

**Наставно-научном већу
Математичког факултета
Универзитета у Београду**

Одлуком Наставно-научног већа Математичког факултета у Београду донетом на 313. седници одржаној 14.11.2014. године именовани смо у комисију за преглед и оцену рукописа "*Штајнерови системи и нове конструкције (v, k, t) -покривања*", који је предат као докторска дисертација кандидата Небојше Николића, дипломираног математичара. Након прегледа рукописа, подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографија кандидата

Небојша Николић је рођен 1.9.1970. године у Параћину. Основну школу је завршио у Рашевици и Поточцу код Параћина. Математичку гимназију у Београду је завршио 1989. године. Освајао је бројне награде на свим ранговима такмичења из математике, укључујући и сребрну медаљу на 30. Међународној олимпијади из математике одржаној 1989. године у Немачкој. Такође, добитник је Новембарске награде општине Стари Град и Октобарских награда општине Параћин и града Београда.

Математички факултет у Београду је уписао 1990. године, где је дипломирао 1994. године на смеру Теоријска математика и примене са просечном оценом 9,50. Докторске студије на истом факултету је уписао 2009. године и положио све испите предвиђене Планом докторских студија са просечном оценом 9,88.

Од 1997. до 2000. године је био запослен на Машинском факултету у Београду, а од 2000. године ради на Факултету организационих наука. Држао је вежбе из предмета Математика 1 и 2 на Машинском факултету и Математика 1, 2 и 3, Нумеричка анализа и Дискретне математичке структуре на Факултету организационих наука.

Био је учесник пројекта 144007 "Математички модели и методе оптимизације са применама" (2006.-2010.), а од 2011. године је учесник пројекта 174010 "Математички модели и методе оптимизације великих система". Објавио је више радова, од чега 6 радова у часописима са SCI листе, а имао је и запажена излагања на неколико међународних конференција.

2. Проблем и садржај тезе

Рукопис кандидата Небојше Николића под називом: "*Штајнерови системи и нове конструкције (v,k,t) -покривања*" (надаље, само рукопис), састоји се из: резимеа на српском и енглеском језику, 3 поглавља, закључка, литературе од 97 библиографских јединица и садржаја, укупно у обиму од 94 стране.

Уводно поглавље садржи три одељка. У првом је изложен кратак преглед досадашњих резултата везаних за Штајнерове системе. Следећи одељак је посвећен Штајнеровим

системима тројки где је приказана Боузова и Сколемова конструкција Штајнерових система тројки $STS(6n+1)$ и $STS(6n+3)$. Коначно, у трећем одељку је дат преглед (v,k,t) -покривања.

У другом поглављу су дати оригинални резултати у виду нових конструкција минималних $(v,3,2)$ -покривања. У случајевима $6n$, $6n+2$, $6n+4$ и $6n+5$ су дате потпуно нове конструкције са доказима њихове коректности док је у случајевима $6n+1$ и $6n+3$ дат нови доказ постојећих тврђења.

Приступ решавању проблема минималног (v,k,t) -покривања помоћу метахеуристика је изложен у трећем поглављу. Први одељак је посвећен новој имплементацији похлепног алгоритма и његовој модификацији. Такође су дати довољни услови за једнакост похлепних лекс и похлепних колекс покривања. Наредни одељак описује нови алгоритам редукације нивоа (LR). У каснијим одељцима су дате метахеуристике: метода великих околина, метода променљивог спуста и општа метода променљивих околина. Применом наведених метахеуристика добијене су 23 нове горње границе у односу на оне познате из литературе.

Закључак садржи кратак преглед примењених метода и добијених резултата у овом раду, правце даљег развоја као и опис научног доприноса овог рада.

3. Полазне претпоставке

Претпоставља се да, у општем случају, није могуће дати експлицитан израз за израчунавање вредности $C(v,k,t)$. Такође, претпоставља се да није могуће конструисати алгоритам за добијање егзактних вредности $C(v,k,t)$ у полиномијалном времену. Све наведено оправдава коришћење метахеуристичких метода. Као што је и било очекивано, примена различитих метахеуристика је допринела проналажењу нових горњих граница вредности $C(v,k,t)$.

4. Научне методе које су коришћене у раду на тези

У дисертацији су коришћене методе класичне комбинаторике, пре свега методе пребројавања. Такође, коришћене су методе комбинаторне оптимизације, односно метахеуристике: модификовани похлепни алгоритам, специјално конструисана метода локалне претраге - редукација нивоа (LR), метода великих околина, метода променљивог спуста и општа метода променљивих околина.

5. Остварени научни доприноси истраживања

Као најважнији нови резултати добијени у овом раду, могу се издвојити следећи:

- Дата је нова комбинаторна конструкција минималних $(v,3,2)$ -покривања. Конструкција представља уопштење Боузове и Сколемове конструкције Штајнерових система $STS(6n+3)$ и $STS(6n+1)$. Добијена конструкција уједно представља нови доказ познате једнакости $C(v,3,2) = \left\lfloor \frac{v}{3} \left\lceil \frac{v-1}{2} \right\rceil \right\rfloor$.
- Доказана је теорема о довољним условима за једнакост похлепних лекс и похлепних колекс покривања. Једнакост похлепних лекс и колекс $(v,k,k-1)$ -покривања је омогућила да се за добијање најзахтевнијих (v,k,t) -покривања, са највећим бројем блокова, користи само један од ова два похлепна алгоритма.
- Развијен је потпуно нови LR алгоритам за решавање проблема минималног (v,k,t) -покривања. У сложенијим метахеуристикама, дефинисана околина је релативно велика, а њено потпуно претраживање може да буде временски захтевно. Због тога се претраживање околине врши хеуристички, помоћу LR процедуре.

- Развијен је софистицирани LNS алгоритам за решавање проблема минималног (v,k,t) -покривања. Његовом применом је добијено 20 покривања која су боља од најбољих познатих покривања.
- Развијен је VND алгоритам за решавање проблема минималног (v,k,t) -покривања. На основу добро осмишљеног система околина и пажљиво уклопљене LR процедуре, добијено је 19 покривања која су боља од најбољих познатих покривања.
- GVNS алгоритам је конструисан обједињавањем претходно осмишљених LR и VND процедура у оквиру опште VNS методе за решавање проблема минималног (v,k,t) -покривања. Погодно изабран однос ширине претраге и брзе процедуре побољшања текућих решења, допринео је добијању квалитетних решења. Добијено је 12 нових покривања која су боља од најбољих познатих покривања, као и од нових покривања која су добијена применом LNS и VND алгоритма.

6. Списак научних радова кандидата

Радови директно повезани са докторском дисертацијом

1. N. Nikolić, "New construction of minimal $(v,3,2)$ -coverings", *Yugoslav Journal of Operations Research* (2015), Accepted for publishing.
2. Nikolić, N., Grujičić, I. and Mladenović, N., *A large neighbourhood search heuristic for covering designs*, IMA Journal of Management Mathematics, 2014, DOI = 10.1093/iman/dpu003. Accepted and published online. (ISSN: 1471-678X, IF 2013: 0.471)
3. Nikolić, N., Čangalović, M. and Grujičić, I., *Symmetry properties of resolving sets and metric bases in hypercubes*, Optimization Letters, 2014, DOI = 10.1007/s11590-014-0790-2. Accepted and published online. (ISSN: 1862-4472, IF 2013: 0.990)
4. Nikolić, N., Grujičić, I. and Dugošija, Đ., *Variable neighborhood descent heuristic for covering design problem*, Electronic Notes in Discrete Mathematics, Vol. 39, 2012, pp. 193-200. (ISSN: 1571-0653)

Остали радови у часописима

1. Makajić-Nikolić, D., Vujošević, M. and Nikolić, N., *Minimal cut sets of a coherent fault tree generation using reverse Petri nets*, Optimization, Vol. 62 No 8, 2013, pp. 1069-1087. (ISSN: 0233-1934, IF 2013: 0.771)
2. Ćirić, Lj. and Nikolić, N., *Convergence of the Ishikawa iterates for multi-valued mappings in convex metric spaces*, Georgian Mathematical Journal, Vol. 15 No 1, 2008, pp. 39-43 (ISSN: 1072-947X, IF 2009: 0.353)
3. Ćirić, Lj., Ume J. and Nikolić, N., *On two pairs of non-self hybrid mappings*, Journal of the Australian Mathematical Society, Vol. 83 No 1, 2007, pp. 17-29 (ISSN: 1446-7887, IF 2007: 0.418)
4. Ćirić, Lj., Nikolić, N. and Ume J., *Common fixed point theorems for weakly compatible quasi contraction mappings*, Acta Mathematica Hungarica, Vol. 113 No 4, 2006, pp. 257-267. (ISSN: 0236-5294, IF 2006: 0.384)
5. Ćirić, Lj. and Nikolić, N., *Convergence of the Ishikawa iterates for multi-valued mappings in metric spaces of hyperbolic type*, Matematički Vesnik, Vol. 60 No 2, 2008, pp. 149-154 (ISSN: 0025-5165)
6. Ćirić, Lj., Milovanović-Arandelović M. and Nikolić, N., *On random coincidence for a pair of measurable mappings*, Italian Journal of Pure and Applied Mathematics, No 23, 2008, pp. 37-44 (ISSN: 2239-0227)

7. Закључак

У рукопису "*Штајнерови системи и нове конструкције (v,k,t) -покривања*" кандидат Небојша Николић успешно је применио методе комбинаторике и комбинаторне оптимизације за решавање једног значајног проблема покривања. Констатујемо да аутор добро познаје проблематику коју разматра и да је способан да самостално и оригинално решава тешке проблеме, како са теоријског тако и са практичног становишта.

С обзиром на изложено, може се констатовати да су остварени сви циљеви наведени приликом предлагања теме. Због свих горе наведених чињеница, сматрамо да научно истраживање приказано у овом раду даје допринос области комбинаторике и комбинаторне оптимизације, па предлажемо Наставно-научном већу Математичког факултета да прихвати приложени рукопис као докторску дисертацију Небојше Николића и одреди комисију за њену јавну одбрану.

У Београду,

Чланови комисије:

04.06. 2015.

1. др Александар Савић, доцент
Математичког факултета у Београду

2. др Ненад Младеновић, научни саветник
Математичког института САНУ

3. др Милан Дражић, ванредни професор
Математичког факултета у Београду

4. др Ђорђе Дугошија, редовни професор
Математичког факултета у Београду
у пензији