

ИЗВЕШТАЈ

о пријављеним кандидатима на конкурс
за избор једног наставника у звању *доцента*
за ужу научну област *Рачунарске науке*

I ПОДАЦИ О КОНКУРСУ, КОМИСИЈИ И КАНДИДАТИМА

- 1. Датум и место објављивања конкурса:** лист "Послови", Националне службе за запошљавање Републике Србије, број 945-946 од 04.08.2021. године.
- 2. Број наставника који се бира, са назнаком звања и назив уже научне области за коју је расписан конкурс:** један наставник у звању *доцента* за ужу научну област *Рачунарске науке* на Департману за рачунарске науке Природно-математичког факултета у Нишу.
- 3. Орган и датум доношења одлуке о формирању комисије за припрему извештаја за избор наставника:** Научно-стручно веће за природно-математичке науке Универзитета у Нишу, одлука број 8/17-01-009/21-005 са седнице одржане 27.09.2021.
- 4. Комисија:**
 - др Мирослав Ђирић, редовни професор Природно-математичког факултета у Нишу, ужа научна област Рачунарске науке, председник,
 - др Бранимир Тодоровић, ванредни професор Природно-математичког факултета у Нишу, ужа научна област Рачунарске науке,
 - др Зоран Огњановић, научни саветник Математичког института САНУ, ужа научна област Математика,
 - др Драган Јанковић, редовни професор Електронског факултета у Нишу, ужа научна област Рачунарске науке
 - др Марко Петковић, редовни професор Природно-математичког факултета у Нишу, ужа научна област Рачунарске науке.
- 5. Пријављени кандидати:**
 - др Александар Трокицић

II БИОГРАФСКИ ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

1. **Име, средње слово и презиме:** Александар Б. Трокицић
2. **Звање:** асистент
3. **Датум и место рођења:** 06.03.1989. године
4. **Адреса:** Ниш
5. **Садашње запослење:** незапослен
6. **Основне студије**
 - 6.1. **Година уписа и завршетка основних студија:** 2007, 2010
 - 6.2. **Универзитет, факултет и студијска група, успех на основним студијама:** Универзитет у Нишу, Природно-математички факултет, Департман за рачунарске науке, Студијски програм основних академских студија Информатика, просечна оцена 10.
 - 6.3. **Научна област основних студија:** Рачунарске науке.
7. **Мастер студије**
 - 7.1. **Година уписа и завршетка мастер студија:** 2010, 2012.
 - 7.2. **Универзитет, факултет и студијска група, успех на мастер студијама:** Универзитет у Нишу, Природно-математички факултет, Департман за рачунарске науке, Студијски програм мастер академских студија Информатика, просечна оцена 10,00.
 - 7.3. **Наслов мастер рада:** *Уграђивање скривених Марковљевих модела у Хилбертов простор*
 - 7.4. **Научна област магистарске тезе:** Рачунарске науке.
8. **Докторске студије:**
 - 8.1 **Година уписа и завршетка докторских студија:** 2012, 2021.
 - 8.2 **Универзитет, факултет и студијска група, успех на докторским студијама:** Универзитет у Нишу, Природно-математички факултет, Департман за рачунарске науке, Студијски програм докторских академских студија Информатика, просечна оцена 9.93.
 - 8.3 **Универзитет, факултет и година одбране докторске дисертације:** Универзитет у Нишу, Природно-математички факултет, 2021.
 - 8.4 **Наслов докторске дисертације:** *Алгоритми за брзо апроксимативно спектрално учење*
 - 8.5 **Научна област докторске дисертације:** Рачунарске науке
9. **Знање страних језика:** говори енглески језик.
10. **Професионална оријентација (област, ужа област и уска оријентација):**

научна област – рачунарске науке,
ужа област – вештачка интелигенција, машинско учење
уска оријентација – кернел, спектралне и графовске методе у ненадгледаном и полу-надгледаном учењу

III КРЕТАЊЕ У ПРОФЕСИОНАЛНОМ РАДУ

1. Природно-математички факултет Универзитета у Нишу, Департман за рачунарске науке, од 2014. до маја 2021, асистент за ужу научну област Рачунарске науке;
2. Гимназија „Светозар Марковић“ у Нишу, Одељење за ученике са посебним способностима за рачунарство и информатику, у школској 2015/2016. години, професор за предмет „Рачунарство и информатика“;

IV НАСТАВНИ РАД

1. Вежбе:

На Природно-математичком факултету у Нишу:

1. *Рачунарска интелигенција* (МАС Рачунарске науке),
2. *Теорија програмских језика* (МАС Рачунарске науке),
3. *Увод у софтверско инжењерство* (МАС Рачунарске науке),
4. *Тестирање и метрика софтвера* (МАС Рачунарске науке),
5. *Функционално програмирање* (МАС Рачунарске науке),
6. *Дизајн софтвера* (МАС Рачунарске науке),
7. *Рачунарска графика* (МАС Рачунарске науке).

2. Активности на унапређењу наставе:

Учествовао је у припреми новог студијског програма МАС Вештачка интелигенција и машинско учење и у припреми документације за акредитацију овог програма.

V НАУЧНО-ИСТРАЖИВАЧКИ РАД

Др Александар Трокичић бави научним истраживањима у области вештачке интелигенције и машинског учења. Објавио је 6 научних радова, од чега 1 у часопису категорија М21, 1 у часопису категорије М22 и 1 у часопису категорије М52. Имао је 3 саопштења на научним скуповима, од којих је једно на међународном скупу, штампано у целини.

VI УЧЕШЋЕ НА НАУЧНО-ИСТРАЖИВАЧКИМ ПРОЈЕКТИМА

Пројекти Министарства образовања и науке Републике Србије:

1. *Развој метода израчунавања и процесирања информација: теорија и примене*, (број 174013, носилац Природно-математички факултет, Ниш), 2016–2019.

VII НАУЧНИ РАДОВИ:

М21 - Радови у врхунском међународном часопису (8 бодова)

1. **A. Trokicić** and **B. Todorović**, *Constrained spectral clustering via multilayer graph embeddings on a grassmann manifold*, International Journal of Applied Mathematics and Computer Science, 2019, 29(1), 125-137.
<https://doi.org/10.2478/amcs-2019-0010>

M22 – Рад у истакнутом међународном часопису (5 бодова)

2. **A. Trokicić** and B. Todorović, *On expected error of randomized nystrom kernel regression*, Filomat, 2020, 34(11), 3871-3884.
<https://doi.org/10.2298/FIL2011871T>

M33 – Саопштење са међународног скупа штампано у целини (1 бод)

3. **A. Trokicić** and B. Todorović, *Randomized nystrom features for fast regression: An error analysis*, In: Ćirić M., Droste M., Pin JÉ. (eds) Algebraic Informatics. CAI 2019. Lecture Notes in Computer Science, vol 11545, Springer, 2019, pages 249-257.

M52 – Рад у истакнутом националном часопису (1,5 бодова)

4. **A. Trokicić**, *Approximate spectral learning using Nystrom method*, Facta Universitatis, Series: Mathematics and Informatics, 2016, Vol. 31, No 2, 569-578

M64 – Саопштење са скупа националног значаја штампано у изводу (0,2 бода)

5. **A. Trokicić** and B. Todorović, *Nystrom views via the randomized SVD for semi-supervised learning*, The Fourth Conference on Information Theory and Complex Systems, TINKOS 2016, October 27-28
6. **A. Trokicić** and B. Todorović, *Error analysis of a kernel regression based on a randomized matrix approximation*, The Fifth Conference on Information Theory and Complex Systems, TINKOS 2017, November 9-10

VIII ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

M71 Одбрањена докторска дисертација (6 бодова)

7. **A. Трокицић**, Алгоритми за брзо апроксимативно спектрално учење, Докторска дисертација, Универзитет у Нишу, Природно-мате-матички факултет, 2021.

IX ИНДЕКС НАУЧНЕ КОМПЕТЕНТНОСТИ

КАТЕГОРИЈА	БРОЈ ПУБЛИКАЦИЈА	ПУБЛИКАЦИЈЕ	БРОЈ ПОЕНА
M21 (8 бодова)	1	1	8.00
M22 (5 бодова)	1	1	5.00
УКУПНО - M21-M22:	2	1-2	13.00
M33 (1 бод)	1	3	1.00
M52 (1.5 бодова)	1	4	1.50
УКУПНО - M10+M24+M30+M40+M50:	5	3-4	2.50
M71 (6 бодова)	1	7	6.00
УКУПНО - M71+72:	1	7	6.00
УКУПНО:	14	1-14	21.50

XII АНАЛИЗА РАДОВА КАНДИДАТА

У раду [1] је представљен алгоритам у коме се спектрално кластеровање са ограничењима разматра као спектрално кластеровање без ограничења над вишеслојним графом, при чему су ограничења имплементирана као слојеви графа. Применом Нистромове апроксимације, добијена је меморијска и временска сложеност линеарна по броју улазних примера, без обзира на број ограничења. Алгоритам постиже супериорну или упоредиву тачност на скуповима података из реалног живота, у поређењу са постојећим, савременим алгоритмима спектралног кластеровања са ограничењима. При томе треба нагласити да је сложеност постојећих алгоритама квадратна по броју чворова у графу, док је сложеност предложеног алгоритама линеарна. Предложени алгоритам ефикасно користити и јака и слаба ограничења, а временска сложеност алгоритама не зависи од величине скупа ограничења.

У раду [2] је предложена апроксимација кернел методе линеарне регресије у циљу смањивања временске сложености. Кернел методе представљају класу алгоритама машинског учења који омогућавају откривање и учење образаца у простору са великим (могуће чак бесконачним) бројем димензија, добијеним нелинеарним пресликавањем улазног простора. Битан недостатак основне методе кернела је њихова временска сложеност. За скуп од n улазних примера (вектора карактеристика), временска сложеност методе кернела је $O(n^3)$, што је неприхватљиво за велике скупове података. Метода заснована на случајним Нистромовим карактеристикама, је метода апроксимације која омогућава смањивање временске сложености до $O(np^2+rp^3)$ где је p број случајно изабраних улазних вектора. Временска сложеност $O(rp^3)$ последица је чињенице да је потребно

извршити спектрално разлагање $r \times r$ Грамове матрици, а ако је r велики број, чак је и апроксимативни алгоритам дуготрајан. У раду [2] је примењена рандомизована декомпозиција сингуларних вредности (СВД), чиме се даље смањује временска сложеност. Улазни параметри случајног СВД алгоритма су $r \times r$ Грам матрица и број $m < r$. У овом случају временска сложеност је $O(nm^2 + r^2m + m^3)$, а линеарна регресија је имплементирана са m -димензионалним случајним карактеристикама. У раду је доказана теорема да је очекивана вредност грешке предиктора, добијеног овом методом, готово иста као грешка предиктора добијеног основном методом кернела. Емпиријски је показано да је нови предиктор тачнији од оног који користи само Нистромову методу.

У раду [3] је разматран проблем брзе апроксимативне регресије кернела. Кернели могу да пресликају простор улазних карактеристика у бесконачно димензионални простор, али временска сложеност од $O(n^2)$ представља озбиљно ограничење за реалне скупове података са великим бројем примера. Обично се користи апроксимације, као што је Нистромова метода, заснована на случајном одабиру колона. Главна предност овог алгоритма је његова временска сложеност која је сведена на $O(nm^2 + m^3)$, док је меморијска сложеност такође сведена на $O(nm)$ јер не захтева израчунавање целокупне матрице. Произвољан број $m \ll n$ представља и величину случајно одабраног подскупа улазног скупа и димензионалност случајних вектора карактеристика. Нистромов метод се може проширити рандомизираним декомпозицијом сингуларних вредности (СВД) тако да l (где је $l > m$) број случајно одабраних колона матрице кернела. Ове колоне се користе се за конструкцију m -димензионалних случајних вектора карактеристика, при чему се постиже временска сложеност линеарна по броју примера: n . Приближна матрица израчуната на овај начин је боља апроксимација од матрице израчунате Нистромовом методом. У раду је доказано да је очекивана грешка апроксимативног предиктора језгра, изведеног овом методом, приближно иста као и грешка предиктора добијеног основном, временски комплексном, методом кернела. Емпиријски је показано да l случајно изабраних колоне матрице кернела, које се користе за конструкцију m димензионалних вектора случајних карактеристика, на проблему регресије, дају мању грешку него m случајно изабраних колона.

У раду [4] је проучавана класа алгоритама спектралног кластеровања под задатим ограничењима у којима се задата ограничења имплементирају модификовањем матрице сусетства у графу. Алгоритми кластеровања са ограничењима, као улаз добијају скуп узорака и скуп ограничења којима се дефинише да ли треба два узорка сместити у исти кластер или не. Алгоритми спектралног кластеровања смештају узорке у кластере, на основу сопствених вектора матрице, израчунате за дати скуп улазних примера. Алгоритам предложен у раду [3] комбинује Нистромову методу са постојећим алгоритмом спектралног учења да би постигао линеарну временску сложеност. Алгоритам је тестиран на скуповима података из реалног живота и показано је да постиже упоредиву, а на неким скуповима и већу тачност од оригиналних алгоритама, уз линеарну временску сложеност као веома битну карактеристику.

У раду [5] је разматран проблем полу-надгледане регресије кернела. Препоручен је алгоритам заснован на примени рандомизоване декомпозиције сингуларних вредности. Алгоритам случајно бира r вектора карактеристика. Применом Нистромове методе конструише се нови погледи, при чему се декомпозиција сопствених вредности $r \times r$ матрице изводи методом рандомизоване декомпозиције случајних вредности (два пута). Над два погледа се изводи каноничка корелациона анализа и на крају се примењује линеарна регресија са каноничком нормом.

У раду [6] су разматране перформансе предикције рандомизоване апроксимације матрице кернела, примењене на проблем полу-надгледане регресије са више погледа. Подразумева се да се улаз састоји од n d -димензионалних вектора. Често се приступа решавању овог проблема применом Нистромове методе, где се m ($m \ll n$) колона матрице кернела случајно бира и читава матрица апроксимира на основу одабраних колона. У раду је показано да се коришћењем l (где је $l > m$) случајно одабраних колона, за конструкцију m -димензионалних случајних вектора карактеристика, постижу бољи резултати у кернел регресији него када се користи m колона. Предложени алгоритам има линеарну временску сложеност. Доказана је теорема, да је очекивана грешка регресије применом апроксимираниог кернела, заснована на комбинацији Нистромове методе и рандомизоване декомпозиције сингуларних вредности, слична грешки основне (без апроксимација) регресије кернела.

Резултати истраживања представљени у радовима [1-4], чине садржај докторске дисертације [7].

XIII ОЦЕНЕ

XIII.1. Оцена резултата научног, истраживачког односно уметничког рада кандидата:

Др Александар Трокицић се бави научним истраживањима у области рачунарских наука, ужа научна област вештачка интелигенција и машинско учење. Објавио је 3 научна рада у часописима, од тога један у категорији M21, други у категорији M22, и трећи у категорији M52, чиме је остварио 14,5 бодова. Учествовао је са саопштењима на једном научном скупу међународног значаја, саопштење је штампано у целини, и два научна скупа националног значаја. Учествовао је и у реализацији једног националног научно-истраживачког пројекта.

Теме које истражује су кернел, спектралне и графовске методе и њихова примена у машинском учењу, као и апроксимације којима се омогућава ефикасна имплементација ових метода у проблемима не-надгледаног и полу-надгледаног машинско учење.

XIII.2. Оцена ангажовања кандидата у развоју наставе и развоју других делатности високошколске установе:

Свој допринос развоју наставе и других делатности на Природно-математичком факултету у Нишу, др Александар Трокицић је дао својим активним укључењем у реформу студија у складу са захтевима Болоњске декларације и актуелног Закона о високом образовању. Активно је учествовао у изради нових студијских програма у области рачунарских наука и вештачке интелигенције и машинског учења на Природно-математичком факултету у Нишу и на Универзитету у Нишу, као и у припреми документације за акредитацију тих студијских програма. Дао је веома значајан допринос у увођењу нових наставних метода, посебно на предметима из области вештачке интелигенције и машинског учења.

XIII.3. Оцена резултата педагошког рада кандидата:

У свом досадашњем наставно-педагошком раду др Александар Трокицић је показао изузетне резултате. Веома успешно је изводио вежбе из великог броја предмета у области рачунарских наука и вештачке интелигенције и машинског

учења на мастер студијама на департману за рачунарске науке Природно-математичког факултета у Нишу, као и у специјализованим одељењима за ученике са посебним способностима за рачунарство и информатику у гимназији „Светозар Марковић у Нишу. Увек је имао коректан однос према студентима, ученицима и колегама.

XIII.4. Оцена резултата које је кандидат постигао у обезбеђивању научно-наставног, односно уметничко-наставног подмлатка:

Кандидат се бира у прво наставничко звање па стога до сада није био у прилици да учествује у обезбеђивању научно-наставног подмлатка.

XIV МИШЉЕЊЕ КОМИСИЈЕ О ИСПУЊЕНОСТИ УСЛОВА ЗА ИЗБОР

На основу свега изложеног може се закључити да кандидат **др Александар Трокицић** има научни назив доктора наука у области *рачунарских наука*, педагошко искуство, способност за наставни рад и позитивно оцењено приступно предавање, да је објавио 3 научна рада и имао 3 саопштења на научним скуповима у земљи и иностранству. При томе, објавио је 2 рада у часописима категорија M21, M22, чиме је остварио **13,00** поена. У последњих пет година објавио је и један научни рад у часопису чији је издавач Природно-математички факултет у Нишу, у коме је првопотписани аутор.

Према томе, **др Александар Трокицић** испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању, Статутом Универзитета у Нишу и Статутом Природно-математичког факултета у Нишу, као и Ближе критеријуме утврђене од стране Сената Универзитета у Нишу за избор у звање **доцента** за ужу научну област **Рачунарске науке** на Департману за рачунарске науке Природно-математичког факултета у Нишу.

XV ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ


Комисија је установила да кандидат **др Александар Трокицић** испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању, Статутом Универзитета у Нишу, Статутом Природно-математичког факултета у Нишу и Ближе критеријуме утврђене од стране Сената Универзитета у Нишу за избор у звање **доцента** за ужу научну област **Рачунарске науке** на Департману за рачунарске науке Природно-математичког факултета у Нишу. Штавише, Комисија сматра да се ради о изузетном кандидату који је показао одличне резултате у научном и наставном раду, као и у другим научним, наставним и стручним активностима.

Стога Комисија са задовољством предлаже Изборном већу Природно-математичког факултета у Нишу да кандидата **др Александра Трокицића** предложи, а Научно-стручном већу за природно-математичке науке Универзитета у Нишу да га изабере у звање **доцента** за ужу научну област **Рачунарске науке** на Департману за рачунарске науке Природно-математичког факултета у Нишу.

Ниш / Београд,
27.10.2021. год.



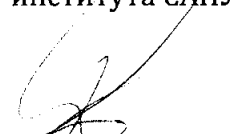
др Мирослав Ћирић
редовни професор
Природно-математичког факултета у Нишу
председник



др Бранимир Тодоровић
ванредни професор
Природно-математичког факултета у Нишу



др Зоран Огњановић
научни саветник
Математичког института САНУ



др Драган Јанковић
редовни професор
Електронског факултета у Нишу



др Марко Петковић
редовни професор
Природно-математичког факултета у Нишу