

**Научно-наставном већу
Математичког факултета
Универзитета у Београду**

Одлуком Наставно-научног већа Математичког факултета Универзитета у Београду донетој на 330. седници одржаној 18.03.2016. године именовани смо за чланове комисије за преглед и оцену докторске дисертације „Примена метода комбинаторне оптимизације за решавање проблема формирања група у настави” кандидаткиње Бојане Лазовић. Након детаљног прегледања рукописа подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

Биографија кандидата

Бојана Лазовић (удато Ћендић) рођена је 29. марта 1979. године у Краљеву. Основну школу „Четврти краљевачки батаљон” завршила је као носилац дипломе „Вук Караџић”. Гимназију у Краљеву завршила је са одличним успехом. Током школовања учествовала је и награђивана на такмичењима из математике. Математички факултет у Београду уписала је октобра 1998. године, смер Професор математике и рачунарства. Дипломирала је априла 2005. године са просечном оценом 8.22. Докторске академске студије студијског програма Методика наставе математике и рачунарства уписала је фебруара 2009. године. Све испите предвиђене планом студија положила је закључно са јануаром 2011. године, са просечном оценом 9.83.

У периоду од септембра 2005. до децембра 2006. године радила је као професор математике и рачунарства и информатике, у Гимназији у Краљеву. Од децембра 2006. до маја 2014. године радила је у Шумарској школи у Краљеву, као професор математике и рачунарства и информатике. Од маја 2014. године до јула 2015. године била је запослена као стручни сарадник у настави, а потом је 2015. године изабрана у звање асистента на Катедри за математику и статистику, у Београдској пословној школи – Високој школи струковних студија.

Од 2015. до 2016. године била је ангажована на пројекту Министарства туризма, трговине и телекомуникација и Друштва математичара Србије под називом „Пријемни испит – равноправно за све“.

Научни и стручни радови

Радови у међународним часописима са СЦИ листе:

- [1] Lazović B., Marić M., Filipović V., Savić A., *An integer linear programming formulation and genetic algorithm for the maximum set splitting problem*, Publications de l'institut mathématique, Volume 92, Issue 106, pp. 25-34, 2012. (M23, ИФ2012 = 0,195)
- [2] Lambić D., Lazović B., Marić M., Đenić A., *A novel metaheuristic approach for collaborative learning group formation*, Journal of Computer Assisted Learning, DOI: 10.1111/jcal.12299, 2018. (M21, ИФ2017=1.859)
- [3] Džamić D., Ćendić B., Marić M., Đenić A., *Solving balanced multi-weighted attribute set partitioning problem with variable neighborhood search*, FILOMAT, 2018. (M22, ИФ2017=0.635) (потврда је у прилогу)

Радови у међународним часописима:

- [4] Lazović Ćendić B., *A genetic algorithm for the minimum hitting set*, Scientific Publications of the State University of Novi Pazar, Series A: Applied Mathematics, Informatics and Mechanics, Volume 6, Issue 2, pp. 107-117, 2014.

Радови у зборницима радова са међународних научних скупова објављени у целини:

- [5] Džamić D., Marić M., Lazović B., *A memetic algorithm for solving quadratic assignment problem*, Proceedings of 2nd International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering - IcETRAN 2015, Society for Electronics, Telecommunications, Computers, Automatic Control and Nuclear Engineering, pp. VII.4.1 - 3, 978-86-80509-71-6, Silver Lake, Serbia, 8. - 11. Jul, 2015.
- [6] Džamić D., Marić M., Đenić A., Lazović B., *A variable neighborhood search for creating student groups with similar characteristics*, Zbornik radova - XLIV Simpozijum o operacionim istraživanjima SYM-OP-IS 2017, pp. 152 - 157, 978-86-7488-135-4, Zlatibor, Serbia, 25. - 28. Sep, 2017.

Радови у зборницима радова са међународних научних скупова објављени у изводу:

- [7] Dolićanin E., Kasum O., Ćendić B., Perović A., Jovanović A., *Implementations, migrations and generalizations of some fundamental properties in computability models*, Proceedings of 4th International Conference "Contemporary Problems Of Mathematics, Mechanics And Informatics" (CPMMI 2016), State University of Novi Pazar, Department of Mathematical Sciences, June 19-21, 2016.

Радови у зборницима радова са националних научних скупова објављени у изводу:

- [8] Marić M., Džamić D., Lazović B., *Rešavanje problema balansiranog particionisanja skupa primenom metode promenljivih okolina*, Osmi simpozijum „Matematika i primene“, Matematički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, Srbija, 17. - 18. Nov, 2017.

Предмет дисертације

У дисертацији „Примена метода комбинаторне оптимизације за решавање проблема формирања група у настави” приказано је решавање пет NP-тешких проблема формирања специфичних група методама комбинаторне оптимизације. Разматрани NP-тешких проблеми су: проблем максималне поделе скупа на два дела (енг. *Maximum Set Splitting Problem* - MSSP), проблем формирања добро избалансиране експерименталне и контролне групе (енг. *Well-Balanced Experimental and Control Group Formation Problem* - WBECGFP), проблем формирања k добро избалансираних група (енг. *Balanced Multi-Weighted Attribute Set Partitioning problem* - BMWASP), проблем формирања група за колаборативно учење (енг. *Collaborative Learning Groups Formation Problem* - CLGFP) и проблем минималног репрезентативног скупа (енг. *Minimum Hitting Set Problem* - MHSP).

MSSP представља проблем комбинаторне оптимизације у оквиру којег је, за унапред задат коначан скуп елемената и фамилију његових подскупова, потребно пронаћи поделу иницијалног скупа на две непразне партиције, којом би се добио максималан број подељених подскупова фамилије. За MSSP проблем формулисан је модел мешовитог целобројног линеарног програмирања. За решавање проблема MSSP имплементирана је посебна варијанта генетског алгорита, који је тестиран на одговарајућим тест примерима из литературе.

WBECGFP је проблем комбинаторне оптимизације, где је циљ минимизација разлике у броју индивидуа са истом карактеристиком између експерименталне и контролне групе, због чега представља специјални случај проблема MSSP. WBECGFP се може разматрати и као полазни задатак едукативних експерименталних истраживања чија је основна сврха тестирање тачности, односно нетачности постављене хипотезе или утврђивање ефикасности предложеног приступа. Представљена је нелинеарна математичка формулација проблема WBECGFP, чија је адекватност потврђена практичном применом кроз експеримент који је изведен над групом од 224 студената. За решавање проблема WBECGFP дизајнирана је метода променљивих околина, у оквиру које је имплементирана унапређена локална претрага, заснована на стратегији брзе замене по једног пара индивидуа које припадају различитим групама. Експериментални резултати су показали да предложени VNS алгоритам достиже квалитетније и равноправније расподеле студената у две групе у односу на расподеле добијене осталим разматраним метода, у кратком временском року.

BMWASP је проблем комбинаторне оптимизације који се састоји у проналажењу поделе (партиције) скупа индивидуа, које имају своје карактеристике, у одређени број (k) група тако да новоформиране групе буду што је могуће више избалансиране по броју индивидуа са истом карактеристиком. BMWASP представља проширење и надградњу проблема WBECGFP, као и специјални случај проблема MSSP. За проблем BMWASP су редом дефинисане његова: нелинеарна математичка формулација, мешовито целобројно линеарна реформулација и линеарна релаксација проблема. За решавање проблема BMWASP имплементирана је варијанта методе променљивих околина у оквиру које је предложена ефикасна и брза локална претрага, чије се унапређење огледа у смањењу временске сложености рачунања функције циља у односу на општи случај. Ефикасност предложеног алгорита потврђена је резултатима тестирања, док је адекватност предложеног приступа потврђена експериментом над групом од 229 студената.

CLGFP је проблем комбинаторне оптимизације који подразумева расподелу студената у четворочлане групе за колаборативно учење. Групе би требало да буду хетерогене у односу на ниво претходног знања индивидуа са неутралним међуљудским односима и хомогене у односу на вештину њихове просоцијалне прилагодљивости. За проблем CLGFP је формулисан математички модел, чија је адекватност потврђена практичном применом кроз експеримент над групом од 108 студената. У циљу решавања CLGFP имплементирана је варијанта методе променљивих околина посебно прилагођена проблему, у оквиру које је коришћено: бинарно кодирање јединки, прилагођене специфичне структуре околина, унапређена локална претрага заснована на брзој размени околина, којим свеукупна претрага добија на квалитету а самим тим се остварује и унапређење VNS методе. Тестирањем VNS алгорита на различитим димензијама тест примера генерисаних на основу реалних података, потврђена је његова ефикасност.

MHSP је проблем комбинаторне оптимизације у оквиру којег је, за унапред задату колекцију подскупова датог коначног скупа, потребно пронаћи скуп са минималним бројем елемената, такав да сваки од подскупова из колекције садржи бар један елемент нађеног скупа и да не постоји ниједан други подскуп добијеног скупа са истим својством. За проблем MHSP развијен је генетски алгоритам који је додатно унапређен имплементацијом хеуристике локалне претраге. Метода локалне претраге примењује се у циљу добијања квалитетнијих решења пре примене генетских оператора. Предложени алгоритам је тестиран на одговарајућим тест примерима из литературе.

Иако се представљена истраживања односе на решавање конкретних NP-тешких проблема и на распоређивање студената у специфичне групе, разматрани проблеми имају ширу примену. Предложени модели и методе могу се применити за решавање других проблема, као што су проблеми распоређивања: запослених, задатака, машина, пакета, путовања, часова, лекција, као и других објеката и субјеката.

Приказ дисертације

Рукопис има 165 страна, 204 библиографских јединица, 17 табела, 3 слике и 12 алгоритама. Састоји се из увода, пет поглавља са приказом разматраних проблема и метода за њихово решавање и закључка.

Уводно поглавље садржи основне информације о проблемима и методама комбинаторне оптимизације, с посебним освртом на основне карактеристике генетских алгоритама, методе локалне претраге и методе променљивих околина. У уводном поглављу описани су проблеми формирања група и дат је преглед метода које су коришћене за решавање проблема формирања група у настави.

У другом поглављу представљен је MSSP проблем. Ово поглавље садржи приказ значајне литературе, новог математичког модела проблема, детаљан опис дизајниране варијанте генетског алгорита, резултате тестирања алгорита и указано је на могућност примене предложеног приступа у опште и образовне сврхе.

Треће поглавље садржи опис WBECGFP проблема, његове математичке формулације, прегледа значајне литературе, методе променљивих околина за решавање проблема, експеримента у настави и резултата тестирања алгорита.

У четвртом поглављу дефинисан је проблем BMWASP. За овај проблем представљени су редом: преглед релевантне литературе, нови приступ за решавање проблема који комбинује математичку формулацију проблема и методу променљивих околина дизајнирану за BMWASP, експериментални резултати, као и примена предложеног приступа у пракси.

Проблем CLGFP описан је у петом поглављу. За овај проблем представљена је: математичка формулација, значајна литература, имплементирана метода променљивих околина, и резултати експеримента у настави и тестирања алгорита.

У шестом поглављу представљен је проблем MHSP. Дат је преглед значајне литературе и математичког модела проблема, приказ имплементације хеуристике локалне претраге у генетски алгоритам, резултати тестирања алгорита, као и могућност примене предложеног приступа у опште и образовне сврхе.

У закључку дисертације дат је резиме формулисаних математичких модела и дизајнираних метахеуристичких метода, сумиран је значај нових методичких приступа за распоређивање индивидуа у специфичне групе по унапред задатим критеријумима и педагошки допринос унапређењу образовног процеса. Истакнути су главни научни доприноси рада и указано је на могуће правце даљег истраживања.

Главни научни допринос дисертације

Научни допринос ове дисертације представљају следећи најважнији резултати:

- Нова формулација мешовитог целобројног линеарног програмирања за проблем MSSP.
- Нелинеарна математичка формулација проблема WBECGFP.
- Нелинеарна математичка формулација проблема BMWASP.
- Мешовита целобројно линеарна реформулација проблема BMWASP.
- Линеарна релаксација проблема BMWASP.
- Математичка формулација проблема CLGFP.
- Развој варијанти генетских алгорита за проблеме MSSP и MHSP.
- Имплементација хеуристике локалне претраге у генетски алгоритам, с циљем побољшања квалитета решења проблема MHSP.
- Примена метахеуристичке методе променљивих околина за решавање проблема WBECGFP, BMWASP и CLGFP, посебно прилагођене сваком од наведених проблема.
- Генерисање 300 јавно доступних тест примера за проблем BMWASP.
- Нови методички приступ формирању експерименталне и контролне групе, уз могућност коришћења великог броја карактеристика (у конкретном случају преко 100) у својству критеријума за балансирано разврставање индивидуа у групе.

- Нови методички приступ формирању k добро балансираних група, који омогућава разматрање бројних индивидуа, њихових карактеристика (у конкретном случају преко 100) и листу приоритета међу карактеристикама.
- Нови методички приступ распоређивању индивидуа у четворочлане групе за колаборативно учење, који узима у обзир ниво претходног академског знања, међуљудске односе и вештину социјалне прилагодљивости студента.
- Креирање јавно доступних апликација намењених за решавање проблема WBECGFP, BMWASP и CLGFP, које као резултат дају поделе на одговарајуће групе.
- Педагошки допринос процесу организовања и извођења наставе, и процесу учења.

Из свега претходно наведеног, може се закључити да се развијени приступи могу успешно применити на решавање описаних и њима сличних проблема. Истраживања приказана у овој дисертацији дају научни допринос областима комбинаторне оптимизације, а посебно математичком моделирању и метахеуристичким методама. Резултати ове дисертације отварају нове могућности примене метода комбинаторне оптимизације за унапређење процеса организовања и извођења наставе, процеса дељења и усвајања нових знања, за успешније извођење образовних експерименталних истраживања, за повећање мотивације код ученика кроз групни и тимски рад, у сврху што квалитетније наставе математике и рачунарства. С обзиром на разноврсне захтеве који се постављају од стране организатора наставе у погледу броја, величина и састава група које треба формирати, као и критеријума које при томе треба узети у обзир, ова дисертација даје практични допринос методологији што бољег распоређивања индивидуа у групе применом математичких модела и алгоритама комбинаторне оптимизације. Предложени алгоритми су имплементирани у јавно доступне апликације, како би корисницима била омогућена што једноставнија употреба.

Закључак и предлог

У дисертацији под насловом „Примена метода комбинаторне оптимизације за решавање проблема формирања група у настави” кандидаткиња Бојана Лазовић приказала је широко знање из области комбинаторне оптимизације и методике наставе, као и у решавању проблема формирања специфичних група у настави.

Разматрани рукопис садржи важан научни допринос и значајне оригиналне резултате за решавање NP-тешких проблема комбинаторне оптимизације: проблема максималне поделе скупа на два дела, проблем формирања добро избалансиране експерименталне и контролне групе, проблема формирања k добро избалансираних група, проблема формирања група за колаборативно учење и проблема минималног репрезентативног скупа. Својим радом на дисертацији кандидаткиња Бојана Лазовић је показала висок степен научне и истраживачке зрелости, као и оспособљеност за самосталан и тимски рад на решавању теоријских и практичних проблема.

На основу свега наведеног предлажемо Наставно-научном већу Математичког факултета и Већу научних области природно-математичких наука, Универзитета у Београду, да рукопис „Примена метода комбинаторне оптимизације за решавање проблема формирања група у настави” кандидаткиње Бојане Лазовић прихвати као докторску дисертацију и одреди комисију за јавну одбрану.

У Београду, 13.08.2018. године

Чланови комисије:

проф. др Мирослав Марић, ментор
ванредни професор Математичког факултета
Универзитета у Београду

проф. др Миодраг Матељевић
редовни професор Математичког факултета
Универзитета у Београду

проф. др Милан Божић
ванредни професор Математичког факултета
Универзитета у Београду

проф. др Зорица Станимировић
ванредни професор Математичког факултета
Универзитета у Београду

проф. др Темал Долићанин
професор emeritus
Државног универзитета у Новом Пазару