

**VEĆU DEPARTMANA ZA POSLEDIPLOMSKE STUDIJE
UNIVERZITETA SINGIDUNUM**Beograd
Danijelova 32

Odlukom Veća Departmana za poslediplomske studije i međunarodnu saradnju Univerziteta Singidunum, broj 4-70/2022 od 21.04.2022.godine, određeni smo za članove Komisije za pregled, ocenu i usmenu odbranu doktorske disertacije Nikole Latinovića, pod nazivom: “ *Novi koncept arhitekture sistema za obradu velike količine podataka u senzorskim uređajima sa ograničenim računarskim resursima*”.

Posle pregleda dostavljene Disertacije i drugih pratećih materijala, Komisija je sačinila sledeći

R E F E R A T**1. UVOD****1.1. Hronologija odobravanja i izrade disertacije**

Nikola Latinović je upisao doktorske studije na Singidunum univerzitetu školske 2018/2019. godine. Položio je svih 12 ispita, sa srednjom ocenom 9.9. Zahtev za odobravanje teme za izradu doktorske disertacije podneo je 2022. godine. Odlukom Veća Departmana za poslediplomske studije Univerziteta Singidunum, broj 4-70/2022 od 21.04.2022. godine, formirana je Komisija u sastavu:

1. dr Mladen Veinović, redovni profesor, Univerzitet Singidunum, Beograd
2. dr Milan Milosavljević, redovni profesor, Univerzitet Singidunum, Beograd
3. dr Miroslav Perić, viši naučni saradnik, Institut Vlatacom, Beograd

za ocenu teme i podobnosti kandidata za izradu doktorske disertacije pod nazivom: “ *Novi koncept arhitekture sistema za obradu velike količine podataka u senzorskim uređajima sa ograničenim računarskim resursima*”. Na osnovu pozitivnog izveštaja Komisije Senat Univerziteta Singidunum je 2022. godine odobrio rad na izradi doktorske disertacije. Za mentora je imenovan prof. dr Mladen Veinović.

1.2. Naučna oblast disertacije

Tema disertacije kandidata je u oblasti elektrotehnike, za koju je Tehnički fakultet Univerziteta Singidunum matičan.

1.3. Biografski podaci o kandidatu

Nikola Latinović, master inženjer elektrotehnike, rođen je 07.01.1986. god. u Beogradu. U Beogradu je završio osnovnu školu (OŠ Nikola Tesla), a nakon nje i XV beogradsku gimnaziju prirodno matematičkog smera. Nakon završetka gimnazije upisao je Elektrotehnički fakultet

Univerziteta u Beogradu 2004. god. Diplomirao je na katedri za elektroniku 2011. god. sa prosečnom ocenom 7,33. Diplomski rad "Analiza Pade-Furijeove Transformacije i primena u magnetnoj rezonantnoj spektroskopiji " uspešno je odbranio sa ocenom 10. Master studije je završio 2015. god. Tema master rada je " Implementacija digitalnog osciloskopa korišćenjem ARM mikrokontrolera i PC računara "

Od 2014. godine do danas zaposlen je u Institutu Vlatacom d.o.o na poziciji razvojnog inženjera elektronike. 2019. godine je izabran u zvanje istraživač pripravnik.

2. OPIS DISERTACIJE

2.1. Sadržaj disertacije

Doktorska disertacija pod naslovom: " *Novi koncept arhitekture sistema za obradu velike količine podataka u senzorskim uređajima sa ograničenim računarskim resursima* " ima ukupno 122 strane. Disertacija ima pet poglavlja i spisak literature. Poglavlja su:

1. Uvod, 18 strana,
2. Nova metodologija za realizaciju arhitekture sistema univerzalne platforme, 54 strane,
3. Mogućnosti primene realizovanog modula, 15 strana,
4. Pravci daljeg rada, 2 strane,
5. Zaključak, 3 strane.

U disertaciji ima ukupno 58 slika i 7 tabele. Literatura sadrži 96 bibliografskih jedinica.

2.2. Kratak prikaz pojedinačnih poglavlja

U prvom, uvodnom delu opisana je potreba za izradom multi-senzorskih sistema za primenu u elektro-optičkim i radarskim sistemima kao i potreba za distribucijom i zaštitom podataka koje takvi sistemi generišu. Navedene su osnovne njihove karakteristike i parametri u pogledu primene i umrežavanja, tipovima senzora, vrstama platformi za obradu signala, aplikacijama. Takođe je identifikovan problem, dat predlog daljeg rešavanja i naznačen je doprinos ove disertacije kao i struktura ostalih poglavlja u disertaciji.

U drugom poglavlju dat je opis metodologije za razvoj univerzalne platforme, posebno se fokusirajući na obradu signala u Multi-senzorskim elektro-optičkim sistemima (MSEOS). Na osnovu usvojene arhitekture implementirana je konkretna platforma označena kao Vlatacom Video Signal Processing Platform VVSP i prikazane su metode njenog testiranja kako bi bila pogodna za dalju nadgradnju sistema. Na kraju poglavlja dat je pregled doprinosa koji su postignuti primenom nove platforme.

U trećem poglavlju detaljno su opisane mogućnosti dalje primene realizovane vVSP platforme u MSEOS, aplikacijama za prepoznavanje lica na bazi termalne kamere, kao i mogućnostima primene u FMCW senzorskim mrežama. Dat je skup praktičnih primera koji opisuju date primene.

U četvrtom poglavlju su predloženi pravci budućeg rada i usavršavanja realizovane platforme.

U petom poglavlju je dat zaključak..

3. OCENA DISERTACIJE

3.1. Savremenost i originalnost

Predmet istraživanja ove disertacije je novi pristup u dizajnu sistema za obradu velike količine podataka u senzorskim uređajima sa ograničenim računarskim resursima.

Opisana nova metodologija za dizajn univerzalne platforme u odnosu na univerzalne računare sa odgovarajućim interfejsnim karticama ima značajanu prednost u pogledu brzine razvoja aplikacija za suštinski različite sisteme kao što su multi-senzorski elektro optički sistemi, radarski sistemi ili ADAS sistemi.

Na osnovu praktičnih eksperimenata, prikazane su prednosti novog predloženog pristupa u odnosu na tradicionalni pristup rešavanja kompleksnih zadataka u jednom multisenzorskom elektro-optičkom sistemu.

Najveća prednost opisanog modula je distribuirana softverska, hardverska i mrežna arhitektura koja čini sistem potpuno modularnim i prilagodljivim za prihvatanje bilo koje vrste senzora sa malim modifikacijama bilo hardvera ili softvera ili oba.

U ovom kontekstu, kandidat je svoju originalnost potvrdio na korektan i uverljiv način objavljivanjem radova u međunarodnim naučnim časopisima (1 rad u časopisu sa impakt faktorom), u domaćim naučnim časopisima (1 rad) i u zbornicima sa međunarodnih naučnih konferencija (2 rada).

3.2. Osvrt na referentnu i korišćenu literaturu

U izradi disertacije korišćena je obimna literatura iz oblasti digitalne obrade signala, senzorskih sistema, kriptografije, veštačke inteligencije, pa sve do najnovijih radova u vrhunskim međunarodnim naučnim časopisima uključujući i sopstvene reference. Na osnovu tih referenci, originalni naučni rezultati do kojih je kandidat došao u disertaciji su stavljeni u korektan kontekst.

3.3. Opis i adekvatnost primenjenih naučnih metoda

Kandidat je u toku naučnog i istraživačkog rada upotrebio različite metode kako bi bili zadovoljeni osnovni metodološki zahtevi – objektivnost, pouzdanost, opštost i sistematičnost.

U skladu sa izabranom problematikom, definisanim ciljevima istraživanja i postavljenim naučnim hipotezama radi definisanja naučnih i stručnih zaključaka i iznalaženja mogućih rešenja upotrebljena je teorijska analiza uz korišćenje rezultata istraživanja iz međunarodne naučne literature, odnosno saznanja naučnika i drugih autora koji su istraživali problematiku kojom se bavi i ovaj rad.

Izvršena je kompletna analiza postojećih algoritama i potreba za određenim procesorskim arhitekturama u predviđenim oblastima primene. Pri tome se dominantno misli na sledeće radnje koje je bilo potrebno preduzeti u cilju što efikasnijeg razvoja unifikovane procesorske platforme za obradu signala:

- Analiza najčešće primenjivanih algoritama za elektro-optičke sisteme za poboljšanje kvaliteta slike, stabilizaciju, detekciju pokreta, praćenje meta, video kompresija i sl. u pogledu potreba za računarskim i komunikacionim resursima.
- Analiza najčešće primenjivanih algoritama veštačke inteligencije (engl. Artificial Intelligence) za detekciju meta i klasifikaciju u pogledu potrebe za računarskim resursima
- Analiza najčešće primenjivanih algoritama FMCW radarskih sistema u pogledu računarskih resursa
- Formiranje skupa reprezentativnih algoritama
- Analiza interfejsa za prenos podataka između različitih senzora i formiranje skupa reprezentativnih interfejsa prema sensorima
- Analiza neophodnih zahteva u pogledu klimo-mehaničkih karakteristika za senzorske sisteme
- Analiza dostupnih tehnologija za implementaciju sistema za obradu velike količine podataka sa limitiranim resursima u pogledu dimenzija, potrošnje i rada u širokom temperaturnom opsegu
- Analiza izazova u projektovanju sistema sa distribuiranom arhitekturom, sa posebnom pažnjom na komunikacioni aspekt razmene međurezultata računanja.
- Analiza parametara koji utiču na izbor komponenti za obradu signala, imajući u vidu dostupnost razvojnih alata, njihov kvalitet kao i dostupnost gotovih rešenja intelektualne svojine (engl. Intellectual property core – IP core).
- Predlog nove arhitekture bloka za obradu podataka, njegova praktična implementacija i testiranje za primenu na bar jednoj vrsti senzora

U cilju provere efektivnosti i efikasnosti predloženih rešenja, izvršena je konačna implementacija, integracija i testiranje platforme u modernom MSEOS sistemu koje je potvrdilo inicijalne hipoteze disertacije, što predstavlja implementaciju eksperimentalnog metoda.

3.4. Primenljivost ostvarenih rezultata

Rezultati do kojih je kandidat došao u svojoj disertaciji mogu imati neposrednu primenu u oblastima video nadzora dugog i kratkog dometa, radarskog osmatranja i povećanju bezbednosti u saobraćaju. Naime, novopredloženi metod dizajna univerzalne platforme za obradu signala sa senzora je uspešno implementiran i testiran u laboratorijskim uslovima kao i uslovima na terenu, kroz praktičnu primenu u MSEOS sistemu. Testiranja su pokazala da se predloženi pristup može uspešno primeniti.

3.5. Ocena dostignutih sposobnosti kandidata za samostalni naučni rad

Kandidat je u svom dosadašnjem radu pokazao kvalitete presudne za uspešan istraživački rad: sposobnost uočavanja problema i postavljanje korektnog cilja istraživanja, shvatanje i proširivanje teorijskih koncepata, originalnost, sposobnost da teorijske metode pretoči u algoritme, kao i da kritički analizira dobijene rezultate.

4. OSTVARENI NAUČNI DOPRINOS

4.1. Prikaz ostvarenih naučnih doprinosa

Originalni naučni doprinosi disertacije se mogu formulisati na sledeći način:

- Dokazano je da je moguće koncipirati arhitekturu za univerzalnu platformu za obradu signala za primenu u oblastima elektro-optičkih, radarskih i kriptografskih sistema koja zadovoljava zahteve u pogledu dimenzija, potrošnje i resursa neophodnih za izračunavanje standardnih algoritama koji se primenjuju u pomenutim oblastima.
- Dokazano je da je moguće formirati reprezentativni skup algoritama za obradu podataka sa datih senzora koji se može koristiti za verifikaciju performansi nove platforme
- Razvijena je metodologija za jednostavnu zamenu zastarelih ili nedosupnih komponenti novim ili šire-dostupnim komponentama
- Na osnovu praktičnih eksperimenata, urađen je prikaz prednosti novog predloženog pristupa u odnosu na tradicionalni pristup rešavanja kompleksnih zadataka u jednom multisenzorskom elektro-optičkom sistemu

4.2. Kritička analiza rezultata istraživanja

U prvoj fazi kandidat je razmatrajući raspoloživu literaturu u oblasti teme disertacije izvršio kritičku analizu dostupnih informacija i korektno definisao cilj istraživanja.

Tokom istraživačkog rada koristio je mogućnost kritičkog preispitivanja i pogodne načine unapređenja postojećih rešenja dodajući svoj doprinos kroz nove ideje.

Predloženi model rešenja postavljenog problema je praktično implementiran i eksperimentalno su dobijeni rezultati koji su u skladu sa postavljenim hipotezama.

Uočene su i prikazane prednosti i nedostaci predloženog pristupa i ukazano na smernice mogućih daljih istraživanja.

4.3. Verifikacija naučnih doprinosa

Naučni doprinosi disertacije verifikovani su sledećim radovima kandidata:

Objavljeni radovi u časopisima kategorije M22:

- [1] N. Latinović et al., "Signal Processing Platform for Long-Range Multi-Spectral Electro-Optical Systems," *Sensors* 2022, Vol. 22, Page 1294, vol. 22, no. 3, p. 1294, Feb. 2022, doi: 10.3390/S22031294.

Objavljeni radovi u časopisima kategorije M52:

- [1] N. Latinović et al., "Implementation challenge and analysis of thermal image degradation on R-CNN face detection," *undefined*, vol. 12, no. 2, pp. 98–103, 2020, doi: 10.5937/TELFOR2002098L. *Electrical Engineering*, Vol. 18, No. 3, October 2021, p.397-426, DOI: <https://doi.org/10.2298/SJEE2103397D>

Objavljeni radovi u zbornicima međunarodnih konferencija kategorije M33:

- [1] N. Latinović, I. Popadić, P. Milanović, M. Perić, and M. Veinović, "Multisensor Imaging System Video Interface Implementation in FPGA," Sinteza 2019.
- [2] N. Latinovic, H. A. M. Al-Atrooshi, T. Unkasevic, M. Peric, and M. Veinovic, "Bulk Mode Encryption Devices Modification for Usage of Quantum Key Distribution," undefined, Nov. 2019, doi: 10.1109/TELFOR48224.2019.8971354.

5. MIŠLJENJE KOMISIJE I PREDLOG

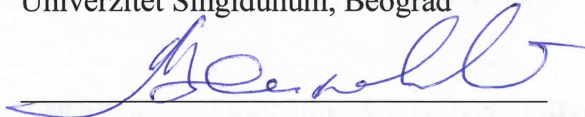
Na osnovu izloženog, komisija konstatuje da doktorska disertacija Nikole Latinovića, master inženjera elektrotehnike, pod naslovom " *Novi koncept arhitekture sistema za obradu velike količine podataka u senzorskim uređajima sa ograničenim računarskim resursima*" ispunjava sve formalne i suštinske uslove predviđene Zakonom o visokom obrazovanju, kao i propisima univerziteta Singidunum u Beogradu. Doktorska disertacija Nikole Latinovića sadrži naučne doprinose koji se sastoje u definisanju novog prisupa univerzalnosti u planiranju i projektovanju arhitekture sistema za obradu velike količine podataka u senzorskim uređajima sa ograničenim računarskim resursima.

Tokom celokupne izrade doktorske disertacije, kandidat je pokazao nesumnjivu sposobnost za samostalni naučnoistraživački rad. Stoga članovi Komisije sa zadovoljstvom predlažu Veću departmana za posle diplomanske studije da se doktorska disertacija pod naslovom " *Novi koncept arhitekture sistema za obradu velike količine podataka u senzorskim uređajima sa ograničenim računarskim resursima*" kandidata Nikole Latinovića, mastera u oblasti elektrotehnike prihvati, izloži na uvid javnosti i uputi na konačno usvajanje Senatu univerziteta Singidunuma u Beogradu.

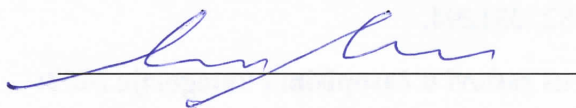
Beograd, 29. 12. 2022. godine

Članovi komisije:

dr Mladen Veinović, redovni profesor,
Univerzitet Singidunum, Beograd



dr Milan Milosavljević, redovni profesor,
Univerzitet Singidunum, Beograd



dr Miroslav Perić, viši naučni saradnik,
Institut Vlatocom, Beograd

