

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Срђана Дурковића, маг. инж. ел. и рач. за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа Електротехничког факултета Универзитета у Београду бр. 5041/15-1 од 27.11.2020. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Срђана Дурковића, маг. инж. ел. и рач., за израду докторске дисертације и научне заснованости теме **„Предлог нове архитектуре пакетског свича за ефикасно комутирање уникаст и мултикаст саобраћаја“**.

Комисија за оцену подобности теме и кандидата је сугерисала да се наслов теме докторске дисертације измени, што је прихваћено од стране предложеног ментора и кандидата, тако да је усаглашени наслов предложене теме докторске дисертације кандидата Срђана Дурковића: **„Архитектура пакетског свича за ефикасно комутирање уникаст и мултикаст саобраћаја“**.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Срђан Дурковић је рођен 29.7.1991 у Подгорици. Основну школу „Максим Горки“ и Гимназију „Слободан Шкеровић“ је завршио у Подгорици с одличним успехом. Електротехнички факултет у Подгорици је уписао 2009. године, на којем је и дипломирао 2013. године, на смеру за телекомуникације. Мастер академске студије је уписао 2013. године на Електротехничком факултету у Београду, на смеру за системско инжењерство и радио комуникације. Диплому мастер инжењера електротехнике и рачунарства је стекао 2014. године. Докторске академске студије је уписао на Електротехничком факултету у Београду, 2015. године. Област истраживања током докторских студија је архитектура рутера и свичева. Као плод рада на овим истраживањима објавио је два рада у међународним часописима и три рада на конференцијама. Срђан Дурковић је запослен у компанији „Ericsson“, на позицији инжењера за процену перформанси мобилних мрежа.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Срђан Дурковић је докторске студије на Електротехничком факултету уписао школске 2015/2016 године на модулу Телекомуникације. Током докторских студија положио је све испите предвиђене наставним планом и програмом и испунио све обавезе и то:

Р. Бр.	Назив испита	Оцена	ЕСПБ
1.	Специјалне функције	10	9
2.	Увод у научни рад	10	6
3.	Синхронизација у телекомуникационим мрежама	10	9
4.	Когнитивне радио мреже	10	9
5.	Савремене технике контроле грешке у телекомуникацијама	10	9
6.	Комуникационе и рачунарске мреже	10	9
7.	Случајни процеси у телекомуникацијама	10	9
8.	Теорија телекомуникационог саобраћаја	10	9
9.	Сигурност и заштита рачунарских система	10	9
10.	Моделовање саобраћаја у М2М комуникационим системима	10	9
Назив обавезе			
1.	Научно-стручни рад		3
2.	Студијски истраживачки рад I		15
3.	Студијски истраживачки рад II		15

У наставку је дат списак публикација кандидата Срђана Дурковића:

Категорија М20 - Радови објављени у научним часописима међународног значаја

- [1] **S. Durkovic**, Z. Čiča, „Birkhoff-von Neumann Switch Based on Greedy Scheduling,“ *IEEE Computer Architecture Letters*, vol.17(1), pp. 13-16, May 2017, IF₂₀₁₇=1.521, ISSN 1556-6056, DOI: 10.1109/LCA.2017.2707082, **M22**
- [2] **S. Durkovic**, Z. Čiča, „Multicast Load-Balanced Birkhoff-Von Neumann Switch With Greedy Scheduling,“ *IEEE Access*, vol.8, pp. 120654 - 120667, July 2020, IF₂₀₁₉=3.745, ISSN 2169-3536, DOI: 10.1109/ACCESS.2020.3006370, **M21**

Категорија М30 - Зборници међународних научних скупова

- [1] **S. Durkovic**, Z. Čiča, „Birkhoff-von Neumann switch with deflection based load balancing,“ *Proc. of TELFOR 2016*, Belgrade, Serbia, November 2016, ISBN 978-1-5090-4086-5, DOI: 10.1109/TELFOR.2016.7818731, **M33**
- [2] **S. Durkovic**, Z. Čiča, „Fair Service Analysis of Load Balanced Birkhoff-von Neumann Switches,“ *Proc. of icETRAN 2017*, Kladovo, Serbia, June 2017, ISBN 978-86-7466-692-0, **M33**
- [3] **S. Durkovic**, Z. Čiča, „Load Balanced Birkhoff-von Neumann Switch with Output Congestion Detection,“ *Proc. of TELSIS 2017*, Niš, Serbia, October 2017, ISBN 978-1-5386-1799-1, DOI: 10.1109/TELSIS.2017.8246281, **M33**

- [1] S. Durkovic, Z. Čiča, „Birkhoff-von Neumann Switch with Deflection Based Load Balancing,” *Telfor Journal*, vol. 9(1), pp. 14-19, 2017, ISSN 1821-3251, DOI: 10.5937/telfor1701014D, **M52**

Дана 17.12.2020. године на Електротехничком факултету у Београду, кандидат Срђан Дурковић је успешно одбранио тему докторске дисертације на усменој одбрани у присуству Комисије:

1. др Младен Копривица, доцент, Универзитет у Београду - Електротехнички факултет (председник Комисије)
2. др Марија Малнар, ванредни професор, Универзитет у Београду - Саобраћајни факултет
3. др Лазар Сарановац, редовни професор, Универзитет у Београду - Електротехнички факултет

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу резултата досадашњег рада, као и на основу усмене одбране теме докторске дисертације, Комисија има позитивно мишљење о способности кандидата за самосталан и успешан научноистраживачки рад. Кандидат је показао добро познавање постојећих решења у области којом се бави предложена тема, и дао је јасне смернице истраживања и очекиваних резултата у оквиру рада на тези. Имајући све наведено у виду, став Комисије је да Срђан Дурковић задовољава све услове да приступи изради докторске дисертације на предложену тему.

2. Предмет и циљ истраживања

Савремене телекомуникационе мреже се данас у значајној мери заснивају на IP (*Internet Protocol*) технологији. Чак и традиционални телекомуникациони сервиси попут телефоније или телевизије користе IP као основу. Имплементација каблова с оптичким влакнима је омогућила веома велике преносне капацитете. Међутим, веома велике количине саобраћаја које се прослеђују кроз мрежу великим протоцима су довеле до тога да су мрежни чворови (рутери, свичеви) постали потенцијална уска грла. Управо од перформанси мрежних чворова у великој мери зависи квалитет рада целокупне мреже. Предмет истраживања у оквиру ове дисертације представља архитектура и перформансе комутатора који чине кључни градивни елемент мрежних чворова. Циљ је да се на основу досадашњих искустава у развоју комутатора, предложи решење које ће имати боље перформансе у односу на постојећа решења, уз упоредив ниво имплементационе комплексности.

Тренутно су најпопуларнија решења за пакетске комутаторе она која користе баферисање на улазним портovima [1]-[2] као и Биркхоф-фон Нојман свичеви са балансирањем оптерећења [3]-[7]. Свичеви са баферисањем на улазним портovima, захтевају коришћење алгорита за упаривање улазних и излазних портова тзв. распоређивача. С обзиром на то да се од модерних комутатора очекује да подрже брзине портова од неколико стотина Gb/s и више, јасно је да распоређивач мора да буде довољно једноставан да би могао да извршава прорачуне у веома кратком временском интервалу [2]. Кључни недостатак овог типа свичева је слабија скалабилност, односно немогућност да се подржи велики број портова велике брзине услед потребе за прорачуном конфигурација комутатора, односно због стохастичке природе, конфигурација комутатора које зависе од тренутног саобраћаја. Биркхоф-фон Нојман свичеви са балансирањем саобраћаја се састоје од два комутатора који

имају предефинисане тј. детерминистичке конфигурације комутатора [3]. На овај начин је избегнут кључни проблем свичева са баферисањем на улазним портovima, а то је потреба да се у сваком слоту врши прорачун конфигурације свича тј. прорачун парова улаз-излаз. Међутим, код Биркхоф-фон Нојман свичева са балансирањем саобраћаја долази до потенцијалног поремећаја редоследа пакета због тога што пакети истог тока могу ићи различитим путевима кроз свич (последича балансирања саобраћаја), што у IP мрежама доводи до великих проблема код токова који користе TCP (*Transmission Control Protocol*) [4]-[7]. Предложен је велики број решења која превазилазе овај проблем попут механизма повратне спреге [4]-[5], ресеквенционих бафера [6], слања пакета у тзв. фрејм структурама [7].

Истраживачки рад у оквиру ове дисертације ће бити посвећен развоју решења које би требало да комбинује најбоље особине свичева са баферисањем на улазним портovima и Биркхоф-фон Нојман свичева са балансирањем оптерећења, а истовремено да се избегну њихови недостаци. Намера је да се такође користе бафери на улазним портovima и једноставан алгоритам за одабир пакета за слање. С друге стране, циљ је да се, као код Биркхоф-фон Нојман свичева с балансирањем оптерећења, користе свичеви са унапред дефинисаним конфигурацијама, како би се избегла потреба за коришћењем комплексних алгоритама за упаривање улазних и излазних портова. Такође, циљ је да ово решење постиже 100% пропусност, уз одговарајући математички доказ.

Пошто су у последње време велику експанзију доживели сервиси попут IP телевизије, видеа на захтев, телеконференција, онлајн играња, где се исти садржај дели с више корисника истовремено, удео мултикаст саобраћаја није више занемарљив [8]-[11]. Зато ће у оквиру истраживања бити посвећена пажња да се предложено решење додатно унапреди и за ефикасно управљање комбинованим уникаст и мултикаст саобраћајем. Тиме би предложено решење добило додатно на значају као будућем језгру мрежних чворова великих капацитета које подржава и уникаст и мултикаст саобраћај високог протока.

На крају, део истраживања ће бити посвећен и постизању фер опслуживања саобраћаја од стране предложеног пакетског свича. Наиме, у мрежама се с времена на време дешавају и загушења која су последица преоптерећења појединих линкова тј. деоница у мрежи. У случају да свич није добро пројектован за ситуације загушења, може доћи до фаворизовања одређених токова чиме се добија нефер опслуживање токова. Из тог разлога у литератури постоје бројна решења посвећена овом проблему [12]-[15]. Циљ истраживања ће бити и постизање фер сервиса за токове на преоптерећеним излазима комутатора.

Део референци који ће бити коришћен у изради тезе:

- [1] N. McKeown, "The iSLIP Scheduling Algorithm for Input-Queued Switches," *IEEE/ACM Transactions on Networking*, vol. 7, no. 2, pp. 188-201, Apr. 1999.
- [2] M. Petrovic, A. Smiljanic, and M. Blagojevic, "Design of the Switching Controller for the High-capacity Non-blocking Internet Router," *IEEE Transactions on VLSI Systems*, vol. 17, no. 8, pp. 1157-1161, Aug. 2009.
- [3] C.S. Chang, D.S. Lee, and Y.S. Jou, "Load Balanced Birkhoff-von Neumann Switches, Part II: Multistage Buffering," *Computer Communications*, vol. 25, no. 6, pp. 623-634, Apr. 2002.
- [4] B. Hu and K. Yeung, "Feedback-based Scheduling for Load-balanced Two-stage Switches," *IEEE/ACM Transactions on Networking*, vol. 18, no. 4, pp. 1077-1090, Aug. 2010.
- [5] Huang and B. Hu, "The Optimal Joint Sequence Design in the Feedback-based Two-stage Switch," *Proc. of ICC 2014*, pp. 3031-3036, Aug. 2014.
- [6] Y. Shen, S.S. Panwar, and H.J. Chao, "Design and Performance Analysis of a Practical Load-balanced Switch," *IEEE Transactions on Communications*, vol. 57, no. 8, pp. 2420-2429, Aug. 2009.
- [7] J.J. Jaramillo, F. Milan, and R. Srikanth, "Padded Frames: a Novel Algorithm for Stable Scheduling in Load-balanced switches," *IEEE/ACM Transactions on Networking*, vol. 16, no. 5, pp. 1212-1225, Oct. 2008.
- [8] J. Xiao, K.L. Yeung, S. Jamin, "Pipelined Scheduler for Unicast and Multicast Traffic in Input-Queued Switches," in *Proc. of IEEE GLOBECOM*, Washington, DC USA, 2016, pp. 1-6.
- [9] J. Xiao, K.L. Yeung, "Iterative Multicast Scheduling Algorithm for Input-Queued Switch with Variable Packet Size," in *Proc. of IEEE CCECE*, Windsor, ON, Canada, 2017, pp. 1-4.
- [10] B. Hu, K.L. Yeung, "Multicast Scheduling in Feedback-based Two-stage Switch," in *Proc. of IEEE HPSR*, Paris, France, 2009, pp. 1-6.

- [11] Z. Čiča, "Non-blocking Frame Based Multicast Scheduler for IQ Switches," *IET Electronics Letters*, vol. 52, no. 4, pp. 285-287, Feb. 2016.
- [12] D. Stiliadis, A. Varma, "Efficient fair queueing algorithms for packet-switched networks," *IEEE/ACM Transactions on Networking*, vol. 6, no. 2, pp. 175-185, Apr. 1998.
- [13] X. Zhang, L.N. Bhuyan, "Deficit round-robin scheduling for input-queued switches," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 21, no. 4, pp. 584-594, May 2003.
- [14] Z. Dwekat, G.N. Rouskas, "A practical fair queueing scheduler: Simplification through quantization," *Computer Networks*, vol. 55, no. 10, pp. 2392-2406, Jul. 2011.
- [15] M. Sanli, E.G. Schmidt, H.C. Guran, "Hardware design and implementation of packet fair queueing algorithms for the quality of service support in the high-speed internet," *Computer Networks*, vol. 56, no. 13, pp. 3065-3075, Sep. 2012.

3. Полазне хипотезе

Истраживачки рад ће бити заснован на следећим полазним хипотезама:

- Пакетски свичеви са баферима на улазу остварују веома добре перформансе, али имајући у виду актуелне максималне брзине линкова у пакетским мрежама скалабилност им постаје ограничена услед стохастичке природе конфигурације свича.
- Биркхоф-фон Нојман свичеви са балансирањем саобраћаја користе детерминистички принцип конфигурисања свича чиме решавају проблем свичева са баферима на улазу, али имају проблем са поремећајем редоследа пакета у току.
- Полазна хипотеза је да је могуће комбиновати најбоље особине пакетских свичева са баферима на улазу и најбоље особине Биркхоф-фон Нојман свичева са балансирањем саобраћаја да би се добило решење високих перформанси које избегава проблеме карактеристичне за наведене две класе свичева.
- За испитивање перформанси и компаративну анализу, полазна претпоставка је употреба стандардних саобраћајних сценарија (симетрични, асиметрични, делимично асиметрични, спорадични (*bursty*)) за пакетске свичеве.
- За додавање мултикаст подршке развијеном уникаст свичу, полазна хипотеза је да је могуће користити уникаст свич као језгро за подршку мултикаст саобраћају.

4. Научне методе истраживања

У оквиру истраживања користиће се следеће научне методе:

- Анализа постојећих уникаст и мултикаст пакетских свичева - биће проучена постојећа решења предложена у литератури, и потом ће бити урађена селекција најбољих решења која ће бити коришћена за компаративну анализу са постојећим решењем.
- Развој симулационог окружења за испитивање перформанси постојећих решења, као и предложеног решења - у оквиру симулационог окружења ће бити симулиран рад изабраних постојећих решења као и предложеног решења, и биће мерене перформансе.
- Компаративна анализа развијеног решења и постојећих решења - на основу мерења добијених у симулационом окружењу, биће урађена компаративна анализа у циљу процене квалитета предложеног решења у односу на друга постојећа решења.
- Анализа различитих сценарија преоптерећења - биће урађена анализа могућих сценарија преоптерећења одређених излаза свича ради селекције адекватних сценарија за тестирање перформанси уграђене подршке за фер сервис.
- Хардверска имплементација предложеног уникаст свича - избор адекватне хардверске платформе и имплементација решења употребом HDL језика.

5. Очекивани научни допринос

Очекивани научни доприноси предложене докторске дисертације су следећи:

- Предлог архитектуре и начина рада свича који ће остварити боље перформансе у односу на постојећа решења, при чему је имплементациона комплексност задржана на прихватљивом нивоу.
- Развој додатног модула, као додатка решењу из претходне ставке, који омогућава ефикасно комутирање комбинованог уникаст и мултикаст саобраћаја.
- Биће урађена компаративна анализа, где ће бити софтверски симулирана и тестирана изабрана постојећа решења и поређена с решењем које је резултат истраживања.
- Развој подршке за фер сервис развијеног решења.
- Хардверска имплементација предложеног решења, уз анализу употребе хардверских ресурса и остварених перформанси.

6. План истраживања и структура рада

Истраживање у оквиру предложене докторске дисертације ће се извршити по следећем редоследу:

- Проучавање релевантне и актуелне литературе из области пакетске комутације. На основу полазних истраживања и искустава других истраживача, биће дат предлог архитектуре уникаст и мултикаст свича.
- Циљ предложеног решења је да постигне боље перформансе у односу на друга решења из литературе, при чему је додатни циљ да се постигне максимална пропусност уз одговарајући математички доказ.
- Развој симулационог окружења ради оцене перформанси предложеног решења, као и компаративне анализе са постојећим решењима. Посматраће се средње кашњење кроз свич, као и меморијски захтеви за баферисање, и користити као параметри за компаративну анализу. Користиће се различити саобраћајни сценарији, како би се оценило понашање развијеног решења у различитим ситуацијама.
- Развој мултикаст подршке у виду додатног модула који је прилагођен раду са претходно развијеним уникаст свичем.
- Компаративна анализа са постојећим мултикаст решењима користећи претходно развијено симулационо окружење.
- Развој подршке за фер сервис и анализа перформанси за различите сценарије преоптерећења излаза свича.
- Развој хардверске имплементације реализованог уникаст решења и анализа комплексности имплементације.

7. Закључак и предлог

Узимајући у обзир претходно наведене податке и чињенице о предложеној теми докторске дисертације и кандидату, Комисија закључује да кандидат Срђан Дурковић испуњава све услове да спроведе истраживање и да има способност да успешно уради докторску дисертацију на предложену тему „**Архитектура пакетског свича за ефикасно комутирање уникаст и мултикаст саобраћаја**“.

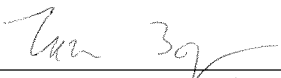
Планирано истраживање, као и предложени садржај дисертације припада актуелној области пакетске комутације и очекивани научни доприноси су значајни у потенцијалном унапређењу перформанси мрежних чворова, а самим тим и пакетских мрежа. Комисија је сагласна да је предложена тема подобна за докторску дисертацију. Комисија констатује да предложена тема припада ужој научној области Телекомуникације, и да је Електротехнички

факултет Универзитета у Београду матичан за ову област, и за ментора за израду докторске дисертације предлаже др Зорана Чичу, ванредног професора Електротехничког факултета Универзитета у Београду. У складу са овим предлогом, уз Извештај је приложен и списак радова др Зорана Чиче, ванредног професора, који га квалификују за ментора.

Имајући у виду сва образложења и оцене наведене у овом извештају, Комисија предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду да кандидату Срђану Дурковићу одобри израду докторске дисертације под насловом: „Архитектура пакетског свича за ефикасно комутирање уникаст и мултикаст саобраћаја“.

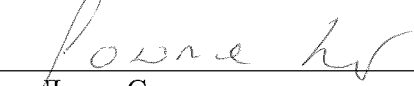
У Београду, 21.12.2020.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ


др Зоран Чича, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет


др Младен Копривица, доцент
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет


др Марија Малнар, ванредни професор
Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет


др Лазар Сарановац, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет