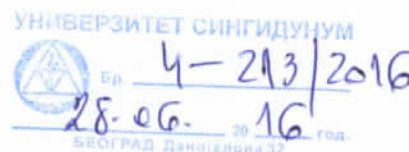


**VEĆU DEPARTMANA ZA POSLEDIPLOMSKE STUDIJE
UNIVERZITETA SINGIDUNUM**

Beograd
Danijelova 32

Odlukom Veća Departmana za poslediplomske studije i međunarodnu saradnju Univerziteta Singidunum, broj: 4-170/2016 od 16.05.2016. godine, određeni smo za članove Komisije za pregled, ocenu i usmenu odbranu doktorske disertacije kandidata Bojana Prlinčevića, pod nazivom: "*Performanse prenosa slike FSO kanalom u „last mile“ konekciji u prisustvu scintilacije*". Posle pregleda dostavljene Disertacije i drugih pratećih materijala, Komisija je sačinila sledeći

REFERAT



1. UVOD

1.1 Hronologija odobravanja i izrade doktorske disertacije

Bojan Prlinčević je upisao doktorske studije na Univerzitetu Singidunum **05.12.2014.** godine (uz rešenje o priznavanju ispita broj **1-3069-1/2014** od **06.11.2014** godine) godine kao student druge godine doktorskih studija na studijskom programu *Elektrotehnika i računarstvo*. Položio je sve ispite predviđene Nastavnim planom i programom, sa prosečnom ocenom u toku studija 9,50 (devet i 50/100). Zahtev za odobravanje teme za izradu doktorske disertacije podneo je 26.2.2016. godine. Odlukom Veća Departmana za poslediplomske studije i međunarodnu saradnju Univerziteta Singidunum, broj: 4-170/2016 od 16.05.2016. godine, formirana je Komisija u sastavu:

1. Prof. dr Petar Spalević, redovni profesor,
Univerzitet Singidunum, Beograd
2. Prof. dr Mladen Veinović, redovni profesor,
Univerzitet Singidunum, Beograd
3. Prof. dr Stefan Panić, vanredni profesor,
Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Prištini

za ocenu teme i podobnosti kandidata za izradu doktorske disertacije pod nazivom: "*Performanse prenosa slike FSO kanalom u „last mile“ konekciji u prisustvu scintilacije*". Na osnovu pozitivnog izveštaja Komisije Veće departmana za poslediplomske studije i međunarodnu saradnju je 13.05.2016. godine odobrio rad na izradi doktorske disertacije. Za mentora je imenovan prof, dr Petar Spalević. Završnu verzija doktorske disertacije u elektronskom i štampanom obliku Bojan Prlinčević je predao Univerzitetu Singidunum 27.06.2016. godine.

1.2. Naučna oblast disertacije

Tema disertacije kandidata je u oblasti telekomunikacija i obrade signala, za koju je Tehnički fakultet Univerziteta Singidunum matičan.

1.3. Biografski podaci o kandidatu

Bojan Prlinčević je rođen 14.07.1976. godine u Prištini, Republika Srbija. Osnovnu školu završio je sa odličnim uspehom u Srpskom Babušu, kod Uroševca. Gimnaziju, prirodno-matematički smer, završio je takođe sa odličnim uspehom u Uroševcu 1994. godine. Nastavio je školovanje na Elektrotehničkom fakultetu u Prištini, gde je odbarnio diplomski rad na temu *Regulacija frekvenicije u elektroenergetskom sistemu* i diplomirao 27.05.2008. godine, čime je stekao zvanje diplomirani inženjer elektrotehnike. U period od 2009-2012. godine bio je angažovan na Visokoj tehničkoj školi strukovnih studija u Zvečanu, kao saradnik u nastavi. U zvanje nastavnika stručne prakse i asistenta na Visokoj Tehničkoj Školi Strukovnih Studija u Zvečanu, izabran je 01.06.2012. godine, na predmetu *Stručna praksa* i na predmetima:

- Elektrane i razvodna postrojenja 1 (Osnovne strukovne studije),
- Elektrane i razvodna postrojenja 2 (Osnovne strukovne studije),
- Distribucija i prodaja električne energije (Osnovne strukovne studije),
- Eksploatacija EES-a (Osnovne strukovne studije),
- Zaštita od požara usled statičkog elektriciteta (Osnovne strukovne studije),
- Internet bežične i senzorske mreže (Specijalističke strukovne studije).

Od novembra 2015. godine učesnik je međunarodnih ERASMUS+ projekata **DBBT** i **KLABS**. U svom dosadašnjem naučno-israživackom radu publikovao je u međunarodnim časopisima i odgovarajućim zbornicima sa konferencija **21 (dvadeset i jedan)** naučni rad. Bojan Prlinčević je oženjen, ima dvoje dece, sina i ćerku

2. OPIS DISERTACIJE

2.1. Sadržaj disertacije

Doktorska disertacija pod naslovom: "*Performanse prenosa slike FSO kanalom u „last mile“ konekciji u prisustvu scintilacije*" ima ukupno 147 strana. Disertacija ima sedam poglavlja i spisak literature. Poglavlja su:

1. Uvod, 5 strana
2. Modeli, 26 strana
3. Analiza performansi prenosa, 21 strana
4. Modeli prenosa slike kroz atmosferski FSO kanala, 50 strana
5. Primena FSO komunikacionih sistema u "last mile" konekciji, 3 strane
6. Prilozi, 13 strana
7. Zaključak, 2 strane.

Literatura sadrži 123 bibliografskih jedinica.

U uvodu je dat osvrt na dosadašnja dostignuća u ovoj oblasti i pregled očekivanih rezultata. Istaknuta je aktuelnost teme i naglašene su prednosti pristupa korišćenog u

disertaciji uz navođenje originalnih naučnih doprinosa disertacije.

U drugom poglavlju su definisani pojmovi vezani za FSO komunikacione sisteme, dat je pregled mogućih tipova smetnji pri propagaciji svetlosnog snopa, kao i pregled najčešće korišćenih modulacionih šema u FSO komunikacijama. Takođe, u ovom poglavlju opisane su karakteristike slike, kako monohromatske tako i slike u boji i date su karakteristike digitalnih vodenih žigova.

Originalni naučni rezultati kandidata prikazani su u trećem i četvrtom poglavlju rada.

U trećem poglavlju sadržan je opis *Malaga* propagacionog modela koja predstavlja opšti oblik propagacionog modela u FSO komunikacionim sistemima, koji se za određene vrednosti parametara može svesti na druge propagacione modele korišćene razmatrane u literaturi pri analizi FSO komunikacionih sistema. U cilju sagledavanja performansi Malaga atmosferskog turbulentnog kanala kroz prizmu BER (bit error rate) mere performansi, a izvršena je i analiza performansi za QPSK, BDPSK i BFSK modulacionu šemu u funkciji parametara prenosa FSO sistema. U funkciji parametara prenosa FSO sistema analizirana je još jedna značajna mera performansi FSO sistema - kapacitet kanala.

U četvrtom poglavlju dati su simulacioni rezultati testiranja prenosa slike kroz Rajsov FSO kanal. Prikazani su rezultati prenosa slike sa insertovanim digitalnim vodenim žigom i analiza uticaja kanala na sliku i ekstrakovani žig kao i rezultati prenosa slike u boji u cilju detekcije požara u slici nakon prenosa slike kroz kanal. U cilju analiziranja performansi FSO komunikacionog kanala vršeno je testiranje predloženih modela za prenos podataka. Testiranje je vršeno tako što je analizirani Malaga model komunikacionog kanala sveden na model Rajsovog kanala. Za takav model predložen je algoritam za testiranje koji je realizovan u programskom paketu MATLAB. Kako bi realizacija i testiranje kanala bilo verodostojnije i realnije realizovano nije korišćen slučajan broj bitova i merena samo greška u broju prenesenih bitova, već je korišćena slika u različitim oblicima, koja je predloženim algoritmima binarizovana kako bi se simulirao prenos modelovanim FSO kanalom. Korišćena je monohromatska slika u koju je različitim tehnikama insertovan digitalni vodeni žig koja je na prijemnoj strani rekonstruisana i proveravan je uticaj FSO kanala na karakteristike slike i ekstrakovanog digitalnog vodenog žiga. Takođe, u cilju vršenja eksperimenta prenosa slike FSO kanalom korišćena je i slika u boji koja je u našem slučaju predstavljala sliku požara. Slika požara je takođe binarizovana i prenešena FSO kanalom, nakon čega je na prijemnoj strani rekonstruisana i onda su predloženim algoritmom za detekciju požara, vršena testiranja uspešnosti detektovanja požara i upoređivana sa detektovanjem požara u slici pre prenosa FSO kanalom.

U petom poglavlju dat je pregled mogućnosti primene FSO komunikacionih sistema u "last mile" konekciji.

U šestom poglavlju priloženi su kodovi u MATLAB-u za simulaciju prenosa slike u boji kroz Rajsov FSO komunikacioni kanal u cilju detekcije požara u slici i simulaciju prenosa slike sa insertovanim žigom (dvostrukim) kroz Rajsov FSO komunikacioni kanal.

U zaključku disertacije su navedeni osnovni doprinosi disertacije i date su smernice za moguća dalja istraživanja u ovoj oblasti.

3. OCENA DISERTACIJE

3.1. Savremenost i originalnost

Bežični optički prenos predstavlja veoma pogodan i jeftin vid prenosa podataka koji se zasniva na prostiranju optičkog zraka kroz različite medijume. Razumevanje atmosferskih prilika i njihovog uticaja na prostiranje svetlosti je od bitnog značaja za projektovanje efikasnog, inteligentnog i ekonomski isplativog FSO linka kao i pouzdane mreže u cilju

obezbeđivanja konstantnog servisa visokog kvaliteta. Jedna od najčešćih realizacija FSO komunikacionih sistema nalazi primenu u "last mile" konekciji. Međutim, postoje različite štetne karakteristike atmosferskih prilika koje mogu bitno uticati na optički kanal i samim tim dovesti do ozbiljnih slabljenja signala pa čak i do potpunog gubitka istog..

Kako se u sadašnjim mrežnim aplikacijama veoma često prenose digitalni podaci koji mogu najčešće predstavljati sliku, u ovoj disertaciji su istražene performanse prenosa slike FSO kanalom. Prenos slike FSO kanalom predstavlja zanimljivu temu za istraživanje zato što je u novije vreme prenos slike internetom u "last mile" konekciji veoma intenzivan. Na ovaj način se mogu prenositi različiti tipovi digitalnih podataka (slika), od zaštićenih slika digitalnim vodenim žigom, do slike požara.

U ovom kontekstu, kandidat je svoju originalnost potvrdio na korektan i uverljiv način, publikovanjem: 1 (jednog) rada u međunarodnom naučnom časopisusa impakt faktorom, kategorije M23 i 9 (devet) radova u zbornicima sa međunarodnih konferencija (kategorija M33).

3.2. Osvrt na referentnu i korišćenu literaturu

U izradi disertacije korišćena je obimna literatura iz oblasti FSO komunikacionih sistema, i oblasti bežičnog prenosa slike i prenosa slike sa insertovanim žigom, polazeći od bazičnih knjiga, 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 stavljani u korektan kontekst.

3.3. Opis i adekvatnost primenjenih naučnih metoda

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 drugih autora koji su istraživali problematiku kojom se bavi ovaj rad. Kandidat je najpre u disertaciji primenio *metode analize sadržaja* i *metode obrade rezultata* preuzetih iz istraživanja u cilju definisanja pravca istraživanja problema detekcije požara u slici i FSO prenosa podataka.

Primenom *analitičkog metoda*, *numeričkog metoda*, kao i *metoda simulacije* utvrđivane su mogućnosti prenosa FSO kanalom u prisustvu scincilacije i uticaj raznih atmosferskih prilika i nus pojava sagorevanja na detekciju požara u slici. Nakon utvrđivanja mogućnosti prenosa slike požara FSO kanalom predstavljene su mogućnosti detekcije požara u slici pre prenosa slike kanalom i prenosa samo alarma požara i mogućnosti prenosa slike požara FSO kanalom u prisustvu scincilacije i detekcije požara na udaljenoj lokaciji.

3.4. Primenljivost ostvarenih rezultata

Predloženom analizom performansi FSO sistema u radu, moguće je se da se odrede optimalne vrednosti parametra linka za koje bi bio obezbeđen zahtevani kavlitet FSO prenosa digitalne slike u cilju isprave detekcije požara u slici.

Analiziranim i predloženim algoritmima moguće je unaprediti efikasnost sistema za zaštitu od požara putem detekcije požara u slici.

Primenom ovih sistema očekuje se značajno poboljšanje efikasnosti zaštite od požara i pojeftinjenje ovakvog vida zaštite.

Rezultati dobijeni u ovoj disertaciji mogu poslužiti za dalji razvoj efikasnijih algoritama simulacije prenosa podataka kroz FSO komunikacioni kanal, daljirazvoj algoritama za detekciju požara u slici u cilju što efikasnije primene ovog načina detekcije

požara, kao i razvoj praktičnog, lako pokretljivog i prenosivog, modela za FSO komunikaciju u "last mile" konekciji u cilju efikasne komunikacije u vanrednim situacijama.

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

Naučni doprinos doktorske disertacije je u domenu analize i razrade algoritama koji treba da omogući estimaciju neophodnih parametara za projektovanje efikasnog, inteligentnog ekonomski isplativog FSO linka kao i pouzdane mreže u cilju obezbeđivanja konstantnog servisa visokog kvaliteta za prenos slike sa insertovanim vodenim žigom. Kao sastavni delovi doktorske disertacije dati su sledeći naučni doprinosi:

- Predstavljanje matematičkih metoda za analizu standardnih mera performansi Malaga propagacionog modela koja predstavlja opšti oblik propagacionog modela u FSO komunikacionim sistemima, koji se za određene vrednosti parametara može svesti na druge propagacione modele korišćene razmatrane u literaturi
- Predstavljanje izraza u zatvorenom obliku za određivanje verovatnoće greške po bitu na prijemu, BER, pri FSO prenosu QPSK, BDPSK i BFSK modulisanih signala šeme u funkciji parametara prenosa FSO sistema. Diskusija i grafička analiza numerički dobijenih vrednosti BER u zavisnosti od karakterističnih parametara prenosa FSO sistema
- Predstavljanje izraza u zatvorenom obliku za određivanje kapaciteta kanala pri FSO prenosu u funkciji parametara prenosa FSO sistema. Diskusija i grafička analiza numerički dobijenih vrednosti kapaciteta u zavisnosti od karakterističnih parametara prenosa FSO sistema.
- Razvijen je efikasan algoritam za simulaciju prenosa slike kroz Rajsov FSO kanal koji se uspešno može koristiti za dobijanje karakteristika ovakvih sistema.
- Realizacija simulacije prenosa slike u boji kroz Rajsov FSO komunikacioni kanal u cilju detekcije požara u slici u programskom paketu MATLAB.
- Realizacija simulacije prenosa slike sa insertovanim žigom (dvostrukim) kroz Rajsov FSO komunikacioni kanal u programskom paketu MATLAB.
- Razvoj novog rešenja za detekciju požara u slici koji se može iskoristiti u

praktične svrhe u cilju zaštite velikih šumskih prostranstava i drugih nepristupačnih terena.

U disertaciji je detaljno obrađen slučaj prenosa slike kroz Rajsov FSO komunikacioni kanal. Uticaj scintilacije na prenos slike je analiziran kroz uticaj na monohromatsku sliku sa insertovanim digitalnim vodenim žigom u cilju testiranja uticaja kanala na osjetljive i poverljive podatke i na prenos slike u boji koja predstavlja kompleksniji oblik slike od monohromatske. Slika u boji i kompletna analiza prenosa slike u boji kroz FSO komunikacioni kanal je urađena u cilju testiranja primene algoritma za detekciju požara u slici.

4.2. Kritička analiza rezultata istraživanja

Kandidat je razmatrajući raspoloživu literaturu u oblasti teme disertacije izvršio kritičku analizu dostupnih informacija i korektno definišao cilj istraživanja. U istraživačkom radu koristio je pogodne načine verifikacije dobijenih rezultata. Rezultati dobijeni na osnovu analitičkih modela za određivanje performansi prenosa FSO sistemasu podržani su prikazom rezultata simulacije prenosa slike sa insertovanim žigom (dvostrukim) kroz FSO komunikacioni kanal u programskom paketu MATLAB sa odgovarajućim referentnim vrednostima parametara linka. Na kraju je ukazano i na pravac mogućih daljih istraživanja.

4.3. Verifikacija naučnih rezultata

Naučni doprinosi disertacije verifikovani su sledećim radovima kandidata:

Kategorija M23

1. **B. Prlinčević**, S. Panić, P. Spalević, M. Mišić, A. Amnisi, V. Stojanović, "On the Transmission of Double Watermarked Image over Rician FSO Channel", *Elektronika i Elektrotehnika*, ISSN 1392-1215, Vol.22, No.3, pp. 83-88, 2016.

Kategorija M33

1. **B. Prlinčević**, B. Milovanović, P. Spalević, S. Panić, Z. Milivojević "Performance analysis of FSO transmission of watermarked image over Rician fading channels" *TELSIKS 2015*, october 14-17, Niš, Serbia, p.p. 72-75, ISBN: 978-1-4673-7515-3.
2. M. Mišić, **B. Prlinčević**, S. Panić, P. Spalević, B. Milosavljević, "Zavisnost performansi prenosa slike požara kroz Rician FSO kanal od indeksa scintilacija", *IT Žabljak*, 2016, 29.02-05.03.2016.
3. M. Mišić, **B. Prlinčević**, S. Panić, P. Spalević, A. Amnisi, "Zavisnost performansi prenosa slike požara od atmosferskih prilika u slučaju korišćenja Rician FSO kanala", *Infoteh Jahorina 2016*, 16-18.03. 2016..
4. P. Spalević, **B. Prlinčević**, S. Panić, M. Veinović, A. Kokić Arsić, "Performance analysis of FSO transmission over M atmospheric turbulence channels", *ICEST*,

Ohrid 2016.




5. **B. Prlinčević**, Z. Milivojević, P. Spalević, D. Brodić, "Comparative Analysis of the MSD and MSDM Watermarking Algorithms Based on the Schur Decomposition" 50th International Scientific Conference ICEST 2015, 24-26 June 2015 p.p. 258-261, Sofia, Bulgaria, ISBN: 978-619-167-182-3
6. **B. Prlinčević**, Z. Milivojević, P. Spalević, D. Brodić, "*Performance of the SD Algorithm for inserting Watermark in Image Based on the Schur Decomposition*" International Scientific Conference INFOTEH 2015, 18-20 March 2015, Jahorina, Bosnia nad Hercegovina, ISBN:978-99955-763-6-3
7. **B. Prlinčević**, Z. Milivojević, D. Brodić, "*MIPFD Algorithm for Image Fire Detection*", XLIX international conference ICEST 2014 Nis, 25-27 June 2014, vol.II, Serbia, ISBN: 978-86-6125-109-2.
8. **B. Prlinčević**, Z. Milivojević, D. Brodić, "*The Efficiency of MDB Algorithm for Elimination of Impulse Noise at Images with Watermark inserted by DCT-SVD Algorithm*", international scientific conference UNITECH 2014, Gabrovo, Vol. II , Bulgaria, ISSN: 1313-230X, pp. 89-94
9. Z. Milivojević, **B. Prlinčević**, D. Brodić, "*Performance of DDS Algorithm for Insertion of Double Watermark*", international scientific conference UNITECH 2014, Gabrovo, Vol. II , Bulgaria, ISSN: 1313-230X, pp. 122-127

5. MIŠLJENJE KOMISIJE I PREDLOG

Na osnovu izloženog, Komisija konstatuje da doktorska disertacija dipl inž. Bojana Prlinčevića, pod naslovom "*Performanse prenosa slike FSO kanalom u „last mile“ konekciji u prisustvu scintilacije*" ispunjava sve formalne i suštinske uslove predviđene Zakonom o visokom obrazovanju, kao i propise Univerziteta Singidunum u Beogradu. Doktorska disertacija dipl inž. Bojana Prlinčevića sadrži naučne doprinose koji se sastoje u razvoju algoritama koji treba da omogućе estimaciju neophodnih parametara za projektovanje efikasnog, inteligentnog i ekonomski isplativog FSO linka kao i pouzdane mreže u cilju obezbeđivanja konstantnog servisa visokog kvaliteta za prenos slike sa insertovanim vodenim žigom.

Uzimajući u obzir tok procesa izrade doktorske disertacije, činjenicu da su delovi rezultata disertacije objavljeni u referentnim časopisima i zbornicima, kao i ukupne naučne doprinose iz prethodnog perioda, Komisija smatra da je kandidat pokazao nesumnjivu sposobnost za samostalni naučno istraživački rad. Stoga članovi Komisije sa zadovoljstvom predlažu Veću departmana za poslediplomske studije i međunarodnu saradnju da se doktorska disertacija pod naslovom "*Performanse prenosa slike FSO kanalom u „last mile“ konekciji u prisustvu scintilacije*", dipl inž. Bojana Prlinčevića prihvati, izloži na uvid javnosti i uputi na konačno usvajanje Senatu univerziteta Singidunuma u Beogradu.

Članovi komisije:

1. 
Prof. dr Petar Spalević, redovni profesor,
Univerzitet Singidunum, Beograd
2. 
prof. dr Mladen Veinović, redovni profesor,
Univerzitet Singidunum, Beograd
3. 
prof. dr Stefan Panić, vanredni profesor,
Prirodno-matematički fakultet u Kosovskoj Mitrovici,
Univerzitet u Prištini sa privremenim sedištem
u Kosovskoj Mitrovici

Beograd, 28. 06. 2016. Godine