

UNIVERZITET SINGIDUNUM

Departman za poslediplomske studije

Danijelova 32, Beograd

Veću Departmanu za poslediplomske studije

Odlukom Veća Departmana poslediplomskih studija Univerziteta Singidunum, donetoj na sednici održanoj 15.12.2022. godine, određeni smo za članove Komisije za odbranu doktorske disertacije pod nazivom “Razvoj i primena pametnih IoT tehnologija za odeću specijalne namene”, kandidata Nikole Maksimovića iz Beograda o čemu podnosimo sledeći

IZVEŠTAJ

1. Biografski podaci o kandidatu i doktorskoj disertaciji

Kandidat Nikola Maksimović ima višegodišnje angažovanje u oblasti obrazovanja na polju IT tehnologija korišćenih u tekstilnoj industriji. Istovremeno se bavio obavljanjem tehničke podrške, obuke i implementacije CAD/CAM sistema u industriji. Tokom godina bavio se obukama, implementacijom i podrškom CAD/CAM sistema kod brojnih domaćih i inostranih klijenata iz proizvodne delatnosti tekstilne industrije. Takođe izvodi obuke i implementacije sistema i metodologije proizvodne organizacije iz oblasti studije rada i vremena kao i zaštite na radu kod klijenata iz različitih industrijskih grana. Iz praktičnog iskustva kod poslova iz zaštite na radu i ličnog interesovanja za programiranje mikroprocesora i aplikacija rodila se inspiracija za ovaj predloženi rad. Govori i piše engleski, francuskim jezikom se služi do osnovnog nivoa.

Kandidat ima objavljen rad kategorije M20 čime je ispunjen preduslov za odbranu doktorske disertacije:

Maksimović N., Čabarkapa M., Tanasković M., Randelović D., Challenging ergonomics risks with smart wearable extension sensors , 2022, <https://www.mdpi.com/2079-9292/11/20/3395>

Kandidatkinja je prvi autor i tema rada je direktno povezana sa sadržajem doktorske disertacije.

Kandidatkinja takođe ima niz radova i saopštenja objavljenih na domaćim i međunarodnim naučnim konferencijama

Doktorska disertacija kandidata Nikole Maksimovića je bila podvrgnuta proveru softverom za ustanovljavanje preklapanja i plagijarizma (iThenticate Plagiarism Detection Software). Kada se

eliminiraju poklapanja u nazivima literature i opštih pojmova koji su korišćeni, stepen preklapanja je jako mali.

2. Predmet i cilj istraživanja

Predmet istraživanja je upotreba nosivih senzora u ulozi zaštite na radu iz ergonomijske perspektive. Senzori su konstruisani tako da prate poziciju ljudskog tela i vrše korekciju na osnovu ergonomskih zahteva. Cilj ergonomije kao naučne discipline je proučavanje i prilagođavanje uslova rada, opreme radnika i procesa rada sa psihološkog, fiziološko- anatomskog aspekta umesto prilagođavanja radnika potrebama posla. Ovaj rad će razmatrati i analizirati potencijal senzora za praćenje položaja tela ugrađenog u odeću i njegovu upotrebu kao standardne radne opreme, koja treba da pomogne u ispravljanju nepravilnih i visoko rizičnih položaja gornjeg dela tela tokom produženih i statičnih radnih aktivnosti. Unakrsna referenca za procenu analize zasnovana je na alatu za procenu rizika ergonomije Rapid Upper Limb Assessment. Signali koje generiše nosivi uređaj imaju za cilj da pomognu nosiocu i posmatraču da brzo-kontinuirano otkriju i isprave loše držanje. Rezultati pokazuju pozitivan napredak u držanju tela radnika kako bi se smanjili ergonomski rizici koje ovo istraživanje pokriva. Može se zaključiti da bi nosiva tehnologija i senzori značajno doprineli posmatraču kao alatu za procenu i korisniku da blagovremeno uoči faktore rizika i da ih samostalno koriguje. Ova karakteristika bi pomogla radnicima da nauče i poboljšaju ispravne navike ispravljanja ergonomski neispravnih položaja tela prilikom obavljanja radnih zadataka.

3. Hipoteze, cilj i metode istraživanja

Opšta hipoteza od koje se krenulo u istraživanje u disertaciji je: „upotreba nosivih senzora i njihov pozitivan doprinos u zaštiti na radu“.

Posebna hipoteza cilj je da se analizira pretpostavka da se pozitivni rezultati postižu nosivom tehnologijom kao pomoćnim sredstvom u prevenciji ergonomskih uslova rizika i da se evidentirani rezultati procene kroz više globalno uspostavljenih metoda za analizu.

Pojedinačne hipoteze koje su korištene u disertaciji su:

- Nosivi senzori se mogu ugraditi u odevne predmete za praktičnu upotrebu.
- Očitani podaci su relevantni za korišćenje u konvencionalnim metodama.

Istraživanje je imalo za cilj da proceni upotrebljivost elektrootpornika kao validnog senzora ljudskog pokreta kada je ugrađen u obične odevne predmete i da dokaže da postoji opravdan razlog i mogućnost za dalji razvoj i primenu nosive tehnologije za potrebe zaštite na radu.

Istraživanje je uključivalo seriju snimaka ručnih radnih zadataka u proizvodnom okruženju u skladu sa smernicama ergonomije i studija rada, pri čemu je radnik u odeći nosio ugrađen senzor dok je obavljao redovne radne zadatke. Podaci prikupljeni tokom korišćenja senzora upoređeni su sa podacima prikupljenim bez nosivih senzora za iste radne zadatke koje obavlja ista osoba pod istim uslovima rada. Korišćene su metode za procenu rizika ergonomije poput RULA. Za oba slučaja u ovom poređenju, podaci o proceni su uzeti u različitim periodima tokom dnevne smene radnika i sumirani u označene sate, uzimajući u obzir faktor umora i efikasnosti radnika na nivou vremenskog okvira cele dnevne smene u trajanju od 7,5 h. Obim ovog istraživanja ima za cilj da obuhvati

obzervaciju držanja trupa i vrata odvojeno od drugih rizičnih stanja; ocena držanja trupa i vrata je deo kompletnog alata za brzu procenu gornjih ekstremiteta (RULA). Vrednosti sile koju je stvorio radnik tokom evaluiranog zadatka, koji je podrazumevao manipulaciju alatima i artiklima proizvoda, merene su dinamometrom i izračunate zajedno sa učestalošću pojavljivanja u kalkulatoru ocene rizika ergonomije.

Inicijalne kalibracije očitavanja mikrokontrolera su potrebne da bi se obezbedilo ispravno očitavanje podataka. Inicijalne kalibracije su usklađene sa antropometrijskim parametrima osobe, koji su zatim upoređivane sa vrednostima pragova metode unapred podešenih vrednosti ili očitavanja dinamometra, nakon toga odevni predmet je spreman za nošenje sa senzorom koji aktivno detektuje svako odstupanje od unapred podešenih vrednosti u svakom trenutku. programibilna brzina jednog očitavanja 0,1 s. Ceo proces se odvija u realnom vremenu u tri faze. Prvi je otkrivanje podataka o vrednosti dobijenih sa senzora, druga je obrada i evaluacija prikupljenih podataka, a poslednja je adekvatan signal obaveštenja o stepenu rizika. Veličina odeće i senzor su usklađeni da odgovaraju antropometrijskim merenjima veličine tela u skladu sa ISO 8559-1:2017 i ISO 8559-2:2017 koje je odobrio CEN (Evropski komitet za standardizaciju). ISO 8559-2:2017 specificira primarne i sekundarne dimenzije za određene tipove odevnih predmeta koji se koriste u kombinaciji sa ISO 8559-1 koji pokriva antropometrijske definicije za merenje tela.

4. Sadržaj disertacije

Struktura rada pratiće postupak istraživanja, uz uvažavanje osnovnih principa i pravila za pisanje doktorske disertacije. Disertacija će da sadrži uvod, osam poglavlja i zaključak.

U prvom, uvodnom poglavlju su definisani problem, predmet i ciljevi istraživanja doktorske disertacije. Zatim su postavljene hipoteze koje će se u radu ispitati, naznačeni su očekivani rezultati i doprinosi, da bi na kraju bila izložena struktura rada.

U okviru drugog poglavlja daje se pregled relevantnih oblasti zajedno sa osnovnim definicijama nosive tehnologije, njihova klasifikacija i implementacija razvoja istih. Ovo poglavlje takođe sadrži podatke o opštim izazovima implementacije i razvoja nosive tehnologije.

Treće poglavlje se bavi definicijom i klasifikacijom ergonomske rizika, obrascima ponašanja i njihovom analizom.

Četvrto poglavlje razmatra izazove razvoja nosive tehnologije specijalne namene u oblasti procene ergonomske rizika, razmatra se odabrana metoda razvoja, adaptacija metode na studiju slučaja i analiza sličnih rešenja iz ove oblasti.

U petom poglavlju opisan je aplikacioni inženjering gde su predstavljena tehnološka i tehnička rešenja upotrebljena u izradi nosivog tehnološkog sistema kao što su razvoj senzora, platforme i omogućavanje IoT funkcionalnosti.

Šesto poglavlje se bavi obradom podataka prikupljenih u terenskom ispitivanju u radnim uslovima, predstavljeni su rezultati procene ergonomske rizika dobijenih upotrebom prethodno obrađenog odevnog predmeta opremljenog sistemom nosive tehnologije.

Sedmo poglavlje se bavi evaluacijom dobijenih rezultata.

Zaključak i osvrt na naučno/stručne doprinose kao i pravci daljih istraživanja dati su u osmom poglavlju.

5. Postignuti rezultati i naučni doprinos doktorske disertacije

Ishod istraživanja razvoja i upotrebe pametne odeće specijalne namene za nadzor i procenu ergonomske rizika bi mogao da bude u poboljšanju zdravlja i bezbednosti radnika. Ove tehnologije omogućavaju praćenje fizičkih uslova i radnih okolnosti u realnom vremenu i identifikaciju izvora rizika, što može da doprinese smanjenju povreda i bolesti povezanih sa radom.

Originalni pristup se svodi na dizajn senzora za detekciju pragova ergonomske rizika baziranim na rastezljivim elektroprovodljivim bojama implementiranim na fleksibilnim tekstilnim površinama u cilju detekcije pokreta i položaja tela. Naglasak je stavljen na minimalno ometanje korisnika kako se kvalitet prikupljenih podataka ne bi ugrozio zbog toga jer se radnik oseća nelagodno ili ima smetnje pri radu. Ovo podiže potencijal za svakodnevnu upotrebu u stvarnom scenariju koji bi neizbežno smanjio obolenja vezana za radne aktivnosti uzrokovane lošim ergonomskim navikama i okruženjem. Osnovni naučni doprinosi ovog rada su:

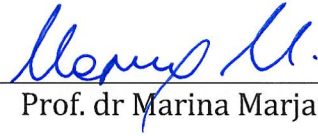
- Istraživanja bi mogla da pruže precizne podatke o fizičkim uslovima i radnim okolnostima radnika i da identifikuju izvore rizika u realnom vremenu.
- Istraživanje može da doprinese poboljšanju dizajna pametne odeće i povećanju njene primene, robusnosti i autonomije, što bi omogućilo dugotrajnije korišćenje ovih tehnologija. Rezultati istraživanja bi mogli da pomognu u razvoju interfejsa koji bi bio lakši za korišćenje i pristup podacima, što bi olakšalo korišćenje ovih tehnologija u svakodnevnom radu.
- Takođe mogli bi se odnose na integraciju pametne odeće sa drugim tehnologijama, kao što su (IoT) i (AI), što bi omogućilo praćenje i analizu podataka u realnom vremenu.
- Rezultati ovog istraživanja bi mogli da doprinesu povećanju primene pametne odeće u različitim industrijskim sektorima, što bi dovelo do smanjenja rizika po zdravlje i bezbednost radnika, poboljšanju radnih uslova, što bi moglo da dovede do smanjenja troškova lečenja i bolovanja i povećanja produktivnosti rada.

6. Mišljenje i predlog Komisije o doktorskoj disertaciji

Na osnovu svega izloženog Komisija je mišljenja da doktorska disertacija kandidata Nikole Miloševića po svojoj temi, pristupu, strukturi i sadržaju rada, kvalitetu i načinu izlaganja, metodologiji istraživanja, načinu korišćenja literature, relevantnosti i kvalitetu sprovedenog istraživanja i donetim zaključcima zadovoljava kriterijume zahtevane za doktorsku disertaciju, te se može prihvatiti kao podobna za javnu odbranu.

Sagledavajući ukupnu ocenu disertacije kandidata Nikole Miloševića pod nazivom “ Primena veštačke inteligencije za analizu i klasifikaciju stanja izolacije na zgrad” predlažemo Veću departmana za posle diplomanske studije i Senatu Univerziteta Singidunum da prihvati napred navedenu doktorsku disertaciju i odobri njenu javnu odbranu

Beograd, 21 novembar, 2023



Prof. dr Marina Marjanović,

Univerzitet Singidunum, Beograd



Prof. dr Marko Tanasković,

Univerzitet Singidunum, Beograd



Doc. dr Milan Čabarkapa,

Univerziteta u Kragujevcu