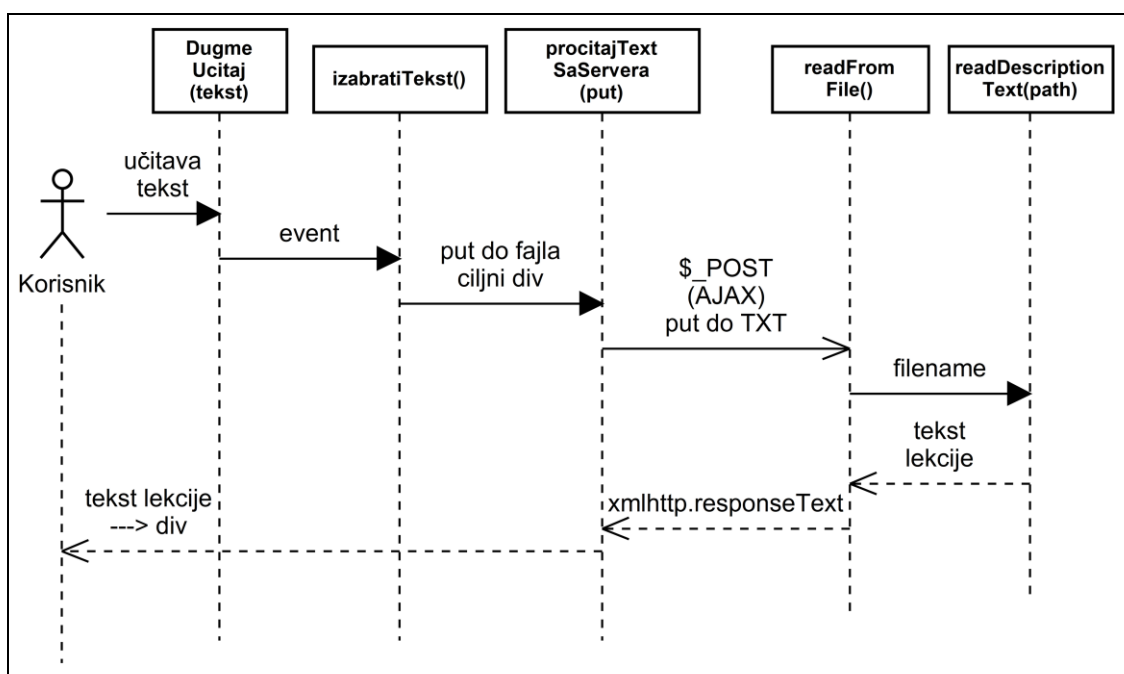
Slučaj 1.1: izbor teksta, slika 3.19

Izbor tekstualnog dokumenta iz menija pokreće funkciju *selekcijaTeksta*, koja pokreće funkciju *procitajDescriptionTextSaServera* (koja na serveru poziva funkciju

readDescriptionFromFile, koja u modelu poziva funkciju *readDescriptionText*. Rezultat ovih poziva je da je sa servera pročitani fajl sa kratkim opisom izabranog teksta i prosleđen klijentu, koji ga prikazuje u odgovarajućem divu (ispod menija), slika 3.8.

Slučaj 1.2: izbor grafa veza među pojmovima (RDF fajla)

Izbor grafa veza među pojmovima iz menija pokreće funkciju *selekcijaRDFa* i sekvenca pozivanja je nadalje identična kao kod slučaja korišćenja 1.1. UML dijagram je gotovo identičan onom za slučaj 1.1 (slika 3.19) osim funkcije *selekcijaRDFa*.

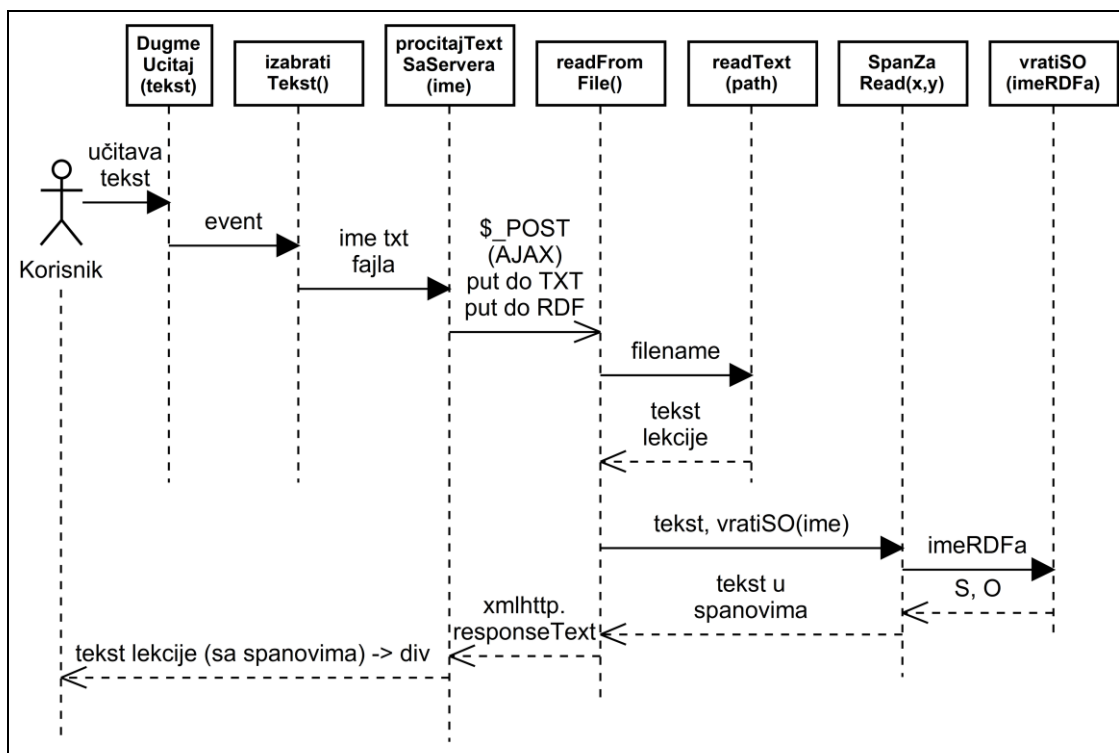


Slika 3.20: Slučaj korišćenja 2.1

Slučaj 2.1: učitavanje tekst kada semantika nije učitana, slika 3.20

Dugme "Izaberi" pored menija za izbor teksta pokreće funkciju *izabратиTekst*, koja formira ime i putanju do fajla (u promenljivoj *imeTekstFajla*) i poziva asinhronu funkciju *procitajTekstSaServera*, koja poziva serversku funkciju *readFromFile* u kontroleru. Prosleđuju se imena i tekstualnog i RDF fajla, ali u ovom slučaju ime RDF fajla je prazan string. Serverska funkcija poziva funkciju *readText* iz *ReadModela* i vraća tekst klijentu, a funkcija *procitajTekstSaServera* njime ažurira

centralni div stranice. Tekst je prikazan bez mogućnosti prevlačenja reči (bez spanova) jer nije učitana RDF.



Slika 3.21: Slučaj korišćenja 2.2

Slučaj 2.2: učitavanje teksta kada je semantika već učitana, slika 3.21

Dugme "Izaberi" pored menija za izbor grafa veza među pojmovima pokreće funkciju *izabraciTekst* i redosled je nadalje sličan kao kod slučaja 2.1, osim što kod ovog slučaja string sa imenom RDF fajla nije prazan pa funkcija *readFromFile* prvo modifikuje tekst u skladu sa učitanim RDF fajlom dodavanjem spanova oko reči koje se mogu prevlačiti (klasa *dragdrop*). Niz tih reči dobavlja funkcija *vratiSO* (to su reči u RDF fajlu koje postoje bilo u formi subjekta, bilo objekta), a spanove kreira funkcija *spanZaRead*. Prema klijentu biva poslat tekst sa spanovima, spreman za prevlačenje reči, ali sadržaj RDF fajla na osnovu koga je prevlačenje omogućeno ostaje na serveru. Funkcija *procitajTekstSaServera* ažurira centralni div ovako dobijenim tekstem.

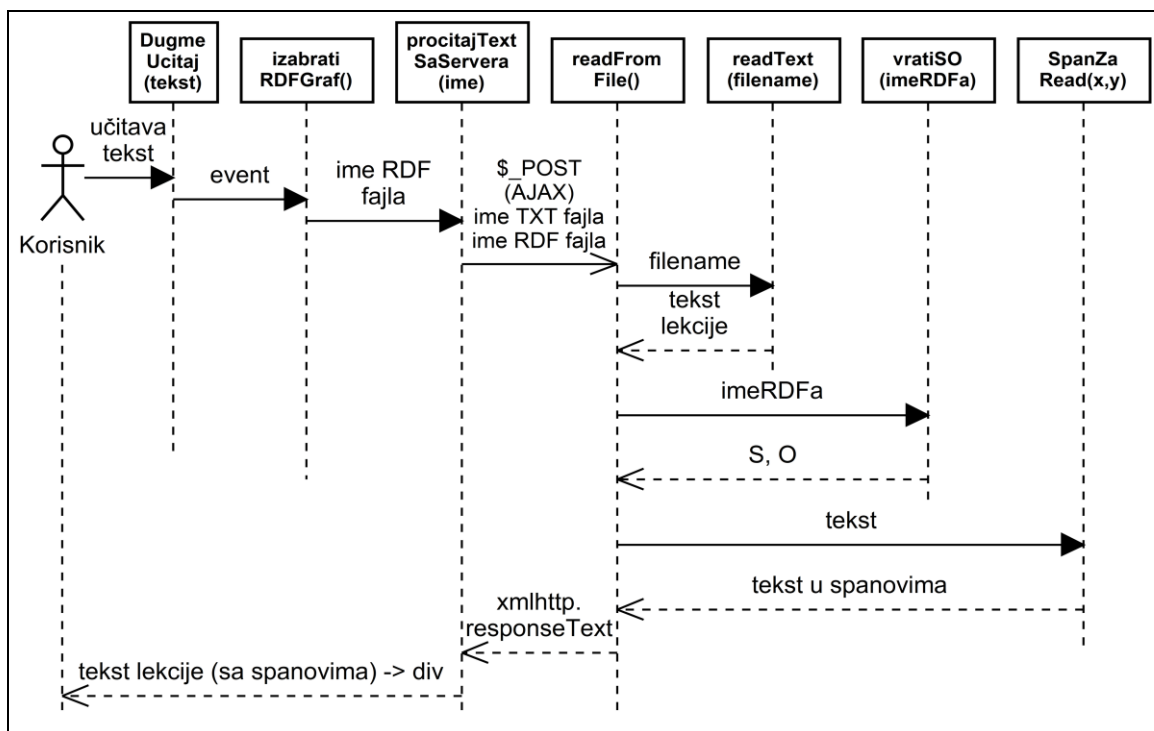
Slučaj 2.3: učitavanje semantičkog fajla kada tekst nije učitana

U ovom slučaju ne dešava se ništa osim upisa izabranog semantičkog (RDF) fajla u globalnu promenljivu *imeModela*. Iako sekvenca funkcija biva započeta na

dogadjaj pritiska na dugme, počev od funkcije `izabратиGraf`, međutim iz razloga što je promenljiva `imeTXTfajla` prazna, izvršenje funkcije se prekida. Činjenica da je ime izabranog RDF fajla u promenljivoj utičaće na slučaj 2.2, odnosno situaciju kada korisnik pokreće učitavanje teksta a RDF fajl je već izabran (razlika između slučajeva 2.1 i 2.2).

Slučaj 2.4: učitavanje semantičkog fajla kada je tekst već učitano, slika 3.22

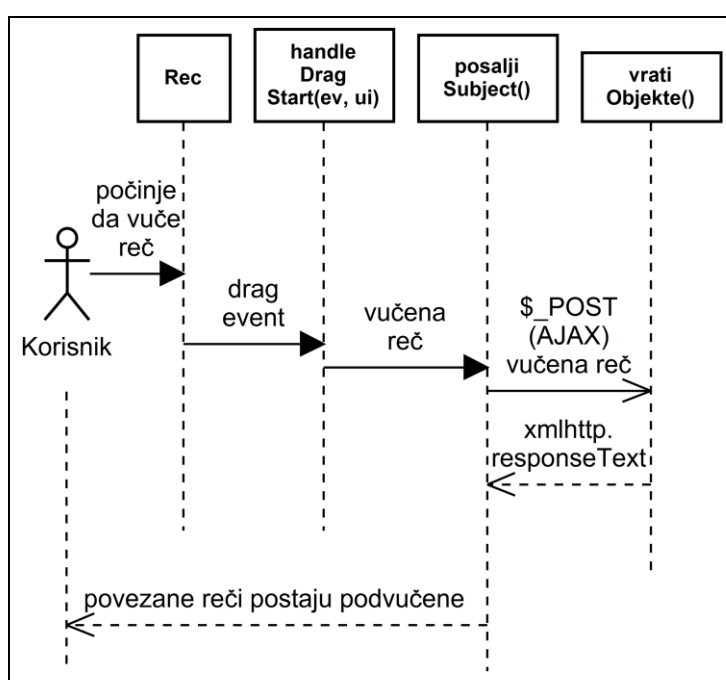
Za razliku od slučaja 2.3 promenljiva `imeTXTfajla` nije prazna, pa funkcija `izabратиRDFGraf` poziva funkciju `procitajTekstSaServera`. Dalja sekvenca je ista kao kod slučaja 2.2, odnosno formira se tekst sa `spanovima` (rečima koje se mogu prevlačiti) i centralni `div`, koji već sadrži tekst bez reči koje se mogu prevlačiti, biva ažuriran (iako je tekst već prikazan on biva ponovo učitano sa servera, obogaćen `spanovima`, i postavljen umesto zatečenog teksta). Vizuelno tekst u centralnom `divu` ostaje nepromenjen, samo određene reči postanu vizuelno naglašene (reči koje se mogu prevlačiti).



Slika 3.22: Slučaj korišćenja 2.4

Slučaj 3.1: započeto prevlačenje reči, slika 3.23

Započinjanje prevlačenja reči pokreće funkciju *DragStart*, koja vučenu reč upisuje u globalnu promenljivu *subject* (subjekat u RDF smislu) i poziva asinhronu funkciju *posaljiSubject*. Odgovore sa servera prosleđuje funkcija *vratiObjekte* (sve reči koje sa datom rečju stoje u odnosu subjekat-objekat u RDF-u), kao jQuery selektore, kojima funkcija *posaljiSubject* na prijemu doda vizuelni naglasak u CSS-u. Rezultat ovoga je da prilikom započinjanja prevlačenja reči sve reči koje sa njom imaju definisanu vezu u RDF grafu bivaju vizuelno naglašene, kako bi korisnik odmah imao informaciju na koje reči ima smisla spustiti vučenu reč.



Slika 3.23: Slučaj korišćenja 3.1

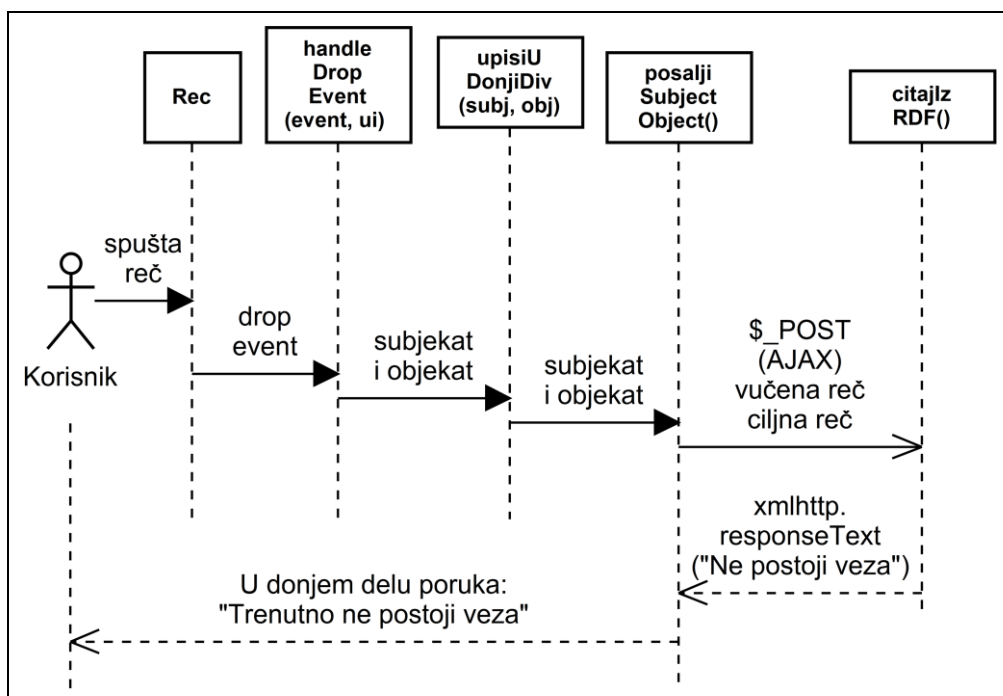
Slučaj 3.2: vučena reč spuštena izvan povezivih reči

Ovo znači da je korisnik vučenu reč spustio na neku od reči koja se ne može prevlačiti (pa se samim tim na nju ne može ni spustiti) ili na prostor izvan reči. U ovom slučaju jedina akcija je uklanjanje vizuelnog naglaska sa reči koje su u vezi sa vučenom rečju. Operacija prevlačenja je završena.

Slučaj 3.3: reč spuštena na prevlačivu reč ali sa kojom ne postoji veza, slika 3.24

Da bi reč bila povezana sa bilo kojom drugom rečju neophodno je da može biti prevlačena (da se nalazi u odgovarajućem spanu) ali u opštem slučaju to ne znači da će biti povezana sa svim drugim rečima u tekstu koje se mogu prevlačiti. Naprotiv,

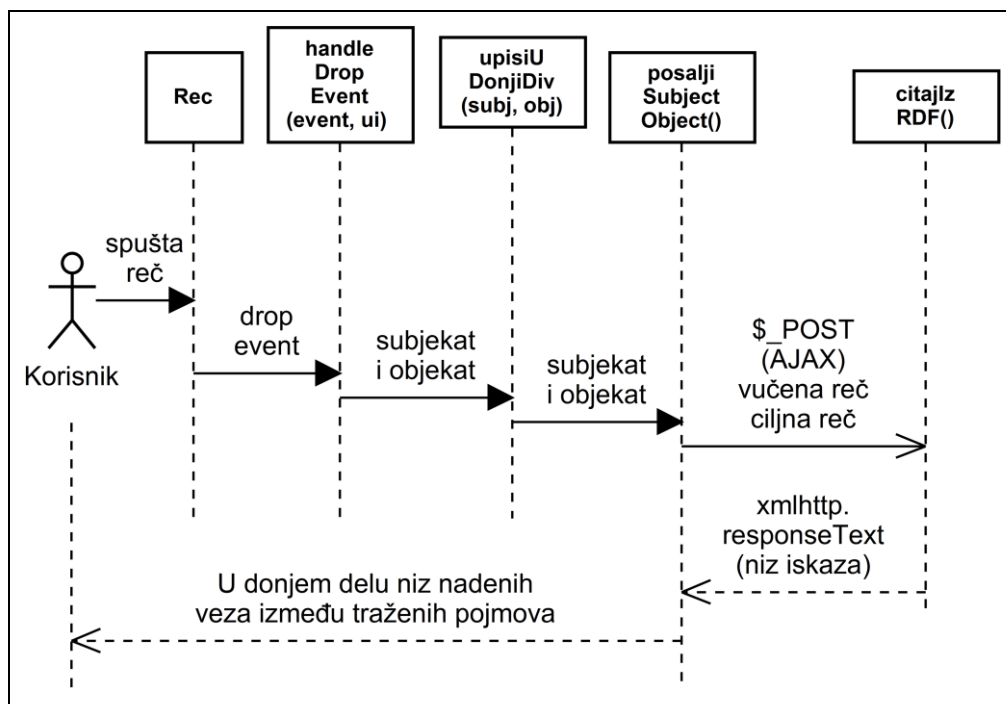
najverovatnija situacija je da će postojati više disjunktnih skupova međusobno povezanih reči. Iz tog razloga nije moguće preduprediti spuštanje reči na drugu reč koja se može prevlačiti, ali sa kojom vučena reč nije ni u kakvoj vezi. Ovaj problem donekle je rešen naglašavanjem povezanih reči pri svakom započinjanju prevlačenja (slučaj 3.1) ali spuštanje na nepovezane reči ostaje moguće. U ovom slučaju biće aktivirana funkcija *handleDropEvent*, koja izabrani par reči prosleđuje funkciji *upisiUDonjiDiv*, a koja se obraća serveru funkcijom *posaljiSubjectObject* u cilju pronalaženje svih veza između datih reči. Ovo na serveru radi funkcija *citajIzRDF* iz kontrolera, koja će klijentu vratiti string "Trenutno ne postoji veza među pojmovima".



Slika 3.24: Slučaj korišćenja 3.3

Slučaj 3.4: reč spuštena na prevlačivu reč sa kojom postoji veza, slika 3.25

Ovo je slučaj kompletne uspešne interakcije sa sistemom. Redosled funkcija je isti kao kod slučaja 3.3, osim što serverska funkcija *citajIzRDF* klijentu šalje pronađene veze između pojmova (sve predikate svih iskaza u kojima je vučena reč u funkciji subjekta a reč na koju je spušteno u funkciji objekta) i to u formu rečenica sa rednim brojevima (niz stringova). Funkcija *upisiUDonjiDiv* ažurira sadržaj donjeg diva (predviđenog za prikaz veza) i korisniku bivaju prikazane sve pronađene veze.



Slika 3.25: Slučaj korišćenja 3.4

3.3. Semantički sloj

Predloženi pristup unapređenju sistema za e-učenje oslanja se na skup veza među pojmovima iz nastavnog teksta nad kojim učenik može izvršiti upit prevlačenjem reči u tekstu. Nad formatom u kome su ove veze iskazane u opštem slučaju nema ograničenja i funkcionalnost predloženog unapređenja ne zavisi od njega. Konkretna odluka u vezi sa izborom formata skupa veza (semantičkog sloja), učinjenim u implementaciji prikazanoj u ovom poglavlju, doneta je u skladu sa praktičnim aspektima i trenutno raspoloživim tehnologijama. U tom smislu kao osnov za format semantičkog sloja izabran je RDF (Resource Description Framework), a za format odgovarajućeg fajla njegova RDF/XML serijalizacija. [149]

RDF je jezik za predstavljanje resursa na Vebu, što uključuje i resurse iz realnog sveta koji imaju svoju reprezentaciju na Vebu, formiran i standardizovan od strane WWW konzorcijuma, namenjen za mašinsku obradu ovih informacija i zamišljen kao zajednički okvir za razmenu informacija između aplikacija bez gubitka značenja. [243] RDF poznaje tri osnovna elementa: stvar koju opisuje, svojstvo te stvari i vrednost tog svojstva; drugim rečima, RDF opisuje stvari pomoću njihovih svojstava. Mašinska obradivost ovakvih opisa podrazumeva postojanje sistema

jedinstvenih identifikatora i mašinski obradiv jezik na kome ovi opisi mogu da se razmenjuju među mašinama. Uslovno, ovakav pristup se može posmatrati kao ekstreman slučaj normalizacije baze podataka, koja omogućava prikupljanje podataka iz različitih izvora, bez potrebe za rekonfiguracijom.

Ovako definisan standard zamišljen je kao zajednički okvir koji omogućava projektantima različitih aplikacija da koriste raspoložive *parsere* i druge alate za obradu RDF dokumenata. Prvi razlog za izbor ovog formata je upravo dostupnost alata, na tri nivoa: dostupnost *parser*a (iz perspektive jezika JavaScripta u prototipu, odnosno jezika PHP kod implementacije pristupa), dostupnost alata za kreiranje sadržaja (poput komercijalnog okruženja Semantic Works⁵ ili besplatnog okruženja Protégé, [223] premda je tokom razvoja predloženog unapređenja započet razvoj njegove modifikacije namenjene razvoju semantičkih dokumenata, prikazane u odeljku 3.5) i dostupnost alata za rasuđivanje (*reasoner*a), što je jedan od predviđenih pravaca razvoja (odeljak 6.3).

Osnovni gradivni element jezika RDF je iskaz (*statement*) koji se sastoji od subjekta, predikata i objekta. Subjekt i predikat su u formatu IRI-ja (internacionalna verzija URI-ja, u oznaci IRI⁶, zamenila je URI⁷ u verziji RDF 1.1; ovaj standard više pogoduje srpskom jeziku, iako je razvoj započet i završen u skladu sa RDF specifikacijom 1.0; ostale razlike između specifikacija, poput obavezne tipizacije literala, tretmana praznih čvorova i sl su, iz perspektive implementacije predloženog unapređenja, zanemarljive). [235] Objekat može biti literal ili IRI (što se smatra boljom praksom). Skup RDF iskaza naziva se RDF graf. Na slici 3.26 dat je primer RDF grafa koji sadrži dva iskaza: "Martin je autor doktorata" (objekat kao IRI) i "doktorat je rađen 4 godine" (objekat kao literal 4), odnosno, preciznije formulisano:

- stvar doktorat (označen IRI-jem <http://www.martin.rs/doktorat.doc>)
- ima svojstvo autor (označeno IRI-jem <http://www.martin.rs/autor>)
- koje ima vrednost Martin (označeni IRI-jem <http://www.martin.rs/ja>)

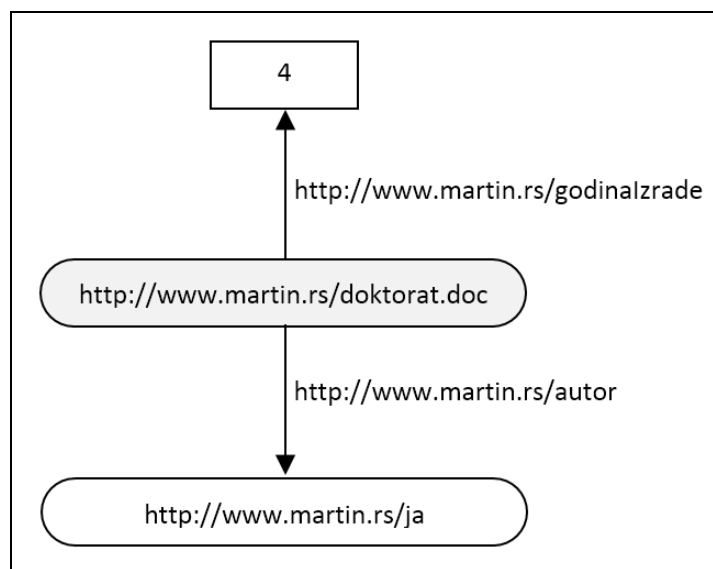
Odnosno, u slučaju drugog iskaza, u opisu iste stvari (doktorat):

- ima svojstvo godina izrade (označeno IRI-jem <http://www.martin.rs/godinaIzrade>)
- koje ima vrednost 4 (literal).

⁵ <https://www.altova.com/documents/SemanticWorks.pdf> - aplikacija diskontinuirana 2012.

⁶ Internationalized Resource Identifier, IETF standard RFC 3987, <https://tools.ietf.org/html/rfc3987>

⁷ Universal Resource Identifier, IETF standard RFC 3986, <https://tools.ietf.org/html/rfc3986>



Slika 3.26: RDF graf sa dva iskaza

U konkretnom primeru tip literala (godina) je, radi pojednostavljenja, *hardkodiran* u predikat, što je moguće prevazići tipizacijom literala (obaveznom u verziji RDF 1.1).

RDF podrazumeva da je svaki IRI upotrebljen u grafu jedinstven i da upućuje na jedinstven resurs. Dužina IRI stringova, koja je često velika, može se prevazići korišćenjem prostora imena (*namespaces*) označenih prefiksima (u konkretnom slučaju prefiks "martin" bi mogao da zameni string `http://www.martin.rs`), koji u kombinaciji sa konkretnim identifikatorima formiraju kvalifikovana imena (*QNames*), u konkretnom primeru ovakva forma IRI-ja bila bi `martin:ja`, `martin:autor` itd. Skupovi IRI referenci sa specifičnom namenom nazivaju se vokabulari i jedan prostor imena obično označava prostor jednog vokabulara.

RDF graf je apstraktan koncept koji ima više mogućih serijalizacija. U periodu početka razvoja predloženog unapređenja na raspolaganju je bila RDF/XML serijalizacija koja je iskorišćena u implementaciji (serijalizacija putem n-tripleta, kao i nove serijalizacije u verziji 1.1, ovde nisu od interesa). RDF/XML format primera na slici 3.26 prikazan je na slici 3.27 (kao dva jednostruka iskaza) i slici 3.28 (kao jedan višestruki iskaz), koji biva procesiran identično kao serija elementarnih iskaza.

```

<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF xmlns:rdf      = "http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
        xmlns:martin   = "http://www.martin.rs/">

  <rdf:Description rdf:about="http://www.martin.rs/doktorat.doc">
    <martin:autor rdf:resource="http://www.martin.rs/ja" />
  </rdf:Description>

  <rdf:Description rdf:about="http://www.martin.rs/doktorat.doc">
    <martin:godinaIzrade>4</martin:godinaIzrade>
  </rdf:Description>

</rdf:RDF>

```

Slika 3.27: RDF/XML serijalizacija grafa kao dva elementarna iskaza

```

<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF xmlns:rdf      = "http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
        xmlns:martin   = "http://www.martin.rs/">

  <rdf:Description rdf:about="http://www.martin.rs/doktorat.doc">
    <martin:autor rdf:resource="http://www.martin.rs/ja" />
    <martin:godinaIzrade>4</martin:godinaIzrade>
  </rdf:Description>

</rdf:RDF>

```

Slika 3.28: RDF/XML serijalizacija grafa kao jedan složeni iskaz

```

<?xml version="1.0"?>

<rdf:RDF xmlns:eg="http://example.org/foovocab#"
        xmlns:foaf="http://xmlns.com/foaf/0.1/"
        xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#">

  <foaf:Person rdf:nodeID="procesor">
    <foaf:name>procesor</foaf:name>
    <foaf:je_centralni_deo_od rdf:nodeID="kompjuter"/>
    <eg:je_centralni_deo_od rdf:nodeID="racunar"/>
    <eg:je_mesto_gde_se_izvrsava rdf:nodeID="softver"/>
  </foaf:Person>

</rdf:RDF>

```

Slika 3.29: Primer složenog RDF/XML iskaza u prototipu

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>

<!-- Generated by RdfSerializer.php from RDF RAP.
# http://www.wiwiss.fu-berlin.de/suhl/bizer/rdfapi/index.html !-->

<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#">

  <rdf:Description rdf:about="intonacija">
    <je_precizno_podesavanje_za>tonalitet</je_precizno_podesavanje_za>
  </rdf:Description>

</rdf:RDF>

```

Slika 3.30: Primer elementarnih RDF/XML iskaza u implementaciji pristupa

Složeni RDF/XML iskazi korišćeni su kod prototipa (slika 3.29), koji sadrži svega nekoliko pojmova, dok je u implementaciji taj pristup napušten u korist pojedinačnih iskaza (slika 3.30), zbog preglednosti (implementacija namenjena evaluaciji poboljšanja, prikazana u narednom poglavlju, koristi RDF/XML dokument sa 1800 redova). Kod primera iskaza prototipa i implementacije pristupa vidi se formalna razlika između njih i standardnog RDF-a: RDF specifikacija strogo nalaže korišćenje IRI-a u poziciji subjekta i predikata, a poželjno i objekta, dok su u prikazanoj implementaciji za sve tri uloge korišćeni obični stringovi (reči iz teksta). Korišćenje IRI-a je moguće, ukoliko bi bilo nametnuto (npr. parserom ili rasuđivačem koji zahteva validan RDF); u ovom slučaju IRI stringovi bi mogli biti formirani automatski, npr. konkatencijom izabranog prostora imena i reči iz teksta, ali oni ne bi pokazivali ni na šta i imali bi za cilj jedino zadovoljenje forme. Ovo je donekle prisutno u prototipu: prostori imena (foaf i eg) zajedno sa rečima formiraju formalno ispravne URI pokazivače, međutim ovo je učinjeno bez cilja i napušteno u implementaciji. Opisana formalna razlika proističe iz suštinske: predviđena namena semantičkog sloja u sklopu predloženog unapređenja drugačija je od one kod RDF-a. Inicijativa Semantičkog Veba, i RDF kao njen osnovni alat za iskazivanje značenja, formirani su u skladu sa vizijom o mreži znčenjem povezanih mašina i svi alati u okviru ove inicijative usmereni su ka tom cilju. RDF ima zadataka da opisuje stvari putem (vrednosti) njihovih svojstava. Ovaj "jednosmerni" pristup ne odgovara nameni semantičkog sloja predloženog unapređenja, kod koga ne postoji hijerarhijska razlika između subjekta i objekta relacije. Suštinski, objekat relacije nije puki opis jednog aspekta subjekta, već njemu ravnopravan entitet. Formalno, subjekat i predikat mogu zameniti mesta (i u prototipu i u kompletnoj implementaciji predloženog poboljšanja definisane su relacije u oba smeru).

Smisleno uključivanje IRI pokazivača u semantički sloj moguće je iz drugačijeg ugla: formiranjem deljenog vokabulara pojmova, ili više kontekstno zavisnih vokabulara, sa ciljem eliminacije problema homonima i jednoznačnog ukazivanja na dogovorene pojmove. Primer ovakvog problema za reč "list":

- list kao deo biljke (kontekst: biologija),
- list kao list papira (kontekst: literatura),
- list (kontekst: pravna lica)
 - List Computers (potkontekst: računarska oprema)
 - Poljoprivredna apoteka List (potkontekst: poljoprivredna oprema)

Ovo se, ipak, ne može posmatrati kao lokalna nadgradnja postojećeg rešenja, već jedino kao smernica za razvoj infrastrukture za interoperabilnost pojedinačnih instanci predloženog unapređenja. Repozitorijum jedinstvenih reprezentacija pojmova (ontologija) nema smisla u lokalnom domenu i smislen je jedino kao centralna referentna tačka dogovorenih značenja namenjena referenciranju od strane semantičkih slojeva pojedinačnih sistema za e-učenje opremljenih predloženim pristupom. Jedan korak u ovom pravcu učinjen je kod implementacije namenjene evaluaciji, opisane u narednom poglavlju, a sa ciljem lokalizacije pristupa (upotrebe padeža). [214] [215] Postojećem semantičkom dokumentu dodat je još jedan sloj kao repozitorijum padeža, pomoću koga je omogućeno da prevlačive reči u tekstu budu u proizvoljnom padežu. Vučena reč i reč na koju je spuštено upućuju se prvo u dodatni sloj koji pronalazi odgovarajuće nominative, na osnovu kojih se vrši upit nad osnovnim semantičkim dokumentom. Repozitorijum padeža predstavlja jednostavnu strukturu čije postojanje u lokalu nije neracionalno, premda bi centralizovana pozicija bila smislenija. Složenije strukture poput taksonomije iz gorenavedenog primera (kontekst pravna lica, potkontekst računarska oprema i sl), ipak, imaju smisla jedino kao infrastrukturna čvorišta.

Kao što je pokazano, upotreba RDF formata kod predloženog unapređenja je u velikoj meri pojednostavljena. RDF format pruža niz alata orijentisanih ka njegovoj primarnoj upotrebi, kao što su prazni čvorovi za iskazivanje složenih svojstava, kolekcije namenjene grupisanju resursa po određenim kriterijumima, mogućnost upotrebe literala na mestu objekta za iskazivanje kvantitativnih vrednosti svojstava, koji nisu od interesa za predloženi pristup. Izuzetak čine reifikacije, odnosno iskazi o iskazima, koji mogu biti uključeni u predloženo rešenje ukoliko je potrebno opisati vezu između pojmova (npr. ukoliko veza važi pod određenim uslovima, kao što su temperatura ili pritisak).

Pomenute razlike u predviđenoj nameni jezika Semantičkog Veba ogledaju se i u pravcima njihove evolucije u smislu ekspresivne moći, koji su jednako različiti od predviđenih pravaca razvoja predloženog unapređenja, pa je i u ovom smislu primena tih tehnologija ograničena i specifična. Jezici veće ekspresivne moći, poput DAML-OIL ili OWL, generalno se kreću u pravcu većeg vokabulara i veće rigidnosti. Oni pružaju mogućnost iskazivanja koncepata poput pripadnosti klasi, kardinalnosti, disjunktnosti i sl, što nije od interesa za iskazivanje relacija između pojmova. Ipak,

moгуćnost dovođenja u vezu razliĉitih resursa, putem svojstava objekata (*object properties*) u jeziku OWL, namenjenih iskazivanju relacija između objekata, kao i osobinama koje se mogu davati ovim svojstvima (tranzitivnost, (a)simetriĉnost, (anti)refleksivnost, (direktna i inverzna) funkcionalnost), kao i hijerarhija relacija (poput pripadnosti relacije "je otac" relaciji "je roditelj", odnosno relaciji "je predak"), ograniĉenja po pitanju domena i opsega relacija (može se imati samo jedan otac) kao i primena egzistencijalnih i univerzalnih kvalifikatora itd - elementi su koji se mogu ukljuĉiti u predloženo poboljšanje u cilju podizanja ekspresivnosti semantiĉkog sloja i pružanja osnove za autonomno rasuđivanje nad pridruženom semantikom. Ukljuĉivanje osobina relacija, poĉevši od tranzitivnosti, jedan je od predviđenih pravaca razvoja prikazanih u zakljuĉku disertacije.

3.3.1. Pristup semantiĉkom sloju

Za pristup semantiĉkom sloju korišćen je *framework* RDF API for PHP (RAP), projekat otvorenog koda zapoĉet 2002. godine na Univerzitetu Freie u Berlinu. [221] Iako semantiĉki sloj strogo gledano nije RDF dokument već njegova bliska aproksimacija, kao što je reĉeno u prethodnom odeljku, ovaj *framework* pokazao se kao potpuno funkcionalan za potrebe predloženog unapređenja. Korišćen je njegov Model API interfejs, koji manipuliše RDF grafom kao nizom iskaza; alternativni ResModel API nije od interesa, kao ni OntModel API koji podržava RDFS i jedan podskup funkcionalnosti OWL-a. U okviru Model API interfejsa korišćena je implementacija MemModel koja RDF graf čuva u memoriji zbog jednostavnosti (nije korišćena baza podataka). Model API posmatra RDF graf kao skup iskaza i pruža funkcije za dodavanje, brisanje i zamenu iskaza, sekvencijalni pristup iskazima (*StatementIterators*) i nalaženje iskaza kod koji se poklapaju subjekat, predikat ili objekat (funkcija `findAsIterator` koja vraća iterator, odnosno `find()` koja vraća novi graf, u skladu sa tri argumenta - od kojih svaki može da bude NULL, što oznaĉava bilo koju vrednost, ili regularan izraz).

Konekcija sa semantiĉkim slojem uspostavlja se pri svakom pozivu serverske funkcije (*vратиSO* u fazi pripreme dokumenta za prevlaĉenje, *vратиObjekte* na svaki poĉetak prevlaĉenja i *citajIzRDF* na svako spuštanje prevuĉene reĉi), što podrazumeva ponovno uĉitavanje celog semantiĉkog sloja u memoriju servera pri svakoj interakciji sa tekstom, što nije optimalno i dovodi do smanjenja brzine odziva

sistema, naročito prilikom učitavanja stranice (o čemu će biti reči u odeljku 4.1.6). Implementacija DbModel omogućava čuvanje iskaza u relacionoj bazi podataka (pomoću ADOdb biblioteke pristup je omogućen većem broju baza, što uključuje MySQL, Oracle, MS SQL, MS Access itd), što eliminiše potrebu za čestim učitavanjem celokupnog semantičkog sloja u memoriju. RAP *framework* pruža i određeni nivo rezonovanja nad semantičkim dokumentima, na nivou RDFS-a i uz neke konstrukte OWL-a, kao što su potklasa, podsvojstvo, domen, opseg, relacija istvetnosti i inverznost relacije. Ipak, ova moć rasuđivanja je ograničena, pa će u sklopu budućeg razvoja predloženog unapređenja biti uključen neki od potpunijih rasuđivača.

3.4. Pozicioniranje predloženog pristupa

Cilj predloženog pristupa unapređenju sistema za e-učenje je, kao što je već rečeno, umanjivanje naprezanja pri učenju (samim tim i vremena potrebnog za učenje) izazvanog prisilnim skretanjima sa puta učenja kroz materijal, u situacijama kada je nejasna veza između neka dva pojma u gradivu. U ovom kontekstu prisilno skretanje sa puta učenja podrazumeva neželjeno, neplanirano vraćanje na ranije delove materijala u potrazi za definicijama nejasnih pojmova, a u cilju razumevanja veze ili veza koje postoje između njih. U tom smislu predloženi pristup se može pozicionirati negde između umanjivanja distrakcija (svako nevoljno prekidanje prirodnog toka učenja može se smatrati distrakcijom) i optimizacije puta kroz gradivo (a što je u istraživanjima najčešće podvedeno pod pitanja sekvenciranja). Po načinu na koji korisnik interaguje sa sistemom, na površinskom nivou predloženi pristup spada u alate zasnovane na drag-and-drop interakciji, dok na dubljem nivou korisnik interaguje sa mapolikom strukturom podataka, što predloženi pristup pozicionira u preseku ova dva. Sa aspekta korišćenih tehnologija može se reći da se predloženi pristup oslanja na tehnologiju Semantičkog veba (RDF) ali ne i da potpada pod tu paradigmu, o čemu je već bilo reči. Nabrojani aspekti istraživanja i razvoja e-učenja (uticaj distrakcija, optimizacija puta kroz gradivo, upotreba mapa za struktuiranje znanja, drag-and-drop interakcija i, donkle, Semantički veb) su prostor u kome se može pozicionirati predloženi pristup.

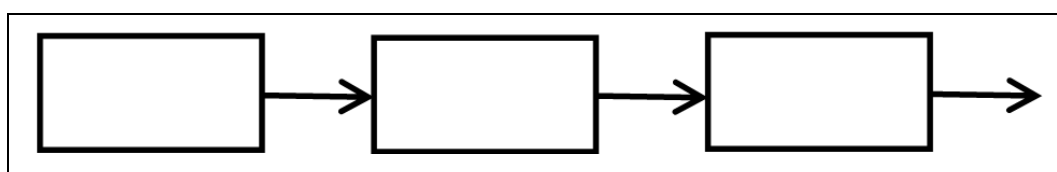
Jedna od uobičajenih situacija u učenju iz tekstualnog materijala, bez obzira da li se radi o klasičnom ili e-učenju, je nepoznavanje odnosa u kome se nalaze dva

pojma u lekciji. Ovaj odnos može biti bilo kakav: celina-deo, sinonimski, antonimski, pripadnost, uzrok-posledica itd. U slučaju da je poznavanje ovog odnosa neophodan preduslov za nastavak učenja, učenje se mora prekinuti na tom mestu kako bi učenik pronašao definicije pojmova u materijalu i na osnovu njih izveo zaključak o njihovom međusobnom odnosu. Traganje za definicijama pojmova u materijalu prekida trenutni tok učenja i misli kod učenika. Ovo je u suprotnosti sa opštim principom da ne treba prekidati kontinuirano čitanje. [110] Prekid misanog toka takođe izbacuje učenika iz stanja toka (*flow state*) koje je povoljno za učenje, [73] a koje često zavisi upravo od sekvenciranja (odnosno puta kroz gradivo). [111] Vraćanje kroz materijal i pretraživanje povećava vreme učenja, izbacuje učenika iz povoljnog stanja za učenje, i zahteva dodatni napor za povratak u kontekst učenja (koji neki autori označavaju kao *resumption lag*). [62] U tom smislu neželjeno, prisilno pretraživanje nastavnog materijala u potrazi za definicijama pojmova ima sve attribute distrakcije, pa je u tom smislu predloženi pristup način za umanjivanje distrakcija tokom učenja. Međutim postoje i značajne razlike u odnosu na aktuelna istraživanja, pre svega u tom smislu što se distrakcije po pravilu posmatraju kao "spoljne" - korišćenje telefona, interneta, slušanje muzike, napuštanje mesta za učenje [58] ili bilo kakva vrsta multitaskinga. [62] Predloženi pristup se fokusira na distrakcije "unutrašnje" prirode, čiji su uzroci u samom gradivu i neodvojivi od procesa učenja (za razliku od telefona, muzike i ostalih "spoljnih" faktora, koji se mogu fizički udaljiti), a koji podižu eksterno kognitivno opterećenje po Swelleru. [65] Alternativni pristup rešavanju ovakvog tipa "unutrašnjih" distrakcija mogli bi biti redundantni objekti učenja, koji sadrže sve potrebne definicije (*self-contained* objekti učenja), [2] međutim cena za to bi bila povećanje kvantiteta svakog od objekata učenja, a što povećava kognitivno opterećenje. [84] Umesto dodavanja redundantnog sadržaja u objekte učenja moguće je potrebne informacije povezati hiperlinkovima, međutim svako povećanje broja hiperlinkova u nastavnom materijalu povećava kognitivno opterećenje učenika, [46] a i u suprotnosti je sa preporukom da hiperlinkove treba pozicionirati na kraju rečenice kako ne bi ometali kontinuitet učenja. [110] Još jedna opcija je dodavanje "oblačića" (*tooltips*) pojmovima, npr. dostupnih na *hover* interakciju, međutim ovakav pristup prilagođen je prikazivanju značenja reči a ne veze između dve reči (traženje veze bi u opštem slučaju podrazumevalo konsultovanje "oblačića" i jedne i druge reči). Ovakav pristup bi umanjio tehnički utrošak vremena na pretrživanje ali bi svakako s jedne

strane prekinuo mentalni tok, a s druge podigao mentalnu aktivnost učenika. [85] Predloženi pristup prilazi ovom problemu na neinvazivan način i ukida potrebu za skretanjem sa učenikovog "prirodnog" puta kroz gradivo, omogućavajući time održavanje stanja toka. [74]

Tabela 3.1: Pozicija predloženog pristupa u kontekstu distrakcija u e-učenju

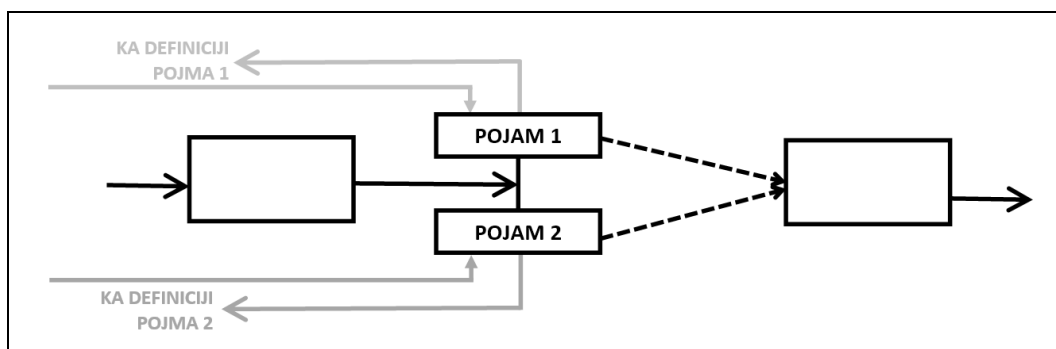
Sličnosti	umanjivanje "unutrašnjih distrakcija" [65] [66] [68] [69] [70] [72] [110]
Razlike	distrakcije spoljnim faktorima [58] [59] [60] [62] [67]



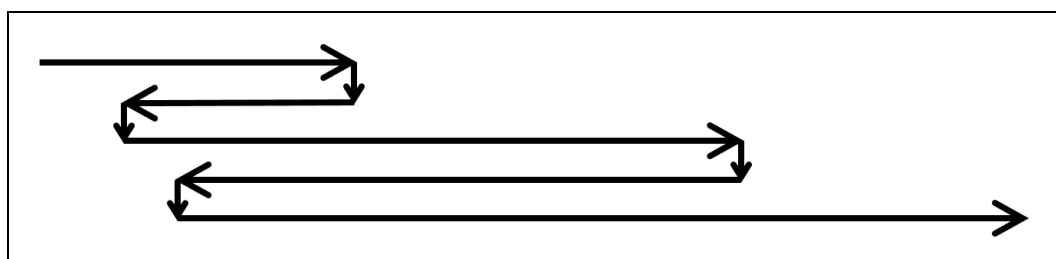
Slika 3.31: Kontinuirani put učenika kroz gradivo bez prekidanja misaonog toka

Na ovom mestu može se postaviti pitanje šta je to "prirodan" put kroz gradivo? U istraživanjima postoji konsenzus po pitanju toga da svaki učenik ima svoj prirodan put koji zavisi od specifičnih preferenci poput stilova učenja po Kolbu, [171] [201] Honey-Mumfordu [113] ili VARK [174] modelu, kognitivnih stilova po Witkinu, [99] [101] Pasku [98] [100] ili Kirtonu, ili pak preferencama prema određenim načinima struktuiranja gradiva (hijerarhijskom, relacijskom i sl), [47] [105] [110] [111] pa se u istraživanjima sekvenciranja gradiva u sistemima za e-učenje ovome posvećuje velika pažnja. Učeničke preference, ili drugi parametri kao što je predznanje, [47] najčešće se kombinuju sa određenim algoritmima (ant colony [113][114][115], plant location, [116] genetskim [117] i sl) koji učeniku prezentuju materijal u redosledu koji je, po mišljenju mašine, optimalan za njegov specifičan način učenja. Posmatrano apsolutno, iz pozicije standardnog redosleda objekata učenja u lekcijama na datom sistemu, ovo "preraspoređivanje" radi prilagođavanja učeniku izgleda kao isporuka van "normalnog" redosleda; međutim gledano relativno, iz pozicije učenika, ovo se može posmatrati kao "ispravljanje" puta, odnosno formiranje puta koji je za datog učenika subjektivno "najpraviji", odnosno optimalan. U tom smislu istraživanja u oblasti sekvenciranja materijala imaju za cilj da izvrše relativnu "linearizaciju" (ili relativno "ispravljanje") učenikovog puta kroz nastavni

materijal. Jednom kada je ovakva linearizacija učinjena i učeniku gradivo prezentovano u njemu prirodnom redosledu učenje bi trebalo da teče kontinuirano i bez prekida misaonog toka (slika 3.31).



Slika 3.32: Prekidi kontinuiranog učenja zbog nejasne veze između pojmova



Slika 3.33: Put kroz gradivo kod ponovljenih situacija sa slike 3.32

Međutim, u slučaju da unutar objekata učenja, u tekstualnom materijalu, postoje pojmovi čiji međusoban odnos učeniku nije jasan (a neophodan je za nastavak učenja), njegov optimalan (relativno linearan) put učenja mora se prekinuti. Iz pozicije učenika put učenja se produžava (podrazumeva pretragu kroz gradivo, najverovatnije unazad, radi nalaženja definicije jednog i definicije drugog pojma) i gubi optimalnost koju je sistem obezbedio (slika 3.32). Ukoliko se ova situacija desi više puta tokom učenja, što je realnan scenario, put učenika će, umestno linearnog, imati strukturu kao na slici 3.33: podrazumevaće više prekida prirodnog toka učenja i vraćanja kroz materijal u potrazi za definicijama pojmova. Neki mogući pristupi ovome su, kao što je već pomenuto, dodavanje potrebnih definicija u dati objekat učenja, [2] bilo u smislu teksta, "oblačića" (*tooltip*) [85] ili hiperlinka prema potrebnim informacijama (definicijama pojmova). Svaki od ovih pristupa umanjije potrebu za vraćanjem i pretraživanjem, uz određenu cenu, pre svega u podizanju kognitivnog opterećenja i mentalne aktivnosti, [46] [85] [85] međutim promena

fokusa (sa učenja na izvođenje veze među pojmovima na osnovu njihovih definicija) ostaje prisutna.

Pristup predložen u ovoj disertaciji dostavlja informaciju o samoj vezi na jednostavan način koji ne sadrži elemente koji podižu kognitivno opterećenje. Predloženi pristup donekle se može uporediti sa pristupom u [83] koji pomaže održavanje fokusa učenika kroz naglašavanje bitnih aspekata u tekstu i prikriivanje sadržaja koji nije neposredno vezan za aktuelnu temu učenja; u tom smislu predloženi pristup omogućava uklanjanje redundanse (definicija korišćenih pojmova, eksplicitnih ili implicitnih kroz "oblačiće" ili linkove) iz objekta učenja; međutim, za razliku od ovog pristupa, predloženi pristup ne prikriva postojeći sadržaj objekta učenja (postoji sličnost u smislu naglašavanja, u slučaju predloženog pristupa naglašavanja povezanih reči) i ograničava se na neizvazivno dobavljanje dodatnih informacija uz što manje uticaja stanje toka kod učenika, [71] koje pokazuje korelaciju sa uspešnošću učenja, [82] a koje može biti podstaknuto i samim načinom sekvenciranja. [111]

Tabela 3.2: Pozicija predloženog pristupa u smislu sekvenciranja nastavnog materijala

Sličnosti	<p>Predloženi pristup utiče na put učenika poput pristupa sekvenciranju. U tom smislu postoji sličnost sa istraživanjima u ovom pravcu. [47] [98] [99] [100] [101] [105] [110] [113] [171] [174] [201]</p> <p>Postoji sličnost u naglašavanju sa [83] (<i>content cues</i>).</p> <p>Postoji sličnost sa [111] u uticaju na stanje toka putem sekvenciranja.</p>
Razlike	<p>Predloženi pristup vrši linearizaciju puta nezvano za preference učenika.</p> <p>Za razliku od klasičnih pristupa ne koristi ni preference ni algoritme.</p> <p>Može se posmatrati kao dopuna klasičnim pristupima sekvenciranju.</p> <p>Za razliku od [83] naglašava povezane reči ali ne prikriva ništa od materijala.</p>

Predloženi pristup je, kao što je pomenuto na početku ovog poglavlja, zasnovan na ideji o predstavljanju gradiva strukturom međusobno povezanih čvorova. Ova ideja bliska je konceptskim, [128] [131] [132] [138] argumentacionim [123] [138] [139] [140] [141] [142] [143] i kognitivnim mapama, [124] [143] međutim, za

razliku od pomenutih pristupa mapiranju, nema za cilj vizualizaciju znanja, već podršku za pribavljanje veza između pojmova na zahtev korisnika, što pristup koncepcijski čini bližim semantičkim mrežama [126] [144] ili mapama znanja. [145] Donekle se može reći da postoji bliskost sa ontologijama, [146] međutim ova sličnost suštinski ne postoji s obzirom da nema iskazivanja formalne semantike i da bliskost sa Semantičkim vebom postoji samo u smislu korišćenja RDF formata za iskazivanje pomenute mreže čvorova i u nameri da pristup bude otvoren za unapređivanje u ovom pravcu.

Donekle sličan pristup, zasnovan na ontologiji, dat je u [131] ali sa tom razlikom što je učeniku omogućeno da drag-and-drop operacijom, prisutnom i kod predloženog pristupa, direktno interaguje sa ontologijom vizuelno prisutnom na ekranu. Predloženi pristup omogućava drag-and-drop interakciju sa grafom ali bez vizuelnog prisustva samog grafa i ne sa ciljem vizualizacije odnosa među pojmovima. Drag-and-drop interakcija, u e-učenju prisutna u edukativnim igrama, [187] [190] [191] vizualizaciji interaktivnih algoritama, [193] simulacijama [196] [197] [198] [199] i sl, u predloženom pristupu koristi se za slanje upita tekstualnom dokumentu na vizuelno jasan i jednostavan način.

Tabela 3.3: Pozicija predloženog pristupa u kontekstu mapiranja znanja

Sličnosti	Kod predloženog pristupa koristi se mapolika predstava znanja.
Razlike	<p>Većina pristupa namenjena je vizualizaciji. [128] [131] [132] [138] [123] [138] [139] [140] [141] [142] [143] [124]</p> <p>Određeni pristupi namenjeni su podršci mašinama. [126] [144] [145] [146]</p> <p>Predloženi pristup nema za cilj vizualizaciju niti mašinsku obradu.</p> <p>Cilj mapiranja znanja kod predloženog sistema je podrška učeniku.</p>

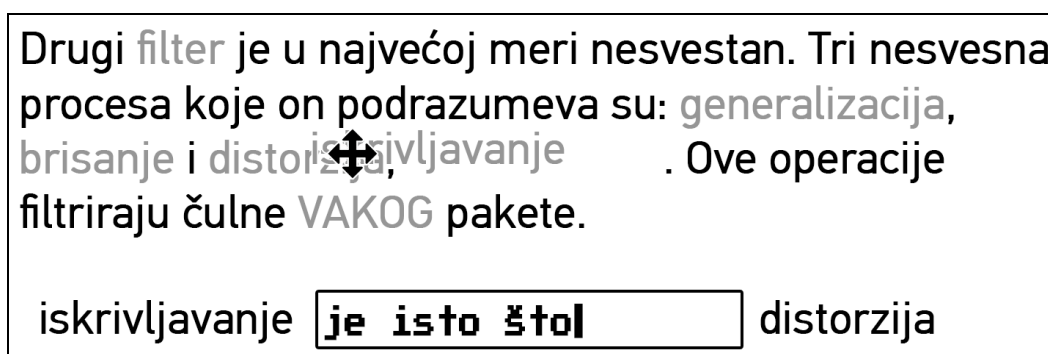
3.5. Aktuelni pravci razvoja

U ovom poglavlju opisan je pristup unapređenju sistema za e-učenje koji je tema ove disertacije. Prikazana je funkcionalnost sa aspekta korisnika kao i implementacioni i arhitekturni aspekti pristupa. U nastavku poglavlja biće opisani pravci razvoja predloženog pristupa, usmereni ka novim funkcionalnostima i

modusima primene, koji su trenutno u implementaciji. Osim pravaca navedenih u nastavku, iz perspektive ove disertacije možda najvažniji pravac predstavlja razvoj veb aplikacije namenjene merenju efekata predloženog pristupa na učenje kod živih subjekata, a koji podrazumeva kompletan razvoj metodologije evaluacije pristupa, s obzirom na to da je u pitanju nov pristup za čiju evaluaciju ne postoji metodologija. Ovom aspektu razvoja biće posvećeno naredno poglavlje disertacije.

3.5.1. Vizuelno uređivanje grafa pojmova i veza

Predloženi pristup se oslanja na graf pojmova i veza (u aktuelnoj implementaciji iskazan kroz RDF/XML fajl) za pribavljanje veza na zahtev učenika, međutim ne zalazi u to kako je taj graf formiran. RDF može biti uređivan ručno, bilo kojim uređivačem teksta, međutim ovo zahteva određena informatička znanja, što se ne može očekivati od korisnika iz drugih struka. Predloženi pristup je potpuno transparentan po pitanju gradiva oblasti, što podrazumeva uključivanje eksperata iz neinformatičkih domena u kreiranje grafova pojmova i veza. Ovo u opštem slučaju isključuje tekstualni način uređivanja grafova.

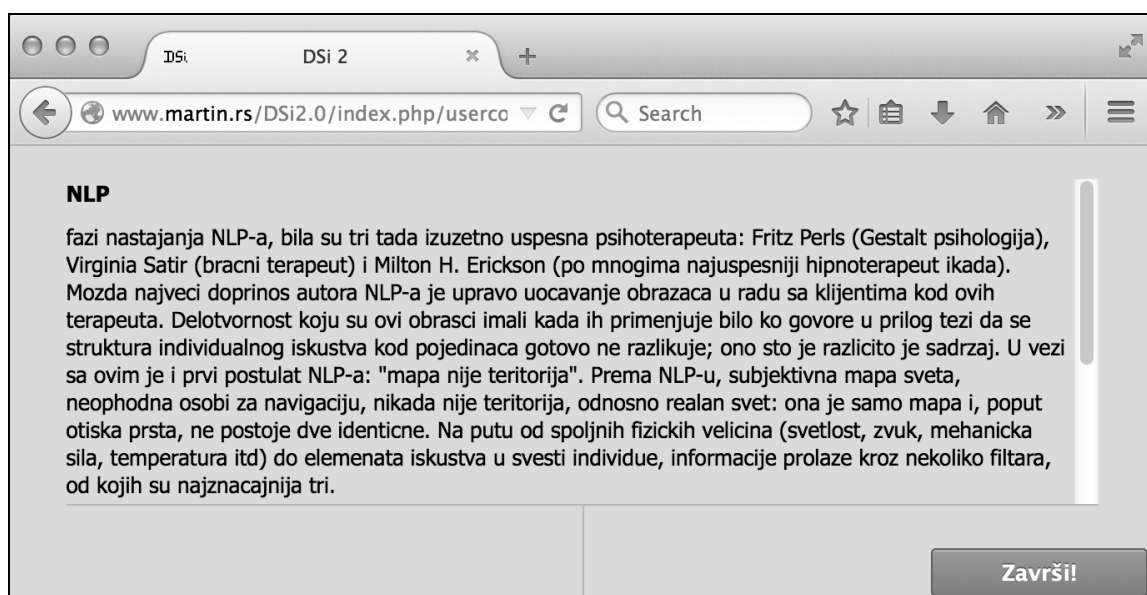


Slika 3.34: Konceptualni model uređivača grafa pojmova i veza

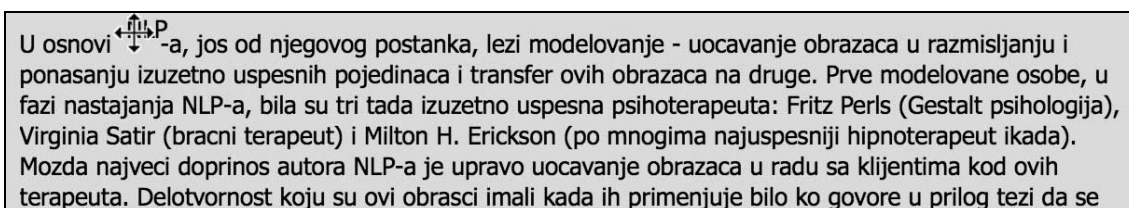
Iako na tržištu postoje specijalizovani alati za uređivanje ontologija (što uključuje i RDF grafove), [222] poput alata Protégé razvijenog na univerzitetu Stanford, [223] u kojima je za dovođenje pojmova u vezu obezbeđeno grafičko okruženje - upotreba ovih alata, njihovo okruženje, obilje opcija i potreba za konfigurisanjem isključuju i njih kao upotrebljivu alternativu. Za potrebe uređivanja grafova na najjednostavniji način, bez potrebe za poznavanjem tehničkih aspekata, razvijena je "inverzna" funkcionalnost predloženog pristupa - unošenje nove veze među pojmovima nakon prevlačenja i spuštanja jedne reči na drugu. Koncept je prvi

put predstavljen 2011. godine [224] kao proširenje postojećeg (koji na prevlačenje reči prikazuje veze ako ih ima) poljem za tekst koje omogućava unos nove veze (slika 3.34, između reči "iskrivljavanje" i "distorzija" autor dodaje vezu "je isto što i"). Na ovaj način interakcija autora grafova sa nastavnim tekstom identična je interakciji učenika, osim što autor ima mogućnost unosa veza (i trenutne provere unesenih veza - uz identično korisničko iskustvo koje će imati učenik). Ovo eliminiše potrebu za bilo kakvim tehničkim predznanjem kod autora grafova. Tokom razvoja modela interakcija sa korisnikom modifikovana u jednom ključnom aspektu: uveden je zaseban režim za uređivanje (*edit mode*) kod koga sve reči teksta dobijaju mogućnost prevlačenja, kako bi autori grafa mogli da definišu veze između novih parova reči. [225]

Implementacija uređivača bila je tema jednog diplomskog rada [226] prihvaćena je kao tehničko rešenje od strane Elektronskog fakulteta u Nišu [227] i dostupna je na webu. [227] Početni izgled pokazne aplikacije dat je na slici 3.35.



Slika 3.35: Početni prikaz uređivača grafova pojmova i veza

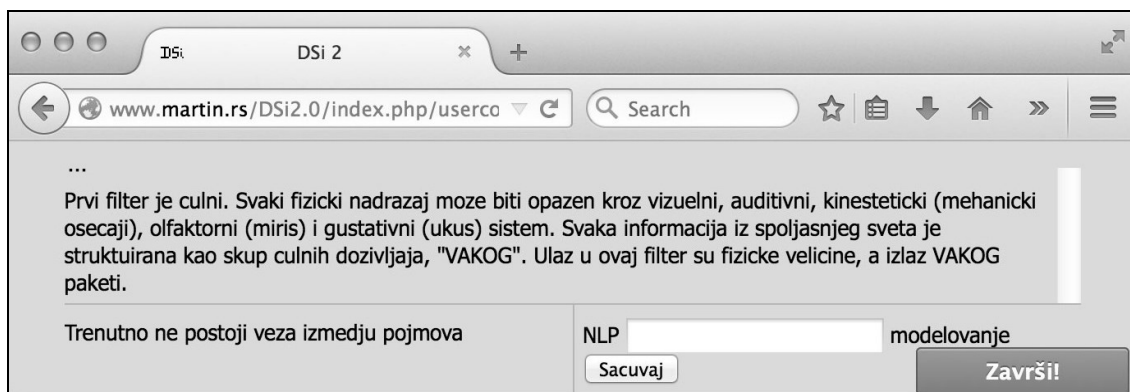


Slika 3.36: Prevlačenje proizvoljne reči (nije povezana ni sa jednom drugom)

Prilikom prevlačenja reči sve reči koje su u vezi sa njom (ako ih ima) biće vizuelno naglašene, a prilikom spuštanja reči na drugu sistem će vratiti veze između ta dva pojma. Međutim, prevlačenje je omogućeno za sve reči u tekstu, poput reči NLP (slika 3.36). Vučena reč se može spustiti na bilo koju reč, poput reči modelovanje (slika 3.37).

U osnovi -a, jos od njegovog postanka, lezi reči modelovanje - uocavanje obrazaca u razmisljanju i ponasanju izuzetno uspesnih pojedinaca i transfer ovih obrazaca na druge. Prve modelovane osobe, u fazi nastajanja NLP-a, bila su tri tada izuzetno uspesna psihoterapeuta: Fritz Perls (Gestalt psihologija), Virginia Satir (bracni terapeut) i Milton H. Erickson (po mnogima najuspesniji hipnoterapeut ikada). Mozda najveći doprinos autora NLP-a je upravo uocavanje obrazaca u radu sa klijentima kod ovih terapeuta. Delotvornost koju su ovi obrasci imali kada ih primenjuje bilo ko govore u prilog tezi da se struktura individualnog iskustva kod pojedinaca gotovo ne razlikuje; ono sto je razlicito je sadrzaj. U vezi sa ovim je i prvi postulat NLP-a: "mapa nije teritorija". Prema NLP-u, subjektivna mapa sveta, neophodna osobi za navigaciju, nikada nije teritorija, odnosno realan svet: ona je samo mapa i, poput otiska prsta, ne postoje dve identicne. Na putu od spoljnih fizickih velicina (svetlost, zvuk, mehanicka sila, temperatura itd) do elemenata iskustva u svesti individue, informacije prolaze kroz nekoliko filtara, od kojih su najznacajnija tri.

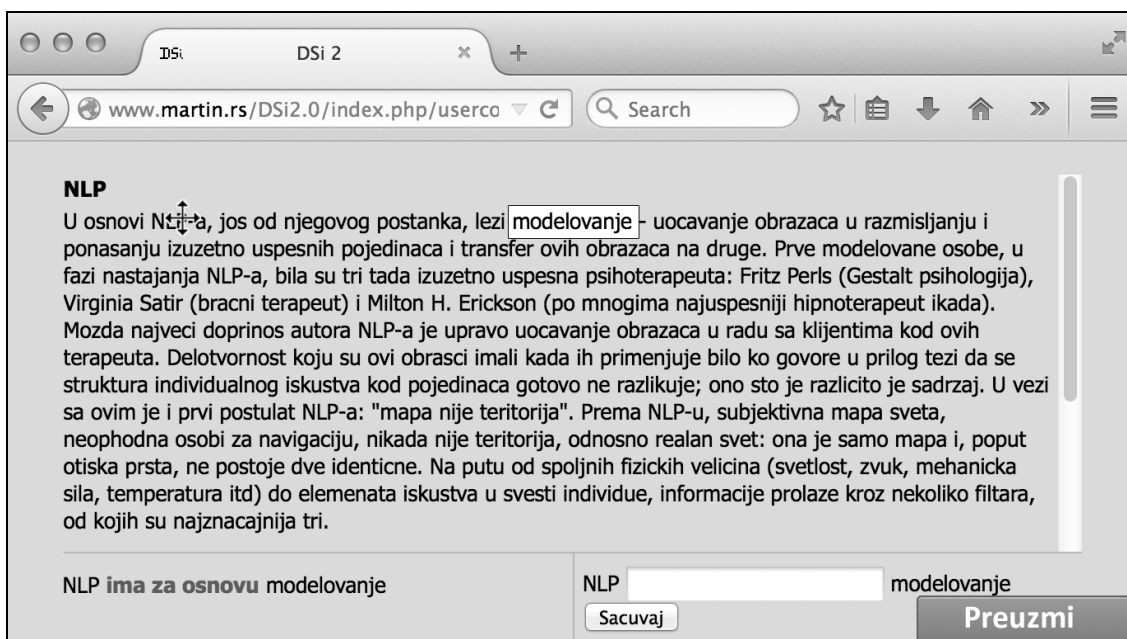
Slika 3.37: Spuštanje prevučene reči na bilo koju (između ovih reči ne postoji veza)



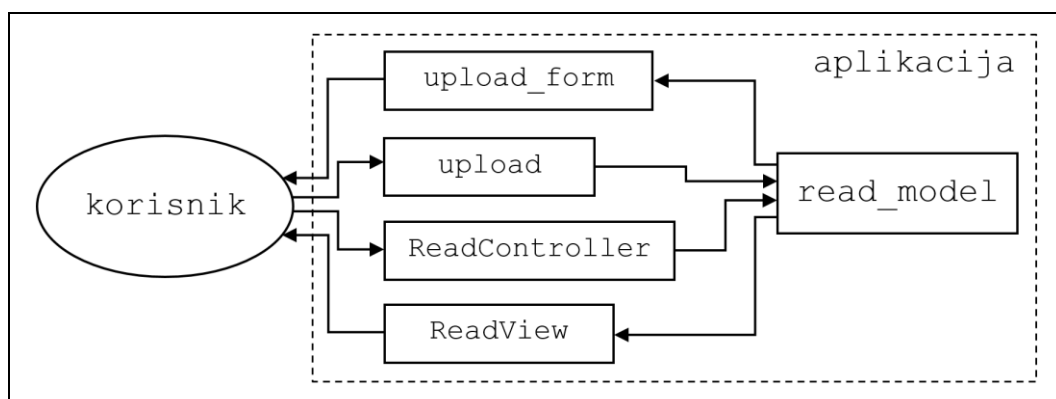
Slika 3.38: Obaveštenje da ne postoji veza i mogućnost unosa nove veze

U slučaju da graf ne sadrži ni jednu vezu između izabrana dva pojma učenik o tome biva obavešten i pruža mu se mogućnost unosa nove veze kroz tekst polje i dugme "Sačuvaj" (slika 3.38). Nakon unosa nove veze (u primeru je to veza "ima za osnovu"), prilikom sledećeg prevlačenja reči "NLP" reč "modelovanje" će biti vizuelno naglašena, a prevlačenje i spuštanje će kao rezultat dati vezu u donjem desnom uglu prozora veb aplikacije (slika 3.39). Aplikacija omogućava i preuzimanje grafa pojmova i veza (RDF/XML fajla) putem dugmeta "Preuzmi" (kod osnovnog pristupa, namenjenog korisnicima/učenicima, graf nije moguće u celini preuzeti sa

servera i smatra se poslovnom tajnom; uređivač je, s druge strane, alat namenjen autorima).



Slika 3.39: Prevlačenje izaziva naglašavnja povezane reči a spuštanje prikazuje vezu



Slika 3.40: Blok-šema arhitekture uređivača grafova pojnova i veza

Blok šema arhitekture uređivača data je na slici 3.40. Pored kontrolera prisutnih u implementaciji centralnog pristupa ove disertacije, uređivač sadrži i *upload* kontroler i *upload_form* pogled za potrebe dodavanja novih veza u graf. Slučajevi korišćenja su identični kao u centralnom pristupu, osim slučaja unova nove reči u graf. Kod ovog slučaja asinhrona funkcija predaje serveru prevučenu reč, reč na koju je spuštena i string koji je autor uneo (relaciju između datih pojnova). Na strani

servera odgovarajuća funkcija pomoću RAP okvira kreira u RDF dokumentu novi iskaz i u njega upisuje subjekat, objekat i predikat, respektivno.

3.5.2. Interaktivni pristup proveru znanja

Funkcionalnost uređivača grafova postavila je osnovu za specifičan pristup proveru znanja, [53] kod koga je učenicima omogućeno da prevlače sve reči u tekstu sa ciljem da uoče što više veza između pojmova. Predviđeno je bodovanje prema broju i smislenosti relacija, koje može ocenjivati sistem (leksičkim poređenjem sa unapred definisanim relacijama) ili ispitivač. Ovaj pristup proširen je i kolaborativnom komponentom, [229] kroz opciju međusobnog učenickog ocenjivanja unetih relacija. Jedan ovakav scenario prikazan je na slici 3.41

Automobile

From Wikipedia, the free encyclopedia
(Redirected from Car)

For the magazine, see Automobile
“Car” redirects here. For other uses,

An automobile, autocar, motor car or is a wheeled motor vehicle used for transporting passengers, which also carries its own engine or motor. Most definitions of the term specify that automobiles are designed to run primarily on roads, to have seating for one to eight people, to typically have four wheels, and to be constructed principally for the transport of people rather than goods.^[3]

car engine

car is moved by engine ★★★★★

car has engine ★★★★★

Slika 3.41: Učeničko međusobno ocenjivanje unetih relacija

Prilikom prevlačenja reči "car" na reč "engine", učenik ima mogućnost dodavanja nove veze (tekst polje), ali takođe i mogućnost ocenjivanja postojećih veza (koje su uneli učenici pre njega). U konkretnoj implementaciji ocenjivanje je omogućeno aktiviranjem od nula do pet zvezdica uz svaku od ocenjivanih relacija. Nema prepreka da učeničko ocenjivanje bude korišćeno u kombinaciji sa

ocenjivanjem od strane sistema/ocenjivača. Takođe, ovaj pristup može služiti i kao generator grafova veza po principu veba 2.0 koji inherentno sadrži mehanizam za sortiranje relacija po tačnosti (kroz učeničko međusobno ocenjivanje). Pristup je dalje proširen automatskim generisanjem pitanja sa više ponuđenih odgovora (*multiple-choice*) na osnovu relacija koje unose učenici. [230] U ovom pristupu relacije koje unesu učenici, a koje su od strane sistema ili ocenjivača procenjene kao ispravne (ili, u nekim slučajevima, relacije koje su od strane drugih učenika najbolje ocenjene) služe kao tačni ponuđeni odgovori, dok relacije koje su ocenjene kao netačne (ili od drugih učenika nisko rangirane) služe za dodavanje netačnih odgovora u ponuđene. Graf pojmova i veza je proširen dodavanjem autora veze, broja učenika koji su učestvovali u ocenjivanju veze (za potrebe određivanja težnskog faktora ocene) i prosečne ocene veze od strane učenika. [231] Na slici 3.41 prikazan je i parser postojećeg sadržaja veba koji dodaje funkcionalnost prevlačenja bilo kojoj veb lokaciji, sa ciljem da se opšti ili domenski grafovi veza mogu primeniti na potpuno proizvoljan veb sadržaj (u konkretnom primeru parser je primenjen na stranicu Vikipedije, slika delimično vizuelno modifikovana u odnosu na rad iz koga je preuzeta), [229] međutim ovaj pravac razvoja je još uvek u začetku pa neće biti detaljnije diskutovan.

3.5.3. Lokalizacija

Osnovna funkcionalnost pristupa predloženog u ovoj disertaciji formira izlazne iskaze (odgovore korisniku) na elementaran način: subjekt + predikat + objekat, gde je subjekat reč koja je vučena, objekat reč na koju je spuštena a predikat relacija između te dve reči, data u formi elementarnog stringa, bez formalno semantičkih elemenata. Ovakav način pogoduje engleskom jeziku, u kome objekat ne prolazi kroz morfološke transformacije ("Bandler has modelled Erickson"), dok u jezicima koji poznaju padeže ovo nije slučaj ("Bandler je modelovao Eriskona"). U opštem slučaju reč koja je objekat za datu relaciju može se naći u tekstu u bilo kom padežu. Osnovni pristup uzima ovu reč onakvu kakva je u tekstu i vrši elementarnu konkatenciju sa ostalim stringovima (ovo može da znači da će i subjekat biti u pogrešnom padežu u vraćenoj relaciji, ukoliko je, recimo, u tekstu u genitivu, dok je u relaciji potreban nominativ).

Problem je predstavljen 2011. godine, [214] a rešenje je implementirano dve godine kasnije [215] i dostupno na webu. [233] Za potrebe korekcije padeža unutar svakog iskaza u grafu relacija dodat je ciljni padež objekta (u pitanju je najčešće akuzativ, ali su mogući i drugi padeži) i formiran je zaseban RDF dokument koji sadrži sve reči koje učestvuju u relacijama, date u svim padežnim formama (slika 3.42). Prilikom obilaska teksta za omogućavanje prevlačenja reči aplikacija prepoznaje reči u kom god padežu se nalazile (nije neophodno da za svaki padež reči postoji zaseban RDF iskaz o relaciji). Prilikom spuštanja jedne reči na drugu, server prvo određuje nominative obe reči, potom pronalazi relacije između njih i na osnovu informacije o ciljnom padežu objekta iz RDF dokumenta sa padežima uzima reč u odgovarajućem padežu. Ovakav pristup implementiran je i kod veb aplikacije namenjene evaluaciji predloženog pristupa, o kojoj će detaljno biti reči u narednom poglavlju.

```
<rdf:Description rdf:about="modelovao">
  <subject> Bandler </subject>
  <object> Erikson </object>
  <Erickson> akuzativ </Erickson>
</rdf:Description>

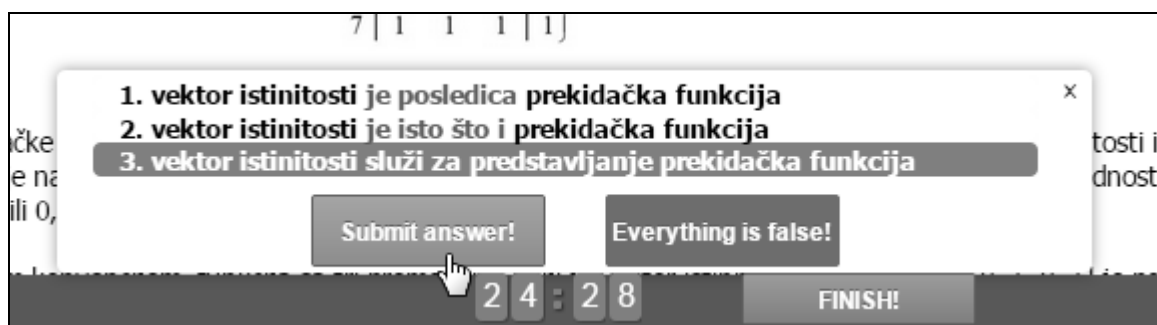
<rdf:Description rdf:about="Erikson">
  <nominativ>Erikson</nominativ>
  <genitiv>Eriksona</genitiv>
  <dativ>Eriksonu</dativ>
  <akuzativ>Eriksona</akuzativ>
  <vokativ>Erikson</vokativ>
  <instrumental>Eriksonom</instrumental>
  <lokativ>Eriksonu</lokativ>
</rdf:Description>
```

Slika 3.42: Rešenje problema lokalizacije (padeža) u predloženom pristupu

3.5.4. Podizanje motivacije za učenje

Modifikacija predloženog pristupa namenjena proveri znanja eksperimentalno je modifikovana u smeru podizanja motivacije učenika. Početna modifikacija sastojala se u tome da učenik ne unosi veze u slobodnoj formi (kroz polje za tekst), već da mu prilikom prevlačenja dve reči sistem ponudi tri odgovora od kojih je jedan tačan. [234] Ovoj modifikaciji je onda dodat test sa pitanjima sa višestrukim izborom nakon

lekcije (slika 3.43, nakon prevlačenja fraze "vektor istinitosti" na frazu "prekidačka funkcija"). Nakon prikaza lekcije sledi test sa pitanjima iz lekcije (takođe pitanja sa tri ponuđena odgovora). Učeniku je omogućeno da sam, pritiskom na dugme za kraj, završi učenje i pređe na test onda kada mu to odgovara, ili ga sistem automatski prebacuje na test po isteku unapred definisanog vremena.



Slika 3.43: Ponuđeni odgovori nakon prevlačenja reči

Ovakav pristup testiran je 23. 11. 2014. godine sa 29 studenata tadašnje druge godine Elektronskog fakulteta u Nišu na smeru Računarstvo, podeljenih u eksperimentalnu (19 studenata, mogućnost prevlačenja unutar lekcije postoji) i kontrolnu grupu (10 studenata, mogućnost prevlačenja unutar lekcije ne postoji). Korišćeno je gradivo iz predmeta Logičko projektovanje. Vreme u lekciji je ograničeno na 30 minuta (student može u svakom trenutku da završi sa lekcijom pritiskom na dugme), nakon čega aplikacija prikazuje test sa 20 pitanja iz prethodno prikazane lekcije. Učenicima je predočeno da mogu da prevlače vizuelno naglašene reči i fraze (u ovom slučaju prevlačenje fraza je omogućeno, ali ne na način na koji je zamišljeno u odgovarajućem pravcu razvoja datom u zaključku rada) i da nakon svakog prevlačenja treba da izaberu jedan od odgovora, pri čemu su stimulisani da načine što više prevlačenja. Prosečna ocena uspešnosti na testu iznosila je 64,21% kod eksperimentalne i 61,67% kod kontrolne grupe, što znači da je eksperimentalna grupa postigla za 2,54% veći skor od kontrolne. Ovi rezultati nisu obrađivani statistički niti publikovani zbog određenih metodoloških nedostataka i značajni su pre svega kao pilot-test u cilju otkrivanja mogućih tehničkih nedostataka u softveru, kao i sticanja prvih iskustava u testiranju predloženog pristupa sa živim subjektima. Posebnu zahvalnost na tome što je ovakvo testiranje omogućeno autor duguje dr Radomiru Stankoviću, redovnom profesoru Elektronskog fakulteta u Nišu.

3.5.5. Ostali pravci razvoja predloženog pristupa

Pravci razvoja na nivou konceptualnog modela ili u ranoj fazi razvoja, a što uključuje različite specifične primene predloženog pristupa (ekspertske sisteme, pomoć pri učenju algoritama za obilazak grafa, primenu u učenju stranih jezika itd), migraciju pristupa na druge platforme (*touch screen*), uključivanje mašinskih rasuđivača (*reasonera*) i formalne semantike u grafove pojmova i veza, prevlačenje grupa reči (frazu) itd, biće predstavljeni u zaključku disertacije.

4. Evaluacija predloženog unapređenja

Pristup unapređenju sistema za e-učenje predložen u ovoj disertaciji prvi put je formulisan kao konceptualni model 2007. godine. [210] Njegov razvoj prikazan je u više publikacija, od prototipa, [86] do kompletne implementacije, [216] [217] kroz više specifičnih pravaca razvoja. [213] [214] [215] [225] [227] Ove publikacije proizvele su neformalne povratne informacije, ali nivo poboljšanja koje predloženi pristup unosi u e-učenje nikada nije formalno evaluiran (sa izuzetkom jednog eksperimenta, pomenutog u odeljku 3.5.4, čiji cilj je bio specifičan i čiji metodološki nivo nije bio zadovoljavajuć). U sklopu disertacije izvršena je kvantitativna evaluacija poboljšanja koje predloženi pristup unosi u e-učenje. Kako je predloženi pristup kvalitativno nov, za evaluaciju njegovog učinka ne postoji metodologija, pa je razvoj metodologije jednako važan kao i njeni rezultati. U ovom poglavlju prikazani su razvoj i konačan dizajn eksperimenta, kao i njegovo izvođenje, dok su rezultati evaluacije tema narednog poglavlja. Razvoj metodologije biće opisan linearno iako je proces u realnosti bio višestruko iterativan i u mnogim aspektima paralelan.

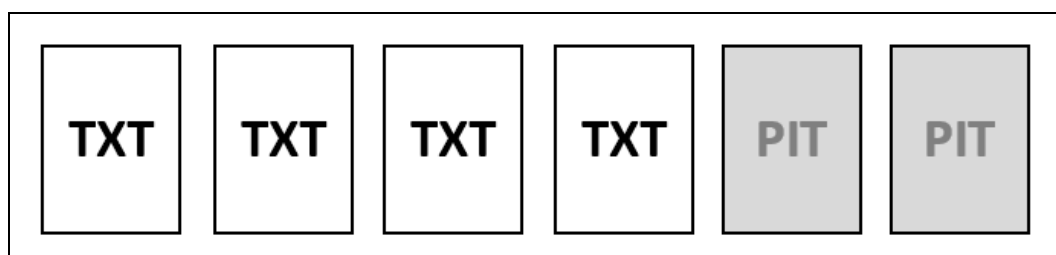
4.1. Razvoj metodologije za evaluaciju

Evaluacija poboljšanja e-učenja u najopštijem slučaju znači poređenje ishoda učenja sa i bez primene konkretnog poboljšanja. U realnim uslovima ovo bi podrazumevalo učenje tokom značajnog vremenskog perioda (semestar ili školska godina), praćeno proverom znanja sličnom realnom ispitu, i poređenje postignutih rezultata kod eksperimentalne i kontrolne grupe. Ovakav pristup nije izabran iz više razloga. Uticaji na ishode učenja su višestruki i uključuju brojne "spoljne" distrakcije, [58] kao i "unutrašnje" distrakcije uzrokovane kognitivnim neoptimalnostima materijala. [69] [70] Parcijalna eliminacija spoljnih uticaja podrazumevala bi detaljno spoljno praćenje učenika, [58] različite metode merenja kognitivnog opterećenja poput praćenja pokreta očiju [107] i sl. Ovakav pristup zahtevao bi daleko više od dostupnih resursa, dok bi izolacija uticaja konkretnog pristupa na poboljšanje e-učenja bila relativno mala. Takođe, eksperiment u realnim uslovima bio bi neracionalan uzevši u obzir i da je u pitanju prva evaluacija pristupa. Testiranje učinka u

simuliranim uslovima, poput simulacije FEMM elektrotehnici [236] ili Matlab u telekomunikacijama, [237] daleko je racionalnije i, u datim uslovima, jedino izvodljivo. U nastavku poglavlja biće ukratko predstavljen razvoj strukture i sadržaja simulirane situacije učenja, na način da ona bude prilagođena što preciznijem merenju specifičnosti uticaja predloženog unapređenja sistema za e-učenje.

4.1.1. Razvoj strukture eksperimenta

Ukoliko bi simulirani slučaj učenja predstavljao samo umanjeње realnog slučaja, njegova struktura bila bi kao na slici 4.1: učeniku bi bilo predstavljeno gradivo kroz niz hipertekstualnih stranica, nakon čega bi sledila provera znanja i upoređivanje skora eksperimentalne i kontrolne grupe. Razlika u obimu eliminiše potrebu za pomenutim intenzivnim praćenjem uticaja i probleme sa motivacijom učesnika, odnosno umanjuje očekivanu stopu odustajanja. Sa druge strane kod

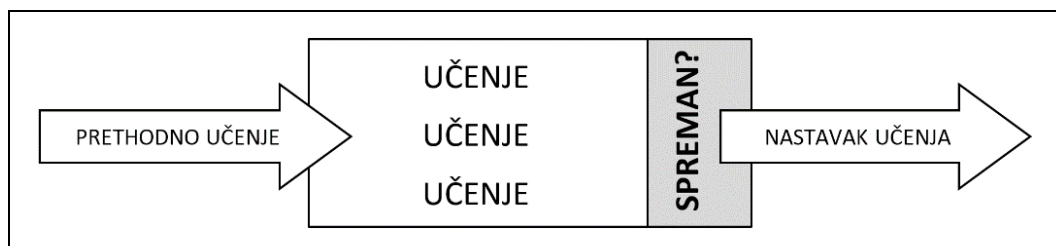


Slika 4.1: Simulacija kao umanjeni realni slučaj

simulacije sa strukturom identičnom realnom slučaju problem izolacije uticaja ostaje prisutan. Iako je kod umanjenog slučaja učenja, koji može biti izveden i u za to predviđenim prostorijama i pod nadzorom izvođača eksperimenta, izloženost opštim distrakcijama manja, količina naučenog može varirati u zavisnosti od trenutnog nivoa koncentracije, posvećenosti ili motivisanosti, stilskog poklapanja teksta sa preferencama učesnika i sl, što skor čini nedovoljno preciznom merom učinka predloženog unapređenja.

Predloženi pristup usmeren je prema umanjeњу prisilnih skretanja učenika sa prirodnog puta učenja (i distrakcija do kojih usled toga dolazi), u slučajevima kada postoji nejasna veza između dva pojma u tekstu a čije razumevanje je uslov za nastavak učenja, uz pretpostavku da će umanjeње ovih distrakcija imati povoljan uticaj na učenje (npr. u smislu brzine učenja). U skladu sa formulacijom ciljnog uticaja najbolji pokazatelj učinka je stopa umanjeња broja distrakcija, odnosno nevoljnih vraćanja kroz gradivo u potrazi za definicijama pojmova, a u situacijama

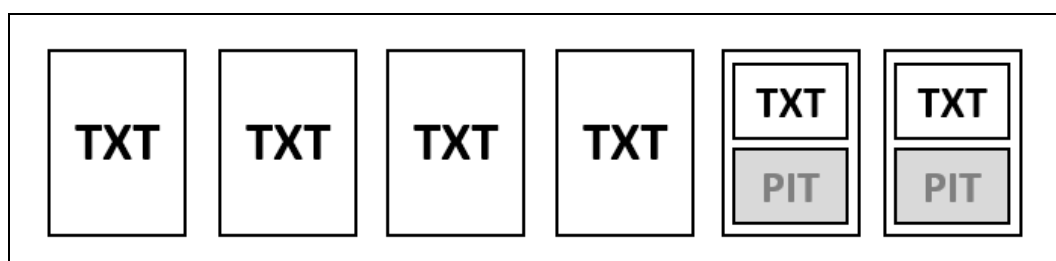
kada su te definicije uslov za nastavak učenja (simulirani slučaj učenja smatra se jednim atomskim korakom unutar učenja veće, zamišljene celine gradiva, za kojim sledi nastavak učenja), slika 4.2. Ovo podrazumeva postojanje motiva za distrakcije (postojanje parova pojmova između kojih je učesnicima nejasna veza), postojanje motivacije učesnika za nastavak učenja (odnosno za saznavanje ovih veza), kao i postojanje parametra koji pokazuje nivo spremnosti učesnika za nastavak učenja. Struktura na slici 4.1 može da sadrži parove pojmova sa vezama koje su nepoznate



Slika 4.2: Ciljna struktura "atomskog" slučaja učenja u apstraktnoj formi

učesnicima, ali zavisnost skora od poznavanja ovih veza, odnosno zavisnost broja distrakcija (i posredno dužine učenja) od broja veza, kod ove strukture nije dovoljno precizna, a motivacioni faktor može biti vezan samo za skor (koji nije precizan pokazatelj), što je čini neadekvatnom za ciljeve evaluacije.

Struktura "atomske" situacije u učenju formirana za evaluaciju predloženog unapređenja prikazana je na slici 4.3. Predviđen je određeni broj stranica sa tekstem u prvom delu simulacije i određen broj kombinovanih stranica, sa tekstem i pitanjima, u drugom delu. Tema svih pitanja su veze između parova pojmova u tekstu i imaju



Slika 4.3: Usvojena struktura "atomskog" slučaja učenja

funkciju mere spremnosti učesnika za nastavak učenja, kao i motivacionu funkciju. U blokovima teksta na kombinovanim stranicama nalaze se pojmovi prisutni u pitanjima na istoj stranici, ali veze između tih pojmova nisu iskazane u tim blokovima. Ovakva struktura ima za cilj da učesnici iz eksperimentalne grupe (grupa koja ima na raspolaganju predloženo unapređenje) mogu da pribave nejasne veze među

pojmovima, odnosno odgovore na pitanja o vezama, prevlačenjem reči u gornjem, tekstualnom bloku, na istoj stranici na kojoj su pitanja, bez potrebe za promenom stranice (vraćanjem), premda im je vraćanje takođe na raspolaganju; dok učesnici iz kontrolne grupe (grupa koja nema na raspolaganju predloženo unapređenje) u istoj situaciji moraju da potraže vezu između pojmova vraćanjem na prethodne stranice teksta. Obe grupe imaju određeno vreme da pročitaju stranice sa tekstom i zapamte (ili ne zapamte) veze između pojmova na njima. Očekuje se da će količina zapamćenih veza varirati, što znači da će učesnici obe grupe potražiti neke od veza (potrebnih za odgovore na pitanja) sredstvima koja su im na raspolaganju; kao i da će eksperimentalna grupa pokazati značajno manji broj vraćanja (iako će se neki njeni članovi verovatno vraćati iako imaju na raspolaganju mogućnost prevlačenja). Početna struktura, data na slici 4.1, ne može da podrži ovakvu koncepciju. Čak i ako pitanja iz uloge pokazatelja znanja pređu u ulogu pokazatelja spremnosti za nastavak učenja, i tematski sva sadrže veze između pojmova u tekstu, ova struktura ne omogućava da učesnik izvrši prevlačenje reči na stranici na kojoj mu je to potrebno (stranica na kojoj je pitanje o vezi između određenih pojmova) već se čak i u tom slučaju mora vraćati na prethodne, tekstualne stranice, u potrazi za rečima koje bi prevukao (što podrazumeva pretragu, gotovo jednako kao kod kontrolne grupe), čime se efekat predloženog unapređenja anulira.

Na ovom mestu neophodno je još jednom naglasiti da uloga pitanja u usvojenoj strukturi eksperimentalnog slučaja učenja *nije provera znanja, već merilo spremnosti* učenika za nastavak kretanja kroz materijal u smislu razumevanja veza između pojmova u tekstu (a čije razumevanje je uslov za nastavak učenja). Čak i da razumevanje veza među pojmovima, dobijenih prevlačenjem u trenutku učenja, ne dospe u dugotrajnu memoriju, ono razrešava trenutno nastalu kognitivnu disonancu kod učenika i time mu omogućava nesmetan nastavak čitanja materijala. Ove veze mogu biti ponovo zaboravljene tokom dužeg učenja, ali i pribavljene bez skretanja sa puta učenja svaki put kada se za njima ukaže potreba, što će nakon dovoljno ponavljanja svakako dovesti do transfera veza u dugotrajnu memoriju. Sekundarna uloga pitanja je motivaciona: težnja da se na pitanja odgovori što tačnije univerzalno je iskustvo, što u slučaju simulacije podiže motivaciju učesnika da razumeju veze između pojmova u tekstu (koje su tema pitanja), a što odgovara realnoj situaciji u kojoj intrinzično motivisan učenik želi da uči ali mu na putu stoje nejasne veze među

određenim pojmovima, koje je jednako motivisan da sazna kako bi mu put ka daljem učenju bio otvoren.

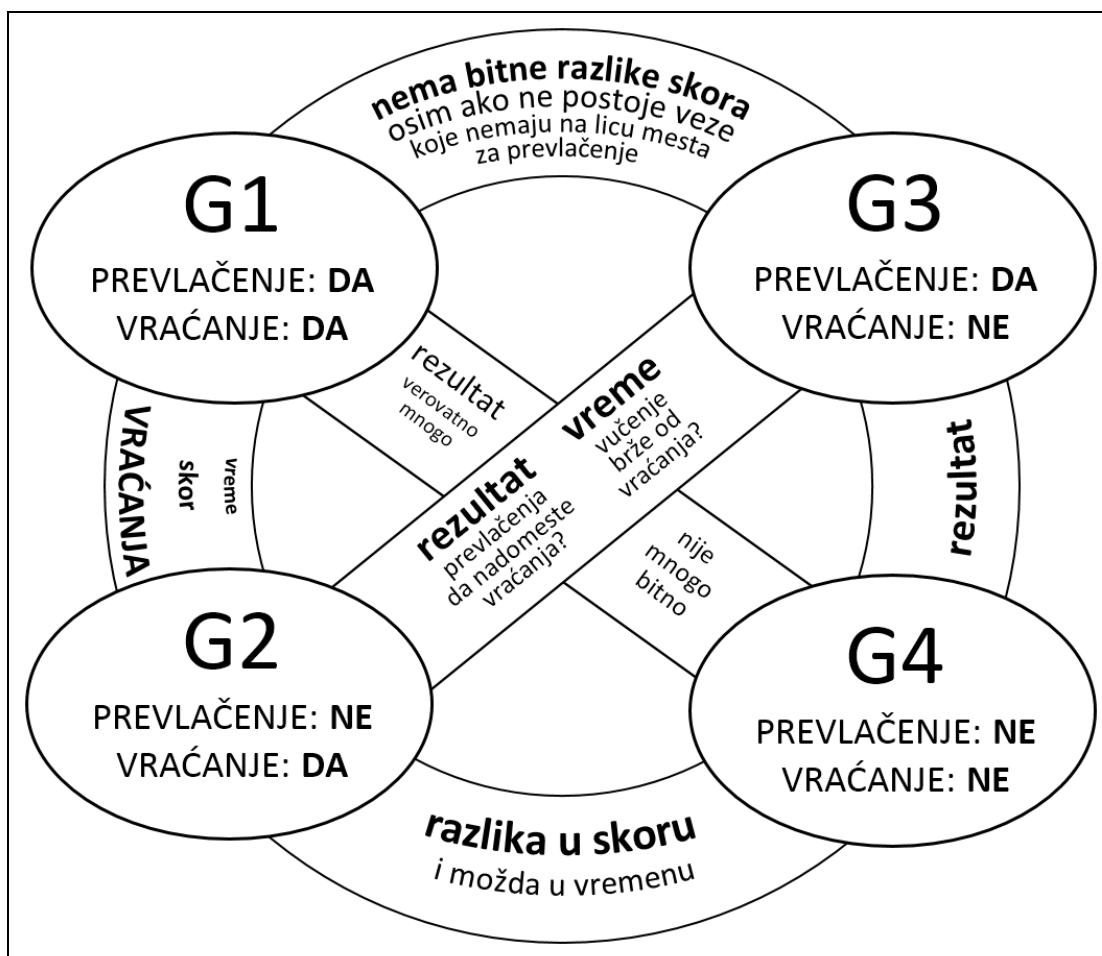
4.1.2. Početni skup hipoteza

Distrakcije koje predloženo unapređenje teži da umanja su nevoljna vraćanja kroz materijal u potrazi za definicijama pojmova između kojih je veza nejasna. U tom smislu kvantitativna mera poboljšanja je broj vraćanja učesnika kroz stranice unutar simulacije, a na osnovu čega se može formulirati osnovna hipoteza (**H1**) eksperimentalne evaluacije predloženog pristupa: **prosečan broj vraćanja učesnika eksperimentalne grupe (prevlačenje omogućeno) biće značajno manji od prosečnog broja vraćanja učesnika kontrolne grupe.**

Jedan od osnovnih predviđenih krajnjih ishoda predloženog unapređenja je smanjenje vremena potrebnog za učenje, kako u tehničkom smislu (vreme potrebno za pretragu po materijalu) tako i u smislu vremenske cene ponovnog ulaska u kontekst učenja nakon pronađenih definicija pojmova i izvedene veze između njih (*switch cost*). [62] Na osnovu toga može se formulirati druga osnovna hipoteza (**H2**): **prosečna brzina učenja eksperimentalne grupe biće značajno veća od prosečne brzine učenja kontrolne grupe.**

Treći značajan parametar u usvojenoj strukturi eksperimenta je spremnost za nastavak učenja, izražena kroz skor na pitanjima. Na osnovu toga može se formulirati treća osnovna hipoteza (**H3**): **prosečan skor (mera spremnosti za nastavak učenja) eksperimentalne grupe biće značajno veći od prosečnog skora kontrolne grupe.**

Hipoteza H1 je najvažniji pokazatelj poboljšanja koje donosi predloženi pristup. Skor, odnosno spremnost za nastavak učenja ne mora biti različita kod grupa, ali se očekuje da će metod kojim su postigli tu spremnost biti značajno različit u korist manjeg broja distrakcija kod eksperimentalne grupe, a samim tim i vreme učenja (kao objektivni parametar) i opšta motivacija za učenje, neumanjena čestim potrebama za vraćanjem i pretraživanjem (kao subjektivni parametar). Razlika u vremenu potrebnom za učenje istog materijala, pri smanjenoj potrebi za pretraživanjem, u realnim uslovima učenja očekivana je sa sigurnošću, zbog veće dužine materijala i posledične veće vremenske cene svake pretrage. U simuliranom slučaju, kod koga je broj stranica mali pa su i sve pretrage relativno kratke, vremenska razlika kao posledica razlike u broju vraćanja ne mora biti značajna. Ipak, hipoteza H2 to očekuje.



Slika 4.4: Prošireni model za evaluaciju: 2 nezavisne varijable i 4 grupe učesnika

U opisanoj strukturi eksperimenta postoji jedna nezavisna varijabla: prisustvo predloženog unapređenja (mogućnost prevlačenja reči), što stvara određenu neravnotežu između eksperimentalne i kontrolne grupe, s obzirom na to da kontrolna grupa za pribavljanje veza između pojmova ima na raspolaganju vraćanje, a eksperimentalna grupa i vraćanje i prevlačenje. Iz tog razloga uvedena je još jedna nezavisna varijabla: mogućnost vraćanja. Ovim je broj grupa porastao na 4:

- grupa **G1**: ima mogućnost vraćanja i prevlačenja,
- grupa **G2**: ima samo mogućnost vraćanja, ne i prevlačenja,
- grupa **G3**: ima samo mogućnost prevlačenja, ne i vraćanja kroz stranice i
- grupa **G4**: nema mogućnost ni prevlačenja ni vraćanja.

Grupa G4 nije od posebnog interesa i postoji kao posledica kombinacija dve nezavisne varijable sa dve vrednosti, dok grupa G3 omogućava poređenje efikasnosti isključivog vraćanja (G2) i isključivog prevlačenja (G3), odnosno odgovor na pitanje da li prevlačenje može da nadomesti vraćanje. Predviđene razlike između grupa,

prikazane na slici 4.4, generisale su prošireni skup hipoteza, dat u nastavku, čime je kompletiran skup hipoteza na osnovu koga je razvijen eksperiment. Dizajn eksperimenta, opisan u nastavku poglavlja, kao i način prikupljanja podataka o korisničkim interakcijama, razvijeni su na otvoren način, koji omogućava formulisanje novih hipoteza i merenje parametara koji nisu predviđeni osnovnim skupom. Dopunske hipoteze, formulisane tokom razvoja eksperimenta i nakon njegovog izvršenja, tokom inicijalne obrade sirovih rezultata, date su na kraju ovog poglavlja.

Hipoteza H4: prosečan skor neće biti različit među grupama G2 i G3. Nepostojanje značajne razlike bi svedočilo o tome da prevlačenje, kao alat, može da nadomesti vraćanje u smislu spremnosti za nastavak učenja.

Hipoteza H5: prosečan skor kod grupe G3 biće veći u odnosu na grupu G4. Ova hipoteza uslovno može da oslikava učenike koji (i u uslovima bez predloženog pristupa) biraju da se ne vraćaju čak i po cenu nespremnost za nastavak učenja, a što može biti posledica umora ili velikog broja već učinjenih vraćanja. Slučaj u hipotezi H4 postavlja pitanje da li predloženi pristup u ovim slučajevima može da pomogne učenicima da postignu bolju spremnost za nastavak učenja.

Hipoteza H6: prosečno vreme izrade kod grupe G2 biće manje u odnosu na grupu G3. Slično kao kod hipoteze H4, obe grupe imaju samo jedan alat na raspolaganju: grupa G2 može samo da se vraća, grupa G3 može samo da prevlači. Razlika u vremenu pokazala bi da je jedan alat "brži" od drugog. Ova hipoteza ima smisla ukoliko su skorovi u grupama G2 i G3 bez značajne razlike (odnosno da prevlačenje može da nadomesti vraćanje). Poređenje brzina na "atomskom" slučaju male dužine, ipak, treba posmatrati sa dozom rezerve.

Hipoteza H7: prosečan skor na testu neće biti različit među grupama G1 i G3. Grupa G1 ima na raspolaganju i vraćanje i prevlačenje, dok grupa G3 ima samo prevlačenje. Ova hipoteza donekle može da se posmatra kao hipoteza H4: da li prevlačenje može da nadomesti vraćanje ili ne. Međutim, s obzirom da jedna grupa ima oba alata a druga jedan, ova mera je lošija od hipoteze H4. Možda bi bolje tumačenje ove hipoteze bilo pitanje da li učesnicima pored mogućnosti prevlačenja vraćanje postaje beznačajno ili ipak ne; u tom smislu ova hipoteza uslovno može da se posmatra kao mera prihvatanja predloženog pristupa.

Hipoteza H8: prosečan skor na testu na pitanjima tipa "O" (odsutnim) biće veći kod grupe G1 u odnosu na grupu G3. Ova hipoteza, iako data na ovom mestu radi preglednosti, formulisana je kasnije (početkom 2015. godine), kada je definisana klasa *odsutnih* pitanja, pitanja čiji učesnici relacije nisu prisutni u tekstu na stranici sa odgovarajućim pitanjem, što onemogućava dolaženje do relacije prevlačenjem imena na istoj strani. Ovo znači da do odgovora na ta pitanja grupa G1 može doći jedino vraćanjem, dok grupa G3 nema načina da dođe do odgovora (ukoliko ga učesnik nije zapamtio tokom čitanja). Ova hipoteza je rezultat znatiželje autora i u trenutku njenog postavljanja nema jasne ideje o njenim implikacijama; kako je njena provera moguća na osnovu podataka koji će svakako biti prikupljeni u eksperimentu, cena njene provere je mala.

Hipoteza H9: prosečno vreme izrade kod grupe G4 biće veće nego kod grupe G2. Ni jedna od dve grupe nema na raspolaganju prevlačenje, dok grupa G4 nema na raspolaganju ni vraćanje. Sa aspekta predloženog pristupa ovo poređenje nije relevantno; hipoteza je postavljena iz radoznalosti i treba da odgovori na pitanje da li će grupa G4, iz razloga što nema na raspolaganju vraćanje, provesti više vreme čitajući tekst radi boljeg pamćenja. Još jednom, kao što je pomenuto kod hipoteze H6, faktor vremena kod relativno kratkog "atomskog" slučaja treba posmatrati sa rezervom.

Hipoteza H10: prosečan skor na testu biće veći kod grupe G2 u odnosu na grupu G4. Ni jedna od dve grupe nema na raspolaganju prevlačenje, dok grupa G4 nema na raspolaganju ni vraćanje. Hipoteza nije relevantna na predloženi pristup i posledica je radoznalosti, a njeno proveravanje ima nisku cenu jer su svi podaci za njenu proveru svakako na raspolaganju.

Hipoteza H11: prosečan skor na testu biće veći kod grupe G1 u odnosu na grupu G4. Ova hipoteza je takođe postavljena iz radoznalosti (potvrda hipoteze može se predvideti zdravorazumski dok bi suprotan rezultat predstavljao iznenađenje i postavio jedan pravac detaljnijeg istraživanja).

Na kraju treba dodati da, iako su hipoteze formalno "usmerene" (npr. H5 pretpostavlja *veći* skor kod grupe G3), ne treba se, pogotovu kod kasnije formulisanih (dodatnih) hipoteza, vezivati za to: od interesa je pre svega postojanje razlike, odnosno (kod kasnije postavljenih hipoteza) postojanje ili nepostojanje korelacije. Od

odgovora na ova pitanja očekuje se da pruže precizniji uvid u efekte predloženog pristupa na učenje i ukažu na puteve njegovog daljeg razvoja i istraživanja.

4.1.3. Razvoj teksta

Nakon definisanja strukture simulacije usledio je razvoj sadržaja - teksta i pitanja. S obzirom da su pitanja vezana za relacije između parova pojmova u tekstu, razvoj teksta prethodio je razvoju pitanja, premda su se ta dva procesa donekle odvijala paralelno, jer je projektovanje teksta podrazumevalo raspodelu parova pojmova kao osnovu za pitanja.

Tekst je razvijen u skladu sa sledećim zahtevima:

1. što boljom izolacijom relevantnih vraćanja kroz materijal,
2. što manjom razlikom u predznanju kod učesnika,
3. što manjoj osetljivosti materijala na preference učesnika.

U opštem slučaju razlozi za vraćanje ili pretraživanje kroz nastavni materijal mogu biti različiti i ne moraju biti relevantni za eksperiment (nerazumevanje veze između neka dva pojma kod grupa koje nemaju mogućnost prevlačenja). Ovakva nerelevantna vraćanja u smislu rezultata eksperimenta predstavljaju šum i potrebno ih je minimizovati. Odnos između relevantnih i nerelevantnih prevlačenja ovde nije od interesa i nema uticaj na rezultat. Od interesa je samo razlika između relevantnih vraćanja kod različitih grupa učesnika. Međutim, kako je nemoguće odrediti koje vraćanje je relevantno a koje ne (nije moguće pronaći u razlog svakog vraćanja svakog učesnika), svako nerelevantno vraćanje umanjuje preciznost rezultata, pa je potrebno minimizovati njihov broj u odnosu na broj relevantnih. U tom smislu prvi zahtev postavljen pred tekst je visoka gustina parova pojmova, sa ciljem podizanja verovatnoće da će se učesnici iz grupa koje nemaju mogućnost prevlačenja vraćati pre svega zbog potrebe za nalaženjem veza među pojmovima. Dodatni aspekt podizanja gustine parova pojmova je uticaj na vreme. U realnom slučaju vremenski utrošak jednog vraćanja (pretraživanja) daleko je veći u odnosu na vraćanje u simulaciji, koja ima mali broj stranica. Povećavanje potrebe za vraćanjem unutar simulacije donekle kompenzuje ovu razliku i vraća važnost vremenskom faktoru kod simulacije.

Izdvojena "atomska" situacija učenja, sumilirana u eksperimentu, podrazumeva postojanje šireg konteksta - učenja koje joj prethodi i nastavka učenja za koji je potrebno razumevanje veze među određenim pojmovima. Međutim,

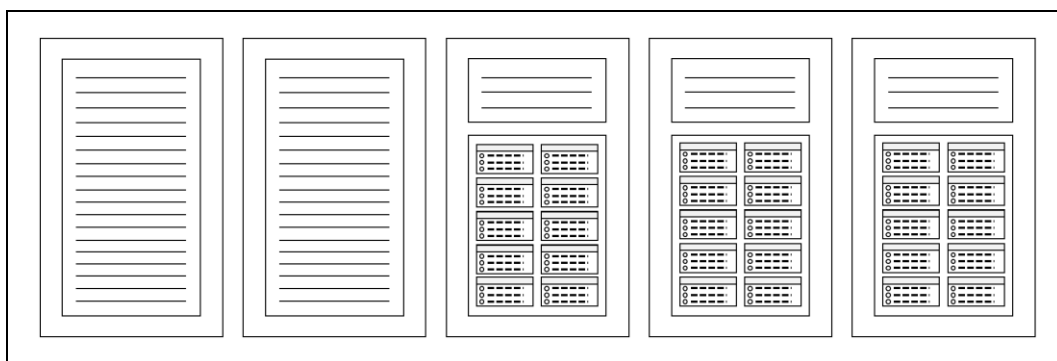
pretpostavka o prethodnom učenju ne uključuje postojanje predznanja vezano za sadržaj simulacije. Bilo kakvo predznanje kod učesnika predstavlja potencijalni izvor grešaka u rezultatima eksperimenta, jer je u opštem slučaju nemoguće obezbediti ujednačenu raspodelu predznanja kod svih polaznika. Iz tog razloga sledeći zahtev postavljen pred tekst je nemogućnost (ili što manja mogućnost) postojanja predznanja kod polaznika.

Treći zahtev je najmanje egzaktan i više ima ulogu smernice nego zahteva. Parovi pojmova u tekstu mogu biti različitim tipovima odnosa, poput uzroka i posledice, prostornih i vremenskih odnosa itd. Različiti tipovi relacija biće manje ili više usklađeni sa različitim preferencama učesnika (u smislu stilova učenja po Kolbovom i Honey-Mumford modelu, i kognitivnih stilova po Witkinu, Pasku i Hudsonu). Relacije podskupa i nadskupa oslikavaju strukturu i odgovarale bi asimilatorima po Kolbu, odnosno konvergerima po Hudsonu. Relacije uzroka i posledice nose informacije o procesu i odgovarale bi akomodatorima po Kolbu, ili aktivistima po Honey-Mumford modelu. Relacije sinonima/antonima pogodovale bi teoretičarima iz Honey-Mumford modela i divergerima po Hudsonu, zbog naglašavanja ideja kontrastima i sličnostima. Prostorno-vremenski odnosi takođe oslikavaju strukturu i odgovarali bi istim učesnicima kao i relacije skupova, dok bi interpersonalni odnosi odgovarali divergerima po Kolbu. Relacije stručno vezane za materiju iz koje je tekst odgovarale bi zavisnima od oblasti po Witkinu itd. Ostale preference vezane su više za strukturu teksta nego za tipove relacija. U tom smislu konvergeri po Kolbu će verovatno lakše zapamtiti tehničke tekstove, pragmatičari po Honey-Mumford modelu opis praktičnog iskustva, serijalisti po Pasku će verovatno najlakše zapamtiti tekst u formatu sekvencijalne fabule a holisti po Paskovom modelu tekst koji opisuje problem i obezbeđuje puno informacija u vezi sa njim. Izbeći sve pomenute preference nije moguće, ali izbor tipa relacija, tematike i strukture teksta trebalo bi da sve navedene uticaje na rezultate eksperimenta učini što je moguće manjim.

U skladu sa navedenim uslovima kao tema sadržaja simulacije odabrana je fiktivna deskriptivna kratka priča unutar koje veze između pojmova predstavljaju rodbinske, tazbinske i prijateljske odnose između aktera, a koji preuzimaju ulogu pojmova. Ova tema omogućava podešavanje gustine parova međusobno povezanih pojmova izborom broja aktera u fikciji. Kako je u pitanju fikcija, element predznanja

je isključen. Osim predznanja, na rezultate može uticati i nivo u kome je sadržaj subjektivno interesantan pojedinačnim učesnicima; deskripcija lišena fabule donekle se može smatrati univerzalno nezanimljivim materijalom, što minimizuje ovaj uticaj. Tema omogućava da tekst bude neformalan, bez jasnih logičkih struktura ili formalnih modela (što bi dalo prednost asimilatorima po Kolbu ili teoretičarima po modelu Honey-Mumforda). Ovakav tekst ne može imati tehničku prirodu (što bi odgovaralo konvergerima po Kolbu), ne mora da sadrži opise aktivnosti ili procesa (što odgovara aktivistima ili pragmatičarima po Honey-Mumford modelu), može imati slobodnu formu i sadržaj (dok bi strožija forma bila bliža konvergerima po Hudsonu) itd. Iako će se neki tipovi učesnika osećati konformnije kod ovakve teme od drugih, "opštost" ovakve teme (po više osnova) verovatno relativno ujednačeno (ne) odgovara svim preferencama. Na kraju, porodični i prijateljski odnosi daju izvesnu "generičku" notu eksperimentu: ukoliko rezultati pokažu da unapređenje predloženo u ovoj disertaciji umanjuje potrebu za nevoljnim pretraživanjima prilikom čitanja o porodičnim relacijama, ono će to činiti za bilo koje relacije među pojmovima, u sklopu bilo koje teme sadržaja.

Prvi korak u razvoju teksta bilo je formiranje strukture veza između aktera. Formirana je mapa 3 porodice sa 39 osoba i 182 odnosa. Tokom formiranja teksta ovaj model je proširen na 40 osoba i 392 odnosa, na osnovu koga je formiran graf odnosa (RDF fajl sa približno 1800 redova). Definisani su obim simulacije (2 stranice sa tekstem i 3 kombinovane stranice sa po 10 pitanja, slika 4.5) i u skladu s tim model je redukovana na 20 osoba i 89 relacija, (slika 4.6, tabela relacija u Prilogu A, odeljak A2).



Slika 4.5: Usvojen obim simulacije: 2 stranice teksta i 3 kombinovane stranice

Na osnovu mape kroz više iteracija izvršena je ravnomerna raspodela auktera po stranicama simulacije (tabela 4.1) i formiran je tekst, dat u nastavku.

Tekst simulacije, stranica 1 (4 pasusa)

*Sine, da ti kaže čika **Bratislav**, ja sam u svoje vreme napravio mnogo. Ne kao siroti **Milan** moj. Još u armiji, kad sam ga upoznao, rasprave bi pale čim neko novac spomene. Znao sam da neće napraviti ništa. Moja pokojna **Milica** ga je volela, pričala da nije im'o sreće... eh kad bi to bilo do sreće. Eto i njegova **Bojana** dan danas pomene kako joj čovek u životu nije umeo, a **Milan** se srđi. Nije novac sreća, sine moj, nego nauka, moraš umeti. I ne smeš se bojati, ni novca ni rada.*

*Eto, moj sin rođeni, **Miroslav**. Uvek voleo lagodno, nije hteo da se znoji. Snaja **Snežana** mi je bila više ćerka nego on. Pored dva živa roditelja, mene je gledala kao oca rođenog. Ne mogu da prežalim tu njenu bolest prokletu, gledam je kako kopni. Kćer **Nada** mi je uvek bila jača. **Nadi** uvek dosta, i kad je malo, a ume da napravi od malog veliko. Imao sreće **Pavle** da je **Nadu** uzeo, vredna žena uz vredna čoveka. Malo ih ponela rabota, doduše, pa dobiše **Teodoru** pod stare dane. Ali ako. Kao šećer mi je unukica.*

*Ne bojim se za njih. Bojim se za **Miroslava**. Bez **Snežane** da živi neće umeti, propašće. I ko će unuke da mi gleda? Oboje zdravi, lepi, vredni, svako da poželi, nije što su moja krv. Druga deca ih vole, zovu, traže, ne znaš da li više **Ivanu** ili **Mladena**. Druženje, sport... čak i ljubav ih služi. **Mladen** doduše krije tu **Natašu** njegovu, nikad joj oči nisam video. Ali zato bi se **Ivana** sutra udala. A i neka će, **Petar** je dobar dečak. Ambiciozan, kao da i nju vuče napred. Samo da ga ne ponese. Još i ti njihovi, **Nataša** i **Petar** - brat i sestra. Lepo su se našli...*

*Eto, sine, ja sam napravio mnogo. Ambicija me vukla. I još me nije pustila. Napravio bih još da mi nisu ove godine. Ali radom, znojem. U lako i brzo ne verujem. Sad je drugo vreme, svako hoće brzo. Svi misle lako će. Ne krivim decu, ona uče od roditelja. Eto taj **Ivanin** dečak, **Petar**. Valjda čovek da zna gde su mu deca i sa kim su, pa se malo čika **Bratislav** raspitao. Majka je tu problem. Tako ga je vaspitala, a i ćerku **Natašu** je sigurno, ta **Vesna**. Prva da bude u svemu, po svaku cenu, uvek je morala. A kad neko tako grabi, uvek je neka muka skrivena ispod toga. A njena je muka što svoje prave roditelje ne pamti.*

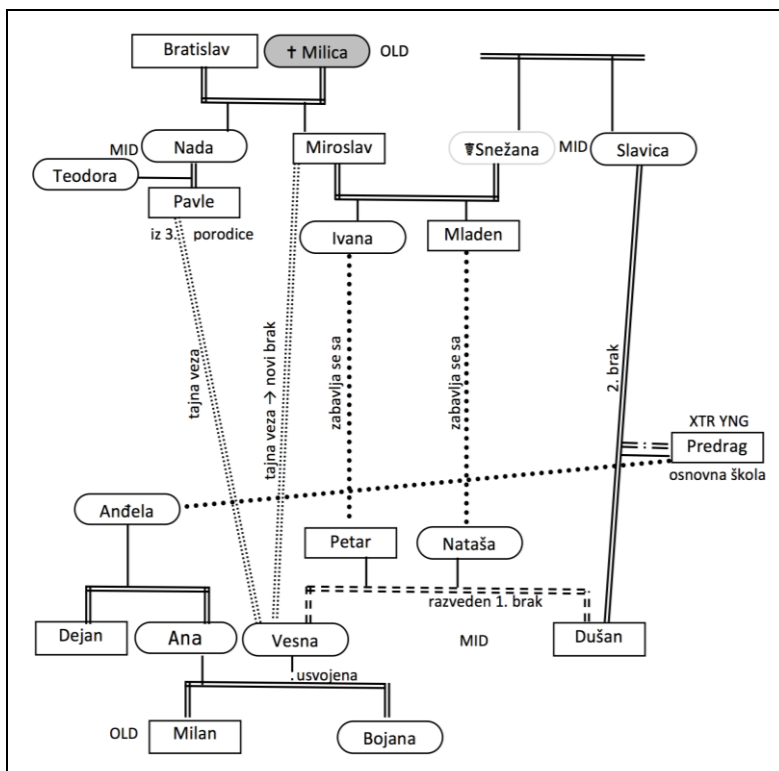
Tekst simulacije, stranica 2 (3 pasusa)

*Za to ljudi ne znaju. Ja sam to iz **Milana** jedva iskopao. Njegova **Bojana** mi ne bi rekla ni mrtva. Niko ne zna... niti su oni među njih dve pravili razliku. Kako su **Anu** gledali, tako su i **Vesnu**. Da joj nikad ne prifali, da nikad hladno ne oseti. Novorođenče je bila **Vesna** kad su je usvojili, rekli im tada lekari da svoje dece ne mogu imati. Iznenađila ih **Ana** posle. Obe su jednako uvek voleli ali **Vesni** nije valjalo. Gluposti pravi i danas. Nisu **Vesni** godine za takvo ponašanje. Bojim se, decu svoju pokvariće.*

*Razumem i **Dušana** što je **Vesnu** napustio. Nije čovek mogao da trpi, prekinuo časno, građanski. Nije bilo lako dvoje dece sa njom ostaviti. Doduše, **Petra** viđa svaki dan, a često i **Natašu**, nisu se odrodili. Srećan je sad u braku sa **Slavicom**, vidi se to. Ne zato što je lepa i mlada. Druga je to osoba sasvim. U sebe sigurna, mirna i stabilna, stub kuće. Bolja bi majka bila i **Petru** i **Nataši** od **Vesne**. Nego čovek se na greškama uči. Sada nije pogrešio. Dao im je Bog i dete, **Predraga**, vragolana.*

Drago dete, vidi mu se da je voljeno. Zdrav vazduh diše u porodici. Ne zanima ga mnogo škola, voli dete sport, za loptom bi trčao ceo dan. Uči jer ga drže čvrsto **Dušan** i **Slavica**. I treba, ne valja čovek škole da nema.

Jedino ne može da shvati čika **Bratislav** ovo novo vreme, kao da deci detinjstvo otima. Nekada smo na odrasle kao na bogove gledali, a sada kao da su deca od nas zrelija. Eto, taj mali **Predrag**. Još se ne brije, a već je u ljubavi. Šta zna on, što malu maturu tek na leto slavi, šta je ljubav? A šta tek zna to dete **Andela**, što je još manja? Da li **Dejan** i **Ana** uopšte znaju šta im radi kćer? Moja pokojna **Milica** i ja našu **Nadu** smo pratili pomno, svaki korak njen smo znali, žensko dete je to. Nije nam



Slika 4.6: Finalna redukovana mapa aktera i relacija

padalo teško, a nije mnogo muke oko nje ni bilo. Bila je dete kad se dete biva, nije žurila u zrelost. Nije joj to smetalo da se srećno uda i lep život ima. A možda je čika **Bratislava** samo pregazilo vreme, možda ovo ne može da shvati. Možda tako i treba... možda su ova deca pametnija od nas, možda ćemo od njih nešto i naučiti.

Tabela 4.1: Raspodela likova po stranicama u tekstu simulacije

Stranica 1	Stranice 1 i 2	Stranica 2
Miroslav	Bratislav	Predrag
Snežana	Milica	Andela
Nada	Milan	Dušan
Pavle	Bojana	Slavica
Ivana	Petar	Dejan
Mladen	Nataša	Ana
Teodora	Vesna	

Prikazan je tekst na prve dve stranice simulacije (tekstualne stranice). Tekstualni deo na kombinovanim stranicama zavisi od pitanja, pa je ovaj deo teksta formiran nakon razvoja pitanja.

4.1.4. Razvoj pitanja

Razvoj pitanja praktično je predstavljao formiranje podskupa od 30 relacija (iz skupa od 89) i njihovu raspodelu po tri kombinovane stranice simulacije, a u skladu sa određenim kriterijumima.

Formiranju podskupa prethodila je klasifikacija relacija po nivou eksplicitnosti. Ova klasifikacija je započeta tokom razvoja teksta i uticala je na njegovu finalnu formu. Relacije koje su jasno date u tekstu (npr. u iskazu koji se prostire kroz četiri sukcesivne rečenice "...da ti kaže čika Bratislav...moja pokojna Milica" jasno formulisano da je Milica pokojna supruga Bratislava) označene su kao *eksplicitni* tip relacija (ili *tip E*), dok su relacije koje nisu date direktno, ali su u kontekstu vidljive, označene kao *implicitni* tip relacija (ili *tip I*). Potom su formirana dva podtipa implicitnih relacija: *implicitne lake* (*tip IL*) i *implicitne teške* (*tip IT*) u zavisnosti od toga da li se mogu formirati direktno ili preko dodatnih relacija - pod implicitne *teške* podvedene su relacije *dužine* ≥ 2 (relacije za koje je potrebno najmanje dve relacije da bi se odredile), dok se implicitnim *lakim* smatraju relacije koje se jednostavno mogu izvesti iz eksplicitno datih. Primer za implicitnu laku relaciju bio bi relacija "je dete od" između dve osobe gde je eksplicitno data inverzna relacija "je roditelj od" - od eksplicitno date relacije implicitna laka se može izvesti prostom inverzijom. Primer za implicitnu tešku relaciju bio bi relacija "je ujak od" koja, ako nije data eksplicitno, može da se izvede tek na osnovu dve: "je majka od" i "je brat od". Cilj klasifikacije relacija po nivoima eksplicitnosti, u periodu razvoja teksta i pitanja još uvek relativno nejasan, bila je provera eventualnih razlika u skoru na pitanjima vezanim za ove relacije unutar eksperimentalne grupe, kao i da li će učesnici iz eksperimentalne grupe manje prevlačiti likove između kojih su relacije eksplicitne u odnosu na one između kojih su implicate. Opšti cilj kod povećavanja broja nezavisnih varijabli, bilo eksplicitnosti relacija ili drugih, bio je omogućavanje što većeg broja merenja zavisnosti, sa generalnom idejom da više rezultata povećava verovatnoću otkrivanja zavisnosti koje se tokom dizajna ne mogu ni pretpostaviti, a koje mogu postaviti osnovu za nova istraživanja i poboljšavanja predloženog pristupa.

Takođe, uvođenje klasa eksplicitnosti relacija ukazalo je da je većina relacija u inicijalnoj verziji tekstu bila u implicitnoj formi, što je relacije činilo teškim za razumevanje i memorisanje, a zbog čega je tekst modifikovan u pravcu povećanja broja eksplicitnih relacija. Na osnovu klasifikacije po eksplicitnosti i poziciji na stranicama simulacije formirana je tabela relacija prikazana u Prilogu A (tabela A3).

Pored opisane, uvedena je i klasifikacija pitanja po *odsutnosti* i *redundantnosti*. Predviđena su pitanja čiji su akteri odsutni iz bloka teksta na stranici na kojoj se pitanje nalazi, što čini da se do odgovora na ta pitanja (do odgovarajućih relacija među akterima) ne može doći prevlačenjem na istoj stranici. Ova pitanja označena su kao *odsutna* (odnosno *tip O*). Takođe su predviđena pitanja čije relacije su date i u bloku teksta na stranici sa odgovarajućim pitanjem, tako da nije neophodno prevlačiti reči (aktere) niti tražiti relacije na prethodnim stranicama, već je dovoljno pročitati odgovore na pitanja u samom bloku teksta. Ova pitanja označena su kao *redundantna* (odnosno *tip R*). Redundantna i odsutna pitanja označena su kao *nestandardna* pitanja, dok su sva ostala pitanja označena kao *standardna*. Kod nestandardnih pitanja nije uzimana u obzir eksplicitnost, kako kombinacija dve klasifikacije ne bi neopravdano podgila složenost analize (premda je u tabeli 4.4 kod nestandardnih pitanja prikazana i eksplicitnost). Razlozi za uvođenje klase nestandardnih pitanja isti su kao i za klasifikaciju po eksplicitnosti: podizanje broja nezavisnih varijabli radi podizanja broja mogućih poređenja i eventualno nepredvidivih zaključaka. Primera radi, od odsutnih pitanja može se vršiti poređenje skora između dvosmernih grupa (G1 i G2) jer se od jednosmernih grupa svakako očekuje niži skor, dak u slučaju redundantnih pitanja od interesa može biti razlika između grupa sa i bez mogućnosti prevlačenja.

Izboru konkretnih relacija za pitanja prethodilo je formiranje strukture pitanja po standardnosti i eksplicitnosti. Na svakoj od tri kombinovane stranice predviđeno je po 8 standardnih i 2 nestandardna pitanja. Standardna pitanja raspodeljena su po eksplicitnosti kao što je prikazano u tabeli 4.2, dok su nestandardna pitanja raspoređena tako da odsutna pitanja budu što bliže poslednjoj stranici (da bi cena pretrage kod kontrolnih grupa bila što veća).

Nakon definisanja raspodele pitanja izvršen je odabir relacija u skladu sa njom. U ovoj fazi pojavio se problem interferencije, odnosno međuzavisnosti među pitanjima, što uključuje pitanja sa relacijama koje su međusobno inverzne (odgovor

na jedno pitanje omogućava odgovor na drugo pitanje bez potrebe za prevlačenjem ili vraćanjem), pitanja sa tranzitivnim relacijama, pitanja sa relativno jednostavnim složenim relacijama (ujak, stric i sl) čiji odgovori se mogu lako dati ukoliko relacije koje su preduslovi postoje na prethodnim pitanjima na istoj stranici i sl.

Tabela 4.2: Usvojena raspodela standardnih pitanja po kombinovanim stranicama

Tip	Ukupno	Na stranici 3	Na stranici 4	Na stranici 5
E1	5	2	2	1
E2	4	1	1	2
E12	4	1	2	1
IT1	5	2	1	2
IT2	2	1	0	1
IL1	2	1	1	0
IL2	2	0	1	1
Ukupno na stranici:		8	8	8

Prvo su izvršeni izbor i raspodela *standardnih* pitanja (tabela 4.3) a potom izbor i raspodela *nestandardnih* pitanja (tabela 4.4). Prilikom izbora i raspodele dolazilo je do delimičnih netačnosti koje nije moguće detektovati objektivno: neke od relacija nisu jasno pripadale svojoj kategoriji eksplicitnosti (poput relacije u pitanju 2 na stranici 3, odnosno kombinovanoj stranici 1, gde relacija nije data potpuno eksplicitno, pa se njena eksplicitnost mora usvojiti po subjektivnoj proceni).

Tabela 4.3: Standardna pitanja

Stranica 3				Stranica 4				Stranica 5			
Tip	Lik	Veza	Lik	Tip	Lik	Veza	Lik	Tip	Lik	Veza	Lik
E1	Bratislav	klasić_od	Milan	E1	Petar	veza	Ivana	E1	Petar	brat_od	Nataša
E1	Anđela	dete_od	Pavle	E1	Mladen	unuk_od	Bratislav	E2	Anđela	dete_od	Dejan
E2	Bojana	usvojitelj_od	Vesna	E2	Dušan	roditelj_od	Nataša	E2	Slavica	brak	Dušan
E12	Milica	pok_supr_od	Bratislav	E12	Bojana	brak	Milan	E12	Vesna	roditelj_od	Petar
I21	Pavle	zet_od	Bratislav	E12	Nataša	dete_od	Vesna	I21	Ivana	unuka_od	Milica
I21	Snežana	snaja_od	Milica	I21	Miroslav	roditelj_od	Ivana	I21	Milica	roditelj_od	Nada
I22	Slavica	maćeha_od	Petar	I11	Ivana	sestra	Mladen	I22	Slavica	maćeha_od	Nataša
I11	Bratislav	svekar_od	Snežana	I12	Bratislav	udovac	Milica	I12	Vesna	razvod	Dušan
Akteri: Bratislav Milan				Akteri: Petar Ivana				Akteri: Petar Nataša			
Ima ukupno 10 aktera.				Ima ukupno 12 aktera.				Ima ukupno 10 aktera.			
Andžela Pavle Bojana Vesna Milica Snežana Slavica Petar				Mladen Bratislav Anđela Dejan Bojana Milan Nataša Vesna Miroslav Milica				Anđela Dejan Slavica Dušan Vesna Ivana Milica Nada			
Još 9 aktera je slobodno. Odsutne relacije moraju da sadrže bar jednog.				Još 7 aktera je slobodno. Odsutne relacije moraju da sadrže bar jednog.				Još 9 aktera je slobodno. Odsutne rel. moraju da sadrže bar jednog.			

Tabela 4.4: Nestandardna pitanja

Stranica 3				Stranica 4				Stranica 5			
Tip	Lik	Veza	Lik	Tip	Lik	Veza	Lik	Tip	Lik	Veza	Lik
RE2	Dejan	roditelj_od	Anđela	OE12	Nada	dete_od	Bratislav	OE1	Nada	brak	Pavle
RI2	Milica	baba_od	Anđela	OI2	Milica	tašta_od	Pavle	OE2	Anđela	veza	Predrag

U skladu sa relacijama odabranim za pitanja formirani su blokovi teksta na kombinovanim stranicama, dati u nastavku, sa akterima svih pitanja osim *odsutnih* i iskazanim međusobnim relacijama samo za *redundantna* pitanja.

Stranica 3

Poredi nas Vesna. Da li je bolji Bratislav od Milana, da li je bolja Milica od Bojane? Ne mogu se ljudi tako porediti. Poredi li sebe sa Snežanom, ili možda Slavicom? Poredi li Petra sa Mladenom, ili Pavla sa Dejanom? Hoće li i Dejanovu kćer Anđelu sa nekim porediti? Hoće li pričati kako se Anđela metnula na svoju baku Milicu i mane joj nalaziti? Ne mogu se ljudi tek tako porediti, bliski ljudi ponajmanje. Ako si loš sebi, uvek će ti tuđinac biti bolji nego svoj.

Stranica 4

Lako je kad imaš poroda, tad ti sve od ruke ide. Milica je to uvek govorila. Nije teško da Bratislav bude bolji od Milana kad mu je Bog dao. Sebi tuđe kao svoje uzeti, za to treba snage. Niko to ne zna kao Bojana. I na Dušana srditi se, lako je. Koliko znam Miroslava, a nikog bolje ne znam, taj bi učinio isto - samo mnogo ranije. Svako od nas na svet gleda drugačije, Petar i Mladen, Ivana i Nataša, možemo do sutra nabrajati. Nije svet kakvim ga Vesna vidi. Takav je samo njoj.

Stranica 5

Ni ja bolji nisam. I ja samo svoje oči imam i svet vidim kako mislim da treba. Možda je slika koju Vesna ima tačnija od moje. Čovek se uči i greške svoje ispravlja dok ima veka. Milica ih ispraviti neće. Neki kao da su rođeni pametni. Nada nikad ludost nije napravila. Slavicu tako dobro ne znam, ali i ona takav utisak ostavlja. Dejan i Dušan oba čestiti, a vole se kao braća. A deca... na njima svet ostaje. Radni kao Petar, probojni kao Nataša, umetnici budući kao Ivana ili svestrani kao mala Anđela... oni će znati više nego što sam ja ikada znao.

4.1.5. Razvoj uputstva za učesnike

Predloženo unapređenje sistema za e-učenje je konceptualno novo i niko od učesnika nije mogao imati iskustva sa njim, što razvoj uputstva za učesnike čini jednako važnim kao i razvoj eksperimentalne aplikacije i sadržaja. U slučaju izvođenja eksperimenta u prisustvu autora učesnicima bi moglo biti verbalno upoznati sa pristupom i očekivanjima, međutim u datim okolnostima ovakvo izvođenje nije bilo izvodljivo. U organizacionom smislu ovakav pristup imao bi još jedan nedostatak: sekvencijalno izvođenje eksperimenta omogućilo bi učesnicima ranijih termina da informišu učesnike kasnijih termina o eksperimentu, što bi potencijalno

unelo element predznanja kod određenog broja učesnika. Umesto toga izabrano je da učesnici rade od kuće, u što kraćem vremenskom okviru (u idealnom slučaju ovo bi značilo dovoljan odziv dobrovoljaca već nakon prvog poziva).

Predviđeno je video-uputstvo kao primarno i tekstualno uputstvo kao dodatno, za osobe sa preferencama ka tekstu. Takođe je predviđeno da učesnici mogu da pristupe video i tekstualnom uputstvu više puta, pre započinjanja eksperimenta, dok je učešće u eksperimentu (nakon njegovog pokretanja) moguće samo jednom. Uzevši u obzir da su učesnici mladi ljudi, sadržaj video uputstva je prilagođen njihovom diskursu. Strogo formalni jezik, kao potencijalno demotivišući, nije korišćen. Brzina isporuke informacija, gustina informacija (odsustvo pauza i deonica siromašnih sadržajem) i zabavni elementi odabrani su tako da budu što bolje prilagođeni opsegu pažnje učesnika. Istovremeno sadržaj je morao biti predstavljen na neutralan način, bez stimulisanja učesnika na bilo koje konkretno ponašanje unutar eksperimenta.

Predviđeno je da se video-uputstvo sastoji od animacija za šematski prikaz elemenata eksperimenta i snimaka ekrana za prikaz realnih elemenata koje učesnici mogu da očekuju, i da prenese sledeći sadržaj:

- nije dozvoljena upotreba pomoćnih sredstava (papir, olovka i sl),
- treba raditi samostalno,
- tokom eksperimenta treba biti spontan i prirodan,
- opis strukture eksperimenta,
- cilj eksperimenta je pročitati tekst i odgovoriti na pitanja (višestruki izbor),
- za navigaciju treba koristiti kontrole pri dnu stranice,
- treba raditi u kontinuitetu, u jednoj sesiji,
- treba odvojiti n minuta za izradu (broj definisan tokom snimanja uputstva),
- nije moguće ponovno logovanje na aplikaciju i
- specifičnosti grupa:
 - grupa G1 se može vraćati i prevlačiti reči,
 - grupa G2 se može vraćati,
 - grupa G3 može prevlačiti reči ali se ne može vraćati i
 - grupa G4 se ne može vraćati niti prevlačiti reči.

Tokom izrade video-uputstva uočeni su tehnički problemi. Komanda pretraživača za povratak na prethodnu stranicu omogućavalo je učesnicima iz grupa G3 i G4 da se vraćaju i bez predviđene kontrole za povratak pri dnu stranice, a

komanda za osvežavanje stranice pokreće sesiju ponovo (prvu stranicu simulacije), što takođe zaobilazi zabranu povrata kod grupa G3 i G4. Uočeno je i da u nekim slučajevima priprema teksta za prevlačenje traje relativno dugo (1-2 sec), pa je u sadržaj uputstva dodata molba učesnicima za strpljenje pri učitavanju.

Trajanje eksperimenta postavljeno je na 30 minuta po proceni autora. Vremensko ograničenje predviđeno je pre svega iz motivacionih razloga. Jasno vremensko ograničenje sugerise da učešće u eksperimentu neće oduzeti mnogo vremena i nalaže rad u jednoj sesiji (prekid i ostavljanje nastavka za kasnije bi verovatno podigao stopu odustajanja).

Raspodela video-zapisa po grupama prikazana je u tabeli 4.5. Sadržaj naracije svih video segmenata dat je u Prilogu A, odeljak A.4. Za potrebe snimanja ekrana formiran je alternativni tekst simulacije (kao i alternativni skup pitanja), dat u Prilogu A, odeljak A.5.

Tabela 4.5: Skupovi video-sekvenci za sve grupe učesnika

Grupa 1	Grupa 2	Grupa 3	Grupa 4
1. Dobrodošlica	1. Dobrodošlica	1. Dobrodošlica	1. Dobrodošlica
2. Pretraživači	2. Pretraživači	2. Pretraživači	2. Pretraživači
3. O čemu se radi	4. O čemu se radi	5. O čemu se radi	6. O čemu se radi
7. Struktura app	7. Struktura app	7. Struktura app	7. Struktura app
8. Prevlačenje	-	9. Prevlačenje	-
10. Dugme napred	11. Dugme napred	12. Dugme napred	13. Dugme napred
15. Dugme nazad	16. Dugme nazad	14. Nema vraćanja	14. Nema vraćanja
17. Browser back	17. Browser back	17. Browser back	17. Browser back
18. Kašnjenje	-	19. Kašnjenje	-
20. Samostalno	20. Samostalno	20. Samostalno	20. Samostalno
21. Ocenjivanje*	21. Ocenjivanje*	21. Ocenjivanje*	21. Ocenjivanje*

* poruka učesniku da aplikacija ne ocenjuje njegovo znanje već on ocenjuje aplikaciju

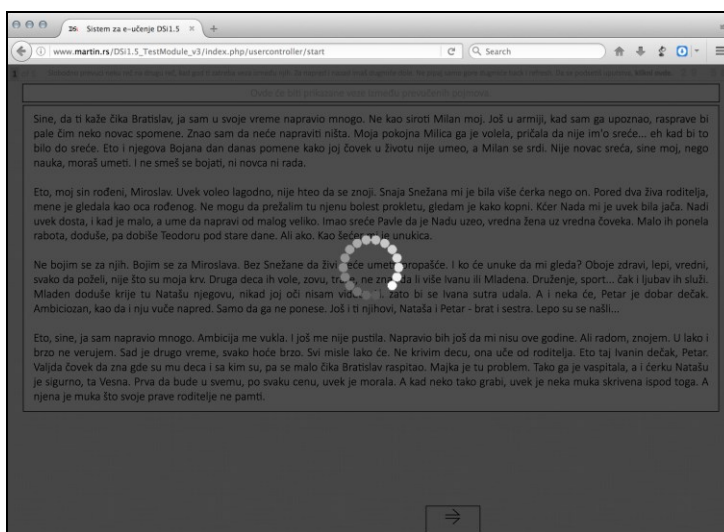
Tokom sinhronizacije zvuka i video zapisa došlo je do neslaganja zbog sinhronizacije zvuka prema slici. Zbog toga je većina video zapisa snimljena ponovo, u skladu sa dinamikom snimka naracije. Prilikom revizije video-uputstva došlo je i do određenih manjih strukturalnih izmena. Ovo video-uputstvo biće korišćeno u fazi testiranja eksperimentalne aplikacije, prilikom čega će biti uočeni još neki nedostaci. Konačna verzija video uputstva biće data u odeljku o dizajnu eksperimenta (odeljak 4.2). Sadržaj tekstualnog (HTML) uputstva dat je u Prilogu A, odeljak A.6.

4.1.6. Testiranje i uočeni nedostaci

Nakon formiranja kompletnog sadržaja simulacije i uputstva za učesnike izvršeno je testiranje eksperimentalne aplikacije sa ciljem utvrđivanja pouzdanosti

softvera, ispravnosti teksta, tačnosti pitanja i razumljivosti uputstva. Validni rezultati tokom testiranja nisu očekivani, ali ukoliko bi do njih došlo, bili bi analizirani. Inicijalno je predviđeno testiranje sa 4 grupe, 5 osoba po grupi uz 2 rezervne osobe, ali se od toga odustalo u korist manjeg broja grupa (G1 i G2) sa više učesnika po grupi. Učesnici su regrutovani među ličnim kontaktima autora. Spisak učesnika je dat u Prilogu A, u odeljku A.7, uz saglasnost. Pozvano je ukupno 40 osoba i zabeleženo 20 validnih rezultata (9 u eksperimentalnoj i 11 u kontrolnoj grupi). Rezultati obrade ovih rezultata [238] biće dati u narednom poglavlju. Većina učesnika radila je od kuće, dok je manji broj radio u prisustvu autora, ali bez autorovog uticaja ili sugestija. Tokom testiranja uočeno je nekoliko tehničkih problema u funkcionalnosti i sadržaju, kao i nekoliko problematičnih aspekata kod uputstva za učesnike.

Najozbiljniji tehnički problem bilo je neupisivanje odgovora na pitanja u bazu podataka (upisivanje svih odgovora se vrši u trenutku izlaska iz aplikacije). Ovaj problem nije bio prisutan kod svih učesnika, nije zavisio od lokacije (rad od kuće ili u prisustvu autora). Problem je lociran kod serverskog podešavanja (kratko vreme osvežavanja identifikacionog broja sesije) i funkcionalnost je vraćena, ali je radi prevencije uvedena dodatna tabela koja evidentira svaku korisničku interakciju sa odgovorima, u trenutku kada se ona desi. Uočena je i potreba za vertikalnim skrolovanjem sadržaja ekrana na nekim rezolucijama (što može da dovede do preskakanja odgovora na pitanja koja nisu vidljiva) pa je prikaz preformatiran za potpunu vidljivost na vertikalnim rezolucijama od 768 piksela. Uočen je manji propust kod pitanja (pitanja 2 i 10 su bila identična).



Slika 4.7: Odlaganje interakcije sa stranicom do potpunog učitavanja

Primećeno je da učesnici u testiranju, i pored jasnog upozorenja u uputstvu, nisu imali strpljenja kod učitavanja stranica i da je aplikacija gubila funkcionalnost nakon više uzastopnih brzih promena stranice. Iz tog razloga uvedeno je prisilno odlaganje interakcije sa stranicom do potpunog učitavanja, prikazano na slici 4.7, podešeno na 3 sekunde. Brže učitavanje stranice bi moglo biti postignuto čuvanjem grafa veza u bazi i pristupom DbModel verzijom RAP frameworka u budućim implementacijama pristupa.

Kroz povratne informacije od učesnika u testiranju utvrđeno da je da uputstvo ne prenosi osnovne koncepte sa dovoljnom jasnoćom. Jedan od učesnika (rad od kuće) shvatio je pamćenje relacija kao izazov i smatrao prevlačenje svojim neuspehom. Drugi učesnik (rad od kuće) doživeo je prevlačenje kao ne-etičko, poput korišćenja nedozvoljenih sredstava na ispitu. Problem nedovoljnog razumevanja uloge pitanja, kao indikatora spremnosti za nastavak učenja, pojavio se i kod nekoliko učesnika koji su testirali aplikaciju u prisustvu autora, kao i tokom prezentacije teme doktorske disertacije. Ove povratne informacije ukazale su na potrebu naglašavanja etičkog aspekta. Ovo je uneto u drugu verziju video-uputstva (o čemu će biti više reči u narednom odeljku), u formi naglaska da je prevlačenje u kontekstu eksperimenta (i pristupa) legitimno i poželjno, kao da je u kontekstu eksperimenta legitimno vratiti se kroz stranice radi podsećanja, ali uz težnju da se ni jedan od ovih elemenata ne nametne kao obavezni. Većina učesnika iz grupe G4 nije videla smisao u zadatku koji im je zadat (grupa G4 nema mogućnost ni vraćanja ni prevlačenja, od njih se očekuje da zapamte što je više moguće relacija). Ovo je indiciralo moguća odustajanja tokom realnog eksperimenta, pa je zaključeno da grupi G4 u uputstvu treba posvetiti posebnu pažnju. Radi što boljeg razumevanja koncepata u uputstvima za sve grupe uvedena je repeticija - ključni aspekti pristupa i eksperimenta izneseni su više od jednom, uz pokušaj što ravnomernije raspodele ponavljanja. Poslednja učinjena modifikacija odnosi se na tekstualno uputstvo za učesnike. Jedan od učesnika testirao je aplikaciju sa potpunim nerazumevanjem njene funkcionalnosti i ideje eksperimenta. Utvrđeno je da je učesnik otvorio samo tekstualno uputstvo, smatrajući da će na njega utrošiti manje vremena nego na video-verziju, te da nije pažljivo pročitao uputstvo (već ga "skenirao" pogledom). Ovo je bacilo novo svetlo na tekstualno uputstvo: tekst je, zahvaljujući prostiranju kroz dve dimenzije, moguće "skenirati" pogledom i ostati u uverenju da je tekst pročitao, dok to sa video zapisom, koji ima strogo sekvencijalnu

(jednodimenzionalnu) strukturu, to nije moguće. Ova osobina video zapisa "prisiljava" gledaoca da ga percipira sekvencijalno, bez mogućnosti nalaženja "prečica". Iz navedenih razloga tekstualno uputstvo (na poziciji pre pokretanja eksperimenta) je uklonjeno, a dodat je HTML podsetnik koji se može otvoriti u vidu *pop-up* dijaloga tokom izrade eksperimenta. Sve navedene izmene, kao i konačna forma video-uputstva i dodatnog podsetnika, dati su u narednom odeljku.

4.2. Dizajn eksperimenta

U ovom odeljku biće dat konačan, usvojen dizajn eksperimenta za evaluaciju pristupa predloženog u ovoj disertaciji. U okviru odeljka biće prikazano korisničko iskustvo počev od otvaranja datog URL-a pa do završetka eksperimenta, svi elementi prisutni na ekranu, usvojeni tekst i pitanja (zajedno sa svim ponuđenim odgovorima), struktura tabela u bazi podataka i skup praćenih parametara, kao i usvojena verzija korisničkog video-uputstva i HTML podsetnika. Funkcionalnost predloženog pristupa u potpunosti je zadržana u eksperimentalnoj aplikaciji, uz sitne izmene za potrebe upisivanja odgovarajućih korisničkih interakcija u bazu podataka, radi analize i sprečavanja korišćenja komandi za vraćanje i osvežavanje u internet pretraživaču. U toku testiranja funkcionalnosti eksperimentalne aplikacije nije utvrđena ni jedna neispravnost (osim navedenih problema sa serverskim podešavanjem trajanja identifikatora sesije i usporenim učitavanjem, što nije zahtevalo intervencije u kodu). Iz tog razloga u ovom odeljku akcenat je na korisničkom iskustvu, tekstu, pitanjima i uputstvu za korisnike. Pre prikaza ovih elemenata biće ukratko ponovljen osnovni skup hipoteza eksperimenta u skladu sa kojim je eksperiment dizajniran.

4.2.1. Osnovni skup hipoteza

H1: linearnost puta kroz gradivo biće veća kod grupe G1 u odnosu na G2.

H2: prosečno vreme izrade biće kraće kod grupe G1 u odnosu na G2.

H2: prosečan skor biće veći kod grupe G1 u odnosu na G2.

H4: prosečan skor neće biti različit među grupama G2 i G3.

H5: prosečan skor na testu kod grupe G3 biće veći u odnosu na grupu G4.

H6: prosečno vreme izrade kod grupe G2 biće manje u odnosu na grupu G3.

H7: prosečan skor na testu neće biti različit među grupama G1 i G3.

H8: prosečan skor na pitanjima tipa "O" biće veći kod grupe G1 u odnosu na G3.

H9: prosečno vreme izrade kod grupe G4 biće veće nego kod grupe G2.

H10: prosečan skor na testu biće veći kod grupe G2 u odnosu na grupu G4.

H11: prosečan skor na testu biće veći kod grupe G1 u odnosu na grupu G4.

Prva hipoteza je osnovna za evaluaciju predloženog pristupa: očekuje se da će učesnici koji imaju na raspolaganju prevlačenje (G1) imati značajno linearniji put kroz gradivo (značajno manje prisilnih vraćanja radi podsećanja) u odnosu na učesnike koji nemaju prevlačenje na raspolaganju (G2), iako učesnici iz prve grupe takođe imaju mogućnost vraćanja. Druga i treća hipoteza su proširenje prve i pretpostavljaju da će učesnici sa mogućnošću prevlačenja ostvariti prosečno bolji skor na pitanjima (što znači pokazati bolju spremnost za nastavak učenja nakon "atomskog slučaja") i upotrebiti manje vremena za eksperiment (proći brže kroz "atomski slučaj"). Element vremena, ipak, kod "atomskog slučaja" nije presudan jer je unutar njega vremenska cena vraćanja daleko manja nego u realnom slučaju (vraćanje kroz značajno veći broj stranica materijala). Ostale hipoteze su dopunske i razvijene su pre svega iz radoznalosti autora i sa ciljem da ukažu na eventualne dalje prave razvoja predloženog pristupa.

Prikupljanje podataka o ponašanju učesnika u eksperimentu projektovano je na najopštiji način, kako bi prikupljeni podaci omogućili poređenje još varijabli (podaci koje aplikacija prikuplja dati su u nastavku ovog odeljka), pa je tokom inicijalne obrade sirovih podataka formiran veliki broj novih hipoteza, o kojima je pre izvršenja eksperimenta postojala opšta, ali ne dovoljno jasna ideja.

4.2.2. Korisničko iskustvo

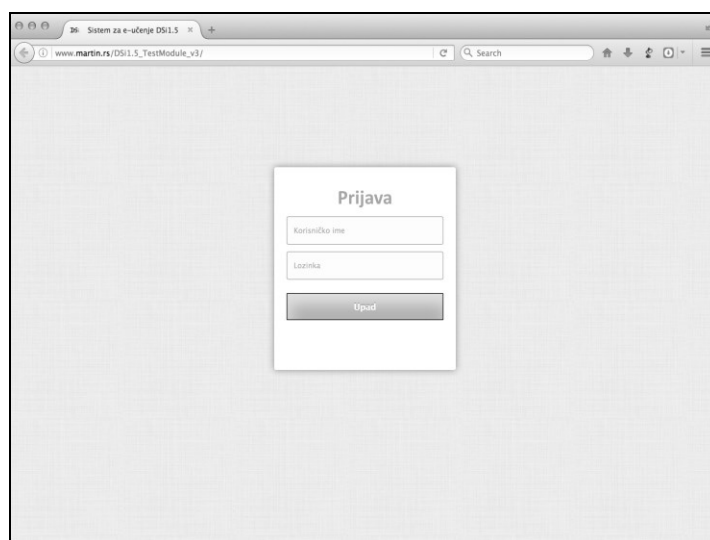
URL adresa eksperimenta je: http://www.martin.rs/DSi1.5_TestModule_v3/.

Sekvenca prolaska učesnika kroz eksperiment može se podeliti u 7 faza:

1. logovanje na sistem,
2. gledanje video-uputstva (opciono, ali očekuje se da svaki učesnik pogleda),
3. ulazak u eksperimentalni deo aplikacije (prva strana teksta),
4. zavisno od grupe slobodno kretanje kroz pet strana aplikacije ili samo napred,

5. zavisno od grupe prevlačenje nekih reči na neke reči ili bez te opcije,
6. odgovaranje na pitanja na poslednje tri strane aplikacije i
7. izlazak iz aplikacije na dugme za kraj ili gašenje aktivnog taba ili browsera.

Faze 1 i 2 predstavljaju pripremu za eksperiment i kroz njih je moguće proći neograničen broj puta. Tek sa početkom faze 3 počinje eksperiment u pravom smislu: učesniku je prikazana prva stranica sa tekstom i počinje merenje vremena (30 minuta). Kroz faze 3 - 7 moguće je proći samo jednom (uz neograničeno kretanje unutar eksperimenta za grupe kojima je omogućeno kretanje unazad). Nakon završetka eksperimenta, usled gašenja prozora ili taba u pretraživaču, isteka vremena ili klika na dugme za završetak, ili, u ilegalnim slučajevima, u sled korišćenja dugmeta za povratak ili za osvežavanje stranice u pretraživaču, više nije moguće proći kroz eksperiment (ni kroz faze 1 i 2).



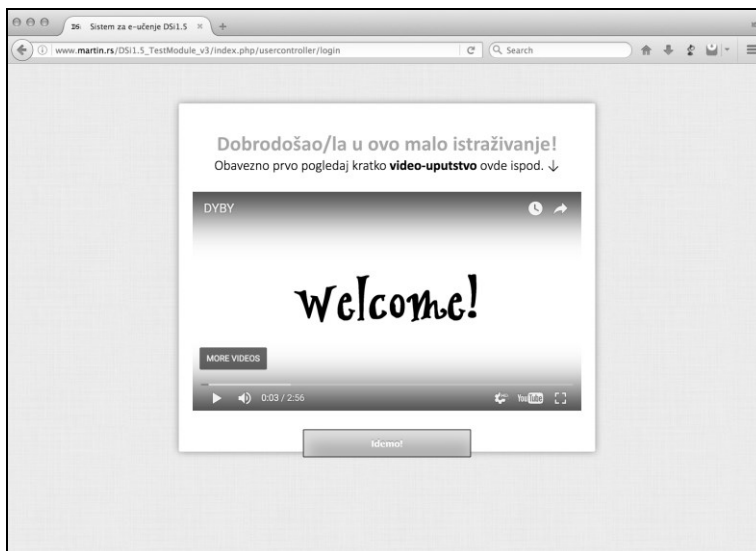
Slika 4.8: Prijava učesnika

Faza 1 započinje unosom URL adrese nakon čega se učesnik prijavljuje svojim korisničkim imenom i lozinkom (ovi parametri su poslani svakom od učesnika prilikom poziva na učešće). Izgled stranice za prijavu dat je na slici 4.8. U slučaju neuspešne prijave aplikacija daje odgovarajuću poruku.

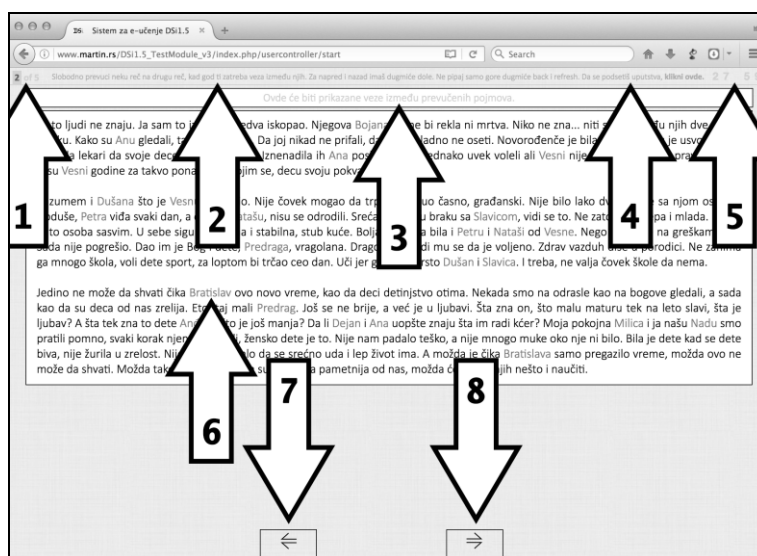
Faza 2 započinje nakon uspešne prijave. Učesniku je na raspolaganju video-uptstvo (ugnježđen YouTube video zapis) ispod koga je dugme na koje započinje eksperiment, odnosno faza 3 (slika 4.9). Ukoliko učesnik zatvori prozor pretraživača u ovoj fazi, moći će da ga otvori ponovo (nakon ponovne prijate) neograničen broj puta.

Faza 3 (početak samog eksperimenta) započinje klikom na dugme "Idemo!". U ovom trenutku učesniku je prikazana prva strana teksta i počinje odbrojavanje

vremena. Prelazak na sledeću stranicu ostvaruje se klikom na dugme sa oznakom "⇒". Na prvoj stranici ne postoji dugme za povratak. Svi elementi na stranicama sa tekstem (stranice 1 i 2) su obeleženi na stranici 2, na slici 4.10. Elementi su dati u nastavku:



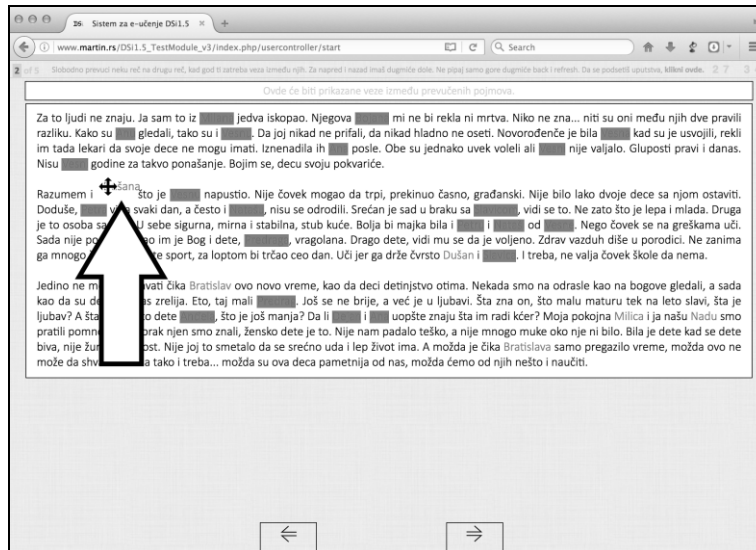
Slika 4.9: Video-uputstvo za učesnike



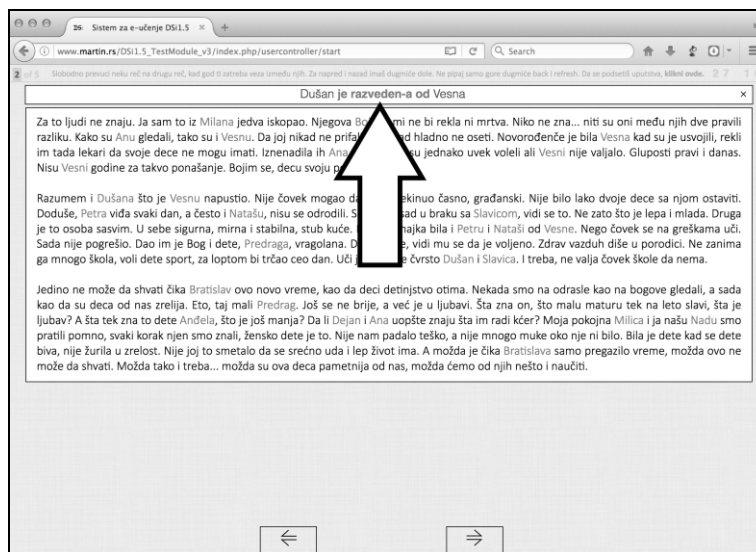
Slika 4.10: Elementi stranica sa tekstem na primeru stranice 2 (grupa G1)

1. broj trenutne stranice (1-5),
2. osnovna pomoć (podsećanje da postoji prevlačenje/vraćanje i sl),
3. polje gde se prikazuje veza između prevučениh reči,
4. link na pomoćno uputstvo (može se otvoriti u bilo kom trenutku),
5. prikaz vremena (odbrojavanja u sekundama počev od 30:00),

6. reči koje je moguće prevlačiti, naglašene sivom bojom,
7. dugme za vraćanje na prethodnu stranicu i
8. dugme za prelazak na sledeću stranicu (u slučaju 5. strane dugme za kraj).



Slika 4.11: Naglašavanje povezanih reči pri početku prevlačenja

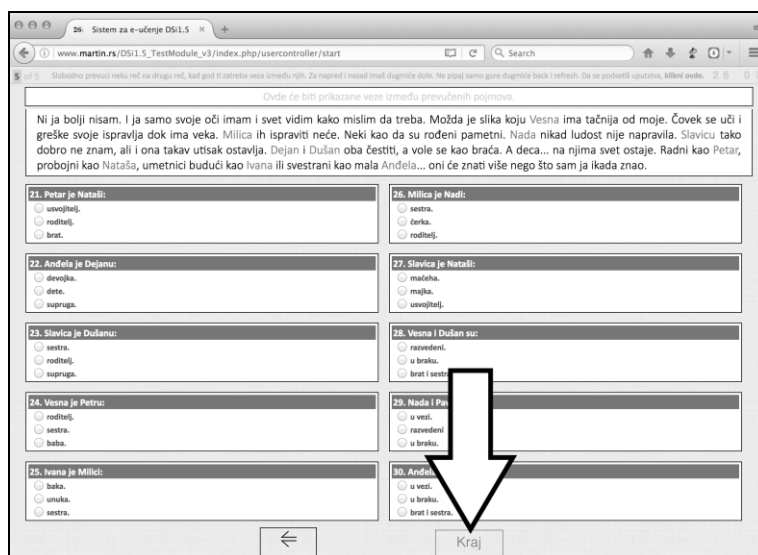


Slika 4.12: Prikaz relacije između reči nakon spuštanja

Svi ovi elementi prisutni su samo kod grupe G1, ostale grupe ima restriktivniji skup elemenata (grupa G2 nema dugme za vraćanje nazad, grupa G3 nema mogućnost prevlačenja, odnosno reči označene sivom bojom, dok grupa G4 nema oba navedena elementa). Linija sa osnovnom pomoći (3) prilagođena je svakoj od grupa u skladu sa elementima koje grupa ima. Pomoćno uputstvo (4) realizovano je kao HTML pop-up

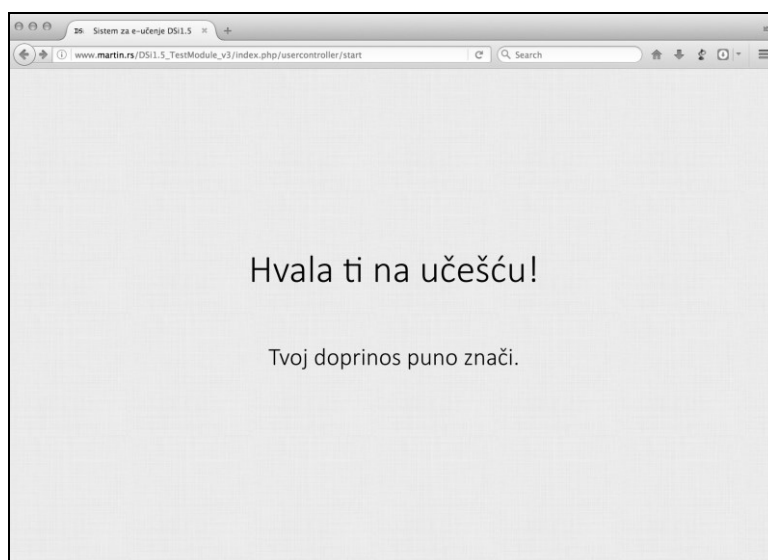
dokument i dostupno je samo unutar eksperimenta (ne na stranici sa video-uputstvom), a njegov sadržaj biće dat u Prilogu B, odeljak B.2.

U trenutku kada učesnik započne prevlačenje reči, sve reči sa kojima je ona u nekoj relaciji bivaju naglašene žutom bojom (slika 4.11, slika u boji u Prilogu B, slika



Slika 4.13: Kombinovana stranica i dugme za završetak

B.4). Ovo je implementirano kao zaštita od neuspešnih prevlačenja, jer činjenica da je dve reči moguće prevlačiti u opštem slučaju ne garantuje da između njih postoje relacije.



Slika 4.14: Poruka sa zahvalnicom nakon završetka eksperimenta

Nakon spuštanja reči na reč koja je sa njom u nekoj relaciji, ova relacija biva prikazana u prostoru iznad teksta (slika 4.12). Na desnoj strani ovog prostora nalazi se krst kojim je moguće obrisati prikazanu relaciju sa ekrana.

Na stranicama 3, 4 i 5 nalazi se jedan pasus teksta (u gornjem delu) i polje sa 10 pitanja sa po 3 ponuđena odgovora, u donjem delu. Prilikom prelaska kursorom preko odgovora oni bivaju naglašeni crvenom bojom. Svi ostali elementi sa tekstualnih stranica prisutni su i na ovim stranicama. Na stranici 5 nalazi se dugme sa natpisom "Kraj" namenjeno završetku eksperimenta (slika 4.13). Pritiskom na ovo dugme eksperiment se prekida, učesnik biva odjavljen iz aplikacije i prikazuje mu se poruka sa zahvalnicom (slika 4.14). Ova poruka biće prikazana i u slučaju ilegalnog izlaska iz aplikacije (pritiskom na dugme za vraćanje nazad ili osvežavanje stranice u pretraživaču), kao i u slučaju isteka vremena. Ukoliko korisnik pokuša da se prijavi ponovo istim korisničkim imenom i lozinkom biće mu takođe prikazana ova poruka.

4.2.3. Tekst i pitanja

Konačan tekst eksperimenta dat je u odeljku 4.1.3 a ovde je ponovljen radi kompletnog prikaza finalnog dizajna eksperimenta.

Stranica 1:

Sine, da ti kaže čika Bratislav, ja sam u svoje vreme napravio mnogo. Ne kao siroti Milan. Još u vojsci, kad smo se upoznali, rasprave o novcu su krenule i znao sam da neće napraviti ništa. Moja pokojna Milica ga je volela, govorila je da nije imao sreće. Njegova Bojana i dan danas ume da kaže da je bio glup. Nije novac sreća, sine moj, nego nauka. Moraš da ga voliš i da znaš sa njim. A nije ni za svakog. Rođenu decu nisam mogao da naučim. Miroslav je uvek voleo da je lagodno, nije hteo da se oznoji. Snežana mi je bila više ćerka nego on. Iako ima oba živa roditelja, mene je gledala kao oca rođenog. Ne mogu da prežalim tu bolest prokletu. Kao da su joj dani odbrojani. Ne mogu da se pomirim sa tim. Ne treba stariji da ispraćaju mlade. A kćer? Ona je uvek bila jača. Nadi dosta malo, Nada od malog pravi veliko. Miroslavu nikad dosta. Bojim se za njega. Teće znati da živi bez Snežane. Propašće. I ko će decu da mu gleda? Oboje zdravi, lepi, vredni, svako da poželi onakvu decu, nije što su moji. Nikada im škola nije pala teško, nikad problem oko njih. Druga deca ih vole, ne znaš da li više zivkaju Ivanu ili Mladena, te druženje, te sport. Čak su i u ljubavi srećni. On doduše krije tu njegovu Natašu, nikad joj oči nisam video. Ali zato bi se Ivana sutra udala. A i neka, Petar je dobar dečak. Ambiciozan. Kao da i nju vuče napred. Samo da ih ne povuče nazad tolika ambicija...

Eto, sine, ja sam napravio mnogo. I bio sam ambiciozan. I nije me pustilo. Takav sam, pravio bih još da mi nisu ove godine. Ali radom. Znojem. Nisam verovao u lako i brzo, niti verujem. A sada je neko drugo vreme, svi hoće brzo. Svi misle da je lako. Ne krivim decu, oni uče od roditelja. Eto taj Ivanin dečak. Malo se čika Bratislav raspitao. Valjda čovek da zna gde su mu deca i sa kim su. Majka je tu problem, tako ga je vaspitala, a sigurno je i Natašu. Nisu razliku pravili Milan i Bojana, kako su sa Anom tako su i sa Vesnom. Pričao mi je Milan koliko su pazili. Voljena je bila Vesna i priznata, kao pravo dete da im je. Nisu se nadali da će svoje dete ikad imati kad su

je sebi uzeli. Iznenađila ih **Ana** posle. Ali taj neki bol u njoj ni danas joj mira ne da te gluposti pravi. Nisu to više godine za takvo ponašanje.

Stranica 2:

Ja razumem **Dušana** što nije više mogao pored nje. Dvoje dece ostaviti nije lako, premda ih on viđa skoro svaki dan a i mali nisu... eto, **Nataša** će za koju godinu pred oltar, od Boga zdravlje. A on čovek bez žene ne može. I bolja mu je ova nova, mlada i sposobna, valjda će tu naći sreću. I poživće, daće Bog. Nije nalik **Snežani**, da sve na svojim plećima nosi, da okopni. **Slavica** sebe više gleda, i treba. A voli da radi. I poštuju je. Jedva je izdržala tu godinu oko deteta. A i ja, sine, pričam koješta. Sreću naći neće no je našao. **Predrag** je njima sreća oboma. Daće Bog da im samo bude zdrav i veseo, eto još ni male škole nije završio a curice ga već jure. Kako mu se zove ona **Anina**? **Anđela**? Anđeo mali. Biće on junak, a i neka će. Da ga vide **Stamen** i **Dobrila**, srce bi im bilo puno. Bar se **Danilo** i **Radmila** vesele pored njega, malo tugu oko kćeri da zaborave. Bolest ti je, sine, najgora. Sve se može kad si zdrav. Ne juri nigde, sebe čuvaj. I **Dobrila** i **Stamen** odoše prerano. Stekoše pa troje dece samu ostaviše.

A nije dobro ni mnogo kad se daje. Navikne dete na lako. Eto, takav ispade **Miroslav**. I ovo dvoje decu upropastiše. **Stamena** nikad sreo nisam, **Dobrilu** jednom. Mnogo je dopuštala, još tad se videlo. Ne može da stane da prozbori a da **Miloš** nešto ne zatraži. Što zatraži, to i dobije. Sad i on i **Dušan** kradu Bogu dane. Umetnici neki, kome korist od njih? **Dušan** i napravi poneki dinar, proda poneko sočivo. Jedino tu novca ima, fotografija danas nije kao nekad. Šta sam ja slika razvio. To vreme je prošlo a **Dušan** tvrdoglav. Kaže umetnost uvek ima cenu. Ja oćutim. Pomislim na **Petra**, **Natašu** i **Predraga**. Bolje i to nego četkicom, kao **Miloš**. Danas to nikog ne zanima. Koja će za njega takvog? Čujem ja razne priče kako žive umetnici, kažu čudni ljudi. Budi, sine, čudan koliko ti volja, ali nemoj biti sam. Ne kažem da mora kao **Mirjana** što radi, sagoreva sebe da bi stekla, zna se i na koga joj je to. Ali bar da je kao **Dušan**, da ima nekog, da za sobom ima nešto. Ko će **Miloša** u starosti da gleda? Tužno je to.

Stranica 3

Poredi nas **Vesna**. Da li je bolji **Bratislav** od **Milana**, da li je bolja **Milica** od **Bojane**? Ne mogu se ljudi tako porediti. Poredi li sebe sa **Snežanom**, ili možda **Slavicom**? Poredi li **Petra** sa **Mladenom**, ili **Pavla** sa **Dejanom**? Hoće li i **Dejanovu** kćer **Anđelu** sa nekim porediti? Hoće li pričati kako se **Anđela** metnula na svoju baku **Milicu** i mane joj nalaziti? Ne mogu se ljudi tek tako porediti, bliski ljudi ponajmanje. Ako si loš sebi, uvek će ti tuđinac biti bolji nego svoj.

Stranica 4

Lako je kad imaš poroda, tad ti sve od ruke ide. **Milica** je to uvek govorila. Nije teško da **Bratislav** bude bolji od **Milana** kad mu je Bog dao. Sebi tuđe kao svoje uzeti, za to treba snage. Niko to ne zna kao **Bojana**. I na **Dušana** srditi se, lako je. Koliko znam **Miroslava**, a nikog bolje ne znam, taj bi učinio isto - samo mnogo ranije. Svako od nas na svet gleda drugačije, **Petar** i **Mladen**, **Ivana** i **Nataša**, možemo do sutra nabrajati. Nije svet kakvim ga **Vesna** vidi. Takav je samo njoj.

Stranica 5

Ni ja bolji nisam. I ja samo svoje oči imam i svet vidim kako mislim da treba. Možda je slika koju **Vesna** ima tačnija od moje. Čovek se uči i greške svoje ispravlja dok ima veka. **Milica** ih ispraviti neće. Neki kao da su rođeni pametni. **Nada** nikad ludost nije napravila. **Slavicu** tako dobro ne znam, ali i ona takav utisak ostavlja. **Dejan** i **Dušan** oba čestiti, a vole se kao braća. A deca... na njima svet ostaje. Radni kao **Petar**, probojni kao **Nataša**, umetnici budući kao **Ivana** ili svestrani kao mala **Anđela**... oni će znati više nego što sam ja ikada znao.

Pitanja i ponuđeni odgovori dati su u nastavku. U zagradama su brojevi tačnih odgovora. Pitanja 2 i 10 korigovana su nakon beta-testa (korekcije su podebljane).

1	Bratislav je Milanu:	(1)	drug iz vojske.	roditelj.	dete.
2	Anđela je Dejanu :	(3)	supruga.	sestra.	dete.
3	Bojana je Vesni:	(2)	roditelj.	usvojitelj.	sestra.
4	Milica je Bratislavu:	(3)	sestra.	pokojni roditelj.	pokojna supruga.
5	Pavle je Bratislavu:	(2)	tast.	zet.	brat.
6	Snežana je Milici:	(1)	snaja.	sestra.	roditelj.
7	Slavica je Petru:	(2)	roditelj.	maćeha.	dete.
8	Bratislav je Snežani:	(2)	dete.	svekar.	zet.
9	Dejan je Anđeli:	(2)	dete.	roditelj.	brat.
10	Bojana je Anđeli:	(1)	baba.	roditelj.	sestra.
11	Petar i Ivana su:	(3)	brat i sestra.	u braku.	u vezi.
12	Mladen je Bratislavu:	(2)	dete.	unuk.	roditelj.
13	Dušan je Nataši:	(3)	brat.	dete.	roditelj.
14	Bojana i Milan su:	(3)	razvedeni.	u vezi.	u braku.
15	Nataša je Vesni:	(2)	zaova.	dete.	snaja.
16	Miroslav je Ivani:	(3)	brat.	svekar.	roditelj.
17	Ivana je Mladenu:	(1)	sestra.	supruga.	pokojna supruga.
18	Bratislav je Milici:	(3)	suprug.	otac.	udovac.
19	Nada je Bratislavu:	(1)	dete.	supruga.	sestra.
20	Milica je Pavlu:	(1)	tašta.	udovica.	roditelj.
21	Petar je Nataši:	(3)	usvojitelj.	roditelj.	brat.
22	Anđela je Dejanu:	(2)	devojka.	dete.	supruga.
23	Slavica je Dušanu:	(3)	sestra.	roditelj.	supruga.
24	Vesna je Petru:	(1)	roditelj.	sestra.	baba.
25	Ivana je Milici:	(2)	baka.	unuka.	sestra.
26	Milica je Nadi:	(3)	sestra.	ćerka.	roditelj.
27	Slavica je Nataši:	(1)	maćeha.	majka.	usvojitelj.
28	Vesna i Dušan su:	(1)	razvedeni.	u braku.	brat i sestra.
29	Nada i Pavle su:	(3)	u vezi.	razvedeni.	u braku.
30	Anđela i Predrag su:	(1)	u vezi.	u braku.	brat i sestra.

4.2.4. Praćeni parametri i tehnički aspekti

Tokom izvršavanja aplikacije u bazu podataka se upisuju sve interakcije učesnika, ali aplikacija ne vrši nikakve transformacije nad zabeleženim podacima. Interakcije koje aplikacija beleži su:

1. svako kretanje napred ili nazad (i vremenski trenutak),
2. svako prevlačenje reči (vučena reč, reč na koju je spuštена i vremenski trenutak),
3. izabrani odgovori na sva pitanja na testu (šalju se u bazu na završetak sesije) i
4. svaka pojedinačna interakcija sa odgovorima (kao dodatna mera osiguranja).

Kao što je već rečeno, podaci se prikupljaju na najelementarniji (najopštiji) način u cilju što većeg broja mogućih varijabli za analizu čije poređenje može dati smernice za dalji razvoj i istraživanje predloženog pristupa. U bazi podataka postoje tri osnovne tabele (njihova struktura data je u tabelama 4.6 do 4.8):

quiz_results rezultati kviza, upis se vrši pri završetku sesije
user_actions prevlačenja
user_action_lessons⁸ kretanja kroz stranice

Tabela 4.6: Struktura tabele quiz_results

Column	Type	Key	Null	Extra	Default
id	int(11)	Yes	No	AUTO_INCREMENT	
session_id	varchar(255)		No		
user_name	varchar(255)		No		
question_number	int(11)		No		
user_answer	int(11)		No		NULL

Tabela 4.7: Struktura tabele user_actions

Column	Type	Key	Null	Extra
id	int(11)	Yes	No	AUTO_INCREMENT
session_id	varchar(255)		No	
user_name	varchar(255)		No	
lesson_number	int(11)		No	
subject	varchar(255)		No	
object	varchar(255)		No	
time	datetime		No	

Tabela 4.8: Struktura tabele user_actions_lessons

Column	Type	Key	Null	Default
id	int(11)	Yes	No	
session_id	varchar(255)		No	
user_name	varchar(255)		No	
lesson_number	int(11)		Yes	NULL
action	varchar(50)		No	
next_prev_lesson_number	int(11)		Yes	NULL
time	datetime		No	

Tabela 4.9: Struktura tabele quiz_results_bt

Column	Type	Key	Null	Default	Extra
id	int(11)	Yes	No		AUTO_INCREMENT
session_id	varchar(255)		No		
user_name	varchar(255)		No		
question_number	int(11)		No		
user_answer	int(11)		Yes	NULL	

Kao dodatna mera opreza, nakon problema sa upisom odgovora na pitanja tokom beta-testiranja, uvedena je dodatna tabela quiz_results_bt, čija struktura je data u tabeli 4.9.

⁸ Naziv tabele je prenesen u neizmenjenoj formi, bez korekcije štamparske greške u reči "lessons".

Kao što je već pomenuto, aplikacija je implementirana u jezicima PHP (Codeigniter) [219] i Javascript (jQuery), [220] za pristup RDF dokumentu korišćen je *framework* RAP; [221] korišćena je baza podataka MySQL a hosting provajder je preduzeće VTkom⁹ iz Novog Sada.

4.2.5. Video-uputstvo za učesnike u konačnoj verziji

Opšta struktura konačne verzije video-uputstva data je u nastavku. Uloge pojedinih video sekvenci, poput upotrebe slenga i humora, naglašene su podebljanim slovima. Na pojedinim mestima naznačene su razlike u odnosu na prvu verziju uputstva.

PRED-UVOD: kao u V1. Pre bilo čega dodat natpis: uputstvo namerno ubrzano da ne bi smorilo - **OPŠTE OHRABRENJE 1**.
DOBRODOŠLIKA: *welcome* samo jednom kratko, glas samo kaže *čao, dobrodošo ili dobrodošla*.
STRUKTURA 1 - SIVA: znak pitanja, *šta je ovo uopšte*, odmah struktura, unutrašnji pravougaonici nisu bleđi kao u V1.
KRATAK OPIS: *to je kao mali sajt* - prilagođavanje gledaocu, jednostavna formulacija: *to je sajt*.
KVANTITET: *nema mnogo teksta, 2-3 pasusa* - **OPŠTE OHRABRENJE 2**.
O ČEMU SE RADI: *znači čitaš tekst i odgovaraš na pitanja*, telefonski snimak ekrana, pikselacija, starinski izgled.
KONTINUITET I VREME: crveni polukrug ali kazaljka je animirana, takođe i telefonski snimak tajmera.
DUGME ZA ULAZAK U TEST: *čim klikneš dole na dugme za upad* - **SLENG 1**.
DUGME ZA KRAJ ZASEBNO: *ti možeš i pre toga da klikneš na kraj* - **MOTIVACIJA DA OZNAČE KRAJ.***
OPCIJA ZA KASNIJU IZRADU: *ako sad nemaš pola sata vezano, zagasi ga* - **SLENG 2**.
STRUKTURA 2 - CRVENA: ponovljena struktura sa crvenim naglascima - **REPETICIJA STRUKTURE**.
SVA PITANJA: *odgovori na sva pitanja* - pojavljuju se žute zvezde na svim pitanjima, jednom po jednom.
MATERNJI JEZIK: ne spominje se *multiple choice* na engleskom, kaže se *tri ponuđena odgovora*.
BROWSER BACK REFRESH: back i refresh bez lupe, crveno, precrtavanja nisu gruba, dodate prečice F5 i CMD-R.
TEHNIČKI RAZLOZI: naglašeno da će iz tehničkih razloga da izloguje - **UKLONJEN PRETEČI PRIZVUK**.
NEVAŽEĆI RAD: *rad će biti nevažeci za bezveze* - **SLENG 3** (PREUZET IZ V1).
EMOTIKON: "*plaky*" je prisutan ali traje kraće, sve u videu je brže - **HUMOR 1** (PREUZET IZ V1).
NEVAŽEĆI RAD: ideja da je loše da je rad nevažeci - **OPŠTA MOTIVACIJA DA SE URADI PEDANTNO** (IZ V1).
DUGMIČI NAPRED NAZAD: *ali...* - **SKRETANJE PAŽNJE 1**.
NAGLASAK: *možeš napred i nazad* - nadovezano na browser back refresh - **NAGLASAK KAKO SE KRETATI**.
NAGLASAK: *koliko god ti duša ište* - **HUMOR 2** - crvene strelice koje jasno pokazuju kontrole napred-nazad.
REKAPITULACIJA: rekapitulacija sa jačim animacijama dugmića napred nazad (pulse) i precrtani back i refresh.
VUČENJE: najvanjnija stvar - znak uzvika - **SKRETAČ PAŽNJE 2** - "tanaaaaa" - **HUMOR 3**.
PAŽNJA: "ovo nisi do sad *video kroz videla*" (element humora je i top secret natpis) - **TAKOĐE HUMOR 3**.
NAGLASAK: u šematskoj animaciji prevlačenja pojmovi nakon vučenja zaokruženi i strelica od drugog do drugog.
NAGLASAK: snimak ekrana - kod prevlačenja tri debele pune strelice pokazuju relaciju na vrhu strane.
DODATNO MOTIVISANJE NA VUČENJE: *nemoj da se ustručavaš jer baš je fora da ga iskoristiš* - **SLENG 3**.
ETIKA: cilj je da testiramo to prevlačenje - dakle prevlačenje je u redu - **ETIKA**.
NE NAPREŽI SE PREVIŠE, CILJ JE TEST APLIKACIJE, ISKORISTI POMAGALA 1: *nije cilj da testiraš svoje pamćenje*.
IZBAČENI ELEMENT: izbačena je sekvenca sa pucanjem - **NEADEKVATAN ELEMENT HUMORA IZBAČEN 1**.
NE NAPREŽI SE PREVIŠE, CILJ JE TESTIRANJE APLIKACIJE, ISKORISTI POMAGALA 2: *nemoj sebe da prisiljavaš*.
ISKORISTI POMAGALA 3: konkretno koja pomagala - *ako ti treba da se vratiš*, dugme za nazad, pulsna animacija.
KONKRETAN SCENARIO PPT animiran - *ako ti treba veza između 2 reči* - *slobodno prevuci*.
CILJ: *sa ciljem da što bolje odgovoriš na pitanja* - **MOTIVACIJA DA ŠTO BOLJE ODGOVORE** (VEĆA NEGO U V1).
SAMOSTALNO: naglašeno da se ne koriste pomoćna sredstva izvan aplikacije (još jedan naglasak da unutra može).
NEPOŽELJNI ELEMENTI: *blokče, notepad, rad u grupi* - sada su tri slike - **SPOMINJU SE I DIGITALNA POMAGALA**.
RAD U GRUPI: *ili da radiš u grupi* - **PRIJATELJSKIJI TON NEGO U V1** ("pomoć prijatelja" u V1 ima agresivni prizvuk).
ISKORISTI POMAGALA 4: *a unutar aplikacije sveeeee iskoristi* - **HUMOR 4**.
REPETICIJA ZA BACK I REFRESH: opet da ne koriste browser back i refresh - to je praktično browser back refresh 2.
BROWSERI: nema kolor grbova, samo se ostali browseri kratko pretvore u mrtvačke glave - **HUMOR 5**.
BROWSERI: *može da se desi da zabaguje nešto* - **SLENG 4** - i skraćeno je, nema "aplikacija je testirana na...".
TROLL: izbačen je "budi što jesi" troll emotikon - **NEADEKVATAN ELEMENT HUMORA IZBAČEN 2**.
* - učesnici se motivišu da, ukoliko završe ranije, kliknu na dugme za kraj, kako bi bile zabeležene razlike u vremenu

⁹ <http://www.vtkom.com/> - adresa posećena 18.11.2017.

Redosled snimljenih video sekvenci dat je u tabeli 4.10. U tabeli su pobrojane i razlike u odnosu na prvu verziju uputstva.

U nastavku su pobrojane specifičnosti u uputstvima za ostale grupe:

G2:

Nedostaju fragmenti o prevlačenju reči.

U ohrabrivanju na korišćenje pomagala prikazano je samo vraćanje.

Zaseban fragment za motivaciju, "možda za sada nije jasno čemu ovo služi, objasniću kasnije".

G3:

Pretraživač, dugmad *back* i *refresh* - ne postoji dugme za nazad u kadru.

Fragment o kretanju - samo dugme napred i rečeno da je kretanje samo napred, dodatni fragment.

Ohrabrenje za korišćenje pomagala - novi fragment sa vraćanjem za potrebe odgovora.

G4:

Pretraživač, dugmad *back* i *refresh* - ne postoji dugme za nazad u kadru.

Nema fragmenata ni o prevlačenju ni o vraćanju.

Fragment o kretanju - samo dugme napred i rečeno da je kretanje samo napred, dodatni fragment.

Zaseban fragment za kalibraciju pristupa - "bez posebnog napreznja, opušteno i prirodno".

Zaseban fragment za motivaciju, "možda za sada nije jasno čemu ovo služi, objasniću kasnije".

U uputstvu se težilo ka jednakom akcentu na prevlačenju i vraćanju (ni jedno od ova dva ponašanja ne bi smelo biti favorizovano). Učesnici su više puta ohrabreni da koriste sve što im stoji na raspolaganju u aplikaciji. Promenjena je i pozicija iz koje je formulisano uputstvo: u prvoj verziji autor je nastupio iz lične pozicije pa uputstvo sadrži informacije koje nisu od značaja učesnicima, dok bitni aspekti nisu dovoljno naglašeni (jer su bliski autoru); u drugoj verziji uputstvo nastupa iz pozicije učesnika, skrivajući aspekte važne autoru a naglašavajući aspekte važne učesniku. Ton naracije u drugoj verziji uputstva sugerise poziv na akciju, dok je u prvoj verziji imao prizvuk ravnodušnosti. U drugoj verziji prednost je data spontanosti pa su sitni lapsusi u izgovoru zadržani.

Za animirane sekvence korišćen je Microsoft Power Point 2013. Za snimanje sadržaja ekrana (*screencast*) korišćen je Camtasia Studio 8. Za fizičko snimanje ekrana korišćena je kamera mobilnog telefona Samsung GT-N7000. Zvuk je sniman rezolucijom od 24 bita i frkevcnijom odabiranja od 48kHz (u okviru videa protok iznosi 192kbps). Za snimanje zvuka korišćen je računar Apple MacBook Pro Retina Mid 2012, USB audio interfejs Lexicon Lambda i kondenzatorski mikrofون Audiotechnica 2035, u prostoru koji nije akustički tretiran (snimano iz blizine za *proximity effect*).

Tabela 4.10: Struktura i hronologija finalne verzije video-uputstva

F V2	F V1	TEMA FRAGMENTA	G1	G2	G3	G4
1	nema	uvodni natpis	✓	✓	✓	✓
2	1	dobrodošlica	✓	✓	✓	✓
3	4	struktura 1	✓	✓	✓	✓
4	2	pogled na tekst i pitanja	✓	✓	✓	✓
5	3	kontinuitet, vreme i dugme za kraj	✓	✓	✓	✓
6	4	struktura 2 i odgovori na sva pitanja	✓	✓	✓	✓
7	6	browser back refresh ne 1	✓	✓	✓ ¹	✓ ¹
8	5	dugmići napred-nazad	✓	✓		
9	5	dugme napred, zapamtiš koliko zapamtiš			✓	✓
10	7	vučenje 1 - PPT pa screencast	✓		✓ ²	
11	nema	ohrabrenje na back i vučenje	✓			
12	10 ³	ne napreži se previše ne testiraj sebe 1 (zupčanici)	✓	✓		✓
13	nema	ohrabrenje na pomagala 2 (ključ)	✓	✓		✓
14	10 ³	ne napreži se previše ne testiraj sebe 2 (Oatmeal)	✓	✓		✓
15	nema	ohrabrenje na pomagala 3 (kutija alat)	✓	✓		
16		ohrabrenje na pomagala 4 (nazad i vuča)	✓			
17	nema	ohrabrenje na pomagala 5 (samo nazad)		✓		
18	nema	ohrabrenje na pomagala 6 (samo vuča)			✓	
19	10 ³	opušteno i spontano				✓
20	nema	možda ti za sada nije jasno		✓		✓
21	10	ne varaj	✓	✓	✓	✓
22	nema	ohrabrenje na pomagala 6 ⁵	✓	✓	✓	
23	6	browser back refresh ne 2	✓	✓	✓	*
24	9	browseri	✓	✓	✓	✓
25	10 ⁶	zaključak i poziv na akciju	✓	✓	✓	✓ ⁷

F V2 - Fragment u konačnoj verziji uputstva (V2)

F V1 - Pozicija tog fragmenta u prethodnoj verziji uputstva (V1)

¹ - sa tom razlikom što ne postoji dugme za vraćanje nazad

² - kod G1 se vide dugmići za napred i nazad, kod G3 se ne vidi dugme za vraćanje nazad

³ - u verziji V1 ovo postoji ali u sklopu fragmenta 10 i veoma slabo naglašeno

⁴ - u verziji V1 postoji priča o dugmićima napred i nazad, ali ne i zasebni osvrt na nazad

⁵ - kod G1 naglasak je na sve, a kod G2 i G3 konkretno se pominje jedno pomagalo koje imaju

⁶ - u verziji V1 ovo postoji ali u sklopu fragmenta 10

⁷ - poziv na akciju se razlikuje samo kod G4, umesto "i cepaj" kaže smirujućim tonom "i opušteno"

* - grupa G4 nema ponovljeno upozorenje za back i refresh u browseru, ovo je propust u uputstvu

Za elementarno uređivanje audio fajlova korišćen je Sony Sound Forge Pro 11.0. Montiranje zvuka u prvom pokušaju prve verzije video-uputstva rađeno je u programu Adobe Audition CC 2014 na OS X-u. Za video montažu korišćen je Sony Vegas Pro 13.0. Sve operacije sa videom i zvukom, osim snimanja i montiranja zvuka u prvom pokušaju prve verzije, urađene su na računaru HP EliteBook 8770W na operativnom sistemu Microsoft Windows 7 x64. Video-uputstva hostovana su na servisu YouTube, na sledećim adresama:

G1 (naziv videa: "DYBY")	https://www.youtube.com/watch?v=Vc92cX9X8xY
Trajanje: 2:57	https://youtu.be/Vc92cX9X8xY
G2 (naziv videa: "DNBY")	https://www.youtube.com/watch?v=JX1b8bNxOxA
Trajanje: 2:25	https://youtu.be/JX1b8bNxOxA
G3 (naziv videa: "DYBN")	https://www.youtube.com/watch?v=9_9Mz2HtcfA
Trajanje: 2:39	https://youtu.be/9_9Mz2HtcfA
G4 (naziv videa: "DNBN")	https://www.youtube.com/watch?v=N0Ir12fLmcY
Trajanje: 2:32	https://youtu.be/N0Ir12fLmcY

Važni datumi izrade druge verzije video-uputstva dati su u nastavku.

Camtasia: (snimci ekrana)	31. 05. - 07. 06. izuzeci: neke reči su sive (nema back): 16. 06. pretraživač <i>back</i> i <i>refresh</i> (nema dugmeta za povratak): 17.06.
Audio:	29. 05. - 31. 05.
PPT: (animacije)	31. 05. - 07. 06. izuzeci: neke reči su sive (nema dugmeta za povratak): 17. 06. pretraživač <i>back</i> i <i>refresh</i> (nema dugmeta za povratak): 17. 06.
Vegas: (video obrada)	G1: 01. 06. - 17. 06. G2: 05. 06. - 16. 06. G3: 05. 06. - 17. 06. G4: 05. 06. - 17. 06.
Render:	17. 06. 2015. sva 4 video-uputstva podignuta na YouTube.

Sinopsis konačne verzije video-uputstva za korisnike dat je u Prilogu B, odeljak B.1, a pomoćno tekstualno (HTML) uputstvo u odeljku B.2.

4.2.6. Verifikacioni eksperiment

Nakon glavnog eksperimenta izvršena je verifikacija rezultata u kontekstu inženjerskog obrazovanja. [238] Metodologija eksperimenta je identična onoj kod glavnog eksperimenta, uz sledeće razlike:

- tema teksta i pitanja je programski jezik Java,
- postoji 15 pitanja (uz istu strukturu: 2 stranice teksta i 3 sa tekstom i 5 pitanja),
- vreme je (po proceni autora, zbog obimnosti) podignuto na 45 minuta.

U nastavku je dat tekst verifikacionog eksperimenta.

U leksičke elemente Jave spadaju whitespaces (beli znaci), komentari (comments) i tokeni (tokens). Whitespace je ono što se ne vidi na ekranu a služi za formatiranje ispisa: space (blanko znak), tab (tabulator), newline (prelaz u novi red) i sl. Komentari se označavaju isto kao u jeziku C (znakovima `/* */` za više redova, odnosno `//` za jedan red). Osim standardnih komentara, Java poznaje i javadoc komentare (oznaka početka je `/**`) koji služe za automatsko generisanje dokumentacije. U tokene spadaju identifikatori (identifiers), liteali (literals), operatori (operators), ključne reči (keywords) i separatori (separators). Literal je svaka konkretna vrednost, koja može biti broj (numerički literal), slovo (znakovni), string (znakovni niz), logički (vrednost true ili false isključivo) i null (koja označava da pokazivač ne pokazuje ni na šta). Broj (numerički literal) može biti celobrojni i realni (što je definisano tipovima). U tipove podataka spadaju primitivni tipovi: int (celobrojni), long (celobrojni dvostrukog opsega), float (realni), double (realni dvostruke tačnosti), char (znakovni) i boolean (logički), kao i referentni tipovi u koje spadaju klasa (class), interfejs (interface) i niz (array, polje). Kada napišemo ceo broj, Java podrazumeva da se radi o tipu int a ako želimo tip long to treba naglasiti slovom L na kraju konstante. Kada napišemo realan broj (razlomljen broj), Java podrazumeva da se radi o tipu double a ako želimo tip float to moramo da naglasimo slovom F na kraju broja. Literal znakovnog tipa je bilo koji znakovni podatak, odnosno char tip, ili bilo koji string (znakovni niz). Char je omeđen znakom apostrof (single quote), dok je string omeđen znakom navodnik (double quote). Specijalan znak za štampanje specijalnih znakova je kontra-kosa crta ili backslash ("`\"`"). Ovaj znak je poznat kao escape znak.

Kod Jave nema eksplicitnog definisanja pokazivača. Kada se kreira promenljiva koja spada u referentni tip podataka, implicitno biva kreiran pokazivač kome biva dodeljena adresa podatka kada se pokazivani podatak kreira. Pre kreiranju pointera njemu po defaultu biva dodeljena vrednost null dok mu se ne ukáže na konkretan podatak na koji će pokazivati. Ovo generiše programersko okruženje u kome ne postoje pokazivači u eksplicitnom smislu. Pointeri su implicitno prisutni.

Operatori se u Javi dele u sledeće grupe: aritmetički, operatori dodele, inkrementiranja i dekrementiranja, logičke, operatore poređenja, pristupa članovima, poziva funkcije, koverzije tipova, kreiranje objekata ispitivanje tipa objekta, operator zarez i ternarni uslovni operator. Aritmetički operatori, operatori dodele, inkrementiranje i dekrementiranje, logički operatori i operatori poređenja su identični kao kod jezika C a operatori po bitovima mogu biti logički (`&`) | `^` `~`) i pomeranja (`<<` `>>`). Operatori za pristup članovima su: pristup članovima niza (`[]`) i pristup članovima klase interfejsa ili paketa (`.`). Novi objekat kreira se operatorom new a pripadnost objekat tipu se proverava instanceof operatorom. Kod ternarnog operatora kod Jave i jezika C nema razlike, kao i kod operatora zarez. Separatori omeđuju logičke celine u kodu i u njih spadaju: "`()`" (omeđuju if i while strukture, kao i brojač for petlje), "`{}`" (omeđuju blok koda) i "`;`" (označava kraj pojedinačne naredbe u kodu). Deklaracija promenljivih je identična kao u jeziku C a tip, kao i tamo, određuje tip i opseg vrednosti podataka i skup dozvoljenih operacija nad podatkom.

Osim primitivnih tipova postoje i referentni tipovi, koje je potrebno eksplicitno kreirati operatorom new (što za sve referentne tipove uz par sintakasnih izuzetaka). Objekti koji nisu referencirani biće izbrisani automatski za šta je zadužen garbageCollector, tako da destruktork u Javi nije potrebno ni moguće definisati.

Klasa u Javi može da sadrži attribute, jedan podatak ili više njih. Može sadržati metode takođe, jednu funkciju ili više njih. Ako metod pripada klasi, postoji samo jedna instanca tog metoda i on se poziva za klasu a ne za objekat odnosno na način `ImeKlase.imeMetoda()`. Ako podatak pripada klasi, onda postoji jedna instanca tog podatka koja je zajednička za sve objekte pri čemu reč static označava pripadnost klasi. Isto važi i kada je u pitanju konstanta koja može pripadati klasi ako ima static oznaku. Ako je podatak označen sa final, on je konstanta i mora biti inicijalizovan pri deklaraciji. Reč public znači da se atribut odnosno funkcija može videti iz svih ostalih klasa. Reč protected znači da se atribut odnosno funkcija može videti samo iz nasleđene klase. Reč private označava da se atribut odnosno funkcija može videti samo unutar klase ali ne i od izvan. Ukoliko se izostavi modifikator pristupa, podrazumeva se da je on default što znači da se atribut odnosno funkcija vide u klasama unutar istog paketa u kome je klasa.

Bar jedna klasa mora sadržati funkciju public static void main (String args[]) od koje počinje izvršavanje programa. Ispis na ekran izvršava se pozivom funkcije System.out.print ili println (ako se želi prelazak u novi red nakon ispisa), a argument je String tipa. Operator + se koristi kada je potrebna konkatenacija stringova. Metodi sa preklopljenim imenima moraju se razlikovati i po povratnom tipu i po argumentima. Svaka klasa mora imati podrazumevani Konstruktor makar i prazan. Ukoliko se on ne

napiše u telu klase, kompajler će sam dodati prazan. Klasa obično ima više konstruktora koji se moraju razlikovati po tipu i redosledu argumenata.

U javi se koristi reč extends za nasleđivanje klasa. Klasa može imati jednu ili više potklasa dok jedna klasa može imati superklasu ali ne i više. Konstruktor koji sadrži natklasa poziva se sa super() dok se konstruktor iz same klase poziva sa this() ukoliko je potrebno. Reč final označava da se klasa ne može nasleđivati a u slučaju da stoji ispred metoda taj metod se u subklasi ne može predefinisati. Klasa može biti public ili default ali private ili zaštićena ne. Ako metod nema telo kaže se da je apstraktan a ako klasa ima makar jedan takav metod onda je ona apstraktna i ne može se instancirati već služi za nasleđivanje. U oba slučaja abstract je reč kojom se apstraktnost označava. U slučaju da klasa ima sve metode koji su apstraktni ona se naziva intefejs koji takođe služi da se nasleđuje pri čemu se kaže da klasa implementira intefejs i jedna klasa može da ih implementira više. Reč implements se u ovom slučaju upotrebljava. Interfejs može imati attribute i oni su po difoltu static final međutim to nije dobra praksa.

Klase mogu da se podele u grupe u odnosu na svoju svrhu ili nasleđivanje. Način da se ovo uradi je paket i za svaki se formira folder na fajl sistemu, a paket može sadržati i potpaket ukoliko je potrebno. Reč import služi da se paket uveze u kod. Reč package (nakon koga ide ime paketa) kaže da klasa pripada paketu datog imena. Fabrički paket java.lang sadrži wrapper klase koje služe da obmotaju primitivne tipove kada je potrebno da podaci budu referentnog tipa. Ovo su klase Integer , Long , Float , Double , Boolean dok klasa String služi za podatke koji su string (znakovni niz). U nizovima tipa Object potrebno je iskoristiti omotač ukoliko je potrebno primitivni tip imati kao element. Jedna od klasa iz paketa java.lang je final klasa System koja simbolizuje računar i ima attribute in i out koji su standardni ulaz odnosno izlaz.

Graf veza (RDF) sadrži sledeće veze između pojmova:

atribut	je u Javi ono što je inače poznato kao	podatak
atribut	je u Javi ono što je inače poznato kao	podatakČlan
atribut	može postojati (i obično postoji) u	klasa
atribut	može postojati samo kao static final u	interfejs
atribut	pripada celoj klasi (ne samo objektu) ako je	static
atribut	ne može menjati vrednost ako je	final
metod	je u javi ono što se inače zove	funkcija
metod	može postojati (i obično postoji) u	klasa
metod	mora biti apstraktan ako je u	interfejs
metod	ako mu nije definisano telo onda je	apstraktan
metod	klase se označava sa	static
metod	ne može biti predefinisano ako je	final
metod	koji se poziva sa super tačka je metod iz	natklasa
metod	može biti predefinisano u	potklasa
klasa	ako ima makar 1 apstraktni metod je	apstraktna
klasa	ako ima sve apstraktne metode zove se	interfejs
klasa	po pravilu ima više od jednog	konstruktor
klasa	mora imati	podrazKonstr
klasa	može drugu klasu da	ekstenduje
klasa	može drugu klasu da	nasleđuje
klasa	može imati jednu ili više	potklasa
klasa	može imati samo jednu	natklasa
klasa	je vidljiva i van svog paketa ako je	public
klasa	ne može biti	private
klasa	ne može biti	protected
klasa	se ne može nasleđivati ako je	final
potklasa	može imati samo jednu	natklasa
interfejs	sadrži isključivo apstraktne	metod
interfejs	ne može biti	private
interfejs	je po difoltu	public
interfejs	ne može biti	protected
interfejs	ne može biti	final
interfejs	je nešto od čega se ne može napraviti	objekat
this()	poziva sopstveni (sopstvene klase)	konstruktor
this	je pokazivač na sopstvenu	klasa
super()	poziva konstruktor natklase od	klasa
super	je pokazivač na natklasu od sopstvene	klasa
super()	je pokazivač na konstruktor	natklasa
super()	je pokazivač na konstruktor	superklasa
super()	je poziv za	superkonstruktor
subklasa	je isto što i	potklasa
superklasa	je isto što i	natklasa

implementira	je za interfejs isto što i za klasu	nasleđuje
compareTo	služi za poređenje stringova umesto	==
wrapper	je klasa koja služi kao	omotač
wrapper	je pored ostalih i	Integer
wrapper	je pored ostalih i	Long
wrapper	je pored ostalih i	Float
wrapper	je pored ostalih i	Double
wrapper	je pored ostalih i	Boolean
wrapper	nije	String
float	je tip koji je moguće obmotati klasom	Float
double	je tip koji je moguće obmotati klasom	Double
int	je tip koji je moguće obmotati klasom	Integer
long	je tip koji je moguće obmotati klasom	Long
boolean	je tip koji je moguće obmotati klasom	Boolean
string	je ono čime se manipuliše pomoću klase	String
string	nije	tip
paket	je	package
paket	ima fizički u fajl sistemu svoj	folder
java	izgleda kao da nema nigde u kodu	pointer
pointer	je isto što i	pokazivač
java	nema	destruktor
garbageCollector	uništava automatski nereferencirani	objekat
garbageCollector	služi u Javi umesto	destruktor
klasa	spada u referentni	tip
interfejs	spada u referentni	tip
niz	spada u referentni	tip
klasa	ne spada u primitivni	tip
interfejs	ne spada u primitivni	tip
niz	ne spada u primitivni	tip
int	spada u primitivni	tip
long	spada u primitivni	tip
float	spada u primitivni	tip
double	spada u primitivni	tip
boolean	spada u primitivni	tip
char	spada u primitivni	tip
int	ne spada u referentni	tip
long	ne spada u referentni	tip
float	ne spada u referentni	tip
double	ne spada u referentni	tip
boolean	ne spada u referentni	tip
char	ne spada u referentni	tip

Pitanja u verifikacionom eksperimentu data su u nastavku.

1. Metod i funkcija su:

dva osnovna elementa klase.
isto. (T)
ideja i implementacija.

4. Atribut znači:

argument.
osobina.
podatak. (T)

7. Klasa u Javi:

može imati proizvoljan broj natklasa.
može imati samo jednu natklasu. (T)
obavezno ima više natklasa.

10. Niz je:

referentni tip. (T)
primitivni tip.
različito od tipa.

13. U Javi klasa:

može biti zaštićena kada je to potrebno.
može biti zašt. samo kada se ne nasleđuje.
ne može biti zaštićena. (T)

2. U Javi je true:

atribut.
tip.
literal. (T)

5. U Javi je konstanta označena sa:

static.
final. (T)
constant.

8. U Javi destruktor:

obavezno mora biti definisan.
ne postoji. (T)
postoji samo u klasama koje su final.

11. Klasa System je final:

samo ako tako naglasimo u programu.
nikad.
uvek. (T)

14. Klasa je final:

ako se ne može nasleđivati. (T)
ako su joj svi atributi konstantni.
ako se od nje ne mogu praviti objekti.

3. U Javi je string:

klasa. (T)
literal.
tip.

6. Metod je final kada:

se ne može predefinisati. (T)
mu je makar jedan argument konstanta.
postoji samo u potklasi.

9. U Javi su pokazivači:

česta pojava u kodu.
nevidljivi u kodu ali prisutni. (T)
odsutni iz koda.

12. Klasa String:

može da bude wrapper po potrebi.
nije wrapper. (T)
je wrapper.

15. U javi je komentar:

sličnog formata kao u C-u.
istog formata kao u C-u. (T)
potpuno drugačijeg formata u odn. na C

Informacije o izvršenju verifikacionog eksperimenta date su u nastavku. Rezultati verifikacionog eksperimenta dati su u poglavlju 5, nakon rezultata glavnog eksperimenta).

4.3. Izvođenje eksperimenta

U ovom odeljku biće prikazano izvođenje eksperimenta, što uključuje regrutaciju učesnika, poziv i dinamiku odziva učesnika i inicijalnu obradu dobijenih rezultata.

Regrutacija dobrovoljaca za učešće u eksperimentu započela je u jesen 2014. godine među studentima prve godine Elektronskog fakulteta u Nišu, u sklopu predavanja iz predmeta Uvod u računarstvo uz saglasnost predmetnih profesora. Ovaj metod se pokazao nedovoljno efikasnim, zbog čega je razvijena Veb aplikacija za prijavu. Studentima je predočeno da je učešće u eksperimentu dobrovoljno i bez uticaja na rezultate ispita. Studenti koji su prihvatili da učestvuju svoju saglasnost dali su u okviru aplikacije. Ukupan broj studenata prve godine generacije 2014/15 bio je 474. Broj prijavljenih putem aplikacije bio je 371 a ukupan broj prijavljenih, uključujući i naknadno prijavljene putem elektronske pošte i društvenih mreža, bio je 385. Dobrovoljci su podeljeni u 4 grupe (generisanje slučajnih brojeva izvršeno je putem sajta random.org, *timestamp*: 2015-06-21 18:46:12 UTC, slika 4.15).

1	2	4	4	2	1	3	3	4	1	3	3	2	2	4	4	4	1	4	3	3	3	4	2	1	1	1	1	4	2	3	2	1	2	4	2	3	2	3	3	1	1	2	3	2	2	4	2	4	3	1	3	3	4	3	
4	4	1	3	1	4	2	2	3	2	3	1	4	1	1	1	1	1	3	3	1	3	3	4	2	1	2	1	4	2	4	3	1	3	3	2	3	4	4	4	3	4	4	1	3	1	4	4	2	4	4	1	3	1	4	
2	3	4	1	3	1	1	2	4	2	2	1	2	3	3	4	1	4	2	3	3	2	2	1	2	4	4	1	4	1	1	2	4	3	1	4	4	3	2	3	3	1	1	2	4	3	2	2	2	2	2	1	4	2		
3	4	1	1	1	1	1	3	4	3	2	4	2	2	1	2	4	4	2	1	1	3	3	1	2	2	1	3	4	3	4	3	3	1	1	2	4	2	4	3	1	2	2	2	4	2	3	2	4	1	1	3	3	3		
1	3	2	1	1	2	4	1	2	2	1	4	4	2	1	3	2	2	2	1	1	3	2	3	4	1	2	4	2	4	3	1	2	2	3	2	1	3	2	3	2	1	4	3	2	4	1	1	4	3	1	3	1	1	4	1
2	4	2	4	2	4	3	4	1	2	2	3	3	4	4	2	4	3	3	4	3	3	3	1	3	2	4	3	3	2	4	2	3	4	1	2	4	4	1	4	4	3	2	2	3	1	1	1	3	4	2	1	4	2	1	3
3	3	4	1	1	4	1	3	2	3	1	2	4	4	2	3	2	1	3	2	1	2	2	3	1	4	1	4	2	1	2	2	1	1	2	3	2	2	4	4	3	2	4	4	3	2	4	2	3	3	2					

Slika 4.15: Raspodela učesnika po grupama

Nad raspodelom je izvršena sitna ručna korekcija (bez uvida u identitete učesnika) radi ravnomerne raspodele kandidata po grupama. Korigovana raspodela, zajedno sa razlikama u odnosu na originalnu, prikazana je na slici 4.16 i sadrži 96, 96, 96 i 95 učesnika po grupama, respektivno. Predviđeno je 30 učesnika po grupi, uz 10 rezervnih učesnika za slučaj neodazivanja. Iz svake grupe slučajno je izabrano po 40 učesnika (random.org), slika 4.17, čime su svi uslovi za izvođenje eksperimenta bili ispunjeni, ali je početak eksperimenta odložen zbog junskog ispitnog roka, a 24.06.2015. izabranim učesnicima poslata je najavna poruka.

C:\Users\Martin Ivanec\Desktop\01.txt	C:\Users\Martin Ivanec\Desktop\02.txt
1 2 4 4 2 1 3 3 4 1 3 3 2 2 4 4 4 1	4 2 4 4 2 1 3 3 4 1 3 3 2 2 4 1 4 1
4 3 3 3 4 2 1 1 1 1 4 2 3 2 1 2 4	4 3 3 3 4 4 1 1 1 1 4 2 3 2 1 2 4
2 3 2 3 3 1 1 2 3 2 2 4 2 4 3 1 3 3	2 3 4 3 3 1 1 2 3 2 2 4 2 4 3 1 3 3
4 3 4 4 1 3 1 4 2 2 2 3 2 3 1 4 1 1	4 3 4 4 1 3 1 4 2 2 2 3 4 3 1 4 1 1
1 1 1 3 3 1 3 3 4 2 1 2 1 4 2 4 3 1	1 1 1 3 3 1 3 3 4 2 1 2 1 4 2 4 3 1
3 3 2 3 4 4 4 3 4 4 1 3 1 4 4 2 4 4	3 3 2 3 4 4 4 3 4 4 1 3 1 4 4 2 4 4
1 3 1 4 2 3 4 1 3 1 1 2 4 2 2 1 2 3	1 3 1 4 2 3 4 1 3 1 1 2 4 2 2 1 2 3
3 4 1 4 2 3 3 3 2 2 1 2 4 4 1 4 1 1	3 4 1 4 4 3 3 3 2 2 1 2 4 4 1 4 1 1
2 4 3 1 4 4 3 2 3 3 1 1 2 4 3 2 2 2	2 4 3 1 4 4 3 2 3 3 1 1 2 4 3 2 2 2
2 2 2 1 4 2 3 4 1 1 1 1 1 3 4 3 2 4	2 2 2 1 4 2 3 4 1 1 1 1 1 3 4 3 2 4
2 2 1 2 4 4 2 1 1 1 3 3 1 2 2 1 3 4	2 2 1 2 4 4 2 1 1 1 3 3 1 2 2 1 3 4
3 4 3 3 1 1 2 4 2 4 3 1 2 2 2 4 2 3	3 4 3 3 1 1 2 4 2 4 3 1 2 2 2 4 2 3
2 4 1 1 3 3 3 3 1 3 2 1 1 2 4 1 2 2	2 4 1 1 3 3 3 3 1 3 2 1 1 2 4 1 2 2
1 4 4 2 1 3 2 2 2 1 1 3 2 3 4 1 2 4	1 4 4 2 1 3 2 2 2 1 1 3 2 3 4 1 2 4
2 4 3 1 2 2 3 2 1 3 2 3 2 1 4 3 2 4	2 4 3 1 2 2 3 2 1 3 2 3 2 1 4 3 2 4
1 1 4 3 1 3 1 1 4 1 2 4 2 4 2 4 3 4	1 1 4 3 1 3 1 1 4 1 2 4 2 4 2 4 3 4
1 2 2 3 3 4 4 2 4 3 3 4 3 3 3 1 3 2	1 2 2 3 3 4 4 2 4 3 3 4 3 3 3 1 3 2
4 3 3 2 4 2 3 4 1 2 4 4 1 4 4 3 2 2	4 3 3 4 4 2 3 4 1 2 4 4 1 4 4 3 2 2
3 1 1 1 3 4 2 1 4 2 1 3 3 3 4 1 1 4	3 1 1 1 3 4 2 1 4 2 1 3 3 3 4 1 1 4
1 3 2 3 1 2 4 4 2 3 2 1 3 2 1 2 2 3	1 3 2 3 1 3 4 4 2 3 2 1 3 2 1 2 2 3
1 4 1 4 2 1 2 2 1 1 2 3 2 2 4 4 3 2	1 4 1 4 2 1 2 2 1 1 2 3 2 2 4 4 3 2
4 2 3 3 2	4 2 3 3 2

Slika 4.16: Korekcija raspodele po grupama i razlika u odnosu na originalnu raspodelu

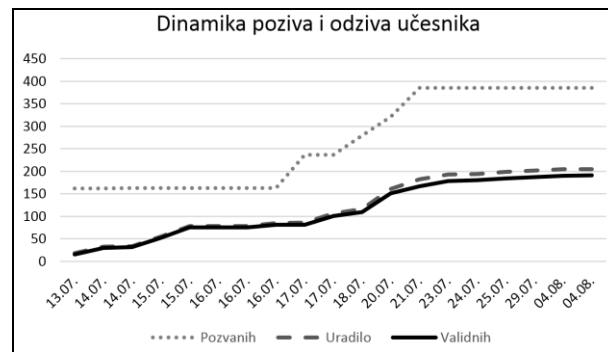
<p>Grupa 1 (96 članova) 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 15, 18, 19, 21, 25, 29, 31, 35, 38, 39, 41, 50, 52, 53, 54, 56, 57, 58, 59, 64, 68, 69, 70, 75, 77, 78, 81, 82, 84, 85, 89, 91, 94 Timestamp: 2015-06-21 19:19:43 UTC</p>
<p>Grupa 2 (96 članova) 1, 3, 4, 9, 11, 12, 16, 17, 19, 24, 30, 32, 33, 35, 38, 39, 40, 42, 45, 48, 49, 52, 56, 58, 60, 61, 66, 67, 68, 69, 73, 76, 81, 82, 84, 86, 90, 91, 93, 94 Timestamp: 2015-06-21 19:20:03 UTC</p>
<p>Grupa 3 (96 članova) 2, 3, 5, 9, 14, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 34, 38, 41, 42, 46, 49, 50, 51, 52, 54, 56, 59, 65, 66, 67, 70, 75, 76, 79, 81, 90, 91, 94 Timestamp: 2015-06-21 19:20:18 UTC</p>
<p>Grupa 4 (95 članova) 1, 2, 3, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 24, 25, 26, 27, 28, 33, 35, 39, 43, 44, 32, 54, 56, 58, 68, 72, 76, 77, 79, 80, 81, 82, 88, 89, 90, 91, 94, 95 Timestamp: 2015-06-21 19:20:40 UTC</p>

Slika 4.17: Raspodela učesnika po 4 grupe od 40

Poziv izabranim učesnicima upućen je 12.07.2015. elektronskom poštom. Ukupno validnih radova nakon prvog dana bilo je 9,2% (što čini 34.9% od otvorenih pozivnih poruka). Niska stopa odziva ukazala je da je elektronska pošta neefikasan način komunikacije sa učesnicima. Poziv je ponovljen putem društvene mreže Facebook, što je rezultiralo kumulativnim odzivom od 19,6% u toku istog dana. Po stopi odziva procenjeno je da broj pozvanih kandidata nije dovoljan, pa su učinjena još dva poziva (sa brojem pozvanih po grupama u skladu sa odzivima grupa). Zaključno sa trećim pozivom pozvani su svi prijavljeni učesnici (ukupno 385). Na dan 20.07.2015. sve grupe su ostvarile minimalni broj od 30 validnih radova čime je postignut minimum potreban za uspeh eksperimenta, ali eksperiment nije prekinut.

Tabela 4.11: Dinamika poziva i odziva učesnika tokom eksperimenta

Datum	Vreme	Pozvano:					Uradilo:					Validnih:				
		G1	G2	G3	G4	Σ	G1	G2	G3	G4	Σ	G1	G2	G3	G4	Σ
13.07.	4:12	41	40	40	41	162	9	3	2	4	18	7	2	2	4	15
14.07.	18:23	41	40	40	41	162	16	7	5	5	33	13	7	5	5	30
14.07.	23:07	42	40	40	41	163	17	7	5	5	34	15	7	5	5	32
15.07.	14:46	42	40	40	41	163	21	12	10	12	55	18	12	10	12	52
15.07.	23:54	42	40	40	41	163	26	16	14	22	78	25	15	14	21	75
16.07.	0:06	42	40	40	41	163	26	16	14	22	78	25	15	14	21	75
16.07.	2:35	42	40	40	41	163	26	16	14	22	78	25	15	14	21	75
16.07.	23:54	42	40	40	41	163	26	18	16	25	85	24	16	16	25	81
17.07.	18:05	55	62	63	57	237	26	19	16	25	86	24	16	16	25	81
17.07.	22:29	55	62	63	57	237	30	25	19	33	107	28	22	19	32	101
18.07.	19:16	62	76	77	64	279	32	25	25	34	116	30	23	23	33	109
20.07.	4:49	69	90	91	71	321	41	42	39	39	161	39	36	38	38	151
21.07.	0:41	76	115	118	76	385	45	47	49	41	182	43	38	47	39	167
23.07.	4:49	76	115	118	76	385	46	52	51	44	193	44	43	49	42	178
24.07.	0:57	76	115	118	76	385	46	52	52	44	194	45	43	50	42	180
25.07.	23:55	76	115	118	76	385	46	54	55	44	199	45	44	53	42	184
29.07.	1:13	76	115	118	76	385	47	55	56	44	202	45	47	53	42	187
04.08.	5:23	76	115	118	76	385	47	56	57	45	205	45	48	54	43	190
04.08.	22:21	76	115	118	76	385	47	56	57	45	205	45	48	55	43	191



Slika 4.18: Graf odziva učesnika tokom eksperimenta (sve grupe)

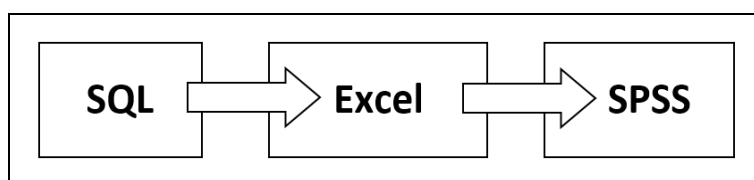
Kraj eksperimenta proglašen je 04.08.2015; u tom momentu zabeležen je 191 validan rad (po grupama 45, 48, 55 i 43), što čini 49.61% od pozvanih učesnika. Ovaj odziv smatran je dobrim u skladu sa okolnostima (vreme letnjih odmora). Dinamika odziva data je u tabeli 4.11, odnosno grafički na slici 4.18.

Tokom eksperimenta utvrđena su još 2 tehnička nedostatka. Prvi nedostatak je pitanje 10, na koje ni jedan od ponuđenih odgovora nije tačan, pa je to pitanje isključeno iz analize. Drugi nedostatak je nepostojanje dijaloga koji, na pritisak na dugme za završetak, pita učesnika da li je siguran da želi da završi sa eksperimentom. Određeni broj učesnika želeo je da pogleda sve stranice na početku eksperimenta i sekvencijalno je birao dugme za kretanje napred, mahinalno izabravši i dugme za završetak. Nekima od ovih učesnika, koji su prijavili ovaj problem, omogućeno je ponovno učešće u eksperimentu za vreme trajanja eksperimenta. Nakon završetka

prikupljeni su podaci iz baze i ni jedan kasniji rad, ukoliko ih je bilo, nije uključen u analizu.

Verifikacija rezultata eksperimenta u kontekstu inženjerskog obrazovanja, pomenuta u prethodnom odeljku, proizvela je 27 validnih radova (12 u eksperimentalnoj i 15 u kontrolnoj grupi, grupe G1 i G2). Analiza ovih rezultata urađena je na identičan način kao analiza rezultata glavnog eksperimenta, a rezultati su dati u narednom poglavlju, nakon rezultata glavnog eksperimenta.

Nakon eksperimenta izvršena je inicijalna obrada sirovih rezultata u programu Microsoft Excel 2011, a cilj obrade bilo je dovođenje sirovih podataka prikupljenih tokom eksperimenta (3 tabele u MySQL bazi podataka) u format pogodan za statističku analizu u programu IBM SPSS 22 (slika 4.19).



Slika 4.19: Sekvenca obrade rezultata eksperimenta

Kao što je već pomenuto u sklopu opisa eksperimentalne aplikacije (odeljak 4.2), tokom eksperimenta podaci o korisnikovim interakcijama sa beleženi su u tri tabele (četvrta tabela sa rezervnim upisima interakcija sa odgovorima na pitanja nije od interesa jer tokom upisa u regularnu tabelu sa odgovorima nije bilo neregularnosti):

quiz_results učesnikovi izabrani odgovori na pitanja, **6996** redova,

user_actions sva prevlačenja, **4394** reda i

user_action_lessons sva kretanja (napred/nazad), **10657** redova.

Vežu između tabela predstavljaju korisničko ime (broj indeksa) učesnika i identifikator sesije (session_id). Drugi navedeni parametar varirao kod učesnika kojima je omogućen drugi pokušaj; kod tih kandidata povezivanje je vršeno samo po broju indeksa. Eksperimentalna aplikacija nije vršila nikakve transformacije nad podacima. Razvoj eksperimenta započet je sa jednim pitanjem: *da li predloženi pristup može poboljšati učenje tako što će umanjiti potrebu za prisilnim skretanjem učenika sa njegovog prirodnog puta učenja*. Tokom rane faze razvoja eksperimenta ovo pitanje formulisano je preciznije, kroz hipotezu H1 (pitanje da li predloženi sistem može umanjiti potrebu za vraćanjem kroz gradivo u situacijama kada je

učeniku nejasna veza između neka dva pojma, čije poznavanje za njega predstavlja preduslov za nastavak učenja dalje od tačke na kojoj se susreo sa datim parom pojmova) i prošireno pitanjima spremnosti za nastavak (skor na pitanjima) i vremena, formulisanim kroz hipoteze H2 i H3. Skup od osam dodatnih pitanja proizašao je iz uvođenja mogućnosti vraćanja kao druge nezavisne varijable (i formiranja grupa G3 i G4), a moguća dalja pitanja razmatrana su do kraja razvoja eksperimenta i tokom njegovog izvršenja. U skladu sa navedenim paralelnim, iterativnim razvojem pitanja, hipoteza i, konsekventno, varijabli, implementacija bilo kakvih transformacija nad podacima odbačena je kao ograničavajuća u korist prikupljanja sirovih podataka, otvorenih za proizvoljne transformacije nakon završetka eksperimenta, uz svest o mogućnosti da se tokom obrade rezultata uoče novi, neočekivani obrasci i u skladu sa njima formiraju nove varijable i obave nove analize. U tom smislu postupak obrade rezultata može se podeliti na sledeće (međusobno prepletene, iterativne) etape:

- čišćenje sirovog skupa podataka od nevalidnih podataka,
- definisanje kompletnog ciljnog skupa hipoteza,
- a čime je definisan skup varijabli za analizu i
- agregacija podataka iz tabela (formiranje tabele varijabli za program SPSS).

Radi podsećanja, u nastavku će biti dato 11 hipoteza koje su razvijene tokom izrade eksperimenta (osnovni i prošireni skup hipoteza):

- H1:** linearnost puta kroz gradivo biće veća kod grupe G1 u odnosu na G2.
- H2:** prosečno vreme izrade biće kraće kod grupe G1 u odnosu na G2.
- H3:** prosečan skor biće veći kod grupe G1 u odnosu na G2.
- H4:** prosečan skor neće biti različit među grupama G2 i G3.
- H5:** prosečan skor na testu kod grupe G3 biće veći u odnosu na grupu G4.
- H6:** prosečno vreme izrade kod grupe G2 biće manje u odnosu na grupu G3.
- H7:** prosečan skor na testu neće biti različit među grupama G1 i G3.
- H8:** prosečan skor na testu na pitanjima tipa "O" biće veći kod G1 u odnosu na G3.
- H9:** prosečno vreme izrade kod grupe G4 biće veće nego kod grupe G2.
- H10:** prosečan skor na testu biće veći kod grupe G2 u odnosu na grupu G4.
- H11:** prosečan skor na testu biće veći kod grupe G1 u odnosu na grupu G4.

Tabela 4.12: Sve varijable za statističku analizu rezultata istraživanja (182 varijable)

index	skorNa29	skorNaIL1	22d	29i
ime	skorNa30	skorNaIL2	23d	30i
roditelj	tipPit1	skorNaIL12	24d	1t
prezime	tipPit2	skorNaRE2	25d	2t
pol	tipPit3	skorNaOE1	26d	3t
godiste	tipPit4	skorNaOE2	27d	4t
grupa	tipPit5	skorNaOE12	28d	5t
skorBez10	tipPit6	skorNaOIT2	29d	6t
skorSa10	tipPit7	bx	30d	7t
skorNa1	tipPit8	t1	1i	8t
skorNa2	tipPit9	t2	2i	9t
skorNa3	tipPit10	t3	3i	10t
skorNa4	tipPit11	t4	4i	11t
skorNa5	tipPit12	t5	5i	12t
skorNa6	tipPit13	tTotal	6i	13t
skorNa7	tipPit14	bzv	7i	14t
skorNa8	tipPit15	1d	8i	15t
skorNa9	tipPit16	2d	9i	16t
skorNa10	tipPit17	3d	10i	17t
skorNa11	tipPit18	4d	11i	18t
skorNa12	tipPit19	5d	12i	19t
skorNa13	tipPit20	6d	13i	20t
skorNa14	tipPit21	7d	14i	21t
skorNa15	tipPit22	8d	15i	22t
skorNa16	tipPit23	9d	16i	23t
skorNa17	tipPit24	10d	17i	24t
skorNa18	tipPit25	11d	18i	25t
skorNa19	tipPit26	12d	19i	26t
skorNa20	tipPit27	13d	20i	27t
skorNa21	tipPit28	14d	21i	28t
skorNa22	tipPit29	15d	22i	29t
skorNa23	tipPit30	16d	23i	30t
skorNa24	skorNaE1	17d	24i	ukBrPrev*
skorNa25	skorNaE2	18d	25i	efikasnost*
skorNa26	skorNaE12	19d	26i	
skorNa27	skorNaIT1	20d	27i	
skorNa28	skorNaIT2	21d	28i	

Značenje naziva pojedinih varijabli dato je u nastavku:

- skorBez10: skor na svim pitanjima ne računajući pitanje 10 (sa greškom),
- skorSa10: skor na svim pitanjima, računajući i pitanje 10,
- skorNaN: skor na n-tom pitanju (0 ili 1),
- tipPitN: tip kome pripada n-to pitanje (pomoćne varijable),
- skorNaE1, skorNaE2...: skor na pitanjima odgovarajućeg tipa,
- bx: ukupan broj povratka na prethodnu stranu,
- t1, t2...: ukupno vreme provedeno na strani 1, strani 2 itd,
- tTotal: ukupno vreme izrade,
- bzv: ukupan broj prevlačenja koja nisu vezana ni za jedno od pitanja,
- 1d, 2d...: broj direktnih prevlačenja za pitanje 1, 2 itd,
- 1i, 2i...: broj inverznih prevlačenja za pitanje 1, 2 itd,
- 1t, 2t...: broj ukupnih prevlačenja za pitanje 1, 2 itd.

Tokom inicijalne obrade rezultata paralelno su formirane nove hipoteze (koje će biti date na kraju ovog odeljka) i nove varijable u skladu sa ovim hipotezama. Primera radi, može se ispitati korelacija između prevlačenja aktera koji ne postoje u pitanjima i skora, što može pokazati da li učesnici koji su prevlačili iz radoznalosti, da bi testirali pristup i upoznali se s njim (dakle učesnici otvoreni za nove pristupe) lakše usvajaju predloženi alat i od njega imaju veće koristi (veću spremnost za nastavak učenja). Konačan skup varijabli u završenoj tabeli sadrži 180 varijabli. Tokom preliminarne statističke analize u okviru programa SPSS sračunate su još dve varijable (ukupan broj prevlačenja i efikasnost kao odnos skora na pitanjima i vremena izrade), što daje ukupan broj od 182 varijable (tabela 4.12).

Svaka od varijabli čini jednu kolonu u Microsoft Excel tabeli. Tabela sadrži ukupno 183 reda (odnosno postoji 183 validna rada). Kompletan skup hipoteza za statističku analizu sadrži 87 hipoteza. Kao što je napred rečeno, razvoj metodologije nije bio linearan i najveći broj hipoteza (H12-H87) razvijen je nakon eksperimenta, tokom inicijalne obrade rezultata. Sve hipoteze date su u nastavku odeljka.

Iako kod hipoteza po pravilu postoji očekivani rezultat (osnovni skup hipoteza, H1-H11, formulisan na taj način, npr. hipoteza H3 očekuje da skor na G1 bude veći od skora na G2), kod dopunskih hipoteza (H12-H87) ne postoji očekivanje već otvoreno pitanje kakav će rezultat biti i šta taj rezultat može da govori o upotrebljivosti predloženog pristupa i pravcima njegovog daljeg razvoja - nevezano za "smer" eventualne razlike u vrednostima ili korelacije. Hipoteze su grupisane u skladu sa opštošću opisanom ranije u tekstu. Hipoteza H1 je osnovna hipoteza istraživanja, hipoteze H1-H3 čine osnovni skup hipoteza, hipoteze H4-H11 čine prošireni skup hipoteza zasnovan na proširenom modelu eksperimenta sa 4 grupe učesnika, dok preostale hipoteze predstavljaju dopunske hipoteze namenjene za opšte uvide u efekte predloženog unapređenja i definisanje pravaca daljeg razvoja.

Osnovni skup hipoteza:

Hipoteza H1: poređenje broja povrataka na grupama G1/G2 (osnovna hipoteza).

Hipoteza H2: poređenje vremena izrade na grupama G1/G2.

Hipoteza H3: poređenje skora na grupama G1/G2.

Prošireni skup hipoteza:

Hipoteza H4: poređenje efikasnosti na grupama G1/G2.

Hipoteza H5: poređenje skora na grupama G1/G3.

Hipoteza H6: poređenje skora na pitanjima tipa O na grupama G1/G3.

Hipoteza H7: poređenje broja prevlačenja na grupama G1/G3.

Hipoteza H8: poređenje skora na grupama G1/G4.
Hipoteza H9: poređenje skora na grupama G2/G3.
Hipoteza H10: poređenje vremena izrade na grupama G2/G3.
Hipoteza H11: poređenje skora na grupama G2/G4.

Dopunski skup hipoteza:

Hipoteza H12: poređenje vremena izrade na grupama G2/G4.
Hipoteza H13: poređenje skora na grupama G3/G4.
Hipoteza H14: poređenje skora na grupama G1/G2/G3/G4.
Hipoteza H15: poređenje vremena izrade na grupama G1/G2/G3/G4.
Hipoteza H16: poređenje efikasnosti na grupama G1/G2/G3/G4.
Hipoteza H17: korelacija vreme-skor na grupi G1.
Hipoteza H18: korelacija vreme-skor na grupi G2.
Hipoteza H19: korelacija vreme-skor na grupi G3.
Hipoteza H20: korelacija vreme-skor na grupi G4.
Hipoteza H21: korelacija prevlačenja-skor na grupi G1.
Hipoteza H22: korelacija prevlačenja-skor na grupi G2.
Hipoteza H23: korelacija prevlačenja-skor na grupama G1+G3.
Hipoteza H24: korelacija prevlačenja-vreme na grupi G1.
Hipoteza H25: korelacija prevlačenja-vreme na grupi G3.
Hipoteza H26: korelacija prevlačenja-efikasnost na grupi G1.
Hipoteza H27: korelacija prevlačenja-efikasnost na grupi G3.
Hipoteza H28: korelacija vraćanja-skor na grupi G1.
Hipoteza H29: korelacija vraćanja-skor na grupi G2.
Hipoteza H30: korelacija vraćanja-skor na grupama G1+G2.
Hipoteza H31: korelacija vraćanja-vreme na grupi G1.
Hipoteza H32: korelacija vraćanja-vreme na grupi G2.
Hipoteza H33: korelacija vraćanja-vreme na grupama G1+G2.
Hipoteza H34: korelacija vraćanja-efikasnost na grupi G1.
Hipoteza H35: korelacija vraćanja-efikasnost na grupi G2.
Hipoteza H36: korelacija vraćanja-efikasnost na grupama G1+G2.
Hipoteza H37: razlika broja direktnih/inverznih prevlačenja na G1, G2 i G1+G3.
Hipoteza H38: korelacija nevezana prevlačenja-skor na grupi G1.
Hipoteza H39: korelacija nevezana prevlačenja-skor na grupi G3.
Hipoteza H40: korelacija nevezana prevlačenja-skor na grupama G1+G3.
Hipoteza H41: korelacija nevezana prevlačenja-efikasnost na grupi G1.
Hipoteza H42: korelacija nevezana prevlačenja-efikasnost na grupi G3.
Hipoteza H43: korelacija nevezana prevlačenja-efikasnost na grupama G1+G3.
Hipoteza H44: poređenje broja nevezanih prevlačenja na grupama G1/G3.
Hipoteza H45: poređenje skora onih iznad/ispod praga nevezanih prevlačenja na G1.
Hipoteza H46: poređenje skora onih iznad/ispod praga nevezanih prevlačenja na G3.
Hipoteza H47: poređenje skora onih iznad/ispod praga nevezanih prev. na G1+G3.
Hipoteza H48: poređenje broja prevlačenja za pitanja tipa E/IL/IT na G1.
Hipoteza H49: poređenje broja prevlačenja za pitanja tipa E/IL/IT na G3.
Hipoteza H50: poređenje skora na pitanjima tipa E/IL/IT na G1.
Hipoteza H51: poređenje skora na pitanjima tipa E/IL/IT na G2.
Hipoteza H52: poređenje skora na pitanjima tipa E/IL/IT na G3.
Hipoteza H53: poređenje skora na pitanjima tipa E/IL/IT na G4.
Hipoteza H54: poređenje skora na pitanjima tipa E/IL/IT na G1+G3.
Hipoteza H55: poređenje skora na pitanjima tipa E/IL/IT na G2+G4.

Hipoteza H56: poređenje skora na pitanjima tipa R za grupe G1+G3 vs G2+G4.
 Hipoteza H57: poređenje efikasnosti na pitanjima tipa R za grupe G1+G3 vs G2+G4.
 Hipoteza H58: poređenje skora na pitanjima tipa O za grupe G1+G3 vs G2+G4.
 Hipoteza H59: poređenje efikasnosti na pitanjima tipa O za grupe G1+G3 vs G2+G4.
 Hipoteza H60: poređenje broja prevlačenja za pitanja tipova R/O/N na G1.
 Hipoteza H61: poređenje broja prevlačenja za pitanja tipova R/O/N na G3.
 Hipoteza H62: poređenje skora na pitanjima tipa E na G1/G2/G3/G4.
 Hipoteza H63: poređenje skora na pitanjima tipa IL na G1/G2/G3/G4.
 Hipoteza H64: poređenje skora na pitanjima tipa IT na G1/G2/G3/G4.
 Hipoteza H65: poređenje skora na pitanjima tipa R na G1/G2/G3/G4.
 Hipoteza H66: poređenje skora na pitanjima tipa O na G1/G2/G3/G4.
 Hipoteza H67: korelacija - skor-prevlačenja - tip pitanja E - na G1.
 Hipoteza H68: korelacija - skor-prevlačenja - tip pitanja E - na G3.
 Hipoteza H69: korelacija - skor-prevlačenja - tip pitanja IL - na G1.
 Hipoteza H70: korelacija - skor-prevlačenja - tip pitanja IL - na G3.
 Hipoteza H71: korelacija - skor-prevlačenja - tip pitanja IT - na G1.
 Hipoteza H72: korelacija - skor-prevlačenja - tip pitanja IT - na G3.
 Hipoteza H73: korelacija - skor-prevlačenja - tip pitanja R - na G1.
 Hipoteza H74: korelacija - skor-prevlačenja - tip pitanja R - na G3.
 Hipoteza H75: korelacija - skor-prevlačenja - tip pitanja O - na G1.
 Hipoteza H76: korelacija - skor-prevlačenja - tip pitanja O - na G3.
 Hipoteza H77: poređenje skora na grupi G1 po polovima.
 Hipoteza H78: poređenje skora na grupi G2 po polovima.
 Hipoteza H79: poređenje skora na grupi G3 po polovima.
 Hipoteza H80: poređenje skora na grupi G4 po polovima.
 Hipoteza H81: poređenje vremena na svim grupama po polovima.
 Hipoteza H82: poređenje broja vraćanja na G1+G2 po polovima.
 Hipoteza H83: poređenje broja prevlačenja na G1+G3 po polovima.
 Hipoteza H84: poređenje efikasnosti na G1 po polovima.
 Hipoteza H85: poređenje efikasnosti na G2 po polovima.
 Hipoteza H86: poređenje efikasnosti na G3 po polovima.
 Hipoteza H87: poređenje efikasnosti na G4 po polovima.

Tokom formiranja novih varijabli utvrđena je još jedna greška u eksperimentu: pitanja 2 i 22 su identična. Ova greška ipak nije smatrana kritičnom i sa potencijalno značajnim uticajem na rezultat.

5. Rezultati evaluacije pristupa

U ovom poglavlju najpre će biti dati rezultati dobijeni u okviru testiranja tehničkih aspekata eksperimentalne aplikacije (beta-testa), potom će biti prikazani i diskutovani rezultati glavnog evaluacionog eksperimenta, a na kraju poglavlja biće dati rezultati verifikacionog eksperimenta.

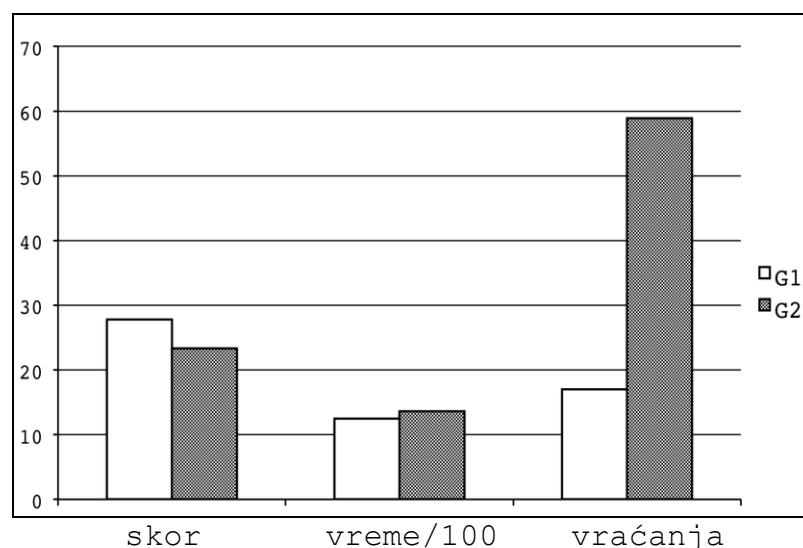
5.1. Validni rezultati testa eksperimenta

U ovom odeljku prikazani su rezultati statističke obrade skupa validnih rezultata dobijenih prilikom testiranja eksperimentalne aplikacije (odjeljak 4.1.6). Skup validnih rezultata sadrži 9 radova u eksperimentalnoj i 11 u kontrolnoj grupi (sa i bez mogućnosti prevlačenja, respektivno, obe grupe sa mogućnošću vraćanja kroz stranice aplikacije).

Tabela 5.1: Skup validnih rezultata beta-testa eksperimentalne aplikacija [238]

učesnik	pol	grupa	skor	vreme	vraćanja	prevlačenja
1	M	1	30	1026	7	38
2	M	1	24	1435	21	8
3	M	1	27	816	9	31
4	M	1	28	1510	17	42
5	M	1	30	1398	7	49
6	M	1	30	1043	26	43
7	M	1	30	1551	12	47
8	M	1	27	1176	8	41
9	Ž	1	24	1298	46	43
10	Ž	2	29	1230	35	0
11	M	2	28	1273	79	0
12	M	2	15	710	14	0
13	M	2	26	949	86	0
14	M	2	15	1059	31	0
15	M	2	21	1761	86	0
16	M	2	19	1586	32	0
17	M	2	29	1655	51	0
18	M	2	22	1664	101	0
19	M	2	24	1797	73	0
20	Ž	2	29	1277	60	0

Rezultati su prikazani u tabeli 5.1. Vreme je dato u sekundama, akcije prevlačenja brojane su za svaki par reči, a broj akcija vraćanja smatran je merilom nelinearnosti učesnikovog kretanja kroz materijal. Prosečni skor, vreme izrade (podeljeno sa 100 radi vizuelnog skaliranja) i broj vraćanja po grupama vizuelno su prikazani na slici 5.1. Broj akcija prevlačenja nije prikazan jer postoji samo za eksperimentalnu grupu.



Slika 5.1: Vizualizacija prosečnih vrednosti po grupama učesnika [238]

Najveća razlika pojavila se kod nelinearnosti (broja vraćanja), što potvrđuje hipotezu H1. Ipak, broj vraćanja kod grupe G1 pokazuje da nov pristup nije bio usvojen u potpunosti (određen broj učesnika, u određenom broju situacija, izabrao je da se vrati kroz materijal i potraži relacije iako je imao na raspolaganju prevlačenje). Broj vraćanja kod grupe G1 možda je vezan pre svega za "odsutna" pitanja (za koja prevlačenje na stranici sa pitanjima nije moguće). Ovo, kao i ostale dodatne hipoteze, nije istraženo u sklopu beta-testa već u okviru glavnog eksperimenta. Razlika u vremenu je mala (i nije značajna, tabela 5.7) što je takođe očekivano, s obzirom na veličinu "atomskog slučaja učenja", kod koga je vremenska cena vraćanja jako mala u odnosu na realni slučaj (npr. materijal od 100 stranica), u kome vraćanje i pretraživanje teksta može uzeti puno vremena.

Deskriptivna statistika skora data je u tabeli 5.2 a broja vraćanja u tabeli 5.3. Raspodela varijabli na celom uzorku data je u tabeli 5.4, a po grupama u tabeli 5.5. Pošto je uzorak relativno mali, korišćen je Shapiro-Wilk test normalnosti raspodele.

Tabela 5.2: Deskriptivna statistika za varijablu skor [238]

Descriptivna statistika					
Skor	Grupa			Statistika	Std. gr.
	G1	Prosek		27.78	.830
		95% Interval pov. sr. vred.	Donja gr.	25.86	
			Gornja gr.	29.69	
		Srednja vr. sa 5% umanjenja		27.86	
		Medijana		28.00	
		Varijansa		6.194	
		Standardna. devijacija		2.489	
		Minimum		24	
		Maksimum		30	
		Rang		6	
		Interkvartilni rang		5	
		Asimetričnost (Skewness)		-.676	.717
		Spljoštenost (Kurtosis)		-1.042	1.400
		G2	Prosek		23.36
	95% Interval pov. sr. vred.		Donja gr.	19.74	
			Gornja gr.	26.98	
	Srednja vr. sa 5% umanjenja		23.52		
	Medijana		24.00		
	Varijansa		29.055		
	Standardna. devijacija		5.390		
	Minimum		15		
	Maksimum		29		
	Rang		14		
	Interkvartilni rang		10		
	Asimetričnost (Skewness)		-.479	.661	
	Spljoštenost (Kurtosis)		-1.187	1.279	

Tabela 5.3: Deskriptivna statistika za varijablu vraćanja [238]

Deskriptivna statistika					
Vraćanja	Grupa			Stat.	Std. gr.
	G1	Prosek		17.00	4.262
		95% Interval pov. sr. vred.	Donja gr.	7.17	
			Gornja gr.	26.83	
		Srednja vr. sa 5% umanjenja		15.94	
		Medijana		12.00	
		Varijansa		163.500	
		Standardna. devijacija		12.787	
		Minimum		7	
		Maksimum		46	
		Rang		39	
		Interkvartilni rang		16	
		Asimetričnost (Skewness)		1.677	.717
		Spljoštenost (Kurtosis)		2.897	1.400
		G2	Prosek		58.91
	95% Interval pov. sr. vred.		Donja gr.	39.91	
			Gornja gr.	77.91	
	Srednja vr. sa 5% umanjenja		59.07		
	Medijana		60.00		
	Varijansa		799.691		
	Standardna. devijacija		28.279		
	Minimum		14		
	Maksimum		101		
	Rang		87		
	Interkvartilni rang		54		
	Asimetričnost (Skewness)		-.112	.661	
	Spljoštenost (Kurtosis)		-1.315	1.279	

Tabela 5.4: Normalnost raspodele svih varijabli na celom uzorku [238]

Tests normalnosti raspodele	Shapiro-Wilk			
	Statistika	df	Značajnost	Normalna raspodela
Skor na testu	0.857	20	0.007	Ne
Vreme izrade	0.971	20	0.786	Da
Broj vraćanja	0.889	20	0.026	Ne
Broj prevlačenja	0.712	20	< 0.001	Ne

Tabela 5.5: Normalnost raspodele svih varijabli po grupama [238]

Tests normalnosti*					
	Grupa	Shapiro-Wilk			Normalna raspodela
		Statistika	df	Znač.	
Skor na testu	G1	0.816	9	0.031	Ne
	G2	0.884	11	0.116	Da
Vreme izrade	G1	0.941	9	0.595	Da
	G2	0.929	11	0.405	Da
Broj vraćanja	G1	0.805	9	0.024	Ne
	G2	0.946	11	0.599	Da
Broj prevlačenja	G1	0.759	9	0.007	Ne

* Broj prevlačenja je konstantan na grupi G2 pa nije prikazan u tabeli.

Na celom uzorku raspodela je normalna samo u slučaju vremena, dok na nivou grupa normalnu raspodelu imaju skor na grupi G2, vreme na obe grupe i broj vraćanja na G2. Za proveru značajnosti razlike kod grupa van normalne raspodele korišćen je Mann-Whitney U-test, dok je za vreme, kao jedinu u celini normalno raspodeljenu varijablu, korišćen parametarski test (T-test).

Analiza je pokazala značajnost kod varijabli skor i broj povrataka (tabela 5.6, $p=0.038$ za skor i $p=0.001$ za broj povrataka) dok u slučaju vremena značajnost nije nađena (tabela 5.7, $p=0.434$). Razlika u lienarnosti (broju povrataka) je očekivana i svedoči više o brzini prihvatanja pristupa nego o njegovoj upotrebljivosti, dok je razlika u skoru donekle iznenađujuća, s obzirom na to da je grupi G2 na raspolaganju stajalo vraćanje kao alat za pronalaženje relacija i da je vremenski okvir bio dovoljan za pronalaženje svih relacija (nije primećeno da je većina učesnika završila eksperiment zbog isteka vremena). Moguće objašnjenje je da je vraćanje napornija operacija od prevlačenja i da je negativno uticala na motivaciju za pronalaženje relacija. Razlika u vremenu izrade, kao što je rečeno, nije značajna.

Tabela 5.6: Razlike u prosečnim vrednostima skora i povrataka su značajne [238]

	Nulta hipoteza	Test	Znač.
1	Raspodela skora je ista na grupama G1 i G2.	Mann-Whitney U Test (nez. uzorci)	0.038
2	Raspodela povrataka je ista na grupama G1 i G2.	Mann-Whitney U Test (nez. uzorci)	0.001

Tabela 5.7: Razlika u prosečnim vrednostima varijable vreme nije značajna [238]

Test nezavisnih uzoraka										
		Levenov Test ekv. varijansi		T-test jednakosti srednjih vrednosti						
		F	Znač.	t	df	Znač. (2-strana)	Razlika sred. vred.	Razl. std. greš.	95% Inter. pov. gr.	
									Donja	Gornja
Vreme	PJP: DA*	1.935	.181	-.772	18	.450	-109.758	142.101	-408.300	188.785
	PJP: NE*			-.801	17.631	.434	-109.758	137.010	-398.037	178.522

* pretpostavljena jednakost varijansi

Rezultati analize validnih rezultata u sklopu testiranja eksperimentalne aplikacije [238] pružili su prvi, elementarni uvid u efekte predloženog pristupa na učenje i, zajedno sa povratnim informacijama od učesnika, ukazali na osnovne pravce poboljšanja dizajna eksperimenta. U nastavku poglavlja biće pobrojani svi rezultati kompletnog eksperimenta za evaluaciju predloženog pristupa, izvedenog između 13.07. i 04.08.2015. sa 191 studentom prve godine (školska godina 2014/15) Elektronskog fakulteta u Nišu.

5.2. Osnovni parametri evaluacije

U nastavku će biti dati svi rezultati evaluacije predloženog unapređenja sistema za e-učenje predloženog u ovoj disertaciji, opisanog u poglavlju 3, dobijeni metodologijom opisanom u poglavlju **Error! Reference source not found.** U ovom odeljku biće prikazane bitne varijable, njihove raspodele i metodi korišćeni u analizi. U nastavku poglavlja biće prikazani rezultati statističke obrade podataka prikupljenih u eksperimentu po redosledu i klasifikaciji datim u prethodnom poglavlju (osnovni skup hipoteza, prošireni skup hipoteza i dopunski skup hipoteza). Posebnu zahvalnost za konsultacije i pomoć u statističkoj obradi autor duguje dr. sci. Mariji Mitković Vončina, psihijatru i Ivani Jocić, diplomiranom psihologu.

Spisak varijabli formiranih tokom inicijalne obrade podataka prikupljenih u eksperimentu dat je u odeljku 4.3 (tabela 4.12, skup od 182 varijable), dok je skup svih varijabli koje su učestvovala u obradi rezultata dat u Prilogu A (odeljak A.8). U pitanju je skup od 234 varijable; za potrebe određenih analiza nove varijable sračunate su na osnovu postojećih.

Tabela 5.8: Varijable sa normalnom raspodelom

Varijabla sa normalnom raspodelom	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Stat.	df	Sig.	Stat.	df	Sig.
Skor bez pitanja 10 na grupi G4	0.098	43	0.200	0.965	43	0.207
Skor na tipu pitanja E na grupi G4	0.113	43	0.195	0.961	43	0.157
Skor na tipu pitanja N na grupi G4	0.152	43	0.014	0.953	43	0.076
Efikasnot na tipu pit. O na grupama G1+G3	0.078	94	0.200	0.965	94	0.013
Ukupan broj povrataka na preth. stranu na G2	0.061	42	0.200	0.979	42	0.619
Ukupan broj povrataka žena na G1+G2	0.129	18	0.200	0.945	18	0.346
Ukupno vreme izrade (sec) na grupi G1	0.096	44	0.200	0.964	44	0.181
Ukupno vreme izrade (sec) na grupi G3	0.117	50	0.083	0.983	50	0.679
Ukupno vreme izrade (sec) na grupi G4	0.109	43	0.200	0.947	43	0.044
Ukupno vreme izrade kod muškaraca	0.103	42	0.200	0.958	42	0.129
Ukupno vreme izrade kod žena	0.070	137	0.092	0.976	137	0.017
Broj nevezanih prevlačenja na grupi G3	0.082	50	0.200	0.967	50	0.166
Ukupan broj direktnih prevlačenja na grupi G1	0.109	44	0.200	0.946	44	0.040
Ukupan broj inverznih prevlačenja na grupi G3	0.101	50	0.200	0.982	50	0.636
Ukupan broj inverznih prevlačenja na g. G1+G3	0.093	94	0.044	0.980	94	0.152
Ukupan broj prevlačenja na grupi G3	0.119	50	0.072	0.971	50	0.249
Broj prevlačenja za pitanja tipa E na grupi G3	0.106	50	0.200	0.966	50	0.157
Broj prevlačenja za pitanja tipa N na grupi G3	0.122	50	0.060	0.950	50	0.035
Ukupan broj prevlačenja muškaraca na G1+G3	0.091	75	0.200	0.953	75	0.008
Ukupan broj prevlačenja žena na G1+G3	0.177	19	0.119	0.925	19	0.138
Efikasnost na grupi G1	0.084	44	0.200	0.945	44	0.037
Efikasnost na grupi G4	0.100	43	0.200	0.948	43	0.049
Efikasnost muškaraca na G1	0.085	36	0.200	0.959	36	0.193
Efikasnost žena na G1	0.228	8	0.200	0.862	8	0.125
Efikasnost žena na G2	0.165	10	0.200	0.879	10	0.127
Efikasnost žena na G3	0.155	11	0.200	0.938	11	0.493
Efikasnost muškaraca na G4	0.092	30	0.200	0.963	30	0.366
Efikasnost žena na G4	0.131	13	0.200	0.932	13	0.364

a. Lilliefors korekcija značajnosti.

b. Jedan ispitanik.

c. Dva ispitanika.

Normalnost raspodele svih varijabli, testirana Kolmogorov-Smirnov i Shapiro-Wilk metodima, data je u Prilogu A, odeljak A.8. Normalna raspodela utvrđena je kod malog broja varijabli (tabela 5.8): 28 varijabli po bar jednom od kriterijuma (11,96%) odnosno 18 varijabli po oba kriterijuma (7,69%). Varijable vezane za pitanje 10 (pitanje bez tačnog odgovora) nisu korišćene. Skor je računat bez pitanja 10. Normalnost skora na grupi G1 učesnika koji nisu učinili ni jedno nevezano prevlačenje nije definisana (ukupno 1 učesnik), kao i normalnost skora na grupama G1+G3 učesnika bez nevezanih prevlačenja (ukupno 2 učesnika). Značajnosti normalnih raspodela naglašene su u tabeli podebljavanjem.

Gotovo sva poređenja izvršena su Mann-Whitney U-testom (neparametarski test), odnosno, u slučaju poređenja više od 2 grupe, Kurskall-Wallis testom sa Mann-Whitney post hoc testovima uz Bonferroni korekciju. U slučaju poređenja varijabli unutar istog poduzorka korišćen je Wilcoxon test, odnosno, u slučaju poređenja više

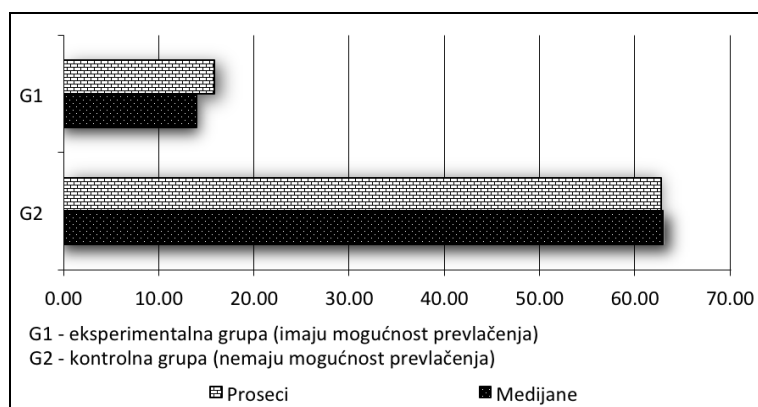
od 2 grupe, Friedman test sa Wilcoxon post hoc testovima uz Bonferroni korekciju. U okviru svakog od rezultata naznačen je metod koji je korišćen.

Deskriptivni parametri varijabli podskupa značajnijih varijabli (98 varijabli, isključene su pomoćne varijable poput parcijalnih skorova na svakom od pitanja) dati su u Prilogu A, u odeljku A.9).

5.3. Evaluacija osnovnog skupa hipoteza

5.3.1. Rezultat 1: broj vraćanja na grupama G1/G2

Učesnici koji su imali na raspolaganju prevlačenje (G1) u proseku su imali značajno linearniji put kroz "atomske slučaj" gradiva u simulaciji u odnosu na učesnike koji nisu imali mogućnost prevlačenja (G2), pri čemu su obe grupe učesnika imale na mogućnost vraćanja nazad kroz materijal kao u realnim slučajevima učenja. Učesnici iz grupe G1 pokazali su značajno manju tendenciju ka skretanju sa puta učenja (vraćanju) radi pribavljanja informacija koje su im od značaja za nastavak učenja (veza između parova pojmova iz teksta). **Ovaj rezultat dokazuje delotvornost predloženog pristupa u scenariju za koji je namenjen i najznačajniji je rezultat eksperimenta.**



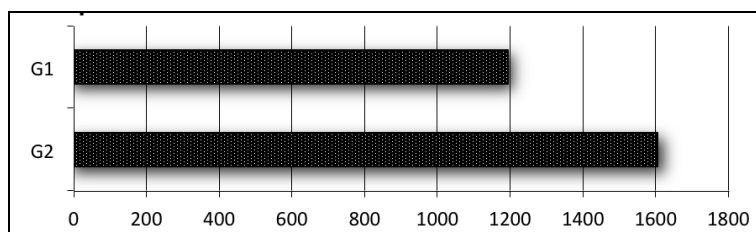
Slika 5.2: Rezultat 1 - broj vraćanja (distrakcija) na grupama G1/G2

Tabela 5.9: Numerički parametri rezultata 1

Varijabla	Grupe	Parametar	Vrednost	Značajnost
Vraćanja	G ₁	Prosek	15.8600	Da
		Medijana	14.0000	
		Srednji rang	27.3500	
	G ₂	Prosek	62.7900	
		Medijana	63.0000	
		Srednji rang	60.4200	
	G ₁ vs G ₂	Razlika sr. rangova G ₁ -G ₂	-33.0700	
U _{MW}		1634.5000		
p		< 0.0001		

5.3.2. Rezultat 2: vreme izrade na grupama G1/G2

Jedan od osnovnih ciljeva pristupa predloženog u ovoj disertaciji je umanjene vremena potrebnog za učenje kroz eliminaciju nevoljnog skretanja sa učenikovog prirodnog puta kroz gradivo i pretragu definicija pojmova. U realnim slučajevima učenja vremenska cena pretrage je daleko veća u odnosu na cenu u simuliranom slučaju (gde je najveće moguće rastojanje 5 stranica), pa se u simuliranom slučaju razlika u vremenu veoma ograničeno može posmatrati kao pokazatelj efikasnosti pristupa. U sklopu glavnog eksperimenta grupa koja je imala mogućnost prevlačenja (G1) kompletirala je eksperiment značajno brže od grupe koja nije imala tu mogućnosti (G2), pri čemu su obe grupe imale mogućnost vraćanja. Ovaj rezultat je pomalo iznenađujuć u okviru ovako malog slučaja učenja. U analizi validnih radova tokom testiranja eksperimentalne aplikacije nije bilo značajne razlike u vremenu, a razlika se nije pojavila ni u verifikacionom eksperimentu.



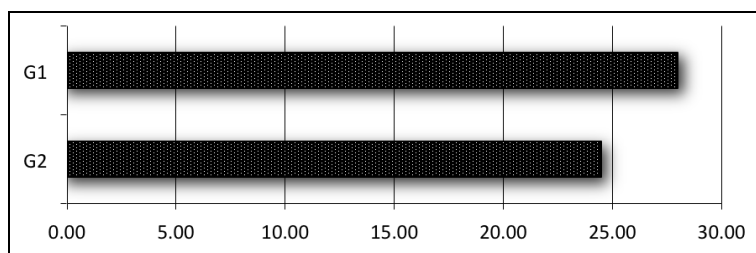
Slika 5.3: Rezultat 2 - vreme izrade na grupama G1/G2

Tabela 5.10: Numerički parametri rezultata 2

Varijabla	Grupe	Parametar	Vrednost	Značajnost
Vreme izrade	G ₁	Medijana	1194.0000	Da
		Srednji rang	34.8300	
	G ₂	Srednja vrednost	1407.4500	
		Medijana	1604.5000	
	G ₁ vs G ₂	Razlika sr. rangova G ₁ -G ₂	-17.7500	
		U _{MW}	1305.5000	
	p	0.0010		

5.3.3. Rezultat 3: skor na grupama G1/G2

Kao što je naglašeno ranije u tekstu, pitanja na kombinovanim stranicama nisu namenjena proceni učesnikovog znanja već proceni njegove spremnosti za nastavak učenja nakon "atomskog slučaja" učenja u eksperimentalnoj simulaciji. U tom smislu, učesnici koji su imali mogućnost prevlačenja reči (G1) pokazali su značajno bolju spremnost za nastavak učenja od učesnika bez te mogućnosti (G2), pri čemu su obe grupe imale mogućnost vraćanja (podsećanja) kao u uslovima realnog učenja.



Slika 5.4: Rezultat 3 - skor (spremnost za nastavak učenja) na grupama G1/G2

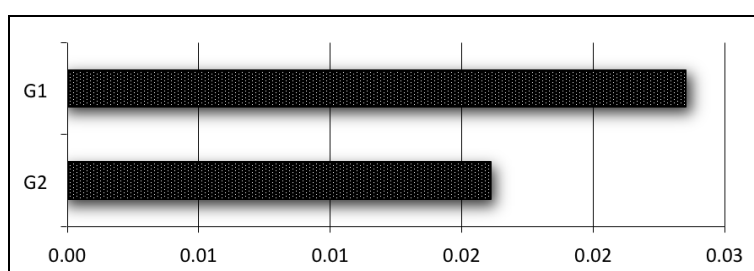
Tabela 5.11: Numerički parametri rezultata 3

Varijabla	Grupe	Parametar	Vrednost	Značajnost	
Skor bez pitanja 10	G ₁	Medijana	28.0000		
		Srednji rang	55.7000		
	G ₂	Medijana	24.5000		
		Srednji rang	30.7100		
	G ₁ vs G ₂	Razlika sr. rangova G ₁ -G ₂			24.9900
		U _{MW}			387.0000
p		< 0.0001	Da		

5.4. Evaluacija proširenog skupa hipoteza

5.4.1. Rezultat 4: efikasnost na grupama G1/G2

Efikasnost je varijabla koja je formirana nakon eksperimenta, kao odnos skora i vremena izrade, i može se posmatrati kao objedinjen pokazatelj ova dva parametra. Grupa koja je imala mogućnost prevlačenja (G1) pokazala je značajno veću efikasnost od grupe koja nije (G2), dok su obe grupe imale mogućnost vraćanja. Kod ove varijable prosečne vrednosti pokazale su obrnutu tendenciju (prosečna efikasnost kod grupe G2 bila je 0.0255, dok je kod grupe G1 bila 0.0236, Prilog A, tabela u odeljku A.9, što je posledica raspodele koja nije normalna; kao bolji pokazatelj, s obzirom na tip raspodele, kod svih rezultata korićena je medijana).



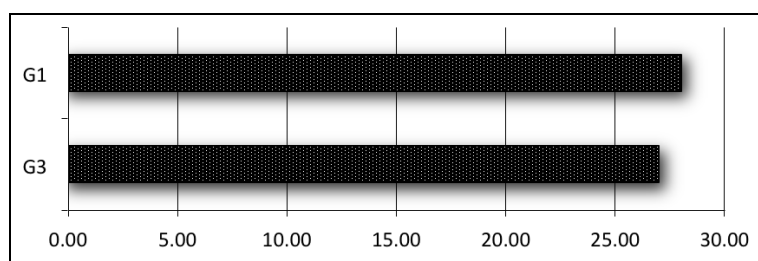
Slika 5.5: Rezultat 4 - efikasnost na grupama G1/G2

Tabela 5.12: Numerički parametri rezultata 4

Varijabla	Grupe	Parametar	Vrednost	Značajnost
Efikasnost	G ₁	Medijana	0.0235	
		Srednji rang	56.3000	
	G ₂	Medijana	0.0161	
		Srednji rang	30.1000	
	G ₁ vs G ₂	Razlika sr. rangova G ₁ -G ₂	26.2000	
		U _{MW}	361.0000	
p		< 0.0001	Da	

5.4.2. Rezultat 5: skor na grupama G1/G3

Utvrđena je značajna razlika u skoru među grupama G1 i G3. Obe grupe imaju mogućnost prevlačenja, dok grupa G1 ima mogućnost vraćanja a grupa G3 ne, što znači da je postojanje mogućnosti vraćanja (pored mogućnosti prevlačenja) dovelo do značajno veće spremnosti za nastavak učenja (skor). Između ovih grupa ne postoji značajna razlika u broju prevlačenja (rezultat 7, odeljak 5.4.4), što znači da je bolji skor kod grupe G1 posledica vraćanja koja su činjena pored prevlačenja. Ovo donekle može svedočiti o nedovoljnom prihvatanju nove tehnologije kod učesnika iz grupe G1, koji su pored prevlačenja posezali i za vraćanjem.



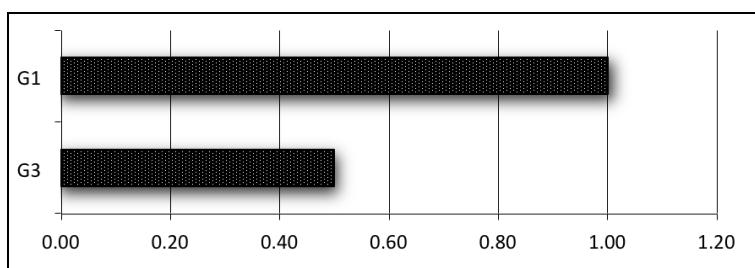
Slika 5.6: Rezultat 5 - skor (spremnost za nastavak učenja) na grupama G1/G3

Tabela 5.13: Numerički parametri rezultata 5

Varijabla	Grupe	Parametar	Vrednost	Značajnost	
Skor bez pitanja 10	G ₁	Medijana	28.0000		
		Srednji rang	60.4300		
	G ₃	Medijana	27.0000		
		Srednji rang	36.1200		
	G ₁ vs G ₃		Razlika sr. rangova G ₁ -G ₃		24.3100
			U_{MW}		531.0000
		p	< 0.0001	Da	

5.4.3. Rezultat 6: skor na tipu pitanja O na G1/G3

Pitanja tipa O ("odsutna" pitanja) su pitanja čiji akteri nisu navedeni u pasusima teksta iznad pitanja na kombinovanim stranicama, odnosno pitanja o relacijama koje se ne mogu dobiti prevlačenjem na licu mesta, te se i učesnici iz grupa koje imaju mogućnost prevlačenja moraju vraćati da potraže relacije u ranijem tekstu. Učesnici koji su imali mogućnost vraćanja (G1) očekivano su pokazali značajno veću spremnost za nastavak učenja od učesnika koji nisu imali mogućnost vraćanja (G3), iako su obe grupe imale mogućnost prevlačenja.



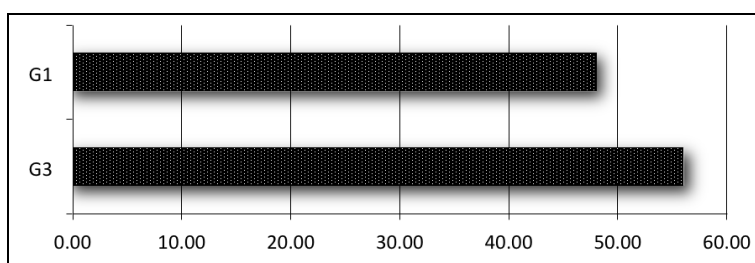
Slika 5.7: Rezultat 6 - skor na tipu pitanja O ("odsutna" pitanja) na grupama G1/G3

Tabela 5.14: Numerički parametri rezultata 6

Varijabla	Grupe	Parametar	Vrednost	Značajnost
Skor na tipu pitanja O	G ₁	Medijana	1.0000	
		Srednji rang	59.7400	
	G ₃	Medijana	0.5000	
		Srednji rang	36.7300	
	G ₁ vs G ₃	Razlika sr. rangova G ₁ -G ₃	23.0100	
		U _{MW}	561.5000	
		p	< 0.0001	

5.4.4. Rezultat 7: prevlačenja na grupama G1/G3

Ne postoji značajna razlika u broju prevlačenja reči između grupa G1 i G3. Obe grupe imaju mogućnost prevlačenja, dok grupa G1 ima i mogućnost vraćanja. Ovakav rezultat može značiti prihvatanje predloženog pristupa od strane učesnika, jer nije potrebno da postoji prinuda (prevlačenje kao jedina mogućnost kod grupe G3) da bi ova mogućnost bila korišćena, međutim ovo se mora uzeti sa rezervom uzevši u obzir da se grupa G1, pored prevlačenja, služila i vraćanjem, ostvarivši veći prosečan skor (rezultat 5, odeljak 5.4.2). Mogući opšti zaključak bio bi da je predloženi pristup prihvaćen dobrovoljno (bez prisile), ali praćen izvesnom dozom nepoverenja.



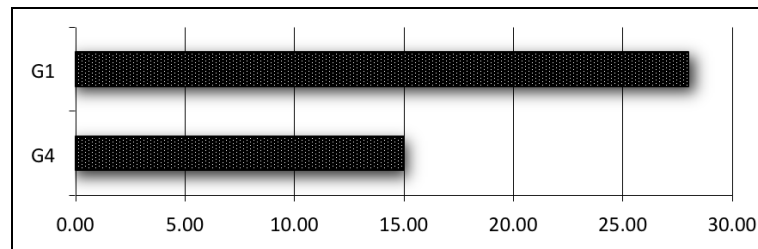
Slika 5.8: Rezultat 7 - ukupan broj prevlačenja na grupama G1/G3

Tabela 5.15: Numerički parametri rezultata 7

Varijabla	Grupe	Parametar	Vrednost	Značajnost
Prevlačenja	G ₁	Medijana	48.0000	
		Srednji rang	43.8800	
	G ₃	Medijana	56.0000	
		Srednji rang	50.6900	
	G ₁ vs G ₃	Razlika sr. rangova G ₁ -G ₃	-6.8100	
		U _{MW}	1,259.5000	
		p	0.2270	

5.4.5. Rezultat 8: skor na grupama G1/G4

Razlika u spremnosti za nastavak učenja (skoru) između grupa G1 (moguće prevlačenje, moguće vraćanje) i G4 (ni prevlačenje ni vraćanje nije moguće) je očekivano velika u korist grupe G1.



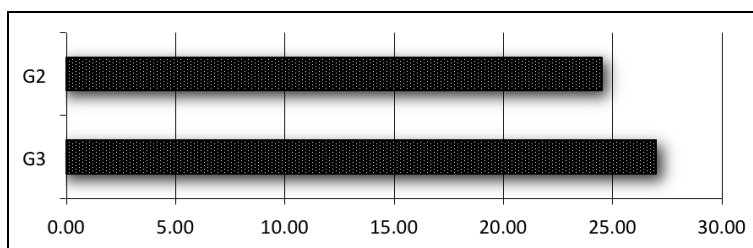
Slika 5.9: Rezultat 8 - skor na grupama G1/G4

Tabela 5.16: Numerički parametri rezultata 8

Varijabla	Grupe	Parametar	Vrednost	Značajnost
Skor bez pitanja 10	G ₁	Medijana	28.0000	
		Srednji rang	65.1700	
	G ₄	Medijana	15.0000	
		Srednji rang	22.3400	
	G ₁ vs G ₄	Razlika sr. rangova G ₁ -G ₄	42.8300	
		U _{MW}	14.5000	
		p	< 0.0001	

5.4.6. Rezultat 9: skor na grupama G2/G3

Grupa G2 imala je samo mogućnost vraćanja, dok je grupa G3 imala samo mogućnost prevlačenja. Poređenje spremnosti za nastavak učenja (skora) između ove dve grupe praktično znači poređenje efikasnosti vraćanja (klasičnog pristupa) i prevlačenja (predloženog pristupa). Nije utvrđena razlika u spremnosti za nastavak učenja između ove dve grupe, što može značiti da predloženi pristup ima jednaku efikasnost u smislu spremnosti učenika za nastavak učenja kao i klasičan pristup (vraćanje), ali bez gubitaka zbog vremena pretrage (rezultat 10, odeljak 5.4.7), prekida stanja toka, vraćanja u kontekst učenja itd, koji su prisutni kod vraćanja.



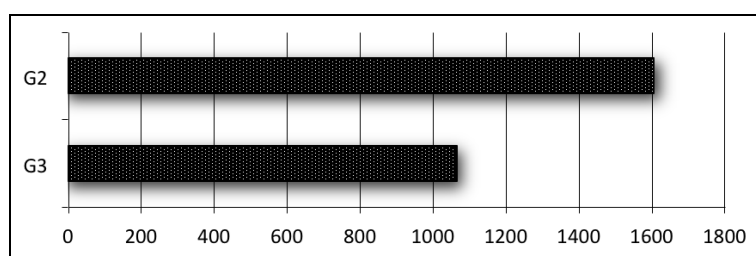
Slika 5.10: Rezultat 9 - skor na grupama G2/G3

Tabela 5.17: Numerički parametri rezultata 9

Varijabla	Grupe	Parametar	Vrednost	Značajnost	
Skor bez pitanja 10	G ₂	Medijana	24.5000	Ne	
		Srednji rang	41.5400		
	G ₃	Medijana	27.0000		
		Srednji rang	50.6700		
	G ₂ vs G ₃	Razlika sr. rangova G ₂ -G ₃			-9.1300
		U _{MW}			841.5000
p		0.0991			

5.4.7. Rezultat 10: vreme na grupama G2/G3

Grupa G2 imala je samo mogućnost vraćanja, dok je grupa G3 imala samo mogućnost prevlačenja. Rezultat 9 (odjeljak 5.4.6) pokazao je da je prevlačenje, kao predloženi pristup, u smislu pripreme učenika za nastavak učenja jednako efikasno kao i vraćanje, sa tom razlikom što vraćanje sobom nosi cenu u vremenu potrebnom za pronalaženje potrebnih informacija, kao i cene u smislu narušavanja stanja toka i cene povratka u kontekst učenja (*switch cost, resumption lag*). [62] Cena u vremenu potrebnom za pronalaženje informacija, kao "najgrublja" od navedenih, iskazana je u ovom rezultatu: učesnici koji su imali na raspolaganju samo vraćanje (G2) potrošili su značajno više vremena od učesnika koji su na raspolaganju imali samo prevlačenje (G3). U malom "atomskom slučaju" koji je razmatran u eksperimentu, u kome je vremenska cena pretrage mala, dobijena je razlika medijana od približno 66%. U realnom slučaju učenja, u kome pretraga podrazumeva put od više desetina ili stotina stranica, realno je očekivati da ova razlika bude veća.



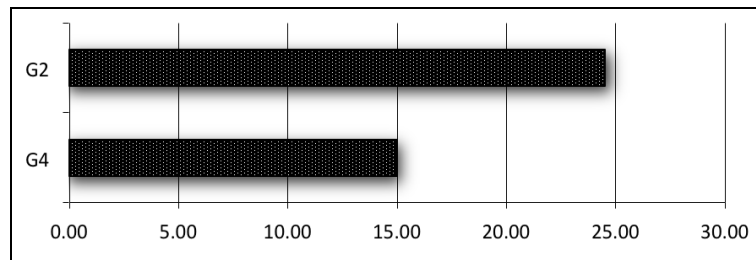
Slika 5.11: Rezultat 10 - vreme izrade na grupama G2/G3

Tabela 5.18: Numerički parametri rezultata 10

Varijabla	Grupe	Parametar	Vrednost	Značajnost
Ukupno vreme izrade	G ₂	Medijana	1604.5000	
		Srednji rang	61.6400	
	G ₃	Medijana	1066.0000	
		Srednji rang	33.7800	
	G ₂ vs G ₃	Razlika sr. rangova G ₂ -G ₃	538.5000	
		U _{MW}	414.0000	
p		< 0.0001	Da	

5.4.8. Rezultat 11: skor na grupama G2/G4

Razlika u spremnosti za nastavak učenja (skoru) između grupa G2 (moguće vraćanje ali ne i prevlačenje) i G4 (ni prevlačenje ni vraćanje nije moguće) je očekivano velika u korist grupe G2.



Slika 5.12: Rezultat 11 - skor na grupama G2/G4

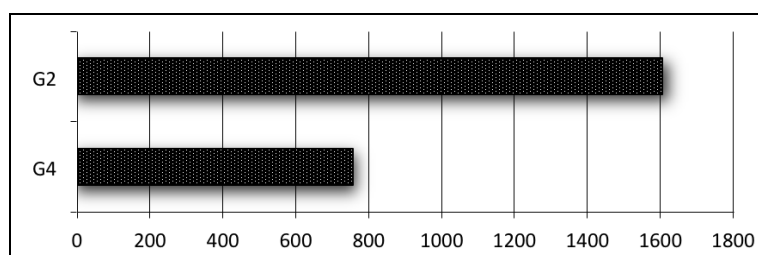
Tabela 5.19: Numerički parametri rezultata 11

Varijabla	Grupe	Parametar	Vrednost	Značajnost
Skor bez pitanja 10	G ₂	Medijana	24.5000	
		Srednji rang	58.1100	
	G ₄	Medijana	15.0000	
		Srednji rang	28.2400	
	G ₂ vs G ₄	Razlika sr. rangova G ₂ -G ₄	29.8700	
		U _{MW}	268.5000	
p		< 0.0001	Da	

5.5. Evaluacija dopunskog skupa hipoteza

5.5.1. Rezultat 12: vreme na grupama G2/G4

Razlika u vremenu izrade između grupa G2 (moguće vraćanje ali ne i prevlačenje) i G4 (ni prevlačenje ni vraćanje nije moguće) je značajna. Učesnici koji su mogli da se vraćaju (G2) radili su značajno duže. Ovaj rezultat nije kontraintuitivan ali nije očekivan sa sigurnošću. Učesnicima iz grupe G4 predočeno je da nemaju mogućnost povratka pa je ostavljena mogućnost da će provesti više vremena na stranicama sa sadržajem sa ciljem da zapamte što više informacija, što se ipak nije desilo.



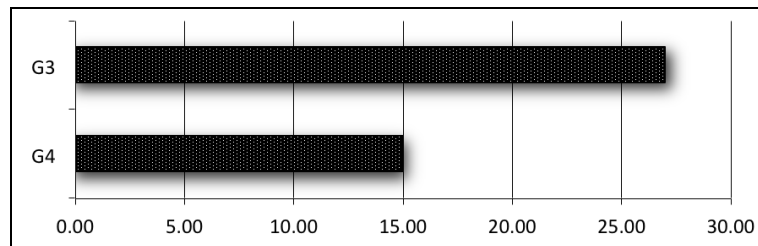
Slika 5.13: Rezultat 12 - vreme izrade na grupama G2/G4

Tabela 5.20: Numerički parametri rezultata 12

Varijabla	Grupe	Parametar	Vrednost	Značajnost
Ukupno vreme izrade	G ₂	Medijana	1604.5000	
		Srednji rang	59.1900	
	G ₄	Medijana	756.0000	
		Srednji rang	27.1900	
	G ₂ vs G ₄	Razlika sr. rangova G ₂ -G ₄	32.0000	
		U _{MW}	233.0000	
		p	< 0.0001	

5.5.2. Rezultat 13: skor na grupama G3/G4

Razlika u spremnosti za nastavak učenja (skoru) između grupa G3 (moguće prevlačenje ali ne i vraćanje) i G4 (ni prevlačenje ni vraćanje nije moguće) je očekivano velika u korist grupe G3.



Slika 5.14: Rezultat 13 - skor na grupama G3/G4

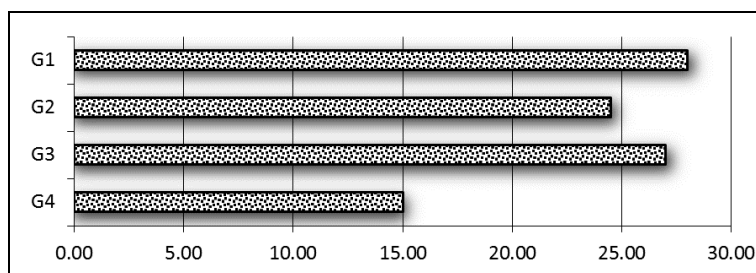
Tabela 5.21: Numerički parametri rezultata 13

Varijabla	Grupe	Parametar	Vrednost	Značajnost
Ukupno vreme izrade	G ₃	Medijana	27.0000	
		Srednji rang	65.5400	
	G ₄	Medijana	15.0000	
		Srednji rang	25.4400	
	G ₃ vs G ₄	Razlika sr. rangova G ₃ -G ₄	40.1000	
		U_{MW}	148.0000	
p		< 0.0001	Da	

5.5.3. Rezultat 14: skor na G1/G2/G3/G4

Prethodni rezultati imali su za cilj da naglase ključne rezultate kroz poređenja parova grupa. Opšti pregled ponašanja osnovnih varijabli daju poređenja svih grupa (Kurskal-Wallis). U nastavku su dati rezultati poređenja svih grupa po spremnosti za nastavak učenja (skoru), vremenu izrade i efikasnosti (poređenje po linearnosti - broju povrataka - nije moguće jer ova varijabla ne postoji kod grupa G3 i G4).

U pogledu spremnosti za nastavak učenja, grupa G3 prednjači nad grupom G2 (isključivo prevlačenje u odnosu na isključivo vraćanje) i sustiže grupu G1, međutim između G2 i G3 nema značajne razlike (ovo je jedini post hoc test bez značajne razlike) pa se ne može govoriti o prednosti prevlačenja nad vraćanjem, već pre o ravnopravnosti ova dva alata u smislu spremnosti za nastavak učenja. Kada se uzmu u obzir više puta navedene cene vraćanja kroz materijal, ovakav rezultat je potpuno zadovoljavajući.



Slika 5.15: Rezultat 14 - skor na grupama G1/G2/G3/G4

Tabela 5.22: Numerički parametri rezultata 14

Varijabla	Grupa	Parametar	Vrednost	Značajnost
Skor	G ₁	Medijana	28.0000	
		Srednji rang	136.3100	
	G ₂	Medijana	24.5000	
		Srednji rang	87.3600	
	G ₃	Medijana	27.0000	
		Srednji rang	101.3300	
	G ₄	Medijana	15.0000	
		Srednji rang	32.0200	
Sve	χ^2_{kw}	92.3970		
	p	< 0.0001	Da	

Tabela 5.23: Numerički parametri rezultata 14 (post hoc testovi)

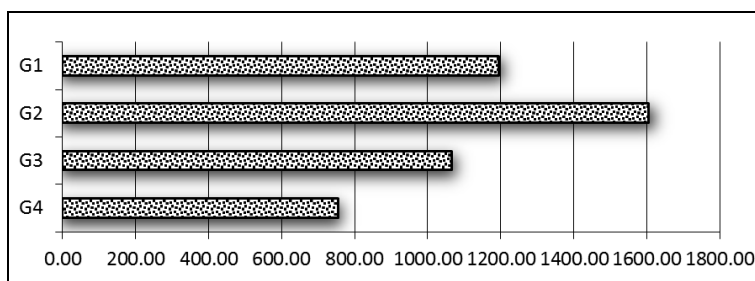
Varijabla	Grupe	Parametar	Vrednost	Značajnost
Skor	G ₁ vs G ₂	Srednji rang za G ₁	55.7000	
		Srednji rang za G ₂	30.7100	
		Razlika SR G ₁ -G ₂	24.9900	
		U _{MW}	387.0000	
		p*	< 0.0001	Da
	G ₁ vs G ₃	Srednji rang za G ₁	60.4300	
		Srednji rang za G ₃	36.1200	
		Razlika SR G ₁ -G ₃	24.3100	
		U _{MW}	531.0000	
		p*	< 0.0001	Da
	G ₁ vs G ₄	Srednji rang za G ₁	65.1700	
		Srednji rang za G ₄	22.3400	
		Razlika SR G ₁ -G ₄	42.8300	
		U _{MW}	14.5000	
		p*	< 0.0001	Da
	G ₂ vs G ₃	Srednji rang za G ₂	41.5400	
		Srednji rang za G ₃	50.6700	
		Razlika SR G ₂ -G ₃	-9.1300	
		U _{MW}	1258.5000	
		p*	0.9900	Ne
	G ₂ vs G ₄	Srednji rang za G ₂	58.1100	
		Srednji rang za G ₄	28.2400	
		Razlika SR G ₂ -G ₄	29.8700	
		U _{MW}	268.5000	
p*		< 0.0001	Da	
G ₃ vs G ₄	Srednji rang za G ₃	65.5400		
	Srednji rang za G ₄	25.4400		
	Razlika SR G ₃ -G ₄	40.1000		
	U _{MW}	148.0000		
	p*	< 0.0001	Da	

*Bonferroni korekcija (6 post hoc poređenja), značajnost postoji ukoliko je $p < 0.00833$.

5.5.4. Rezultat 15: vreme na G1/G2/G3/G4

U slučaju vremena sve razlike među grupama su značajne. Daleko najviše vremena potrošila je grupa koja je ograničena na prevlačenje (G2), čak i u uslovima veoma kratkog slučaja učenja (najduži put povratka su 4 *back* akcije). U uslovima realnog učenja sa modulima od po više desetina ili stotina stranica, ova razlika može biti samo oštija.

Interesantan rezultat pokazala je grupa G4, koja nije imala na raspolaganju ni vraćanje ni prevlačenje. Kratko vreme izrade može da svedoči o određenoj nezainteresovanosti učesnika i oslanjanje na jedno čitanje teksta.



Slika 5.16: Rezultat 15 - vreme izrade na grupama G1/G2/G3/G4

Tabela 5.24: Numerički parametri rezultata 15

Varijabla	Grupa	Parametar	Vrednost	Značajnost
Vreme	G ₁	Medijana	1194.0000	
		Srednji rang	105.0100	
	G ₂	Medijana	1604.5000	
		Srednji rang	130.4200	
	G ₃	Medijana	1066.0000	
		Srednji rang	79.2800	
	G ₄	Medijana	756.0000	
		Srednji rang	47.6300	
Sve		χ^2_{kw}	60.1380	
		p	< 0.0001	Da

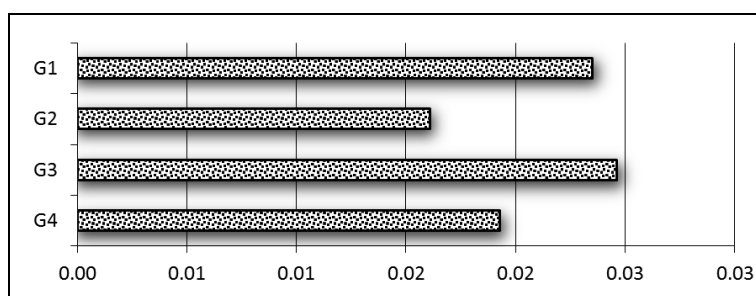
Tabela 5.25: Numerički parametri rezultata 15 (post hoc testovi)

Varijabla	Grupe	Parametar	Vrednost	Značajnost
Vreme	G ₁ vs G ₂	Srednji rang za G ₁	34.8300	
		Srednji rang za G ₂	52.5800	
		Razlika SR G ₁ -G ₂	-17.7500	
		U _{MW}	1,305.5000	
		p*	0.0010	Da
	G ₁ vs G ₃	Srednji rang za G ₁	56.4700	
		Srednji rang za G ₃	39.6100	
		Razlika SR G ₁ -G ₃	16.8600	
		U _{MW}	705.5000	
		p*	0.0030	Da
	G ₁ vs G ₄	Srednji rang za G ₁	58.7200	
		Srednji rang za G ₄	28.9400	
		Razlika SR G ₁ -G ₄	29.7800	
		U _{MW}	298.5000	
		p*	< 0.0001	Da
	G ₂ vs G ₃	Srednji rang za G ₂	61.6400	
		Srednji rang za G ₃	33.7800	
		Razlika SR G ₂ -G ₃	27.8600	
		U _{MW}	414.0000	
		p*	< 0.0001	Da
	G ₂ vs G ₄	Srednji rang za G ₂	59.1900	
		Srednji rang za G ₄	27.1900	
		Razlika SR G ₂ -G ₄	32.0000	
		U _{MW}	223.0000	
p*		< 0.0001	Da	
G ₃ vs G ₄	Srednji rang za G ₃	56.8900		
	Srednji rang za G ₄	35.5000		
	Razlika SR G ₃ -G ₄	21.3900		
	U _{MW}	580.5000		
	p*	< 0.0001	Da	

*Bonferroni korekcija (6 post hoc poredjenja), značajnost postoji ukoliko je $p < 0.00833$.

5.5.5. Rezultat 16: efikasnost na G1/G2/G3/G4

U smislu efikasnosti postoji značajna razlika između grupa G2 i G3 (isključivo prevlačenje pokazalo se značajno boljim u odnosu na isključivo vraćanje). Nedostatak značajne razlike pojavio se između parova G1-G3, G1-G4 i G2-G4. U prvom slučaju grupa koja nije imala mogućnost vraćanja postigla je istu efikasnost kao grupa koja je pored prevlačenja imala i mogućnost vraćanja. U drugom i trećem slučaju rezultat se ne može prihvatiti zbog izrazito kratkog vremena izrade kod grupe G4, o čemu je bilo pomena kod rezultata 15 (odjeljak 5.5.4).



Slika 5.17: Rezultat 16 - efikasnost na grupama G1/G2/G3/G4

Tabela 5.26: Numerički parametri rezultata 16

Varijabla	Grupa	Parametar	Vrednost	Značajnost
Efikasnost	G ₁	Medijana	0.0235	
		Srednji rang	105.6100	
	G ₂	Medijana	0.0161	
		Srednji rang	55.1000	
	G ₃	Medijana	0.0246	
		Srednji rang	116.4400	
	G ₄	Medijana	0.0193	
		Srednji rang	77.3700	
Sve	χ^2_{KW}	38.6250		
	p	< 0.0001	Da	

Tabela 5.27: Numerički parametri rezultata 16 (post hoc testovi)

Varijabla	Grupe	Parametar	Vrednost	Značajnost
Efikasnost	G ₁ vs G ₂	Srednji rang za G ₁	56.3000	
		Srednji rang za G ₂	30.1000	
		Razlika SR G ₁ -G ₂	26.2000	
		U _{MW}	361.0000	
		p*	< 0.0001	Da
	G ₁ vs G ₃	Srednji rang za G ₁	43.5000	
		Srednji rang za G ₃	51.0200	
		Razlika SR G ₁ -G ₃	-7.5200	
		U _{MW}	1,276.0000	
		p*	0.1820	Ne
	G ₁ vs G ₄	Srednji rang za G ₁	50.8200	
		Srednji rang za G ₄	37.0200	
		Razlika SR G ₁ -G ₄	13.8000	
		U _{MW}	646.0000	
		p*	0.0110	Ne
	G ₂ vs G ₃	Srednji rang za G ₂	29.9000	
		Srednji rang za G ₃	60.4400	
		Razlika SR G ₂ -G ₃	-30.5400	
		U _{MW}	1,747.0000	
		p*	< 0.0001	Da
	G ₂ vs G ₄	Srednji rang za G ₂	38.1000	
		Srednji rang za G ₄	47.7900	
		Razlika SR G ₂ -G ₄	-9.6900	
		U _{MW}	1,109.0000	
p*		0.0700	Ne	
G ₃ vs G ₄	Srednji rang za G ₃	55.9800		
	Srednji rang za G ₄	36.5600		
	Razlika SR G ₃ -G ₄	19.4200		
	U _{MW}	626.0000		
	p*	0.0010	Da	

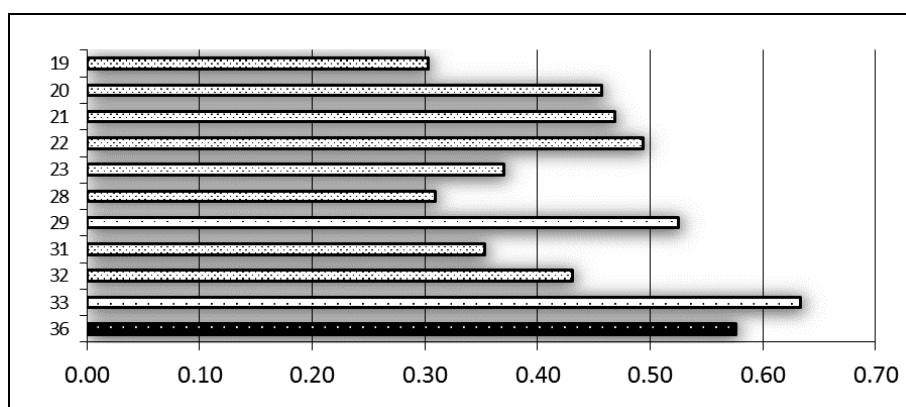
*Bonferroni korekcija (6 post hoc poređenja), značajnost postoji ukoliko je $p < 0.00833$.

5.5.6. Rezultati od 17-36: osnovne korelacije

U nastavku je dat tabelarni pregled osnovnog skupa korelacija (hipoteze H17-H36). Numerički parametri korelacija dati su u tabeli 5.28, njihova grafička reprezentacija na slici 5.18 (na slici su prikazane samo značajne korelacije), nakon čega su dati komentari rezultata.

Tabela 5.28: Numerički parametri rezultata 17-36 (osnovne korelacije)

Rez.	Grupa	Var. 1	Var. 2	r_s	p	Korel.	Znač.
17	G ₁	Vreme	Skor	0.170	0.270	slaba	Ne
18	G ₂	Vreme	Skor	0.510	0.745	jaka	Ne
19	G ₃	Vreme	Skor	0.303	0.033	srednja	Da
20	G ₄	Vreme	Skor	0.457	0.002	srednja	Da
21	G ₁	Prevlačenja	Skor	0.469	0.001	srednja	Da
22	G ₃	Prevlačenja	Skor	0.494	<0.001	srednja	Da
23	G ₁ +G ₃	Prevlačenja	Skor	0.370	<0.001	srednja	Da
24	G ₁	Prevlačenja	Vreme	0.123	0.425	slaba	Ne
25	G ₃	Prevlačenja	Vreme	0.263	0.065	slaba	Ne
26	G ₁	Prevlačenja	Efikasnost	0.048	0.755	srednja	Ne
27	G ₃	Prevlačenja	Efikasnost	0.125	0.386	slaba	Ne
28	G ₁	Vraćanja	Skor	0.309	0.041	srednja	Da
29	G ₂	Vraćanja	Skor	0.525	<0.001	jaka	Da
30	G ₁ +G ₂	Vraćanja	Skor	-0.077	0.482	jaka	Ne
31	G ₁	Vraćanja	Vreme	0.353	0.019	srednja	Da
32	G ₂	Vraćanja	Vreme	0.431	0.004	srednja	Da
33	G ₁ +G ₂	Vraćanja	Vreme	0.633	<0.001	jaka	Da
34	G ₁	Vraćanja	Efikasnost	-0.236	0.123	slaba	Ne
35	G ₂	Vraćanja	Efikasnost	-0.115	0.469	slaba	Ne
36	G ₁ +G ₂	Vraćanja	Efikasnost	-0.576	<0.001	jaka	Da



Slika 5.18: Rezultati 17-36, značajne korelacije (rezultat 36: korelacija je negativna)

Srednja pozitivna korelacija utvrđena je između vremena izrade i spremnosti za nastavak učenja kod grupa bez mogućnosti vraćanja (G3 i G4). U slučaju grupe G3 verovatno je manje prevlačenja (više odgovaranja "na sreću") imalo za rezultat kraće vreme izrade ali i niži skor (na istoj grupi postoji srednja pozitivna korelacija između broja prevlačenja i skora), dok je u slučaju grupe G4 duže čitanje stranica sa tekstom uticalo na bolje pamćenje i bolji skor na pitanjima.

Srednja pozitivna korelacija između broja prevlačenja i skora utvrđena je na obe grupe koje su imale mogućnost prevlačenja (G1 i G3), kao i na kombinaciji obe grupe. Ova korelacija ide u prilog predloženom pristupu.

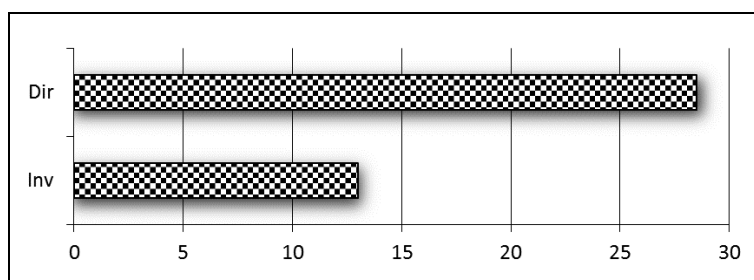
Na grupama kod kojih je moguće vraćanje (G1 i G2) utvrđena je pozitivna korelacija između vraćanja i skora, u slučaju G1 srednja a u slučaju G2 (koja zavisi od vraćanja) jaka. Međutim ova korelacija nije utvrđena na kombinaciji ove dve grupe.

Vraćanje podiže vreme izrade na svim grupama kod kojih je vraćanje moguće (na G1, G2 i kombinaciji obe grupe, kod koje je korelacija jaka). Jedina negativna korelacija pojavila se između vraćanja i efikasnosti, i to kod kombinacije grupa G1 i G2.

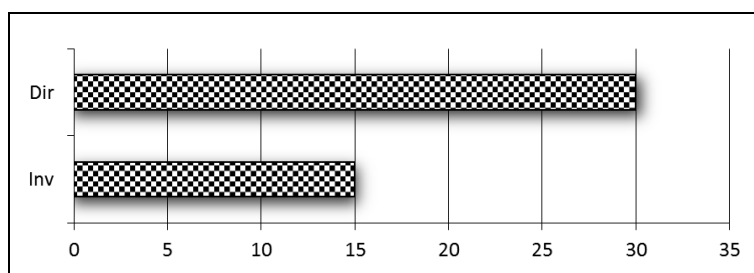
Ni jedna od preostalih korelacija nije pokazala značajnost. Sve proverene korelacije date su u tabeli 5.28.

5.5.7. Rezultat 37: direktna/inverzna prevlačenja

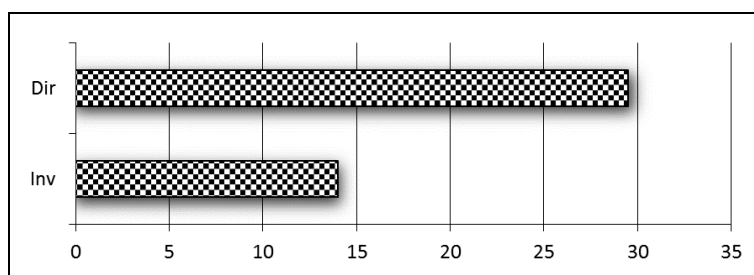
Preferirani smer prevlačenja reči konzistentno je direktan na grupama na kojima je prevlačenje moguće, kao i na kombinaciji ove dve grupe (G1, G3 i G1+G3), iako je relacije između pojmova moguće dobiti proizvoljnim smerom prevlačenja.



Slika 5.19: Rezultat 37 - broj direktnih/inverznih prevlačenja, grupa G1



Slika 5.20: Rezultat 37 - broj direktnih/inverznih prevlačenja, grupa G3



Slika 5.21: Rezultat 37 - broj direktnih/inverznih prevlačenja, grupe G1+G3

Tabela 5.29: Numerički parametri rezultata 37 za grupu G1

Gr.	Varijabla	N	Medijana	IQR	Min.	Maks.
G ₁	Ukupan broj direktnih prevlačenja	44	28.5000	11.50	1.0 0	60.00
	Ukupan broj inverznih prevlačenja	44	13.0000	7.75	3.0 0	32.00
		N	Srednji rang	Suma rangova	Z	Znač. ^e
Negativni rangovi		41 ^a	23.91	980.50	5.669 ^d	< 0.001
Pozitivni rangovi		3 ^b	3.17	9.50		
Veze		0 ^c				
Ukupno		44				

a. Ukupan broj inverznih prevlačenja < Ukupan broj direktnih prevlačenja

b. Ukupan broj inverznih prevlačenja > Ukupan broj direktnih prevlačenja

c. Ukupan broj inverznih prevlačenja = Ukupan broj direktnih prevlačenja

d. Zasnovano na pozitivnim rangovima.

e. Test ekvivalentnih parova (Wilcoxon).

Tabela 5.30: Numerički parametri rezultata 37 za grupu G3

Gr.	Varijabla	N	Medijana	IQR	Min.	Maks.
G ₃	Ukupan broj direktnih prevlačenja	50	30.0000	13.25	1.0 0	55.00
	Ukupan broj inverznih prevlačenja	50	15.0000	10.00	2.0 0	28.00
		N	Srednji rang	Suma rangova	Z	Znač. ^e
Negativni rangovi		43 ^a	26.83	1153.50	-5.804 ^d	< 0.001
Pozitivni rangovi		5 ^b	4.50	22.50		
Veze		2 ^c				
Ukupno		50				

a. Ukupan broj inverznih prevlačenja < Ukupan broj direktnih prevlačenja

b. Ukupan broj inverznih prevlačenja > Ukupan broj direktnih prevlačenja

c. Ukupan broj inverznih prevlačenja = Ukupan broj direktnih prevlačenja

d. Zasnovano na pozitivnim rangovima.

e. Test ekvivalentnih parova (Wilcoxon).

Tabela 5.31: Numerički parametri rezultata 37 za grupe G1+G3

Gr.	Varijabla	N	Medijana	IQR	Min.	Maks.
G ₁ +G ₃	Ukupan broj dir. prevlačenja	94	29.5000	11.00	1.0 0	60.00
	Ukupan broj inv. prevlačenja	94	14.0000	9.00	2.0 0	32.00
		N	Srednji rang	Suma rangova	Z	Znač. ^e
Negativni rangovi		84 ^a	50.23	4219.00	-8.103 ^d	< 0.001
Pozitivni rangovi		8 ^b	7.38	59.00		
Veze		2 ^c				
Ukupno		94				

a. Ukupan broj inverznih prevlačenja < Ukupan broj direktnih prevlačenja

b. Ukupan broj inverznih prevlačenja > Ukupan broj direktnih prevlačenja

c. Ukupan broj inverznih prevlačenja = Ukupan broj direktnih prevlačenja

d. Zasnovano na pozitivnim rangovima.

e. Test ekvivalentnih parova (Wilcoxon).

5.5.8. Rezultat 38-43: korelacije nev. prevlačenja

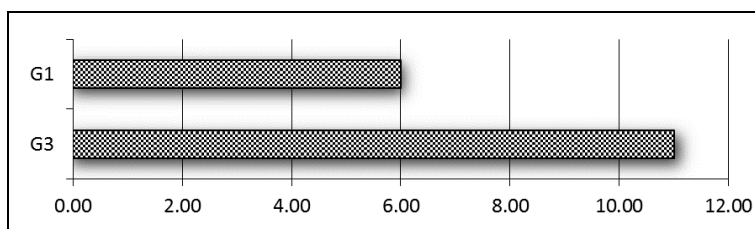
Nevezana prevlačenja su prevlačenja parova reči koji se ne pojavljuju ni u jednom od pitanja i mogu svedočiti o učesnikovoj znatiželji ili želji da se upozna sa novom tehnologijom. Nije utvrđena korelacija broja nevezanih prevlačenja sa spremnošću za nastavak učenja, niti sa efikasnošću.

Tabela 5.32: Numerički parametri rezultata 40-45

Rezultat	Grupa	Var. 1	Var. 2	r_s	p	Korel.	Znač.
38	G ₁	Nev. prevl.	Skor	0.232	0.129	slaba	Ne
39	G ₃	Nev. prevl.	Skor	0.275	0.053	jaka	Ne
40	G ₁ +G ₃	Nev. prevl.	Skor	0.097	0.352	srednja	Ne
41	G ₁	Nev. prevl.	Efikasnost	0.078	0.614	jaka	Ne
42	G ₃	Nev. prevl.	Efikasnost	-0.058	0.689	jaka	Ne
43	G ₁ +G ₃	Nev. prevl.	Efikasnost	0.068	0.518	jaka	Ne

5.5.9. Rezultat 44: nevezana prevlačenja na G1/G3

Utvrđena je značajno veći broj nevezanih prevlačenja na grupi G3 u odnosu na grupu G1. Učesnici iz grupe G3 nisu imali na raspolaganju vraćanje nazad i prevlačenje im je bio jedini raspoloživi alat. Moguća interpretacija ove razlike je veće interesovanje grupe G3 za prevlačenje kao alat izbora, a postoji mogućnost da su učesnici iz grupe G3, budući potpuno oslonjeni na prevlačenje, greškom izvršili veći broj nevezanih prevlačenja.



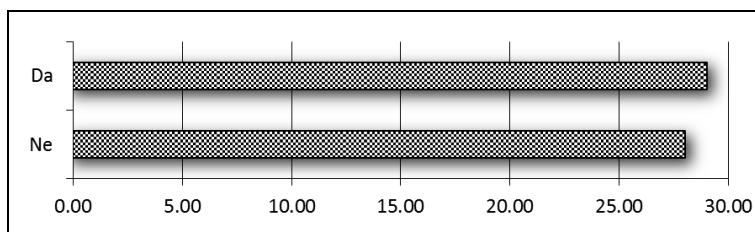
Slika 5.22: Rezultat 44 - nevezana prevlačenja na grupama G1/G3

Tabela 5.33: Numerički parametri rezultata 44

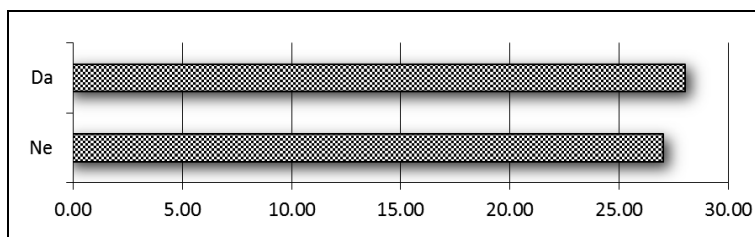
Varijabla	Grupe	Parametar	Vrednost	Značajnost
Nevezana prevlačenja	G ₁	Medijana	6.0000	
		Srednji rang	40.3600	
	G ₃	Medijana	11.0000	
		Srednji rang	53.7800	
	G ₁ vs G ₃	Razlika sr. rangova G ₁ -G ₃	-13.4200	
		U _{MW}	1414.0000	
p		0.0170	Da	

5.5.10. Rezultati 45-47: skor sa/bez nev. prevlačenja

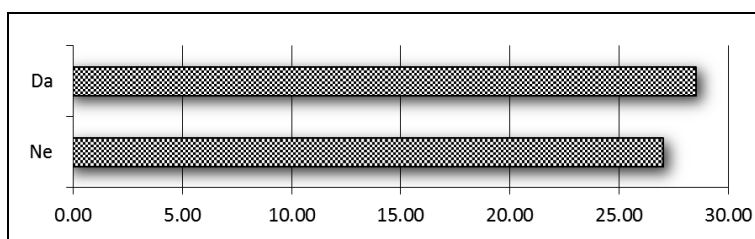
Rezultati 45, 46 i 47 daju razlike u skoru onih učesnika koji su činili nevezana prevlačenja reči u odnosu na one koji ih nisu činili, na grupama G1, G3 i obe grupe zajedno, respektivno. Kao pomoć pri utvrđivanju kriterijuma da li je učesnik činio nevezana prevlačenja ili ne (granica se može postaviti na nuli ili nekom broju prevlačenja ispod koga se mogu zanemariti) formirani su histogrami nevezanih prevlačenja za sva tri slučaja (Prilog A, odeljak A.10) na osnovu kojih nije mogla biti definisana karakteristična granična vrednost pa su učesnici podeljeni po kriterijumu da li imaju ili nemaju nevezana prevlačenja. Ni na jednom od tri poduzorka (G1, G3, G1+G3) nije utvrđena značajna razlika u spremnosti za nastavak učenja.



Slika 5.23: Rezultat 45 - skor sa/bez nevezanih prevlačenja na grupi G1



Slika 5.24: Rezultat 46 - skor sa/bez nevezanih prevlačenja na grupi G3



Slika 5.25: Rezultat 47 - skor sa/bez nevezanih prevlačenja na grupama G1+G3

Tabela 5.34: Numerički parametri rezultata 45

Varijabla	Grupe	Parametar	Vrednost	Značajnost
Skor bez pitanja 10	Oni bez nevezanih prevlačenja	Medijana	29.0000 ^a	
		Srednji rang	35.0000	
ali samo na grupi G1	Oni sa nevezanim prevlačenjima	Medijana	28.0000	
		Srednji rang	22.2100	
	Bez nevezanih prev. vs sa nevez. prev.	Razl. sr. ran. bez-sa	12.7900	
		U _{MW}	9.0000	
p	0.4550	Ne		

^a - U pitanju je jedan učesnik pa je srednja vrednost zapravo jedina vrednost.

Tabela 5.35: Numerički parametri rezultata 46

Varijabla	Grupe	Parametar	Vrednost	Značajnost
Skor bez pitanja 10	Oni bez nevezanih prevlačenja	Medijana	28.0000 ^a	
		Srednji rang	43.0000	
ali samo na grupi G ₃	Oni sa nevezanim prevlačenjima	Medijana	27.0000	
		Srednji rang	25.1400	
	Bez nevezanih prev. vs sa nevez. prev.	Razl. sr. ran. bez-sa	17.8600	
		U _{MW}	7.0000	
p	0.3200	Ne		

^a - U pitanju je jedan učesnik pa je srednja vrednost zapravo jedina vrednost.

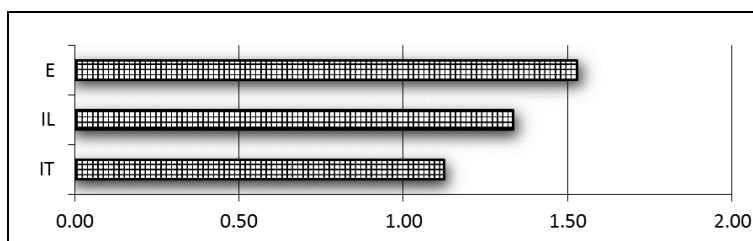
Tabela 5.36: Numerički parametri rezultata 47

Varijabla	Grupe	Parametar	Vrednost	Značajnost
Skor bez pitanja 10	Oni bez nevezanih prevlačenja	Medijana	28.5000 ^a	
		Srednji rang	73.5000	
ali samo na grupama G ₁ +G ₃	Oni sa nevezanim prevlačenjima	Medijana	27.0000	
		Srednji rang	46.9300	
	Bez nevezanih prev. vs sa nevez. prev.	Razl. sr. ran. bez-sa	26.5700	
		U _{MW}	40.0000	
p	0.2020	Ne		

^a - U pitanju su dve osobe (po jedna iz G1 i G2) sa vrednostima 29 i 28 respektivno.

5.5.11. Rezultat 48: prevlačenja za tip E/IL/IT na G1

Poređenje broja prevlačenja po nivou eksplicitnosti odgovarajuće relacije pokazalo je neočekivan rezultat: relacije tipa IT (implicitne teške) izazvale su najmanje prevlačenja: post hoc testovi pokazali su značajnu razliku u broju prevlačenja između ovog tipa relacija i oba preostala tipa (E i IL), dok između ova dva tipa nije bilo značajne razlike. S obzirom na nisku eksplicitnost i potrebu za "računanjem" kod ovih relacija, u njihovom slučaju očekivan je naveći broj prevlačenja. Ovaj rezultat dobijen je Friedmanovim testom (poređenje varijabli na istom poduzorku), uz Wilcoxonove post hoc testove.



Slika 5.26: Rezultat 48 - prevlačenja za tipove pitanja E/IL/IT na grupi G1

Tabela 5.37: Numerički parametri rezultata 48

Grupa	Varijabla	Medijana	Sr. rang	Statistika	
G1	Ukupan br. prevl. za tip pit. E	1.5278	2.47	N	44
	Ukupan br. prevl. za tip pit. IL	1.3333	2.25	χ^2	35.871
	Ukupan br. prevl. za tip pit. IT	1.1250	1.28	p	< 0.001

Tabela 5.38: Numerički parametri rezultata 48 (post hoc test 1)

Gr.	Varijabla	N	Medijana	IQR	Min.	Maks.
G ₁	Ukupan br. prevl. za tip pit. E	44	1.5278	0.58	0.1 1	3.67
	Ukupan br. prevl. za tip pit. IL	44	1.3333	0.34	0.3 3	3.33
		N	Srednji rang	Suma rangova	Z	Znač. ^e
Negativni rangovi		22 ^a	23.45	516.00	-1.428 ^d	0.153
Pozitivni rangovi		18 ^b	16.89	304.00		
Veze		4 ^c				
Ukupno		44				Ne

a. Ukupan broj inverznih prevlačenja < Ukupan broj direktnih prevlačenja

b. Ukupan broj inverznih prevlačenja > Ukupan broj direktnih prevlačenja

c. Ukupan broj inverznih prevlačenja = Ukupan broj direktnih prevlačenja

d. Zasnovano na pozitivnim rangovima.

e. Test ekvivalentnih parova (Wilcoxon).

Tabela 5.39: Numerički parametri rezultata 48 (post hoc test 2)

Gr.	Varijabla	N	Medijana	IQR	Min.	Maks.
G ₁	Ukupan br. prevl. za tip pit. E	44	1.5278	0.49	0.1 1	3.67
	Ukupan br. prevl. za tip pit. IT	44	1.1250	0.34	0.0 0	1.88
		N	Srednji rang	Suma rangova	Z	Znač. ^e
Negativni rangovi		40 ^a	22.56	902.50	-5.187 ^d	< 0.001
Pozitivni rangovi		3 ^b	14.50	43.50		
Veze		1 ^c				
Ukupno		44				Da

a. Ukupan broj inverznih prevlačenja < Ukupan broj direktnih prevlačenja

b. Ukupan broj inverznih prevlačenja > Ukupan broj direktnih prevlačenja

c. Ukupan broj inverznih prevlačenja = Ukupan broj direktnih prevlačenja

d. Zasnovano na pozitivnim rangovima.

e. Test ekvivalentnih parova (Wilcoxon).

Tabela 5.40: Numerički parametri rezultata 48 (post hoc test 3)

Gr.	Varijabla	N	Medijana	IQR	Min.	Maks.
G ₁	Ukupan br. prevl. za tip pit. IL	44	1.3333	0.58	0.33	3.33
	Ukupan br. prevl. za tip pit. IT	44	1.1250	0.34	0.00	1.88
		N	Srednji rang	Suma rangova	Z	Znač. ^e
Negativni rangovi		35 ^a	25.07	877.50	-4.469 ^d	< 0.001
Pozitivni rangovi		9 ^b	12.50	112.50		
Veze		0 ^c				
Ukupno		44				Da

a. Ukupan broj inverznih prevlačenja < Ukupan broj direktnih prevlačenja

b. Ukupan broj inverznih prevlačenja > Ukupan broj direktnih prevlačenja

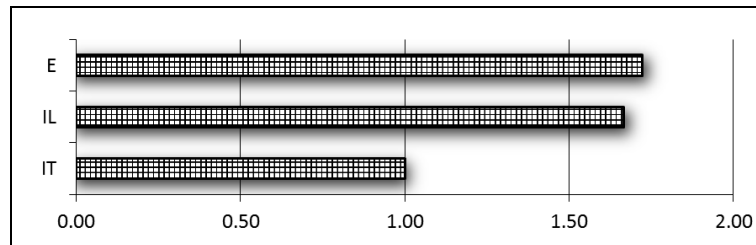
c. Ukupan broj inverznih prevlačenja = Ukupan broj direktnih prevlačenja

d. Zasnovano na pozitivnim rangovima.

e. Test ekvivalentnih parova (Wilcoxon).

5.5.12. Rezultat 49: prevlačenja za tip E/IL/IT na G3

Na grupi G3 dobijeni su gotovo isti rezultati kao na grupi G1 (rezultat 48, odeljak 5.5.11).



Slika 5.27: Rezultat 49 - prevlačenja za tipove pitanja E/IL/IT na grupi G3

Tabela 5.41: Numerički parametri rezultata 49

Grupa	Varijabla	Medijana	Sr. rang	Statistika	
G ₃	Ukupan br. prevl. za tip pit. E	1.7222	2.51	N	50
	Ukupan br. prevl. za tip pit. IL	1.6667	2.34	χ^2	55.465
	Ukupan br. prevl. za tip pit. IT	1.0000	1.15	p	< 0.001

Tabela 5.42: Numerički parametri rezultata 49 (post hoc test 1)

Gr.	Varijabla	N	Medijana	IQR	Min.	Maks.
G ₃	Ukupan br. prevl. za tip pit. E	50	1.7222	0.63	.11	2.94
	Ukupan br. prevl. za tip pit. IL	50	1.6667	1.00	.33	3.33
		N	Srednji rang	Suma rangova	Z	Znač. ^e
Negativni rangovi		27 ^a	27.22	735.00	-1.220 ^d	0.222
Pozitivni rangovi		22 ^b	22.27	490.00		
Veze		1 ^c				
Ukupno		50				Ne

a. Ukupan broj inverznih prevlačenja < Ukupan broj direktnih prevlačenja

b. Ukupan broj inverznih prevlačenja > Ukupan broj direktnih prevlačenja

c. Ukupan broj inverznih prevlačenja = Ukupan broj direktnih prevlačenja

d. Zasnovano na pozitivnim rangovima.

e. Test ekvivalentnih parova (Wilcoxon).

Tabela 5.43: Numerički parametri rezultata 49 (post hoc test 2)

Gr.	Varijabla	N	Medijana	IQR	Min.	Maks.
G ₃	Ukupan br. prevl. za tip pit. E	50	1.7222	0.63	0.11	2.94
	Ukupan br. prevl. za tip pit. IT	50	1.0000	0.38	0.00	2.13
		N	Srednji rang	Suma rangova	Z	Znač. ^e
Negativni rangovi		48 ^a	26.34	1264.50	-6.053 ^d	< 0.001
Pozitivni rangovi		2 ^b	5.25	10.50		
Veze		0 ^c				
Ukupno		50				Da

a. Ukupan broj inverznih prevlačenja < Ukupan broj direktnih prevlačenja

b. Ukupan broj inverznih prevlačenja > Ukupan broj direktnih prevlačenja

c. Ukupan broj inverznih prevlačenja = Ukupan broj direktnih prevlačenja

d. Zasnovano na pozitivnim rangovima.

e. Test ekvivalentnih parova (Wilcoxon).

Tabela 5.44: Numerički parametri rezultata 49 (post hoc test 3)

Gr.	Varijabla	N	Medijana	IQR	Min.	Maks.
G ₃	Ukupan br. prevl. za tip pit. IL	50	1.6667	1.00	0.33	3.33
	Ukupan br. prevl. za tip pit. IT	50	1.0000	0.38	0.00	2.13
		N	Srednji rang	Suma rangova	Z	Znač. ^e
Negativni rangovi		44 ^a	27.18	1196.00	-5.806 ^d	< 0.001
Pozitivni rangovi		5 ^b	5.80	29.00		
Veze		1 ^c				
Ukupno		50				Da

a. Ukupan broj inverznih prevlačenja < Ukupan broj direktnih prevlačenja

b. Ukupan broj inverznih prevlačenja > Ukupan broj direktnih prevlačenja

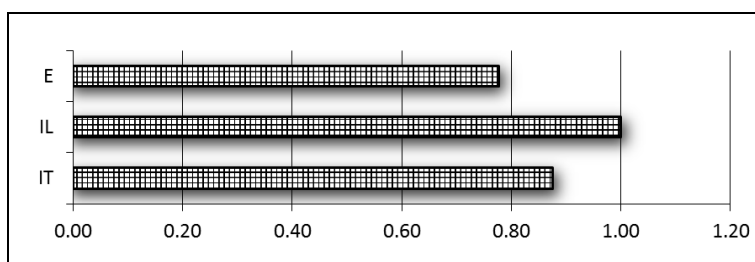
c. Ukupan broj inverznih prevlačenja = Ukupan broj direktnih prevlačenja

d. Zasnovano na pozitivnim rangovima.

e. Test ekvivalentnih parova (Wilcoxon).

5.5.13. Rezultat 50: skor na tipu E/IL/IT na G1

Poređenje skora na relacijama različitih nivoa eksplicitnosti dalo je još neočekivanije rezultate od poređenja prevlačenja. Na sve 4 grupe (G1, G2, G3 i G4) kao i na kombinacijama grupa sa i bez mogućnosti prevlačenja (G1+G3 i G2+G4) pojavila se ista tendencija: skor je najveći kod implicitnih lakih pitanja (IL), dok je najmanji kod eksplicitnih - manji i od skora na implicitnim teškim pitanjima (IT). Nakon obrade svih rezultata urađena je dodatna verifikacija ovih poređenja, koja je dala isti rezultat (što uključuje i proveru na celom uzorku i u verifikacionom eksperimentu). Post hoc testovi pokazali su da su, osim između tipova IL i IT na grupama G2, G4 i G2+G4, sve razlike značajne, što ukazuje na jasan trend. U nastavku su dati svi pomenuti rezultati (grupe G2, G3, G4, G1+G3 i G2+G4, rezultati 51-55 respektivno).



Slika 5.28: Rezultat 50 - skor na tipovima pitanja E/IL/IT na grupi G1

Tabela 5.45: Numerički parametri rezultata 50

Grupa	Varijabla	Medijana	Sr. rang	Statistika	
G ₁	Skor na pitanjima tipa E	0.7778	1.25	N	44
	Skor na pitanjima tipa IL	1.0000	2.77	χ^2	51.045
	Skor na pitanjima tipa IT	0.8750	1.98	p	< 0.001

Tabela 5.46: Numerički parametri rezultata 50 (post hoc test 1)

Gr.	Varijabla	N	Medijana	IQR	Min.	Maks.
G ₁	Skor na pitanjima tipa E	44	0.7778	0.00	0.33	0.78
	Skor na pitanjima tipa IL	44	1.0000	0.00	0.67	1.00
		N	Srednji rang	Suma rangova	Z	Znač. ^e
Negativni rangovi		5 ^a	3.90	19.50	-5.802 ^d	< 0.001
Pozitivni rangovi		39 ^b	24.88	970.50		
Veze		0 ^c				
Ukupno		44				Da

a. Ukupan broj inverznih prevlačenja < Ukupan broj direktnih prevlačenja

b. Ukupan broj inverznih prevlačenja > Ukupan broj direktnih prevlačenja

c. Ukupan broj inverznih prevlačenja = Ukupan broj direktnih prevlačenja

d. Zasnovano na pozitivnim rangovima.

e. Test ekvivalentnih parova (Wilcoxon).

Tabela 5.47: Numerički parametri rezultata 50 (post hoc test 2)

Gr.	Varijabla	N	Medijana	IQR	Min.	Maks.
G ₁	Skor na pitanjima tipa E	44	0.7778	0.00	0.33	0.78
	Skor na pitanjima tipa IT	44	0.8750	0.00	0.63	0.88
		N	Srednji rang	Suma rangova	Z	Znač. ^e
Negativni rangovi		6 ^a	12.67	76.00	-5.113 ^d	< 0.001
Pozitivni rangovi		38 ^b	24.05	914.00		
Veze		0 ^c				
Ukupno		44				Da

a. Ukupan broj inverznih prevlačenja < Ukupan broj direktnih prevlačenja

b. Ukupan broj inverznih prevlačenja > Ukupan broj direktnih prevlačenja

c. Ukupan broj inverznih prevlačenja = Ukupan broj direktnih prevlačenja

d. Zasnovano na pozitivnim rangovima.

e. Test ekvivalentnih parova (Wilcoxon).

Tabela 5.48: Numerički parametri rezultata 50 (post hoc test 3)

Gr.	Varijabla	N	Medijana	IQR	Min.	Maks.
G ₁	Skor na pitanjima tipa IL	44	1.0000	0.00	0.67	1.00
	Skor na pitanjima tipa IT	44	0.8750	0.00	0.63	0.88
		N	Srednji rang	Suma rangova	Z	Znač. ^e
Negativni rangovi		39 ^a	21.69	846.00	-4.282 ^d	< 0.001
Pozitivni rangovi		5 ^b	28.80	144.00		
Veze		0 ^c				
Ukupno		44				Da

a. Ukupan broj inverznih prevlačenja < Ukupan broj direktnih prevlačenja

b. Ukupan broj inverznih prevlačenja > Ukupan broj direktnih prevlačenja

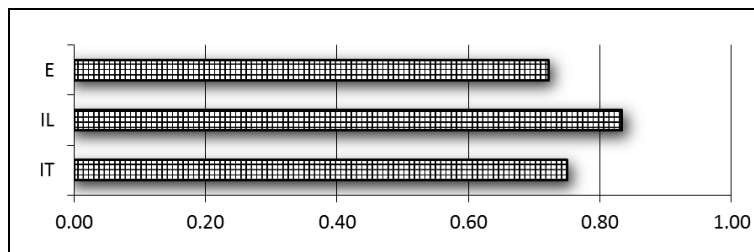
c. Ukupan broj inverznih prevlačenja = Ukupan broj direktnih prevlačenja

d. Zasnovano na pozitivnim rangovima.

e. Test ekvivalentnih parova (Wilcoxon).

5.5.14. Rezultat 51: skor na tipu E/IL/IT na G2

Ovaj rezultat diskutovan je u sklopu rezultata 50, odeljak 5.5.13.



Slika 5.29: Rezultat 51 - skor na tipovima pitanja E/IL/IT na grupi G2

Tabela 5.49: Numerički parametri rezultata 51

Grupa	Varijabla	Medijana	Sr. rang	Statistika	
G ₂	Skor na pitanjima tipa E	0.7222	1.54	N	42
	Skor na pitanjima tipa IL	0.8333	2.23	χ^2	13.665
	Skor na pitanjima tipa IT	0.7500	2.24	p	0.001

Tabela 5.50: Numerički parametri rezultata 51 (post hoc test 1)

Gr.	Varijabla	N	Medijana	IQR	Min.	Maks.
G ₂	Skor na pitanjima tipa E	42	0.7222	0.33	0.1 1	0.78
	Skor na pitanjima tipa IL	42	0.8333	0.33	0.0 0	1.00
		N	Srednji rang	Suma rangova	Z	Znač. ^e
Negativni rangovi		15 ^a	11.37	170.50	-3.380 ^d	0.001
Pozitivni rangovi		26 ^b	26.56	690.50		
Veze		1 ^c				
Ukupno		42				Da

a. Ukupan broj inverznih prevlačenja < Ukupan broj direktnih prevlačenja

b. Ukupan broj inverznih prevlačenja > Ukupan broj direktnih prevlačenja

c. Ukupan broj inverznih prevlačenja = Ukupan broj direktnih prevlačenja

d. Zasnovano na pozitivnim rangovima.

e. Test ekvivalentnih parova (Wilcoxon).

Tabela 5.51: Numerički parametri rezultata 51 (post hoc test 2)

Gr.	Varijabla	N	Medijana	IQR	Min.	Maks.
G ₂	Skor na pitanjima tipa E	42	0.7222	0.33	0.1 1	0.78
	Skor na pitanjima tipa IT	42	0.7500	0.25	0.1 3	0.88
		N	Srednji rang	Suma rangova	Z	Znač. ^e
Negativni rangovi		7 ^a	18.07	126.50	-4.078 ^d	< 0.001
Pozitivni rangovi		35 ^b	22.19	776.50		
Veze		0 ^c				
Ukupno		42				Da

a. Ukupan broj inverznih prevlačenja < Ukupan broj direktnih prevlačenja

b. Ukupan broj inverznih prevlačenja > Ukupan broj direktnih prevlačenja

c. Ukupan broj inverznih prevlačenja = Ukupan broj direktnih prevlačenja

d. Zasnovano na pozitivnim rangovima.

e. Test ekvivalentnih parova (Wilcoxon).

Tabela 5.52: Numerički parametri rezultata 51 (post hoc test 3)

Gr.	Varijabla	N	Medijana	IQR	Min.	Maks.
G ₂	Skor na pitanjima tipa IL	42	0.8333	0.33	0.0 0	1.00
	Skor na pitanjima tipa IT	42	0.7500	0.25	0.1 3	0.88
		N	Srednji rang	Suma rangova	Z	Znač. ^e
Negativni rangovi		25 ^a	21.60	540.00	-1.110 ^d	0.267
Pozitivni rangovi		17 ^b	21.35	363.00		
Veze		0 ^c				
Ukupno		42				Ne

a. Ukupan broj inverznih prevlačenja < Ukupan broj direktnih prevlačenja

b. Ukupan broj inverznih prevlačenja > Ukupan broj direktnih prevlačenja

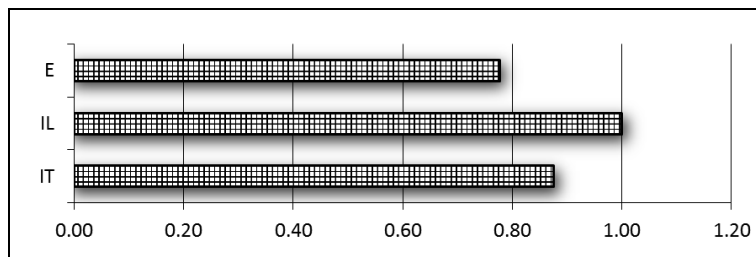
c. Ukupan broj inverznih prevlačenja = Ukupan broj direktnih prevlačenja

d. Zasnovano na pozitivnim rangovima.

e. Test ekvivalentnih parova (Wilcoxon).

5.5.15. Rezultat 52: skor na tipu E/IL/IT na G3

Ovaj rezultat diskutovan je u sklopu rezultata 50, odeljak 5.5.13.



Slika 5.30: Rezultat 52 - skor na tipovima pitanja E/IL/IT na grupi G3

Tabela 5.53: Numerički parametri rezultata 52

Grupa	Varijabla	Medijana	Sr. rang	Statistika	
G ₃	Skor na pitanjima tipa E	0.7778	1.46	N	50
	Skor na pitanjima tipa IL	1.0000	2.70	χ^2	40.768
	Skor na pitanjima tipa IT	0.8750	1.84	p	< 0.001

Tabela 5.54: Numerički parametri rezultata 52 (post hoc test 1)

Gr.	Varijabla	N	Medijana	IQR	Min.	Maks.
G ₃	Skor na pitanjima tipa E	50	0.7778	0.07	0.3 3	0.78
	Skor na pitanjima tipa IL	50	1.0000	0.08	0.0 0	1.00
Negativni rangovi		N	Srednji rang	Suma rangova	Z	Znač. ^e
Pozitivni rangovi		7 ^a	17.86	125.00	-4.861 ^d	< 0.001
Veze		2 ^c				
Ukupno		50				

a. Ukupan broj inverznih prevlačenja < Ukupan broj direktnih prevlačenja

b. Ukupan broj inverznih prevlačenja > Ukupan broj direktnih prevlačenja

c. Ukupan broj inverznih prevlačenja = Ukupan broj direktnih prevlačenja

d. Zasnovano na pozitivnim rangovima.

e. Test ekvivalentnih parova (Wilcoxon).

Tabela 5.55: Numerički parametri rezultata 52 (post hoc test 2)

Gr.	Varijabla	N	Medijana	IQR	Min.	Maks.
G ₃	Skor na pitanjima tipa E	50	0.7778	0.07	0.3 3	0.78
	Skor na pitanjima tipa IT	50	0.8750	0.13	0.2 5	0.88
Negativni rangovi		N	Srednji rang	Suma rangova	Z	Znač. ^e
Pozitivni rangovi		15 ^a	13.90	208.50	-4.189 ^d	< 0.001
Veze		0 ^c				
Ukupno		50				

a. Ukupan broj inverznih prevlačenja < Ukupan broj direktnih prevlačenja

b. Ukupan broj inverznih prevlačenja > Ukupan broj direktnih prevlačenja

c. Ukupan broj inverznih prevlačenja = Ukupan broj direktnih prevlačenja

d. Zasnovano na pozitivnim rangovima.

e. Test ekvivalentnih parova (Wilcoxon).

Tabela 5.56: Numerički parametri rezultata 52 (post hoc test 3)

Gr.	Varijabla	N	Medijana	IQR	Min.	Maks.
G ₃	Skor na pitanjima tipa IL	50	1.0000	0.08	0.0 0	1.00
	Skor na pitanjima tipa IT	50	0.8750	0.13	0.2 5	0.88
Negativni rangovi		N	Srednji rang	Suma rangova	Z	Znač. ^e
Pozitivni rangovi		43 ^a	24.59	1057.50	-4.155 ^d	< 0.001
Veze		7 ^b	31.07	217.50		
Ukupno		50				

a. Ukupan broj inverznih prevlačenja < Ukupan broj direktnih prevlačenja

b. Ukupan broj inverznih prevlačenja > Ukupan broj direktnih prevlačenja

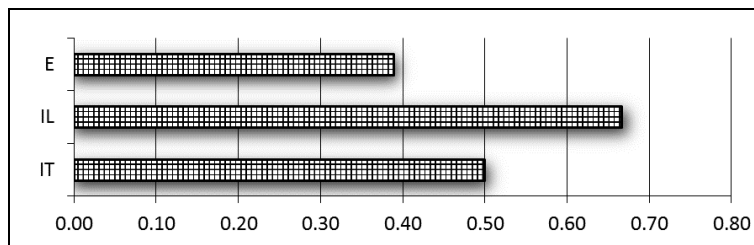
c. Ukupan broj inverznih prevlačenja = Ukupan broj direktnih prevlačenja

d. Zasnovano na pozitivnim rangovima.

e. Test ekvivalentnih parova (Wilcoxon).

5.5.16. Rezultat 53: skor na tipu E/IL/IT na G4

Ovaj rezultat diskutovan je u sklopu rezultata 50, odeljak 5.5.13.



Slika 5.31: Rezultat 55 - skor na tipovima pitanja E/IL/IT na grupi G4

Tabela 5.57: Numerički parametri rezultata 53

Grupa	Varijabla	Medijana	Sr. rang	Statistika	
G4	Skor na pitanjima tipa E	0.3889	1.69	N	43
	Skor na pitanjima tipa IL	0.6667	2.22	χ^2	6.749
	Skor na pitanjima tipa IT	0.5000	2.09	p	0.034

Tabela 5.58: Numerički parametri rezultata 53 (post hoc test 1)

Gr.	Varijabla	N	Medijana	IQR	Min.	Maks.
G ₄	Skor na pitanjima tipa E	43	0.3889	0.22	0.17	0.72
	Skor na pitanjima tipa IL	43	0.6667	0.33	0.00	1.00
		N	Srednji rang	Suma rangova	Z	Znač. ^e
Negativni rangovi		14 ^a	17.96	251.50	-2.507 ^d	0.012
Pozitivni rangovi		28 ^b	23.27	651.50		
Veze		1 ^c				
Ukupno		43				Da

a. Ukupan broj inverznih prevlačenja < Ukupan broj direktnih prevlačenja

b. Ukupan broj inverznih prevlačenja > Ukupan broj direktnih prevlačenja

c. Ukupan broj inverznih prevlačenja = Ukupan broj direktnih prevlačenja

d. Zasnovano na pozitivnim rangovima.

e. Test ekvivalentnih parova (Wilcoxon).

Tabela 5.59: Numerički parametri rezultata 53 (post hoc test 2)

Gr.	Varijabla	N	Medijana	IQR	Min.	Maks.
G ₄	Skor na pitanjima tipa E	43	0.3889	0.22	0.17	0.72
	Skor na pitanjima tipa IT	43	0.5000	0.25	0.00	0.75
		N	Srednji rang	Suma rangova	Z	Znač. ^e
Negativni rangovi		15 ^a	18.17	272.50	-2.422 ^d	0.015
Pozitivni rangovi		28 ^b	24.05	673.50		
Veze		0 ^c				
Ukupno		43				Da

a. Ukupan broj inverznih prevlačenja < Ukupan broj direktnih prevlačenja

b. Ukupan broj inverznih prevlačenja > Ukupan broj direktnih prevlačenja

c. Ukupan broj inverznih prevlačenja = Ukupan broj direktnih prevlačenja

d. Zasnovano na pozitivnim rangovima.

e. Test ekvivalentnih parova (Wilcoxon).

Tabela 5.60: Numerički parametri rezultata 53 (post hoc test 3)

Gr.	Varijabla	N	Medijana	IQR	Min.	Maks.
G ₄	Skor na pitanjima tipa IL	43	0.6667	0.33	0.00	1.00
	Skor na pitanjima tipa IT	43	0.5000	0.25	0.00	0.75
		N	Srednji rang	Suma rangova	Z	Znač. ^e
Negativni rangovi		24 ^a	22.75	546.00	-0.833 ^d	0.377
Pozitivni rangovi		19 ^b	21.05	400.00		
Veze		0 ^c				
Ukupno		43				Ne

a. Ukupan broj inverznih prevlačenja < Ukupan broj direktnih prevlačenja

b. Ukupan broj inverznih prevlačenja > Ukupan broj direktnih prevlačenja

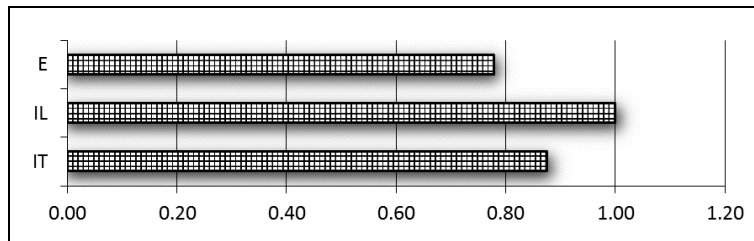
c. Ukupan broj inverznih prevlačenja = Ukupan broj direktnih prevlačenja

d. Zasnovano na pozitivnim rangovima.

e. Test ekvivalentnih parova (Wilcoxon).

5.5.17. Rezultat 54: skor na tipu E/IL/IT na G1+G3

Ovaj rezultat diskutovan je u sklopu rezultata 50, odeljak 5.5.13.



Slika 5.32: Rezultat 54 - skor na tipovima pitanja E/IL/IT na grupama G1+G3

Tabela 5.61: Numerički parametri rezultata 54

Grupa	Varijabla	Medijana	Sr. rang	Statistika	
G1+G3	Skor na pitanjima tipa E	0.7778	1.36	N	94
	Skor na pitanjima tipa IL	1.0000	2.73	χ^2	90.289
	Skor na pitanjima tipa IT	0.8750	1.90	p	< 0.001

Tabela 5.62: Numerički parametri rezultata 54 (post hoc test 1)

Gr.	Varijabla	N	Medijana	IQR	Min.	Maks.
G1+G3	Skor na pitanjima tipa E	94	0.7778	0.06	0.3 3	0.78
	Skor na pitanjima tipa IT	94	1.0000	0.00	0.0 0	1.00
		N	Srednji rang	Suma rangova	Z	Znač. ^e
Negativni rangovi		12 ^a	23.38	280.50	-7.476 ^d	< 0.001
Pozitivni rangovi		80 ^b	49.97	3997.50		
Veze		2 ^c				
Ukupno		94				Da

a. Ukupan broj inverznih prevlačenja < Ukupan broj direktnih prevlačenja

b. Ukupan broj inverznih prevlačenja > Ukupan broj direktnih prevlačenja

c. Ukupan broj inverznih prevlačenja = Ukupan broj direktnih prevlačenja

d. Zasnovano na pozitivnim rangovima.

e. Test ekvivalentnih parova (Wilcoxon).

Tabela 5.63: Numerički parametri rezultata 54 (post hoc test 2)

Gr.	Varijabla	N	Medijana	IQR	Min.	Maks.
G1+G3	Skor na pitanjima tipa IL	94	0.7778	0.06	0.3 3	0.78
	Skor na pitanjima tipa IT	94	0.8750	0.13	0.2 5	0.88
		N	Srednji rang	Suma rangova	Z	Znač. ^e
Negativni rangovi		21 ^a	24.93	523.50	-6.597 ^d	< 0.001
Pozitivni rangovi		73 ^b	53.99	3941.50		
Veze		0 ^c				
Ukupno		94				Da

a. Ukupan broj inverznih prevlačenja < Ukupan broj direktnih prevlačenja

b. Ukupan broj inverznih prevlačenja > Ukupan broj direktnih prevlačenja

c. Ukupan broj inverznih prevlačenja = Ukupan broj direktnih prevlačenja

d. Zasnovano na pozitivnim rangovima.

e. Test ekvivalentnih parova (Wilcoxon).

Tabela 5.64: Numerički parametri rezultata 54 (post hoc test 3)

Gr.	Varijabla	N	Medijana	IQR	Min.	Maks.
G1+G3	Skor na pitanjima tipa E	94	1.0000	0.00	0.0 0	1.00
	Skor na pitanjima tipa IL	94	0.8750	0.13	0.2 5	0.88
		N	Srednji rang	Suma rangova	Z	Znač. ^e
Negativni rangovi		82 ^a	45.84	3759.00	-5.952 ^d	< 0.001
Pozitivni rangovi		12 ^b	58.83	706.00		
Veze		0 ^c				
Ukupno		94				Da

a. Ukupan broj inverznih prevlačenja < Ukupan broj direktnih prevlačenja

b. Ukupan broj inverznih prevlačenja > Ukupan broj direktnih prevlačenja

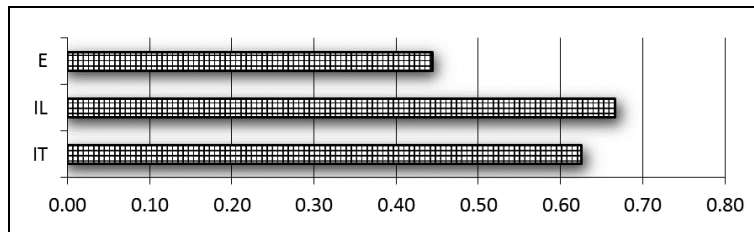
c. Ukupan broj inverznih prevlačenja = Ukupan broj direktnih prevlačenja

d. Zasnovano na pozitivnim rangovima.

e. Test ekvivalentnih parova (Wilcoxon).

5.5.18. Rezultat 55: skor na tipu E/IL/IT na G2+G4

Ovaj rezultat diskutovan je u sklopu rezultata 50, odeljak 5.5.13.



Slika 5.33: Rezultat 55 - skor na tipovima pitanja E/IL/IT na grupama G2+G4

Tabela 5.65: Numerički parametri rezultata 55

Grupa	Varijabla	Medijana	Sr. rang	Statistika	
G2+G4	Skor na pitanjima tipa E	0.4444	1.61	N	85
	Skor na pitanjima tipa IL	0.6667	2.22	χ^2	19.479
	Skor na pitanjima tipa IT	0.6250	2.16	p	< 0.001

Tabela 5.66: Numerički parametri rezultata 55 (post hoc test 1)

Gr.	Varijabla	N	Medijana	IQR	Min.	Maks.
G2+G4	Skor na pitanjima tipa E	85	0.4444	0.39	0.11	0.78
	Skor na pitanjima tipa IL	85	0.6667	0.67	0.00	1.00
		N	Srednji rang	Suma rangova	Z	Znač. ^e
Negativni rangovi		29 ^a	28.72	833.00	-4.142 ^d	< 0.001
Pozitivni rangovi		54 ^b	49.13	2653.00		
Veze		2 ^c				
Ukupno		85				Da

a. Ukupan broj inverznih prevlačenja < Ukupan broj direktnih prevlačenja

b. Ukupan broj inverznih prevlačenja > Ukupan broj direktnih prevlačenja

c. Ukupan broj inverznih prevlačenja = Ukupan broj direktnih prevlačenja

d. Zasnovano na pozitivnim rangovima.

e. Test ekvivalentnih parova (Wilcoxon).

Tabela 5.67: Numerički parametri rezultata 55 (post hoc test 2)

Gr.	Varijabla	N	Medijana	IQR	Min.	Maks.
G2+G4	Skor na pitanjima tipa E	85	0.4444	0.39	0.11	0.78
	Skor na pitanjima tipa IT	85	0.6250	0.31	0.00	0.88
		N	Srednji rang	Suma rangova	Z	Znač. ^e
Negativni rangovi		22 ^a	37.11	816.50	-4.435 ^d	< 0.001
Pozitivni rangovi		63 ^b	45.06	2838.50		
Veze		0 ^c				
Ukupno		85				Da

a. Ukupan broj inverznih prevlačenja < Ukupan broj direktnih prevlačenja

b. Ukupan broj inverznih prevlačenja > Ukupan broj direktnih prevlačenja

c. Ukupan broj inverznih prevlačenja = Ukupan broj direktnih prevlačenja

d. Zasnovano na pozitivnim rangovima.

e. Test ekvivalentnih parova (Wilcoxon).

Tabela 5.68: Numerički parametri rezultata 55 (post hoc test 3)

Gr.	Varijabla	N	Medijana	IQR	Min.	Maks.
G2+G4	Skor na pitanjima tipa IL	85	0.6667	0.67	0.00	1.00
	Skor na pitanjima tipa IT	85	0.6250	0.31	0.00	0.88
		N	Srednji rang	Suma rangova	Z	Znač. ^e
Negativni rangovi		49 ^a	44.24	2168.00	-1.494 ^d	0.135
Pozitivni rangovi		36 ^b	41.31	1487.00		
Veze		0 ^c				
Ukupno		85				Ne

a. Ukupan broj inverznih prevlačenja < Ukupan broj direktnih prevlačenja

b. Ukupan broj inverznih prevlačenja > Ukupan broj direktnih prevlačenja

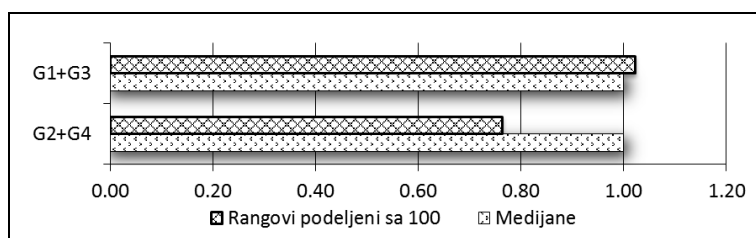
c. Ukupan broj inverznih prevlačenja = Ukupan broj direktnih prevlačenja

d. Zasnovano na pozitivnim rangovima.

e. Test ekvivalentnih parova (Wilcoxon).

5.5.19. Rezultat 56: skor tip R G1+G3/G2+G4

Pitanja tipa R ("redundantna" pitanja) su pitanja čije su relacije prisutne u pasusu teksta iznad pitanja, što znači da za njihovo pribavljanje nije potrebno prevlačiti reči već je dovoljno iščitati traženu relaciju što, u slučaju ovih pitanja, prevlačenje čini irelevantnim. Suprotno očekivanjima, kod ovih pitanja najveću spremnost za nastavak učenja pokazale su upravo grupe koje su imale mogućnost prevlačenja (G1+G3). Ovakav ishod može značiti da je učesnicima prevlačenje bilo daleko privlačnije od pretraživanja, čak i ukoliko pretraživanje ne podrazumeva vraćanje na prethodne stranice. Zbog jednakih vrednosti medijana na grafu su prikazani i srednji rangovi.



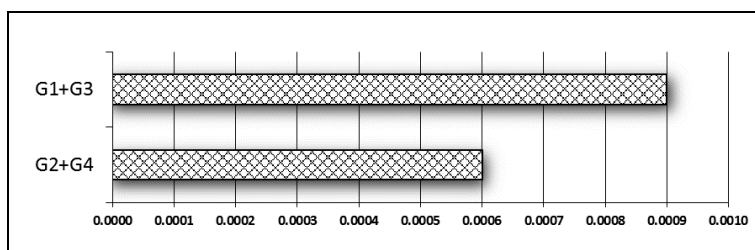
Slika 5.34: Rezultat 56 - skor na tipu pitanja R na grupama G1+G3/G2+G4

Tabela 5.69: Numerički parametri rezultata 56

Varijabla	Grupe	Parametar	Vrednost	Značajnost	
Skor na pitanjima tipa R	G ₁ +G ₃	Medijana	1.0000		
		Srednji rang	102.2400		
	G ₂ +G ₄	Medijana	1.0000		
		Srednji rang	76.4600		
	G ₁ +G ₃ vs G ₂ +G ₄		Razlika sr. rangova G ₁₃ -G ₂₄		25.7800
			U _{MW}		2844.5000
		p	< 0.0001	Da	

5.5.20. Rezultat 57: efikasnost tip R G1+G3/G2+G4

Slično rezultatu 56 (odjeljak 5.5.19), a suprotno očekivanjima, grupe koje su imale mogućnost prevlačenja (G1+G3) pokazale su veću efikasnost na pitanjima tipa R, iako kod ovog tipa pitanja element prevlačenja prividno nema značaja.



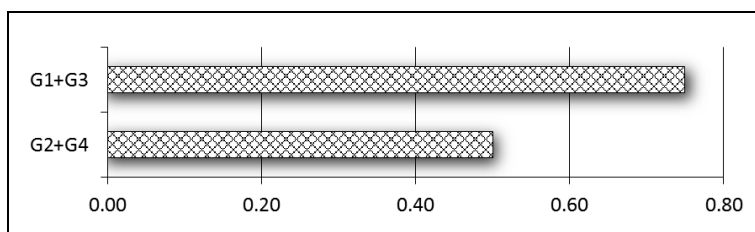
Slika 5.35: Rezultat 57 - efikasnost na tipu pitanja R na grupama G1+G3/G2+G4

Tabela 5.70: Numerički parametri rezultata 57

Varijabla	Grupe	Parametar	Vrednost	Značajnost
Efikasnost na pitanjima tipa R	G ₁ +G ₃	Medijana	0.0009	
		Srednji rang	107.6700	
	G ₂ +G ₄	Medijana	0.0006	
		Srednji rang	70.4600	
	G ₁ +G ₃ vs G ₂ +G ₄	Razlika sr. rangova G ₁₃ -G ₂₄	37.2100	
		U _{MW}	2334.0000	
		p	< 0.0001	

5.5.21. Rezultat 58: skor tip O G1+G3/G2+G4

Kod pitanja tipa O ("odsutnih" pitanja) nije moguće prevlačenje na stranici na kojoj je samo pitanje (kombinovanoj stranici) jer su akteri relacije iz pitanja ovog tipa odsutni iz pasusa teksta iznad pitanja. U tom smislu učesnik je primoran da se vraća (ukoliko ima tu mogućnost), a na prethodnim stranicama relaciju može pribaviti prevlačenjem ili čitanjem teksta. Grupe koje imaju mogućnost prevlačenja (G1+G3) pokazale su značajno veću spremnost za nastavak učenja u odnosu na grupe koje nisu imale tu mogućnost (G2+G4), što ukazuje da je prevlačenje (a ne pretraživanje) bilo preferirani način pribavljanja potrebnih relacija čak i u slučaju kada je vraćanje neophodno (uticaj grupe G1).



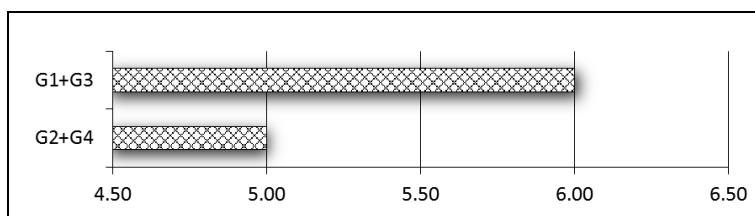
Slika 5.36: Rezultat 58 - skor na tipu pitanja O na grupama G1+G3/G2+G4

Tabela 4.71: Numerički parametri rezultata 58

Varijabla	Grupe	Parametar	Vrednost	Značajnost	
Skor na pitanjima tipa O	G ₁ +G ₃	Medijana	0.7500		
		Srednji rang	99.7800		
	G ₂ +G ₄	Medijana	0.5000		
		Srednji rang	79.1900		
	G ₁ +G ₃ vs G ₂ +G ₄	Razlika sr. rangova G ₁₃ -G ₂₄			20.5900
		U _{MW}			3076.0000
p		0.0060	Da		

5.5.22. Rezultat 59: efikasnost tip O G1+G3/G2+G4

Ovaj rezultat sličan je rezultatu 58 (odjeljak 5.5.21); iako pitanja tipa O zahtevaju vraćanje, grupe koje su imale mogućnost prevlačenja (G1+G3) pokazale su veću efikasnost u odnosu na grupe koje nisu imale (G2+G4).



Slika 5.37: Rezultat 59 - efikasnost na tipu pitanja O na grupama G1+G3/G2+G4

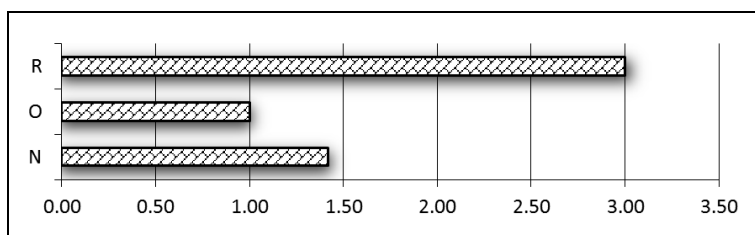
Tabela 5.72: Numerički parametri rezultata 59

Varijabla	Grupe	Parametar	Vrednost	Značajnost
Efikasnost na pitanjima tipa O	G ₁ +G ₃	Medijana	0.0006	
		Srednji rang	97.6500	
	G ₂ +G ₄	Medijana	0.0005	
		Srednji rang	81.5400	
	G ₁ +G ₃ vs G ₂ +G ₄	Razlika sr. rangova G ₁₃ -G ₂₄	16.1100	
		U _{MW}	3276.0000	
		p	0.0380	

5.5.23. Rezultat 60: prevlačenja tip R/O/N na G1

Kontraintuitivna pojava naglašeno velikog prevlačenja kod *redundantnih* pitanja kod poređenja sa *odsutnim* i *standardnim* pitanjima (obeležanim sa N kao "neutralnim") posebno je došla do izražaja. Post hoc testovi pokazali su značajne razlike u svim kombinacijama: daleko najviše prevlačenja učinjeno je za *redundantna* pitanja, potom za *neutralna*, a najmanje za *odsutna*. Brojevi prevlačenja skalirani su prema relativnim odnosima brojeva pitanja u tipovima.

Najmanje prevlačenja kod odsutnih pitanja je očekivan rezultat, jer su kod ovih pitanja učesnici prisiljeni da se vraćaju u potrazi za relacijom pa postoji velika šansa da će, jednom kada pronađu ime koje traže, pročitati relaciju iz teksta umesto da je pribave prevlačenjem. Nasuprot tome, *redundantna* pitanja podrazumevaju iskazane relacije na stranicama na kojima su, međutim to nije sprečilo učesnike da do relacija ipak dolaze prevlačenjem - više nego što su to činili kod *neutralnih* (standardnih) pitanja.



Slika 5.38: Rezultat 60 - prevlačenja na tipovima pitanja R/O/N na grupi G1

Tabela 5.73: Numerički parametri rezultata 60

Grupa	Varijabla	Medijana	Sr. rang	Statistika	
G ₁	Uk. br. prev. za tip pit. R	3.0000	2.78	N	44
	Uk. br. prev. za tip pit. O	1.0000	1.15	χ^2	60.593
	Uk. br. prev. za tip pit. N	1.4167	2.07	p	< 0.000

Tabela 5.74: Numerički parametri rezultata 60 (post hoc test 1)

Gr.	Varijabla	N	Medijana	IQR	Min.	Maks.
G1	Uk. br. prev. za tip pit. R	44	3.0000	1.00	0.0 0	9.00
	Uk. br. prev. za tip pit. O	44	1.0000	1.00	0.0 0	2.00
		N	Srednji rang	Suma rangova	Z	Znač. ^e
Negativni rangovi		40 ^a	22.40	896.00	-5.566 ^d	< 0.001
Pozitivni rangovi		2 ^b	3.50	7.00		
Veze		2 ^c				
Ukupno		44				Da

a. Ukupan broj inverznih prevlačenja < Ukupan broj direktnih prevlačenja

b. Ukupan broj inverznih prevlačenja > Ukupan broj direktnih prevlačenja

c. Ukupan broj inverznih prevlačenja = Ukupan broj direktnih prevlačenja

d. Zasnovano na pozitivnim rangovima.

e. Test ekvivalentnih parova (Wilcoxon).

Tabela 5.75: Numerički parametri rezultata 60 (post hoc test 2)

Gr.	Varijabla	N	Medijana	IQR	Min.	Maks.
G1	Uk. br. prev. za tip pit. R	44	3.0000	1.00	0.0 0	9.00
	Uk. br. prev. za tip pit. N	44	1.4167	0.41	0.1 7	3.17
		N	Srednji rang	Suma rangova	Z	Znač. ^e
Negativni rangovi		37 ^a	24.73	915.00	-5.338 ^d	< 0.001
Pozitivni rangovi		6 ^b	5.17	31.00		
Veze		1 ^c				
Ukupno		44				Da

a. Ukupan broj inverznih prevlačenja < Ukupan broj direktnih prevlačenja

b. Ukupan broj inverznih prevlačenja > Ukupan broj direktnih prevlačenja

c. Ukupan broj inverznih prevlačenja = Ukupan broj direktnih prevlačenja

d. Zasnovano na pozitivnim rangovima.

e. Test ekvivalentnih parova (Wilcoxon).

Tabela 5.76: Numerički parametri rezultata 60 (post hoc test 3)

Gr.	Varijabla	N	Medijana	IQR	Min.	Maks.
G1	Uk. br. prev. za tip pit. O	44	1.0000	1.00	0.0 0	2.00
	Uk. br. prev. za tip pit. N	44	1.4167	0.41	0.1 7	3.17
		N	Srednji rang	Suma rangova	Z	Znač. ^e
Negativni rangovi		3 ^a	12.33	37.00	-5.267 ^d	< 0.001
Pozitivni rangovi		40 ^b	22.73	909.00		
Veze		1 ^c				
Ukupno		44				Da

a. Ukupan broj inverznih prevlačenja < Ukupan broj direktnih prevlačenja

b. Ukupan broj inverznih prevlačenja > Ukupan broj direktnih prevlačenja

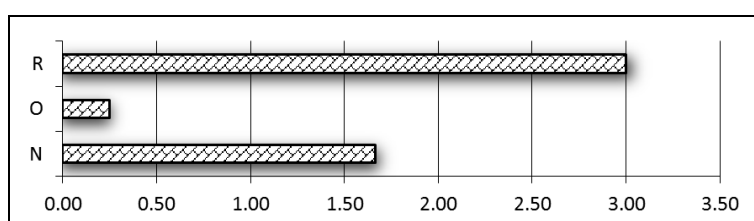
c. Ukupan broj inverznih prevlačenja = Ukupan broj direktnih prevlačenja

d. Zasnovano na pozitivnim rangovima.

e. Test ekvivalentnih parova (Wilcoxon).

5.5.24. Rezultat 61: prevlačenja tip R/O/N na G3

Broj prevlačenja po nestandardnim i standardnim pitanjima na grupi G3 ima istu tendenciju kao na grupi G1 (rezultat 60, odeljak 5.5.23), uz naglašeni kontrast kod pitanja tipa O ("odsutnih"). S obzirom da grupa G3 nema mogućnost vraćanja, a relacije iz pitanja tipa O nije moguće dobiti prevlačenjem na stranici sa samim pitanjem, bilo je očekivano da ovih prevlačenja nema. Mali broj ovih prevlačenja koji se ipak pojavio verovatno potiče od prevlačenja načinjenih tokom čitanja stranica sa tekstom, radi testiranja novog alata ili u neke druge svrhe.



Slika 5.39: Rezultat 61 - prevlačenja na tipovima pitanja R/O/N na grupi G3

Tabela 5.77: Numerički parametri rezultata 61

Grupa	Varijabla	Medijana	Sr. rang	Statistika	
G ₃	Uk. br. prev. za tip pit. R	3.0000	2.76	N	50
	Uk. br. prev. za tip pit. O	0.2500	1.12	χ^2	69.010
	Uk. br. prev. za tip pit. N	1.6667	2.12	p	< 0.001

Tabela 5.78: Numerički parametri rezultata 61 (post hoc test 1)

Gr.	Varijabla	N	Medijana	IQR	Min.	Maks.
G3	Uk. br. prev. za tip pit. R	50	3.0000	2.00	0.0 0	9.00
	Uk. br. prev. za tip pit. O	50	0.2500	0.50	0.0 0	0.75
		N	Srednji rang	Suma rangova	Z	Znač. ^e
Negativni rangovi		44 ^a	26.47	1164.50	-5.917 ^d	< 0.001
Pozitivni rangovi		4 ^b	2.88	11.50		
Veze		2 ^c				
Ukupno		50				Da

a. Ukupan broj inverznih prevlačenja < Ukupan broj direktnih prevlačenja

b. Ukupan broj inverznih prevlačenja > Ukupan broj direktnih prevlačenja

c. Ukupan broj inverznih prevlačenja = Ukupan broj direktnih prevlačenja

d. Zasnovano na pozitivnim rangovima.

e. Test ekvivalentnih parova (Wilcoxon).

Tabela 5.79: Numerički parametri rezultata 61 (post hoc test 2)

Gr.	Varijabla	N	Medijana	IQR	Min.	Maks.
G3	Uk. br. prev. za tip pit. R	50	3.0000	2.00	0.0 0	9.00
	Uk. br. prev. za tip pit. N	50	1.6667	0.67	0.1 3	2.75
		N	Srednji rang	Suma rangova	Z	Znač. ^e
Negativni rangovi		43 ^a	28.66	1232.50	-5.744 ^d	< 0.001
Pozitivni rangovi		7 ^b	6.07	42.50		
Veze		0 ^c				
Ukupno		50				Da

a. Ukupan broj inverznih prevlačenja < Ukupan broj direktnih prevlačenja

b. Ukupan broj inverznih prevlačenja > Ukupan broj direktnih prevlačenja

c. Ukupan broj inverznih prevlačenja = Ukupan broj direktnih prevlačenja

d. Zasnovano na pozitivnim rangovima.

e. Test ekvivalentnih parova (Wilcoxon).

Tabela 5.80: Numerički parametri rezultata 61 (post hoc test 3)

Gr.	Varijabla	N	Medijana	IQR	Min.	Maks.
G3	Uk. br. prev. za tip pit. O	50	0.2500	0.50	0.0 0	0.75
	Uk. br. prev. za tip pit. N	50	1.6667	0.67	0.1 3	2.75
		N	Srednji rang	Suma rangova	Z	Znač. ^e
Negativni rangovi		1 ^a	8.00	8.00	-6.078 ^d	< 0.001
Pozitivni rangovi		49 ^b	25.86	1267.00		
Veze		0 ^c				
Ukupno		50				Da

a. Ukupan broj inverznih prevlačenja < Ukupan broj direktnih prevlačenja

b. Ukupan broj inverznih prevlačenja > Ukupan broj direktnih prevlačenja

c. Ukupan broj inverznih prevlačenja = Ukupan broj direktnih prevlačenja

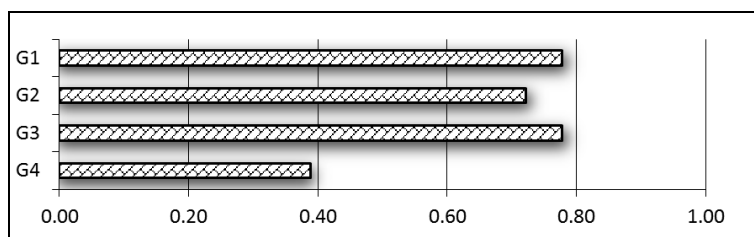
d. Zasnovano na pozitivnim rangovima.

e. Test ekvivalentnih parova (Wilcoxon).

5.5.25. Rezultat 62: skor tip E na G1/G2/G3/G4

Kod poređenja spremnosti za nastavak učenja (skora) iskazane na različitim klasama eksplicitnosti i (ne)standardnosti pitanja, po svim grupama, mogu se uočiti trendovi slični onima u prethodnim analizama. Kod tipova pitanja osim *odsutnih* (rezultat 66, odeljak 5.5.29) nije se pojavila razlika među grupama G1 i G3, odnosno obe grupe koje su imale mogućnost prevlačenja pokazale su jednaku spremnost za nastavak učenja, nevezano za to da li je neka od njih imala na raspolaganju i vraćanje. Kod implicitnih pitanja (tipovi IL i IT, rezultati 63 i 64, odeljci 5.5.26 i 5.5.27 respektivno) nije utvrđena razlika između grupa G2 i G3, što ponovo svedoči o jednakoj efikasnosti predloženog pristupa i klasičnog vraćanja i pretrage u smislu spremnosti za nastavak učenja (bez cene povratka kod predloženog pristupa), međutim u ovom slučaju takav zaključak se mora ograničiti na *implicitna* pitanja. Donekle drugačiji trend utvrđen je kod *odsutnih* pitanja (rezultat 66, odeljak 5.5.29), gde pored grupa G2 i G3 razlika nije utvrđena i kod grupa G1 i G2 (prednost grupe G1 u smislu mogućnosti prevlačenja irelevantna je kod odsutnih pitanja).

Već utvrđeni trend prisutan je kod svih tipova pitanja osim *odsutnih*: grupe G1 i G3 imaju numerički približnu vrednost sa blagom prednošću kod G1, bez statistički značajne razlike, grupa G2 je u manjem zaostatku (kod oba tipa implicitnih pitanja nema razlike između nje i grupe G3, rezultati 63 i 64, odeljci 5.5.26 i 5.5.27, a kod *redundantnih* pitanja nema razlike između nje i grupe G1, rezultat 65, odeljak 5.5.28), dok je grupa G4 u značajnom zaostatku kod svih tipova pitanja.



Slika 5.40: Rezultat 62 - skor na tipu pitanja E na grupama G1/G2/G3/G4

Tabela 5.81: Numerički parametri rezultata 62

Varijabla	Grupa	Parametar	Vrednost	Značajnost
Skor na tipu pitanja E	G ₁	Medijana	0.7778	
		Srednji rang	127.8000	
	G ₂	Medijana	0.7222	
		Srednji rang	84.2000	
	G ₃	Medijana	0.7778	
		Srednji rang	110.0800	
	G ₄	Medijana	0.3889	
		Srednji rang	33.6400	
	Sve	χ^2_{KW}	90.1360	
		p	< 0.0001	Da

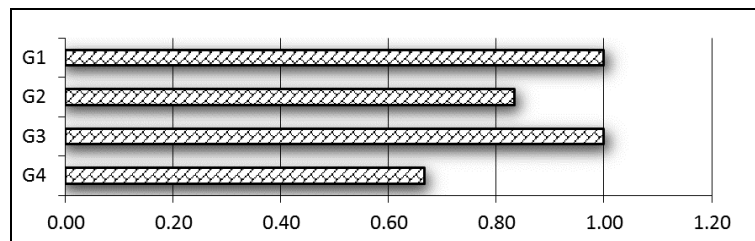
Tabela 5.82: Numerički parametri rezultata 62 (post hoc testovi)

Varijabla	Grupe	Parametar	Vrednost	Značajnost
Skor na tipu pitanja E	G ₁ vs G ₂	Srednji rang za G ₁	54.5300	
		Srednji rang za G ₂	31.9400	
		Razlika SR G ₁ -G ₂	22.5900	
		U _{MW}	438.5000	
		p*	< 0.0001	Da
	G ₁ vs G ₃	Srednji rang za G ₁	53.5600	
		Srednji rang za G ₃	42.1700	
		Razlika SR G ₁ -G ₃	11.3900	
		U _{MW}	833.5000	
		p*	0.0140	Ne
	G ₁ vs G ₄	Srednji rang za G ₁	64.7000	
		Srednji rang za G ₄	22.8100	
		Razlika SR G ₁ -G ₄	41.8900	
		U _{MW}	35.0000	
		p*	< 0.0001	Da
	G ₂ vs G ₃	Srednji rang za G ₂	38.7500	
		Srednji rang za G ₃	53.0100	
		Razlika SR G ₂ -G ₃	-14.2600	
		U _{MW}	1375.5000	
		p*	0.0070	Da
	G ₂ vs G ₄	Srednji rang za G ₂	56.5100	
		Srednji rang za G ₄	29.8000	
		Razlika SR G ₂ -G ₄	26.7100	
		U _{MW}	335.5000	
		p*	< 0.0001	Da
	G ₃ vs G ₄	Srednji rang za G ₃	65.9000	
		Srednji rang za G ₄	25.0200	
		Razlika SR G ₃ -G ₄	40.8800	
U _{MW}		130.0000		
p*		< 0.0001	Da	

*Bonferroni korekcija (6 post hoc poređenja), značajnost postoji ukoliko je $p < 0.00833$.

5.5.26. Rezultat 63: skor tip IL na G1/G2/G3/G4

Ovaj rezultat diskutovan je u okviru rezultata 62 (odeljak 5.5.25).



Slika 5.41: Rezultat 65 - skor na tipu pitanja IL na grupama G1/G2/G3/G4

Tabela 5.83: Numerički parametri rezultata 63

Varijabla	Grupa	Parametar	Vrednost	Značajnost
Skor na tipu pitanja IL	G ₁	Medijana	1.0000	
		Srednji rang	118.5500	
	G ₂	Medijana	0.8333	
		Srednji rang	85.6900	
	G ₃	Medijana	1.0000	
		Srednji rang	107.1000	
	G ₄	Medijana	0.6667	
		Srednji rang	45.1200	
Sve	χ^2_{kw}	64.4580		
	p	< 0.0001	Da	

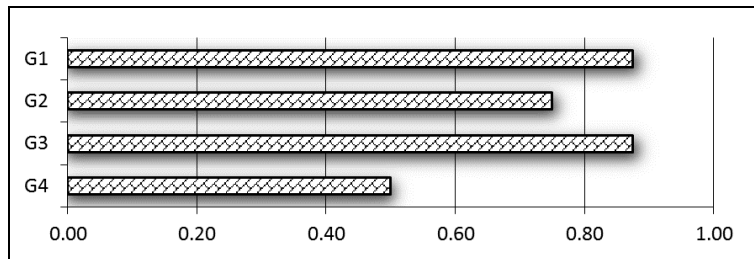
Tabela 5.84: Numerički parametri rezultata 63 (post hoc testovi)

Varijabla	Grupe	Parametar	Vrednost	Značajnost
Skor na tipu pitanja IL	G ₁ vs G ₂	Srednji rang za G ₁	51.6100	
		Srednji rang za G ₂	35.0000	
		Razlika SR G ₁ -G ₂	16.6100	
		U _{MW}	567.0000	
		p*	< 0.0001	Da
	G ₁ vs G ₃	Srednji rang za G ₁	50.4300	
		Srednji rang za G ₃	44.9200	
		Razlika SR G ₁ -G ₃	5.5100	
		U _{MW}	971.0000	
		p*	0.153	Ne
	G ₁ vs G ₄	Srednji rang za G ₁	61.5000	
		Srednji rang za G ₄	26.0900	
		Razlika SR G ₁ -G ₄	35.4100	
		U _{MW}	176.0000	
		p*	< 0.0001	Da
	G ₂ vs G ₃	Srednji rang za G ₂	40.2700	
		Srednji rang za G ₃	51.7300	
		Razlika SR G ₂ -G ₃	-11.4600	
		U _{MW}	1311.5000	
		p*	0.0160	Ne
	G ₂ vs G ₄	Srednji rang za G ₂	53.4200	
		Srednji rang za G ₄	32.8200	
		Razlika SR G ₂ -G ₄	20.6000	
		U _{MW}	465.5000	
p*		< 0.0001	Da	
G ₃ vs G ₄	Srednji rang za G ₃	61.4500		
	Srednji rang za G ₄	30.2000		
	Razlika SR G ₃ -G ₄	31.2500		
	U _{MW}	352.5000		
	p*	< 0.0001	Da	

*Bonferroni korekcija (6 post hoc poređenja), značajnost postoji ukoliko je $p < 0.00833$.

5.5.27. Rezultat 64: skor tip IT na G1/G2/G3/G4

Ovaj rezultat diskutovan je u okviru rezultata 62 (odeljak 5.5.25).



Slika 5.42: Rezultat 64 - skor na tipu pitanja IT na grupama G1/G2/G3/G4

Tabela 5.85: Numerički parametri rezultata 64

Varijabla	Grupa	Parametar	Vrednost	Značajnost
Skor na tipu pitanja IT	G ₁	Medijana	0.8750	
		Srednji rang	124.7300	
	G ₂	Medijana	0.7500	
		Srednji rang	87.9900	
	G ₃	Medijana	0.8750	
		Srednji rang	105.9400	
	G ₄	Medijana	0.5000	
		Srednji rang	37.9000	
Sve	χ^2_{KW}	76.0950		
	p	< 0.0001	Da	

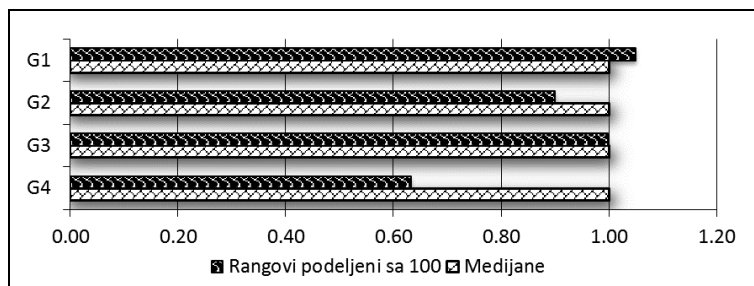
Tabela 5.86: Numerički parametri rezultata 64 (post hoc testovi)

Varijabla	Grupe	Parametar	Vrednost	Značajnost
Skor na tipu pitanja IT	G ₁ vs G ₂	Srednji rang za G ₁	52.8000	
		Srednji rang za G ₂	33.7600	
		Razlika SR G ₁ -G ₂	19.0400	
		U _{MW}	515.0000	
		p*	< 0.0001	Da
	G ₁ vs G ₃	Srednji rang za G ₁	52.9300	
		Srednji rang za G ₃	42.7200	
		Razlika SR G ₁ -G ₃	10.2100	
		U _{MW}	861.0000	
		p*	0.0260	Ne
	G ₁ vs G ₄	Srednji rang za G ₁	64.0000	
		Srednji rang za G ₄	23.5300	
		Razlika SR G ₁ -G ₄	40.4700	
		U _{MW}	66.0000	
		p*	< 0.0001	Da
	G ₂ vs G ₃	Srednji rang za G ₂	41.0700	
		Srednji rang za G ₃	51.0600	
		Razlika SR G ₂ -G ₃	-9.9900	
		U _{MW}	1278.0000	
		p*	0.0530	Ne
G ₂ vs G ₄	Srednji rang za G ₂	56.1500		
	Srednji rang za G ₄	30.1500		
	Razlika SR G ₂ -G ₄	26.0000		
	U _{MW}	350.5000		
	p*	< 0.0001	Da	
G ₃ vs G ₄	Srednji rang za G ₃	63.1600		
	Srednji rang za G ₄	28.2100		
	Razlika SR G ₃ -G ₄	34.9500		
	U _{MW}	267.0000		
	p*	< 0.0001	Da	

*Bonferroni korekcija (6 post hoc poređenja), značajnost postoji ukoliko je $p < 0.00833$.

5.5.28. Rezultat 65: skor tip R na G1/G2/G3/G4

Ovaj rezultat diskutovan je u okviru rezultata 62 (odjeljak 5.5.25). Zbog jednakih vrednosti medijane na grafu su prikazane i vrednosti srednjih rangova.



Slika 5.43: Rezultat 65 - skor na tipu pitanja R na grupama G1/G2/G3/G4

Tabela 5.87: Numerički parametri rezultata 65

Varijabla	Grupa	Parametar	Vrednost	Značajnost
Skor na tipu pitanja R	G ₁	Medijana	1.0000	
		Srednji rang	104.9700	
	G ₂	Medijana	1.0000	
		Srednji rang	89.9500	
	G ₃	Medijana	1.0000	
		Srednji rang	99.8400	
	G ₄	Medijana	1.0000	
		Srednji rang	63.2900	
Sve	χ^2_{kw}	36.6070		
	p	< 0.0001	Da	

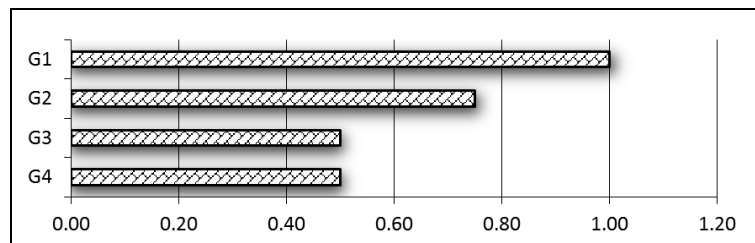
Tabela 5.88: Numerički parametri rezultata 65 (post hoc testovi)

Varijabla	Grupe	Parametar	Vrednost	Značajnost
Skor na tipu pitanja R	G ₁ vs G ₂	Srednji rang za G ₁	47.0200	
		Srednji rang za G ₂	39.8100	
		Razlika SR G ₁ -G ₂	7.2100	
		U _{MW}	769.0000	
		p*	0.0120	Ne
	G ₁ vs G ₃	Srednji rang za G ₁	48.9300	
		Srednji rang za G ₃	46.2400	
		Razlika SR G ₁ -G ₃	2.6900	
		U _{MW}	1037.0000	
		p*	0.2190	Ne
	G ₁ vs G ₄	Srednji rang za G ₁	54.0100	
		Srednji rang za G ₄	33.7600	
		Razlika SR G ₁ -G ₄	20.2500	
		U _{MW}	505.5000	
		p*	< 0.0001	Da
	G ₂ vs G ₃	Srednji rang za G ₂	43.7400	
		Srednji rang za G ₃	48.8200	
		Razlika SR G ₂ -G ₃	-5.0800	
		U _{MW}	1166.0000	
		p*	0.1190	Da
	G ₂ vs G ₄	Srednji rang za G ₂	49.4000	
		Srednji rang za G ₄	36.7400	
		Razlika SR G ₂ -G ₄	12.6600	
		U _{MW}	634.0000	
p*		0.0040	Da	
G ₃ vs G ₄	Srednji rang za G ₃	55.7800		
	Srednji rang za G ₄	36.7900		
	Razlika SR G ₃ -G ₄	18.9900		
	U _{MW}	636.0000		
	p*	< 0.0001	Da	

*Bonferroni korekcija (6 post hoc poređenja), značajnost postoji ukoliko je $p < 0.00833$.

5.5.29. Rezultat 66: skor tip O na G1/G2/G3/G4

Ovaj rezultat diskutovan je u okviru rezultata 62 (odeljak 5.5.25).



Slika 5.44: Rezultat 66 - skor na tipu pitanja O na grupama G1/G2/G3/G4

Tabela 5.89: Numerički parametri rezultata 66

Varijabla	Grupa	Parametar	Vrednost	Značajnost
Skor na tipu pitanja O	G ₁	Medijana	1.0000	
		Srednji rang	121.6700	
	G ₂	Medijana	0.7500	
		Srednji rang	102.7700	
	G ₃	Medijana	0.5000	
		Srednji rang	80.5100	
	G ₄	Medijana	0.5000	
		Srednji rang	56.1500	
	Sve	χ^2_{kw}	41.5610	
		p	< 0.0001	Da

Tabela 5.90: Numerički parametri rezultata 66 (post hoc testovi)

Varijabla	Grupe	Parametar	Vrednost	Značajnost
Skor na tipu pitanja O	G ₁ vs G ₂	Srednji rang za G ₁	48.5500	
		Srednji rang za G ₂	38.2100	
		Razlika SR G ₁ -G ₂	10.3400	
		U _{MW}	702.0000	
		p*	0.0390	Ne
	G ₁ vs G ₃	Srednji rang za G ₁	59.7400	
		Srednji rang za G ₃	36.7300	
		Razlika SR G ₁ -G ₃	23.0100	
		U _{MW}	561.5000	
		p*	0.0000	Da
	G ₁ vs G ₄	Srednji rang za G ₁	58.3900	
		Srednji rang za G ₄	29.2800	
		Razlika SR G ₁ -G ₄	29.1100	
		U _{MW}	313.0000	
		p*	< 0.0001	Da
	G ₂ vs G ₃	Srednji rang za G ₂	53.1700	
		Srednji rang za G ₃	40.9000	
		Razlika SR G ₂ -G ₃	12.2700	
		U _{MW}	770.0000	
		p*	0.0230	Ne
	G ₂ vs G ₄	Srednji rang za G ₂	54.3900	
		Srednji rang za G ₄	31.8700	
		Razlika SR G ₂ -G ₄	22.5200	
		U _{MW}	424.5000	
p*		< 0.0001	Da	
G ₃ vs G ₄	Srednji rang za G ₃	53.8800		
	Srednji rang za G ₄	39.0000		
	Razlika SR G ₃ -G ₄	14.8800		
	U _{MW}	731.0000		
	p*	0.0060	Da	

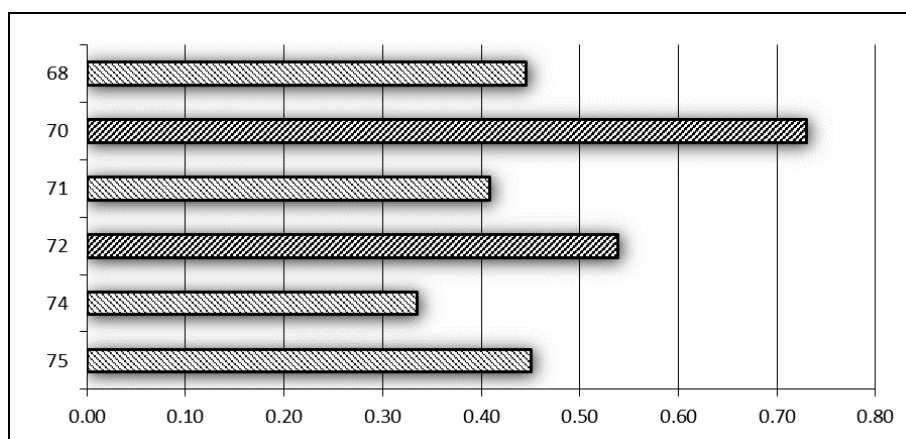
*Bonferroni korekcija (6 post hoc poređenja), značajnost postoji ukoliko je $p < 0.00833$.

5.5.30. Rezultati 67-76: korelacije skora i prevlačenja

U nastavku su dati numerički parametri korelacija skora i prevlačenja po tipovima pitanja po grupama učesnika (tabela 5.91), grafički prikaz značajnih korelacija (slika 5.45) i komentari ovih rezultata.

Tabela 5.91: Numerički parametri rezultata 69-78

Rez.	Gr.	Tip	Var. 1	Var. 2	r_s	p	Korelacija	Znač.
67	G ₁	E	Skor	Prevlačenja	0.296	0.051	Slaba	Ne
68	G ₃				0.446	0.001	Srednja	Da
69	G ₁	IL			0.248	0.104	Slaba	Ne
70	G ₃				0.730	<0.001	Jaka	Da
71	G ₁	IT			0.409	0.006	Srednja	Da
72	G ₃				0.539	<0.001	Jaka	Da
73	G ₁	R			-0.191	0.213	Slaba	Ne
74	G ₃				0.335	0.018	Srednja	Da
75	G ₁	O			0.451	0.002	Srednja	Da
76	G ₃				-0.092	0.527	Nema	Ne



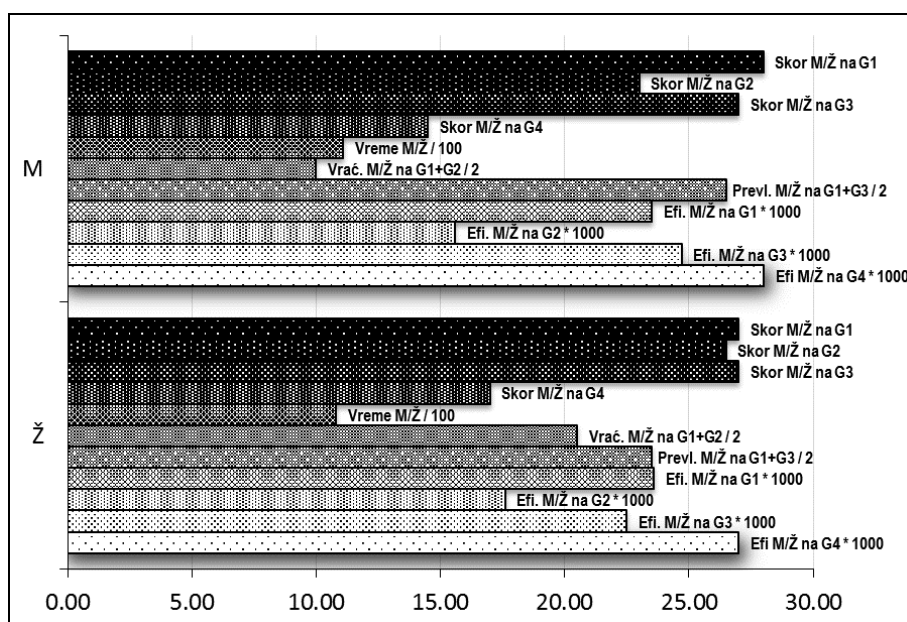
Slika 5.45: Rezultati 67-76 - značajne korelacije skora i prevlačenja

Pozitivna korelacija između broja prevučениh reči i spremnosti za nastavak učenja (skora) najizraženija je kod grupe G₃, koja nema mogućnost da se vraća i direktno zavisi od prevlačenja. U slučaju eksplicitnih pitanja korelacija je srednja, dok je kod implicitnih pitanja (IL i IT) korelacija, očekivano, jaka. U slučaju redundantnih pitanja korelacija je srednjeg intenziteta, što je jednako neočekivano kao ostali rezultati vezani za ovaj tip pitanja (rezultati 56, 60 i 61, odnosno odeljci 5.5.19, 5.5.23 i 5.5.24 respektivno). Kod teških implicitnih pitanja (IT) utvrđena je i srednja korelacija na grupi G₁, što može da znači da je učesnicima bilo jednostavnije da relaciju dobiju direktno, prevlačenjem, nego da je "računaju" na osnovu eksplicitnih

(pri čemu eksplicitne relacije koje formiraju datu teško implicitnu mogu zahtevati dve pretrage, slično kao i u realnim uslovima učenja). Na *odsutnim* pitanjima srednja korelacija je utvrđena na grupi G1, što takođe deluje kao kontra-intuitivan rezultat, s obzirom da *odsutna* pitanja po svojoj prirodi zahtevaju pretragu po materijalu i, bar teorijski, obezvređuju prisustvo predloženog pristupa. Sve utvrđene korelacije između prevlačenja i spremnosti za nastavak učenja su pozitivne.

5.5.31. Rezultati 77-87: razlike između polova

Nije utvrđena značajna razlika između polova ni po jednoj od merenih varijabli. Dve analize (rezultati 84 i 87) verifikovani su parametarskim testom zbog normalne raspodele varijabli. Rezultat 87 pokazao je izvesnu prednost učesnica nad učesnicima u smislu efikasnosti (neparametarski test je pokazao značajnu razliku, dok je parametarski bio na granici), ali samo na grupi G4 (ne postoji mogućnost prevlačenja, ne postoji mogućnost vraćanja). Ovaj rezultat može da svedoči u većoj ženskoj snalažljivosti u situacijama otežanog učenja, ali nema implikacije na pristup predložen u ovoj disertaciji.



Slika 5.46: Rezultati 77-87 - razlike između polova

Tabela 5.92: Numerički parametri rezultata 77

Rezultat	Varijabla	Grupe	Parametar	Vrednost	Značajnost
77	Skor na G ₁	Muškarci	Medijana	28.0000	Ne
			Srednji rang	23.6100	
		Žene	Medijana	27.0000	
			Srednji rang	17.5000	
		M vs Ž	Razlika sr. rangova M-Ž	6.1100	
			U _{MW}	104.0000	
			p	0.2000	

Tabela 5.93: Numerički parametri rezultata 78

Rezultat	Varijabla	Grupe	Parametar	Vrednost	Značajnost
78	Skor na G ₂	Muškarci	Medijana	23.0000	
			Srednji rang	19.3300	
		Žene	Medijana	26.5000	
			Srednji rang	28.4500	
		M vs Ž	Razlika sr. rangova M-Ž	-9.1200	
			U _{MW}	90.5000	
			p	0.0390	

Tabela 5.94: Numerički parametri rezultata 79

Rezultat	Varijabla	Grupe	Parametar	Vrednost	Značajnost
79	Skor na G ₃	Muškarci	Medijana	27.0000	
			Srednji rang	24.7400	
		Žene	Medijana	27.0000	
			Srednji rang	28.1800	
		M vs Ž	Razlika sr. rangova M-Ž	-3.4400	
			U _{MW}	185.0000	
			p	0.4810	

Tabela 5.95: Numerički parametri rezultata 80

Rezultat	Varijabla	Grupe	Parametar	Vrednost	Značajnost
80	Skor na G ₄	Muškarci	Medijana	14.5000	
			Srednji rang	20.5800	
		Žene	Medijana	17.0000	
			Srednji rang	25.2700	
		M vs Ž	Razlika sr. rangova M-Ž	-4.6900	
			U _{MW}	152.5000	
			p	0.2600	

Tabela 5.96: Numerički parametri rezultata 81

Rezultat	Varijabla	Grupe	Parametar	Vrednost	Značajnost
81	Vreme (Sve grupe)	Muškarci	Medijana	1108.5000	
			Srednji rang	90.9200	
		Žene	Medijana	1080.0000	
			Srednji rang	86.9900	
		M vs Ž	Razlika sr. rangova M-Ž	3.9300	
			U _{MW}	3003.5000	
			p	0.6670	

Tabela 5.97: Numerički parametri rezultata 82

Rezultat	Varijabla	Grupe	Parametar	Vrednost	Značajnost
82	Vraćanja na G ₁ + G ₂	Muškarci	Medijana	20.0000	
			Srednji rang	41.7500	
		Žene	Medijana	41.0000	
			Srednji rang	50.1100	
		M vs Ž	Razlika sr. rangova M-Ž	-8.3600	
			U _{MW}	493.0000	
			p	0.2060	

Tabela 5.98: Numerički parametri rezultata 83

Rezultat	Varijabla	Grupe	Parametar	Vrednost	Značajnost
83	Prevlačenja na G ₁ + G ₃	Muškarci	Medijana	53.0000	
			Srednji rang	50.0700	
		Žene	Medijana	47.0000	
			Srednji rang	37.3400	
		M vs Ž	Razlika sr. rangova M-Ž	12.7300	
			U _{MW}	905.5000	
			p	0.0690	

Tabela 5.99: Numerički parametri rezultata 84

Rezultat	Varijabla	Grupe	Parametar	Vrednost	Značajnost
84	Efikasnost na G ₁	Muškarci	Medijana	0.0235	
			Srednji rang	22.6900	
		Žene	Medijana	0.0236	
			Srednji rang	21.6200	
		M vs Ž	Razlika sr. rangova M-Ž	1.0700	
			U _{MW}	151.0000	
			p (2-tailed)	0.8310	
			p (2*(1-tailed))	0.8460	
		Parametarska verifikacija	T-test (pretp. jednake varijanse)	0.9210	
	T-test (nisu pret. jednake varijanse)		0.9290		

Tabela 5.100: Numerički parametri rezultata 85

Rezultat	Varijabla	Grupe	Parametar	Vrednost	Značajnost
85	Efikasnost na G ₂	Muškarci	Medijana	0.0156	
			Srednji rang	20.2200	
		Žene	Medijana	0.0176	
			Srednji rang	25.6000	
		M vs Ž	Razlika sr. rangova M-Ž	-5.3800	
			U _{MW}	119.0000	
			p (2-tailed)	0.2260	
			p (2*(1-tailed))	0.2360	

Tabela 5.101: Numerički parametri rezultata 86

Rezultat	Varijabla	Grupe	Parametar	Vrednost	Značajnost
86	Efikasnost na G ₃	Muškarci	Medijana	0.0247	
			Srednji rang	26.2300	
		Žene	Medijana	0.0225	
			Srednji rang	22.9100	
		M vs Ž	Razlika sr. rangova M-Ž	3.3200	
			U _{MW}	243.0000	
			p	0.5040	

Tabela 5.102: Numerički parametri rezultata 87

Rezultat	Varijabla	Grupe	Parametar	Vrednost	Značajnost
87	Efikasnost na G ₄	Muškarci	Medijana	0.0182	
			Srednji rang	19.4700	
		Žene	Medijana	0.0229	
			Srednji rang	27.8500	
		M vs Ž	Razlika sr. rangova M-Ž	-8.3800	
			U _{MW}	119.0000	
			p (2-tailed)	0.0440	
			p (2*(1-tailed))	0.0540	
		Parametarska verifikacija	T-test (pretp. jednake varijanse)	0.0230	
	T-test (nisu pret. jednake varijanse)		0.0550		

5.6. Rezultati verifikacionog eksperimenta

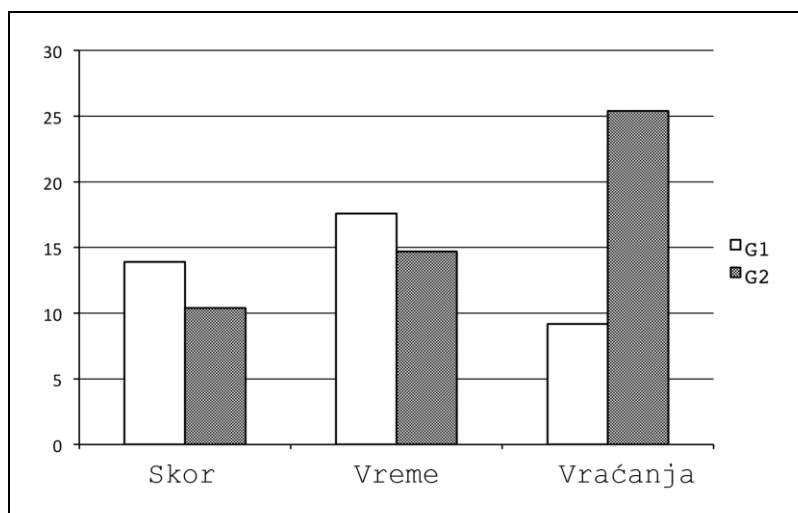
Verifikacioni eksperiment izveden je, na zahtev recenzenata, u sklopu publikacije validnih rezultata dobijenih prilikom testiranja eksperimentalne aplikacije. [238] Osnovni zahtev kod verifikacije bio je kontekst inženjerskog obrazovanja, za šta je odabrana teorijska osnova za programski jezik Java u sklopu predmeta Programski jezici na drugoj godini modula Računarstvo i informatika osnovnih studija na Elektronskom fakultetu u Nišu. Struktura verifikacionog eksperimenta razlikuje se u broju pitanja (15), trajanju (45 min), tekstu i pitanjima (programski jezik Java), dok su svi ostali elementi eksperimenta identični.

Tabela 5.103: Vrednosti merenih parametara u verifikaciji

Učesnik	Grupa	Skor	Vreme	Vraćanja
1	1	15	2532	9
2	1	14	2668	13
3	1	12	2003	2
4	1	14	2247	15
5	1	15	2493	35
6	1	15	1706	3
7	1	11	1020	6
8	1	15	992	3
9	1	15	1329	3
10	1	13	899	8
11	1	13	1949	3
12	1	15	1258	10
13	2	8	856	18
14	2	6	1893	27
15	2	13	2697	48
16	2	8	1263	30
17	2	13	1089	1
18	2	5	1674	51
19	2	9	1113	15
20	2	11	1061	16
21	2	14	818	31
22	2	10	1306	19
23	2	12	1218	23
24	2	11	1608	45
25	2	12	1895	26
26	2	11	1644	15
27	2	13	1904	16

Verifikacioni eksperiment dao je 27 validnih radova (12 u eksperimentalnoj grupi, koja odgovara grupi G1 glavnog eksperimenta, i 15 u kontrolnoj grupi, koja odgovara grupi G2). Vrednosti merenih parametara (skor na pitanjima, vreme i broj

vraćanja) date su u tabeli 5.103, a vizualizacija ovih vrednosti po grupama data je na slici 5.47.



Slika 5.47: Vizualizacija vrednosti merenih parametara po grupama

Razlika u srednjim vrednostima pokazuje sličnu tendenciju kao u rezultatima testiranja aplikacije, uz veću razliku u skor. Broj vraćanja u verifikaciji veći je nego kod testiranja aplikacije.

Tabela 5.104: Normalnosti varijabli u verifikaciji na celom uzorku

	Shapiro-Wilk		
	Statistika	df	Značajnost
Skor	0.895	27	0.010
Vreme	0.928	27	0.062
Povraci	0.906	27	0.019

Eksperimentalna grupa potrošila je u proseku nešto više vremena nego kontrolna, što deluje kontraintuitivno; mogući razlog za ovo je pominjanje određenih relacija u tekstu više puta (što bi bilo ne prirodno u narativnom tekstu glavnog eksperimenta), što je moglo da podigne subjektivnu sigurnost učesnika u zapamćenost relacija. Provera zapamćenosti relacije kod kontrolne grupe podrazumeva veći napor (vraćanje i manuelno pretraživanje), pa je moguće da je veći broj učesnika iz kontrolne grupe odlučio da odgovori na pitanje po sećanju, što skraćuje vreme izrade i umanjuje verovatnoću tačnog odgovora (veća razlika u skor u korist eksperimentalne grupe). Kod eksperimentalne grupe provera podrazumeva prevlačenje, koje iziskuje manje napora ali podiže vreme izrade u odnosu na odgovaranje po sećanju kod kontrolne grupe.

Analiza raspodele na celom uzorku pokazala je normalnu raspodelu samo u slučaju vremena izrade (0.062), dok je analiza po grupama pokazala normalnu raspodelu samo kod vremena na grupi G1 (tabele 5.104 i 5.105, respektivno).

Tabela 5.105: Normalnost varijabli u verifikaciji pojedinačno za grupe G1 i G2

		Shapiro-Wilk		
		Statistika	df	Značajnost
G1	Skor	0.803	12	0.010
	Vreme	0.914	12	0.242
	Povraci	0.733	12	0.002
G2	Skor	0.930	15	0.269
	Vreme	0.922	15	0.209
	Povraci	0.926	15	0.234

Na izmerene rezultate primenjeni su i parametarski (više adekvatan za vreme) i neparametarski test, tabele 5.106 i 5.107, respektivno. Oba testa pokazala su značajne razlike u skoru i broju vraćanja, čime su rezultati dobijeni u okviru testiranja aplikacije potvrđeni.

Tabela 5.106: Parametarski test razlike varijabli po grupama

		Levenov test ekvival. var.		T-test jednakosti proseka						
		F	Znač.	t	df	Znač. (2-strana)	Razlika sred. vred.	Razl. std. greš.	95% Inter. pov. gr.	
									Donja	Gornja
Skor	Pretp. jed. var: DA	5.359	0.029	4.102	25	<0.001	3.517	0.857	1.751	5.282
	Pretp. jed. var: NE			4.388	21.709	0.000	3.517	0.801	1.853	5.180
Vreme	Pretp. jed. var: DA	2.006	0.169	1.307	25	0.203	288.733	220.844	-166.103	743.570
	Pretp. jed. var: NE			1.270	20.401	0.218	288.733	227.326	-184.863	762.330
Povraci	Pretp. jed. var: DA	2.435	0.131	-3.480	25	0.002	-16.233	4.665	-25.841	-6.625
	Pretp. jed. var: NE			-3.640	24.284	0.001	-16.233	4.460	-25.433	-7.033

Ni jedan od testova nije pokazao značajnost razlike u vremenu, slično kao u slučaju rezultata testiranja aplikacije. Objašnjenje za ovo, kao što je već rečeno, može se potražiti u malim dimenzijama posmatranog "atomskeg slučaja" u okviru kojih vremenska cena vraćanja i pretraživanja ima zanemarljiv uticaj. Ipak, na ovom mestu se valja podsetiti da je kod glavnog testa razlika u vremenu bila značajna.

Tabela 5.107: Neparametarski test razlike varijabli po grupama

	Nulta hipoteza	Test	Značajnost
1	Raspodela skora ista na G1 i G2.	Mann-Whitney U-Test (nezavisni uzorci)	< 0.001 ¹
2	Raspodela vremena ista na G1 i G2.	Mann-Whitney U-Test (nezavisni uzorci)	0.236
3	Raspodela povratka ista na G1 i G2.	Mann-Whitney U-Test (nezavisni uzorci)	0.001

Prikazane su asimptotske značajnosti. Nivo značajnosti je 0.05.

5.7. Ograničenja eksperimenta

Osnovno ograničenje eksperimenta je kvantitativne prirode: simulirani slučaj učenja je kratak (5 stranica) i kao takav ne može da reflektuje cenu vraćanja (u tehničkom vremenu i ceni povratka u kontekst učenja) u realnim slučajevima. Takođe, merenje je vršeno u jednoj sesiji učenja. Situacije poput posledičnih zavisnosti (poznavanje ranije datih veza među pojmovima kao preduslov za razumevanje trenutno datih), kumulativnih zavisnosti (testiranja poznavanja složenih veza koje podrazumevaju poznavanje više elementarnih) ili dužinskog faktora kod *odsutnih* pitanja (potrebe za dužim vraćanjem i obimnijim - realnijim - pretraživanjima) zahtevale bi eksperiment u više sesija, sa sesijama većih dimenzija.

U osnovnom eksperimentu korišćen je generički tekst u cilju osiguranja od pomeraja rezultata usled predznanja ili preferenci učesnika. Iako je ovaj pristup u datoj situaciji opravdan, teme bliže realnom učenju omogućile bi bolji uvid u efikasnost predloženog pristupa u različitim domenima. Ovo je donekle učinjeno u okviru verifikacionog eksperimenta; ipak, veći broj eksperimenata u različitim domenima omogućio bi otkrivanje domenskih specifičnosti i odgovarajuća prilagođavanja predloženog pristupa, naročito domenima karakterističnim po velikom broju pojmova sa preklapljenim semantičkim poljima.

Eksperiment je izvršen na relativno homogenom uzorku (učesnici ujednačeni po nivou obrazovanja, profesionalnoj orijentaciji, godinama starosti a verovatno u značajnoj meri i uslovima odrastanja). Ponovljeni eksperimenti sa različitim demografskim strukturama pružili bi uvid u moguće specifične doživljaje predloženog pristupa kod određenih grupa.

Na kraju, tehnički problemi i improvizovana rešenja poput mehanizma za odlaganje interakcije sa stranicom kao osiguranje da su sve transformacije dokumenta izvršene imaju negativan uticaj na opšti subjektivni utisak kod učesnika, pa se mogu ubrojiti u ograničenja eksperimenta.

Pored navedenih ograničenja i mogućih opcija za njihovo prevazilaženje, u dalje pravce razvoja metodologije istraživanja predloženog pristupa svakako se moraju ubrojiti i eksperimentalne evaluacije novih funkcionalnosti pristupa, opisanih u odeljku 3.5, što u slučajevima poput *wiki* ili *peer-assessment* pristupa podrazumeva značajno drugačije pristupe evaluaciji.

6. Zaključak

Tema ove disertacije je inovativni pristup poboljšanju sistema za e-učenje, zasnovan na umanjenoj potrebi učenika za prisilnim napuštanjem prirodnog pravca kretanja kroz tekstualni nastavni materijal (što u smislu učenja predstavlja vid distrakcije), u situacijama kada je neophodan preduslov za nastavak učenja razumevanje međusobnog odnosa određenih pojmova u tekstu, a putem direktnog pribavljanja ovih odnosa, prisutnih u pridruženom (učeniku u celini nevidljivom) grafu pojmova i veza (RDF), operacijom *drag-and-drop* nad datim parom pojmova, bez potrebe za napuštanjem trenutno otvorene stranice materijala. U disertaciji su prikazani pomenuti pristup, postupak njegove evaluacije i rezultati evaluacije.

6.1. Naučni doprinosi disertacije

Naučni doprinosi ove disertacije: predloženi pristup unapređenju sistema za e-učenje u kompletnoj implementaciji, proširene funkcionalnosti predloženog pristupa (sistem za uređivanje grafova pojmova i veza, sistem za interaktivnu proveru znanja zasnovan na predloženom pristupu i mehanizam za lokalizaciju predloženog pristupa) i eksperimentalna evaluacija efikasnosti predloženog pristupa u simuliranim uslovima e-učenja (što uključuje i verifikaciju eksperimentalnih rezultata u promenjenom kontekstu učenja), dati su u nastavku ovog odeljka.

6.1.1. Implementacija pristupa unapređenju e-učenja

Pristup unapređenju sistema za e-učenje predložen u ovoj disertaciji, prvi put je prikazan kao konceptualni model 2007. godine [210] a prototip sa osnovnom funkcionalnošću, kao dokaz koncepta, predstavljen je dve godine kasnije. [86] U ovoj disertaciji je prikazana potpuna implementacija predloženog pristupa, izmenjene strukture i proširenog skupa funkcionalnosti u odnosu na prototip. [216] Korisnički aspekt pokazne implementacije predloženog pristupa, detaljno prikazan u odeljku 3.1, pruža mogućnost proizvoljnog ukrštanja tekstualnih (nastavnih) dokumenata i grafova pojmova i veza, što daje mogućnost prikaza različitih skupova veza u različitim kontekstima tekstualnog materijala. U smislu implementacije težište

funkcionalnosti je sa dokumenta pomerenom na funkcionalnost pristupa, čineći pristup transparentnim za tekstualne i RDF dokumente, što je omogućilo pomenutu kontekstualnu mobilnost (odjeljak 3.2). Pozicija funkcionalnosti je sa klijentske strane pomerenom na serversku, čime je sadržaj grafa pojmova i veza (koji može biti predmet poslovne tajne) zaštićen i dostupan samo kroz pojedinačne relacije pozvane prevlačenjem reči.

6.1.2. Proširenja funkcionalnosti

Paralelno sa razvojem prikazane implementacije predloženog pristupa i razvojem metodologije za njegovu evaluaciju, pristup je proširen novim modusima funkcionalnosti, sa ciljem njegove primene u novim domenima e-učenja: uređivanjem grafova pojmova i veza i interaktivnom proverom znanja. Osim dva navedena proširenja, namenjena specifičnim domenima e-učenja, kao dopunska funkcionalnost implementiran je i okvir za lokalizaciju predloženog pristupa kod jezika zasnovanih na padežima.

Osnovna funkcionalnost predloženog pristupa je prikaz veze (ili veza) između dva pojma kao odgovor na korisničko prevlačenje datih reči iz teksta. Implementacijom ove funkcionalnosti u obrnutom smeru, uz odgovarajuće modifikacije, realizovan je sistem za kreiranje i uređivanje grafova pojmova i veza (u formatu RDF/XML) zasnovan na *drag-and-drop* operaciji nad proizvoljnim parovima reči u nastavnom tekstu. [227] Programi za uređivanje RDF grafova sa grafičkim okruženjem postoje, ali iziskuju određeno poznavanje koncepta Semantičkog veza, što se ne može očekivati od domenskih eksperata izvan informatičke struke. Uređivanje grafova putem prevlačenja reči i tekstualnog unosa veza između njih predstavlja jednostavan i intuitivan interfejs prema autorima, bez potrebe za znanjima izvan domenskih.

Opisana funkcionalnost uređivanja veza između pojmova proširena je na domen provere znanja, kroz mogućnost učeničkog unosa veza između izabranih parova pojmova u cilju provere dubokog razumevanja materijala, [53] čemu može biti dodata kolaborativna komponenta kroz međusobno učeničko ocenjivanje unetih relacija, [229] a što otvara put ka kolaborativnoj izgradnji grafa veza između pojmova u datom nastavnom materijalu po principu wiki sistema, uz prirodno sortiranje veza po učeničkim ocenama, [231] a koje mogu pružiti osnovu za automatizovano generisanje

pitanja. [230] Pristup proveri znanja eksperimentalno je iskorišćen i kao mehanizam za motivaciju učenika [234] ali ovaj aspekt je privremeno napušten i podveden pod pravce daljeg razvoja.

Osim dva navedena proširenja funkcionalnosti predloženog pristupa u pravcu primenljivosti u određenim novim domenima e-učenja, implementirana je i njegova lokalizacija na jezike zasnovane na padežima. [214] [215] Osnovna implementacija predloženog pristupa, realizovana na leksičkom nivou, reči koje učestvuju u relaciji (subjekat i objekat) skladira i isporučuje kao znakovne nizove. Ovakav pristup prilagođen je jezicima poput engleskog, gde imenica ne menja oblik, ali u jezicima koji poznaju padeže ista imenica u opštem slučaju može imati više oblika u tekstu (problem prepoznavanja reči za potrebe dodavanja osobine prevlačivosti) i može zahtevati određenu formu iskazu relacije (problem formiranja relacije). Rešenje problema padeža prvi je korak ka uvođenju formalne semantike u (inače leksički) predloženi pristup i implementirano je kroz dodatni RDF graf padeža reči koje su prisutne u osnovnom grafu pojmova i veza (iskazane isključivo u nominativu), koji posreduje u oba smera: u fazi utvrđivanja prevlačivih reči u tekstu (prepoznavanje reči u padežima i konverzija u nominativ za pretragu osnovnog grafa) i isporukama relacija (konverzija objekta relacije u traženi padež), na osnovu informacije o potrebnom padežu koja je dodata svakoj relaciji u osnovnom grafu.

Implementacije navedenih proširenja funkcionalnosti predloženog pristupa detaljno su prikazane u odeljku 3.5.

6.1.3. Evaluacija predloženog pristupa

Evaluacija centralne funkcionalnosti predloženog pristupa, u formi kontrolisanog eksperimenta, izvedena je između 12. 07. i 04. 08. 2017. godine sa 385 subjekta.

Specifičnosti predloženog pristupa diktirale su razvoj metodologije evaluacije u okviru tehničkih ograničenja, detaljno opisane u odeljku 4.1. Predviđeno je učešće u eksperimentu od kuće, putem interneta, u simuliranim uslovima realnog učenja. Skup zahteva za dizajn eksperimenta uključivao je ograničenje kvantiteta (broja stranica) i vremena izrade, u cilju smanjivanja verovatnoće odustajanja učesnika, simulaciju cene vraćanja kroz nastavni materijal (kroz povećanu gustinu parova pojmova između kojih postoje veze), određene uslove raspodele relacija i pitanja po definisanim

kriterijumima, eliminaciju uticaja predznanja itd. Eksperimentalna simulacija učenja implementirana je u formi 5 HTML stranica (2 stranice sa tekstom i 3 stranice sa kombinacijom teksta i pitanja). Za tekst bez mogućnosti predznanja učesnika izabrana je fiktivna porodična drama u formi naracije (prevlačive reči su akteri a relacije njihovi rodbinski i bračni odnosi), formirana na osnovu grafičke mape aktera i njihovih međusobnih odnosa. Kao instrument za merenje spremnosti učesnika da nastave učenje nakon simuliranog slučaja razvijeno je 30 pitanja (10 po stranici) vezanih za međusobne odnose aktera iskazane u tekstu, u skladu sa definisanom ciljnom raspodelom relacija (prisutnih u pitanjima) po eksplicitnosti i poziciji. Na svakoj kombinovanoj stranici imena aktera prisutnih u 8 od 10 pitanja prisutna su u tekstualnom delu stranice, što određenim grupama učesnika omogućava da relaciju između osoba datih u pitanju dobiju prevlačenjem njihovih imena, bez potrebe za navigacijom prema ostalim stranicama. Učesnici su podeljeni u 4 grupe u odnosu na dve nezavisne varijable: mogućnost prevlačenja i mogućnost kretanja unazad kroz stranice. Učesnici nisu imali nikakvo prethodno znanje o predloženom pristupu pa je posebna pažnja posvećena uputstvu (uputstvo je obezbeđeno u video i tekstualnom formatu, ali je nakon testiranja funkcionalnosti eksperimenta tekstualno uputstvo isključeno a video uputstvo kompletno redizajnirano). Tokom razvoja eksperimenta i inicijalne obrade rezultata razvijen je skup od 87 hipoteza. Razvoj eksperimenta odvijao se nelinearno, kroz mnogobrojne iteracije.

Učesnici u eksperimentu regrutovani su među studentima prve godine Elektronskog fakulteta u Nišu (generacija 2014). Kandidati koji su prihvatili učešće dali su informisanu saglasnost kroz Veb aplikaciju razvijenu za potrebe regrutacije. Pozvano je cirka 474 kandidata a učešće je prihvatilo 385. Izvršena je slučajna klasifikacija kandidata po 4 grupe (sa malom korekcijom radi ravnomerne raspodele) i slučajan izbor od 40 kandidata po svakoj od grupa (sa ciljem od minimum 30 validnih radova po grupi). Kandidati su pozvani na učešće putem elektronske pošte nakon završetka razvoja eksperimenta (uz određeno odlaganje zbog junskog ispitnog roka) 12.07.2015. Odziv kandidata narednog iznosio je 11,1% (validnih radova 9,2%) zbog čega je pozivanje nastavljeno putem društvene mreže Facebook. Odziv nakon drugog dana iznosio je 20,9% (validnih 19,6%) na osnovu čega je procenjeno da treba povećati broj pozvanih kandidata. Pozvano je svih 383 prijavljenih kandidata proporcionalno potrebama u grupama. Eksperiment je završen 04.08.2015. Prikupljen

je ukupno 151 validan rad, odnosno 39.2% od pozvanih učesnika, od ukupno 41,8% odazvanih učesnika. Postupak regrutacije učesnika i izvođenja eksperimenta detaljno je prikazan u odeljku 4.3. Pre centralnog eksperimenta, u fazi testiranja ispravnosti eksperimentalne aplikacije i uputstva za učesnike, prikupljeno je i analizirano 20 validnih radova, a nakon centralnog eksperimenta izvršen je verifikacioni eksperiment u kontekstu inženjerskog obrazovanja (tekst i pitanja iz oblasti programskog jezika Java) u kome je prikupljeno i analizirano 27 validnih radova. [238]

Rezultati istraživanja detaljno su prikazani u poglavlju 5. Najvažniji rezultati potvrđuju postavljene hipoteze: učesnici koji su koristili predloženi pristup, odnosno imali mogućnost prevlačenja reči, pokazali su značajno veću linearnost u simulacionom slučaju učenja (manje povrataka na prethodne stranice), pokazali veću spremnost za nastavak učenja nakon eksperimentalnog "atomskog slučaja" (značajno veći skor na pitanjima - koja su mera spremnosti za nastavak učenja) i bilo im je potrebno manje vremena da završe eksperiment, premda je razlika u vremenu od malog značaja za konkretan simulirani slučaj učenja. Slični rezultati dobijeni su i analizom validnih radova pribavljenih tokom testiranja funkcionalnosti aplikacije i u verifikacionom eksperimentu (u oba slučaja zabeležena je značajna razlika u linearnosti kretanja i spremnosti za nastavak učenja, dok razlika u vremenu nije bila značajna). Ostale analize rezultata centralnog eksperimenta od manje su važnosti za procenu efikasnosti predloženog pristupa i urađene su pre svega sa ciljem opšte analize uticaja predloženog pristupa na učenje i utvrđivanja budućih pravaca razvoja i istraživanja pristupa. Izuzetak je spremnost za nastavak učenja kod grupa G2 i G3, gde ne postoji značajna razlika. Grupa G2 imala je na raspolaganju samo vraćanje kroz materijal, dok je grupa G3 imala na raspolaganju prevlačenje. Nedostatak razlike u spremnosti između ove dve grupe može se protumačiti kao mogućnost predloženog pristupa da nadomesti potrebu za vraćanjem kroz materijal u situacijama kada je za nastavak učenja neophodno razumevanje veze između pojmova u tekstu, što je osnovni cilj pristupa.

Evaluacija predloženog pristupa iznesena u disertaciji ograničena je po više osnova. Pre svega u pitanju je izdvojeni, "atomski" slučaj učenja, formiran sa ciljem što bolje simulacije realnih uslova učenja u što manjem, učesnicima što savladivijem, formatu. Uzorak na kome je pristup testiran homogen je u smislu godina starosti, nivoa obrazovanja i odabrane struke. Materijal korišćen za testiranje je generički u

smislu sadržaja čime je eliminisan eventualni pomeraaj rezultata usled predznanja. Testiranje u uslovima dužeg učenja (jednako u smislu dužine sesije i broja sesija), testiranja na uzorcima različitih godina starosti, obrazovnog nivoa i struka, kao i testiranja pristupa u kontekstima različitih oblasti različitih gustina parova povezanih pojmova (pre svega oblasti bogatih pojmovima sa velikim semantičkim preklapanjem), kao i istraživanja efikasnosti novih funkcionalnosti, prikazanih u odeljku 3.5, među pravcima su daljeg istraživanja predloženog pristupa.

6.2. Vremenska linija

U nastavku je data sažeta vremenska linija razvoja metodologije za evaluaciju predloženog pristupa, izvođenja eksperimenta i izrade disertacije.

- 01.01.2014. Početak istraživanja.
- 10.03.2014. Ideja o strukturi eksperimenta.
- 16.03.2014. Početak rada na razvoju eksperimentalne aplikacije.
- 20.03.2014. Usvojena struktura eksperimentalne aplikacije.
- 21.04.2014. Usvojeni porodični odnosi kao tema teksta eksperimenta.
- 22.04.2014. Formirana prva verzija mape 3 porodice.
- 17.09.2014. Formiran sinopsis teksta i proširena mapa porodica.
- 04.10.2014. Početak redukcije mape porodica.
- 15.11.2014. Početak regrutacije učesnika (mesec je tačan, datum je približan).
- 21.11.2014. Usvojena redukovana mapa porodica i formiran konačni tekst.
- 01.12.2014. Početak prijavljivanja učesnika aplikacijom.
- 03.12.2014. Početak razvoja skupa pitanja.
- 18.01.2015. Odbačene sve strukturalne alternative kombinovanim stranicama.
Početak raspodele relacija po tipovima po stranicama.
- 25.01.2015. Konačno definisana nestandardna pitanja (odsutna i redundantna).
Formiran model sa 4 grupe učesnika.

- 02.02.2015. Započeto raspoređivanje pitanja po tipovima relacija po stranicama.
- 12.02.2015. Eksperimentalna aplikacija, tekst i pitanja su završeni.
- 23.02.2015. Početak razvoja uputstva za učesnike.
- 30.03.2015. Završeno uputstvo za učesnike (prva verzija).
- 04.05.2015. Test funkcionalnosti aplikacije i razumljivosti uputstva, prvi rezultati.
- 11.05.2015. Uočen ozbiljan tehnički nedostatak (onemogućena funkcionalnost).
- 29.05.2015. Otklonjen ozbiljan tehnički nedostatak i povraćena funkcionalnost.
- 17.06.2015. Završena druga verzija uputstva za korisnike (samo video).
- 19.06.2015. Izvršen prvi odabir 4 grupe od po 20 učesnika.
- 24.06.2015. Upućena najavna poruka e-poštom odabranim učesnicima.
- 12.07.2015. Poziv odabranim učesnicima da urade eksperiment (e-pošta).
- 13.07.2015. Poziv odabranim učesnicima da urade eksperiment (Facebook).
- 17.07.2015. Poziv dodatnim kandidatima (Facebook).
- 19.07.2015. Poziv svim preostalim prijavljenim kandidatima (Facebook).
- 04.08.2015. Eksperiment je uspešno završen.
- 06.08.2015. Započeta inicijalna obrada sirovih rezultata (Microsoft Excel).
- 26.08.2015. Formiran potpuni skup hipoteza i varijabli za analizu.
- 27.08.2015. Dobijeni prvi rezultati (proseci skorova, bez statističke analize).
- 19.09.2015. Inicijalna obrada sirovih podataka završena, statistička započeta.
- 27.09.2015. Preliminarni rezultati statističke obrade (IBM SPSS).
- 01.10.2015. Početak rada na prvoj publikaciji rezultata (okvirni datum). [238]
- 09.01.2016. Završetak rada na prvoj publikaciji rezultata (okvirni datum). [238]
- 19.02.2016. Početak rada na verifikacionom eksperimentu. [238]
- 06.03.2016. Završen verifikacioni eksperiment

- 11.05.2016. Završena statistička obrada rezultata verifikacionog eksperimenta.
- 07.06.2016. Prva publikacija rezultata. [238]
- 07.08.2016. Početak rada na 1. poglavlju disertacije.
- 09.01.2017. Završetak rada na 1. poglavlju disertacije.
- 29.01.2017. Početak rada na 4. poglavlju disertacije.
- 05.03.2017. Završetak statističke obrade kompletnih rezultata (IBM SPSS).
- 10.03.2017. Završetak rada na 4. poglavlju disertacije.
- 13.03.2017. Početak rada na 2. poglavlju disertacije.
- 22.05.2017. Završetak rada na 2. poglavlju disertacije.
- 22.05.2017. Početak rada na 3. poglavlju disertacije.
- 18.07.2017. Završetak rada na 3. poglavlju disertacije.
- 22.09.2017. Početak rada na formiranju kompletnog teksta disertacije.
- 17.12.2017. Završetak rada na prvoj kompletnoj verziji disertacije.

6.3. Pravci daljeg razvoja

Jedno od osnovnih ograničenja predloženog pristupa je funkcionalnost na nivou pojedinačnih reči. Iako je ovakav pristup sa aspekta korisnika najjednostavniji, pojmovi (koncepti) između kojih postoje veze u velikom broju slučajeva nisu iskazani jednom rečju. U tom smislu jedan od pravaca daljeg razvoja predloženog pristupa predstavlja ukrštanje (operacijom prevlačenja) koncepata iskazanih većim brojem reči (frazu, imena i prezimena i sl). [239] Slično lokalizaciji, ovaj pristup podrazumeva dodatni semantički sloj (u ovom slučaju namenjen iskazivanju pripadnosti vučene reči frazi ili frazama). Primer ovakvog raslojavanja dat je na slici 6.1, gde je sa rečju "NLP" povezana fraza sa identifikatorom PH01, kojoj pripadaju reči "Milton", "H." i "Erickson". Ovakav pristup otvara problem određivanja pripadnosti reči u trenutku prevlačenja, što predstavlja dodatni korak za korisnika (duplira interakciju). Jedan mogući pristup ovom problemu je padajući meni sa izborom prevlačenja reči ili bilo koje od fraza kojoj ta reč pripada (slika 6.2). U konkretnom slučaju, od korisnika se očekuje da izabere prevlačenje samo reči "Milton" ili fraze kojoj reč pripada ("Milton

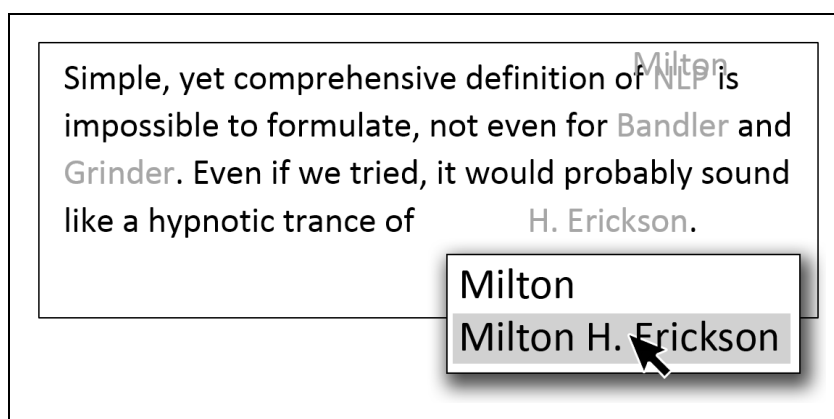
H. Erickson"). U slučaju da reč može da pripada većem broju fraza, u meniju bi bile prikazane sve fraze. Slike 6.1 i 6.2 preuzete su iz [239] uz sitne modifikacije.

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF xmlns:eg="http://example.org/foovocab#"
xmlns:foaf="http://xmlns.com/foaf/0.1/"
xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22- rdf-syntax-ns#">

<foaf:Person rdf:nodeID="PH01">
  <foaf:name>PH01</foaf:name>
  <eg:was_a_rolemodel_for rdf:nodeID="NLP"/>
</foaf:Person>

<foaf:Perdon rdf:nodeID="PH01">
  <foaf:name>Milton H. Erickson</foaf:name>
  <eg:belongs rdf:nodeID="Milton"/>
  <eg:belongs rdf:nodeID="H."/>
  <eg:belongs rdf:nodeID="Erickson."/>
</foaf:PH01>
```

Slika 6.1: Semantički sloj za iskazivanje pripadnosti reči frazama



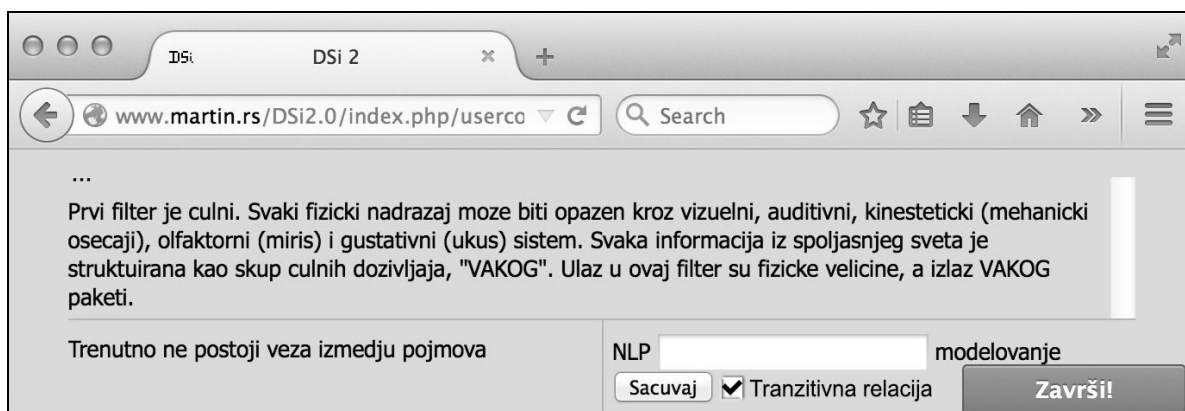
Slika 6.2: Utvrđivanje pripadnosti reči frazi pri prevlačenju

Drugo po mišljenju autora najznačajnije ograničenje predloženog pristupa je leksička funkcionalnost: reči u tekstu koje označavaju pojmove tretirane su kao stringovi bez ikakve formalne semantike. Iako formalna semantika za osnovnu funkcionalnost pristupa nije potrebna, njeno postojanje bi omogućavalo različita proširenja funkcionalnosti putem uključivanja mašina u proces. Jedan korak na uvođenju formalne semantike već je učinjen u sklopu lokalizacije pristupa, [215] gde gde svaka reč iz teksta biva povezana sa odgovarajućom formom reči u nominativu koja predstavlja njen jedinstveni identifikator.

Uvođenje opštih identifikatora za reči (i/ili fraze, ukoliko je ovaj koncept implementiran) omogućilo bi uspostavljanje preslikavanja između različitih domena pomoću ontologija, što bi uključivalo i različite osobine relacija između identifikovanih reči i zahtevalo ekspresivniji jezik kao što je OWL. [167] Ovakav pristup dao bi osnovu za rešenje uočenog problema homonima, mogao bi da omogući korišćenje iste baze relacija u različitim domenima, uz automatsko pridruživanje odgovarajućih relacija itd, međutim ova koncepcija rapidno usložnjava tehničke aspekte implementacije pristupa, što otvara pitanje odnosa ulaganja i rezultata.

Manje sistemsko, postepeno uvođenje formalne semantike, poput implementacije osobina relacija, postavlja daleko manje zahteve u implementaciji. Uključivanje relacije tranzitivnosti u predloženi pristup, kao osobine koju je moguće pridružiti svakoj relaciji koja se unese u graf, [213] jedan je od mogućih koraka u ovom pravcu.

Slika 6.3 prikazuje jednu moguću implementaciju proširenja predloženog pristupa relacijom tranzitivnosti - dodavanjem *checkbox* kontrole uz polje za unos nove relacije. Odgovarajuća semantička podrška može biti obezbeđena elementom *TransitiveProperty* jezika OWL (slika 6.4). Formalno iskazivanje osobine



Slika 6.3: Pridruživanje osobine tranzitivnosti novoj relaciji

tranzitivnosti bi postavilo osnove za automatsko izvođenje implicitnih relacija putem mašinskih rasuđivača (*reasonera*), kao prvi korak ka uvođenju rasuđivača u semantički sloj predloženog pristupa.

```

<rdf:Description rdf:ID="processor">
  <is_a_part_of rdf:resource="computer" />
</rdf:Description>

<owl:ObjectProperty rdf:ID="is_a_part_of">
  <
    rdf:type
    rdf:resource="&owl;TransitiveProperty"
  >
</owl:ObjectProperty>

```

Slika 6.4: Osobina tranzitivnosti iskazana jezikom OWL

Treće ograničenje predloženog pristupa ne odnosi se, strogo gledano, na sam pristup, već na neoptimalnost procesa razvoja grafova pojmova i veza. Centralna ideja pristupa je ukrštanje parova pojmova u nastavnom tekstu putem operacije *drag-and-drop* sa ciljem dobijanja veze između datih pojmova bez potrebe za prisilnim skretanjem sa prirodnog puta kroz gradivo, pomoću pridruženog grafa pojmova i veza, bez zalaženja u poreklo i metode razvoja ovog grafa. Ipak, kako graf predstavlja integralni deo pristupa, metode njegovog razvoja ne mogu biti ignorisane. Jedan od predloga optimizacije razvoja grafova, vizuelni uređivač namenjen autorima grafova, dat je u odeljku 3.5 kao prvo (i najvažnije) proširenje pristupa. Alternativni pristup optimizaciji generisanja grafova mogu činiti tehnike mašinskog učenja poput Word2vec¹⁰, sa ciljem automatizovanog generisanja relacija između pojmova u nastavnim tekstovima. Ipak, ova grana razvoja se, iako od koristi za upotrebljivost predloženog pristupa, ne može podvesti pod razvoj samog pristupa.

Ostali predviđeni pravci razvoja predloženog pristupa nisu zasnovani na njegovim uočenim ograničenjima već su orijentisani prema specifičnim modusima primene. Jedan od ovih pravaca razvoja je oblast učenja stranih jezika, [240] gde predloženi sistem, osim direktne funkcionalnosti, pruža mogućnosti za učenje (i proveru znanja) u oblasti sinonima i homonima, kolokacija i sličnih problema (što uključuje određene i neodređene članove, razliku između formi *a* i *an*, upotrebu oblika *was* i *were* itd), podršku *brainstorming* fazi kod pisanja eseja, proveru razumevanja teksta i drugih studentskih *inputa* itd. [26] Funkcionalnost predloženog pristupa ne mora biti ograničena na domen teksta (reči), iako je ova funkcionalnost osnov njegove inovacije. Prevlačenje grafičkih elemenata, pored tekstualnih, može biti iskorišćeno kao dopunsko nastavno sredstvo u oblastima koje su zasnovane na

¹⁰ <https://en.wikipedia.org/wiki/Word2vec>, lokacija posećenja 19.12.2017.

grafici, poput algoritama pretraživanja grafova, gde predloženi pristup može pružiti osnovu za međusobno ukrštanje kako imena tako i grafičkih predstava čvorova. [241] Inverzna funkcionalnost predloženog pristupa, osim uređivanja grafova pojmova i veza za potrebe samog sistema, može biti iskorišćeno i za druge tipove korisničkog *inputa*, poput baza znanja u ekspertskim sistemima. [242] Najopštiji predviđeni pravac razvoja, sistem za dodavanje *drag-and-drop* funkcionalnosti proizvoljnom Veb sadržaju, spada u dugoročne planove razvoja predloženog pristupa. [229]

Literatura

- [1] B. Ö. Czerkawski, Free and Open Source Software for E-Learning: Issues, Successes and Challenges: Issues, Successes and Challenges, Idea Group Inc. (IGI), Aug 31, 2010, str. 56.
- [2] William Horton, e-Learning by Design, John Wiley & Sons, 2011, str. 1.
- [3] Ruth C. Clark, Richard E. Mayer, E-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning, John Wiley & Sons, 2016, str. 8.
- [4] J. L. Moore, C. Dickson-Deane and K. Gaylen, e-Learning, online learning, and distance learning environments: Are they the same?, Internet and Higher Education 14 (2011), str. 129-135.
- [5] Chawla A, Singh, J. P. – Organizational Environment and Performance of Research Groups – a Typological Analysis, Scientometrics, Vol. 43, No. 3, 1998, Akadémiai Kiadó zajedno sa Springer Science i Business Media B. V., ISSN 0138-9130, str. 373-391.
- [6] M. M. Waldrop, Complexity: The Emerging Science at The Edge of Order and Chaos, London, Penguin, 1992.
- [7] A. Romiszowski (urednik), How's the E-learning Baby? Factors Leading to Success or Failure of an Educational Technology Innovation, Educational Technology, Volume 44 (2004), Number 1, str. 5-27.
- [8] J. A. Cross, J. Cross, Implementing E-Learning, Lance Dublin, American Society for Training and Development, 2002, ISBN: 1-56286-333-9.
- [9] Horton, W, Leading E-Learning: Here is how You Can Chart your Course, Champion Implementation, Ensure Success, American Society for Training and Development, 2001, ISBN 1562862987.
- [10] Bonk, Curtis J., and Charles R. Graham. The handbook of blended learning: Global perspectives, local designs. John Wiley & Sons, 2012.
- [11] Ana-Maria Bliuca, Peter Goodyearb, Robert A. Ellis, Research focus and methodological choices in studies into students' experiences of blended learning in higher education, Internet and Higher Education 10 (2007), str. 231–244

- [12] Bersin, Josh. The blended learning book: Best practices, proven methodologies, and lessons learned. John Wiley & Sons, 2004.
- [13] Stojanovic Lj., Staab, S. i Studer, R. - Elearning Based on the Semantic Web, WebNet2001 - World Conference on the WWW and Internet, 2001, str. 23-27, adresa: http://www.aifb.kit.edu/images/1/19/2001_481_Stojanovic_eLearning_based_1.pdf (link posećen 12.08.2016.)
- [14] Gilly Salmon, E-Moderating: The Key to Online Teaching and Learning, 3rd Edition, Routledge, 2012, ISBN 978-0-203-81668-4 (ebk).
- [15] Milanovic K, Milosavljevic M, Vuckovic D, Jankovic D. Videoconferencing in the complex e-learning scenario, 19th Telecommunications Forum (TELFOR), 22. 11. 2011, Beograd, Srbija, Zbornik radova, str. 1482. Zbornik radova dostupan na Internet adresi: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/mostRecentIssue.jsp?punumber=6130662> (adresa posećena 12.08.2016.)
- [16] Carril, Pablo César Muñoz, Mercedes González Sanmamed, and Nuria Hernández Sellés, Pedagogical roles and competencies of university teachers practicing in the e-learning environment, The International Review of Research in Open and Distributed Learning 14.3 (2013), str. 462-487.
- [17] Song, Hayeon, Jihyun Kim, and Wen Luo, Teacher–student relationship in online classes: A role of teacher self-disclosure, Computers in Human Behavior 54 (2016), str. 436-443.
- [18] Dušan Vučković, Martin Jovanović, Dragan Janković, Permanent Education of High School Teachers through Corporate-Academic Joint Venture E-learning, XLVI International scientific conference on information, communication and energy systems and technologies ICEST 2011, University of Niš, Faculty of Electronic Engineering, 29.06. - 01.07. 2011, Proceedings of Papers, Vol. 2, issued by University of Niš, Faculty of Electronic Engineering, str. 327-330, 2011, ISBN 978-86-6125-031-6
- [19] Konstantina Chrysafiadi, Maria Virvou, Student modeling approaches: A literature review for the last decade, Expert Systems with Applications, Volume 40, Issue 11, 1 September 2013, ISSN 0957-4174, str. 4715-4729.
- [20] Özcan Özyurt, Hacer Özyurt, Learning style based individualized adaptive e-learning environments: Content analysis of the articles published from 2005 to 2014,

Computers in Human Behavior, Volume 52, November 2015, Pages 349-358, ISSN 0747-5632, <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2015.06.020>.

[21] Huong May Truong, Integrating learning styles and adaptive e-learning system: Current developments, problems and opportunities, Computers in Human Behavior, Volume 55, Part B, February 2016, Pages 1185-1193, ISSN 0747-5632, <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2015.02.014>.

[22] Fathi Essalmi, Leila Jemni Ben Ayed, Mohamed Jemni, Sabine Graf, Kinshuk, Generalized metrics for the analysis of E-learning personalization strategies, Computers in Human Behavior, Volume 48, July 2015, Pages 310-322, ISSN 0747-5632, <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2014.12.050>.

[23] Valentina Nejković, Milorad Tošić, Wiki learning system patterns for academic courses, Computer Applications in Engineering Education 22.4 (2014), str. 678-685.

[24] Jesus Garcia Laborda, Fezile Ozdamli, Yasar Maasoglu, Michelle Pieri, Davide Diamantini, 5th World Conference on Educational Sciences An E-learning Web 2.0 Experience, Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 116, 2014, str. 1217-1221, ISSN 1877-0428, <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.371>.

[25] Thyago Tenório, Ig Ibert Bittencourt, Seiji Isotani, Alan Pedro Silva, Does peer assessment in on-line learning environments work? A systematic review of the literature, Computers in Human Behavior, Volume 64, November 2016, str. 94-107, ISSN 0747-5632, <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2016.06.020>.

[26] Martin Jovanović, Milena Stanković, Dejan Todosijević, Constructivist Language Learning Tool, The Journal of Teaching English for Specific and Academic Purposes, Special Issue - Language Learning Technologies, No 1, Univerzitet u Nišu, Srbija, 2015, ISSN 2334-9182 (Print), ISSN 2334-9212 (Online), str. 421-434.

[27] Valentina Nejković, Milorad Tošić, Reflection of Social Computing and Learning Theories on Teaching and Learning, The Journal of Teaching English for Specific and Academic Purposes Vol. 2, No 4, 2014, str. 733-750

[28] A. Ravenscroft, Designing E-learning Interactions in the 21st Century: Revisiting and Rethinking the Role of Theory. European Journal of Education, 36 (2), 2001, str. 133-156.

[29] D. Watson, Pedagogy before technology: Re-thinking the relationship between ICT and teaching, Education and Information Technologies, 6 (4), 2001, str. 251-266.

- [30] Nichols, M. – A Theory for eLearning, Discussion Summary, Educational Technology & Society, ISSN 1436-4522, Vol. 6, No. 2, aprila 2003, str. 1-10.
- [31] Pressey, S.L. (1926). A simple apparatus which gives tests and scores - and teaches. *School and Society*, 23 (586), str. 373-376.
- [32] Thorndike, E. L. (1913). *Educational psychology: The psychology of learning*. New York: Teachers College Press.
- [33] Pavlov, I. P. (1927). *Conditioned reflexes*. London: Clarendon Press.
- [34] Skinner, B. F. (1974). *About behaviorism*. New York: Knopf.
- [35] Cooper, P. A. (1993). Paradigm Shifts in Designed Instruction: From Behaviorism to Cognitivism to Constructivism. *Educational technology*, 33(5), str. 12-19.
- [36] Ertmer, Peggy A., and Timothy J. Newby. "Behaviorism, cognitivism, constructivism: Comparing critical features from an instructional design perspective." *Performance improvement quarterly* 6.4 (1993), str. 50-72.
- [37] Duffy, T. M., & Cunningham, D. J. (1996). Constructivism: Implications for the design and delivery of instruction. In D. H. Jonassen (urednici), *Handbook of research for educational communications and technology*, str. 170-198, Simon & Schuster Macmillan, New York, USA.
- [38] David Hung, *Theories of learning and computer-mediated instructional technologies*, Educational Media International Vol 38, No 4, 2001, str. 281-287.
- [39] Clarà, Marc, and Elena Barberà, Three problems with the connectivist conception of learning, *Journal of Computer Assisted Learning* 30.3 (2014), str. 197-206.
- [40] Siemens, G. (2005), *Connectivism: A learning theory for the digital age*, International Journal of Instructional Technology and Distance Learning, Vol. 2 Iss. 1, dostupan na: http://www.itdl.org/Journal/Jan_05/article01.htm (15. 08. 2016.)
- [41] Stephen Downes (2012). *Connectivism and Connective Knowledge*, ISBN: 978-1-105-77846-9, National Research Council Canada, Creative Commons, knjiga dostupna na lokaciji: http://www.downes.ca/files/books/Connective_Knowledge-19May2012.pdf (15. 08. 2016.)
- [42] Dabbagh, N. (2005). Pedagogical models for E-Learning: A theory-based design framework. *International Journal of Technology in Teaching and Learning*, 1(1), str. 25-44.

- [43] Beetham, Helen, and Rhona Sharpe, Rethinking pedagogy for a digital age: Designing for 21st century learning. routledge, 2013, dodatak A, str. 221.
- [44] Dyke, Martin, et al, Learning theory and its application to e-learning, u Conole, Gráinne, and Martin Oliver (urednici): Contemporary perspectives in e-learning research: themes, methods and impact on practice. Routledge, 2006, str. 82-97, sistematizacija na str. 85-87.
- [45] Ally, Mohamed, Foundations of educational theory for online learning, Theory and practice of online learning, Athabasca University, 2004, str.15-44.
- [46] DeStefano, Diana, and Jo-Anne LeFevre, Cognitive load in hypertext reading: A review, Computers in human behavior 23.3 (2007), str. 1616-1641.
- [47] Calisir, Fethi, and Zafer Gurel, Influence of text structure and prior knowledge of the learner on reading comprehension, browsing and perceived control, Computers in Human Behavior 19.2 (2003), str. 135-145.
- [48] Mayer, Richard E., and Roxana Moreno, Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning, Educational psychologist 38.1 (2003), str. 43-52.
- [49] Fallon, Carol, and Sharon Brown, E-learning standards: a guide to purchasing, developing, and deploying standards-conformant e-learning, CRC Press, 2016.
- [50] Milošević, D., Brković, M.: "Standardizacija i elektronsko učenje", Vaspitanje i obrazovanje - časopis za pedagošku teoriju i praksu, Podgorica, Vol. 4, 2005, (YU ISSN 0350-1094), str. 91-104.
- [51] Nejkovic, Valentina, and Milorad Tomic, Wiki learning system patterns for academic courses, Computer Applications in Engineering Education 22.4 (2014), str. 678-685.
- [52] Džunić, Mr Željko, and Leonid Stoimenov, Elearning Scenario in Community of Practice Environment, E-Society Journal, Vol 2, Iss 1, 2011, ISSN 2217-3269, str. 111.
- [53] Martin Jovanović, Višnja Ognjenović, Constructivist Semantic Assessment Tool for Textual Learning Material, International Conference on Information Technology and Development of Education ITRO 2011, University of Novi Sad Technical Faculty Mihajlo Pupin, Zrenjanin, Srbija, 2011, Zbornik radova, ISBN 978-86-7672-134-4, str. 294-297.

- [54] Cubric, Marija, Milorad Tosic, Towards automatic generation of e-assessment using semantic web technologies, *International Journal of e-Assessment*, Vol 1, No 1, 2011, ISSN: 2045-9432.
- [55] Bogdanovic, Milos, and Leonid Stoimenov, SCORM player WP7: a software solution for review and presentation of the learning content on mobile devices, *Tem Journal*, Vol 1, Iss 4, 2012, ISSN: 2217-8333 (online), str. 226-233.
- [56] Nataša Veljković, Leonid Stoimenov, E-learning Opportunities for E-government, *Proceedings of the Second International Conference on e-Learning (eLearning-2011)*, ISBN 978-86-912685-5-8, 2011, str. 119-123.
- [57] G. S. Sanders and R. S. Baron, The motivating effects of distraction on task performance, *J Pers Soc Psychol* 32 (1975), str. 956–963.
- [58] Calderwood, Charles, Phillip L. Ackerman, and Erin Marie Conklin, What else do college students "do" while studying? An investigation of multitasking, *Computers & Education* 75 (2014), str. 19-29.
- [59] Lepp, Andrew, Jacob E. Barkley, and Aryn C. Karpinski, The relationship between cell phone use and academic performance in a sample of US college students, *SAGE Open* 5, no. 1 (2015), DOI: 10.1177/2158244015573169.
- [60] Dietz, Stephanie, and Christopher Henrich, Texting as a distraction to learning in college students, *Computers in Human behavior* 36 (2014), str. 163-167.
- [61] Rosen, L. D., Carrier, L. M., & Cheever, N. A. (2013), Facebook and texting made me do it: Media-induced task-switching while studying, *Computers in Human Behavior*, 29, str. 948–958.
- [62] Carrier, L. Mark, Larry D. Rosen, Nancy A. Cheever, and Alex F. Lim, Causes, effects, and practicalities of everyday multitasking, *Developmental Review* 35 (2015), str. 64-78.
- [63] Adler, R. F, Benbunan-Fich, R, Self-interruptions in discretionary multitasking, *Computers in Human Behavior*, 29, str. 1441–1449.
- [64] Ellis, Y., Daniels, B., & Jauregui, A. (2010). The effect of multitasking on the grade performance of business students. *Research in Higher Education Journal*, Vol 8, 2010, dostupan na <http://www.aabri.com/manuscripts/10498.pdf> (19. 08. 2016.)
- [65] Sweller, John, Cognitive load during problem solving: Effects on learning, *Cognitive science* 12.2 (1988), str. 257-285.

- [66] Mayer, Richard E., and Roxana Moreno, Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning, *Educational psychologist* 38.1 (2003), str. 43-52.
- [67] Aagaard, Jesper, Media multitasking, attention, and distraction: a critical discussion, *Phenomenology and the Cognitive Sciences* 14.4 (2015), str. 885-896.
- [68] Zhu, E, Hypermedia interface design: the effects of number of links and granularity of nodes. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 8(3), 1999, str. 331–358.
- [69] Rey, Günter Daniel, Seductive details and attention distraction – An eye tracker experiment, *Computers in Human Behavior* 32 (2014), str. 133-144.
- [70] Chen, Chih-Ming, Intelligent web-based learning system with personalized learning path guidance, *Computers & Education* 51.2 (2008), str. 787-814.
- [71] Csikszentmihalyi, Mihaly. *Finding flow: The psychology of engagement with everyday life*, Basic Books, 1997, str. 29-34.
- [72] White, R.W, *Motivation Reconsidered: The Concept of Competence*, *Psychological Review*, Vol. 66, 1959, str. 297-333.
- [73] *Understanding the brain: the birth of a learning science* by Centre for Educational Research and Innovation, Paris, OECD Publishing, 2007, ISBN: 978-92-64-02912-5.
- [74] Rodríguez - Ardura, Inma, and Antoni Meseguer - Artola, *Flow in e - learning: What drives it and why it matters*, *British Journal of Educational Technology*, 2016, u štampi, DOI:10.1111/bjet.12480, otvoren pristup radu pod Creative Commons licencom moguć na: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/bjet.12480/full> (21.08.2016.)
- [75] De Smet, Cindy, Bram De Wever, Tammy Schellens, and Martin Valcke, *Differential impact of learning path based versus conventional instruction in science education*, *Computers & Education* 99 (2016), str. 53-67.
- [76] Stranica sajta Univerziteta Wisconsin–Milwaukee daje pregled repozitorijuma objekata učenja na stranici http://www4.uwm.edu/cie/learning_objects.cfm?gid=37 (24. 08. 2016.)
- [77] Churchill, Daniel, *Towards a useful classification of learning objects*, *Educational Technology Research and Development* 55.5 (2007), str. 479-497.
- [78] ADL SCORM 2004 specifikacija, u aktuelnom 4. izdanju, dostupna je na lokaciji: <https://www.adlnet.gov/adl-research/scorm/scorm-2004-4th-edition/> (24 08. 2016.)

- [79] Simple Sequencing specifikacija organizacije IMS Global (aktuelna verzija iz marta 2003.) dostupna je na: <https://www.imsglobal.org/simplesequencing/index.html> (24. 08. 2016.)
- [80] Schraw, Gregory, Kent J. Crippen, and Kendall Hartley, Promoting self-regulation in science education: Metacognition as part of a broader perspective on learning, *Research in science education* 36.1-2 (2006), str. 111-139.
- [81] Young, James D, The effect of self-regulated learning strategies on performance in learner controlled computer-based instruction, *Educational Technology Research and Development* 44.2 (1996), str. 17-27.
- [82] Sung, Eunmo, and Richard E. Mayer, Affective impact of navigational and signaling aids to e-learning, *Computers in human behavior* 28.2 (2012), str. 473-483.
- [83] Jin, Sung-Hee, Visual design guidelines for improving learning from dynamic and interactive digital text, *Computers & Education* 63 (2013), str. 248-258.
- [84] Mayer, Richard E., and Joshua Jackson, The case for coherence in scientific explanations: quantitative details can hurt qualitative understanding, *Journal of Experimental Psychology: Applied* 11.1 (2005), str. 13-18.
- [85] Antonenko, Pavlo D., and Dale S. Niederhauser, The influence of leads on cognitive load and learning in a hypertext environment, *Computers in Human Behavior* 26.2 (2010), str. 140-150.
- [86] Jovanović, M, Semantička nadgradnja nastavnog materijala u sistemima za elektronsko učenje, magistarska teza, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, 2009.
- [87] Kolb, David A. *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. FT press, 2014, ISBN: 0-13-389240-6.
- [88] Mumford, A, Putting learning styles to work, u Mumford, A. (urednik), *Action learning at work*, Gower, 1997, ISBN 0566078902, str. 121-135.
- [89] Fleming, Neil D. (July 1995), "I'm different; not dumb: modes of presentation (VARK) in the tertiary classroom" u Zelmer, A. C. Lynn; Zelmer, Amy Elliott. *Higher education: blending tradition and technology: proceedings of the 1995 Annual Conference of the Higher Education and Research Development Society of Australasia (HERDSA)*, Research and Development in Higher Education, Vol. 18, Rockhampton: Professional Education Centre, Faculty of Health Science, Central Queensland University, str. 308–313.

- [90] Coffield, Frank, David Moseley, Elaine Hall, and Kathryn Ecclestone. Learning styles and pedagogy in post 16 learning: a systematic and critical review. The Learning and Skills Research Centre, 2004, ISBN: 1-85338-918-8.
- [91] Kris Vasquez, Learning Styles as Self-Fulfilling Prophecies u Regan A. R. Gurung i Loreto R. Prieto (urednici), Getting Culture: Incorporating Diversity Across the Curriculum, Stylus Publishing, LLC, 2009, ISBN: 978-1-57922-280-2, str. 53-64.
- [92] Kozhevnikov Maria, Cognitive styles in the context of modern psychology: toward an integrated framework of cognitive style, Psychological bulletin 133.3 (2007), str. 464-481.
- [93] Witkin, Herman A., Carol Ann Moore, Donald R. Goodenough, and Patricia W. Cox, Field - dependent and field - independent cognitive styles and their educational implications, ETS Research Bulletin Series 1975, no. 2 (1975), str. 1-64.
- [94] Pask, Gordon, Styles and strategies of learning, British journal of educational psychology 46.2 (1976), str. 128-148.
- [95] Ornstein, Robert Evan. The right mind: Making sense of the hemispheres. Harcourt, 1997.
- [96] Riding, Richard, and Indra Cheema, Cognitive styles - an overview and integration, Educational psychology 11.3-4 (1991), str. 193-215.
- [97] Kirton, Michael, Adaptors and innovators: A description and measure, Journal of applied psychology 61.5 (1976), str. 622-629.
- [98] Mampadi, Freddy, Sherry Y. Chen, Gheorghita Ghinea, and Ming-Puu Chen, Design of adaptive hypermedia learning systems: A cognitive style approach, Computers & Education 56, no. 4 (2011), str. 1003-1011.
- [99] Chen, Sherry Y., and Robert D. Macredie, Cognitive styles and hypermedia navigation: Development of a learning model, Journal of the American society for information science and technology 53.1 (2002), str. 3-15.
- [100] Calcaterra, A, Antonietti, A i Underwood, J, Cognitive style, hypermedia navigation and learning, Computers & Education 44.4 (2005), str. 441-457.
- [101] Lee, Catherine Hui Min, Cheng, Y, W, Rai, S i Depickere, A, What affect student cognitive style in the development of hypermedia learning system?, Computers & Education 45, no. 1 (2005), str. 1-19.

- [102] Amadiou, F, Tricot, A i Mariné, C, Prior knowledge in learning from a non-linear electronic document: Disorientation and coherence of the reading sequences, *Computers in Human Behavior* 25.2 (2009), str. 381-388.
- [103] Jáñez, Álvaro, and Javier Rosales, Novices' need for exploration: Effects of goal specificity on hypertext navigation and comprehension, *Computers in Human Behavior* 60 (2016), str. 121-130.
- [104] Cagiltay, Nergiz Ercil, Soner Yildirim, and Meral Aksu, Students' preferences on Web-based instruction: Linear or non-linear, *Educational Technology & Society* 9.3 (2006), str. 122-136.
- [105] Joerg Zumbach and Maryam Mohraz, Cognitive load in hypermedia reading comprehension: Influence of text type and linearity, *Computers in Human Behavior* 24.3 (2008), str. 875-887.
- [106] Allen, M, *Designing Successful e-Learning*, John Wiley and Sons, Pfeiffer, San Francisco CA, USA, 2007, ISBN: 978-0-7879-8299-7, str. 160.
- [107] Amadiou, F, Van Gog, T, Paas, F, Tricot, A i Mariné, C, Effects of prior knowledge and concept-map structure on disorientation, cognitive load, and learning, *Learning and Instruction* 19, no. 5 (2009), str. 376-386.
- [108] Chen, S. Y, Fan J. P, i Macredie, R. D, Navigation in hypermedia learning systems: experts vs. novices, *Computers in Human Behavior* 22.2 (2006), str. 251-266.
- [109] Eitel, A, Scheiter, K, i Schüler, A, How inspecting a picture affects processing of text in multimedia learning, *Applied Cognitive Psychology* 27.4 (2013), str. 451-461.
- [110] Horton, W, *E-Learning by Design*, John Willey and Sons, Pfeiffer, San Francisco CA, USA, 2006, ISBN: 978-0-7879-8425-0, str. 559.
- [111] Katuk, N, Kim, J i Ryu, H, Experience beyond knowledge: Pragmatic e-learning systems design with learning experience, *Computers in Human Behavior* 29.3 (2013), str. 747-758.
- [112] Madrid, R. I, Van Oostendorp, H, i Carmen Puerta Melguizo, M, The effects of the number of links and navigation support on cognitive load and learning with hypertext: The mediating role of reading order, *Computers in Human Behavior* 25.1 (2009), str. 66-75.

- [113] Kurilovas, E, Zilinskiene, I i Dagiene, V, Recommending suitable learning scenarios according to learners' preferences: An improved swarm based approach, *Computers in Human Behavior* 30 (2014), str. 550-557.
- [114] Kurilovas, , Zilinskiene, I i Dagiene, V, Recommending suitable learning paths according to learners' preferences: Experimental research results, *Computers in Human Behavior* 51 (2015), str. 945-951.
- [115] Dharshini, A. Priya, Chandrakumarmangalam, S i Arthi, G, Ant colony optimization for competency based learning objects sequencing in e-learning, *Applied Mathematics and Computation* 263 (2015), str. 332-341.
- [116] Acampora, G, Gaeta, M i Loia, V, Hierarchical optimization of personalized experiences for e-Learning systems through evolutionary models, *Neural Computing and Applications* 20.5 (2011), str. 641-657.
- [117] Chang, T-Y, i Ke, Y-R, A personalized e-course composition based on a genetic algorithm with forcing legality in an adaptive learning system, *Journal of Network and Computer Applications* 36.1 (2013), str. 533-542.
- [118] Fazlollahtabar, H, i Mahdavi, I, User/tutor optimal learning path in e-learning using comprehensive neuro-fuzzy approach, *Educational Research Review* 4.2 (2009), str. 142-155.
- [119] Tam, V, Lam, E. Y, i S. Fung, T, A new framework of concept clustering and learning path optimization to develop the next-generation e-learning systems, *Journal of Computers in Education* 1.4 (2014), str. 335-352.
- [120] Anitha, D i Deisy, C, Proposing a novel approach for classification and sequencing of Learning Objects in E-learning systems based on learning style, *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems* 29.2 (2015), str. 539-552.
- [121] Nilsson, R. M i Mayer, R. E, The effects of graphic organizers giving cues to the structure of a hypermedia document on users' navigation strategies and performance, *International Journal of Human-Computer Studies*, 57(1), 2002, str. 1–26.
- [122] Chambers, Ephraim, ed. (1728). "Arbor Porphyriana", *Cyclopaedia, or an Universal Dictionary of Arts and Sciences* (first ed.), digitalizovano na Univerzitetu Wisconsin u sklopu University of Wisconsin Digital Collections Center, str. 128, dostupno na lokaciji: <http://digioll.library.wisc.edu/cgi-bin/HistSciTech/HistSciTech->

idx?type=turn&id=HistSciTech.Cyclopaedia01&entity=HistSciTech.Cyclopaedia01.p
0168 (posećeno 23. 10. 2016.)

[123] Richard Whately, *Elements of Logic*, comprising the substance of the article in the *Encyclopaedia metropolitana: with additions, &c*, fifth edition, revised, London: B. Fellowes, Ludgate Street, MDCCCXXXIV

[124] Tolman, E. C, *Cognitive maps in rats and men*, *Psychological review* 55.4 (1948), str. 189.

[125] Cronbach, L. J. i Meehl, P, E, *Construct validity in psychological tests*, *Psychological bulletin* 52.4 (1955), str. 281.

[126] Sowa, J. F, *Semantic Networks*, u Shapiro, S, C, *Encyclopedia of Artificial Intelligence*, Wiley, 1987, drugo izdanje 1992, New Jersey: A Wiley Interscience Publication, 1992, članak dostupan na <http://www.jfsowa.com/pubs/semnet.pdf> (posećen 23. 10. 2016.)

[127] Sowa, J. F, *Conceptual Graphs for a Data Base Interface*, *IBM Journal of Research and Development*. 20 (4), 1976, str. 336–357. doi:10.1147/rd.204.0336

[128] Novak, J. D, *Learning, Creating, and Using Knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations*, *Journal of e-Learning and Knowledge Society* Vol. 6, N. 3, 2010, str. 21 – 30, ISSN: 1826-6223, eISSN: 1971-8829.

[129] Dhindsa, H. S, Kasim, M i Anderson O. R, *Constructivist-Visual Mind Map Teaching Approach and the Quality of Students' Cognitive Structures*, *Journal of Science Education and Technology* 20 (2011), str. 186–200.

[130] Li, C. L, Yang, L. P. i Wang, W, *Application of Mind Mapping to Improve the Teaching Effect of Java Program Design Course*, in H-C. Liu, W-P. Sung and W-Yao (Editors), *Computing, Control, Information and Education Engineering: Proceedings of the 2015 Second International Conference on Computer, Intelligent and Education Technology (CICET 2015)*, 2015, P.R. China, str. 451-454.

[131] Eppler, M. J, *A comparison between concept maps, mind maps, conceptual diagrams, and visual metaphors as complementary tools for knowledge construction and sharing*, *Information Visualization* 5 (2006), str. 202-210.

[132] McClure, J. R, Sonak, B i Suen, H, K, *Concept map assessment of classroom learning: Reliability, validity, and logistical practicality*, *Journal of research in science teaching* 36.4 (1999), str. 475-492.

- [133] Zampetakis, L. A, Tsironis, L. i Moustakis, V, Creativity development in engineering education: the case of mind mapping, *Journal of Management Development* 26 (2007), str. 370 – 380.
- [134] Tergan, S-O, Keller, T i Burkhard, R, Integrating knowledge and information: digital concept maps as a bridging technology, *Information Visualization* 5 (2006), str. 167-174.
- [135] Violante, M. G. i Vezzetti, E, Design of Web-Based Interactive 3D Concept Maps: A Preliminary Study for an Engineering Drawing Course, *Computer Applications in Engineering Education* 22 (2014), str. 403-411.
- [136] Tseng, S-S, Sue P-C, Su J-M, Weng J-F. i Tsai, W-N, A new approach for constructing the concept map, *Computers & Education* 49.3 (2007), str. 691-707.
- [137] Chen, N-S, Wei, C-W. i Chen, H-J, Mining e-Learning domain concept map from academic articles, *Computers & Education* 50.3 (2008), str. 1009-1021.
- [138] Davies, M, Concept mapping, mind mapping and argument mapping: what are the differences and do they matter?, *Higher Education* 62 (2011), str. 279-301.
- [139] Beardsley, M. C, *Practical logic*, New York: Prentice-Hall, 1950, OCLC 4318971.
- [140] Toulmin, S. E, *The uses of argument*, Cambridge University Press, 2003, ISBN: 0-521-534836-6.
- [141] Thomas, S. N, *Practical reasoning in natural language*, Prentice-Hall, 1981.
- [142] Scriven, M, *Reasoning*, New York, McGraw-Hill, 1976, ISBN 0-070-55882-5.
- [143] Kosko, B, Fuzzy cognitive maps, *International Journal of Man-Machine Studies* 24.1 (1986), str. 65-75.
- [144] Princeton University "About WordNet." WordNet. Princeton University. 2010, dostupno na adresi <http://wordnet.princeton.edu> (Lokacija posećena 23. 10. 2016.)
- [145] Singhal, Amit (May 16, 2012): "Introducing the Knowledge Graph: Things, Not Strings". Official Blog of Google. Tekst bloga dostupan je na sledećoj Web adresi: <https://googleblog.blogspot.rs/2012/05/introducing-knowledge-graph-things-not.html> (Lokacija posećena 02. 09. 2016.)
- [146] Gruber, T. R, A translation approach to portable ontology specifications, *Knowledge acquisition* 5.2 (1993), str. 199-220.

- [147] Gruber, T. R, Ontology, u Ling Liu i M. Tamer Özsu (urednici), Encyclopedia of Database Systems, Springer, Boston MA, USA, 2009, ISBN: 978-0-387-39940-9, str. 1963-1965.
- [148] <http://www.w3.org/standards/semanticweb/> (Lokacija posećena 23.10.2016.)
- [149] http://www.w3.org/standards/techs/rdf#w3c_all (Lokacija posećena 23. 10. 2016.)
- [150] Abel, M-H, Knowledge map-based web platform to facilitate organizational learning return of experiences, Computers in Human Behavior 51 (2015), str. 960-966.
- [151] Vesin, B, Ivanović, M, Klašnja-Milićević, A i Budimac, Z, Protus 2.0: Ontology-based semantic recommendation in programming tutoring system, Expert Systems with Applications 39, no. 15 (2012), str. 12229-12246.
- [152] Naeve, A, Lytras, M, Nejdil, W, Balacheff, N. i Hardin, J, Advances of the Semantic Web for e-learning: expanding learning frontiers, British Journal of Educational Technology, 37 (2006), str. 321–330.
- [153] Rani, M, Nayak, R i Vyas O. P, An ontology-based adaptive personalized e-learning system, assisted by software agents on cloud storage, Knowledge-Based Systems, 90 (2015), str. 33-48.
- [154] <http://www.w3.org> (Lokacija posećena 23. 10. 2016.)
- [155] <http://www.w3.org/2013/data/> (Lokacija posećena 23. 10. 2016.)
- [156] <http://www.w3.org/2000/Talks/1206-xml2k-tbl/slide10-0.html> (Lokacija posećena 23. 10. 2016.)
- [157] Berners-Lee, T, Hendler, J i Lassila, O, The Semantic Web, Scientific American, May 2001, dostupno na <https://www.scientificamerican.com/article/the-semantic-web/> (Lokacija posećena 23. 10. 2016.)
- [158] Ip, A, Morrison, I. i Currie, M, What is a Learning Object, Technically?, u WebNet 2001: World Conference on the WWW and Internet Proceedings (Orlando, FL, October 23-27, 2001), dostupno na <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED466594.pdf> (Lokacija posećena 23. 10. 2016.)
- [159] <http://standards.ieee.org/findstds/standard/1484.12.1-2002.html> (Lokacija posećena 23. 10. 2016.)
- [160] <http://www.imslobal.org/activity/learning-tools-interoperability> (Lokacija posećena 23. 10. 2016.)

- [161] <http://plato.stanford.edu/entries/logic-ontology/> (Lokacija posećena 23. 10. 2016.)
- [162] <http://www.w3.org/standards/semanticweb/ontology> (Lokacija posećena 23. 10. 2016.)
- [163] Giaretta, P. i Guarino, N, Ontologies and knowledge bases towards a terminological clarification, u Mars, N. (urednik), Towards very large knowledge bases: knowledge building & knowledge sharing 25 (1995), IOS Press, str. 25-32.
- [164] Stojanovic, L, Methods and Tools for Ontology Evolution, PhD thesis, Universitat Karlsruhe, Nemačka, 2004.
- [165] <https://www.w3.org/RDF/> (Lokacija posećena 23. 10. 2016.)
- [166] <http://www.w3.org/TR/rdf-schema/> (Lokacija posećena 23. 10. 2016.)
- [167] http://www.w3.org/standards/techs/owl#w3c_all (Lokacija posećena 23. 10. 2016.)
- [168] <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/> (Lokacija posećena 23. 10. 2016.)
- [169] <http://owl.cs.manchester.ac.uk/tools/list-of-reasoners/> (Lokacija posećena 23. 10. 2016.)
- [170] <http://protege.stanford.edu> (Lokacija posećena 23. 10. 2016.)
- [171] Milošević, D, Brković, M. i Bjekić, D, Designing lesson content in adaptive learning environments, International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET), ISSN: 1863-0383, Volume 1, No 2 (2006).
- [172] Milosevic, D, Brkovic, M, Sendelj, R, LeMONT: An Ontology-based Learner Modeling System, WSEAS Transactions on Computers, Issue 3, Volume 6, ISSN: 1109-2750, March 2007, str. 455-462.
- [173] Castellanos-Nieves, D, Fernández-Breis, J, T, Valencia-García, R Martínez-Béjar, R. i Iniesta-Moreno, M, Semantic Web Technologies for supporting learning assessment, Information Sciences 181, no. 9 (2011), str. 1517-1537.
- [174] Rani, M, Srivastava, K. V. i Vyas, O. P, An ontological learning management system. Computer Applications in Engineering Education (2016, u štampi), doi:10.1002/cae.21742
- [175] Garrido, A, Morales, L. i Serina, I, On the use of case-based planning for e-learning personalization, Expert Systems with Applications 60 (2016), str. 1-15.
- [176] Ounnas, A, Davis, H. i Millard, D, Semantic Web-based Group Formation for E-learning, PhD Symposium in the 5th European Semantic Web Conference 2008,

dostupno na <http://eprints.soton.ac.uk/265855/1/ounnas.pdf> (Adresa posećena 24. 10. 2016.)

[177] Dascalu, M-I, Bodea C-N, Miltiadis Lytras, M, Ordoñez De Pablos, P. i Burlacu, A, Improving e-learning communities through optimal composition of multidisciplinary learning groups, *Computers in Human Behavior* 30 (2014), str. 362-371.

[178] Ruiz-Calleja, A, Vega-Gorgojo, G, Asensio-Pérez, J. I, Bote-Lorenzo, M. L, Gómez-Sánchez, E, Alario-Hoyos, C, A Linked Data approach for the discovery of educational ICT tools in the Web of Data, *Computers & Education*, Volume 59, Issue 3 (2012), str. 952-962.

[179] Gladun, A, Rogushina, J, Garci, F, Martínez-Béjar, R. i Fernández-Breis, J, T, An application of intelligent techniques and semantic web technologies in e-learning environments, *Expert Systems with Applications* 36, no. 2 (2009), str. 1922-1931.

[180] Castellanos-Nieves, D, Fernández-Breis, J. T, Valencia-García, R, Martínez-Béjar, R. i Iniesta-Moreno, M, Semantic Web Technologies for supporting learning assessment, *Information Sciences* 181, no. 9 (2011), str. 1517-1537.

[181] Muñoz, A, Lasheras, J, Capel, A, Cantabella, M. i Caballero, A, OntoSakai: On the optimization of a Learning Management System using semantics and user profiling, *Expert Systems with Applications* 42, no. 15 (2015), str. 5995-6007.

[182] Liaqat A, Asadi, M, Gašević, D, Jovanović, J. i Hatala, M, Factors influencing beliefs for adoption of a learning analytics tool: An empirical study, *Computers & Education*, Volume 62, March 2013, str. 130-148.

[183] Milošević, D, *Ontološko inženjerstvo u inteligentnim tutorskim sistemima* (monografija), Tehnički fakultet Čačak, ISBN 978-86-7776-060-1, Čačak, 2008.

[184] Vladan Devedžić, *Semantic Web and Education*, Springer Science & Business Media, 2006.

[185] Donker, A. i Reitsma, P, Young children's ability to use a computer mouse, *Computers & Education* 48.4 (2007), str. 602-617.

[186] Allen, M, *Designing Successful e-Learning*, John Wiley and Sons, Pfeiffer, San Francisco CA, USA, 2007, ISBN: 978-0-7879-8299-7, str. 148.

[187] Hwang, W-Y, Shadiev, R, Huang, Y-M, Cai, Y-T, Yang Y-S. i Su, J-H, Effects of drag-and-response interaction mechanism of multi-touch operated tabletop

- technology on users' awareness and collaborative performance, *Computers & Education* 67 (2013), str. 130-141.
- [188] Lane, A. E. i Ziviani, J. M, Factors influencing skilled use of the computer mouse by school-aged children, *Computers & Education* 55.3 (2010), str. 1112-1122.
- [189] Price, S, Jewitt, C. i Crescenzi, L, The role of iPads in pre-school children's mark making development, *Computers & Education* 87 (2015), str. 131-141.
- [190] Ter Vrugte, J, Jong, T, Vandercruyssen, S, Wouters, P, van Oostendorp, H. i Elen, J, How competition and heterogeneous collaboration interact in prevocational game-based mathematics education, *Computers & education* 89 (2015), str. 42-52.
- [191] Nienke, V, Van Der Meijden, H. i Denessen, E, Effects of constructing versus playing an educational game on student motivation and deep learning strategy use, *Computers & Education* 56.1 (2011), str. 127-137.
- [192] Hooshyar, D, Ahmad, R. B, Yousefi, M, Yusop, F, D. i Horng, S-J, A flowchart - based intelligent tutoring system for improving problem - solving skills of novice programmers, *Journal of Computer Assisted Learning* 31, no. 4 (2015), str. 345-361.
- [193] Kordaki, M, Miatidis, M. i Kapsampelis, G, A computer environment for beginners' learning of sorting algorithms: Design and pilot evaluation, *Computers & Education* 51.2 (2008), str. 708-723.
- [194] Sáez-López, J-M, Román-González, M. i Vázquez-Cano, E, Visual programming languages integrated across the curriculum in elementary school: A two year case study using "Scratch" in five schools, *Computers & Education* 97 (2016), str. 129-141.
- [195] Chao, PY, Exploring students' computational practice, design and performance of problem-solving through a visual programming environment, *Computers & Education* 95 (2016), str. 202-215.
- [196] Jovanovic, N, Popovic, R, Markovic, S. i Jovanovic, Z, Web laboratory for computer network, *Computer Applications in Engineering Education* 20, no. 3 (2012), str. 493-502.
- [197] Martínez-Jiménez, P, i Casado, E, Electros: Development of an educational software for simulations in electrostatic, *Computer Applications in Engineering Education* 12.1 (2004), str. 65-73.

- [198] Lee, J. Young, Interactive simulation of finite element equation processing for educational purposes, *Computer Applications in Engineering Education* 23.2 (2015), str. 157-169.
- [199] Lee, J. Y. i Ahn, S. Y, Finite element implementation for computer - aided education of structural mechanics: Frame analysis, *Computer Applications in Engineering Education* 22.3 (2014), str. 387-409.
- [200] Yang, Y-F, Wong, W-K. i Yeh, H-C, Investigating readers' mental maps of references in an online system, *Computers & Education* 53.3 (2009), str. 799-808.
- [201] Marković, S, Jovanović, Z, Jovanović, N, Jevremović, A. i Popović, R, Adaptive distance learning and testing system. *Computer Applications in Engineering Education*, 21 (2010), str. E2–E13.
- [202] Jovanović, M, Dinamički interaktivni sistem za podršku učenju, IXV Telekomunikacioni forum TELFOR 2006, Sava Centar, Beograd, 21-23. novembar 2006, Zbornik radova XIV Telekomunikacionog foruma TELFOR 2006, izdavači Društvo za telekomunikacije Beograd i Akademska misao Beograd, str. 642-644, Beograd, Srbija, novembar 2006, ISBN 86-7466-275-7.
- [203] Jovanović, M, Hibridna i elektronska nastavna sredstva na univerzitetu – iskustva, 51. konferencija ETRAN, Herceg Novi – Igalo, 4-8. jun 2007, Zbornik radova 51. konferencije ETRAN, izdavač Društvo za elektroniku, telekomunikacije, računarstvo, automatiku i nuklearnu tehniku ETRAN, str. RT5.2, 2007, ISBN 978-86-80509-62-4.
- [204] Miloš Radmanović, "Analiza korišćenja web elearning okruženja u procesu nastave na univerzitetu", 50. konferencija ETRAN, Beograd 2006, Zbornik radova 50. konferencije ETRAN, izdavač Društvo za elektroniku, telekomunikacije, računarstvo, automatiku i nuklearnu tehniku ETRAN, <http://etran.etf.bg.ac.rs>
- [205] Milentijević, I, Ćirić, V, Vojinović, O, Version Control in Project-Based Learning, *Computers & Education* 50 (2008), str. 1331-1338.
- [206] Ivić, M, *Pravci u lingvistici 1 i 2*, Biblioteka XX vek, ISBN: 806-7562-001-2, Beograd, 2001.
- [207] <http://caniuse.com/#search=drop> - lokacija posećena 21.10.2017. (po otvaranju treba izabrati opciju Date relative)
- [208] Mayer, R. E, Hegarty, M, Mayer, S i Campbell, J, When Static Media Promote Active Learning: Annotated Illustrations Versus Narrated Animations in Multimedia

- Instruction, *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 2005, Vol. 11, No. 4, str. 256–265, DOI: 10.1037/1076-898X.11.4.256.
- [209] Tabbers, H. K, Martens, R, L i van Merriënboer, J, J, G, Multimedia instructions and cognitive load theory: Effects of modality and cueing, *British Journal of Educational Psychology* (2004), 74, str. 71–81.
- [210] Jovanović, M, Arhitektura konceptualno-orijentisanog alata za podršku učenju, simpozijum Infoteh-Jahorina, Zbornik radova, Jahorina, 28-30. mart 2007, Zbornik radova Infoteh-Jahorina, Vol. 6, Ref. E-IV-4, str. 477-479, izdavač Elektrotehnički fakultet Istočno Sarajevo, 2007, ISBN 99938-624-2-8.
- [211] <https://script.aculo.us/> - lokacija posećena 21.10.2017.
- [212] <http://jibbering.com/rdf-parser/> - lokacija posećena 21.10.2017.
- [213] Jovanović, M, Todosijević, D, Reasoning-Enabled Semantic E-Learning Approach, XLVIII International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies ICEST 2013, Ohrid, Makedonija, 26-29. 06. 2013, Zbornik radova, Vol. 1, str. 257-260, izdaje Univerzitet Sv. Kliment Ohridski, Tehnički fakultet Bitola, 2013, ISBN 978-9989-786-90-7.
- [214] Jovanović, M, Localization in e-learning semantics (DSi model approach), Proceedings of the 6th Balkan Conference in Informatics BCI 2013, Thessaloniki, Greece, str. 164-170, izdaje ACM New York, NY, USA, 2013, ISBN: 978-1-4503-1851-8, DOI: 10.1145/2490257.2490276.
- [215] Jovanović, M, Todosijević, D, Morphological Localization Solution in e-Learning, 7th Balkan Conference on Informatics - BCI 2015, 02-04. 09. 2105, Craiova, Proceedings of the 2015 Balkan Conference on Informatics: Advances in ICT, Craiova, Romania, 2015, paper C-10.
- [216] Jovanović, M, Todosijević, D, Stanković, M, DSi (Drag and Drop Semantic Interface) - softverski okvir za semantičku dopunu tekstualnog nastavnog sadržaja u sistemima za e-učenje, tehničko rešenje priznato od strane Univerziteta u Nišu - Elektronskog fakulteta, u kategoriji novi softver, rešenjem Nastavno-naučnog veća Elektronskog fakulteta u Nišu broj 07/10-004/13-001 dana 17.01.2013. godine.
- [217] Jovanović, M, Todosijević, D, DSi 1.5 - Semantic Approach to E-Learning, XIX naučnostručna i biznis konferencija YuInfo 2013, Kopaonik, Serbia, 03-06. 03. 2013, Zbornik Konferencije, str. 524-527, izdaje Informaciono društvo Srbije.

- [218] <http://www.martin.rs/DSi1.5-v04-small-eng/index.php/ReadController/> - lokacija posećena 21.10.2017.
- [219] <https://codeigniter.com/> - lokacija posećena 21.10.2017.
- [220] <https://jquery.com/> - lokacija posećena 21.10.2017.
- [221] <http://wifo5-03.informatik.uni-mannheim.de/bizer/rdfapi/> - lokacija posećena 21.10.2017.
- [222] <https://www.w3.org/2001/sw/wiki/SemanticWebTools> - lokacija posećena 21.10.2017.
- [223] <https://protege.stanford.edu/> - lokacija posećena 21.10.2017.
- [224] Jovanović, M, User-generated Semantic Content Framework for E-learning, XLVI International scientific conference on information, communication and energy systems and technologies ICEST 2011, University of Niš, Faculty of Electronic Engineering, 29.06. - 01.07. 2011, Proceedings of Papers, Vol. 2, issued by University of Niš, Faculty of Electronic Engineering, str. 331-333, 2011, ISBN 978-86-6125-031-6.
- [225] Jovanović, M, Semantic Web 2.0 E-Learning Framework – DSi 2.0, The Second International Conference on e-Learning 2011, Metropolitan University, Belgrade, 29-30. 09. 2011, Proceedings of papers, published by Belgrade Metropolitan University, Belgrade, Serbia, 2011, str. 173- 178, ISBN 978-86-912685-5-8.
- [226] Todosijević, D, Web nadgradnja aplikacije DSi 1.0 za semantičku anotaciju sadržaja za učenje, diplomski rad, Elektronski fakultet u Nišu, oktobra 2012.
- [227] Jovanović, M, Todosijević, D, Stanković, M, Vizueli uređivač ontologija (DSi 2.0) - softverski okvir za vizuelno uređivanje predikata kod grafova i ontologija u okviru Semantičkog veća, tehničko rešenje priznato od strane Univerziteta u Nišu - Elektronskog fakulteta, u kategoriji novi softver, rešenjem Nastavno-naučnog veća Elektronskog fakulteta u Nišu broj 07/10-015/14-001 dana 26.12.2014. godine.
- [228] <http://www.martin.rs/DSi2.0/> - lokacija posećena 21.10.2017.
- [229] Ognjenović, V, Jovanović, M, Web 2.0 Based Assessment in E-Learning, Međunarodna konferencija Informacione tehnologije i razvoj obrazovanja ITRO 2013, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin" Zrenjanin, Serbia, juna 2013, Zrenjanin, Srbija, Zbornik izdaje Univerzitet u Novom Sadu,

Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin”, Zrenjanin, Srbija, str. 60-62, 2013, ISBN: 978-86-7672-203-7.

[230] Jovanović, M, Ognjenović, V, Todosijević, D, Open Semantic Assessment: A Multiplied Choice Approach To E-Assessment, Zbornik radova međunarodne konferencije Informacione tehnologije i razvoj obrazovanja ITRO 2014, ISBN: 978-86-7672-225-9, str. 233-236, izdavač Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin", Zrenjanin, Srbija.

[231] Jovanović, M, Todosijević, D, Lexico-Semantic Collaborative Learning Framework, Proceedings of the XLIX International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies - ICEST 2014, Volume 1, ISBN 978-86-6125-108-5, str. 49-52, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, 25-27.06.2014.

[232] Ognjenović, V, Jovanović, M, Rules for determining the assessment quality in DSi 2.0A, A Journal For Information Technology, Education Development And Teaching Methods Of Technical And Natural Sciences – ITRO, Volume 3, Number 1, decembar 2013, str. 129-133, izdaje Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet “Mihajlo Pupin” Zrenjanin, Srbija, ISSN 2217-7949.

[233] http://www.martin.rs/DSi1.5_TestModule_v4 - lokacija posećena 21.10.2017.

[234] Todosijević, D, Jovanović, M, Assessment tool based on semantic content annotation, L International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies - ICEST 2015 - Sofia, Conference Proceedings, Sofia, Bulgaria, 2015, ISBN: 978-619-167-182-3, str. 37-40.

[235] <http://agilemanifesto.org/> - lokacija posećena 29.10.2017.

[236] Vučković, A, N, Raičević, N, B, Ilić, S, S, Aleksić, S, R, Interaction magnetic force calculation of radial passive magnetic bearing using magnetization charges and discretization technique, International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics, IOS Press, Vol. 43, Number 4/2013, str. 311-323, 2013.

[237] Cvetković, A, M, Đorđević, G, Stefanović, M, Performance of interference-limited dual hop nonregenerative relays over Rayleigh fading channels, IET Communications, vol. 5, issue 2, str. 135-140, Januar 2011, The Institution of Engineering and Technology, ISSN 1751-8628 8628.

[238] Jovanović, M, Simple Semantic Enhancement of Instructional Hypertext, Computer Applications in Engineering Education 24.5 (2016), str. 799-812.

- [239] Jovanović, M, Todosijević, D, Ognjenović, V, Layering of Interactive Semantics in Computer-Aided Learning, Proceedings Of International Conference On Applied Internet And Information Technologies (AIIT), ISBN 978-86-7672-247-1, str. 217-219, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet Mihailo Pupin, 24.10.2014.
- [240] Jovanović, M, Stanković, M, Todosijević, D, Semantic Language E-Learning Platform, in Nadežda Stojković, Milorad Tošić (Eds): Synergies of English for Specific Purposes and Language Learning Technologies, Cambridge Scholars Publishing, 2016, ISBN-13: 978-1-4438-5298-2, ISBN-10: 1-4438-5298-8.
- [241] Ognjenović, V, Jovanović, N, Berković, I, Application of the DSi Framework in Teaching Graph Search Algorithms, Zbornik radova međunarodne konferencije Informacione tehnologije i razvoj obrazovanja ITRO 2014, ISBN: 978-86-7672-225-9, str. 262-265, izdavač Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet Mihajlo Pupin, Zrenjanin, Srbija.
- [242] Ognjanović, V, Jovanović, M, Brtka, V, Stojkov, A, Berković, I, Application of DSi Framework in Creation of Expert System Knowledge Base, Proceedings Of International Conference On Applied Internet And Information Technologies (AIIT), ISBN 978-86-7672-247-1, str. 278-281, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet Mihailo Pupin, 24.10.2014.
- [243] <https://www.w3.org/TR/rdf-primer/> - lokacija posećena 05. 02 .2018.
Semantički sloj razvijen je u skladu sa specifikacijom RDF 1.0.
- [235] Razlike između verzija RDF 1.0 i 1.1: <https://www.w3.org/TR/rdf11-new/> - lokacija posećena 05. 02. 2018.

Prilog A

A.1 Primer grafa pojmov a i veza - muzika.rdf

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<!-- Generated by RdfSerializer.php from RDF RAP.
# http://www.wiwiss.fu-berlin.de/suhl/bizer/rdfapi/index.html !-->

<rdf:RDF
  xml:base="tekst.rdf#"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"
  xmlns:dcterms="http://purl.org/dc/terms/"
  xmlns:vcard="http://www.w3.org/2001/vcard-rdf/3.0#">

  <rdf:Description rdf:about="intonacija">
    <je_precizno_podesavanje_za>tonalitet</je_precizno_podesavanje_za>
  </rdf:Description>

  <rdf:Description rdf:about="tonalitet">
    <određuje_visinu>pevanju</određuje_visinu>
  </rdf:Description>

  <rdf:Description rdf:about="tonalitet">
    <definiše_dozvoljene_tonove_u>pevanju</definiše_dozvoljene_tonove_u>
  </rdf:Description>

  <rdf:Description rdf:about="intonacija">
    <daje_tačnost>pevanju</daje_tačnost>
  </rdf:Description>

  <rdf:Description rdf:about="oktava">
    <je_jedna_od_mogućnosti_za>tonalitet</je_jedna_od_mogućnosti_za>
  </rdf:Description>

  <rdf:Description rdf:about="tonalitet">
    <definiše_polazni_ton_koja_god_da_je>oktava</definiše_polazni_ton_koja_god_da_je>
  </rdf:Description>

  <rdf:Description rdf:about="ton">
    <dirigentov_pokret>prati</dirigentov_pokret>
  </rdf:Description>

  <rdf:Description rdf:about="pevanju">
    <tačnost_obežbeđuje>intonacija</tačnost_obežbeđuje>
  </rdf:Description>

  <rdf:Description rdf:about="pevanju">
    <ne_smeta_ako_se_promeni>oktava</ne_smeta_ako_se_promeni>
  </rdf:Description>

  ...

</rdf:RDF>
```

A.2 Tabela relacija u simulaciji slučaja učenja

Bratislav	je_udovac_od	Milica	Pavle	je_roditelj_od	Teodora	Vesna	je_usvojeno_dete_od	Milan
Bratislav	je_drug_iz_vojске_od	Milan	Teodora	je_unuka_od	Bratislav	Vesna	je_usvojeno_dete_od	Bojana
Milica	je_pokojna_supruga_od	Bratislav	Teodora	je_unuka_od	Milica	Milan	je_usvojitelj_od	Vesna
Bojana	je_u_braku_sa	Milan	Bratislav	je_deda_od	Teodora	Bojana	je_usvojitelj_od	Vesna
Milan	je_u_braku_sa	Bojana	Milica	je_baba_od	Teodora	Ana	je_dete_od	Milan
Miroslav	je_dete_od	Bratislav	Ivana	je_unuka_od	Bratislav	Ana	je_dete_od	Bojana
Bratislav	je_roditelj_od	Miroslav	Ivana	je_unuka_od	Milica	Milan	je_roditelj_od	Ana
Bratislav	je_roditelj_od	Nada	Mladen	je_unuk_od	Bratislav	Bojana	je_roditelj_od	Ana
Nada	je_dete_od	Bratislav	Mladen	je_unuk_od	Milica	Dušan	je_razveden-a_od	Vesna
Snežana	je_snaja_od	Bratislav	Ivana	je_sestra_od	Mladen	Vesna	je_razveden-a_od	Dušan
Bratislav	je_svekar_od	Snežana	Mladen	je_brat_od	Ivana	Dušan	je_roditelj_od	Petar
Nada	je_sestra_od	Miroslav	Mladen	je_dete_od	Miroslav	Dušan	je_roditelj_od	Nataša
Miroslav	je_brat_od	Nada	Mladen	je_dete_od	Snežana	Petar	je_dete_od	Dušan
Snežana	je_u_braku_sa	Miroslav	Ivana	je_dete_od	Miroslav	Nataša	je_dete_od	Dušan
Miroslav	je_u_braku_sa	Snežana	Ivana	je_dete_od	Snežana	Dušan	je_u_braku_sa	Slavica
Pavle	je_u_braku_sa	Nada	Snežana	je_roditelj_od	Ivana	Slavica	je_u_braku_sa	Dušan
Nada	je_u_braku_sa	Pavle	Snežana	je_roditelj_od	Mladen	Predrag	je_dete_od	Dušan
Pavle	je_zet_od	Bratislav	Miroslav	je_roditelj_od	Ivana	Predrag	je_dete_od	Slavica
Bratislav	je_tast_od	Pavle	Miroslav	je_roditelj_od	Mladen	Dušan	je_roditelj_od	Predrag
Milica	je_roditelj_od	Miroslav	Petar	je_u_vezi_sa	Ivana	Slavica	je_roditelj_od	Predrag
Milica	je_roditelj_od	Nada	Ivana	je_u_vezi_sa	Petar	Slavica	je_maceha_od	Petar
Miroslav	je_dete_od	Milica	Mladen	je_u_vezi_sa	Nataša	Slavica	je_maceha_od	Nataša
Nada	je_dete_od	Milica	Nataša	je_u_vezi_sa	Mladen	Petar	je_pastorak_od	Slavica
Milica	je_svekrva_od	Snežana	Petar	je_brat_od	Nataša	Nataša	je_pastorka_od	Slavica
Snežana	je_snaja_od	Milica	Nataša	je_sestra_od	Petar	Anđela	je_u_vezi_sa	Predrag
Milica	je_tasta_od	Pavle	Petar	je_dete_od	Vesna	Predrag	je_u_vezi_sa	Anđela
Pavle	je_zet_od	Milica	Nataša	je_dete_od	Vesna	Dejan	je_roditelj_od	Anđela
Teodora	je_dete_od	Nada	Vesna	je_roditelj_od	Petar	Ana	je_roditelj_od	Anđela
Teodora	je_dete_od	Pavle	Vesna	je_roditelj_od	Nataša	Anđela	je_dete_od	Dejan
Nada	je_roditelj_od	Teodora				Anđela	je_dete_od	Ana

A.3 Tabela relacija po eksplicitnosti i poziciji

Elementi relacije u RDF iskazu:			Kako je data na...	
Subjekat	Relacija - Predikat	Objekat	str. 1	str. 2
Bratislav	je udovac od	Milica	E	I1
Bratislav	je drug iz vojske od	Milan	E	
Milica	je pokojna supruga od	Bratislav	E	E
Bojana	je u braku sa	Milan	E	E
Milan	je u braku sa	Bojana	I1	E
Miroslav	je dete od	Bratislav	E	
Bratislav	je roditelj od	Miroslav	I1	
Bratislav	je roditelj od	Nada	I1	
Nada	je dete od	Bratislav	E	E
Snežana	je snaja od	Bratislav	E	
Bratislav	je svekar od	Snežana	I1	
Nada	je sestra od	Miroslav	I2	
Miroslav	je brat od	Nada	I2	
Snežana	je u braku sa	Miroslav	I1	
Miroslav	je u braku sa	Snežana	I1	
Pavle	je u braku sa	Nada	E	
Nada	je u braku sa	Pavle	E	
Pavle	je zet od	Bratislav	I2	
Bratislav	je tast od	Pavle	I2	
Milica	je roditelj od	Miroslav	I2	
Milica	je roditelj od	Nada	I2	
Miroslav	je dete od	Milica	I2	
Nada	je dete od	Milica	I2	E
Milica	je svekrva od	Snežana	I2	
Snežana	je snaja od	Milica	I2	
Milica	je tašta od	Pavle	I2	
Pavle	je zet od	Milica	I2	
Teodora	je dete od	Nada	E	
Teodora	je dete od	Pavle	E	
Nada	je roditelj od	Teodora	E	
Pavle	je roditelj od	Teodora	E	
Teodora	je unuka od	Bratislav	E	
Teodora	je unuka od	Milica	I2	
Bratislav	je deda od	Teodora	I1	
Milica	je baba od	Teodora	I2	
Ivana	je unuka od	Bratislav	E	
Ivana	je unuka od	Milica	I2	
Mladen	je unuk od	Bratislav	E	
Mladen	je unuk od	Milica	I2	
Ivana	je sestra od	Mladen	I1	
Mladen	je brat od	Ivana	I1	
Mladen	je dete od	Miroslav	I1	
Mladen	je dete od	Snežana	I1	
Ivana	je dete od	Miroslav	I1	
Ivana	je dete od	Snežana	I1	
Snežana	je roditelj od	Ivana	I2	
Snežana	je roditelj od	Mladen	I2	
Miroslav	je roditelj od	Ivana	I2	
Miroslav	je roditelj od	Mladen	I2	
Petar	je u vezi sa	Ivana	E	
Ivana	je u vezi sa	Petar	E	
Mladen	je u vezi sa	Nataša	E	
Nataša	je u vezi sa	Mladen	E	
Petar	je brat od	Nataša	E	
Nataša	je sestra od	Petar	E	
Petar	je dete od	Vesna	E	E
Nataša	je dete od	Vesna	E	E

Vesna	je roditelj od	Petar	E	E
Vesna	je roditelj od	Nataša	E	E
Vesna	je usvojeno dete od	Milan		E
Vesna	je usvojeno dete od	Bojana		E
Milan	je usvojitelj od	Vesna		E
Bojana	je usvojitelj od	Vesna		E
Ana	je dete od	Milan		E
Ana	je dete od	Bojana		E
Milan	je roditelj od	Ana		E
Bojana	je roditelj od	Ana		E
Dušan	je razveden-a od	Vesna		E
Vesna	je razveden-a od	Dušan		I1
Dušan	je roditelj od	Petar		E
Dušan	je roditelj od	Nataša		E
Petar	je dete od	Dušan		E
Nataša	je dete od	Dušan		E
Dušan	je u braku sa	Slavica		E
Slavica	je u braku sa	Dušan		E
Predrag	je dete od	Dušan		E
Predrag	je dete od	Slavica		E
Dušan	je roditelj od	Predrag		E
Slavica	je roditelj od	Predrag		E
Slavica	je maćeha od	Petar		I2
Slavica	je maćeha od	Nataša		I2
Petar	je pastorak od	Slavica		I2
Nataša	je pastorka od	Slavica		I2
Andela	je u vezi sa	Predrag		E
Predrag	je u vezi sa	Andela		E
Dejan	je roditelj od	Andela		E
Ana	je roditelj od	Andela		E
Andela	je dete od	Dejan		E
Andela	je dete od	Ana		E

A.4 Sadržaj video segmenata uputstva

Dobrodošlica u ovo malo istraživanje (G 1 2 3 4)

PPT: idu brzo reči dobrodošlice na raznim jezicima.

Želim ti dobrodošlicu u ovo malo istraživanje. Tvoje učešće je jako važno za krajnji rezultat. Nadam se da će od cele ove priče svet videti neko poboljšanje.

Radi u kontinuitetu, odvoj pola sata (G 1 2 3 4)

PPT: prezentacija "02 Kontinuitet", video: "02 samo kontinuitet".

Važno je da sve uradiš u kontinuitetu, zato odvoji pola sata bez prekida za ovo. Ako ne možeš sada, ugasi prozor pa se vrati kasnije. Jednom kada klikneš na dugme ispod videa, uključiće se tajmer podešen na pola sata. Kada on odbroji do kraja, ili kad ti klikneš na dugme za kraj, to je to.

Brauzeri (G 1 2 3 4)

PPT: prezentacija "03 Browsers v02", video: "03 Browser Compatibility 02".

Što se tiče brauzera, ova Veb aplikacija je probana na svim bitnim i kao radi. Ali čvrsto je testirana samo na Chromu i Firefoxu, tako da nemoj da koristiš druge browsere. Ako si u nekom drugom, ugasi ga i pređi ili na Chrome ili Firefox, da budemo sigurni.

O čemu se zapravo radi (G 1)

Telefonski snimci

A o čemu se zapravo radi? Treba da pročitaš jedan tekst i da odgovoriš na pitanja iz njega.

O čemu se zapravo radi (G 2)

Telefonski snimci

A o čemu se zapravo radi? Treba da pročitaš jedan tekst i da odgovoriš na pitanja iz njega.

O čemu se zapravo radi (G 3)

Telefonski snimci

A o čemu se zapravo radi? Treba da pročitaš jedan tekst i da odgovoriš na pitanja iz njega.

O čemu se zapravo radi (G 4)

Telefonski snimci

A o čemu se zapravo radi? Treba da pročitaš jedan tekst i da odgovoriš na pitanja iz njega.

Pri čemu može i prevlačenje (G 1)

Ima sivih reči. Ima back dugmeta. Snimao sam samo 1. stranicu (koja nema back dugme), može G 1 i 3.

Screencast Govedo*, video: "08-09 Prevlačenje Govedo"

Važan deo: imaš mogućnost da prevlačiš neke reči na druge. Time dobijaš veze između pojmova u tekstu. Konkretno, mogu da se vuku sive reči. Čim povučeš neku od njih, obeležiće ti na koje sve reči ima smisla da je spustiš. Kad je spustiš, pojaviće se veza između ta dva pojma. To može da ti bude od koristi.

**"Govedo" je računar HP EliteBook 8770w čije je ovakvo mrežno ime odabrano zbog dimenzija, mase i procesorske moći.*

Pri čemu može i prevlačenje (G 3)

Ima sivih reči. Nema back dugmeta. Snimao sam samo 1. stranicu (koja nema back dugme), može G 1 i 3.

Screencast Govedo, video: "08-09 Prevlačenje Govedo"

ISTI TEKST KAO U PRETHODNOJ STAVCI:

Važan deo: imaš mogućnost da prevlačiš neke reči na druge. Time dobijaš veze između pojmova u tekstu. Konkretno, mogu da se vuku sive reči. Čim povučeš neku od njih, obeležiće ti na koje sve reči ima smisla da je spustiš. Kad je spustiš, pojaviće se veza između ta dva pojma. To može da ti bude od koristi.

Struktura aplikacije šematski (G 1 2 3 4)

PPT: "10 Struktura aplikacije 3 plus 2 v01", video: "10 Struktura aplikacije v01" ili neka varijanta istog.

Aplikacija ima ukupno 5 stranica. Na prve dve je samo tekst. Zadnje tri sadrže još malo teksta i pitanja. Svaka ima po 10 pitanja, ukupno 30. Bitno je da odgovoriš na svih 30, da ne preskočiš ni jedno. Pitanja su u formi klasičnog izbora od 3 moguća odgovora. Nabitno je da li su svi odgovori tačni, ali gledaj da odgovoriš najbolje što umeš. Nemoj da odgovaraš bkvz.

Dugme → te vodi na sledeću stranicu (G 1)

Ima sivih reči. Ima back dugmeta.

Screencast Govedo. Video: "11 Next dugme grupa 1 (ima back ima sive) v02 brzo"

U donjem delu je dugme na koje ideš na sledeću stranicu, i sledeću, i tako redom.

Dugme → te vodi na sledeću stranicu (G 2)

Nema sivih reči. Ima back dugmeta.

Screencast Govedo. Video: "12 Next dugme grupa 2 (ima back nema sive) v03 josBrzi"

U donjem delu je dugme na koje ideš na sledeću stranicu, i sledeću, i tako redom.

Dugme → te vodi na sledeću stranicu (G 3)

Ima sivih reči. Nema back dugmeta.

Screencast Govedo. Video: "13 Next dugme grupa 3 (nema back ima sive) v02 josBrze"
U donjem delu je dugme na koje ideš na sledeću stranicu, i sledeću, i tako redom.

Dugme → te vodi na sledeću stranicu (G 4)

Nema sivih reči. Nema back dugmeta.

Screencast Govedo. Video: "14 Next dugme grupa 4 (nema back nema sive) v02 josBrzi"
U donjem delu je dugme na koje ideš na sledeću stranicu, i sledeću, i tako redom.

Upozorenje: nema povratka na prethodne strane (G 3)

Ima sivih slova. Nema back dugmeta.

Screencast Govedo. Video: "15-16 Nema vracanja (G 3 4) v01" ← isti je za 15 i za 16 (G3 i G4)
Imaj u vidu da se možeš kretati napred kroz stranice, ali ne i nazad.

Upozorenje: nema povratka na prethodne strane (G 4)

Ima sivih slova. Nema back dugmeta.

Screencast Govedo. Video: "15-16 Nema vracanja (G 3 4) v01" ← isti je za 15 i za 16 (G3 i G4)
Imaj u vidu da se možeš kretati napred kroz stranice, ali ne i nazad.

Back dugme: u svakom trenutku možeš da se vratiš (G 1)

Ima sivih slova. Ima back dugmeta koje je i tema ovde.

Screencast Govedo. Video: "17 imasBack G1 imaSivih v01"
Kada pređeš na narednu stranicu, uvek možeš da se vratiš na prethodnu dugmetom dole.

Back dugme: u svakom trenutku možeš da se vratiš (G 2)

Nema sivih slova. Ima back dugmeta koje je i tema ovde.

Screencast Govedo. Video: "18 imasBack G2 nemaSivih v01"
Kada pređeš na narednu stranicu, uvek možeš da se vratiš na prethodnu dugmetom dole.

Upozorenje: nemoj da koristiš back i refresh u browseru (G 1 2 3 4)

PPT (onaj crno-beli šematski browser), video: "19 Upozorenje za Back i Refresh BW v02 OK"

Nikako nemoj da koristiš dugmiće za back i refresh u browseru – aplikacija će se odmah završiti i test će ti biti nevažeći za bezveze. Nego lepo ne diraj te dugmiće i sreća sreća radost!

Ne žuri sa učitavanjem stranica (G 1 3)

Ne vide se dugmići pa je ova sekcija ista i za G1 i za G3.

PPT, video: "20 Ne zuri sa prevlacenjem v01 siva jedinica (G1 i G3)"

I ne žuri, hosting mi je spor, aplikacija je eksperimentalna, sve to radi malo sporo. Kad ukucaš adresu učitaće se tekst – daj mu bar sekundu da učita sve, i da odgovarajuće reči posive. E onda možeš da ih vučeš do mile volje ili da ideš na druge stranice. I uvek tako sačekaj malo.

Bez pomoćnih sredstava molim (G 1 2 3 4)

PPT, sve do cepaj. Video: "21 Ne varaj 02 - ali bez kontinuiteta"

I odradi ga prirodno, nemoj da koristiš ni blokče, ni pomoć prijatelja, ništa... jer aplikacija ne ocenjuje tebe, pa da ti nešto zavisi. Ne. Naprotiv, ovu aplikaciju ti ocenjuješ. Zato se opusti, budi ono što jesi, klikni na dugme ispod i cepaj!

A.5 Alternativni sadržaj simulacije

Alternativni tekst, stranica 1 (3 pasusa):

Gitare marke Fender su poznate po svojoj žanrovskoj univerzalnosti. Stilovi kao što su pop, rock, blues ili country za Stratocaster i Telecaster ne predstavljaju nikakvu prepreku: ove gitare se jednako dobro snalaze na svim tim terenima. Interesantno je kako tolika raznovrsnost dolazi isključivo od single magneteta. Ni Strat ni Tele u originalnim verzijama nisu bile ni blizu humbuckera. Oni će biti dodati mnogo kasnije nekim verzijama Telecastera (i Stratocasterima ali u vidu modifikacija). Humbucker će dati više različitih zvukova (uz split coil ožičenje) i samim tim predstavlja "nadskup" single magneteta - te na takvom magnetu može počivati daleko veći dijapazon žanrova, ili se bar tako čini. Praksa moderne muzike, ipak, govori drugačije.

Sa druge strane, gitare ovenčane slavom ne samo legendi blues muzike već i velikih rock bendova - konkretno LesPaul i SG - na prvi pogled su jednako univerzalno kao Fender modeli. Ipak, to nije potpuno tačno. Gibson gitare su uže kadrovski definisane. Iako je i teorijski i praktično moguće u svakom žanru iskoristiti svaku gitaru, neki žanrovi jednostavno više "leže" nekim gitarama više nego nekim drugim. Ako govorimo o modelu LP - to je pre svega blues a onda i klasičan, pa i tvrdi rock pravac. Metal poznaje LesPaul gitare, ali tamo primat imaju neki drugi, "brži" modeli. Stratocaster, međutim, na svojim single magnetima nosi osnovni svetski metal bend, dok odlično pristaje i blues muzičarima, zvezdama svog sopstvenog stila kao što su Hendrix i Knopfler (u jednoj fazi), kao i ozloglašanim "zaslađenim" pop herojima kao što je Bryan Adams.

Mnogima se Fender Stratocaster može učiniti kao previše standardna, pa možda čak i dosadna, neoriginalna gitara. Tržište je zasićeno modelima u cenovnom rangu koji je gotovo desetostruk u odnosu na ovaj model, sa posebnim nišama za žanrove - živopisne, velike i šuplje gitare jarkih boja za pop (klasičan ili brit), bogato ornamentisane za country ili svedene, jednomagnetne za težak metal... izabrati gitaru zahteva jedno pravo malo istraživanje. Pored tako paradoksalnog izbora, čini se da koncept jedne gitare za sve žanrove pripada prošlosti. Pa ipak, ovaj model Fendera i dalje predstavlja najprisutniju gitaru u svim kategorijama. Inercija, ili nešto drugo? Telecaster - njena mlađa sestra - kao i LP i SG je prate u stopu, istovremeno noseći laskavu titulu najkopiranijih gitara na planeti, prate je u stopu. Novije robne marke jednakog, ako ne i višeg kvaliteta, vrše konstantan tržišni pritisak. U skladu sa svim tim okolnostima, primat koji Stratocaster neprikosnoveno ima graniči se sa čarolijom, onim što zovemo "takozvano nešto" a što je ova gitara, možda čak i spletom srećnih okolnosti, dobila na dar.

Alternativni tekst, stranica 2 (2 pasusa):

Sasvim druga atmosfera vlada u svetu virtuelnih instrumenata i MIDI kontrolera - novog talasa interakcije čovek-računar u muzici. MIDI je standard uspostavljen 1982. godine, kada ga je Robert Moog obznanio svetu u oktobarskom izdanju časopisa Keyboard. Ovaj standard, razvijen od strane preduzeća Roland, Yamaha, Korg, Kawai, Oberheim, i SequentialCircuits, zamišljen je kao osnov za interakciju između elektronskih muzičkih instrumenata (u to vreme mislilo se pre svega na sintisajzere i sintisajzerske module) i sekvencera (u to vreme sekvenceri su bili zasebne mašine, samostalne ili ugrađene u skuplje sintisajzere). Ovaj standard kod nas je popularisao Vladimir Divljan, frontmen poznatog domaćeg vokalno-instrumentalnog sastava Idoli, koji ga je koristio za povezivanje svog semplera Emax na računar Atari 520ST - prvi računar sa MIDI priključkom, koji je označio početak ere softverskih sekvencera i upotrebe računara za kontrolu elektronskih muzičkih instrumenata, odnosno komponovanje, aranžiranje, snimanje i produkciju.

Sa razvojem računara usledili su i prvi pokušaji softverske emulacije sintisajzera, sa manjim ili većim uspehom. Ovakav pristup elektronskoj sintezi zvuka praktično se ustoličio sa 32-bitnim računarima, a standard za komunikaciju između sekvencera i softverskih sintisajzera postavilo je 1996. preduzeće Steinberg iz Hamburga. Ovaj standard nosi naziv Virtual Studio Technology (VST). Danas postoji više standarda za povezivanje virtuelnih instrumenata sa sekvencerima (DX, AU, RTAS) međutim VST ostaje de facto svetski standard. Nakon pojave virtuelnih instrumenata studio za muzičku produkciju moguće je svesti na jedan računar i uređaje za ulaz i izlaz zvuka (audio interfejs i

studijske monitore, respektivno, pri čemu se ovi u određenim situacijama mogu zameniti i studijskim slušalicama). U novonastaloj situaciji pojavila se nova potreba: efikasan način za interakciju između čoveka i virtuelnih instrumenata. Miš, kojim se može interagovati sa svim elementima softvera, pokazao se kao krajnje nepraktičan. Iako je njime moguće kontrolisati parametre softverskih instrumenata (koji su grafički najčešće predstavljeni kao imitacije hardverskih dugmiča i klizača), sviranje mišem pokazalo se kao nemoguće. Na scenu je stupila nova klasa uređaja: MIDI kontroleri.

Alternativna pitanja (10 pitanja):

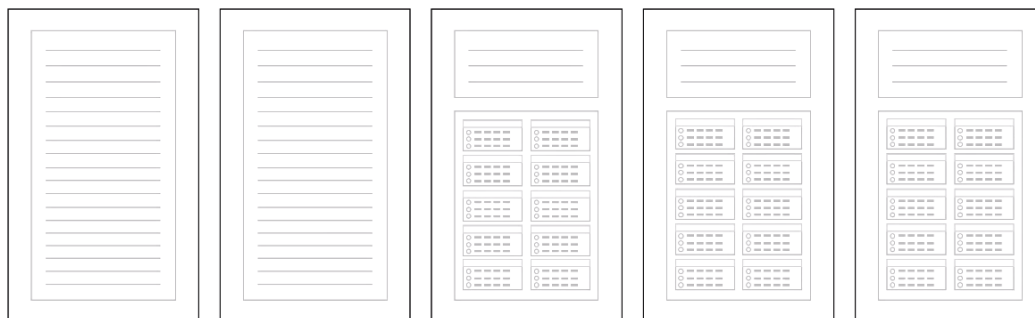
1 Stratocaster je	1 Fenderov model.	Gibsonov model.	Mercedesov model.
2 Stratocaster	3 je veoma brz auto.	je neupotrebljiv u pop muzici.	je dobar za pop muziku.
3 Rock muzika	2 se ne može svirati Stratocasterom.	pogoduje Stratocasteru.	nije muzika.
4 Metal	3 je jestiv.	nije za Stratocaster.	dobro zvuči na Stratocasteru.
5 Blues	2 je dosadan.	odlično zvuči na Stratocasteru.	je rezvisan isključivo za Gibson.
6 Country	1 i Stratocaster nisu u svađi.	je nemoguće svirati na Stratocasteru.	na Stratocasteru zvuči bzvz.
7 Stratocaster služi za	2 uređenje baštenskog prostora.	muziku.	štelovanje Boš-pumpe.
8 Les Paul	2 proizvodi Fender.	proizvodi Gibson.	proizvodi Elektronska industrija iz Niša.
9 SG	2 je isto što i Les Paul.	je tvrda rock gitara.	je isto što i Telecaster.
10 "Tele" je skraćeno za	1 Telecaster.	mladunče domaćeg govečeta buše.	fontele.

Relacije među pojmovima u alternativnom tekstu:

A88 je kontroler.	Stratocaster je pogodan za blues	Telecaster nije pogodan za blues	LesPaul proizvodi Gibson
UMX25 je kontroler.	Stratocaster je pogodan za country	LesPaul je pogodan za blues	Stratocaster proizvodi Fender
RD800 je klavir.	Stratocaster je univerzalan	LesPaul je pogodan za rock	Telecaster proizvodi Fender
Stratokaster je pogodan za rock	Telecaster je pogodan za country	LesPaul nije univerzalan	JazzBass proizvodi Fender
Stratocastet je pogodan za rock	Telecaster je pogodan za rock	LesPaul je teži nego Stratocaster	PrecisionBass proizvodi Fender

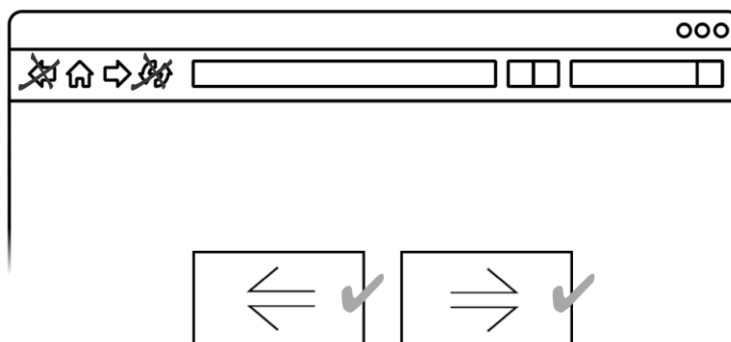
A.6 Tekstualno uputstvo za učesnike

Treba da pročitaš neki tekst i da odgovoriš na pitanja iz tog teksta. Ima ukupno 5 strana. Na prve dve strane je samo tekst (sve je jedna priča). Na ostale tri je malo teksta i po 10 pitanja na svakoj. Ukupno je znači 30 pitanja, obavezno odgovori na sva.

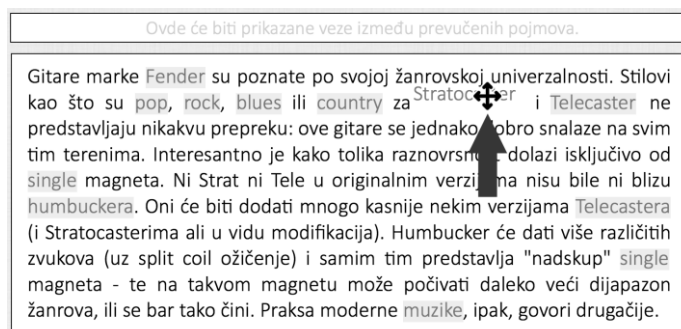


Računaj da, jednom kad klikneš na dugme za upad, nema pauza niti prekida. Tajmer će da krene da odbrojava pola sata i nakon toga je gotovo. Ili ranije, ako završiš i klikneš na dugme "kraj". Zato najbolje nemoj ni da započinješ ako nemaš sad vezano pola sata za ovo. Idi i završi si šta imaš, pa posle kad imaš pola sata samo za ovo, ti dođi i uradi.

Za kretanje napred-nazad kroz strane služe dva dugmeta pri dnu prozora. Koristi samo njih. Nemoj da ideš na back dugme u browseru niti na bilo kakav refresh strane jer će da te izloguje i tvoj rad će biti nevažeći. Znači samo na dva dugmeta dole.



Bitno: **možeš da prevlačiš jedne reči na druge (drag and drop)**. Konkretno mogu da se vuku **live** reči. Kada pomeriš reč, označiće ti **žutom** bojom sve reči na koje ima smisla da je spustiš.



Stratocaster je proizvod preduzeća Fender

Gitare marke ~~Fender~~ ^{Stratocaster} su poznate po svojoj žanrovskoj univerzalnosti. Stilovi kao što su **pop**, **rock**, **blues** ili **country** za ~~Telecaster~~ i **Telecaster** ne predstavljaju nikakvu prepreku: ove gitare se jednako dobro snalaze na svim tim terenima. Interesantno je kako tolika raznovrsnost dolazi isključivo od **single** magneta. Ni Strat ni Tele u originalnim verzijama nisu bile ni blizu **humbuckera**. Oni će biti dodati mnogo kasnije nekim verzijama **Telecastera** (i Stratocasterima ali u vidu modifikacija). Humbucker će dati više različitih zvukova (uz split coil ožičenje) i samim tim predstavlja "nadskup" **single** magneta - te na takvom magnetu može počivati daleko veći dijapazon žanrova, ili se bar tako čini. Praksa moderne **muzike**, ipak, govori drugačije.

Kada je spustiš na drugu reč - u gornjem delu ćeš dobiti vezu između te dve reči (ta dva pojma). Ta opcija ti je uvek na raspolaganju i može da ti bude korisna. Ali kad otvoriš jednu stranu, minimum 3-4 sekunde ostani na njoj dok učitava sve lepo (jer učitava puno stvari u pozadini). Ako brzo ideš sa strane na stranu izbagovaće... i prevlačenje neće da radi. Zato pls bez žurbe, aplikacija je ručni rad, klimava je.

Od browsera koristi samo Chrome ili Firefox. Nemoj ni jedan drugi, možda nešto neće da radi, nije sve testirano na svim.

Radi solo, nemoj da koristiš papir i olovku ili kolegu, jer nije poenta da se što bolje pokažeš na testu, poenta je nešto sasvim drugo ali to ne mogu unapred da ti kažem. Radi opušteno i spontano i to je sve.

A.7 Učesnici u testiranju aplikacije

Osoba sa najvećim doprinosom, pre svega u implementaciji softverske podrške eksperimentu, a potom i u njegovom testiranju i otklanjanja tehničkih nedostataka, je dipl. ing. Dejan Todosijević, u periodu izrade disertacije stručni saradnik za naučno-istraživački rad na Elektronskom fakultetu u Nišu, istraživač-saradnik na projektu Ministarstva prosvete: „Infrastruktura za elektronski podržano učenje u Srbiji“, ev. broj III47003 i *external contractor* u preduzeću ABB iz Švajcarske. Ostali učesnici koji su dali saglasnost da njihov identitet bude objavljen pobrojani su u nastavku (redosled nije bitan).

Marija Marković

M.A. Linguistics, M.S. Lib. & Inf. Sci, Independent Copyright Law Consultant and Corporate Librarian

Mihailo Antović

Vanredni profesor, Filozofski fakultet u Nišu, departman za Anglistiku

Jelena Antović

Profesor engleskog jezika

Vuk Milošević

Lekar, Klinika za neurologiju, Klinički centar u Nišu

Jelena Bašić

Docent, Katedra za biohemiju, Medicinski fakultet u Nišu

Marko Krstić

Student Elektronskog fakulteta u Nišu, Katedra za računarstvo

Ivana Jocić

Diplomirani psiholog, recruiter, PeopleScout L.L.C. Chicago IL, USA

Igor Vučetić

Građevinski inženjer, privatni preduzetnik

Tina Perišić

Muzički pedagog

Boško Šarenac

Diplomirani inženjer građevine, Ludwig Pfeiffer Hoch-und Tiefbau GmbH & Co.KG, Kassel, Deutschland

Vladimir Petković

Diplomirani dizajner, Senior Computer Designer, Adobe Systems contractor, San Francisco, CA, USA

Nikola Jovanović

Dipl. inž, elektronika i računarstvo, freelance web developer, fotograf, snimatelj i video producent

Dejan Pejčić

Dipl. inž, elektronika i računarstvo, freelance video producent i fotograf

Dušan Vučković

Magistar elektronike i računarstva, šef Računskog centra Elektronskog fakulteta u Nišu

Ana Vučković

Docent, Katedra za teorijsku elektrotehniku, Elektronski fakultet u Nišu

Božidar Zečević

Student doktorskih studija na Elektronskom fakultetu u Nišu, softverski inženjer, Symphony.is

Sandra Ilijin

Student doktorskih studija na Elektronskom fakultetu u Nišu, projektant u Chipglobe GmbH, Deutschland

Marija Žikić

Student, Filozofski fakultet u Nišu, Departman za srpski jezik

Nikola Ilić

Dipl. inž. elektronike i računarstva, founder and general manager, Ruby Camel FZE, UAE

Milena Radić

Diplomirani matematičar za računarstvo i informatiku, O.Š. Sveti Sava, Pirot

Marko Marjanović

Diplomirani pravnik, kompozitor i muzički producent

Miljana Mladenović

Student, Filološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Katedra za Slavistiku, Ruski jezik, književnost, kultura

Miroslav Trajković

Diplomirani ekonomista, privatni preduzetnik, studio za izradu Veb portala Puzzle Media

Novica Jović

Dipl. inž. elektronike i računarstva, privatni preduzetnik, studio za izradu Veb portala Puzzle Media

Emilija Stanojević

Profesor engleskog jezika, O.Š. Mika Antić, Niš

Sanja Ilić

Diplomirani pravnik, LundXY Investment Fund, Beograd

Dalibor Trajković

Dipl. inž. elektronike i računarstva, web developer, ING Software d.o.o, kompozitor, muzički producent.

Marko Krstić

Advokat

Jelena Živković

Grafički dizajner, Ruby Camel FZE, UAE

Goran Arandelović

Specijalista urolog, Ospedale Civile Santi Giovanni e Paolo, Venezia, Italia

A.8 Normalnost raspodela varijabli

Varijabla	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Stat.	df	Sig.	Stat.	df	Sig.
Ukupan skor bez pitanja 10 na celom uzorku	0.198	183	0.000	0.855	183	0.000
Ukupan skor sa pitanjem 10 na celom uzorku	0.191	183	0.000	0.861	183	0.000
Skor na pitanjima tipa E1 (tipa 1)	0.328	183	0.000	0.754	183	0.000
Skor na pitanjima tipa E2 (tipa 2)	0.314	183	0.000	0.732	183	0.000
Skor na pitanjima tipa E12 (tipa 3)	0.359	183	0.000	0.725	183	0.000
Skor na pitanjima tipa IT1 (tip 4)	0.273	183	0.000	0.758	183	0.000
Skor na pitanjima tipa IT2 (tip 5)	0.417	183	0.000	0.636	183	0.000
Skor na pitanjima tipa IL1 (tip 6)	0.452	183	0.000	0.578	183	0.000
Skor na pitanjima tipa IL12 (tip 7)	0.410	183	0.000	0.610	183	0.000
Skor na pitanjima tipa RE2 (tip 8)	0.492	183	0.000	0.486	183	0.000
Skor na pitanjima tipa OE1 (tip 10)	0.390	183	0.000	0.623	183	0.000
Skor na pitanjima tipa OE2 (tip 11)	0.345	183	0.000	0.636	183	0.000
Skor na pitanjima tipa OE12 (tip 12)	0.464	183	0.000	0.544	183	0.000
Skor na pitanjima tipa OIT2 (tipa 13)	0.454	183	0.000	0.561	183	0.000
Skor na svim pitanjima tipa E i I	0.525	183	0.000	0.813	183	0.000
Skor na svim pitanjima tipa E	0.276	183	0.000	0.782	183	0.000
Skor na svim pitanjima tipa IT	0.237	183	0.000	0.793	183	0.000
Skor na svim pitanjima tipa IL	0.338	183	0.000	0.745	183	0.000
Skor na svim pitanjima tipa R	0.492	183	0.000	0.486	183	0.000
Skor na svim pitanjima tipa O	0.174	183	0.000	0.887	183	0.000
Skor bez pitanja 10 na grupi G1	0.280	44	0.000	0.711	44	0.000
Skor bez pitanja 10 na grupi G2	0.163	42	0.007	0.869	42	0.000
Skor bez pitanja 10 na grupi G3	0.254	50	0.000	0.719	50	0.000
Skor bez pitanja 10 na grupi G4	0.098	43	0.200*	0.965	43	0.207
Skor bez pitanja 10 na grupama G1+G2	0.230	86	0.000	0.757	86	0.000
Skor bez pitanja 10 na grupama G1+G3	0.246	94	0.000	0.706	94	0.000
Skor bez pitanja 10 na G1 onih bez nev. prev. ^b	-	-	-	-	-	-
Skor bez pitanja 10 na G1 onih sa nev. prev.	0.278	43	0.000	0.717	43	0.000
Skor bez pitanja 10 na G3 onih bez nev. prev. ^b	-	-	-	-	-	-
Skor bez pitanja 10 na G3 onih sa nev. prev.	0.255	49	0.000	0.724	49	0.000
Skor bez pit. 10 na G1+G3 onih bez nev. prev. ^c	-	-	-	-	-	-
Skor bez pit. 10 na G1+G3 onih sa nev. prev.	0.243	92	0.000	0.710	92	0.000
Skor na tipu pitanja E na grupi G1	0.419	44	0.000	0.344	44	0.000
Skor na tipu pitanja IL na grupi G1	0.516	44	0.000	0.407	44	0.000
Skor na tipu pitanja IT na grupi G1	0.475	44	0.000	0.518	44	0.000
Skor na tipu pitanja R na grupi G1	0.537	44	0.000	0.137	44	0.000
Skor na tipu pitanja O na grupi G1	0.362	44	0.000	0.709	44	0.000
Skor na tipu pitanja N na grupi G1	0.322	44	0.000	0.512	44	0.000
Skor na tipu pitanja E na grupi G2	0.258	42	0.000	0.811	42	0.000
Skor na tipu pitanja IT na grupi G2	0.303	42	0.000	0.778	42	0.000
Skor na tipu pitanja IL na grupi G2	0.218	42	0.000	0.821	42	0.000
Skor na tipu pitanja R na grupi G2	0.494	42	0.000	0.480	42	0.000
Skor na tipu pitanja O na grupi G2	0.216	42	0.000	0.846	42	0.000
Skor na tipu pitanja N na grupi G2	0.215	42	0.000	0.842	42	0.000
Skor na tipu pitanja E na grupi G3	0.304	50	0.000	0.637	50	0.000
Skor na tipu pitanja IL na grupi G3	0.451	50	0.000	0.564	50	0.000
Skor na tipu pitanja IT na grupi G3	0.331	50	0.000	0.671	50	0.000
Skor na tipu pitanja R na grupi G3	0.535	50	0.000	0.303	50	0.000
Skor na tipu pitanja O na grupi G3	0.210	50	0.000	0.900	50	0.000
Skor na tipu pitanja N na grupi G3	0.325	50	0.000	0.669	50	0.000
Skor na tipu pitanja E na grupi G4	0.113	43	0.195	0.961	43	0.157
Skor na tipu pitanja IL na grupi G4	0.230	43	0.000	0.870	43	0.000

Skor na tipu pitanja IT na grupi G4	0.152	43	0.014	0.917	43	0.004
Skor na tipu pitanja R na grupi G4	0.345	43	0.000	0.637	43	0.000
Skor na tipu pitanja O na grupi G4	0.207	43	0.000	0.904	43	0.002
Skor na tipu pitanja N na grupi G4	0.152	43	0.014	0.953	43	0.076
Skor na tipu pitanja E na grupama G1+G3	0.359	94	0.000	0.523	94	0.000
Skor na tipu pitanja IL na grupama G1+G3	0.477	94	0.000	0.496	94	0.000
Skor na tipu pitanja IT na grupama G1+G3	0.390	94	0.000	0.588	94	0.000
Skor na tipu pitanja R na grupama G1+G3	0.540	94	0.000	0.234	94	0.000
Skor na tipu pitanja O na grupama G1+G3	0.205	94	0.000	0.860	94	0.000
Skor na tipu pitanja N na grupama G1+G3	0.352	94	0.000	0.582	94	0.000
Skor na tipu pitanja E na grupama G2+G4	0.143	85	0.000	0.923	85	0.000
Skor na tipu pitanja IL na grupama G2+G4	0.207	85	0.000	0.856	85	0.000
Skor na tipu pitanja IT na grupama G2+G4	0.163	85	0.000	0.914	85	0.000
Skor na tipu pitanja R na grupama G2+G4	0.422	85	0.000	0.599	85	0.000
Skor na tipu pitanja O na grupama G2+G4	0.178	85	0.000	0.900	85	0.000
Skor na tipu pitanja N na grupama G2+G4	0.116	85	0.007	0.935	85	0.000
Skor na tipu pitanja R na grupama G1+G3	0.540	94	0.000	0.234	94	0.000
Skor na tipu pitanja R na grupama G2+G4	0.422	85	0.000	0.599	85	0.000
Efikasnot na tipu pit. R na grupama G1+G3	0.143	94	0.000	0.842	94	0.000
Efikasnot na tipu pit. R na grupama G2+G4	0.200	85	0.000	0.880	85	0.000
Skor na tipu pitanja O na grupama G1+G3	0.205	94	0.000	0.860	94	0.000
Skor na tipu pitanja O na grupama G2+G4	0.178	85	0.000	0.900	85	0.000
Efikasnot na tipu pit. O na grupama G1+G3	0.078	94	0.200*	0.965	94	0.013
Efikasnot na tipu pit. O na grupama G2+G4	0.356	85	0.000	0.272	85	0.000
Ukupan broj povrataka na prethodnu stranu	0.276	183	0.000	0.662	183	0.000
Ukupan broj povrataka na preth. stranu na G1	0.191	44	0.000	0.846	44	0.000
Ukupan broj povrataka na preth. stranu na G2	0.061	42	0.200*	0.979	42	0.619
Ukupan broj povrataka na preth. str. na G1+G2	0.182	86	0.000	0.881	86	0.000
Ukupan broj povrataka muškaraca na G1+G2	0.205	68	0.000	0.856	68	0.000
Ukupan broj povrataka žena na G1+G2	0.129	18	0.200*	0.945	18	0.346
Ukupno vreme provedeno na 1. strani (sec)	0.092	183	0.001	0.958	183	0.000
Ukupno vreme provedeno na 2. strani (sec)	0.133	183	0.000	0.914	183	0.000
Ukupno vreme provedeno na 3. strani (sec)	0.085	183	0.003	0.961	183	0.000
Ukupno vreme provedeno na 4. strani (sec)	0.120	183	0.000	0.838	183	0.000
Ukupno vreme provedeno na 5. strani (sec)	0.087	183	0.002	0.936	183	0.000
Ukupno vreme izrade (sec) na celom uzorku	0.078	183	0.008	0.978	183	0.006
Ukupno vreme izrade (sec) na grupi G1	0.096	44	0.200*	0.964	44	0.181
Ukupno vreme izrade (sec) na grupi G2	0.221	42	0.000	0.798	42	0.000
Ukupno vreme izrade (sec) na grupi G3	0.117	50	0.083	0.983	50	0.679
Ukupno vreme izrade (sec) na grupi G4	0.109	43	0.200*	0.947	43	0.044
Ukupno vreme izrade (sec) na gr. G1+G2	0.136	86	0.000	0.926	86	0.000
Ukupno vreme izrade kod muškaraca	0.103	42	0.200*	0.958	42	0.129
Ukupno vreme izrade kod žena	0.070	137	0.092	0.976	137	0.017
Broj prevlačenja nevezanih ni za jedno pitanje	0.250	183	0.000	0.716	183	0.000
Broj nevezanih prevlačenja na grupi G1	0.232	44	0.000	0.744	44	0.000
Broj nevezanih prevlačenja na grupi G3	0.082	50	0.200*	0.967	50	0.166
Broj nevezanih prevlačenja na grupama G1+G3	0.111	94	0.006	0.859	94	0.000
Broj direktnih prevlačenja za pitanje 1	0.370	183	0.000	0.693	183	0.000
Broj direktnih prevlačenja za pitanje 2	0.329	183	0.000	0.737	183	0.000
Broj direktnih prevlačenja za pitanje 3	0.395	183	0.000	0.650	183	0.000
Broj direktnih prevlačenja za pitanje 4	0.354	183	0.000	0.696	183	0.000
Broj direktnih prevlačenja za pitanje 5	0.380	183	0.000	0.688	183	0.000
Broj direktnih prevlačenja za pitanje 6	0.401	183	0.000	0.654	183	0.000
Broj direktnih prevlačenja za pitanje 7	0.362	183	0.000	0.697	183	0.000
Broj direktnih prevlačenja za pitanje 8	0.411	183	0.000	0.639	183	0.000
Broj direktnih prevlačenja za pitanje 9	0.387	183	0.000	0.632	183	0.000
Broj direktnih prevlačenja za pitanje 11	0.336	183	0.000	0.723	183	0.000
Broj direktnih prevlačenja za pitanje 12	0.379	183	0.000	0.690	183	0.000

Broj direktnih prevlačenja za pitanje 13	0.400	183	0.000	0.640	183	0.000
Broj direktnih prevlačenja za pitanje 14	0.336	183	0.000	0.708	183	0.000
Broj direktnih prevlačenja za pitanje 15	0.354	183	0.000	0.697	183	0.000
Broj direktnih prevlačenja za pitanje 16	0.398	183	0.000	0.657	183	0.000
Broj direktnih prevlačenja za pitanje 17	0.365	183	0.000	0.704	183	0.000
Broj direktnih prevlačenja za pitanje 18	0.335	183	0.000	0.730	183	0.000
Broj direktnih prevlačenja za pitanje 19	0.474	183	0.000	0.476	183	0.000
Broj direktnih prevlačenja za pitanje 20	0.524	183	0.000	0.379	183	0.000
Broj direktnih prevlačenja za pitanje 21	0.337	183	0.000	0.707	183	0.000
Broj direktnih prevlačenja za pitanje 22	0.329	183	0.000	0.737	183	0.000
Broj direktnih prevlačenja za pitanje 23	0.350	183	0.000	0.689	183	0.000
Broj direktnih prevlačenja za pitanje 24	0.396	183	0.000	0.654	183	0.000
Broj direktnih prevlačenja za pitanje 25	0.397	183	0.000	0.653	183	0.000
Broj direktnih prevlačenja za pitanje 26	0.401	183	0.000	0.652	183	0.000
Broj direktnih prevlačenja za pitanje 27	0.339	183	0.000	0.660	183	0.000
Broj direktnih prevlačenja za pitanje 28	0.420	183	0.000	0.623	183	0.000
Broj direktnih prevlačenja za pitanje 29	0.526	183	0.000	0.356	183	0.000
Broj direktnih prevlačenja za pitanje 30	0.493	183	0.000	0.466	183	0.000
Broj inverznih prevlačenja za pitanje 1	0.477	183	0.000	0.521	183	0.000
Broj inverznih prevlačenja za pitanje 2	0.387	183	0.000	0.632	183	0.000
Broj inverznih prevlačenja za pitanje 3	0.495	183	0.000	0.448	183	0.000
Broj inverznih prevlačenja za pitanje 4	0.335	183	0.000	0.730	183	0.000
Broj inverznih prevlačenja za pitanje 5	0.532	183	0.000	0.328	183	0.000
Broj inverznih prevlačenja za pitanje 6	0.522	183	0.000	0.367	183	0.000
Broj inverznih prevlačenja za pitanje 7	0.526	183	0.000	0.330	183	0.000
Broj inverznih prevlačenja za pitanje 8	0.518	183	0.000	0.348	183	0.000
Broj inverznih prevlačenja za pitanje 9	0.329	183	0.000	0.737	183	0.000
Broj inverznih prevlačenja za pitanje 11	0.518	183	0.000	0.388	183	0.000
Broj inverznih prevlačenja za pitanje 12	0.527	183	0.000	0.265	183	0.000
Broj inverznih prevlačenja za pitanje 13	0.524	183	0.000	0.356	183	0.000
Broj inverznih prevlačenja za pitanje 14	0.458	183	0.000	0.556	183	0.000
Broj inverznih prevlačenja za pitanje 15	0.477	183	0.000	0.459	183	0.000
Broj inverznih prevlačenja za pitanje 16	0.500	183	0.000	0.460	183	0.000
Broj inverznih prevlačenja za pitanje 17	0.539	183	0.000	0.150	183	0.000
Broj inverznih prevlačenja za pitanje 18	0.354	183	0.000	0.696	183	0.000
Broj inverznih prevlačenja za pitanje 19	0.531	183	0.000	0.321	183	0.000
Broj inverznih prevlačenja za pitanje 20	0.519	183	0.000	0.144	183	0.000
Broj inverznih prevlačenja za pitanje 21	0.486	183	0.000	0.491	183	0.000
Broj inverznih prevlačenja za pitanje 22	0.387	183	0.000	0.632	183	0.000
Broj inverznih prevlačenja za pitanje 23	0.532	183	0.000	0.309	183	0.000
Broj inverznih prevlačenja za pitanje 24	0.468	183	0.000	0.531	183	0.000
Broj inverznih prevlačenja za pitanje 25	0.526	183	0.000	0.356	183	0.000
Broj inverznih prevlačenja za pitanje 26	0.495	183	0.000	0.429	183	0.000
Broj inverznih prevlačenja za pitanje 27	0.530	183	0.000	0.222	183	0.000
Broj inverznih prevlačenja za pitanje 28	0.438	183	0.000	0.601	183	0.000
Broj inverznih prevlačenja za pitanje 29	0.513	183	0.000	0.417	183	0.000
Broj inverznih prevlačenja za pitanje 30	0.522	183	0.000	0.377	183	0.000
Ukupan broj prevlačenja za pitanje 1	0.316	183	0.000	0.768	183	0.000
Ukupan broj prevlačenja za pitanje 2	0.321	183	0.000	0.768	183	0.000
Ukupan broj prevlačenja za pitanje 3	0.356	183	0.000	0.709	183	0.000
Ukupan broj prevlačenja za pitanje 4	0.294	183	0.000	0.793	183	0.000
Ukupan broj prevlačenja za pitanje 5	0.355	183	0.000	0.719	183	0.000
Ukupan broj prevlačenja za pitanje 6	0.360	183	0.000	0.715	183	0.000
Ukupan broj prevlačenja za pitanje 7	0.326	183	0.000	0.726	183	0.000
Ukupan broj prevlačenja za pitanje 8	0.350	183	0.000	0.693	183	0.000
Ukupan broj prevlačenja za pitanje 9	0.321	183	0.000	0.768	183	0.000
Ukupan broj prevlačenja za pitanje 11	0.299	183	0.000	0.770	183	0.000
Ukupan broj prevlačenja za pitanje 12	0.337	183	0.000	0.689	183	0.000

Ukupan broj prevlačenja za pitanje 13	0.356	183	0.000	0.706	183	0.000
Ukupan broj prevlačenja za pitanje 14	0.301	183	0.000	0.769	183	0.000
Ukupan broj prevlačenja za pitanje 15	0.312	183	0.000	0.740	183	0.000
Ukupan broj prevlačenja za pitanje 16	0.339	183	0.000	0.740	183	0.000
Ukupan broj prevlačenja za pitanje 17	0.358	183	0.000	0.716	183	0.000
Ukupan broj prevlačenja za pitanje 18	0.294	183	0.000	0.793	183	0.000
Ukupan broj prevlačenja za pitanje 19	0.450	183	0.000	0.543	183	0.000
Ukupan broj prevlačenja za pitanje 20	0.481	183	0.000	0.335	183	0.000
Ukupan broj prevlačenja za pitanje 21	0.310	183	0.000	0.762	183	0.000
Ukupan broj prevlačenja za pitanje 22	0.321	183	0.000	0.768	183	0.000
Ukupan broj prevlačenja za pitanje 23	0.325	183	0.000	0.706	183	0.000
Ukupan broj prevlačenja za pitanje 24	0.312	183	0.000	0.716	183	0.000
Ukupan broj prevlačenja za pitanje 25	0.345	183	0.000	0.691	183	0.000
Ukupan broj prevlačenja za pitanje 26	0.348	183	0.000	0.691	183	0.000
Ukupan broj prevlačenja za pitanje 27	0.320	183	0.000	0.677	183	0.000
Ukupan broj prevlačenja za pitanje 28	0.338	183	0.000	0.748	183	0.000
Ukupan broj prevlačenja za pitanje 29	0.469	183	0.000	0.541	183	0.000
Ukupan broj direktnih prevlačenja na celom uz.	0.292	179	0.000	0.798	179	0.000
Ukupan broj direktnih prevlačenja na grupi G1	0.109	44	0.200*	0.946	44	0.040
Ukupan broj direktnih prevlačenja na grupi G3	0.147	50	0.009	0.940	50	0.014
Ukupan broj direktnih prevlačenja na gr. G1+G3	0.123	94	0.001	0.947	94	0.001
Ukupan broj inverznih prevlačenja na celom uz.	0.287	179	0.000	0.823	179	0.000
Ukupan broj inverznih prevlačenja na grupi G1	0.135	44	0.043	0.933	44	0.013
Ukupan broj inverznih prevlačenja na grupi G3	0.101	50	0.200*	0.982	50	0.636
Ukupan broj inverznih prevlačenja na g. G1+G3	0.093	94	0.044	0.980	94	0.152
Ukupan broj svih prevlačenja na celom uzorku	0.298	183	0.000	0.810	183	0.000
Ukupan broj prevlačenja za pitanja tipa E	0.293	179	0.000	0.812	179	0.000
Ukupan broj prevlačenja za pitanja tipa IL	0.290	179	0.000	0.811	179	0.000
Ukupan broj prevlačenja za pitanja tipa IT	0.315	179	0.000	0.793	179	0.000
Ukupan broj prevlačenja za pitanja tipa R	0.315	179	0.000	0.774	179	0.000
Ukupan broj prevlačenja za pitanja tipa O	0.362	179	0.000	0.664	179	0.000
Ukupan broj prevlačenja za pitanja tipa N	0.296	179	0.000	0.807	179	0.000
Ukupan broj prevlačenja na grupi G1	0.146	44	0.019	0.876	44	0.000
Ukupan broj prevlačenja na grupi G3	0.119	50	0.072	0.971	50	0.249
Ukupan broj prevlačenja na grupama G1+G3	0.092	94	0.048	0.957	94	0.004
Broj prevlačenja za pitanja tipa E na grupi G1	0.140	44	0.031	0.929	44	0.010
Broj prevlačenja za pitanja tipa IL na grupi G1	0.159	44	0.007	0.936	44	0.018
Broj prevlačenja za pitanja tipa IT na grupi G1	0.177	44	0.001	0.902	44	0.001
Broj prevlačenja za pitanja tipa R na grupi G1	0.267	44	0.000	0.863	44	0.000
Broj prevlačenja za pitanja tipa O na grupi G1	0.160	44	0.006	0.925	44	0.007
Broj prevlačenja za pitanja tipa N na grupi G1	0.154	44	0.010	0.926	44	0.008
Broj prevlačenja za pitanja tipa E na grupi G3	0.106	50	0.200*	0.966	50	0.157
Broj prevlačenja za pitanja tipa IL na grupi G3	0.202	50	0.000	0.939	50	0.012
Broj prevlačenja za pitanja tipa IT na grupi G3	0.179	50	0.000	0.939	50	0.013
Broj prevlačenja za pitanja tipa R na grupi G3	0.178	50	0.000	0.911	50	0.001
Broj prevlačenja za pitanja tipa O na grupi G3	0.257	50	0.000	0.822	50	0.000
Broj prevlačenja za pitanja tipa N na grupi G3	0.122	50	0.060	0.950	50	0.035
Ukupan broj prevlačenja muškaraca na G1+G3	0.091	75	0.200*	0.953	75	0.008
Ukupan broj prevlačenja žena na G1+G3	0.177	19	0.119	0.925	19	0.138
Efikasnost na celom uzorku	0.296	183	0.000	0.308	183	0.000
Efikasnost na pitanjima tipa R (totalno vreme)	0.146	179	0.000	0.919	179	0.000
Efikasnost na pitanjima tipa O (totalno vreme)	0.312	179	0.000	0.260	179	0.000
Efikasnost na grupi G1	0.084	44	0.200*	0.945	44	0.037
Efikasnost na grupi G2	0.431	42	0.000	0.278	42	0.000
Efikasnost na grupi G3	0.136	50	0.022	0.808	50	0.000
Efikasnost na grupi G4	0.100	43	0.200*	0.948	43	0.049
Efikasnost na grupama G1+G2	0.357	86	0.000	0.257	86	0.000
Efikasnost na grupama G1+G3	0.119	94	0.002	0.850	94	0.000

Efikasnost muškaraca na G1	0.085	36	0.200*	0.959	36	0.193
Efikasnost žena na G1	0.228	8	0.200*	0.862	8	0.125
Efikasnost muškaraca na G2	0.455	32	0.000	0.307	32	0.000
Efikasnost žena na G2	0.165	10	0.200*	0.879	10	0.127
Efikasnost muškaraca na G3	0.160	39	0.014	0.777	39	0.000
Efikasnost žena na G3	0.155	11	0.200*	0.938	11	0.493
Efikasnost muškaraca na G4	0.092	30	0.200*	0.963	30	0.366
Efikasnost žena na G4	0.131	13	0.200*	0.932	13	0.364

*. Donja granica značajnosti.

a. Lilliefors korekcija značajnosti.

b. Jedan ispitanik.

c. Dva ispitanika.

A.9 Deskriptivni parametri varijabli

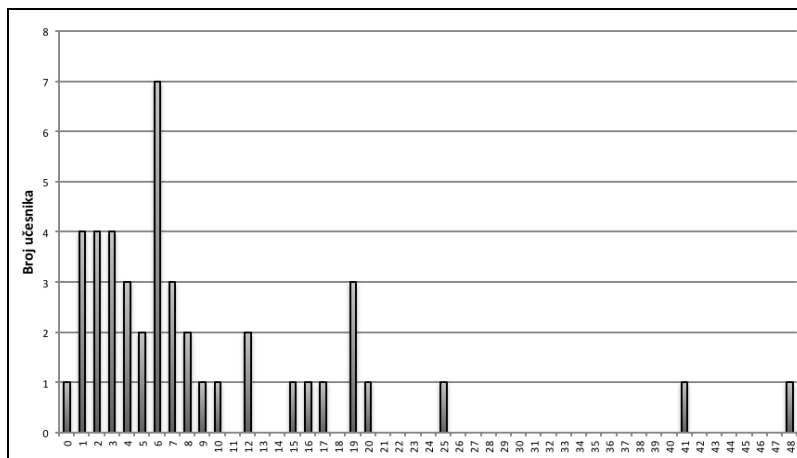
#	Varijabla	Prosek	SD	Medijana	IQR
1	Vraćanja na G1	15.8600	11.89200	14.0000	11.00
2	Vraćanja na G2	62.7900	35.02400	63.0000	50.00
3	Skor na G1	27.4300	2.29700	28.0000	2.00
4	Skor na G2	22.7600	5.91300	24.5000	8.00
5	Vreme na G1	1222.1600	292.89200	1194.0000	501.00
6	Vreme na G2	1407.4500	435.09800	1604.5000	441.00
7	Efikasnost na G1	0.0236	0.00550	0.0235	0.01
8	Efikasnost na G2	0.0255	0.04766	0.0161	0.01
9	Prevlačenja na G1	51.0909	21.25353	48.0000	20.25
10	Prevlačenja na G3	52.6600	21.70076	56.0000	22.25
11	Skor na G3	24.8400	4.49200	27.0000	4.00
12	Skor na G4	14.7400	4.53100	15.0000	7.00
13	Vreme na G3	1025.7600	280.75500	1066.0000	374.00
14	Vreme na G4	793.4200	311.55300	756.0000	384.00
15	Efikasnost na G3	0.0257	0.00807	0.0246	0.01
16	Efikasnost na G4	0.0204	0.00783	0.0193	0.01
17	Direktna prevlačenja na G1	28.8636	10.63253	28.5000	11.50
18	Inverzna prevlačenja na G1	12.9773	5.82492	13.0000	7.75
19	Direktna prevlačenja na G3	27.1800	12.14990	30.0000	13.25
20	Inverzna prevlačenja na G3	14.4000	6.15779	15.0000	10.00
21	Direktna prevlačenja na G1+G3	27.9681	11.43514	29.5000	11.00
22	Inverzna prevlačenja na G1+G3	13.7340	6.01463	14.0000	9.00
23	Nevezana prevlačenja na G1	9.2500	9.94000	6.0000	9.00
24	Nevezana prevlačenja na G3	11.0800	6.30100	11.0000	8.00
25	Skor onih bez nevezanih prevl. G1 ¹	29.0000	0.00000	29.0000	0.00
26	Skor onih sa nevezanim prevl. G1	27.4000	2.31100	28.0000	2.00
27	Skor onih bez nevezanih prevl. G3 ¹	28.0000	0.00000	28.0000	0.00
28	Skor onih sa nevezanim prevl. G3	24.7800	4.51500	27.0000	4.00
29	Skor onih bez nev. prevl. G1+G3 ²	28.5000	0.70700	28.5000	1.00
30	Skor onih sa nevez. prevl. G1+G3	26.0000	3.86600	27.0000	3.00
31	Prevlačenja za tip E na G1	1.5530	0.60360	1.5278	0.49
32	Prevlačenja za tip IL na G1	1.4621	0.56246	1.3333	0.58
33	Prevlačenja za tip IT na G1	1.0739	0.40196	1.1250	0.34
34	Prevlačenja za tip E na G3	1.6033	0.66534	1.7222	0.63
35	Prevlačenja za tip IL na G3	1.5267	0.67710	1.6667	1.00
36	Prevlačenja za tip IT na G3	0.9225	0.45589	1.0000	0.38
37	Skor za tip E na G1	0.7551	0.07221	0.7778	0.00
38	Skor za tip IL na G1	0.9545	0.11571	1.0000	0.00
39	Skor za tip IT na G1	0.8409	0.07315	0.8750	0.00
40	Skor za tip E na G2	0.6151	0.19299	0.7222	0.33
41	Skor za tip IL na G2	0.7698	0.27038	0.8333	0.33
42	Skor za tip IT na G2	0.7113	0.18414	0.7500	0.25
43	Skor za tip E na G3	0.7089	0.11961	0.7778	0.07
44	Skor za tip IL na G3	0.8800	0.24056	1.0000	0.08
45	Skor za tip IT na G3	0.7700	0.17008	0.8750	0.13
46	Skor za tip E na G4	0.3966	0.14323	0.3889	0.22
47	Skor za tip IL na G4	0.5116	0.27554	0.6667	0.33
48	Skor za tip IT na G4	0.4709	0.22133	0.5000	0.25
49	Skor za tip E na G1+G3	0.7305	0.10239	0.7778	0.06
50	Skor za tip IL na G1+G3	0.9149	0.19514	1.0000	0.00
51	Skor za tip IT na G1+G3	0.8032	0.13777	0.8750	0.13
52	Skor za tip E na G2+G4	0.5046	0.20126	0.4444	0.39

53	Skor za tip IL na G2+G4	0.6392	0.30084	0.6667	0.67
54	Skor za tip IT na G2+G4	0.5897	0.23592	0.6250	0.31
55	Skor za tip R na G1+G3	0.9468	0.22562	1.0000	0.00
56	Skor za tip R na G2+G4	0.6588	0.47692	1.0000	1.00
57	Efikasnost za tip R na G1+G3	0.0009	0.00040	0.0009	0.00
58	Efikasnost za tip R na G2+G4	0.0006	0.00057	0.0006	0.00
59	Skor za tip O na G1+G3	0.6968	0.28838	0.7500	0.50
60	Skor za tip O na G2+G4	0.5824	0.28709	0.5000	0.50
61	Efikasnost za tip O na G1+G3	0.0006	0.00029	0.0006	0.00
62	Efikasnost za tip O na G2+G4	0.0008	0.00160	0.0005	0.00
63	Prevlačenja za tip R na G1	2.8864	1.60255	3.0000	1.00
64	Prevlačenja za tip O na G1	0.8636	0.58681	1.0000	1.00
65	Prevlačenja za tip R na G3	3.1000	1.85439	3.0000	2.00
66	Prevlačenja za tip O na G3	0.2550	0.25995	0.2500	0.50
67	Prevlačenja za tip N na G1	1.4413	0.49548	1.4167	0.41
68	Prevlačenja za tip N na G3	1.5292	0.61935	1.6667	0.67
69	Skor za tip R na G1	0.9773	0.15076	1.0000	0.00
70	Skor za tip R na G2	0.8095	0.39744	1.0000	0.00
71	Skor za tip R na G3	0.9200	0.27405	1.0000	0.00
72	Skor za tip R na G4	0.5116	0.50578	1.0000	1.00
73	Skor za tip O na G1	0.8182	0.27154	1.0000	0.25
74	Skor za tip O na G2	0.7202	0.26017	0.7500	0.50
75	Skor za tip O na G3	0.5900	0.26128	0.5000	0.25
76	Skor za tip O na G4	0.4477	0.24736	0.5000	0.25
77	Skor muškaraca na G1	27.5300	2.40800	28.0000	2.00
78	Skor žena na G1	27.0000	1.77300	27.0000	3.00
79	Skor muškaraca na G2	21.6600	6.30700	23.0000	12.00
80	Skor žena na G2	26.3000	2.00300	26.5000	3.00
81	Skor muškaraca na G3	24.6900	4.65800	27.0000	4.00
82	Skor žena na G3	25.3600	4.00700	27.0000	3.00
83	Skor muškaraca na G4	14.2700	4.63800	14.5000	7.00
84	Skor žena na G4	15.8500	4.24000	17.0000	7.00
85	Vreme muškaraca na celom uzorku	1090.0500	402.78800	1108.5000	775.00
86	Vreme žena na celom uzorku	1113.2200	399.02200	1080.0000	613.00
87	Uk. vraćanja muškaraca na G1+G2	37.1900	35.90100	20.0000	54.00
88	Ukupno vraćanja žena na G1+G2	44.7800	31.16300	41.0000	51.00
89	Uk. prevl. muškaraca na G1+G3	53.6533	21.35953	53.0000	20.00
90	Uk. prevlačenja žena na G1+G3	45.1053	20.66638	47.0000	17.00
91	Efikasnost muškaraca G1	0.0237	0.00543	0.0235	0.01
92	Efikasnost žena G1	0.0234	0.00620	0.0236	0.01
93	Efikasnost muškaraca G2	0.0276	0.05455	0.0156	0.01
94	Efikasnost žena G2	0.0188	0.00547	0.0176	0.01
95	Efikasnost muškaraca G3	0.0261	0.00852	0.0247	0.01
96	Efikasnost žena G3	0.0243	0.00635	0.0225	0.01
97	Efikasnost muškaraca G4	0.0187	0.00649	0.0182	0.01
98	Efikasnost žena G4	0.0245	0.00931	0.0229	0.02

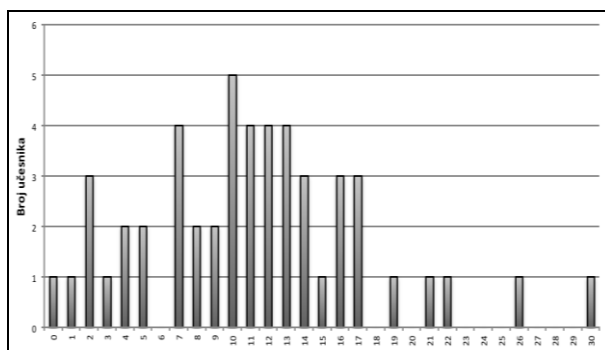
¹ - samo jedna osoba.

² - dve osobe.

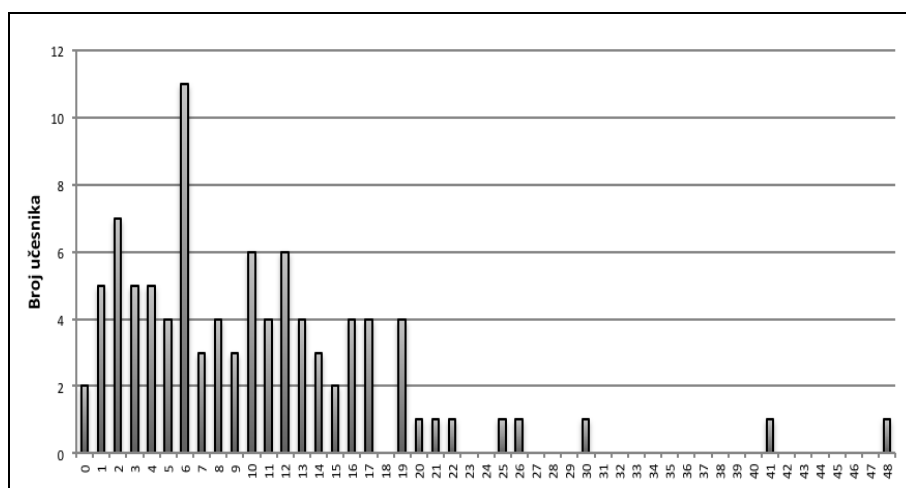
A.10 Histogrami nevezanih prevlačenja



Slika A1: Histogram nevezanih prevlačenja na grupi G1

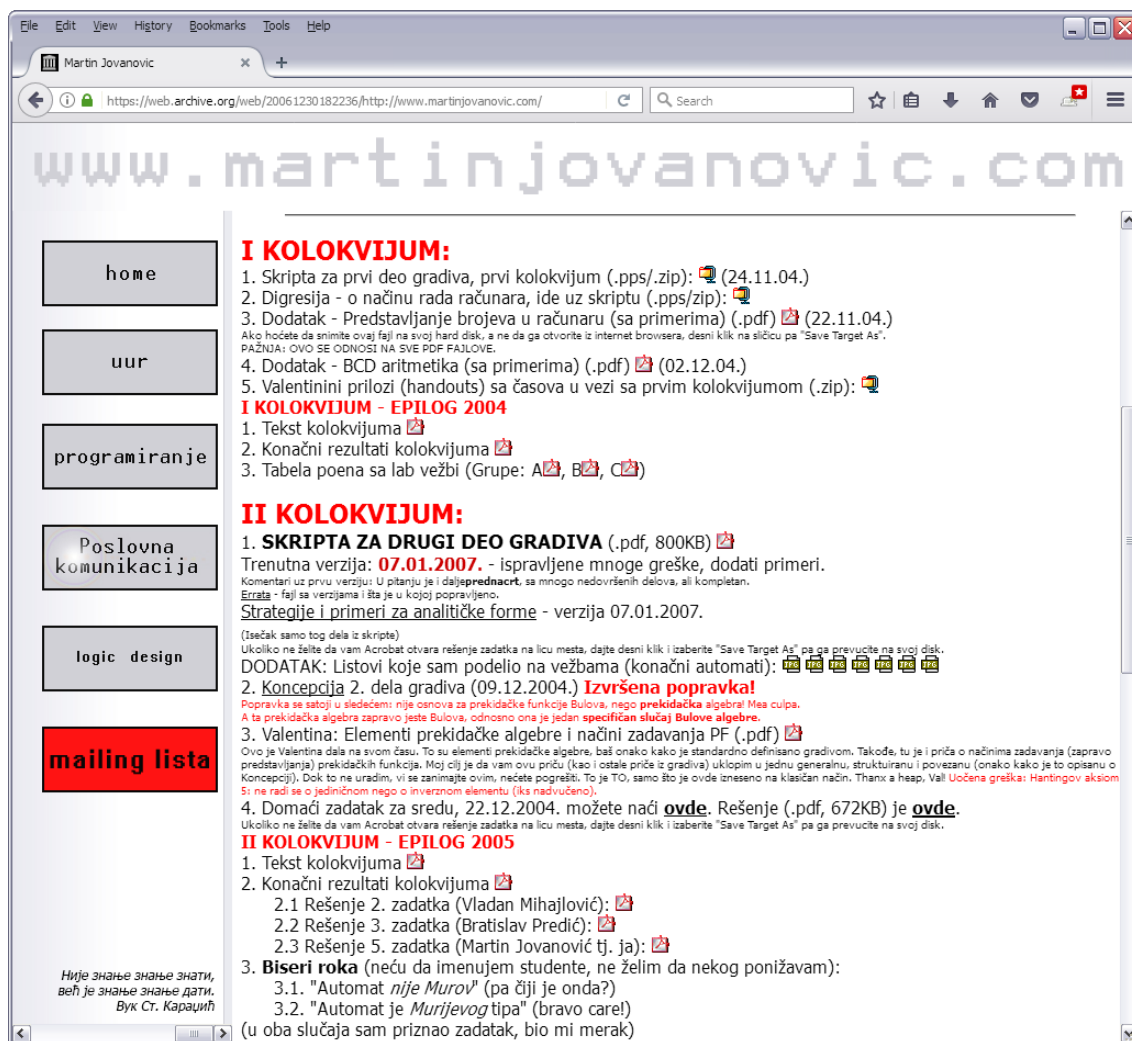


Slika A2: Histogram nevezanih prevlačenja na grupi G3



Slika A3: Histogram nevezanih prevlačenja na grupama G1+G3

Prilog B



Slika B.1: Prvo angažovanje autora na uvođenju elektronskih nastavnih sredstava

Microsoft PowerPoint - [Binarna aritmetika.ppt]

File Edit View Insert Format Tools Slide Show Window Help

Outline Slides

1 Uvod u računarstvo

2 Aritmetička operacije pri binarnim brojevima

3 Binarno oduzimanje

4 Binarno množenje

5 Binarna deljenja

6 Binarna potpisivanja

7 Binarna konverzija

Martin Jovanović Uvod u računarstvo

Binarno oduzimanje (isti brojevi):

1	0	0	1	1	1
0	0	1	0	1	1
1	0	1	1	0	0

10

1-1=0
Ovo je jasno.

1-0=1
I ovo je jasno.

0-1=? Kao kod dekadnog oduzimanja, "pozajmljuje" se 1 od broja sa sledeće veće pozicije. Taj broj biva umanjen za 1, a na aktuelnoj poziciji se dobija 10. Kod binarnih brojeva je princip isti. Broj na većoj poziciji se umanjuje za 1 (i postaje 0), a broj na aktuelnoj poziciji dobija "zajam" u vrednosti od 10 binarno. Onda od toga oduzimamo 1:
 $10_{\text{BIN}} - 1_{\text{BIN}} = 1_{\text{BIN}}$

Uraditi nekoliko primera na papiru.
Ovakvi primeri se lako proveravaju.
Za sada oduzimati manji broj od većeg, da rezultat ne bi bio negativan.
OVAJ SLAJD OBAVEZNO GLEDATI ANIMIRAN (U PREZENTACIONOM MODU)!!!

Elektronski fakultet u Nišu - Katedra za računarstvo – Dipl. Ing. Martin Jovanović - Uvod u računarstvo 4

Slide 4 of 8 2_PixelPale English (U.S.)

Slika B.2: Prvo elektronsko nastavno sredstvo

Izaberite tekst probne lekcije: <input type="text" value="Muzika"/> <input type="button" value="Izaberi"/> Par rečenica na temu pevanja.	Izaberite skup veza medju pojmovima: <input type="text" value="Muzika"/> <input type="button" value="Izaberi"/> Veze među pojmovima u kontekstu muzike.
--	---

U pevanju se poštuje tonalitet koji je dat. Prvo se intonacija daje. Po potrebi se može promeniti oktava u kojoj se peva.

Slika B.3: Učitani i tekstualni fajl i graf pojmova i veza

The screenshot shows a web browser window with the URL `www.martin.rs/DS1.5_TestModule_v3/index.php/usercontroller/start`. The page content includes a paragraph of text with several words highlighted in yellow: **Milana**, **Bojana**, **Anu**, **Vesnu**, **Ana**, **Vesni**, **Vesni**, **Vesni**, **Petra**, **Natašu**, **Slavicorn**, **Petru**, **Nataši**, **Vesne**, **Predraga**, **Slavica**, **Andela**, **Dejan**, **Ana**, and **Bratislav**. A mouse cursor is positioned over the word **Vesni**, and a large black arrow points upwards from the bottom of the text area towards the cursor.

Slika B.4: Naglašavanje reči prilikom prevlačenja


B.1 Sinopsis video-uputstva za učesnike


U nastavku je dat sinopsis konačne verzije video-uputstva za korisnike. Ukoliko u konkretnom fragmentu nije drugačije naglašeno, fragment se odnosi na grupu G1.

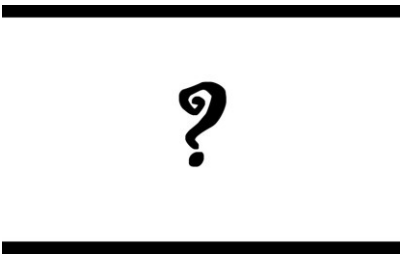
D - Deo video-uputstva u smislu osnovne strukture

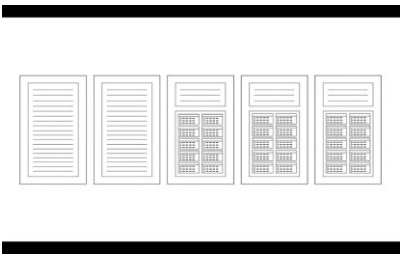
F - Fragment video-uputstva koji je izdvojen po karakterističnom vizuelnom sadržaju

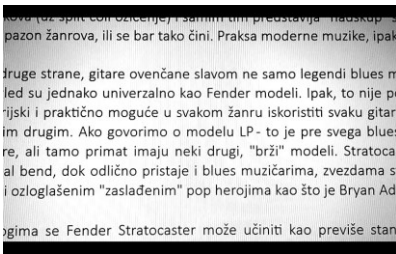
R - Naglasak na bitnoj razlici u odnosu na prvu verziju video-uputstva (pre svega na vizuelnu razliku)

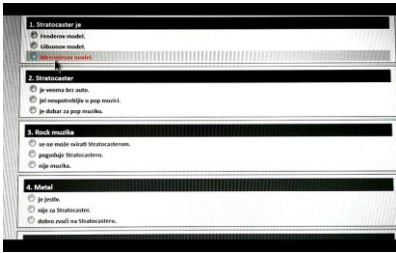
D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
	1	Nema glasa. Kratak kadar koji ohrabruje za gledanje videa do kraja.	✓	

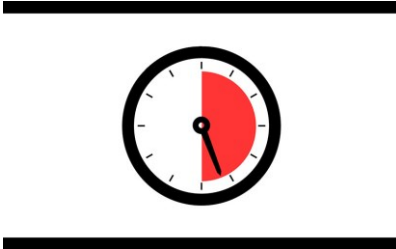
D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
	2	Ćao i dobrodoš'o ili dobrodošla. RAZLIKA U ODNOSU NA V1: - nema "u ovo malo istraživanje" - bez welcome na svetskim jezicima, zbunjujuće	✓	

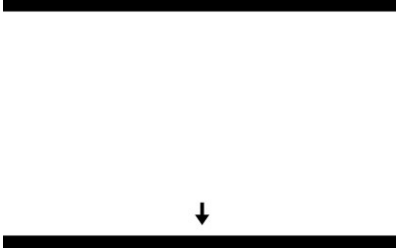
D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
	3	Šta je ovo uopšte?	✓	

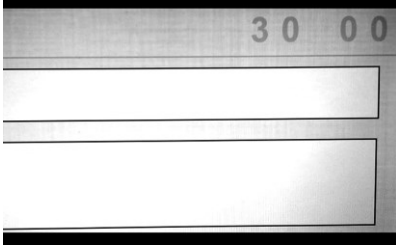
D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
	4	To je kao mali sajt koji ima ukupno 5 strana, na prve dve strane imaš tekst, nema mnogo, 2-3 pasusa, a na sledeće 3 strane gore imaš malo teksta a dole imaš pitanja iz teksta. Preuzeto iz V1.		


D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
	5	Znači čitaš tekst... Preuzeto iz V1.		

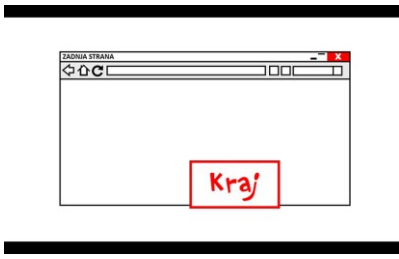
D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
		...i odgovaraš na pitanja i to je to. Preuzeto iz V1.		

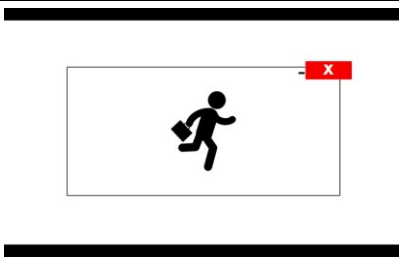
D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
		Ali ne počinji ako nemaš pola sata za ovo i to vezano, znači, od jednom. Preuzeto iz V1.		

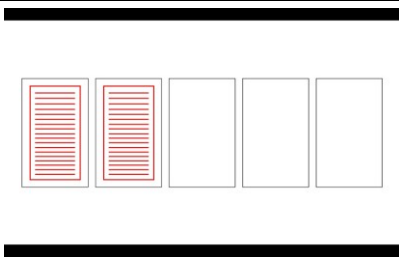
D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
		Čim klikneš dole na dugme za upad... Preuzeto iz V1.		

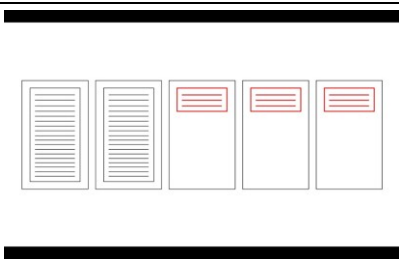
D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
		...gore u ćošku će krenuti da odbrojava 30 minuta. Preuzeto iz V1.		

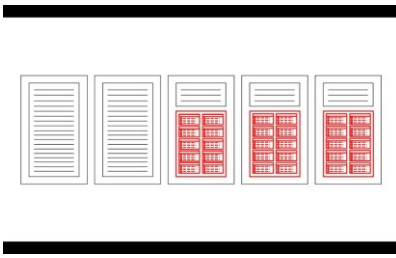
D	F	TEKST VIDEO I OPIS KADRA	R	KADAR
		Kad istekne, to je to. Preuzeto iz V1.		

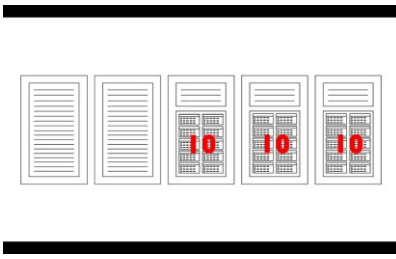
D	F	TEKST VIDEO I OPIS KADRA	R	KADAR
		A ti možeš da završiš i pre toga, to nije problem, na zadnjoj strani imaš dugme za kraj. Preuzeto iz V1.		


D	F	TEKST VIDEO I OPIS KADRA	R	KADAR
		Znači ako sad nemaš pola sata vremena vezano, zagasi ga pa se vrati kad imaš. Preuzeto iz V1.		

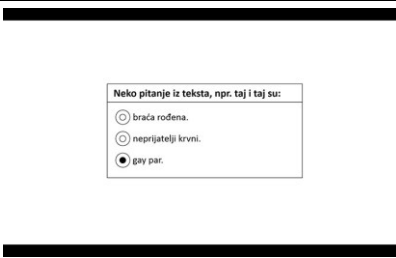
D	F	TEKST VIDEO I OPIS KADRA	R	KADAR
		Znači rekosmo 2 strane samo tekst...	✓	


D	F	TEKST VIDEO I OPIS KADRA	R	KADAR
		...i 3 strane, gore malo teksta...	✓	

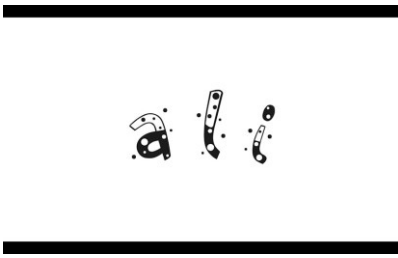
D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
		...i dole 10 pitanja.	✓	

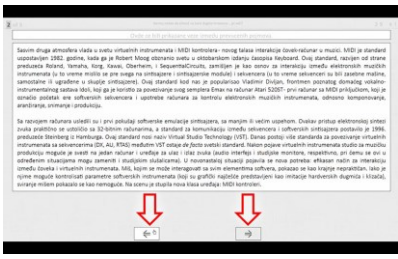
D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
		3 strane po 10 pitanja znači ukupno 30,... Preuzeto iz V1.		

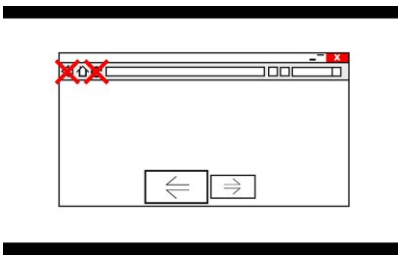
D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
		...molim te odgovori na sva pitanja, nemoj ni jedno da ostaviš neodgovoreno.	✓	

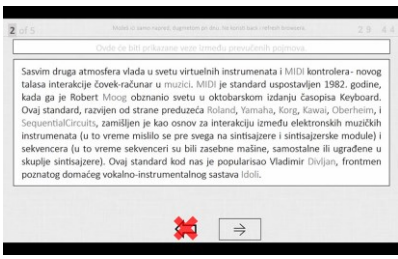
D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
		Svako pitanje ima 3 ponuđena moguća odgovora, izabereš jedan, znači klasika. Preuzeto iz V1.		

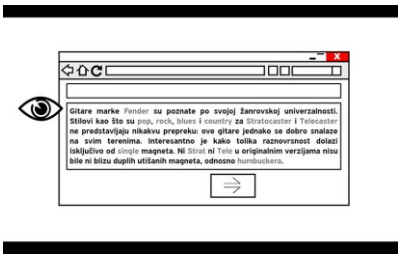
D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
		Ne pipaj gore u browseru samo back dugme i refreh dugme, niti pritiskaj F5 za refresh niti Command-R ako si na Meku, jer iz tehničkih razloga će da te izloguje i tvoj rad će biti nevažeći za bezveze.	✓	

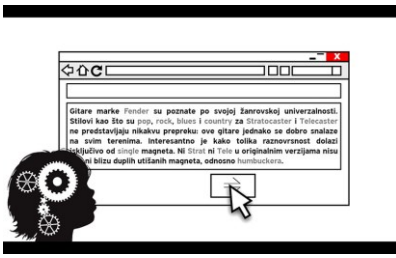
D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
		Ali. Naglašavanje kontradikcije kao metod podizanja pažnje.	✓	

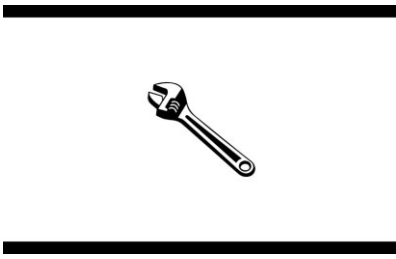
D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
		Možeš da ideš napred i da se vraćaš nazad koliko god ti duša ište, samo za to koristi ove dugmiće što su dole na dnu strane.		

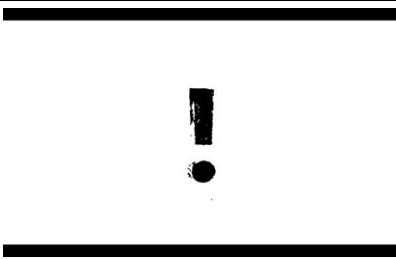
D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
		Znači na njih šetaj napred-nazad sve koliko ti treba.		

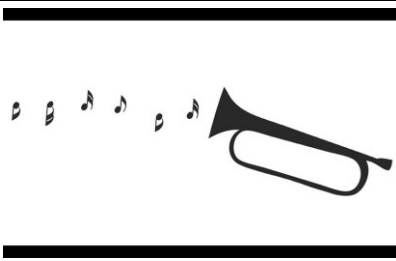
D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
		Samo za grupe 3 i 4 (dugme samo za napred) Dole na dnu stranice imaš dugme za prelaz na sledeću stranicu. Možeš da ideš samo napred, znači samo na sledeću stranu, ali ne možeš da se vraćaš na prethodnu.		


D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
		Samo za grupe 3 i 4 (dugme samo za napred) Znači pročitaj tekst...	✓	

D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
		Samo za grupe 3 i 4 (dugme samo za napred) ...zapamtiš kol'ko zapamtiš i ideš dalje.	✓	

D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
		Samo za grupu 3 (tranzicija na prevlačenje) Ali zato imaš jedno... mnogo dobro pomoćno sredstvo, ehm, obrati sad pažnju.	✓	

D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
		Najvažnija stvar.	✓	

D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
		Ta naaa!	✓	

D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
		Ovo do sad nisi video kroz videla, zato obrati pažnju.	✓	


D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
		Neke reči u tekstu su sive boje. Te reči možeš da vučeš.		


D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
		Ako prevučeš jednu reč na drugu...		


D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
		...aplikacija će da ti izbaci vezu između ta dva pojma.	✓	


D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
		Čim mrdneš bilo koju sivu reč požuteće ti sve reči koje sa njom imaju bilo kakvu vezu.		

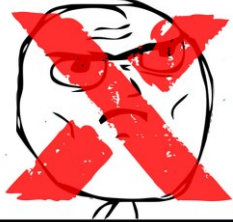
D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
		Kad je spustiš na neku od tih žutih reči, gore će da ti izađe u kakvoj su vezi te dve reči.		


D	F	TEKST VIDEA I OPIS KADRA	R	KADAR
		Nemoj da se ustručavaš da iskoristiš ovo, jer baš je fora da ga iskoristiš, hm, zato sam ga i napravio. Sad je cilj da ga testiramo.	✓	

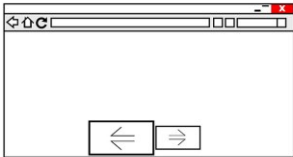
D	F	TEKST VIDEA I OPIS KADRA	R	KADAR
		Za kraj:...	✓	


D	F	TEKST VIDEA I OPIS KADRA	R	KADAR
		...imaj u vidu da nije cilj da ti samom sebi testiraš pamćenje...	✓	


D	F	TEKST VIDEA I OPIS KADRA	R	KADAR
		...nego je cilj da svi testiramo kako radi ova aplikacija.	✓	

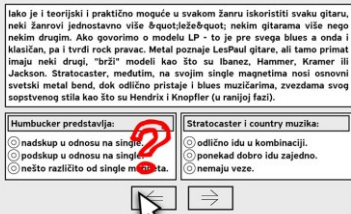
D	F	TEKST VIDEA I OPIS KADRA	R	KADAR
		Zato nemoj sebe da prisiljavaš da sve popamtiš, nego naprotiv...	✓	

D	F	TEKST VIDEO I OPIS KADRA	R	KADAR
		...baš iskoristi sva pomagala koja ti stoje na raspolaganju.	✓	

D	F	TEKST VIDEO I OPIS KADRA	R	KADAR
		Ako ti treba recimo da se vratiš nazad da se podsetiš nešto, vrati se.		

D	F	TEKST VIDEO I OPIS KADRA	R	KADAR
		Ako ti negde zatreba veza između neke 2 reči, prevuci jednu na drugu...	✓	

D	F	TEKST VIDEO I OPIS KADRA	R	KADAR
		...i dobićeš vezu odmah. Iskoristi znači sve što možeš sa ciljem da što bolje odgovoriš na pitanja.	✓	

D	F	TEKST VIDEO I OPIS KADRA	R	KADAR
		Samo za grupu 2 (nema prevlačenja, ima vraćanja) Umesto PPT animacije prevlačenja ide animacija vraćanja Nastavak na kutiju sa alatom: ...odnosno konkretno čim nečega ne možeš da se setiš vrati se slobodno nazad na prethodnu stranu...	✓	

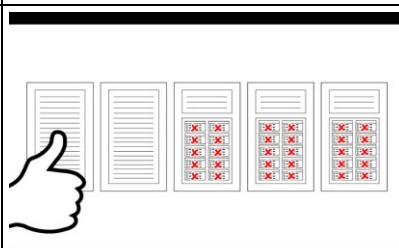
D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
		<p>Samo za grupu 2 (nema prevlačenja, ima vraćanja) Umesto PPT animacije prevlačenja ide animacija vraćanja</p> <p>...pa se podseti.</p>	✓	

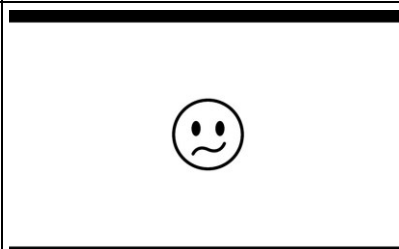
D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
		<p>Samo za grupu 2 (nema prevlačenja, ima vraćanja) Umesto PPT animacije prevlačenja ide animacija vraćanja</p> <p>Znači slobodno se vraćaj (i) za svako pitanje ako ti treba.</p>	✓	


D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
		<p>Samo za grupu 4 (stav učesnika: opušteno i prirodno)</p> <p>Nego naprotiv, treba da se opustiš...</p>	✓	


D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
		<p>Samo za grupu 4 (stav učesnika: opušteno i prirodno)</p> <p>...i da pustiš svoj mozak da zapamti kol'ko zapamti. Ništa više od toga.</p>	✓	

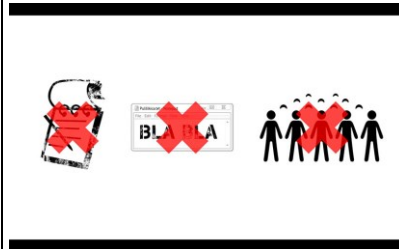
D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
		<p>Samo za grupu 4 (stav učesnika: opušteno i prirodno)</p> <p>Ako zapamtiš sve i tačno odgovoriš na sva pitanja, OK.</p>	✓	

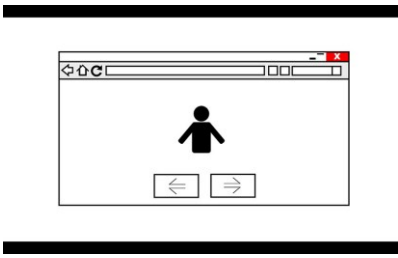
D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
		<p>Samo za grupu 4 (stav učesnika: opušteno i prirodno)</p> <p>Ako ni jedno pitanje ne odgovoriš tačno, opet je OK. Znači potpuno je OK šta god da uradiš. Hoću da vidim koliko ljudi mogu prirodno da zapamte, ako se ne trude mnogo, zato ne forsiraj se.</p>	✓	


D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
		<p>Samo za grupe 2 i 4 (jer nema ničeg novog)</p> <p>Možda nije jasno čemu ovo služi ali objasniću posle</p> <p>Možda ti zasad nije jasno šta uopšte radi ova aplikacija.</p>	✓	

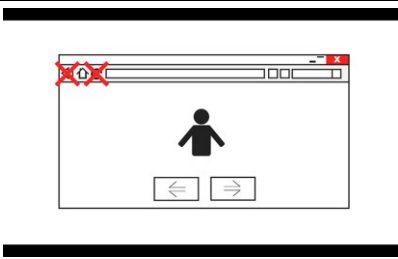
D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
		<p>Samo za grupe 2 i 4 (jer nema ničeg novog)</p> <p>Možda nije jasno čemu ovo služi ali objasniću posle</p> <p>Kad sve bude gotovo objasniću ti, samo mi pusti poruku.</p>	✓	

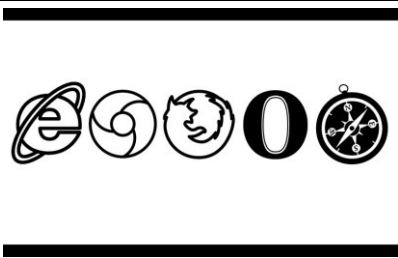
D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
		<p>Samo za grupe 2 i 4 (jer nema ničeg novog)</p> <p>Možda nije jasno čemu ovo služi ali objasniću posle</p> <p>Zasad ne mogu da ti kažem ništa više od ovoga.</p>	✓	

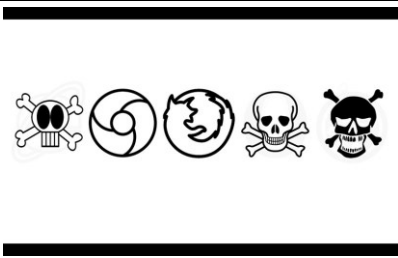
D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
		<p>Samo nemoj da koristiš nikakva pomagala izvan aplikacije, znači blokče, ili Notepad, ili da radiš u grupi, ili bilo šta.</p>	✓	


D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
		Radi samostalno i nemoj da izlaziš izvan prozora aplikacije.		

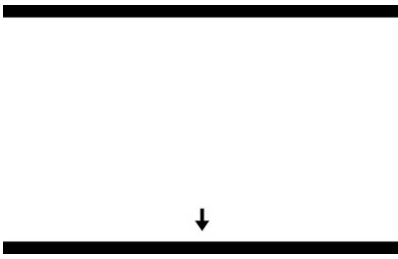
D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
		A unutar aplikacije kao što rekoh sveeeee iskoristi... Referenca na pop-kulturu: poznati zabavni video.	✓	

D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
		...samo ne pipaj gore back i refresh.		

D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
		I da, radi samo u Chromu i Firefoxu... Preuzeto iz V1.		

D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
		...nemoj u drugim browserima, može da se desi da zabaguje nešto.		

D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
		Tako da, sad sve znaš, ako imaš pola sata vezano...	✓	

D	F	TEKST VIDEOA I OPIS KADRA	R	KADAR
		...klikni dole na dugme za upad i cepaj. Preuzeto iz V1.		

B.2 Pomoćno tekstualno (HTML) uputstvo

Pomoćno HTML uputstvo, dostupno samo tokom izrade eksperimenta, ima formu *pop-up* dijaloga i prikazano je na slici B.5. Kompletan tekst pomoćnog uputstva dat je u nastavku. Slike nisu numerisane jer formalno ne pripadaju tekstu disertacije.

Ceo tvoj zadatak: **da odgovoriš na pitanja na osnovu teksta.**

Ideja je: **da testiraš kako radi moja forica za ubrzavanje učenja.**

A forica je: **kad ti zatreba odnos između dva pojma, mišem prevučeš jedan na drugi.**

Nije cilj da se previše trudiš da zapamtiš sve. Što zapamtiš zapamtiš, nije to poenta.

Cilj je da iskoristiš tu pomoć (prevlačenje) kad god ti zatreba za neko pitanje.

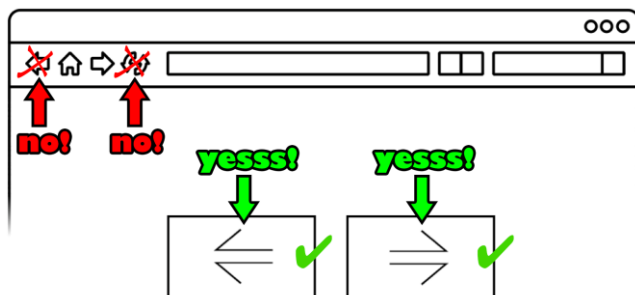
Struktura ovog testa je: **2 strane čist text + 3 strane kombinacija text/pitanja.**



Možeš da se krećeš i napred i nazad kroz stanice koliko god ti treba.

Za kretanje koristi strelice levo i desno **u dnu strane.**

Ne diraj samo gore back i refresh u browseru.



Najbitnije: možeš da prevlačiš jedne reči na druge (drag and drop) Kad prevučeš neku reč na neku drugu reč, dobićeš **vezu između te dve reči.**

Konkretno mogu da se vuku **sive** reči

Kada pomeriš reč, označiće ti **žutom** bojom sve reči na koje ima smisla da je spustiš.

Ovde će biti prikazane veze između prevučениh pojmova.

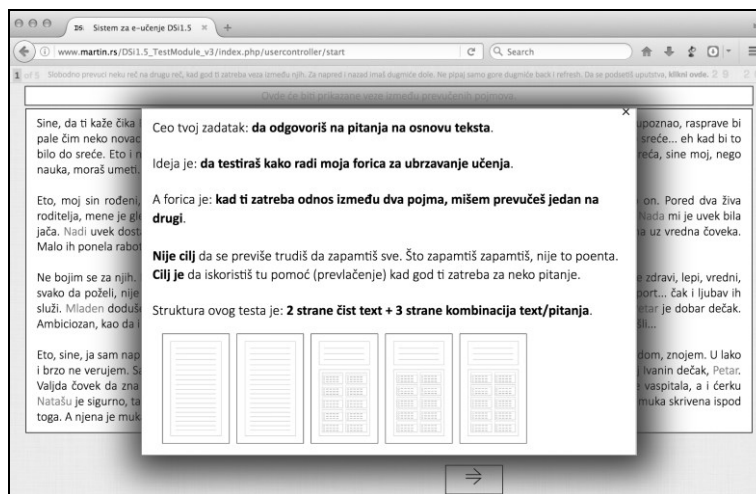
Gitare marke **Fender** su poznate po svojoj žanrovskoj univerzalnosti. Stilovi kao što su **pop**, **rock**, **blues** ili **country** za **Stratocaster** i **Telecaster** ne predstavljaju nikakvu prepreku: ove gitare se jednako dobro snalaze na svim tim terenima. Interesantno je kako tolika raznovrsnost dolazi isključivo od **single** magneta. Ni Strat ni Tele u originalnim verzijama nisu bile ni blizu **humbuckera**. Oni će biti dodati mnogo kasnije nekim verzijama **Telecastera** (i Stratocasterima ali u vidu modifikacija). Humbucker će dati više različitih zvukova (uz split coil ožičenje) i samim tim predstavlja "nadskup" **single** magneta - te na takvom magnetu može počivati daleko veći dijjapazon žanrova, ili se bar tako čini. Praksa moderne **muzike**, ipak, govori drugačije.

Stratocaster **je proizvod preduzeća** Fender

Gitare marke **Fender** su poznate po svojoj žanrovskoj univerzalnosti. Stilovi kao što su **pop**, **rock**, **blues** ili **country** za **Stratocaster** i **Telecaster** ne predstavljaju nikakvu prepreku: ove gitare se jednako dobro snalaze na svim tim terenima. Interesantno je kako tolika raznovrsnost dolazi isključivo od **single** magneta. Ni Strat ni Tele u originalnim verzijama nisu bile ni blizu **humbuckera**. Oni će biti dodati mnogo kasnije nekim verzijama **Telecastera** (i Stratocasterima ali u vidu modifikacija). Humbucker će dati više različitih zvukova (uz split coil ožičenje) i samim tim predstavlja "nadskup" **single** magneta - te na takvom magnetu može počivati daleko veći dijjapazon žanrova, ili se bar tako čini. Praksa moderne **muzike**, ipak, govori drugačije.

Slobodno iskoristi ovo prevlačenje svaki put kad ti zatreba (npr. za neko pitanje).

Fora je da testiramo da li to u praksi radi, zato ne ustručavaj se da iskoristiš. Koristi samo **Firefox** ili **Chrome**. Nemoj druge browsere, možda hoće da zeza. Radi samostalno, ne koristi papir i olovku niti bilo šta - nije u tome poenta. Poenta je da testiramo aplikaciju. Peace.



Slika B.5: Pomoćno HTML uputstvo za učesnike

Biografija autora

Martin Jovanović rođen je 13.06.1975. godine u Nišu, gde je završio osnovnu i srednju školu. Diplomirao je 2001. godine (sa prosečnom ocenom 9,16 i ocenom 10 na diplomskom ispitu) i magistrirao 2009. godine na Elektronskom fakultetu u Nišu. Student je doktorskih studija od 2010. godine, na studijskom programu Elektronika i računarstvo, modul Računarstvo i informatika.

Od 2003. godine radi na Elektronskom fakultetu u Nišu, kao asistent-pripravnik odnosno asistent na Katedri za računarstvo. Angažovan je na izvođenju računskih i laboratorijskih vežbi iz nekoliko predmeta.

Objavio je 35 naučnih radova, od toga jedan rad u međunarodnom časopisu sa IMPACT faktorom i jedno poglavlje u monografiji od međunarodnog značaja.

IZJAVA O AUTORSTVU

Izjavljujem da je doktorska disertacija, pod naslovom

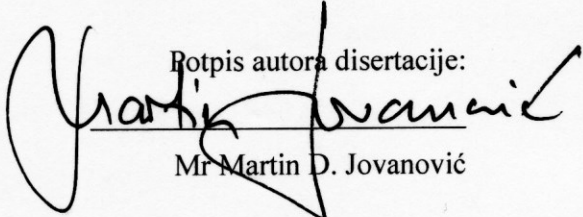
UNAPREĐENJE SISTEMA ZA E-UČENJE SEMANTIČKOM NADGRADNJOM

koja je odbranjena na Elektronskom fakultetu Univerziteta u Nišu:

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada;
- da ovu disertaciju, ni u celini ni u delovima, nisam prijavljivao na drugim fakultetima, niti univerzitetima;
- da nisam povredio autorska prava, niti zloupotrebio intelektualnu svojinu drugih lica.

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci, koji su u vezi sa autorstvom i dobijanjem akademskog zvanja doktora nauka: ime i prezime, godinu i mesto rođenja i datum odbrane rada, i to u katalogu Biblioteke, Digitalnom repozitorijumu Univerziteta u Nišu, kao i u publikacijama Univerziteta u Nišu.

U Nišu, 08. 05. 2018. godine

Podpis autora disertacije:

Mr Martin D. Jovanović

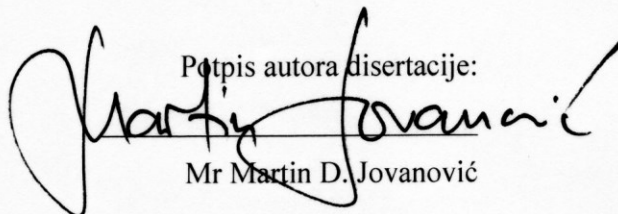
**IZJAVA O ISTOVETNOSTI ŠTAMPANOG I ELEKTRONSKOG OBLIKA
DOKTORSKE DISERTACIJE**

Naslov disertacije:

**UNAPREĐENJE SISTEMA ZA E-UČENJE
SEMANTIČKOM NADGRADNJOM**

Izjavljujem da je elektronski oblik moje doktorske disertacije, koji sam predao za unošenje u **Digitalni repozitorijum Univerziteta u Nišu**, istovetan štampanom obliku, sa izuzetkom praznih stranica koje su isključene iz elektronskog oblika.

U Nišu, 08. 05. 2018. godine

Potpis autora disertacije:

Mr Martin D. Jovanović

IZJAVA O KORIŠĆENJU

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku "Nikola Tesla" da u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Nišu unese moju doktorsku disertaciju, pod naslovom:

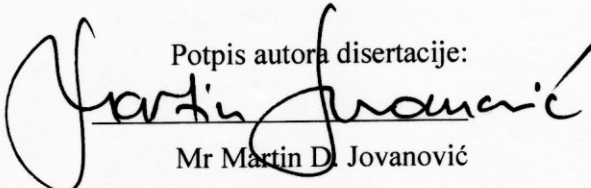
UNAPREĐENJE SISTEMA ZA E-UČENJE SEMANTIČKOM NADGRADNJOM

Disertaciju sa svim prilogima predao sam u elektronskom obliku, pogodnom za trajno arhiviranje.

Moju doktorsku disertaciju, unetu u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Nišu, mogu koristiti svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons), za koju sam se odlučio.

1. Autorstvo (CC BY)
2. Autorstvo - nekomercijalno (CC BY-NC)
- 3. Autorstvo - nekomercijalno - bez prerade (CC BY-NC-ND)**
4. Autorstvo - nekomercijalno - deliti pod istim uslovima (CC BY-NC-SA)
5. Autorstvo - bez prerade (CC BY-ND)
6. Autorstvo - deliti pod istim uslovima (CC BY-SA)

U Nišu, 08. 05. 2018. godine

Potpis autora disertacije:

Mr Martin D. Jovanović