Изборном већу
Математичког факултета
Универзитета у Београду

Одлуком Изборног већа Математичког факултета у Београду, донетој на седници одржаној 20. маја 2022. године, именовани смо у комисију за писање извештаја о кандидатима који учествују на конкурсу за избор једног доцента за научну област Рачунарство и информатика. У законском року на конкурс који је расписан и објављен у листу „Послови" 1. јуна 2022. године, пријавио се један кандидат, др Милан Банковић. Комисија, на основу приложене документације, подноси Изборном већу Математичког факултета следећи извештај о овом кандидату, као и завршни предлог.

ИЗВЕШТАЈ

1 др Милан Банковић

1.1 Биографија

Милан Банковић је рођен 3. 5. 1982. године у Петровцу на Млави. Математички факултет, смер Рачунарство и информатика, уписао је октобра 2001. године. Дипломирао је децембра 2006. године са просечном оценом 9,93. Докторске студије на смеру Информатика на Математичком факултету уписао је 2007. године. Све испите предвиђене планом студија положио је са оценом 10, а докторску тезу под називом „Унапређивање SMT решавача коришћењем CSP техника и техника паралелизације" одбранио је крајем 2016. године. Објавио је укупно пет научних радова у часописима са SCI листе, од чега три самостална, а два у периоду од претходног избора у звање доцента. Учествовао је и у раду три водеће међународне конференције, где је у оквиру придружених радионица имао запажена излагања. Такође је учествовао у организацији више научних скупова у земљи које је организовала група за аутоматско резоновање Математичког факултета (АРГО), чији је члан од 2009. године. Научна интересовања су му пре свега у области SAT и SMT решавача, са акцентом на њиховом развоју, унапређивању и применама. Заинтересован је и за програмирање ограничења. До сада је у два циклуса био учесник научних пројеката које је финансирало Министарство просвете, науке и технолошког развоја Владе Републике Србије.

Од 2007. године ангажован је на Математичком факултету, најпре као сарадник у настави, а од 2010. године као асистент за научну област рачунарство и информатика.

Септембра 2017. године је први пут изабран у звање доцента за научну област рачунарство и информатика на Математичком факултету.

1.2 Списак научних радова

Радови објављени у часописима са СЦИ листе.
Кандидат Милан Банковић је аутор пет научних радова објављених у часописима са SCI листе, од чега су два објављена у часописима категорије M22, два у часописима категорије M23, а један у часопису категорије M21. Три рада су самостална, а два су објављена у периоду од претходног избора у звање доцента.

Према бази Google Scholar његови радови до сада имају 19 хетеро-цитата.

1. **Milan Banković**, Filip Marić. *Faradžev Read-type enumeration of non-isomorphic CC systems*. Computational Geometry. 2021. (M23, IF2020: 0.537)
   `https://doi.org/10.1016/j.comgeo.2021.101770`

2. **Milan Banković**, Vladimir Filipović, Jelena Graovac, Jelena Hadži-Purić, Ali R. Hurson, Aleksandar Kartelj, Jovana Kovačević, Nenad Korolija, Miloš Kotlar, Nenad B. Krdžavac, Filip Marić, Saša Malkov, Veljko Milutinović, Nenad Mitić, Stefan Mišković, Mladen Nikolić, Gordana Pavlović-Lažetić, Danijela Simić, Sana Stojanović Djurdjević, Staša Vujičić Stanković, Milena Vujošević Janičić, Miodrag Živković. *Teaching graduate students how to review research articles and respond to reviewer comments*. Advances in Computers. 2020. (M22, IF2020: 2.655)
   `https://doi.org/10.1016/bs.adcom.2019.07.001`

3. **Milan Banković**. *Parallelizing simplex within SMT solvers*. Artificial Intelligence Review. 2017. (M21, IF2017: 3.814)
   `http://link.springer.com/article/10.1007/s10462-016-9495-5`

4. **Milan Banković**. *Solving finite-domain linear constraints in presence of the alldifferent*. Logical Methods in Computer Science. 2016. (M22, IF2016: 0.661)
   `https://lmcs.episciences.org/volume/view/id/270`

5. **Milan Banković**. *Extending SMT solvers with support for finite domain alldifferent constraint*. Constraints. 2015. (M23, IF2015: 0.622)
   `http://link.springer.com/article/10.1007/s10601-015-9232-8`

Учешће на конференцијама и летњим научним школама.
Кандидат је учествовао у раду следећих конференција и летњих научних школа:

1. Federated Logic Conference (FloC) 2010, School of Informatics, Edinburgh, United Kingdom, 2010,

2. 15th International Conference on Theory and Applications of Satisfiability Testing, June 2012, Trento, Italy,

3. SAT/SMT Summer School, 2012, Trento, Italy,
4. YUINFO 2021, Kopaonik, Srbija, Mart 2021,
5. Federated Logic Conference (FloC) 2022, August 2022, Technion – Israel Institute for Technology, Haifa, Israel.

Излагања на стручним и научним скуповима.

На међународним научним скуповима имао је следећа саопштења:

1. Milan Banković. Filip Marić. Alldifferent constraint solver in SMT. Federated Logic Conference 2010. (International Workshop on Satisfiability Modulo Theories – SMT'10). Edinburgh, UK, July 9-21, 2010.
2. Milan Banković. ArgoSMTe: an SMT-LIB 2.0 compliant expression library. Theory and Application of Satisfiability Testing 2012. (International Workshop on Pragmatics of SAT 2012). Trento, Italy, 16-20. June, 2012.
3. Milan Banković, David Šćepanović. Trail saving in SMT. Federated Logic Conference 2022. (International Workshop on Satisfiability Modulo Theories - SMT2022). Haifa, Israel, July 31 - August 12, 2022.

На домаћем научном скупу са међународним учешћем имао је следеће саопштење:

1. Milan Banković. Automatsko rešavanje igre Sokoban pomoću veštačke inteligencije. YU INFO 2021, Kopaonik, Srbija. 2021.

1.3 Приказ научних радова са SCI листе

У раду [1], разматра се интеграција SMT решавача са алгоритмима филтрирања на основу ограничења all-different над коначним доменима (ограничења којим се намеће да све променљиве из неког датог скупа имају различите вредности). Таква интеграција омогућава да се SMT решавачи примене на проблеме задовољења ограничења (CSP проблеме) у којима се јавља ограничење all-different. Основу теоријског решавача за ограничење all-different представља Регинов алгоритам филтрирања. Да би се Регинов алгоритам могао уклопити у SMT решавач, потребно га је проширити алгоритмом за објашњавање конфликата и пропагација извршених на основу ограничења all-different и у раду се за то уводи нови, оригинални алгоритам назван MOS. Тај алгоритам се пореди са неколико сродних алгоритама (алгоритмом Катсилероса и алгоритмом заснованом на мрежном протоку) и показује се да даје боље резултате. На основу описаних алгоритама гради се SMT теоријски решавач за теорију all-different, заснован на DPLL(T) архитектури. На крају се врши експериментална евалуација овог приступа и добијени SMT решавач се пореди са неколико постојећих CSP и SMT решавача и показује се да на широком скупу инстанци даје резултате боље од осталих.

У раду [2] испитује се могућност унапређења широко коришћеног алгоритма за филтрирање на основу линеарних ограничења у проблемима задовољења ограничења (проблемима CSP) у присуству ограничења типа all-different. У многим случајевима то што су променљиве ограничене линеарним ограничењима такође ограничене и неким ограничењима типа all-different може допринети томе да се могу израчунати њихове јаче границе, што води до јаче пропагације ограничења. У раду се предлаже побољшани алгоритам филтрирања који у обзир узима управо овакве случајеве. Даје се детаљан опис предложеног алгоритма и доказује се његова коректност. Ефикасност предложеног приступа се евалуира на пет различитих проблема који укључују комбинације линеарних и all-different ограничења, а врши се и поређење са другим релевантним приступима. Резултати сугеришу велики потенцијал предложених унапређења.

У раду [3], испитују се различити приступи паралелизацији SMT решавача. Уобичајени приступ паралелизацији SAT и SMT решавача је или да се паралелно обилазе различити делови простора претраге (приступ подели-па-владај) или да се више инстанци истог решавача покрене паралелно, свака са различитим параметрима, при чему током рада оне могу да размењују одређене информације (паралени портфолио приступ). Другачији приступ од овога је да се паралелизује извршавање временски захтевних алгоритама који проверавају задовољивост и проналазе пропагације у теорији током обиласка простора претраге. Пошто се највише времена током извршавања решавача проведе у овим процедурама, њихова ефикасна паралелизација може бити обећавајући правац развоја. У раду се описује искуство стечено паралелизаијом алгоритма симплекс који се обично користи у SMT решавачима за резоновање у теорији линеарне аритметике. Даје се детаљан опис овог приступа и приказују се експериментални резултати који процењују потенцијал оваквог приступа у односу на приступ заснован на паралелном портфолију. У раду се такође разматра и комбинација ова два приступа.

У раду [4] разматрају се методолошка питања везана за процес припреме и објављивања радова у области рачунарства и информатике. Рад нарочито разматра питања везана за писање рецензија, као и писање пропратних писама са одговорима на примедбе рецензената. Стицање ових важних вештина је од изузетног значаја за студенте докторских студија који праве своје прве кораке у свету науке, а циљ овог рада је да им целокупан формални процес објављивања научних радова приближи и омогући им да своја истраживања усмере тако да буду објављива. Рад такође разматра специфичности великог броја различитих области рачунарства када је у питању методологија истраживања. Разматрају се актуелни правци истраживања као и специфични захтеви који се постављају пред истраживача како би резултати истраживања били релевантни за научну заједницу и, самим тим, објављиви.

У раду [5] разматра се енумерација неизоморфних конфигурација коначних скупова тачака у равни, у односу на оријентацију тројки тачака скупа. Претпостављамо да је дато n тачака у општем положају, тј. да никоје три тачке нису колинеарне. У том случају, свака тројка тачака (p, q, r) може бити оријентисана *позитивно* (супротно смеру казаљке на сату) или *негативно* (у смеру казаљке на сату). Испоставља се да је

за многе примене у рачунарској геометрији од значаја само како су тројке тачака неког скупа оријентисане, а не и које су конкретне координате тачака тог скупа у равни. За два скупа тачака кажемо да су изоморфна, ако постоји бијективно пресликавање f између ова два скупа такво да за сваку тројку тачака (p, q, r) првог скупа, одговарајућа тројка тачака $(f(p), f(q), f(r))$ другог скупа има исту оријентацију као (p, q, r). Многа значајна тврђења у комбинаторној геометрији се могу доказати тако што се покаже да она важе за сваку конфигурацију тачака у равни (при чему је, наравно, довољно разматрати само неизоморфне конфигурације тачака). Пример таквог тврђења је чувена Ердош-Секерешова хипотеза којом се успоставља доња граница за број тачака у равни у општем положају таквих да сигурно садрже m тачака која одређују темена конвексног m-тоугла. Ова хипотеза тврди да је тај број једнак $2^{m-2} + 1$. Ова хипотеза још увек није доказана у општем случају, али јесте доказана за $m \leq 6$. За $m = 6$, доказ је изведен уз помоћ рачунара, управо разматрањем различитих конфигурација скупа од 17 тачака у равни. Проблем са оваквим приступом је у томе што број неизоморфних конфигурација тачака изузетно брзо расте са повећањем броја тачака n (на пример, за $n = 10$ тај број износи 28627261, за $n = 11$ износи 4686329954, а за $n = 12$ износи 1382939012729). Циљ овог рада је био развој алгоритма за ефикасну енумерацију неизоморфних конфигурација тачака за дато n. Алгоритам је заснован на општој шеми за енумерацију неизоморфних комбинаторних објеката коју су описали Фараџев и Рид у свом раду, као и на примени ефикасних SAT решавача. Уз помоћ развијеног алгоритма потврђени су раније познати резултати за $n \leq 10$, а по први пут су објављени резултати за $n = 11$ и $n = 12$.

1.4 Наставна активност

Као сарадник у настави и као асистент кандидат је држао вежбе из следећих предмета: Програмирање 1, Програмирање 2, Увод у организацију рачунара, Микрорачунари, Развој софтвера 2, Аутоматско резоновање, Напредна архитектура рачунара, Паралелни алгоритми. Као доцент, држао је следеће предмете: Архитектура рачунара, Превођење програмских језика, Увод у организацију и архитектуру рачунара 1, Увод у организацију и архитектуру рачунара 2, Веб програмирање, Аутоматско резоновање, Специјални курс (Симболичко израчунавање).

Био је ментор 4 мастер рада.

- Стефан Марић: „Развој асинхроних веб апликација коришћењем радног оквира Tornado” (одбрањен: 23.9.2020.)
- Јелена Марковић: „Алгоритми за проналажење конвексног многоугла најмањег обима који пресеца дати скуп дужи” (одбрањен: 28.9.2020.)
- Милица Ђурић: „SSO аутентификациони систем и подршка за SSO у оквиру .NET Core радног оквира” (одбрањен: 16.9.2021.)
- Давид Шћепановић: „Имплементација и евалуација технике чувања парцијалне валуације при повратним скоковима у оквиру MiniSat SAT решавача” (одбрањен: 27.9.2021.)

Био је и члан комисије за преглед, оцену и одбрану 12 мастер радова.

Педагошки рад кандидата оцењен од стране студената високом оценом (просечна оцена 4,62 у протеклих 10 школских година). Резултати студентских анкета у последњих 5 година су: 2021/22: 4,53, 2020/21: 4,44, 2019/20: 4,59, 2018/19: 4,68, 2017/18: 4,71.

1.5 Остале активности

Током школске 2018/19 године обављао је функцију координатора за односе са привредом Математичког факултета.

Током школске 2019/20 и 2020/21 учествовао је у програмима обуке наставника информатике за извођење наставе у специјализованим информатичким одељењима у организацији Министарства просвете и Завода за унапређење образовања и васпитања (обука из предмета „Рачунарски системи" и „Примена рачунара 3").

Такође је активно сарађивао са другим високошколским установама у земљи. Током школске 2019/20, 2020/21 и 2021/22 године је радио као предавач на Високој техничкој школи струковних студија у Пожаревцу, где је држао предмете „Оперативни системи" и „Администрација рачунарских мрежа". Рецензирао је уџбеник „Објектно оријентисано програмирање" аутора проф. др Кристијана Кука и проф. др Милана Гоцића, на захтев Криминалистичко-полицијског универзитета у Београду.

Био је рецензент једног научног рада који је објављен у часопису са SCI листе.

Закључно мишљење и предлог комисије

На конкурс се пријавио један кандидат који задовољава све формалне услове конкурса.

Кандидат Милан Банковић је завршио основне и докторске студије из области рачунарства и информатике на Математичком факултету. Запослен је на Математичком факултету од 2007. године, као сарадник у настави, а затим и асистент. У звање доцента је први пут изабран 2017. године, када је одржао и приступно предваање оцењено просечном оценом 5,00. Од тада је успешно држао предвања из 7 предмета из области рачунарства и информатике. Његов рад је у студентским анкетама оцењен високом оценом (десетогодишњи просек 4,62).

Кандидат је објавио самосталне и коауторске научне радове и сопштења на међународним и домаћим конференцијама. Научна област му је аутоматско резоновање. Укупно је објавио 5 радова у часописима са СЦИ листе, од чега су 2 рада објављена након претходног именовања у звање доцента. Имао је укпуно 4 саопштења на међународним научним и стручим скуповима, од чега су 2 одржана након претходног именовања у звање доцента.

Кандидат је по више основа пружио стручно-професионални допринос, допринос академској и широј заједници, а био је укључен и у сарадњу са другим високошколским научно-истраживачким установама.

Због свега наведеног, предлажемо Изборном већу Математичког факултета да у звање доцента за научну област Рачунарство и информатика изабере кандидата др Милана Банковића.

Београд, 29. јул 2022.

Комисија:

др Предраг Јаничић, редовни професор

Филип Марић

др Филип Марић, ванредни професор

др Зоран Огњановић, научни саветник