

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

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

Одлуком Наставно-научног већа Електротехничког факултета у Београду бр. 5011/15-1 од 31.01.2022. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Милана Симаковића, маг. инж. ел. и рач., за израду докторске дисертације и научне заснованости теме „Систем за надгледање перформанси мреже кабловског оператора заснован на технологији великих података“.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Милан Симаковић је рођен 3.11.1990. у Јеревану, Република Јерменија. Основну школу „Ђорђе Јовановић“ завршио је у Селевцу, а средњу машинско-електротехничку школу „Гоша“ завршио је у Смедеревској Паланци, обе са одличним успехом. Електротехнички факултет у Београду је уписао 2009. године на којем је и дипломирао 2013. године на модулу за Телекомуникације са просечном оценом 9,24. Мастер академске студије је уписао 2013. године на Електротехничком факултету у Београду, модул Системско инжењерство и радио комуникације. Диплому мастер инжењера електротехнике и рачунарства је стекао 2014. године са просечном оценом 10. Докторске академске студије је уписао на Електротехничком факултету у Београду, 2015. године - модул Телекомуникације. Област истраживања током докторских студија су биле технологије великих података (уобичајен термин за велике податке је биг дата и овај термин ће бити коришћен у остатку извештаја) и примена истих у телекомуникацијама, односно у телекомуникационим мрежама. Као резултат рада на овим истраживањима, објавио је један рад у међународном часопису са SCI листе, два рада на међународним конференцијама и један рад на домаћој конференцији. Милан Симаковић је тренутно запослен у компанији „Grid Dynamics“ као биг дата инжењер.

1.2. Сечено научноистраживачко искуство

Милан Симаковић 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.	Дигитална обрада сигнала	10	9
3.	Моделовање саобраћаја у М2М комуникационим системима	10	9
4.	Софтверски системи за рад у реалном времену	10	9
5.	Теорија телекомуникационог саобраћаја	10	9
6.	Енглески језик	10	6
7.	Функционална анализа и примене	10	9
8.	Когнитивне радио мреже	10	9
9.	Синхронизација у телекомуникационим мрежама	10	9
10.	Вештачка интелигенција	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 Милана Симаковића:

Категорија M20 - Радови објављени у научним часописима међународног значаја

- [1] **M. Simakovic**, Z. Čiča, „Detection and Localization of Failures in Hybrid Fiber–Coaxial Network Using Big Data Platform,” *MDPI Electronics*, vol.10, no.23, November 2021, IF₂₀₂₁=2.412, ISSN 2079-9292, DOI: <https://doi.org/10.3390/electronics10232906>, **M22**

Категорија M30 - Зборници међународних научних скупова

- [1] **M. Simakovic**, Z. Čiča, I. Masnikosa, „Big Data Architecture for Mobile Network Operators,” *Proc. of TELSIKS 2021*, Niš, Serbia, October 2021, ISBN 978-1-6654-4442-2, DOI: 10.1109/TELSIKS52058.2021.9606290, **M33**
- [2] **M. Simakovic**, I. Masnikosa, Z. Čiča, „Performance monitoring challenges in HFC networks,” *Proc. of TELSIKS 2017*, Niš, Serbia, October 2017, ISBN 978-1-5386-1800-4, DOI: 10.1109/TELSKS.2017.8246305, **M33**

Категорија M60 - Зборници скупова националног значаја

- [1] **M. Simakovic**, Z. Čiča, „Big Data Applications and Challenges,” *INFOTEH 2016*, Jahorina, Mart 2016, ISBN 978-99955-763-9-4, **M63**

Дана 21.02.2022. године на Електротехничком факултету у Београду, кандидат Милан Симаковић је успешно одбранио тему докторске дисертације на усменој одбрани у присуству Комисије:

1. др Предраг Иваниш, редовни професор, Универзитет у Београду - Електротехнички факултет (председник Комисије)
2. др Ненад Јевтић, ванредни професор, Универзитет у Београду - Саобраћајни факултет
3. др Милош Цветановић, ванредни професор, Универзитет у Београду - Електротехнички факултет

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу постигнутих резултата кандидата Милана Симаковића у досадашњем раду, као и на основу усмене одбране теме докторске дисертације кандидата, Комисија има позитивно мишљење о способности кандидата за самосталан и успешан научноистраживачки рад. Кандидат је показао добро познавање области којом се бави предложена тема, и предложио је јасне правце истраживања, као и очекиване резултате у оквиру рада на тези. Имајући све наведено у виду, став Комисије је да Милан Симаковић задовољава све услове да приступи изради докторске дисертације на предложеној теми.

2. Предмет и циљ истраживања

Велики савремени телекомуникациони оператори морају да опслуже милионе корисника уз постизање високог нивоа квалитета сервиса. Комуникационе мреже оператора имају велику и хетерогену инфраструктуру. Увођење нових технологија, стандарда, као и пружање нових сервиса корисницима, додатно повећава комплексност постојећих мрежа. Висок квалитет сервиса и висока поузданост мрежа је стандард који се данас код корисника подразумева као основ за формирање уговора. Како би оператори испуњавали ове услове, неопходно је да користе алате тј. платформе за константно надгледање перформанси мреже. Алати за надгледање перформанси убрзавају процес детекције и локализације проблема. Међутим, узевши у обзир комплексност и величину данашњих мрежа, огроман број уређаја које треба надгледати и велики број корисника, надгледање перформанси мреже је веома изазовно.

Платформе за надгледање перформанси мреже прикупљају податке са мрежних уређаја. Прикупљени подаци се процесирају ради извлачења информација од значаја. Добијене информације (на пример, детекција загушења линка, отказ уређаја, и многи други) се користе за одржавање жељеног нивоа квалитета рада мреже. Прикупљени подаци се могу користити и за ефикасно планирање и додатно унапређење мреже. Правовремено постављање линка већег протока за спречавање загушења дела мреже, благовремена замена мрежних уређаја пре њиховог отказа, планирање проширења, пружање нових сервиса клијентима су само неки од примера где прикупљени подаци могу имати примену.

Пошто платформе за надгледање перформанси мреже константно надгледају мрежу и прикупљају податке са великог броја уређаја, количина прикупљених података је огромна. Традиционалне методе за чување и обраду података су практично бескорисне због ограничености ресурса и недостатка скалабилности [1]-[2]. Због тога, традиционалне методе могу да раде само са подкупом прикупљених података, док се велики део прикупљених података одбацује. Уколико би постојала могућност за складиштење и обраду целог прикупљеног скупа података, било би могуће генерисати прецизније информације које би помогле операторима да доносе боље одлуке приликом планирања и надгледања мреже.

Последњих година све више је заступљена технологија великих података која разрешава поменута ограничења приступом дистрибуираног складиштења и обраде података, при чему се за велике податке уобичајено користи термин биг дата. Биг дата технологија представља парадигму из које је изникла читава палета алата за решавање различитих проблема који се јављају у раду са огромном количином података. Преглед биг дата технологија је дат у [2]. Примена биг дата технологије је већ видљива у различитим индустријама које имају потребу за обрадом огромних количина података као што су паметне мреже [3], здравство [4], IoT (*Internet of Things*) [5], енергетика [6]. Примена биг дата технологије је природно решење и за велике телекомуникационе мреже имајући у виду да оне имају могућност прикупљања и потребу за обрадом огромних количина података [7]-[12]. У литератури су доминантно заступљена решења за мобилне мреже [9]-[12], али је за очекивати да ће и решења за IoT у будућности бити веома заступљена нарочито у IoT

решењима са великим бројем крајњих уређаја. Имајући у виду да телекомуникациони оператори могу да прикупљају и информације о самим корисницима, једна од популарних примена биг дата технологија је и у сврху маркетинга [13].

Решења представљена у научној литератури заснована на биг дата технологији са применом у телекомуникационим мрежама углавном покушавају да реше специфичне проблеме који се јављају у телекомуникационим мрежама. Оно што недостаје код свих тих решења јесте предлог свеобухватне архитектуре која може да покрије све захтеве телекомуникационог оператора по питању складиштења, обраде, корелације и брзе претраге података. Поред тога, решења у литератури која предлажу целовиту архитектуру су типично тестирана само у лабораторијским условима [11], док ће решење, предложено у овој дисертацији, бити тестирано у продукционим, односно реалним мрежама.

Истраживачки рад у оквиру ове дисертације ће бити посвећен развоју системског решења за прикупљање и обраду података с циљем надгледања перформанси мреже, а који ће бити заснован на биг дата технологији с конкретном применом у кабловским мрежама, што ће уједно бити и главни допринос. Биће размотрена и употреба предложеног решења и у другим телекомуникационим мрежама, као и осталим индустријским гранама где се врши прикупљање временских серија података (на пример, IoT мреже, индустријска производња и др). Предложено решење ће бити засновано на *open source* технологијама за које није потребна никаква додатна лиценца. Поред предложене архитектуре решења, биће представљена конкретна примена података у циљу мерења перформанси и детекције отказа мрежних уређаја са којих није могуће прикупљање података.

Део референци који ће бити коришћен у изради тезе:

- [1] M. Chen, S. Mao, Y. Liu, "Big data: A Survey," *Mobile Networks and Applications*, vol. 19, no. 2, pp. 171-209, Apr. 2014. DOI: 10.1007/s11036-013-0489-0.
- [2] C.K. Emani, N. Cullot, C. Nicolle, "Understandable Big data: A Survey," *Computer Science Review*, vol. 17, pp. 70-81, Aug. 2015. DOI: 10.1016/j.cosrev.2015.05.002.
- [3] M. Ghorbanian, S.H. Dolatabadi, P. Siano, "Big Data Issues in Smart Grids: A Survey," *IEEE Systems Journal*, vol. 13, no. 4, pp. 4158-4168, Dec. 2019. DOI: 10.1109/JSYST.2019.2931879.
- [4] M. Chen, J. Yang, L. Hu, M. S. Hossain, G. Muhammad, "Urban Healthcare Big Data System Based on Crowdsourced and Cloud-Based Air Quality Indicators," *IEEE Communications Magazine*, vol. 56, no. 11, pp. 14-20, Nov. 2018. DOI: 10.1109/MCOM.2018.1700571.
- [5] T. Wang, Y. Liang, Y. Zhang, X. Zheng, M. Arif, J. Wang, Q. Jin, "An Intelligent Dynamic Offloading from Cloud to Edge for Smart IoT Systems with Big Data," *IEEE Transactions on Network Science and Engineering*, vol. 7, no. 4, pp. 2598-2607, Oct.-Dec. 2020. DOI: 10.1109/TNSE.2020.2988052.
- [6] H. Jiang, K. Wang, Y. Wang, M. Gao, Y. Zhang, "Energy big data: A survey," *IEEE Access*, vol. 4, pp. 3844-3861, 2016. DOI: 10.1109/ACCESS.2016.2580581.
- [7] A. Akbar, G. Kousiouris, H. Pervaiz, J. Sancho, P. Ta-Shma, F. Carrez, K. Moessner, "Real-Time Probabilistic Data Fusion for Large-Scale IoT Applications," *IEEE Access*, vol. 6, pp. 10015-10027, Feb. 2018. DOI: 10.1109/ACCESS.2018.2804623.
- [8] M.S. Hadi, A.Q. Lawey, T.E.H. El-Gorashi, J.M.H. Elmirghani, "Big data analytics for wireless and wired network design: A survey," *Computer Networks*, vol. 132, pp. 180-199, 2018. DOI: 10.1016/j.comnet.2018.01.016
- [9] Y. He, F. R. Yu, N. Zhao, H. Yin, H. Yao, R. C. Qiu, "Big Data Analytics in Mobile Cellular Networks," *IEEE Access*, vol. 4, pp. 1985-1996, Mar. 2016. DOI: 10.1109/ACCESS.2016.2540520.
- [10] J. Liu, F. Liu, N. Ansari, "Monitoring and analyzing big traffic data of a large-scale cellular network with Hadoop," *IEEE Network*, vol. 28, no. 4, pp. 32-39, Jul.-Aug. 2014. DOI: 10.1109/MNET.2014.6863129.
- [11] D.Martinez-Mosquera, R. Navarrete, S. Lujan-Mora, "Development and Evaluation of a Big Data Framework for Performance Management in Mobile Networks," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 226380-226396, Dec. 2020. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.3045175.
- [12] C. -L. I, Y. Liu, S. Han, S. Wang, G. Liu, "On Big Data Analytics for Greener and Softer RAN," *IEEE Access*, vol. 3, pp. 3068-3075, 2015. DOI: 10.1109/ACCESS.2015.2469737.
- [13] Y. Jia, K. Chao, X. Cheng, L. Xu, X. Zhao, L. Yao, "Telecom Big Data Based Precise User Classification Scheme," *2019 IEEE SmartWorld, Ubiquitous Intelligence & Computing, Advanced & Trusted Computing*,

3. Полазне хипотезе

Истраживачки рад ће бити заснован на следећим полазним хипотезама:

- Традиционални алати за прикупљање и обраду података нису адекватни за рад са великим количинама података које се генеришу у мрежама великих телекомуникационих оператора.
- Биг дата технологије, технологије дистрибуираног складиштења и обраде података, су у стању напревајући проблем традиционалних технологија у раду са огромним количинама података.
- У кабловским мрежама, постоје уређаји попут CMTS (*Cable Modem Termination System*) и CPE (*Customer Premises Equipment*) који омогућавају прикупљање великог броја метрика, при чему се оне могу користити за процену њиховог стања.
- У кабловским мрежама, постоје уређаји са којих не може да се прикупља метрика (попут појачавача), али је могуће проценити њихово стање на основу метрика прикупљених од других уређаја (CMTS, CPE).
- Кабловске мреже користе топологију стабла што може да се искористи за детекцију и локализацију кварова имајући у виду да постоји тачно један пут до сваког корисника тј. CPE уређаја.

4. Научне методе истраживања

У оквиру истраживања користиће се следеће научне методе:

- Анализа постојећих решења за надгледање перформанси телекомуникационих мрежа - биће проучена постојећа решења предложена у литератури, проблеме која та решења решавају, као и биг дата алате које користе.
- Анализа кабловских мрежа, при чему ће акценат бити на њиховој архитектури и мрежним уређајима, а у циљу идентификовања специфичних захтева и проблема везаних за надгледање перформанси кабловских мрежа.
- Анализа постојећих биг дата алата у циљу селекције оних који су најподеснији за реализацију платформе за надгледање перформанси кабловских мрежа при чему ће се користити резултати анализа из прве две тачке.
- Предлог, реализација и тестирање архитектуре биг дата платформе за надгледање перформанси кабловских мрежа при чему ће бити предложена решења и за специфичне проблеме попут одређивања стања мрежних уређаја које није могуће директно надгледати, као и ефикасне детекције и локализације кварова у мрежи.
- Анализа постојећих прикупљених података и могућности њихове примене поред примене за надгледање перформанси мреже.
- Анализа могућности примене предложене архитектуре у другим телекомуникационим мрежама.

5. Очекивани научни допринос

Очекивани научни доприноси предложене докторске дисертације су следећи:

- Предлог архитектуре система за надгледање перформанси кабловских мрежа заснована на биг дата технологији која ће остварити боље перформансе у односу на

конкурентна решења по питању скалабилности, количине складиштених података, брзине обраде података и брзине приступа.

- Алгоритам за детекцију перформанси, тј. стања мрежних уређаја са којих није могуће директно прикупити податке.
- Алгоритам за брзу детекцију и локализацију проблема у случају отказа дела кабловске мреже.
- Анализа даљих смерова истраживања и примене развијеног система у другим мрежама.

6. План истраживања и структура рада

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

- Преглед научне литературе и анализа постојећих решења за нагледање перформанси мрежа.
- Проучавање кабловских мрежа са циљем бољег схватања истих и детекције специфичних проблема.
- Преглед тренутно актуелних алата заснованих на биг дата технологији.
- Предлог архитектуре за надгледање перформанси с конкретном применом у кабловским мрежама.
- Развој алгоритма за детекцију стања мрежних уређаја са којих није могуће директно прикупити податке.
- Развој алгоритма за брзу детекцију и локализацију проблема у случају отказа дела кабловске мреже.
- Анализа даљих праваца истраживања која обухвата даљу примену у кабловским мрежама и примену предложене архитектуре у другим мрежама.

7. Закључак и предлог

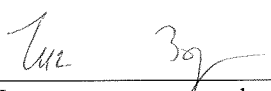
Узимајући у обзир претходно наведене податке и чињенице о предложеној теми докторске дисертације и кандидату, Комисија закључује да кандидат Милан Симаковић испуњава све услове да спроведе истраживање и да има способност да успешно уради докторску дисертацију на предложеној тему **„Систем за надгледање перформанси мреже кабловског оператора заснован на технологији великих података“**.

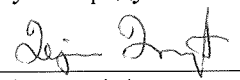
Планирано истраживање, као и предложени садржај дисертације припада актуелним областима телекомуникационих мрежа и примени биг дата технологија у њима и очекивани научни доприноси би требало да значајно унапреде перформансе кабловских мрежа, али и других типова телекомуникационих мрежа. Комисија је сагласна да је предложена тема подобна за докторску дисертацију. Комисија констатује да предложена тема припада ужој научној области Телекомуникације, и да је Електротехнички факултет у Београду матичан за ову област, и за менторе за израду докторске дисертације предлаже др Зорана Чичу, ванредног професора Електротехничког факултета у Београду и др Дејана Драјића, ванредног професора Електротехничког факултета у Београду. У складу са овим предлогом, уз Извештај је приложен и списак радова др Зорана Чиче, ванредног професора, и др Дејана Драјића, ванредног професора који их квалификују за менторе.

Имајући у виду сва образложења и оцене наведене у овом извештају, Комисија предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду да кандидату Милану Симаковићу одобри израду докторске дисертације под насловом: „Систем за надгледање перформанси мреже кабловског оператора заснован на технологији великих података“.

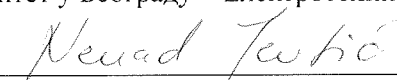
У Београду, 23.02.2022.

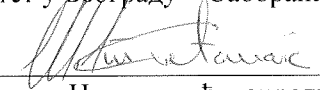
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ


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


др Дејан Драјић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет


др Предраг Иваниш, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет


др Ненад Јевтић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет


др Милош Цветановић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет