



Универзитет у Београду
Већу научних области техничких наука

З А Х Т Е В

За давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молимо да, сходно чл.46 ст.5.тач.4 Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“ бр.131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације:
„Нови приступ адаптацији Доплерових филтара у радарским системима“ коју је пријавио кандидат **мр Вељко Папић**.
Научна област: електротехника

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата
Мр ВЕЉКО (ДОБРИВОЈЕ) ПАПИЋ
2. Назив и седиште факултета на коме је стекао високо образовање
Електротехнички факултет у Београду
3. Година дипломирања: **1996.године**
4. Назив магистарске тезе кандидата
„Адаптивни Доплерови филтри“
5. Назив факултета на коме је магистарска теза одбрањена
Електротехнички факултет у Београду
6. Година одбране магистарске тезе: **2001.године**
7. Назив факултета на коме је кандидат завршио докторске студије: /
8. Одсек, смер или група: /
9. Година завршетка докторских студија: /

Обавештавамо вас да је Наставно-научно веће Електротехничког факултета на седници одржаној 07.9.2010.године размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

Прилог:

- 1.Предлог теме докторске дисертације са образложењем
- 2.Акт надлежног тела Факултета о подобности теме за израду докторске дисертације

ДЕКАН
ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Миодраг Поповић



На основу чл.128 Закона о високом образовању и чл.66 и чл.68 Статута Електротехничког факултета у Београду, Наставно-научно веће на седници од 07.9.2010.године, донело је

О Д Л У К У

О ПРИХВАТАЊУ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Прихвата се тема докторске дисертације под насловом:
„Нови приступ адаптацији Доплерових филтара у радарским системима“
коју је пријавио **мр Вељко Папић**.

Д Е К А Н

Електротехничког факултета

Проф.др Миодраг Поповић

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA UNIVERZITETA U BEOGRADU

Na 708. sednici Nastavno-naučnog veća Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta u Beogradu održanoj 22.12.2009. godine imenovani smo za članove komisije za prihvatanje predložene teme doktorske disertacije mr Veljka Papića, dipl. inž. elektrotehnike, pod naslovom "Novi pristup adaptaciji Doplerovih filtara u radarskim sistemima". Nakon uvida u dostavljeni materijal podnosimo Nastavno-naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta u Beogradu sledeći

Izveštaj

Podaci o kandidatu

Veljko Papić je rođen u Prijepolju 07.06.1973. godine. Elektrotehnički fakultet u Beogradu je upisao 1991. godine i završio 1996. godine sa prosečnom ocenom 9,24 (devet i 24/100), na odseku za Elektroniku, Telekomunikacije i Automatiku, smeru za Elektroniku. Diplomirao je sa ocenom 10 na smeru za Elektroniku iz predmeta Upravljački računarski sistemi sa diplomskim radom "Projektovanje i realizacija alfanumeričkog displeja za programabilne automate". Od 15.01.1997. je zaposlen na Elektrotehničkom fakultetu, najpre na katedri za Opštu elektrotehniku, na predmetu Teorija električnih kola kao inženjer-saradnik, a zatim je primljen u radni odnos 26.06.1998. u zvanju asistenta-pripravnika na Katedri za automatiku. Magistrirao je, sa prosečnom ocenom 10, decembra 2001. godine na smeru Upravljanje sistemima sa magistarskom tezom "Adaptivni Doplerovi filtri". Od 2002. godine je zaposlen na Katedri za automatiku, odnosno Katedri za signale i sisteme u zvanju asistenta.

Od 1997. godine je napisao više radova za međunarodne i domaće časopise, od kojih izdajamo rad u časopisu **IEE Proceedings – Vision, Image and Signal Processing**, pod naslovom **"Adaptive Doppler-Kalman filter for radar systems"** objavljen u junu 2006. godine i rad u časopisu **IEEE Transactions on Instrumentation and Measurements** pod naslovom **"Extremely Flat-Top Windows for Harmonic Analysis"** objavljen u junu 2007. godine. Osim toga objavio je i prezentovao više radova na međunarodnim i domaćim konferencijama, i bio učesnik na više međunarodnih i domaćih projekata. Od oktobra 1998. godine je držao računske vežbe na predmetima Sistemi automatskog upravljanja, Digitalni sistemi upravljanja, Digitalna obrada signala, Prepoznavanje oblika, Signali i sistemi, Spektralna analiza signala, Digitalna obrada slike, Obrada i prepoznavanje govora, Praktikum iz softverskih alata, Praktikum iz Digitalne obrade signala, kako na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu, tako i na VTA u Žarkovu odnosno na Banjici. Takođe je držao nastavu libijskim studentima na magistarskim i doktorskim studijama na Elektrotehničkom fakultetu, odnosno na VTA Banjica. Osnovne oblasti interesovanja su: Automatsko upravljanje, Digitalna obrada signala, Digitalna obrada slike i Prepoznavanje oblika.

Predmet i cilj istraživanja

Predmet istraživanja ove doktorske disertacije predstavljaju Doplerovi filtri u radarskim sistemima. Brzina cilja u radarskim sistemima može da se odredi na osnovu pomeraja učestanosti nosioca u signalu koji prima antena radara kao posledica relativnog kretanja cilja u odnosu na radar, tj. Doplerovog pomeraja. Pošto se učestanost i faza reflektovanog signala menjaju u vremenu, potrebno je estimirati parametre sinusoidalnog nestacionarnog signala. U tu svrhu se koriste prozorske funkcije koje ograničavaju sekvencu podataka na osnovu koje se procenjuje učestanost. Sistem za estimaciju brzine cilja treba da, sa adekvatnom tačnošću, proceni brzine manje ili više manevarbilnih ciljeva i pod različitim uslovima zašumljenosti reflektovanog signala. U prethodno objavljenim radovima kandidata je predstavljena ideja da dužinu korišćene prozorske funkcije treba

menjati u zavisnosti od ubrzanja cilja i odnosa signal/šum u sistemu. Osnovni cilj ove disertacije je efikasna i pouzdana procena ubrzanja cilja i odnosa signal/šum u reflektovanom signalu. Na osnovu procene ubrzanja Kalmanovim filtrom i procene odnosa signal/šum primenom AR metoda spektralne analize, iz dvodimenzionalne *look-up* tabele se uzima odgovarajuća optimalna dužina prozorske funkcije za procenjeno ubrzanje i odnos signal/šum. U literaturi je poznata ideja da je potrebno primeniti različite dužine sekvenci podataka za različite dinamike ciljeva (Kay, Blackman, Barshalom, Li, Skolnik, Stanković, Katkovnik, Đurović, Kovačević, Papić itd.), a u ovoj disertaciji je detaljno prezentovan pristup adaptaciji dužine prozorske funkcije i algoritmi za procenu ubrzanja cilja i odnosa signal/šum u sistemu.

Polazne hipoteze

Osnovna pretpostavka je da optimalna dužina prozorske funkcije zavisi od procene ubrzanja cilja i odnosa signal/šum u sistemu. Na osnovu niza niza Monte Carlo simulacija biće formirana dvodimenzionalna *look-up* tabela po kriterijumu minimalne kumulativne greške estimacije brzine. Za procenu ubrzanja će biti korišćen Kalmanov filter koji na osnovu formiranog modela u prostoru stanja, osim procene ubrzanja, daje i procenu brzine. Detaljno će biti objašnjen princip rada Kalmanovog filtra i primena u ovoj aplikaciji. Procena odnosa signal/šum će biti izvršena korišćenjem novog pristupa koji se zasniva na AR metodama spektralne analize i ova ideja je prvi put prezentovana na međunarodnoj konferenciji Melecon 2010, na Malti u aprilu 2010. godine. Da bi se smanjio uticaj šuma kvantizacija kao posledica konačne rezolucije frekvencijske ose, predložena je procedura uvijanja učestanosti (Bonacci, Michel, Mailhes 2002).

Naučne metode istraživanja

Brzina cilja se procenjuje na osnovu Doplerovog pomeraja u učestanosti. Stoga je, u Doplerovim radarskim sistemima, najvažnije što tačnije proceniti učestanost. Biće dat pregled metoda za procenu učestanosti (neparametarske, parametarske itd.) i analiziran kvalitet estimacije svake od njih na testnom primeru. Pošto je u pitanju procena učestanosti za nestacionaran signal, biće korišćene metode koje se baziraju na vremenski zavisnoj Fourierovoj transformaciji čija je osnova korišćenje prozorske funkcije. Osim uticaja dužine biće data i kratka analiza uticaja tipa prozorske funkcije na estimaciju. Svi prezentovani rezultati su dobijeni usrednjavanjem niza Monte Carlo simulacija. Jedan od osnovnih rezultata rada je dvodimenzionalna *look-up* tabela sa optimalnim dužinama prozorske funkcije po kriterijumu kumulativne greške estimacije. Za procenu ubrzanja će biti korišćen Kalmanov filter i biće prikazan uticaj varijabilnih parametara Kalmanovog filtra na estimaciju. Procena odnosa signal/šum se zasniva na razvoju na racionalne razlomke funkcije prenosa koja predstavlja procenu spektralne gustine snage modifikovanom kovarijantnom metodom AR spektralne estimacije. Naime, poznato je iz literature (Kay 1988) da dva pola AR modela filtra greške predikcije koji su najbliži jediničnoj kružnici odgovaraju sinusoidalnom signalu dok ostali polovi modeliraju šum. Na osnovu pogodno usvojenog kriterijuma biće procenjen odnos signal/šum u signalu. Algoritam će biti detaljno opisan i biće prikazani rezultati simulacija za različite referentne odnose signal/šum. Na kraju će biti pokazano kako se sintetizuje adaptivni sistem za procenu brzine.

Očekivani naučni doprinos

U literaturi je poznata ideja da je, u slučaju zašumljenog nestacionarnog sinusoidalnog signala, a u cilju bolje estimacije, potrebno menjati dužinu sekvence signala čiji se parametri poznati. Ova tema se bavi procenom brzine cilja u Doplerovim radarskim sistemima, na osnovu procene učestanosti reflektovanog signala i Doplerovog pomeraja. Osnovni naučni doprinos je u sintezi adaptivne Dopler-Kalmanove strukture; u toku procene, adaptivno se menja širina prozorske funkcije Doplerovog filtra u zavisnosti od procenjenog odnosa signal/šum i ubrzanja i adaptivno se

menja parametar Kalmanovog filtra koji u stvari predstavlja procenu varijanse šuma merenja. Drugi naučni doprinos je predlog nove procedure za procenu odnosa signal/šum u sistemu koji se bazira na AR metodama spektralne analize. I na kraju, pomenimo još i korišćenje metode uvijanja učestanosti koja se koristi u cilju smanjenja šuma kvantizacije prilikom procene osnovne učestanosti sinusoide. Ovako sintetizovana adaptivna Dopler-Kalmanova struktura, svojom jednostavnošću i brzinom, daje mogućnosti primene kako u civilnim tako i u vojnim radarskim sistemima.

Plan istraživanja i struktura rada

U ovoj disertaciji, u glavi I, će biti dati osnovni principi rada radarskih sistema sa posebnim osvrtom na radare sa kontinualnom talasnom formom. Takođe će biti dat pregled poznatih metoda za procenu učestanosti u glavi II. U trećoj glavi će biti ispitana opravdanost ideje korišćenja prozorske funkcije promenljive dužine i definisan kriterijum za izbor optimalne dužine prozorske funkcije za različita ubrzanja i odnose signal/šum u sistemu. Optimalne dužine prozorskih funkcija će biti dobijene korišćenjem Monte Carlo simulacija. U četvrtoj glavi će biti opisane teorijske osnove Kalmanovog filtra i način kako se on primenjuje u cilju procene ubrzanja pokretnog cilja, dok će u petoj glavi biti opisan novi pristup za procenu odnosa signal/šum i prikazani rezultati simulacija. Koncept uvijanja učestanosti i način primene u ovoj aplikaciji će biti dati u šestoj glavi ove disertacije. U sedmoj glavi će biti data kompletna struktura adaptivnog filtra i prikazani rezultati simulacija za kretanje cilja različitim ubrzanjima i u uslovima različitog odnosa signal/šum u sistemu.

Zaključak i predlog

Na osnovu svega prethodnog možemo zaključiti da tema prijavljene doktorske disertacije pod naslovom “Novi pristup adaptaciji Doplerovih filtara u radarskim sistemima” omogućava da se u okviru iste ostvare značajni naučni, stručni i praktični doprinosi iz oblasti digitalne obrade signala sa posebnim akcentom na radarske sisteme. Kandidat Veljko Papić je diplomirao i magistrirao na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu i objavio je više radova na temu Doplerovih filtara te ne postoje zakonske smetnje da se pristupi izradi doktorske disertacije. Stoga predlažemo Nastavno-naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu da odobri izradu doktorske disertacije kandidata Veljka Papića pod naslovom naslovom “Novi pristup adaptaciji Doplerovih filtara u radarskim sistemima”.

u Beogradu, 05.07.2010.

Komisija:

dr Željko Đurović, red. prof.

dr Srđan Stanković, red. prof.

dr Novak Jauković, red. prof.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

Име и презиме: Жељко Ђуровић

Звање: редовни професор

Списак радова објављених у научним часописима са Science Citation Index (SCI) листе који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Z. M. Djurovic, B. D. Kovacevic, G. D. Dikic, "Target tracking with two passive infrared non-imaging sensors", *IET Proceeding on Signal Processing*, Vol. 3, No. 3, pp. 177-188, 2009
2. Z. M. Djurovic, B. D. Kovacevic, "A sequential LQG approach to nonlinear tracking problem", *International Journal of System Science*, Vol. 39, No. 4, pp. 371-382, 2008
3. V. D. Papic, Z. M. Djurovic, B. D. Kovacevic, "Adaptive Doppler-Kalman filter for radar systems", *IEE Proceeding on Vision, Image and Signal Processing*, Vol. 153, No. 3, pp. 379-387, 2006

(навести најмање један рад у случају менторства дисертације која се пријављује до 31.12.2008. године, односно најмање три рада у случају менторства дисертације која се пријављује у периоду од 1.01.2009. до 31.12.2009. године, односно најмање пет радова у случају менторства дисертације која се пријављује почев од 1.01.2010. године).

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА
