

ИЗВЕШТАЈ

о прегледу мастер рада под називом
„Хеуристички приступ решавању проблема распоређивања и прераспоређивања
возила хитне помоћи по базним станицама “
кандидата Стефана Јанковића

Одлуком Научно-наставног већа Математичког факултета са 323. седнице одржане 11. септембра 2015. именовани смо за чланове комисије за преглед, оцену и одбрану мастер рада под називом „Хеуристички приступ решавању проблема распоређивања и прераспоређивања возила хитне помоћи по базним станицама“ кандидата Стефана Јанковића, студента мастер студија (бр. индекса 1054/2011) на студијском програму Математика, модул Рачунарство и информатика, Математичког факултета Универзитета у Београду.

I Тема рукописа

У рукопису „Хеуристички приступ решавању проблема распоређивања прераспоређивања возила хитне помоћи по базним станицама“ кандидата Стефана Јанковића разматра се једна варијанта проблема покривања која се односи на оптимизацију система службе хитне помоћи. У раду је коришћен вишепериодни пробабилистички модел покривања који је предложен у литератури. Циљ проблема је одређивање оптималног распореда возила службе хитне помоћи по задатим базним станицама, као и реалокације возила из једне базне станице у другу током разматраних периода, тако да се постигне што већа ефикасност система службе хитне помоћи при што мањим трошковима. Функција циља математичког модела обухвата очекивану покривеност територије (скупа корисника) по свим временским интервалима, као и казнени део који се односи на број базних станица које треба отворити и број реалокација возила током посматраног периода. Ограничења модела рефлектују реалне услове

функционисања система службе хитне помоћи (максимални број базних станица који може бити отворен, број расположивих возила у сваком временском периоду, полупречник покривања, итд).

Како егзактне методе могу решити само инстанце разматраног проблема мањих димензија, у раду је предложена хеуристичка метода за његово решавање, која је заснована на варијанти методе променљивих околина, а чији су елементи прилагођени карактеристикама проблема. Развијена хеуристичка метода је тестирана на инстанцама које су генерисане на основу реалних података добијених из службе хитне помоћи града Београда, као и на случајно генерисаним инстанцама проблема већих димензија. Добијени резултати су упоређени са познатим оптималним решењима, добијеним егзактним решавачем CPLEX и тренутним решењима из праксе. При изради мастер рада, кандидат је користио знања из комбинаторне оптимизације, математичког програмирања, као и области развоја алгоритама и програмирања.

II Структура и кратак приказ рукописа

Рукопис има **48** страна формата А4, укључујући списак од **57** наслова коришћене литературе. Рукопис се састоји од седам поглавља, чији је садржај укратко следећи.

У уводном поглављу, дата је дефиниција проблема комбинаторне оптимизације и наведене карактеристике најзначајнијих класа ових проблема, уз одговарајуће примере и анализу сложености проблема. Посебна пажња је посвећена проблемима линеарног програмирања.

У другом поглављу наведен је преглед метахеуристичких метода које се користе у литератури за решавање различитих класа проблема комбинаторне оптимизације. За сваку од наведених метода, описана је главна идеја методе, њена структура и основне карактеристике. Наведени су радови из литературе у којима се ове методе користе за решавање проблема комбинаторне оптимизације.

У трећем поглављу дате су карактеристике основне методе променљивих околина (Variable Neighborhood Search - VNS) и њених варијанте – методе променљивог спушта (Variable Neighborhood Descent - VND), редукване методе променљивих околина (Reduced Variable Neighborhood Search - RVNS) .

Разматрани проблем распоређивања прераспоређивања возила хитне помоћи по базним станицама описан је у четвртном поглављу. Наведена је математичка формулација проблема из литературе, као и преглед релевантног рада из литературе који се односе на разматрани проблем.

У петом поглављу описане су карактеристике развијене методе променљивих околина за решавање разматраног проблема. Изабран је адекватан начин кодирања, дефинисане одговарајуће структуре околина, процедуре за добијање новог решења и стратегије за испитивање квалитета решења које значајно смањују време извршавања алгорита.

У шестом поглављу описане су инстанце проблема на којима је вршено тестирање, а затим су приказани експериментални резултати предложене методе, као и поређења са резултатима који су добијени комерцијалним решавачем CPLEX. Представљена је анализа добијених резултата хибридне методе, као и анализа поређења резултата. За инстанце проблема мањих димензија, метод променљивих околина достиже оптимална решења претходно добијена CPLEX-ом. Анализирајући решења добијена за инстанцу генерисану на основу података из Службе хитне помоћи града Београда, може се закључити да се вредност циљне функције може повећати за 0.72%, а да се при том користи само 5 уместо 10 станица које се тренутно користе на територији Београда. Слично, уколико се претпостави да је дозвољен произвољан број станица, вредност циљне функције се може повећати за 0.23%, при смањењу броја базних станица са 10 на 6. За генерисане инстанце већих димензија, решавач CPLEX не проналази решење у догледном времену, док предложени метод променљивих околина даје решења за кратко време извршавања. Чињеница да се у великом броју тестова за исту инстанцу добија исто решење даје разлог да се верује да су та решења уједно висококвалитетна.

У закључку је дат кратак осврт на постигнуте резултате, најзначајније научне доприносе рада, као и могућности за унапређење предложених метода за решавање проблема минималног кашњења.

III Анализа рукописа

У раду је разматрана варијанта проблема покривања која налази примену у оптимизацију система службе хитне помоћи, али и других система за реаговање у хитним ситуацијама. С обзиром да је разматрани проблем тежак за решавање, развој и примена метахеуристичких метода су од посебног значаја за решавање инстанци разматраног проблема већих димензија. У раду је предложен хеуристички алгоритам који представља варијанту методу променљивих околина. Елементи развијене методе су прилагођени проблему који је решава.. За експерименталну анализу коришћене су реалне инстанце добијене на основу података из Службе хитне помоћи града Београда, као и на генерисаним инстанцама већих димензија. Приказани експериментални резултати показују да за инстанце мањих и средњих димензија предложена метода променљивих околина достиже сва оптимална решења добијена комерцијалним решавачем CPLEX.

Просечна времена извршавања предложене методе су значајно краћа од времена извршавања CPLEX-а. У случају генерисаних инстанци проблема већих димензија, за које оптимално решење није могуће добити CPLEX решавачем, предложена метода променљивих околина у веома кратком времену извршавања даје допустива решења.

Имајући у виду да тема и садржај рада подразумевају изучавање обимне литературе из области комбинаторне оптимизације и метахеуристичких метода, Комисија констатује констатовати да кандидат добро познаје метахеуристичке методе и могућности њихове примене на решавање проблема комбинаторне оптимизације.

IV Закључак и предлог

Израдом овог рада, анализом разматраног проблема, имплементацијом хеуристичке методе за његово решавање, реализованим тестирањима предложених имплементација, као и обрадом и анализом добијених резултата, кандидат Стефан Јанковић је показао висок степен научно-стручне зрелости, као и да поседује способност усвајања, систематизације и примене знања из области комбинаторне оптимизације, математичког програмирања, развоја алгоритама и програмирања. Кандидат је такође показао способност да критички разматра и анализира најновије резултате из ових области и да понуди оригинално решење за разматрани проблем.

На основу свега наведеног, Комисија предлаже да се рукопис под називом

„ Хеуристички приступ решавању проблема распоређивања и прераспоређивања возила хитне помоћи по базним станицама“

прихвати као мастер рад и да се закаже његова јавна усмена одбрана.

Комисија:

проф. др Зорица Станимировић, ментор

доц. др Мирослав Марић

доц. др Филип Марић

Београд, 25. септембар 2015.