

NASTAVNO–NAUČNOM VEĆU ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA U BEOGRADU

Na 753. sednici Nastavno–naučnog veća Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, od 25.09.2012. godine, određeni smo za članove Komisije za pregled i ocenu doktorske disertacije kandidata Mladana Jovanovića, magistra elektrotehnike, pod naslovom „Razvoj kontekstno-osetljivih korisničkih interfejsa”. Nakon pregleda dobijenih materijala, Nastavno–naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, podnosimo sledeći

I Z V E Š T A J

1. UVOD

1.1. Naslov i obim disertacije

Mr Mladen Jovanović je prijavio i predao na pregled i ocenu doktorsku disertaciju pod naslovom „Razvoj kontekstno-osetljivih korisničkih interfejsa“. Disertacija je napisana na 211 strana, sadrži naslovnu stranu, sadržaj, devet poglavlja sa zaključkom, spisak od 219 referenci, 103 slike i 13 tabela.

1.2. Hronologija odobravanja i izrade disertacije

Doktorsku disertaciju pod naslovom „Razvoj kontekstno-osetljivih korisničkih interfejsa“ kandidat je prijavio u 01.05.2010. godine i Nastavno-naučno veće Elektrotehničkog fakulteta je na svojoj 719. sednici 29.06.2010. godine imenovalo Komisiju za ocenu uslova i prihvatanje teme doktorske disertacije u sastavu: prof. dr Zoran Jovanović (mentor), prof., dr J.Protić, doc. dr I.Tartalja, prof. dr Dušan Starčević, (FON). Na svojoj 723. sednici, održanoj 02.11.2010. godine, Nastavno-naučno veće Elektrotehničkog fakulteta je usvojilo izveštaj Komisije za ocenu uslova i prihvatanje teme doktorske disertacije.

Veće naučnih oblasti tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu je na sednici održanoj 06.12.2010. godine, a na zahtev Elektrotehničkog fakulteta, dalo saglasnost na predlog teme doktorske disertacije kandidata mr Mladana Jovanovića pod naslovom „Razvoj kontekstno-osetljivih korisničkih interfejsa“.

Na osnovu predloga Komisije za studije trećeg stepena Nastavno-naučno veće Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu je imenovalo Komisiju za pregled i ocenu doktorske disertacije u sastavu: prof. dr Zoran Jovanović (mentor), prof. dr Dušan Starčević, Fakultet organizacionih nauka i doc. dr Igor Tartalja.

1.3. Mesto disertacije u odgovarajućoj naučnoj oblasti

Disertacija „Razvoj kontekstno-osetljivih korisničkih interfejsa“ pripada naučnoj oblasti Softversko inženjerstvo, preciznije u ožj naučnoj oblasti Korisnički interfejsi.

1.4. Biografski podaci o kandidatu

Mladen Jovanović je rođen 25. maja 1981. godine u Novom Sadu. Diplomirao je 2005. godine na Vojnotehničkoj Akademiji, smer Službe informatike, sa prosečnom ocenom studija 9.19 (konačna ocena 10). Nakon završetka studija radi u Centru za Komandno-informacione sisteme i Informatičku Podršku Vojske Srbije na poziciji razvojnog inženjera. Magistarske studije na Elektrotehničkom fakultetu je upisao 2005. godine. Studije je završio sa prosečnom ocenom 10. Magistrirao je 2009. godine sa temom “Softverska podrška zemaljskoj kontrolnoj stanici za

bespilotnu letelicu”. Angažovan je kao spoljni saradnik na Fakultetu organizacionih nauka gde izvodi vežbe iz predmeta Multimediji, Interakcija Čoveka i Računara, Multimedijalne komunikacije i Multimedijalne baze podataka. Mlađan Jovanović je recenzent na međunarodnim konferencijama ACM Conference on Human Factors in Computing Systems, ACM Designing Interactive Systems и ACM International Conference on Intelligent User Interfaces. Pored toga, vrši recenziju radova i za časopise IEEE Computer и IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics (Part A, B, C). Autor je većeg broja radova na domaćim i međunarodnim konferencijama i časopisima. Pored toga, autor je praktikuma za laboratorijske vežbe iz predmeta Multimediji koji se koristi Fakultetu organizacionih nauka.

2. OPIS DISERTACIJE

2.1. Struktura i sadržaj disertacije

Doktorska disertacija pod nazivom „Razvoj kontekstno-osetljivih korisničkih interfejsa“ se sastoji iz devet poglavlja:

1. Uvod,
2. Pregled relevantnih naučnih oblasti,
3. Razvoj kontekstno-osetljivih korisničkih interfejsa,
4. Model kontekstno-osetljive interakcije čoveka i računara,
5. Modelovanje kontekstno-osetljivih korisničkih interfejsa,
6. Proces razvoja kontekstno-osetljivih korisničkih interfejsa,
7. Transformacije modela kontekstno-osetljivih korisničkih interfejsa,
8. Studije slučajeva,
9. Zaključak.

Na kraju je dat spisak korišćene literature i spisak slika i tabela. Po formi i sadržaju zadovoljava standarde za doktorsku disertaciju.

2.2. Kratak prikaz pojedinačnih poglavlja

U uvodnom poglavlju se opisuju predmet i cilj istraživanja, navode se polazne hipoteze, daje sažet opis i sadržaj disertacije uz navođenje ključnih aspekata na koje će se disertacija usmeriti.

Drugo poglavlje je posvećeno pregledu relevantnih oblasti vezanih za razvoj kontekstno-osetljivih korisničkih interfejsa. Najpre je navedena postojeća klasifikacija korisničkih interfejsa sa naglaskom na opis kontekstno-osetljivih korisničkih interfejsa. Nakon toga su opisane softverske arhitekture za modelovanje korisničkih interfejsa. Zatim sledi pregled jezika za razvoj korisničkih interfejsa, alata za razvoj korisničkih interfejsa vođen modelima i tehnologija za transformacije modela korisničkih interfejsa. Na kraju poglavlja je izvršena analiza sa kritičkim osvrtom na pogodnosti korišćenja postojećih rezultata u razvoju kontekstno-osetljivih korisničkih interfejsa.

U trećem poglavlju je izložena osnovna ideja razvoja kontekstno-osetljivih korisničkih interfejsa pomoću modela kontekstno-osetljive interakcije čoveka i računara. U okviru ovog dela ukratko je opisan predloženi model kontekstno-osetljive interakcije čoveka i računara, kao i mogućnosti njegove primene u procesu izrade korisničkih interfejsa. Primena predloženog modela se ogleda u proširenju jezika modelovanje, procesa razvoja i razvojnih alata elementima specifičnim za kontekstno-osetljivu interakciju čoveka i računara. Zatim opisujemo organizaciju i arhitekturu rešenja. U razvoju predloženog rešenja oslonili smo se na principe modelski zasnovanog razvoja softvera u kojem se platformski nezavisna specifikacija softvera postepeno ili automatizovano

prevodi u izvršne aplikacije za različite softverske i hardverske platforme. Arhitektura upravljana modelima, koja se koristi za razvoj složenih programskih rešenja, hijerarhijski organizuje koncepte i modele u više nivoa, što je posebno bitno imajući u vidu da je razvoj kontekstno-osetljivih korisničkih interfejsa složen proces koji uključuje modelovanje velikog broja elemenata na različitim nivoima apstrakcije. Arhitektura upravljana modelima je zasnovana na standardnim i široko prihvaćenim tehnologijama čime je moguće ostvariti veću praktičnu upotrebljivost rešenja, jer se mogu koristiti postojeći alati za projektovanje sa kojima je upoznat veći broj analitičara, projektanata i programera. Na ovaj način moguće je povećati produktivnost rada analitičara, projektanata i programera, i obezbediti izradu kvalitetnijih korisničkih interfejsa. Sa druge strane, unapređenja korisničkih interfejsa mogu povećati i produktivnost rada krajnjih korisnika softverskih sistema. Na kraju dajemo sažetak i diskutujemo o očekivanoj dobiti od predloženog pristupa. Na ovaj način je napravljen uvod u poglavlja koja slede.

U četvrtom poglavlju opisan je način izrade i struktura generičkog modela kontekstno-osetljive interakcije između čoveka i računara. Najpre je opisan razvoj modela kontekstno-osetljive interakcije čoveka i računara sa aspekta metodološkog pristupa kreiranju modela, korišćenih alata i notacije za opis modela. Nakon toga, detaljnije je opisan model kontekstno-osetljive interakcije čoveka i računara. Faktori konteksta interakcije definisani su u okviru tri grupe modela, tj. modela čoveka, modela okruženja i modela računarskih uređaja. Pri opisivanju konteksta interakcije polazi se od fenomenološkog pristupa koji je baziran na čoveku koji kreira i menja kontekst u toku interakcije. Zbog toga je naglasak na modelu čoveka koji u ovom slučaju objedinjuje koncepte korisnika sa stanovišta interakcije čoveka i računara sa jedne strane, i korišćenja računara u određenoj oblasti (edukativni sistemi, inteligentni tutorski sistemi, adaptivna hipermedija i dr.) sa druge strane. Pri opisivanju koncepta okruženja i računarskog uređaja akcenat je dat na čoveku, drugim rečima, konceptu fizičkog stimulansa ili draži koje čovek kreira ili detektuje. Na kraju su, korišćenjem postojećih principa višenačinske komunikacije čoveka i računara, definisane relacije između faktora konteksta interakcije sa jedne strane, i komponenti korisničkog interfejsa sa druge strane. Predloženi model će poslužiti kao osnova za semantička proširenja jezika za modelovanje, procesa razvoja softvera i razvojnih alata.

Peto poglavlje je posvećeno definisanju proširenja jezika za modelovanje u skladu sa prethodno opisanim modelom kontekstno-osetljive interakcije čoveka i računara. Zbog standardizacije, široke prihvaćenosti, i dostupnosti razvojnih alata, mogućnost kreiranja domenski specifičnog jezika prvenstveno je razmatrana kroz proširenje UML (Unified Modeling Language) jezika. U uvodnom odeljku dat je pregled načina proširenja jezika UML i ukratko je opisan korišćeni mehanizam, tj. koncept UML profila. Prvi deo poglavlja je posvećen profilima za modelovanje kontekstno-osetljive interakcije čoveka i računara. Drugim rečima, opisani su profil okruženja, profil računarske platforme i profil čoveka. U drugom delu je dat pregled profila za razvoj korisničkih interfejsa, tj. profil zadataka, profil korisničkog interfejsa nezavisnog od načina komunikacije, profil korisničkog interfejsa zavisnog od načina komunikacija i profili korisničkih interfejsa prilagođenih tehnologiji implementacije, respektivno. Profili za modelovanje kontekstno-osetljive interakcije čoveka i računara su kreirani na osnovu generičkog modela opisanog u prethodnom poglavlju, dok je osnova za klasifikaciju modela korisničkih interfejsa na različitim nivoima apstrakcije CAMELEON konceptualna softverska arhitektura za opis interaktivnih računarskih sistema.

U šestom poglavlju je opisana primena predloženih proširenja u standardnom procesu razvoja softvera. Drugim rečima, opisano je proširenje standardnog procesa razvoja softverskih sistema. Većina aktuelnih metodologija razvoja je usredsređena na predstavljanje procedura, informacija i softverskih struktura. Aspekti vezani za dizajn interakcije sa čovekom nisu integrisani u sam proces razvoja, već se spominju naknadno i rešavaju od slučaja do slučaja korišćenjem nestandardizovanih jezika, alata i tehnika koji su vrlo često isuviše specifični za određeni domen. Zbog široke prihvaćenosti, standardizacije i dostupnosti razvojnih alata, razmatrana je mogućnost proširivanja metodologije za razvoj softverskih sistema poznate pod nazivom Unified proces. Unified proces je generički razvojni proces koji može da se specijalizuje za različite klase softverskih sistema, oblasti primene, vrste organizacija, nivo kompetentnosti i veličine projekata. Unified proces je tesno povezan sa UML jezikom koji čini njegov sastavni deo. U poglavlju je dat predlog proširenja Unified procesa sa konceptima vezanim za kontekstno-osetljive korisničke interfejsa. Proširenje se ogleda u integraciji odgovarajućih UML profila sa modelima koji se realizuju u pojedinim fazama procesa razvoja.

Osnovni cilj modelski zasnovanog pristupa jeste povećanje produktivnosti i skraćivanje vremena razvoja softverskog sistema tako što razvojni inženjeri mogu da koriste koncepte koji su bliži domenu problema, umesto da koriste koncepte iz domena tehnologije implementacije. Jedan od ključnih izazova modelski zasnovanog razvoja softvera jeste definisanje transformacija između modela različitih nivoa apstrakcije. U domenu projektovanja korisničkih interfejsa, sa jedne strane je potrebno očuvati semantiku interakcije čoveka i računara. Sa druge strane, cilj je doći do modela specifičnih implementacionih platformi koji se mogu direktno transformisati u programski kod interfejsa. U sedmom poglavlju opisujemo mogućnosti transformacija modela kontekstno-osetljivih korisničkih interfejsa. Za transformacije razvojnih modela korišćen je ATL (Atlas Transformation Language) jezik za transformacije. Kao glavne prednosti jezika sa aspekta razvoja softvera mogu se izdvojiti poštovanje standarda, otvorenost u pogledu korišćenja, mogućnosti samog jezika, široka i lako dostupna baza znanja i zajednica korisnika, kao i podrška u vidu dostupnih alata. Osnovu za kreiranje modela koji se transformišu predstavljaju proširenja vezana za kontekstno-osetljivu interakciju čoveka i računara koja su opisana u prethodnom poglavlju. U poglavlju je dat detaljan opis specifikacije sistema transformacija koji polazi od modela zadataka i doseže do implementacionih modela vezanih za konkretnu tehnologiju.

U osmom poglavlju demonstrirana je praktična primena predloženih proširenja za dizajn modela i transformacija kontekstno-osetljivih korisničkih interfejsa. Primena predloženog pristupa je opisana na primerima dva projekta iz različitih domena. U projektu daljinskog nadzora korišćenjem bespilotne letelice opisan je proces razvoja korisničkog interfejsa softverske instrument table u kojem je korisnik modeliran sa stanovišta fizioloških i kognitivnih funkcija. U projektu vezanom za učenje putem igara opisan je razvoj korisničkog interfejsa edukativne igre. Razvoj korisničkog interfejsa edukativne igre posmatra čoveka sa aspekta osobina vezanih za učenje, kao što su tipovi inteligencije.

U zaključku je izložen rezime istraživanja. Najpre je dat kratak osvrt na predloženo rešenje i hipotezu postavljenu na početku istraživanja. Nakon toga su istaknuti ostvareni rezultati i doprinosi teze. Na kraju su navedene mogućnosti korišćenja predloženog rešenja u drugim oblastima, kao i pravci daljeg razvoja.

3. OCENA DISERTACIJE

3.1. Savremenost, originalnost, značaj

Na osnovu pregledane doktorske disertacije Komisija ocenjuje da disertacija obrađuje trenutno vrlo aktuelnu problematiku projektovanja korisničkih interfejsa koji se mogu prilagoditi kontekstu interakcije čoveka i računara. Aktuelnost i značaj polja istraživanja ove doktorske disertacije proizilazi i iz rasprostranjene naučne zajednice koja u svojim radovima u naučnim i stručnim časopisima, i konferencijama posvećuje posebnu pažnju ovoj temi. U cilju formiranja metodologije na početku disertacije je prikazan pregled postojećih istraživanja i rezultata u oblasti razvoja kontekstno-osetljivih korisničkih interfejsa. Izvršena je analiza sa kritičkim osvrtom na pogodnosti korišćenja postojećih rezultata u unapređenju razvoja kontekstno-osetljivih korisničkih interfejsa. Na osnovu izvršene analize uočeni su elementi koji se dalje mogu unaprediti i na taj način poboljšati kvalitet korisničkih interfejsa kako sa stanovišta korišćenja, tako i sa stanovišta razvoja. U skladu sa tim je predložen generički model kontekstno-osetljive interakcije čoveka i računara u kojem su formalizovani i na visokom nivou apstrakcije opisani faktori konteksta interakcije čoveka i računara i njihove međusobne relacije. Predloženi model je poslužio kao osnova za proširenje standardne metodologije razvoja softverskih sistema elementima specifičnim za kontekstno-osetljivu interakciju čoveka i računara. Na taj način su predložena semantička proširenja jezika za modelovanje, standardnog procesa razvoja softvera i razvojnih alata. Posebna pažnja je posvećena automatizaciji procesa razvoja kontekstno-osetljivih korisničkih interfejsa gde je razvijen sistem transformacija modela korisničkih interfejsa na različitim nivoima apstrakcije koji u obzir uzima faktore konteksta interakcije čoveka i računara. Predložena proširenja su implementirana u obliku *plug-in* komponente EMF (Eclipse Modeling Framework) okruženja za modelski zasnovan razvoj. Korišćenje predloženih proširenja je verifikovano na primerima dve studije slučaja iz različitih domena. Sa obzirom na kompleksnost problema i aktuelnost teme, zaključujemo da je značaj urađene disertacije na visokom naučnom nivou koji zadovoljava sve standarde za izradu doktorske disertacije i da dobijeni rezultati doktorske disertacije predstavljaju naučni doprinos u odnosu na postojeće stanje i otvaraju prostor za dalja istraživanja.

3.2. Osvrt na referentnu i korišćenu literaturu

Poslednjih godina vršena su intenzivna istraživanja u vezi razvoja kontekstno-osetljivih korisničkih interfejsa. Mnogobrojni rezultati publikovani su u redovnim i specijalnim izdanjima vodećih časopisa, i prezentovani na konferencijama posvećenim korisničkim interfejsima koje organizuju vodeće stručne organizacije.

Kandidat je u doktorskoj disertaciji koristio savremenu i relevantnu literaturu. Ukupno je naveo 219 referenci, koje obuhvataju najznačajnije autore iz ove oblasti, radove iz naučnih časopisa i konferencija u kojima su predstavljeni rezultati koji su relevantni sa temom disertacije. Među navedenim referencama nalazi se 7 radova u kojima je kandidat autor. Sve navedene reference su usko vezane za predmet istraživanja doktorske disertacije.

3.3. Analiza primenjenih naučnih metoda i njihova adekvatnost na sprovedeno istraživanje

Metodologija primenjena prilikom izrade ove doktorske disertacije može se sumirati kroz sledeći niz aktivnosti:

- Sistematizovano prikupljanje i pregled postojećih naučnih rezultata i dostignuća iz oblasti disertacije.

- Kritička analiza problema razvoja kontekstno-osetljivih korisničkih interfejsa sa stanovišta faktora konteksta (čoveka, računarske platforme i okruženja) i sa stanovišta razvoja.
- Formalna specifikacija generičkog modela kontekstno-osetljive interakcije čoveka i računara zasnovana na korišćenju objektno-orijentisane metodologije projektovanja i jeziku UML. Generički model kontekstno-osetljive interakcije čoveka i računara je rezultat primene interdisciplinarnog pristupa i formalno opisuje znanja iz više naučnih oblasti od interesa za kontekstno-osetljivu interakciju između čoveka i računara. U razvoju generičkog modela korišćeni su različiti pristupi pri izradi različitih delova. Korišćenjem sintetičkog pristupa izvršena je sinteza znanja iz odabranih izvora iz oblasti interakcije između čoveka u računara. Korišćenjem induktivnog pristupa, izvršena je generalizacija znanja, na primer pri kreiranju modela postojećih implementacionih platformi. Korišćenjem deduktivnog pristupa postojeća znanja su primenjena na nove slučajeve. Pored toga, model sadrži i neke nove elemente koji nisu preuzeti iz postojećih rešenja, već su deo sopstvenih istraživanja i rezultat su inspirativnog pristupa. Na kraju, korišćenjem kolaborativnog pristupa, konsultovani su saradnici, dok su delovi modela publikovani u časopisima i prezentovani na konferencijama, tako da je dobijena povratna sprega o upotrebljivosti predloženog modela.
- Formalna specifikacija semantičkih proširenja jezika za modelovanje, standardnog procesa razvoja i razvojnih alata elementima specifičnim za modelovanje kontekstno-osetljive interakcije čoveka i računara. Osnovu za uvedena proširenja predstavlja generički model kontekstno-osetljive interakcije čoveka i računara, i klasifikacija modela korisničkih interfejsa koju predviđa CAMELEON konceptualna softverska arhitektura za opis interaktivnih računarskih sistema.
- Realizacija uvedenih proširenja u razvojnom okruženju u obliku *plug-in* softverskih modula.
- Verifikacija predloženih proširenja na odabranim primerima.

Na osnovu analize sadržaja doktorske disertacije, može se zaključiti da primenjene naučne metode i tehnike odgovaraju, po svom značaju i strukturi, temi disertacije i sprovedenom istraživanju.

3.4. Ocena primenljivosti i verifikacije naučnih rezultata

Rezultati doktorske disertacije mogu imati široku praktičnu primenu u oblasti interakcije čoveka i računara. U disertaciji je demonstrirana izvodljivost i praktična primena predloženog pristupa razvoju kontekstno-osetljivih korisničkih interfejsa. Primena predloženog pristupa je opisana na primerima dva projekta iz različitih domena.

U projektu daljinskog nadzora korišćenjem bespilotne letelice opisan je proces projektovanja korisničkog interfejsa softverske instrument table. Sam proces razvoja je razmatran sa stanovišta predloženih modela korisničkih interfejsa na različitim nivoima apstrakcije, i sa stanovišta fizioloških i kognitivnih funkcija čoveka.

U projektu vezanom za učenje putem igara opisan je razvoj korisničkog interfejsa edukativne igre. Razvoj korisničkog interfejsa edukativne igre uzima u obzir osobine čoveka vezane za učenje, kao što su tipovi inteligencije i domensko znanje.

3.5. Ocena sposobnosti kandidata za samostalni naučni rad

U toku izrade doktorske disertacije, kandidat Mlađan Jovanović je pokazao sposobnost da sagleda problem istraživanja sa više aspekata i kreativno pristupi njegovom rešavanju. Uočio je glavne nedostatke i probleme postojećih pristupa razvoju kontekstno-osetljivih korisničkih interfejsa i predložio originalni pristup zasnovan na proširenjima jezika za modelovanje softverskih sistema, standardnog procesa razvoja softvera i razvojnih alata. Rezultati u vezi sa istraživanjem disertacije su verifikovani u okviru različitih studija slučaja i kontinuirano objavljivani na međunarodnim konferencijama i časopisima. U doktorskoj disertaciji se nalaze i rezultati koji do sada nisu objavljeni, ali je planirana njihova prezentacija naučnoj javnosti.

Sveobuhvatan i sistematizovan pregled stanja u oblasti pokazuje sposobnost kandidata za samostalno otkrivanje i sagledavanje otvorenih problema istraživanja, kao i kritičku analizu postojećih saznanja u oblasti.

Na osnovu navedenog, smatramo da kandidat Mlađan Jovanović poseduje potrebno znanje i iskustvo za samostalan naučni rad.

4. OSTVARENI NAUČNI DOPRINOS

4.1. Prikaz ostvarenih naučnih doprinosa

U okviru predložene doktorske disertacije ističemo sledeće naučne doprinose:

- Analiza sa kritičkim osvrtom na pogodnosti korišćenja postojećih rezultata u razvoju kontekstno-osetljivih korisničkih interfejsa. Za potrebe analize dat je sveobuhvatan i sistematizovan pregled postojećih rešenja u oblasti razvoja korisničkih interfejsa. Pored toga, izvršena je detaljna analiza i dat uporedni pregled jezika za razvoj, jezika za transformacije i alata za razvoj korisničkih interfejsa.
- Generički model kontekstno-osetljive interakcije čoveka i računara. Ovaj model je rezultat primene interdisciplinarnog pristupa i objedinjavanja znanja iz više naučnih oblasti od interesa za kontekstno-osetljivu interakciju između čoveka i računara. Generički model predstavlja jedinstven i formalan opis osnovnih koncepata i relacija između faktora relevantnih za razvoj kontekstno-osetljivog korisničkog interfejsa.
- Definisanje domenski specifičnog jezika za opis korisničkih interfejsa na osnovu generičkog modela kontekstno-osetljive interakcije čoveka i računara. Kako bi model bio upotrebljiv u razvoju softvera i u cilju definisanja semantičkih proširenja razvojnih okruženja, uvedene su UML primitive specifične za modelovanje kontekstno-osetljive interakcije čoveka i računara, i korisničkih interfejsa na različitim nivoima apstrakcije.
- Proširenje standardne metodologije razvoja softverskih sistema sa konceptima iz modela kontekstno-osetljive interakcije između čoveka i računara i razvojnim modelima korisničkih interfejsa.
- Predlog automatizacije procesa razvoja kontekstno-osetljivih korisničkih interfejsa. U skladu sa tim je razvijen sistem transformacija modela kontekstno-osetljivih korisničkih interfejsa na različitim nivoima apstrakcije. Osnovu za kreiranje transformacija modela predstavljaju UML proširenja za modelovanje kontekstno-osetljive interakcije čoveka i računara i kontekstno-osetljivih korisničkih interfejsa.
- Demonstracija izvodljivosti i praktične upotrebljivosti predloženog pristupa razvoju kontekstno-osetljivih korisničkih interfejsa na primeru dve studije slučaja iz različitih domena.

4.2. Kritička analiza rezultata istraživanja

Kandidat je u doktorskoj disertaciji razmatrao problem razvoja korisničkih interfejsa koji se mogu prilagoditi kontekstu interakcije čoveka i računara, kao i mogućnosti primene tako koncipiranog predloga razvoja.

Istraživački rad je zasnovan na postojećim naučnim rezultatima, sa ciljem da se unapredi proces razvoja i upotrebljivost kontekstno-osetljivih korisničkih interfejsa. Analizirana je obimna literatura, kao i različite metode i tehnike u oblasti razvoja korisničkih interfejsa.

Uvidom u postavljene hipoteze, realizovane odluke i dobijene rezultate, Komisija konstatuje da je kandidat uspešno odgovorio na postavljena pitanja koja su od značaja za rešenje postavljenih problema.

Početni rezultat istraživanja je originalni generički model-kontekstno osetljive interakcije čoveka i računara koji je razvijen kao rezultat primene interdisciplinarnog pristupa i objedinjavanja znanja iz više naučnih oblasti od interesa za kontekstno-osetljivu interakciju između čoveka i računara. Generički model predstavlja jedinstven i formalan opis osnovnih koncepata i relacija između faktora relevantnih za razvoj kontekstno-osetljivog korisničkog interfejsa. Predloženi generički model je poslužio kao osnova za definisanje semantičkih proširenja elemenata standardne metodologije razvoja softverskih sistema (jezika za modelovanje, razvojnog procesa i razvojnih alata) elementima specifičnim za kontekstno-osetljivu interakciju čoveka i računara.

Verifikacija predloženog pristupa je izvršena kroz studije slučaja iz različitih domena, gde su rezultati studije slučaja vezane za razvoj edukativnih igara objavljeni u jednom od vodećih časopisa u oblasti interakcije čoveka i računara (referenca 1).

Doktorska disertacija otvara nove pravce istraživanja. Dalji pravci istraživanja treba da se ogledaju u daljem unapređenju i primeni predloženog pristupa u oblastima u kojima je razmatranje konteksta interakcije čoveka i računara od značaja.

4.3. Očekivana primena rezultata u praksi

Praktična primena predloženog pristupa razvoju kontekstno-osetljivih korisničkih interfejsa je demonstrirana na primerima dva projekta iz različitih domena. U projektu daljinskog nadzora korišćenjem bespilotne letelice opisan je proces razvoja korisničkog interfejsa softverske instrument table u kojem je korisnik modeliran sa stanovišta fizioloških i kognitivnih funkcija. U projektu vezanom za učenje putem igara opisan je razvoj korisničkog interfejsa edukativne igre. Razvoj korisničkog interfejsa edukativne igre posmatra čoveka sa aspekta osobina vezanih za učenje, kao što su tipovi inteligencije.

Rezultati izloženi u radu predstavljaju dobru osnovu za dalja istraživanja i nadgradnju.

Pre svega, model kontekstno-osetljive interakcije se može proširiti i integrisati sa znanjima iz drugih disciplina koje se bave problemom modelovanja korisnika i integracije krajnjeg korisnika u proces razvoja softvera, kao što su dizajn orijentisan ka korisniku (User-Centered Design) i softversko inženjerstvo krajnjih korisnika (End-User Software Engineering), respektivno.

U oblasti kontekstno-osetljivog računarstva generalno, predloženo rešenje se može integrisati sa postojećim softverskim arhitekturama kod kojih je naglasak na prikupljanju, obradi i apstrakciji podataka konteksta. Ovde do izražaja dolaze uvedena proširenja za modelovanje uređaja i okruženja interakcije.

U oblastima vezanim za razvoj interaktivnih softverskih sistema, predložena proširenja za modelovanje korisnika i korisničkih interfejsa se mogu koristiti u kombinaciji sa alatima za skiciranje (Sketching tools) i brzu izradu prototipova korisničkih interfejsa (Rapid prototyping tools).

Na kraju, moguća je i komercijalna primena izloženih doprinosa u oblasti razvoja softverskih sistema. Projektanti i programeri mogu da iskoriste razvijena proširenja jezika UML, procesa razvoja i alata u cilju unapređenja razvoja korisničkih interfejsa.

4.4. Podaci o objavljenim naučnim radovima u vezi sa disertacijom

1. **Jovanović, M.,** Starčević, D., Minović, M., Štavljanin, V., “Motivation and Multimodal Interaction in Model-Driven Educational Games Design”, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part A: Systems and Humans, Vol. 40, No. 4, pp. 817-824. **IF za 2011 – 2.1, M21, ISSN 1083-4427**
2. **Jovanović, M.,** Starčević, D., Obrenović, Ž., “Designing Aircraft Cockpit Displays: Borrowing from Multimodal User Interfaces”, Transactions on Computational Science III, Springer-Verlag LNCS 5300, pp. 55-65, 2009. **M24, ISSN 1866-4733**
3. **Jovanović, M.,** Starčević, D., Obrenović, Ž., “Improving Aircraft Cockpit Environment Using Multimodal User Interfaces”, In Proceedings of the 12th International Conference on Human-Computer Interaction, HCI International 2007, Springer-Verlag LNCS, Beijing, P.R. China, 22-27. July 2007.
4. **Jovanović, M.,** Starčević, D., Minović, M., Štavljanin, V., “Surviving the Design of Educational Games: Borrowing from Motivation and Multimodal Interaction”, In Proceedings of the IEEE Conference on Human-System Interaction, HSI’08, May 25-27, 2008, Krakow, Poland.
5. **Jovanović, M.,** Starčević, D., Minović, M., Štavljanin, V., “Educational Games Design Issues: Motivation and Multimodal Interaction”, WSKS 2008, Springer-Verlag LNAI 5288, Athens, Greece, pp. 215–224. **(best paper award)**
6. **Jovanović, M.,** Starčević, D., Jovanović, Z., “Improving Design of Ground Control Station for Unmanned Aerial Vehicle: Borrowing from Design Patterns”, In Proceedings of the 36th EUROMICRO Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA 2010), IEEE Computer Society, Lille, France, Sep. 2010, pp. 65-73.
7. **Jovanović, M.,** Starčević, D., Jovanović, Z., “Formal Specification of Usability Measures in Model-driven Development of Context-sensitive User Interfaces”, In Proceedings of the 11th ACM International Working Conference on Advanced Visual Interfaces (AVI2012), ACM Press, Island of Capri (Naples), Italy, May 21-25.

5. ZAKLJUČAK I PREDLOG

Na osnovu svega izloženog, Komisija konstatuje da disertacija ispunjava sve zakonske, formalne i suštinske uslove, kao i sve kriterijume koji se uobičajeno primenjuju prilikom vrednovanja doktorske disertacije na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu. Komisija smatra da doktorska disertacija mr Mlađana Jovanovića, pod naslovom „Razvoj kontekstno-osetljivih korisničkih interfejsa”, sadrži originalne naučne doprinose, i predlaže Nastavno-naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu da ovu disertaciju prihvati i odobri njenu usmenu javnu odbranu.

U Beogradu, 25.11.2012. godine

Komisija:

dr Zoran Jovanović, red. prof., Elektroteh. fakultet
Univerziteta u Beogradu

dr Dušan Starčević, red. prof., Fakultet org. nauka
Univerzitet u Beogradu

dr Igor Tartalja, doc., Elektroteh. fakultet
Univerziteta u Beogradu