

**NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU**  
**ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA UNIVERZITETA U BEOGRADU**

Nastavno-naučno veće Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, na sednici održanoj 11.07.2013. godine, imenovalo nas je za članove Komiteta za izbor kandidata Miloša Stankovića, doktora elektrotehnike i računarstva i diplomiranog inženjera elektrotehnike, u zvanje naučni saradnik.

Na osnovu uvida, provere i analize dobijenog materijala u vezi sa kandidatovim stručnim i naučnim aktivnostima, Komisija, pridržavajući se kriterijuma utvrđenih od strane Komisije za sticanje naučnih zvanja Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije i kriterijuma predviđenih Statutom Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, podnosi sledeći

**IZVEŠTAJ**

**Komisije za izbor u zvanje naučnog saradnika kandidata dr Miloša Stankovića**

**BIOGRAFSKI PODACI**

Miloš Stanković je završio osnovnu školu i Matematičku gimnaziju u Beogradu sa odličnim uspehom. Elektrotehnički fakultet u Beogradu upisao je 1997. godine. Diplomirao je 2002. godine na smeru Telekomunikacije sa srednjom ocenom 9.38 i ocenom 10 na diplomskom radu. Od 2002. do 2006. godine bio je stalno zaposlen u Institutu za telekomunikacije i elektroniku "IRITEL", Beograd. 2006. god. upisao je doktorske studije na Univerzitetu u Illinoisu u Urbani, SAD, gde je radio kao istraživač saradnik i asistent na odseku za industrijsku tehniku i sistemsko inženjerstvo. Doktorirao je 2009. godine u oblasti elektrotehnike i računarstva sa doktorskom disertacijom "*Control and Estimation Algorithms for Multiple-Agent Systems*", pod supervizijom mentora prof. Dušana Stipanovića. Od 2009. do 2012. godine bio je posledoktorski naučni istraživač na Kraljevskom institutu tehničkih nauka (KTH), Stockholm, Švedska, na Elektrotehničkom fakultetu, odseku za automatsko upravljanje, pod supervizijom prof. Karla Johansona. Od oktobra 2012. godine angažovan je na projektu Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, III 44004, kao saradnik Inovacionog centra Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu. U aprilu 2013. prihvaćen je njegov predlog projekta finansiranog od strane Evropske unije iz programa *FP7 Marie Curie Actions, Career Integration Grant (CIG)* pod nazivom *Decentralized Monitoring and Adaptive Control for Networked Dynamical Systems (DEMAND)*, na kome je trenutno angažovan kao rukovodilac. Oblasti istraživačkog rada kandidata su: decentralizovano automatsko donošenje odluka, umreženi upravljački sistemi, teorija dinamičkih igara, optimizacija, mašinsko učenje, mobilne senzorske mreže i multiagentni sistemi. Učestvovao je u pisanju predloga i realizaciji još nekoliko međunarodnih projekata kao što su: projekat *Boeing-ITI #3*, kompanija Boeing, rukovodilac: prof. D. M. Stipanović (istraživanje u oblasti decentralizovane estimacije i upravljanja formacijama autonomnih letećih vozila), projekat *NEC (Network-embedded control)*, *Swedish Foundation for Strategic Research*, rukovodilac: prof. K. H. Johansson (istraživanje u oblasti decentralizovanog upravljanja, estimacije i detekcije), projekat *FeedNetBack (Feedback design for wireless networked systems)*, *European Commission, IST program, FP7*, rukovodioci: prof. K. H. Johansson, prof. C. Canudas de Wit (istraživanje u oblasti upravljanja i optimizacije mobilnih senzorskih mreža).

## PREGLED NAUČNOG I STRUČNOG RADA

Naučni i stručni rezultati kandidata prikazani su za period 2008-2013:

### KATEGORIJA M21 (VRHUNSKI MEĐUNARODNI ČASOPISI):

- A1. H.-B. Dürr, M. S. Stanković, C. Ebenbauer and K. H. Johansson. Lie Bracket Approximation of Extremum Seeking Systems, *Automatica*, Vol. 49(6), pp. 1538–1552, 2013.
- A2. M. S. Stanković, K. H. Johansson and D. M. Stipanović. Distributed Seeking of Nash Equilibria with Applications to Mobile Sensor Networks, *IEEE Trans. Automatic Control*, Vol. 57(4), pp. 904-919, 2012.
- A3. N. Ilić, S. S. Stanković, M. S. Stanković and K. H. Johansson. Consensus Based Distributed Change Detection Using Generalized Likelihood Ratio Methodology, *Signal Processing*, Vol. 92(7), pp. 1715–1728, 2012.
- A4. S. S. Stanković, N. Ilić, M. S. Stanković and K. H. Johansson. Distributed Change Detection Based on a Consensus Algorithm, *IEEE Trans. Signal Processing*, Vol. 59(12), pp. 5686-5697, 2011.
- A5. S. S. Stanković, M. S. Stanković and D. M. Stipanović. Decentralized Parameter Estimation by Consensus Based Stochastic Approximation, *IEEE Trans. Automatic Control*, Vol. 56(3), pp. 531-543, 2011.
- A6. M. S. Stanković and D. M. Stipanović. Extremum Seeking under Stochastic Noise and Applications to Mobile Sensors, *Automatica*, vol. 46, pp. 1243–1251, 2010.
- A7. S. S. Stanković, M. S. Stanković and D. M. Stipanović. Consensus Based Overlapping Decentralized Estimation With Missing Observations and Communication Faults, *Automatica*, Vol. 45(6), pp. 1397-1406, 2009.
- A8. S. S. Stanković, M. S. Stanković and D. M. Stipanović. Consensus Based Overlapping Decentralized Estimator, *IEEE Trans. Automatic Control*, Vol. 54(2), pp. 410-415, 2009.

### KATEGORIJA M13 (POGLAVLJE U MONOGRAFIJI KATEGORIJE M11):

- B1. M. S. Stanković, D. M. Stipanović and S. S. Stanković. Consensus Based Multi-Agent Control Structures, *Efficient Modeling and Control of Large-Scale Systems*, a Springer volume by Javad Mohammadpour and Karolos M. Grigoriadis (Editors), 2010.

### KATEGORIJA M33 (RADOVI NA MEĐUNARODNIM KONFERENCIJAMA, ŠTAMPANI U CELINI):

- C1. M. S. Stanković, S. S. Stanković and K. H. Johansson. Distributed Time Synchronization in Lossy Wireless Sensor Networks, *Proc. 3rd IFAC Workshop on Distributed Estimation and Control in Networked Systems (NecSys)*, Santa Barbara, USA, pp. 25-30, 2012.
- C2. M. S. Stanković, S. S. Stanković and K. H. Johansson. Distributed Calibration for Sensor Networks under Communication Errors and Measurement Noise, *Proc. IEEE Conference on Decision and Control*, Maui, USA, pp. 1380-1385, 2012.
- C3. M. S. Stanković, S. S. Stanković and K. H. Johansson. Distributed Macro Calibration in Sensor Networks, *Proc. 20<sup>th</sup> Mediterranean Conference on Control and Automation (MED)*, Barcelona, Spain, pp. 1049-1054, 2012.
- C4. N. Ilić, M. S. Stanković and S. S. Stanković. Adaptive Sensor Networks for Consensus Based Distributed Estimation, *Proc. IEEE International Conference on Control Applications*, Dubrovnik, Hrvatska, pp. 652-657, 2012.
- C5. M. S. Stanković and K. H. Johansson. Distributed Mobility and Power Control for Noncooperative Robotic Ad Hoc and Sensor Networks, *Proc. IEEE Conference on Decision and Control*, Orlando, USA, pp. 2938-2943, 2011.
- C6. M. S. Stanković, S. S. Stanković and D. M. Stipanović. Decentralized Identification for Errors-in-Variables Systems Based on a Consensus Algorithm, *Proc. IEEE Conference on Decision and Control*, Orlando, USA, pp. 2951-2956, 2011.
- C7. H.-B. Dürr, M. S. Stanković and K. H. Johansson. Distributed Positioning of Autonomous Mobile Sensors with Application to Coverage Control, *Proc. American Control Conference*, San Francisco, USA, pp. 4822-4827, 2011.
- C8. H.-B. Dürr, M. S. Stanković and K. H. Johansson. A Lie Bracket Approximation for Extremum Seeking Vehicles, *Proc. 18<sup>th</sup> IFAC World Congress*, Milano, Italy, pp. 11393-11398, 2011.
- C9. N. Ilić, S. S. Stanković, M. S. Stanković and K. H. Johansson. Consensus Based Distributed Change Detection Using Generalized Likelihood Ratio Methodology, *Proc. 19<sup>th</sup> Mediterranean Conference on Control and Automation (MED)*, Corfu, Greece, pp. 1170–1175, 2011.
- C10. M. S. Stanković, K. H. Johansson and D. M. Stipanović. Distributed Seeking of Nash Equilibria in Mobile Sensor Networks, *Proc. IEEE Conference on Decision and Control*, Atlanta, USA, pp. 5598-5603, 2010.
- C11. S. S. Stanković, N. Ilić, Ž. M. Djurović, M. S. Stanković and K. H. Johansson. Consensus Based Overlapping Decentralized Fault Detection and Isolation, *Proc. Conference on Control and Fault-Tolerant Systems (SysTol)*, Nice, France, pp. 570-575, 2010.

- C12. S. S. Stanković, N. Ilić, M. S. Stanković and K. H. Johansson, Distributed Change Detection Based on a Consensus Algorithm, *Proc. 2nd IFAC Workshop on Estimation and Control in Network Systems (NecSys)*, Annecy, France, pp. 203-208, 2010.
- C13. M. S. Stanković, D. M. Stipanović and S. S. Stanković. Decentralized Consensus Based Control Methodology for Vehicle Formations in Air and Deep Space, *Proc. American Control Conference*, Baltimore, USA, pp. 3660-3665, 2010.
- C14. N. Ilić, M. S. Stanković and S. S. Stanković. Consensus Based Overlapping Decentralized Observer for Fault Detection and Isolation, *MELECON*, Valletta, Malta, pp. 190-195, 2010.
- C15. M. S. Stanković and D. M. Stipanović. Discrete Time Extremum Seeking by Autonomous Vehicles in a Stochastic Environment, *Proc. IEEE Conference on Decision and Control*, Shanghai, China, pp. 4541-4546, 2009.
- C16. M. S. Stanković and D. M. Stipanović. Stochastic Extremum Seeking with Applications to Mobile Sensor Networks, *Proc. American Control Conference*, St. Louis, USA, pp. 5622-5627, 2009.
- C17. S. S. Stanković, D. M. Stipanović and M. S. Stanković. Decentralized Overlapping Tracking Control of a Formation of Autonomous Unmanned Vehicles, *Proc. American Control Conference*, St. Louis, USA, pp. 3878-3883, 2009.
- C18. M. S. Stanković, D. M. Stipanović and S. S. Stanković. Consensus Based Multi-Agent Control Structures, *Proc. IEEE Conference on Decision and Control*, Cancun, Mexico, pp. 4364 – 4369, 2008.
- C19. S. S. Stanković, M. S. Stanković and D. M. Stipanović. A Consensus Based Overlapping Decentralized Estimator in Lossy Networks: Stability and Denoising Effects, *Proc. American Control Conference*, Seattle, USA, pp. 4364 – 4369, 2008.
- C20. S. S. Stanković, M. S. Stanković and D. M. Stipanović. Consensus Based Overlapping Decentralized Estimation With Missing Observations and Communication Faults, *Proc. 17<sup>th</sup> IFAC World Congress*, Seoul, Korea, pp. 9338-9343, 2008.

#### **KATEGORIJA M63 (RADOVI NA NACIONALNIM KONFERENCIJAMA, ŠTAMPANI U CELINI):**

- D1. S. S. Stanković, N. Ilić and M. S. Stanković. On Stability of Adaptive Consensus Based Distributed Target Tracking Algorithm, *Proc. Conference ETRAN*, Zlatibor, Serbia, 2012.
- D2. N. Ilić, M. S. Stanković and S. S. Stanković. Consensus Based Distributed Tracking in Sensor Networks with Limited Sensing Range, *Proc. Conference ETRAN*, Banja Vrućica, Serbia, 2011.
- D3. N. Ilić, M. S. Stanković and S. S. Stanković. Consensus Scheme Optimization in Decentralized Consensus Based Observers for Fault Detection and Isolation, *Proc. Conference ETRAN*, Donji Milanovac, Serbia, 2010.
- D4. S. S. Stanković, N. Ilić and M. S. Stanković. A Consensus Based Distributed Algorithm for Change Detection in Sensor Networks, *Proc. Conference ETRAN*, Donji Milanovac, Serbia, 2010.
- D5. P. R. Tadić, M. S. Stanković, S. S. Stanković and Ž. M. Djurović. Consensus Based Decentralized Estimation Applied to Fault Detection and Isolation, *Proc. Conference ETRAN*, Vrnjačka Banja, Serbia, 2009.
- D6. M. S. Stanković, D. M. Stipanović and S. S. Stanković. Consensus Based Overlapping Decentralized Control, *Proc. Conference ETRAN*, Palić, Serbia, 2008.

#### **UČEŠĆE U NAUČNIM PROJEKTIMA:**

- P1. Rukovodilac projekta "DEMAND" (*Decentralized Monitoring and Adaptive Control for Networked Dynamical Systems*), *EU FP7-People Marie Curie, Career Integration Grant #334098*, 2013-2017.
- P2. Učesnik u projektu "Razvoj i integracija tehnologija projektovanja inteligentnog mehatroničkog interfejsa za primenu u medicini (HUMANISM)", Ministarstvo prosvete i nauke #44004, rukovodilac: prof. Goran Đorđević, 2012-2014.
- P3. Učesnik u projektu *NEC (Network-embedded control)*, *Swedish Foundation for Strategic Research*, rukovodilac: prof. K. H. Johansson. Istraživanje u oblasti decentralizovanog upravljanja, estimacije i detekcije, 2011-2012.
- P4. Učesnik u projektu *FeedNetBack (Feedback design for wireless networked systems)*, *European Commission, IST program, FP7*, rukovodioci: prof. K. H. Johansson, prof. C. Canudas de Wit. Istraživanje u oblasti upravljanja i optimizacije mobilnih senzorskih mreža, 2009-2010.
- P5. Učesnik u projektu *Boeing-ITI #3*, Kompanija Boeing, rukovodilac: prof. D. M. Stipanović. Istraživanje u oblasti decentralizovane estimacije i upravljanja formacijama autonomnih letelica, 2007-2009.

## KVALITETATIVNI POKAZATELJI

### 1. Pokazatelji uspeha u naučnom radu

#### 1.1 Nagrade i priznanja za naučni rad

Kandidat je dobitnik nagrada za najbolji naučni rad iz oblasti automatike na 55. konferenciji ETRAN, Vrnjačka banja, Srbija 2009 za rad "*Consensus Based Decentralized Estimation Applied to Fault Detection and Isolation*" i 56. konferenciji ETRAN, Donji Milanovac, Srbija, 2010, za rad "*Consensus Scheme Optimization in Decentralized Consensus Based Observers for Fault Detection and Isolation*". Priloženi su izvodi iz zbornika radova.

#### 1.2 Uvodna predavanja na konferencijama i druga predavanja po pozivu

Kandidat je održao sledeća predavanja po pozivu:

1. Univerzitet u Kaliforniji, San Diego, SAD. "*Consensus Based Decentralized Overlapping Estimation*", februar 2008.
2. KTH Kraljevski tehnički institut, Stokholm, Švedska. "*Decentralized Estimation and Control for Sensor Networks*", mart 2009.
3. Univerzitet u Groningenu, Groningen, Holandija. "*Decentralized Estimation and Control in Networked Dynamical Systems*", mart 2012.
4. Univerzitet u Britanskoj Kolumbiji, Vankuver, Kanada. "*Decentralized Estimation and Control in Networked Dynamical Systems*", oktobar 2012.
5. Univerzitet u Štutgartu, Štutgart, Nemačka. "*Learning in Games based on Multi-Agent Extremum Seeking*", novembar 2012.

Priložena su pozivna pisma.

#### 1.3 Članstva u odborima međunarodnih naučnih konferencija i odborima naučnih društava

Nema.

#### 1.4 Članstva u uređivačkim odborima časopisa, uređivanje monografija, recenzije naučnih radova i projekata

Kandidat je bio recenzent desetina radova u međunarodnim naučnim časopisima (kategorija M21 i M22) i konferencijama (kategorija M33): *IEEE Transactions on Automatic Control*, *Automatica*, *IEEE Transactions on Circuits and Systems I & II*, *IEEE Transactions on Robotics*, *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, *International Journal of Robust and Nonlinear Control*, *Systems & Control Letters*, *American Control Conference*, *IEEE Conference on Decision and Control* i nekoliko drugih konferencija i simpozijuma u srodnim oblastima.

Kandidat nije član uređivačkih odbora časopisa, nije vršio uređivanje monografije i recenzije projekata.

### 2. Angažovanost u razvoju uslova za naučni rad, obrazovanju i formiranju naučnih kadrova

#### 2.1 Doprinos razvoju nauke u zemlji

Kao saradnik Inovacionog centra Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, kandidat je angažovan kao rukovodilac međunarodnog naučnoistraživačkog projekta, predloženog od strane kandidata, finansiranog od strane Evropske unije iz programa *FP7 Marie Curie Actions*, *Career Integration Grant*

(CIG) pod nazivom „*Decentralized Monitoring and Adaptive Control for Networked Dynamical Systems (DEMAND)*”, od aprila 2013.

Kandidat učestvuje u naučnoistraživačkom projektu „Razvoj i integracija tehnologija projektovanja inteligentnog mehatroničkog interfejsa za primenu u medicini (HUMANISM)” finansiranom od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, #44004, rukovodilac: Prof. Goran Đorđević, od oktobra 2012.

## **2.2 Mentorstvo pri izradi magistarskih i doktorskih radova, rukovođenje specijalističkim radovima**

Tokom posledoktorskog naučnoistraživačkog rada na KTH, Stokholm, pored neformalnih supervizija doktorskih i master studenata, kandidat je bio zvanični mentor pri izradi master teze studenta Hans-Bernd Dürr-a. Rezultat je jedan rad u vrhunskom međunarodnom časopisu (A1) i dva na međunarodnim konferencijama (C7 i C8). Priložen je izvod iz master teze.

## **2.3 Pedagoški rad**

Nema.

## **2.4 Međunarodna saradnja**

Kandidat ima veoma razvijenu mrežu saradnika širom sveta, pre svega s obzirom na činjenicu da je većinu dosadašnjih rezultata naučnoistraživačkog rada kandidat postigao u inostranstvu. Tokom doktorskih studija na Univerzitetu u Ilinoisu, SAD, kandidat je učestvovao na projektu *Boeing-ITI #3*, finansiran od strane kompanije *Boeing*, rukovodilac: prof. D. M. Stipanović. U periodu studiranja imao je dva predavanja po pozivu (Univerzitet u Kaliforniji, San Diego, SAD, i Kraljevski tehnički institut u Stokholmu, KTH, Švedska). Kao posledoktorski istraživač na KTH, Stokholm, Švedska, učestvovao je na projektima: *NEC (Network-embedded control)*, finansiran od strane Švedske fondacije za strateška istraživanja, rukovodilac: prof. K. H. Johansson, kao i projektu *FeedNetBack (Feedback design for wireless networked systems)*, finansiran od strane Evropske unije, FP7 program, rukovodioci: prof. K. H. Johansson i prof. C. Canudas de Wit. Tokom posledoktorskog naučnoistraživačkog rada kandidat je imao tri predavanja po pozivu (Univerzitet u Groningenu, Groningen, Holandija, Univerzitet u Britanskoj Kolumbiji, Vankuver, Kanada i Univerzitet u Štutgartu, Nemačka). Kandidat ima posebno uspešnu saradnju sa Univerzitetom u Štutgartu s obzirom da je kao posledoktorski istraživač na KTH, Stokholm učestvovao u programu razmene master studenata pri čemu su ostvareni zavidni naučni rezultati. Od 2008. godine kandidat je učestvovao na 15 vodećih međunarodnih konferencija i radionica gde je imao priliku da predstavi svoje naučne rezultate i uspostavi veze sa vodećim stručnjacima iz oblasti.

## **2.5 Organizacija naučnih skupova**

Nema.

# **3. Organizacija naučnog rada**

## **3.1 Rukovođenje naučnim projektima, potprojektima i zadacima**

Kandidat je od aprila 2013. rukovodilac međunarodnog projekta finansiranog od strane Evropske unije iz programa *FP7 Marie Curie Actions, Career Integration Grant (CIG)* pod nazivom *Decentralized Monitoring and Adaptive Control for Networked Dynamical Systems (DEMAND)*.

Tokom posledoktorskih studija na KTH, Stokholm, Švedska, kandidat je bio rukovodilac potprojekta u okviru projekta *FeedNetBack* (EU, FP7) pod nazivom „*Distributed Positioning of Autonomous Mobile Sensors*“. Rezultat je jedan master rad, jedan rad u vrhunskom međunarodnom časopisu (A1) i dva na međunarodnim konferencijama (C7 i C8).

### **3.2 Primenjenost u praksi kandidatovih tehnoloških projekata, patenata, inovacija i drugih rezultata**

Nema.

## **4. Kvalitet naučnih rezultata**

Oblasti istraživačkog rada kandidata su: umreženi upravljački sistemi, decentralizovano automatsko donošenje odluka, teorija dinamičkih igara, optimizacija, mašinsko učenje i mobilne senzorske mreže. U nastavku je dat detaljniji prikaz publikovanih rezultata kandidata u periodu 2008-2013.

**Automatsko učenje u dinamičkim igrama.** Problem samoorganizacije umreženih autonomnih sistema sa ciljem postizanja nekog globalnog cilja je motivisao kandidata da se bavi istraživanjem upravljačkih algoritama za traženje ekstremuma i da ih proširi na multiagentne sisteme i teoriju igara. Ovo je rezultiralo rešavanje generalnog problema adaptivnog učenja u nekooperativnim igrama sa dinamičkim ograničenjima. Prvo, kandidat je predložio novu, vremenski promenljivu i stohastičku verziju standardnog algoritma za traženje ekstremuma na bazi sinusoidalnih perturbacija [A6, C16], i dokazao skoro sigurnu konvergenciju ka tački ekstremuma postizući kompletnu eliminaciju mernog šuma. U radovima [A2, C10] kandidat je predložio adaptivan i distribuiran algoritam, formulisan u okviru teorije igara, za traženje Nešovog ekvilibrijuma, i dokazao njegovu skoro sigurnu konvergenciju. Dalje, u radovima [A1, C7, C8] kandidat je, sa koautorima, predložio novu geometrijsku interpretaciju determinističke verzije algoritma, baziranu na specifičnoj aproksimaciji pomoću Lievog proizvoda. Nova interpretacija je korišćena da bi se prvi put dokazala semi-globalna praktična stabilnost multiagentnih algoritama baziranih na traženju ekstremuma.

**Mobilne senzorske mreže.** Gore opisani algoritmi su atraktivni za primene na probleme distribuirane koordinacije i optimizacije u mobilnim senzorskim mrežama, s obzirom da su adaptivni (ne zahtevaju poznavanje detaljnog modela sistema), robusni na prisutnost stohastičkog šuma i omogućavaju primenu na agente sa različitim dinamičkim osobinama. U radovima [A2, C7, C8, A6] kandidat je demonstrirao efektivnost ovog pristupa rešavajući probleme distribuiranog upravljanja povezanošću mreže, upravljanja formacijama, postizanja konsenzusa i kontrole pokrivenosti prostora, za slučaj kada se mobini roboti mogu modelovati kao jednostruki integratori, dvostruki integratori i kao kinematički unicikli (sa neintegrabilnim ograničenjima).

U radu [C5], kandidat je predložio nove algoritme za nekooperativnu dodelu resurasa (kontrola snage i položaja) kod generalnih bežičnih robotskih ad hok i senzorskih mreža. Algoritmi rešavaju esencijalne probleme kod ovih sistema koji potiču od nedostatka komunikacione infrastrukture.

U radovima [C1-C3] kandidat je predložio nove algoritme za makro-kalibraciju i vremensku sinhronizaciju senzorskih mreža sa stohastičkim gubicima.

**Decentralizovano upravljanje i estimacija stanja.** Kandidatov naučnoistraživački rad u ovoj oblasti je fokusiran na razvoj efikasnih decentralizovanih algoritama za estimaciju i upravljanje velikim sistemima pretpostavljajući da je komunikacija između agenata sa stohastičkim gubicima. Konkretno, kandidat je, zajedno sa koautorima, predložio dva decentralizovana preklapajuća algoritma bazirana na konsenzus šemi: kod prve je konsenzus implementiran na nivou estimacije stanja [A7, A8, B1, C18-C20, D6], a kod druge na nivou upravljačkih signala [B1, C18, D6]. Stabilnost predloženih algoritama je dokazana pod specifičnim pretpostavkama o strukturi mreže, osobinama lokalnih modela i komunikacionih linkova, sa mogućim prekidima u merenjima i mogućim komunikacionim greškama.

Kandidat je primenio predložene algoritme na problem decentralizovanog upravljanja formacijama vozila [B1, C13] (npr. autonomnim bespilotnim letelicama). Srodnom problemu upravljanja formacijama letelica u dubokom svemiru je pružena posebna pažnja zbog nemogućnosti merenja apsolutnih koordinata letelica [C13], zbog čega je primena predloženog algoritma, sa postizanjem konsenzusa među letelicama o ocenama položaja, od odlučujuće važnosti.

**Decentralizovana estimacija parametara i identifikacija sistema.** U radu [C6] kandidat je predložio novi algoritam za decentralizovanu rekurzivnu estimaciju parametara linearnog stohastičkog sistema sa više ulaza i više izlaza. Polazeći od multiagentne formulacije problema, gde svaki agent može da pristupi samo podskupu zašumljenih ulaza i izlaza sistema, predložen je algoritam koji estimira lokalne korelacione funkcije i globalne parametre sistema, komunicirajući samo sa susednim agentima. Dokazana je skoro sigurna konvergencija ka tačnim parametrima pod podesnim pretpostavkama o osobinama sistema i topologiji mreže.

Na osnovu slične ideje, kandidat je, sa koautorima, primenio konsenzus algoritam na decentralizovanu estimaciju parametara u regresivnom modelu koristeći stohastičku aproksimaciju [A5].

**Distribuirana detekcija promene.** Prateći metodološki predložene metode za decentralizovanu estimaciju stanja i parametara na bazi konsenzusa, u radovima [A3, A4, C9, C12, D4] kandidat je učestvovao u formulaciji algoritma za distribuiranu detekciju promene tokom osmatranja sredine pomoću bežičnih senzorskih mreža. Pretpostavljno je da svi čvorovi mreže mogu da rekurzivno generišu lokalne odluke na bazi rekurzivnog algoritma za vremensko usrednjavanje sa geometrijskim zaboravljanjem. Primenjujući konsenzus šemu, sa unapred određenim asimetričnim težinama, dobija se kompletno distribuiran algoritam koji asimptotski postiže skoro jednako ponašanje svakog čvora mreže, tako da svaki čvor može da se izabere za testiranje dobijenog signala u odnosu na unapred određeni prag. U radovima je dokazano da je srednje-kvadratna greška između optimalnog centralizovanog algoritma i predloženog algoritma reda veličine proporcionalne faktoru zaboravljanja.

**Decentralizovana detekcija i izolacija grešaka.** Gorepomenuti kompleksni veliki sistemi su skloni raznim vrstama grešaka, tako da je veoma važno dizajnirati distribuirane algoritme za nedgledanje funkcionisanja sistema u celini, koji bi detektovali svaku grešku u svim delovima sistema. U radovima [C11, C14, D3, D5] kandidat je, sa koautorima, predložio metod za dizajniranje decentralizovanih preklapajućih opservera za detekciju i izolaciju grešaka, baziran na preklapajućoj dekompoziciji sistema i kooperaciji među agentima.

#### 4.1 Uticajnost kandidatovih naučnih radova

Ukupan broj citata kandidatovih radova, pronađenih putem servisa *Scopus* dana 30. oktobra 2013, je 225 od čega 162 nisu autocitati svih koautora kandidata, dok je putem servisa *Google Scholar* pronađen ukupan broj citata 400. U sledećoj tabeli data je lista citiranih radova kandidata sa ukupnim brojem citata svakog rada (spisak je dobijen servisima *Scopus* i *Google Scholar* 30. oktobra 2013):

Rad	Ukupan broj citata ( <i>Scopus</i> )	Ukupan broj citata bez autocitata svih autora ( <i>Scopus</i> )	Ukupan broj citata ( <i>Google Scholar</i> )
A1	0	0	13
A2	7	5	19
A3	0	0	1
A4	5	3	10
A5	42	32	72
A6	23	18	31
A7	43	30	61
A8	52	34	67
C1	0	0	1
C2	0	0	3
C3	0	0	3
C4	0	0	0
C5	0	0	0
C6	0	0	0
C7	4	2	11
C8	-	-	-
C9	1	0	1
C10	12	9	29
C11	5	5	9
C12	0	0	-
C13	1	1	4
C14	0	0	2
C15	12	9	24
C16	13	10	27
C17	0	0	2
C18	1	1	4
C19	4	3	6
C20	0	0	-
Ukupno	225	162	400

#### 4.2 Parametri kvaliteta časopisa i pozitivna citiranost kandidatovih radova

U periodu 2008-2013 kandidat je objavio 3 rada u časopisu *Automatica*, 3 rada u časopisu *IEEE Transactions on Automatic Control*, 1 rad u časopisu *IEEE Transactions on Signal Processing*, 1 rad u časopisu *Signal Processing*. U sledećoj tabeli dati su impakt faktori ovih časopisa:

Časopis	Impakt faktor	Položaj na listi grupacije <i>Automation &amp; Control Systems</i>	Položaj na listi grupacije <i>Engineering, Electrical &amp; Electronic</i>
<i>Automatica</i>	2.919	6/59	23/243
<i>IEEE Transactions on Automatic Control</i>	2.718	7/59	28/243
<i>IEEE Transactions on Signal Processing</i>	2.813	-	25/243
<i>Signal Processing</i>	1.851	-	57/243

Časopisi *Automatica* i *IEEE Transaction on Automatic Control* važe za vodeće međunarodne časopise iz oblasti automatskog upravljanja i robotike. Časopis *IEEE Transaction on Signal Processing* važi za vodeći međunarodni časopis iz oblasti obrade signala.



### **4.3 Efektivni broj radova i broj radova normiran na osnovu broja koautora**

Svi radovi kandidata u periodu 2008-2013 imaju najviše tri koautora, osim radova A1, A3, A4, C9, C11 i C12 koji imaju četiri koautora i sadrže numeričke simulacije. Dakle, svi radovi kandidata imaju punu težinu.

### **4.4 Stepen samostalnosti i stepen učešća u realizaciji radova u naučnim centrima u zemlji i inostranstvu**

U radovima A2, A6, C1, C2, C3, C5, C6, C10, C15, C16 i C18 kandidat je postigao većinu rezultata samostalno, uz superviziju ostalih koautora. U radovima A1, C7 i C8 kandidat je bio rukovodilac istraživanja koja su rezultirala i master tezom studenta. Pošto je kandidat boravio u inostranstvu u periodu 2008-2013, svi radovi su ostvareni u inostranstvu. Veliki broj radova ostvaren je uz saradnju sa naučnicima i istraživačima u našoj zemlji.

### **4.5 Značaj radova**

U najznačajnijim radovima kandidata (A1-A8, C1-C3, C5 i C6) predloženi su i analizirani novi fundamentalni algoritmi za decentralizovano i distribuirano automatsko donošenje odluka u multi-agentnim dinamičkim sistemima. Ova istraživačka oblast doživela je veliku ekspanziju u poslednjih nekoliko godina, pre svega zbog ogromnih tehnoloških napredaka u integrisanim telekomunikacijama i računarskim sistemima, što je prouzrokovalo veliki rast u kompleksnosti ali i u mogućnostima automatizovanih upravljačkih sistema. Jedna od konsekvenci je da su se oblasti automatskog upravljanja, telekomunikacija, računara i primenjene matematike sjedinile u jednu oblast koja se bavi takozvanim umreženim kiberfizičkim sistemima (networked cyber-physical systems). Primeri ovakvih sistema su mnogobrojni: senzorske mreže, pametne elektro-energetske mreže, formacija robota i letelica, inteligentni transportni sistemi, pametni industrijski sistemi, istraživanje svemira, teleoperacije, medicinska robotika, kolaboracije preko Interneta itd. Glavne karakteriske ovih sistema su velika dimenzionalnost, nepredvidivost i informaciono-strukturalna ograničenja, koje su glavni motivacioni faktor za razvoj decentralizovanih metoda za automatsko donošenje odluka, što je glavna oblast kandidatovog naučnog rada. Uprkos trenutnom velikom interesovanju kako naučnih tako i privrednih krugova u svetu za ovu istraživačku oblast, u našoj zemlji je još uvek relativno malo naučnoistraživačkih i industrijskih projekata na tu temu, što povećava značaj kandidatovog delovanja u našoj zemlji. O značaju rezultata svedoči i relativno visoka citiranost za relativno kratak vremenski period posle publikovanja.

### **4.6 Doprinos kandidata realizaciji koautorskih radova**

U radovima A2, A6, C1, C2, C3, C5, C6, C10, C15, C16 i C18 kandidat je postigao većinu rezultata samostalno, uz superviziju ostalih koautora. U radovima A1, C7 i C8 kandidat je bio rukovodilac istraživanja koja su rezultirala i master tezom studenta. U ostalim radovima kandidat je usko saradivao sa ostalim koautorima u svim fazama rada (formulisanje novih algoritama, njihova analiza sa rigoroznim matematičkim dokazima navedenih tvrdnji, ilustracija osobina algoritama putem simulacija u programskom jeziku MATLAB).

## ISPUNJENOST USLOVA ZA STICANJE ZVANJA

Prema Pravilniku o postupku i načinu vrednovanja, i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača, minimalni i ostvareni kvantitativni pokazatelji za sticanje zvanja naučni saradnik za tehničko-tehnološke nauke su dati u sledećoj tabeli.

Naučni saradnik		Minimalno	Ostvareno
	Ukupno		16
M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42+M51		9	90
M21+M22+M23+M24		4	64

Gornja tabela je formirana na osnovu činjenice da je kandidat Miloš objavio 8 radova u vrhunskim međunarodnim časopisima (M21), 20 radova sa međunarodnih konferencija štampani u celini (M33), 1 poglavlje u monografiji (M13) i 6 radova na nacionalnim konferencijama štampani u celini (M63). Ukupan broj poena kandidata je 93.

## MIŠLJENJE I PREDLOG


Komisija je konstatovala da kandidat, dr Miloš Stanković ispunjava sve uslove da bude izabran u naučno zvanje naučni saradnik. Stoga predlažemo Nastavno-naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, Komisiji za sticanje naučnih zvanja i matičnom odboru pri Ministarstvu prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, da se dr Miloš Stanković izabere u zvanje naučni saradnik.

U Beogradu,  
dana 01.11.2013.


Komisija



Dr Branko Kovačević, red. prof., Elektrotehnički fakultet u Beogradu



Dr Goran Đorđević, red. prof., Elektronski fakultet u Nišu



Dr Željko Đurović, red. prof., Elektrotehnički fakultet u Beogradu