



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ • ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Булевар краља Александра 73 • 11000 Београд • Србија •
Тел. 011/324-8464 • Факс: 011/324-8681

ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ
Б.Р. 1698
ДАТУМ 21. 6. 2010.
БЕОГРАД

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. 128. Закона о високом образовању (Сл.гласник РС бр.76/2005) дате сагласност на предлог теме докторске дисертације под насловом:

„Оптимизација неблокирајућих пакетских мрежа употребом практичног протокола за рутирање са балансирањем саобраћаја” коју је пријавила **мр Марија Антић**.

Научна област: **електротехника**

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

Име, име једног од родитеља и презиме кандидата

Мр МАРИЈА (ДРАГОЉУБ) АНТИЋ

Назив и седиште факултета на коме је стекао високо образовање

Електротехнички факултет у Београду

Година дипломирања: **2005.године**

Назив магистарске тезе кандидата

„Шема рутирања заснована на балансирању саобраћаја и рутирању по најкраћој путањи”

Назив факултета на коме је магистарска теза одбрана:

Електротехнички факултет у Београду

Година одбране магистарске тезе: **2008.године**

Назив факултета на коме је кандидат завршио докторске студије: /

Одсек, смер или група: /

Година завршетка докторских студија: /

Обавештавамо вас да је Наставно-научно веће Електротехничког факултета на седници одржаној **15.6.2010.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



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ • ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Булевар краља Александра 73 • 11000 Београд • Србија •

Тел. 011/324-8464 • Факс: 011/324-8681

ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ
УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
838
15.6.2010.
БЕОГРАД

На основу чл.128 Закона о високом образовању и чл.66 и 68 Статута Електротехничког факултета у Београду, Наставно-научно веће на седници од 15.6.2010.године, донело је

ОДЛУКУ

О ПРИХВАТАЊУ ТЕМЕ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

Прихвата се тема докторске дисертације под насловом: „Оптимизација неблокирајућих пакетских мрежа употребом практичног протокола за рутирање са балансирањем саобраћаја“ коју је пријавила **мр Марија Антић**.

ДЕКАН

Електротехничког факултета



[Handwritten signature]

Проф. др Миодраг Поповић

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA U BEOGRADU

Od strane Nastavno-naučnog veća Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta u Beogradu određeni smo za članove Komisije za ocenu uslova i prihvatanje teme doktorske disertacije mr Marije Antić, magistra elektrotehničkih nauka, pod naslovom „Optimizacija neblokirajućih paketskih mreža upotrebom praktičnog protokola za rutiranje sa balansiranjem saobraćaja“. Nakon pregleda dostavljene dokumentacije, podnosimo Naučno-nastavnom veću Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu sledeći

IZVEŠTAJ

1. Podaci o kandidatu

Marija Antić rođena je 1980. godine u Beogradu, gde je završila osnovnu školu i Devetu beogradsku gimnaziju. Na studije na Elektrotehničkom fakultetu upisala se 1999. godine. Osnovne studije na smeru za telekomunikacije završila je 2005. godine, sa prosečnom ocenom 9,36 i ocenom 10 na diplomskom radu sa temom „Sistemi za optičku komunikaciju u slobodnom prostoru“, na kome je mentor bio doc. dr Petar Matavulj. Tokom studija bila je stipendista Republičke fondacije za razvoj naučnog i umetničkog podmlatka. Pored toga, dobitnik je i nagrade Vlade Srbije za najbolje studente Univerziteta u Beogradu 2001. godine, kao i stipendije Vlade Kraljevine Norveške i nemačke DAAD stipendije.

Postdiplomske studije na Elektrotehničkom fakultetu, na smeru za telekomunikacione i računarske mreže – komutacija i protokoli, upisala je 2005. godine. Ispite na postdiplomskim studijama položila je sa prosečnom ocenom 10,00. Od februara 2007. godine do juna 2008. godine bila je stipendista Ministarstva nauke Srbije, i u skladu sa uslovima stipendiranja angažovana je na Elektrotehničkom fakultetu, na projektu „Implementacija kontrolera Internet rutera“, rukovodioca doc. dr. Aleksandre Smiljanić. Magistarsku tezu „Šema rutiranja zasnovana na balansiranju saobraćaja i rutiranju po najkraćoj putanji“, na kojoj je mentor bila doc. dr Aleksandra Smiljanić, odbranila je juna 2008. godine i stekla zvanje magistra elektrotehničkih nauka. Jedan rad neposredno povezan sa temom magistarske teze objavljen je na domaćoj konferenciji Telfor 2007, a drugi na međunarodnoj konferenciji IEEE ICC 2008.

Od jula 2008. godine zaposlena je u Inovacionom centru Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, kao saradnik na projektu „Sistemska integracija Internet rutera“, čiji je rukovodilac vanredni profesor dr Aleksandra Smiljanić. Rezultati ovog projekta, vezani za temu doktorske disertacije, objavljeni su u dva rada u časopisu IEEE Communication Letters, u maju 2009 i martu 2010, jednom radu u IEEE Journal on Selected Areas in Communications, u januaru 2010, kao i u jednom radu na međunarodnoj konferenciji IEEE Workshop on High Performance Switching and Routing, juna 2009.

Marija Antić bila je i recenzent za međunarodne časopise IEEE Communication Letters i IEEE Transactions on Communications, kao i za međunarodne konferencije IEEE Workshop on High Performance Switching and Routing, IEEE Globecom i International Telecommunication Networking Workshop on QoS in Multiservice IP Networks.

Iz navedenog se može zaključiti da je kandidat ostvario relevantne rezultate iz oblasti optimizacije rutiranja u neblokirajućim paketskim mrežama. Ovi rezultati predstavljaju osnovu doktorske disertacije, a biće upotpunjeni dodatnim rezultatima. Takođe, može se zaključiti da se kandidat već duže vreme bavi problemima optimizacije rutiranja u neblokirajućim paketskim mrežama, te da je kvalifikovan za izradu doktorske disertacije iz ove oblasti.

2. Predmet i cilj istraživanja

Pravilan izbor strategije rutiranja od velikog je uticaja na performanse telekomunikacione mreže. U zavisnosti od konkretnog slučaja koji se razmatra, kao merilo performansi mreže mogu se posmatrati njena propusna moć ili njena cena. Naime, u slučajevima kada su unapred poznati mrežna topologija i raspoloživi kapaciteti linkova, cilj je ostvariti veliku propusnu moć mreže korišćenjem raspoloživih resursa i garantovati što veći dolazni i odlazni saobraćaj svakom od korisnika. Sa druge strane, u slučajevima kada su unapred poznati saobraćajni zahtevi korisnika, cilj je odrediti kapacitete linkova tako da se omogući rutiranje zadatog saobraćaja, a da pri tom cena mreže bude što niža. Stoga je, u zavisnosti od konkretne situacije, potrebno izvršiti optimizaciju rutiranja u cilju ostvarivanja maksimalne propusne moći mreže, odnosno minimizacije njene cene.

Da bi se ostvarila maksimalna propusna moć mreže, neophodno je odrediti rutiranje tako da se ostvari minimalno zagušenje [1]-[7]. Zagušenje se definiše kao maksimalno iskorišćenje linka u mreži, gde iskorišćenje nekog linka predstavlja odnos između opterećenja i kapaciteta tog linka. Vrednosti saobraćaja u mreži moraju biti takve da ne izazivaju preopterećenje nijednog linka. Ukoliko se svi saobraćajni zahtevi proporcionalno povećavaju, link sa najvećim iskorišćenjem u mreži prvi će postati preopterećen. Što je manja vrednost iskorišćenja ovog linka, to se saobraćajni zahtevi mogu više povećavati.

Kada je u pitanju cena mreže, ona zavisi od cene linkova i cene rutera u mreži. U realnim situacijama, poznate su rute duž kojih su položena optička vlakna. Obično se duž takvih ruta polaže veliki broj vlakana visokog kapaciteta, te se može smatrati da su raspoloživi kapaciteti praktično neograničeni. Stoga se cena uspostave linkova može zanemariti u odnosu na cenu rutera u mreži. Sa druge strane, cena nekog rutera prvenstveno zavisi od cene njegovih portova. Cena

porta zavisi od njegove brzine, a brzina porta mora biti takva da podrži kapacitet linka koji je vezan za taj port. Dakle, cena porta proporcionalna je kapacitetu linka koji je za njega vezan, pa je i cena rutera u mreži proporcionalna ukupnom kapacitetu linkova vezanih za taj ruter. Prilikom optimizacije rutiranja neophodno je, stoga, dimenzionisati kapacitete linkova tako da podrže rutiranje zadatog saobraćaja, a da pri tome ukupna suma kapaciteta svih linkova u mreži bude minimalna.

Veliki problem prilikom optimizacije rutiranja u paketskim mrežama predstavlja činjenica da je izuzetno teško predvideti saobraćajne zahteve u formi intenziteta saobraćaja između parova čvorova izvor-odredište [6]. Porast udela *peer-to-peer* komunikacije na Internetu naročito tome doprinosi. Mnogo je lakše proceniti ukupan saobraćaj generisan ili primljen u nekom čvoru mreže, odnosno odnose među očekivanim saobraćajima čvorova. Stoga je važno formulisati linearni program za pronalaženje optimalnog rutiranja u funkciji ulaznog/izlaznog saobraćaja u čvoru. Upotreba balansiranja saobraćaja na način koji će biti opisan u radu omogućava formulisane linearnog programa za optimizaciju rutiranja upravo u ovoj pogodnoj formi.

Takođe, jedan od zahteva koji se postavlja prilikom projektovanja mreže i odabira strategije rutiranja je i zahtev za pouzdanosću mreže. Naime, pouzdana mreža mora biti u mogućnosti da omogući komunikaciju između krajnjih korisnika i u slučaju otkaza nekog od resursa (rutera ili linka) u mreži. Može se pretpostaviti da je verovatnoća višestrukih otkaza u normalnim radnim okolnostima mala, odnosno da u nekom vremenskom trenutku u mreži može biti u kvaru samo jedan link ili jedan ruter. Ukoliko dođe do pada nekog linka ili rutera u mreži, protokol za rutiranje biće o tome obavešten i rutiranje će biti prilagođeno novonastaloj situaciji. Izvršice se preusmeravanje saobraćaja po raspoloživim putanjama u ostatku mreže, čime može biti povećano opterećenje pojedinih linkova. Posledica toga može biti povećanje zagušenja, odnosno povećanje neophodnog kapaciteta linka i cene porta za koji je on vezan. Samim tim, može biti smanjena propusna moć, odnosno povećana cena mreže.

U ovom radu, biće analizirane prednosti primene praktičnog protokola za rutiranje zasnovanog na balansiranju saobraćaja i rutiranju po najkraćoj putanji, u cilju optimizacije performansi neblokirajućih pouzdanih paketskih mreža. Praktični protokol za rutiranje zasnovan na balansiranju saobraćaja i rutiranju po najkraćoj putanji predložen je i opisan u okviru magistarske teze kandidata. Kod ovog protokola, linearnim programom za optimizaciju rutiranja odabira se skup rutera u mreži koji vrše funkciju takozvanih balansirajućih rutera. Svakom od ovih rutera se kao rezultat optimizacije dodeljuje koeficijent za balansiranje, tako da je ukupna suma svih koeficijenata za balansiranje jednaka jedinici. Zatim se rutiranje saobraćaja između neka dva čvora mreže vrši u dve faze. U okviru prve faze, saobraćaj se od izvora usmerava ka balansirajućim ruterima, proporcionalno koeficijentima za balansiranje koji su dodeljeni tim ruterima. Zatim se u okviru druge faze rutiranja saobraćaj šalje od balansirajućih rutera ka konačnom odredištu. U obe faze vrši se rutiranje po najkraćoj putanji, korišćenjem OSPF protokola. Upravo primena OSPF protokola u obe faze rutiranja omogućava uprošćavanje linearnog programa za optimizaciju rutiranja. Time se vreme neophodno za optimizaciju skraćuje u odnosu na druga rešenja koja takođe koriste balansiranje saobraćaja, a kod kojih je vreme neophodno za optimizaciju rutiranja isuviše dugačko za primenu u praksi – već u mrežama sa nekoliko desetina čvorova kod ovih rešenja potrebno je više sati za optimizaciju, dok analizirani protokol optimizaciju izvršava za manje od minuta.

Relevantne reference:

- [1] H. Räcke, "Minimizing Congestion in General Networks", *Proceedings of the 43rd FOCS*, pp. 43-52, 2002.
- [2] M. Bienkowski, M. Korzeniowski, H. Räcke, "A Practical Algorithm for Constructing Oblivious Routing Schemes", *Proceedings of the 15th SPAA*, pp. 24-33, 2003.
- [3] C. Harrelson, K. Hildrum, S. Rao, "A Polynomial-Time Tree Decomposition to Minimize Congestion", *Proceedings of the 15th SPAA*, 2003.
- [4] M. T. Hajiaghayi, J. H. Kim, F. T. Leighton, H. Räcke, "Oblivious Routing in Directed Graphs with Random Demands", *Proceedings of the 37th STOC*, pp. 193-201, 2005.
- [5] Y. Azar, E. Cohen, A. Fiat, H. Kaplan, H. Räcke, "Optimal Oblivious Routing in Polynomial Time", *Proceedings of the 35th STOC*, pp. 383-388, 2003.
- [6] D. Applegate, E. Cohen, "Making Intra-Domain Routing Robust to Changing and Uncertain Traffic Demands: Understanding Fundamental Tradeoffs", *Proceedings of SIGCOMM '03*, 2003.
- [7] M. T. Hajiaghayi, R. D. Kleinberg, F. T. Leighton, H. Räcke, "Oblivious Routing on Node-Capacitated and Directed Graphs", *Proceedings of the 16th SODA*, pp. 782-790, 2005.
- [8] M. Kodialam, T. V. Lakshman, and S. Sengupta, "Maximum Throughput Routing of Traffic in the Hose Model," in *Proc. INFOCOM 2006*.
- [9] M. Kodialam, T. V. Lakshman, and S. Sengupta, "Traffic-Oblivious Routing for Guaranteed Bandwidth Performance," *IEEE Commun. Mag.*, vol. 45, no. 4, pp. 46-51, Apr. 2007.
- [10] E. Oki, A. Iwaki, "F-TPR: Fine Two-Phase IP Routing Scheme over Shortest Paths for Hose Model", *IEEE Communication Letters*, Apr. 2009.
- [11] I. Keslassy, C. S. Chang, N. McKeown, D. S. Lee, "Optimal Load-Balancing", in *Proc. INFOCOM 2005*, March 2005.
- [12] N. Wang, K. Ho, G. Pavlou, and M. Howarth, "An Overview of Routing Optimization for Internet Traffic Engineering", *IEEE Commun. Surveys & Tutorials*, 1st Quarter 2008.
- [13] R. Cohen and G. Nakibli, "On the Computational Complexity and Effectiveness of N-hub Shortest-Path Routing", *IEEE Trans. Netw.*, June 2008.

- [14] R. Mahajan, N. Spring, D. Wetherall, and T. Anderson, "Inferring Link Weights Using End-to-End Measurements," *Proc. of the IMW 2002*, Nov. 2002.
- [15] B. Towles and W. J. Dally, "Worst-case Traffic for Oblivious Routing Functions," *Computer Architecture Letters*, 1, Feb. 2002.
- [16] A. Smiljanić, "Non-Blocking Packet Networks Based on Load Balancing", invited paper at the *Twenty Second Symposium on Novel Technologies in Postal and Telecommunications Traffic PosTel 2006*, Belgrade 2006
- [17] A. Smiljanić, "Load Balancing Algorithms in Clos Packet Switches", *Proceedings of IEEE International Conference on Communication*, Paris, France, June 2004.
- [18] A. Smiljanić, "Performance of Load Balancing Algorithms in Clos Packet Switches", invited presentation at *Stanford Workshop on Load-Balancing*, [Online] yuba.stanford.edu/lb/, Palo Alto, California, May 2004.
- [19] A. Smiljanić, "Performance of Load Balancing Algorithms in Clos Packet Switches", *Proceedings of IEEE Workshop on High Performance Switching and Routing*, Phoenix, Arizona, April 2004, pp. 304-308.
- [20] A. Smiljanić, "Rate and Delay Guarantees Provided by Clos Packet Switches With Load Balancing," *IEEE/ACM Trans. Networking*, Feb. 2008.

3. Polazne hipoteze

Od odabrane strategije rutiranja zavise performanse telekomunikacione mreže (propusna moć ili cena). U cilju postizanja maksimalne propusne moći, odnosno minimalne cene mreže, neophodno je izvršiti optimizaciju rutiranja. Pri tome, potrebno je obratiti pažnju i na zahtev za pouzdanošću mreže. Naime, mreža mora da bude u stanju da omogući komunikaciju između krajnjih korisnika i u slučaju otkaza nekog od resursa. Pretpostavka je da je verovatnoća višestrukih otkaza mala, odnosno da u jednom trenutku u kvaru mogu biti maksimalno jedan link ili jedan ruter u mreži. Propusna moć i cena mreže određene su njenom propusnom moći i cenom u najnepovoljnijem mogućem slučaju u kom je došlo do kvara. Stoga je, prilikom optimizacije rutiranja, neophodno uzeti u obzir sva stanja u kojima se mreža usled otkaza nekog od resursa može naći.

Do sada predloženi načini za optimizaciju rutiranja uglavnom zahtevaju poznavanje matrice saobraćaja u telekomunikacionoj mreži, i nisu pogodni za upotrebu u mrežama sa velikim brojem čvorova. Primena balansiranja saobraćaja na način koji će biti opisan u disertaciji omogućava formulisanje problema za optimizaciju rutiranja isključivo u funkciji ukupnog saobraćaja generisanog u čvoru mreže. Ovakav način formulisanja problema za optimizaciju rutiranja je primenjiv u praksi, i omogućava rešavanje optimizacionog problema i u mrežama sa velikim brojem čvorova.

Balansiranje saobraćaja već se pokazalo kao efikasan mehanizam za povećanje kapaciteta neblokirajućih svičeva, a u ovome radu biće analizirane prednosti njegove primene u paketskim mrežama, radi povećanja propusne moći, odnosno snižavanje cene mreže.

4. Naučne metode istraživanja

Prilikom izrade doktorske disertacije biće kombinovane teorijske i eksperimentalne metode. U prvom delu disertacije teorijski će biti obrađeni problemi linearne optimizacije uopšte, kao i problemi optimizacije rutiranja. Biće dat osvrt na postojeće algoritme za rutiranje, modelovanje telekomunikacionih mreža korišćenjem teorije grafova, kao i grafovske algoritme za određivanje maksimalnog uparivanja i maksimalnog toka u bipartitnom grafu. Zatim će biti predstavljen originalni način rutiranja, koji koristi balansiranje saobraćaja. Matematičkom analizom biće pokazano da se upotrebom balansiranja saobraćaja može značajno uprostiti linearni program za optimizaciju rutiranja. Takođe, za optimizaciju rutiranja neophodno je poznavati samo ukupan saobraćaj generisan/primljen u čvorovima mreže, a ne i konkretnu raspodelu saobraćaja među parovima čvorova. Prilikom optimizacije rutiranja, vodiće se računa o tome da mreža mora biti pouzdana, i da komunikacija krajnjih korisnika mora biti omogućena i u slučajevima pojedinačnih otkaza resursa u mreži. Zatim će u drugom delu teze biti dati rezultati proračuna kojima se upoređuju performanse predloženog rutiranja sa rutiranjem po najkraćoj putanji za pouzdane realne mreže.

5. Očekivani naučni doprinos

Performanse praktičnog protokola zasnovanog na balansiranju saobraćaja i rutiranju po najkraćoj putanji biće upoređene sa performansama protokola za rutiranje po najkraćoj putanji. Biće predstavljen linearni program za maksimizaciju propusne moći mreže poznate topologije, u slučajevima pojedinačnih kvarova na linkovima i ruterima mreže. Takođe, biće dat i linearni program za minimizaciju cene pouzdane mreže koja može da omogući rutiranje zadatog saobraćaja. Analiza performansi će biti vršena za realne i regularne mrežne topologije. Biće pokazano da primena predložene šeme omogućava postizanje veće propusne moći, odnosno niže cene pouzdane mreže, u odnosu na slučajeve kada je primenjeno rutiranje po najkraćoj putanji. Pri tome, kompleksnost linearnog programa korišćenog za optimizaciju rutiranja je prihvatljiva za realne primene, a za optimizaciju rutiranja neophodno je poznavati samo ukupan saobraćaj generisan/primljen u čvoru mreže.

6. Plan istraživanja i struktura rada

U uvodnim poglavljima disertacije biće dat kratak prikaz teorijskih osnova vezanih za rutiranje u paketskim mrežama i metode linearne optimizacije. Takođe, biće opisan softverski alat korišćen za optimizaciju rutiranja i topologije paketskih mreža. Zatim će biti opisana praktična šema rutiranja sa balansiranjem saobraćaja i dati linearni programi za optimizaciju propusne moći, odnosno cene pouzdane neblokirajuće paketske mreže. Performanse rutiranja sa balansiranjem saobraćaja biće upoređene sa performansama klasičnih protokola za rutiranje po najkraćoj putanji, za realne i regularne mrežne topologije.

7. Zaključak i predlog

Na osnovu izloženog, Komisija konstatuje da mr Marija Antić ispunjava sve formalne i suštinske uslove za pristupanje izradi doktorske disertacije kao i da je predložena tema “Optimizacija neblokirajućih paketskih mreža upotrebom praktičnog algoritma za rutiranje sa balansiranjem saobraćaja” naučno aktuelna u domenu komunikacionih mreža. Zato Komisija predlaže Naučno-nastavnom veću Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu da odobri mr Mariji Antić izradu doktorske disertacije pod gore navedenim naslovom.

U Beogradu, 1. 6. 2010. god.

Komisija:

dr Aleksandra Smiljanić, vanredni prof.

dr Mirjana Stojanović, doc.

dr Vladanka Aćimović-Raspopović, prof.

dr Zoran Jovanović, prof.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата MARIJU ARTIĆ

Име и презиме ментора: ALEXSANDRA SMILJANIĆ

Звање: VANREDNI PROFESOR

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. M. ARTIĆ, A. SMILJANIĆ, "ROUTING WITH LOAD BALANCING: INCREASING THE GUARANTEED NODE TRAFFICS" IEEE COMM. LETTERS, JUNE 2009, P 450-452 ISSN 1089-7798
2. M. PETROVIĆ, A. SMILJANIĆ, M. BLAGOJEVIĆ "DESIGN OF THE SWITCHING CONTROLLER FOR THE HIGH-CAPACITY NON-BLOCKING INTERNET ROUTER", IEEE TRANSACTIONS ON VLSI, AUGUST 07 ISSN 1063-8210
3. A. SMILJANIĆ "RATE AND DELAY GUARANTEES PROVIDED BY CLQS PACKET SWITCHES WITH LOAD BALANCING", IEEE TRANSACTIONS ON NETWORKING, FEB. 2008, ISSN 1063-6692
4. M. BLAGOJEVIĆ, A. SMILJANIĆ, "DESIGN OF THE MULTICAST CONTROLLER FOR THE HIGH-CAPACITY INTERNET ROUTER", IET ELECTRONIC LETTERS, JAN. 2008, ISSN 0013-5199
5. M. PETROVIĆ, A. SMILJANIĆ, "OPTIMIZATION OF THE SCHEDULER FOR THE NON-BLOCKING HIGH-CAPACITY ROUTER", IEEE COMM. LETTERS, JUNE 2007, ISSN: 1089-7798

Заокружити одговарајућу опцију (А, Б, В или Г):

А) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техничко-технолошких, природно-математичких и медицинских наука ментор треба да има најмање три рада са SCI, SSCI, ANCI или SCIE листе.

Б) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији друштвено-хуманистичких наука ментор треба да има најмање три рада са релевантне листе научних часописа (Релевантна листа научних часописа обухвата SCI, SSCI, ANCI и SCIE листе, листу часописа које је Министарство за науку класификовало као M24 и додатну листу часописа коју ће, на предлог универзитета, донети Национални савет за високо образовање. Посебно се вреднују и монографије које Министарство науке класификује као M11, M12, M13, M14, M41 и M51.)

В) У случају израде докторске дисертације према ранијим прописима за кандидате који су стекли академски назив магистра наука ментор треба да има пет радова (референци) које га, по оцени Већа научних области, квалификују за ментора односно дисертације.

Г) У случају да у ужој научној области нема квалификованих наставника, приложити одлуку Већа докторских студија о именовању редовног професора за ментора.

Датум 15. 6. 2010.



ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

[Signature]