

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU

Predmet: Podobnost teme i kandidata Milutina Aksića za izradu doktorske disertacije

Odlukom br. 5011/12-1 od 16.11.2018. godine, imenovani smo za članove Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata Milutina Aksića za izradu doktorske disertacije i naučne zasnovanosti teme „Algoritam za baferisanje paketa u energetski efikasnim Ethernet mrežama”.

Na osnovu materijala priloženog uz Zahtev kandidata, Komisija podnosi sledeći

IZVEŠTAJ

1. Podaci o kandidatu

1.1. Biografski podaci

Milutin Aksić je rođen 18.10.1971. godine u Prištini. Osnovnu školu i Matematičku gimnaziju „Veljko Vlahović“ završio je u Beogradu; tokom školovanja učestvovao je na takmičenjima iz matematike i fizike. Elektrotehnički fakultet u Beogradu upisao je 1990. godine. Diplomirao je 1996. godine, na Odseku za elektroniku, telekomunikacije i automatiku – Smer za telekomunikacije, s prosečnom ocenom 8,49 i ocenom 10 na diplomskom radu (mentor prof. dr Đorđe Paunović). Doktorske studije na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu (modul Telekomunikacije) upisao je 2012. godine.

Po diplomiranju, započinje profesionalnu karijeru u Telekomu Srbija a.d, na poslovima održavanja radiorelejnih uređaja; nastavlja je u preduzeću ACC na poslovima održavanja baza podataka, da bi 2010. godine pokrenuo sopstveno preduzeće Alfatel d.o.o. koje se bavi programiranjem i pružanjem usluga internet-telefonije.

Kandidat govori engleski jezik. Član je strukovne organizacije IEEE.

1.2. Stečeno naučnoistraživačko iskustvo

Doktorske studije na Univerzitetu u Beogradu – Elektrotehničkom fakultetu, kandidat je upisao 2012. godine. Položio je sve ispite predviđene nastavnim planom studija i na njima ostvario sledeći uspeh:

R. br.	Naziv predmeta	Ocena	ESPB	Datum
1.	Komunikacione i računarske mreže	10	9	10.02.2017.
2.	TCP/IP arhitektura	7	9	10.02.2014.
3.	Personalizovani telekomunikacioni sistemi	10	9	15.09.2013.
4.	Energetski efikasne telekomunikacione mreže	10	9	15.09.2013.
5.	Lokalne računarske mreže	10	9	15.09.2013.
6.	Odabrana poglavlja iz arhitekture računarskih sistema	10	9	20.06.2014.
7.	Komunikologija	10	9	09.02.2018.
8.	Teorija i praksa komutacija	10	9	15.09.2017.
9.	Odabrana poglavlja iz operativnih sistema	6	9	28.06.2016.
10.	Sinhronizacija u telekomunikacionim mrežama	10	6	01.07.2018.

U ovome periodu, kandidat je ispunio i sledeće obaveze:

R. br.	Naziv obaveze	ESPB
1.	Naučno stručni rad	3
2.	Studijsko istraživački rad I	15
3.	Studijsko istraživački rad II	15

Kandidat je, prema tome, ukupno ostvario 120 ESPB i opšti uspeh 9,30.

Dosadašnji rezultati kandidata prikazani su u jednom radu objavljenom u istaknutom međunarodnom časopisu (kategorija M22), jednom radu saopštenom na međunarodnoj konferenciji i objavljenom u celini (M33) i jednom radu saopštenom na domaćoj konferenciji i objavljenom u celini (M63):

Međunarodni časopisi sa JCR liste (M22)

1. **M. Aksić** and M. Bjelica, "Packet coalescing strategies for energy-efficient Ethernet", *Electronics Letters*, vol. 50, no. 7, pp. 521-523, March 2014. doi: 10.1049/el.2014.0386, ISSN 0013-5194, IF 0,93

Međunarodne konferencije (M33)

1. **M. Aksić**, H. Redžović and A. Smiljanić, "Application of huge pages to the netmap platform", Proc. 25th Telecommunication Forum (TELFOR), Belgrade, 2017, pp. 1-4. doi: 10.1109/TELFOR.2017.8249300, ISBN 978-1-5386-3072-3 (CD-ROM)

Domaće konferencije (M63)

1. **M. Aksić**, M. Bjelica: „Određivanje trenutaka slanja Ethernet paketa”, Zbornik radova konferencije ETRAN 2016, Zlatibor 2016, str. TE1.5.1 – TE1.5.3, ISBN 978-86-7466-618-0.

Na svim radovima koje je objavio, kandidat je prvopotpisani autor.

Dana 22. 11. 2018. godine, kandidat je polagao ispit o podobnosti teme i kandidata (tzv. doktorski ispit) pred komisijom u sastavu: dr Mirjana Simić-Peجویć, vanredni profesor, Univerzitet u Beogradu – Elektrotehnički fakultet; dr Vladimir Čeperić, docent, Univerzitet u Zagrebu – Fakultet elektrotehnike i računarstva, dr Aleksandar Rakić, vanredni profesor, Univerzitet u Beogradu – Elektrotehnički fakultet; komisija je jednoglasno donela ocenu **zadovoljava**.

1.3. Ocena podobnosti kandidata za rad na predloženoj temi

Komisija je pažljivo analizirala navedene činjenice, a naročito rezultate koje je kandidat ostvario u dosadašnjem školovanju. Uzimajući u obzir njegovu iskazanu spremnost za naučnoistraživački rad, smatramo da je Milutin Aksić kvalifikovan kandidat za rad na predloženoj temi doktorske disertacije.

2. Predmet i cilj istraživanja

Standard za energetske efikasne Ethernet mreže (*Energy Efficient Ethernet* – EEE) objavljen je septembra 2010. godine [1] i postao je integralni deo specifikacije Ethernet [2]. Predložena modifikacija tiče se uštede energije na Ethernet linku. Naime, u klasičnom Ethernetu, snaga mrežnog interfejsa konstantna je sve vreme, nezavisno od toga šalju li se paketi na liniju, ili ne. Izmenom fizičkog sloja referentnog modela za protokole, omogućeno je da se u periodima kada nema paketa za slanje potrošnja energije na linku smanji na 10% ove nominalne vrednosti, čime se ostvaruju značajne uštede u odnosu na klasični Ethernet.

Kasnijim istraživanjima [3, 4] ustanovljeno je da primena standarda EEE nema efekta pri većim iskorišćenjima linka ($> 5\%$); razlog zbog koga se ovo dešava leži u postojanju neizbežnih prelaznih režima pri uključivanju i isključivanju linka, zbog kojih prelazak između aktivnog i neaktivnog režima rada nije trenutna. Kako je potrošnja energije u toku ovih prelaznih režima gotovo ista kao i u aktivnom stanju, njihov uticaj pri intenzivnijem saobraćaju postaje prevelik da bi se doslednom primenom izvornog EEE standarda ostvarile vidljivije uštede.

Moguće rešenje za prevazilaženje ovoga problema je da se paketi baferišu (*coalescing*) i zatim rafalno (*bursty*) pošalju na liniju [5]; time bi se ostvario znatno manji broj prelaznih stanja no inače, jer bi se paketi slali u grupama. Ovim se, međutim, otvara novi problem, jer se baferisanjem paketa pre slanja na liniju povećava kašnjenje u prenosu. Na taj način, projektanti mreža suočavaju se s oprečnim zahtevima – ako je cilj ušteda energije, poželjno je baferisati što više paketa, ali se time povećava i njihovo kašnjenje.

Predloženo istraživanje bavi se iznalaženjem novih načina baferisanja Ethernet paketa, unutar okvira propisanog standardom IEEE 802.3, kojima bi se pomirili oprečni zahtevi u pogledu uštede energije i kašnjenja.

Cilj istraživanja je formulisanje realizabilnih Pareto-optimalnih kriterijuma baferisanja koji će uzeti u obzir fizička ograničenja komponenti koje se koriste u mrežnim interfejsima, tako da u procenjenom radnom režimu omoguće maksimalnu uštedu električne energije, bez degradiranja zadatog kvaliteta servisa, izraženog kroz maksimalno dopušteno kašnjenje paketa. Za razliku od načina baferisanja koji su do sada istraživani u literaturi [4, 6-8], gde su posmatrani kašnjenje i

broj paketa, u ovom istraživanju će se u obzir uzeti kašnjenje paketa i kapacitet bafera, što je opštiji slučaj.

Značaj istraživanja upečatljivo ilustruje procena iz 2010. godine [5], po kojoj bi ušteda električne energije ostvarena primenom izvornog standarda IEEE u SAD iznosila oko 4 TWh godišnje (ekvivalent 400 miliona USD), dok bi se dodatnom primenom baferisanja mogla povećati za 20% (80 miliona USD). Očekuje se da će s vremenom ove vrednosti rasti, jer će se povećavati i upotreba Ethernet.

Deo bibliografije koja će biti korišćena tokom izrade disertacije:

- [1] *IEEE P802.3az, Energy Efficient Ethernet Task Force*, [Online]
<http://www.ieee802.org/3/az/public/index.html>
- [2] *EEE Standard for Ethernet*, IEEE Std 802.3-2015 (Revision of IEEE Std 802.3-2012), March 2016, doi: 10.1109/IEEESTD.2016.7428776
- [3] P. Reviriego, K. Christensen, J. Rabanillo, and J. A. Maestro, "An Initial Evaluation of Energy Efficient Ethernet", *IEEE Communications Letters*, vol. 15, no. 5, pp. 578–580, May 2011, doi: 10.1109/LCOMM.2011.040111.102259, ISSN: 1089-7798
- [4] A. Chatzipapas and V. Mancuso, "Modelling and real-trace-based evaluation of static and dynamic coalescing for energy efficient Ethernet", in *Proceedings of the Fourth International Conference on Future Energy Systems (ACM e-Energy '13)*, May 2013, pp. 161–172, doi: 10.1145/2487166.2487184, ISBN: 978-1-4503-2052-8
- [5] K. Christensen, P. Reviriego, B. Nordman, M. Bennett, M. Mostowfi, and J. A. Maestro, "IEEE 802.3az: The Road to Energy Efficient Ethernet", *IEEE Communications Magazine*, vol. 48, no. 11, pp. 50–56, Nov. 2010, doi: 10.1109/MCOM.2010.5621967, ISSN: 0163-6804
- [6] M. Mostowfi and K. Christensen, "An Energy-Delay Model for a Packet Coalescer", *Proceedings of IEEE Southeastcon*, Orlando, FL, 15-18 March 2012, pp. 1-6, doi: 10.1109/SECon.2012.6196920, ISBN 978-1-4673-1375-9
- [7] J. Meng, F. Ren, W. Jiang and C. Lin, "Modeling and understanding burst transmission algorithms for energy efficient Ethernet", *Proc. IEEE/ACM 21st International Symposium on Quality of Service (IWQoS)*, Montreal, June 2013, pp. 1-10, doi: 10.1109/IWQoS.2013.6550278, ISBN: 978-1-4799-0590-4
- [8] A. Chatzipapas and V. Mancuso, "An M/G/1 Model for Gigabit Energy Efficient Ethernet Links With Coalescing and Real-Trace-Based Evaluation", *IEEE/ACM Transactions on Networking*, vol. 24, no. 5, Oct. 2016, pp. 2663-2675, doi: 10.1109/TNET.2015.2477090, ISSN: 1063-6692

3. Polazne hipoteze

Istraživanje se zasniva na sledećim polaznim hipotezama:

- Vrednosti trajanja prelaznih režima su poznate i navedene u specifikaciji standarda;
- Kapaciteti linkova koji će se razmatrati su 100 Mb/s, 1000 Mb/s i 10 Gb/s;
- Posmatraće se odlazni smer na linku (*uplink*);

- Tačnost *sniffer* programa za registrovanje trenutaka izlaska paketa na liniju je konačna i nije bolja od 1 μ s;
- Propagaciono kašnjenje na linku se zanemaruje, jer su linkovi isuviše kratki da bi ono imalo uticaj na performanse sistema;
- Kriterijumi za pražnjenje bafera su maksimalna količina podataka u njemu i maksimalno kašnjenje prvog paketa koji čeka na slanje.

4. Naučne metode istraživanja

U okviru ovoga istraživanja, koristiće se sledeće metode:

- U cilju upoznavanja s trenutnim stanjem u oblasti energetski efikasnih telekomunikacionih mreža uopšte, a potom i posebno energetski efikasnog Etherneta, s naglaskom na mehanizme koji počivaju na baferisanju paketa pre slanja na liniju, najpre će se izvršiti analiza relevantne literature iz ove oblasti.
- U istraživanju koje će uslediti, primeniće se kombinovani simulacioni i analitički optimizacioni pristup. U pogodnom softverskom alatu će se razviti simulator konačnog automata koji opisuje baferisanje paketa u mrežnoj kartici. Postupkom Monte Carlo simulacije diskretnih događaja, proceniće se potrošnja energije i srednje kašnjenje paketa na linku. Simulacioni proračun uradiće se za svaki uzorak prikupljenog realnog saobraćaja. Na osnovu dobijenih rezultata, formulišće se analitički optimizacioni kriterijum i odrediti parametri bafera u mrežnoj kartici, koji će na taj način biti optimalni u Pareto-smislu

5. Očekivani naučni doprinos

Očekuje se da iz doktorske disertacije proisteknu sledeći konkretni rezultati:

- Razviće se simulaciono okruženje, pomoću koga će se za ulazne uzorke saobraćaja proceniti moguća ušteda energije i srednje kašnjenje paketa u zavisnosti od veličine bafera i maksimalnog vremena čekanja, definisanog tajmerom.
- Ukoliko vremena početaka paketa, koja registruje *sniffer* program za beleženje saobraćaja na linku, sistematski budu odstupala od stvarnih, predložiće se adekvatni algoritam za njihovu korekciju.
- Formulišće se analitički oblik optimizacione funkcije cilja, koja bi pomirila oprečne zahteve za što većom uštedom energije i što manjim kašnjenjem paketa.
- Nalaženjem ekstremnih vrednosti optimizacione funkcije, odrediće se Pareto-optimalni kriterijumi baferisanja, koji će u obzir uzimati kašnjenje paketa i količinu podataka. Dok su do sada u literaturi posmatrani kašnjenje i broj paketa, ovde će se razmatrati kašnjenje paketa i kapacitet bafera, što je opštiji slučaj.
- Predloženo rešenje će se testirati i verifikovati korišćenjem podataka prikupljenih u realnom okruženju.

6. Plan istraživanja i struktura rada

Istraživanje će se obaviti u nekoliko koraka:

- Najpre će se izvršiti pregled naučno-stručne literature radi upoznavanja s glavnim problemima u oblasti istraživanja i analize ponuđenih rešenja.
- Pribaviće se adekvatni uzorci saobraćaja na Ethernet linku, za kapacitete linkova od 100 Mb/s, 1000 Mb/s i 10 Gb/s. Izvršiće se predprocesiranje podataka, u cilju korekcije vremena uzorkovanja *sniffer* programa (tzv. *software timestamping*) u odnosu na realna vremena izlazaka paketa na liniju (*hardware timestamping*).
- Na osnovu sprovedene analize i prikupljenih uzoraka saobraćaja:
 - razvije se algoritam i kompletan simulator rada EEE linka s baferisanjem paketa;
 - proceniće se ušteda energije i kašnjenja paketa u mreži kada se primenjuje baferisanje, za različite kapacitete bafera i trajanja tajmera;
 - formulisaće se optimizacioni kriterijum i optimizovaće se sistem za slučaj statičkog baferisanja, kada su kapacitet bafera i trajanje tajmera konstantni u uspostavljenom radnom režimu;
 - ovi rezultati će se uporediti s onima koji bi se dobili kada bi se primenilo dinamičko baferisanje (kapacitet bafera i trajanje tajmera variraju u toku rada linka).
- Analizom dobijenih rezultata, identifikovaće se dobre i loše strane predložene metodologije i ukazaće se na ograničenja u primeni.

Struktura same disertacije u najvećoj će meri pratiti predloženi plan istraživanja. U uvodnom delu, definišaće se predmet i cilj istraživanja, te objasniti motivacija za njega; potom će slediti kritički pregled stanja u oblasti istraživanja. Centralni deo disertacije činiće poglavlja s opisom realizovanog sistema, naročito sa stanovišta rešavanja problema neadekvatne tačnosti *sniffer* programa, simulatora baferisanja, formulacije optimizacionog problema, te s rezultatima simulacije i ispitivanja performansi. Na kraju će slediti zaključak i spisak korišćene literature.

7. Zaključak i predlog

Kandidat Milutin Aksić, diplomirani inženjer elektrotehnike, prijavio je svoju doktorsku disertaciju „Algoritam za baferisanje paketa u energetski efikasnim Ethernet mrežama” u skladu s Pravilnikom o doktorskim studijama Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, podnevši na uvid sva zahtevana dokumenta. Nakon razmatranja podobnosti teme doktorske disertacije s aspekata predmeta i cilja istraživanja, polaznih hipoteza, naučnih metoda istraživanja, očekivanog naučnog doprinosa, plana istraživanja i strukture rada, kao i provere podobnosti kandidata, ova Komisija je došla do zaključka da i predložena tema i kandidat ispunjavaju sve potrebne uslove – tema je aktuelna i u naučnom smislu značajna, te zadovoljava uslove podobnosti za doktorsku disertaciju; kandidat Milutin Aksić je pokazao podobnost i posvećenost naučnom radu, te smatramo da je sposoban za realizaciju predloženih istraživanja i izradu doktorske disertacije. Komisija predlaže da se naslov teme doktorske disertacije „Algoritam za baferisanje paketa u energetski efikasnim Ethernet mrežama” usvoji bez ikakvih izmena. Komisija konstatuje da ova tema pripada užoj naučnoj oblasti telekomunikacija, za koju je matičan Elektrotehnički fakultet u Beogradu, te u

tome kontekstu za mentora ove doktorske disertacije predlažemo dr Milana Bjelicu, vanrednog profesora zaposlenog na Univerzitetu u Beogradu – Elektrotehničkom fakultetu.

Na osnovu svega navedenog, Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu da **prihvati** temu doktorske disertacije „Algoritam za baferisanje paketa u energetske efikasnim Ethernet mrežama” i da kandidatu Milutinu Aksiću omogući da pristupi njenoj izradi.

U Beogradu, 23. 11. 2018.

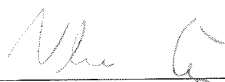
ČLANOVI KOMISIJE



dr Milan Bjelica, vanredni profesor
Univerzitet u Beogradu – Elektrotehnički fakultet



dr Mirjana Simić-Pejović, vanredni profesor
Univerzitet u Beogradu – Elektrotehnički fakultet



dr Vladimir Čeperić, docent
Univerzitet u Zagrebu – Fakultet elektrotehnike i računarstva



dr Aleksandar Rakić, vanredni profesor
Univerzitet u Beogradu – Elektrotehnički fakultet