

Українська Федерація Інформатики

Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова
Національної академії наук України

ВНЗ Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»
(ПУЕТ)

КОМБІНАТОРНА ОПТИМІЗАЦІЯ ТА НЕЧІТКІ МНОЖИНИ (КОНеМ – 2013)

Матеріали III Всеукраїнського наукового семінару
(м. Полтава, 30-31 серпня 2013 року)

За редакцією д. ф.-м. н., професора О. О. Ємця

Полтава
ПУЕТ
2013

УДК 519.7+519.8
ББК 22.176
К63

Розповсюдження та тиражування без офіційного дозволу ВНЗ Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі» заборонено

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Співголови:

Сергієнко Іван Васильович, д. ф.-м. н., професор, академік Національної академії наук України, генеральний директор Кібернетичного центру Національної академії наук України, директор Інституту кібернетики імені В. М. Глушкова Національної академії наук України;
Нестуля Олексій Олексійович, д. і. н., професор, ректор ВНЗ Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі».

Члени програмного комітету:

Гуляницький Леонід Федорович, д. т. н., професор, завідувач відділу методів комбінаторної оптимізації та інтелектуальних інформаційних технологій Інституту кібернетики імені В. М. Глушкова Національної академії наук України;

Донець Георгій Панасович, д. ф.-м. н., с. н. с., завідувач відділу економічної кібернетики Інституту кібернетики імені В. М. Глушкова Національної академії наук України;

Ємець Олег Олексійович, д. ф.-м. н., професор, завідувач кафедри математичного моделювання та соціальної інформатики ВНЗ Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»;

Заславський Володимир Анатолійович, д. т. н., професор, професор кафедри математичної інформатики Київського національного університету імені Тараса Шевченка;

Каспишицька Марія Фадіївна, к. ф.-м. н., с. н. с. Інституту кібернетики імені В. М. Глушкова Національної академії наук України;

Парасюк Іван Миколайович, д. т. н., професор, член-кореспондент Національної академії наук України, завідувач відділу методів та технологічних Засобів побудови інтелектуальних програмних систем Інституту кібернетики імені В. М. Глушкова Національної академії наук України;
Стоян Юрій Григорович, д. т. н., професор, член-кореспондент Національної академії наук України, завідувач відділу математичного моделювання і оптимального проектування Інституту проблем машинобудування Національної академії наук України.

Комбінаторна оптимізація та нечіткі множини (КОНЕМ – 2013) : матеріали
К63 III Всеукр. наук. семінару, (м. Полтава, 30–31 серп. 2013 р.) / за ред.
О. О. Ємця. – Полтава : ПУЕТ, 2013. – 87 с. – Текст укр., рос.

ISBN 978-966-184-232-7

У збірнику тез семінару висвітлено сучасну проблематику в таких галузях, як комбінаторна оптимізація та суміжні питання, математичне моделювання і обчислювальні методи, теорія та застосування нечітких множин, сучасні проблеми оптимізації та невизначеності в прийнятті рішень, сучасні проблеми комбінаторики.

Збірник розрахований на фахівців з кібернетики, інформатики, системних наук.

УДК 519.7+519.8
ББК 22.176

*Матеріали друкуються в авторській редакції мовами оригіналів.
За виклад, зміст і достовірність матеріалів відповідають автори.*

ISBN 978-966-184-232-7

© Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі», 2013

<i>Колечкіна Л. М., Двірна О. А.</i> Розв'язування екстремальних задач на комбінаторних конфігураціях при умові багатокритеріальності з використанням методу послідовного вводу обмежень.....	51
<i>Косолап А. И.</i> Метод точной квадратичной регуляризации для задач комбинаторной оптимизации	53
<i>Кузь Б. О.</i> Розробка структур даних для розв'язування задачі комівояжера великої розмірності.....	55
<i>Леонова М. В.</i> Задача навчального розкладу.....	56
<i>Мельник І. М., Піднебесна Г. А.</i> Алгоритм гілок і границь розв'язання задачі вибору оптимальної регресійної моделі як задачі комбінаторної оптимізації та особливості його реалізації	60
<i>Морозов Д. І.</i> Ріст диференційовних ізометрій бінарного кореневого дерева.....	63
<i>Нагорный А. С.</i> О ядровых аксиомах вложения в трехзначной логике	64
<i>Ночвай В. І.</i> Нечітка багатокритеріальна задача управління якістю повітря.....	66
<i>Олексійчук Ю. Ф.</i> Обчислювальні експерименти застосування методу імітації відпалу для комбінаторної задачі знаходження максимального потоку	68
<i>Плотников А. Д.</i> Исследование и моделирование задач класса NP	72
<i>Рясная И. И., Сенько А. Е., Ходзинский А. Н.</i> О применении относительных мер сходства по расстоянию.....	74
<i>Селезнева С. Н.</i> О схемной сложности нахождения полиномов булевых функций.....	77
<i>Тимофієва Н. К.</i> Вхідні дані та аргумент цільової функції в задачах комбінаторної оптимізації.....	80
<i>Гордеев Р. Н.</i> О некоторых вариациях центральной предельной теоремы для нечетких случайных величин.....	83
<i>Гордеев Р. Н., Звягинцев Н. В.</i> Применение мягких вычислений для анализа гетерогенных данных	84
<i>Інформація про семінар</i>	86

Інформаційні джерела

1. Бейко І. В. Моделювання та оптимізація параметрів емісійних процесів у повітряному басейні міста / Бейко І. В., Ночвай В. І. // Математичне та комп'ютерне моделювання. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет, 2008. – В. 1. – С. 25–32.
2. Bernard E. A. Fisher. Fuzzy approaches to environmental decisions: application to air quality. *Environmental Science & Policy* 9 (2006). – 22– 31.
3. Pedro Jimenez-Guerrero, Oriol Jorba, Jose M. Baldasano, Santiago Gassu. The use of a modelling system as a tool for air quality management: Annual high-resolution simulations and evaluation. *Science of the total environment* 390 (2008), pp. 323–340.
4. Qian Zhou, Guo H. Huang, Christine W. Chan. Development of an intelligent decision support system for air pollution control at coal-fired power plants. *Expert Systems with Applications* 26 (2004). – pp. 335–356.
5. Ночвай В. І. Концептуальна модель інформаційної системи управління якістю повітря / В. І. Ночвай, Р. В. Криваковська // Моделювання та інформаційні технології № 60, 2011. – С. 47–55.
6. Zadeh L. A., Bellman R. E. Decision-making in a fuzzy environment // *Management Science*, 1970.17 – pp. 1–39.
7. Зайченко Ю. П. Дослідження операцій / Зайченко Ю. П. – К., 2006. – С. 59.

УДК 519.85

ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ ЕКСПЕРИМЕНТИ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ІМІТАЦІЇ ВІДПАЛУ ДЛЯ КОМБІНАТОРНОЇ ЗАДАЧІ ЗНАХОДЖЕННЯ МАКСИМАЛЬНОГО ПОТОКУ

Ю. Ф. Олексійчук

*ВНЗ Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»
olexijchuk@gmail.com*

Комбінаторна задача знаходження максимального потоку розглядається, зокрема, в [1–5]. Вона є узагальненням класичної задачі знаходження максимального потоку і є NP-повною [2].

Постановка задачі

Нехай дано граф $\Gamma = (V, U)$, де V – множина вершин, U – множина дуг. Дугу, що сполучає вершини v_i та v_j , позначимо u_{ij} . Нехай графом $\Gamma = (V, U)$ задана транспортна мережа, тобто для кожної із

дуг u_{ij} задане деяке невід'ємне число $b_{ij} \geq 0$, яке називають пропускною спроможністю дуги. Вершина, що має лише вихідні дуги, називається джерелом і позначається v_s . Вершина, яка має лише дуги, що входять, називається стоком і позначається v_t .

Означення. Потокотом називають функцію $w : U \rightarrow R$ з такими властивостями для будь-якої дуги u_{ij} :

1) значення функції w на дузі u_{ij} не може перевищити пропускну спроможність дуги, тобто $w(u_{ij}) \leq b_{ij}$;

2) збереження балансу у всіх вершинах, крім стоку і джерела, тобто
$$\sum_{u_{iz} \in U} w(u_{iz}) = \sum_{u_{zj} \in U} w(u_{zj}) \quad \forall z, z \neq s, z \neq t.$$

Нехай потік по дугах $u_{ij} \in U' \subseteq U$, $|U'| = k$ може приймати значення, які не перевищують число x_{ij} , що є елементом розміщення із множини $E_{\eta n}^k(G)$, тобто $w(u_{ij}) \leq x_{ij}$, де $G = \{g_1, g_2, \dots, g_{\eta}\}$ – деяка мультимножина; причому вектор утворений із x_{ij} є розміщенням елементів із G :

$$x = (x_{i_1 j_1}, x_{i_2 j_2}, \dots, x_{i_k j_k}) \in E_{\eta n}^k(G). \quad (1)$$

Задача полягає у знаходженні максимального потоку та відповідних значень x_{ij} , $w(u_{ij})$.

Метод імітації відпалу

Метод імітації відпалу для комбінаторної задачі знаходження максимального потоку запропонований в [5].

Початковим розв'язком є деякий випадковий розв'язок – випадкова перестановка елементів мультимножини G . В якості оцінки F – розв'язок класичної задачі знаходження максимального потоку з пропускними спроможностями $b'_{ij} = \min\{b_{ij}, x_{ij}\}$.

Випадковий пошук розв'язку здійснюється переходом до нової перестановки, яка отримується із попередньої обміном двох елементів місцями. Нехай оцінка нового розв'язку F' .

Перехід до нового розв'язку відбувається з ймовірністю

$$p(\Delta F, T) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } \Delta F > 0 \\ \exp\left(\frac{\Delta F}{T}\right), & \text{якщо } \Delta F < 0 \end{cases} \quad (2)$$

де $\Delta F = F' - F$, T – температура, яка поступово знижується.

Для кожного рівня температури виконується q ітерацій.

Обчислювальні експерименти

Для проведення обчислювальних експериментів створена програмна реалізація на мові C#. Для експериментів випадковим чином генерувалися графи. Кожна пара вершин з'єднувалася дугою з ймовірністю 0,3. На кожен дугу накладені комбінаторні обмеження з ймовірністю 0,6. Пропускна спроможність дуги – випадкове рівномірне розподілене ціле числом з відрізка [1; 10]. Основа мультимножини $S(G) = (1, 2, 3, 5, 7)$, первинна специфікація $[G] = (t, t, t, t, t)$.

Зниження температури реалізовано наступним чином: $T_i = \alpha T_{i-1}$, $\alpha = 0,9$. Проведено обчислювальні експерименти для різних значень кількостей ітерацій q . Кожна задача розв'язувалася методом імітації відпаду (МІВ) 1 000 разів. Результат порівнювався із результатом жадібного методу [4].

Таблиця 1 – Результати обчислювальних експериментів, $q = 20$

n	t	Час розв'язання жадібним методом, с	Час розв'язання МІВ, с		Відсоток запусків МІВ, при яких отримувався максимальний розв'язок, %
			Найгірший	Середній	
10	3	<0,0001	0,0843	0,0390	100,0
20	14	<0,0001	0,2205	0,1415	100,0
30	32	<0,0001	0,3463	0,3378	97,9
40	57	0,0085	0,7236	0,5122	99,5
50	90	0,0873	1,3101	1,0404	87,1
60	129	0,0506	1,4019	1,1715	80,5
70	176	0,2135	2,2676	1,7067	66,3
80	230	0,2902	3,2233	2,8377	34,8
90	291	0,2685	4,6293	2,6893	9,1
100	360	0,3205	5,3440	4,3058	3,6

Для $q = 20$ оптимальне значення цільової функції для жадібного методу і методу імітації відпалу співпадало для задач вимірністю до 100 (табл. 1), для $q = 10$ – для задач вимірністю до 60, для $q = 1$ – для задач вимірністю до 40. Причому відсоток запусків методу імітації відпалу, при яких досягалося максимальне значення цільової функції, зменшувався із збільшенням n . Час розв'язку задачі прямо пропорційний кількості ітерацій q .

Актуальним є проведення обчислювальних експериментів для різних типів функцій зниження температури.

Інформаційні джерела

1. Ємець О. О. Знаходження максимального потоку в мережі з додатковими комбінаторними обмеженнями / О. О. Ємець, Є. М. Ємець, Ю. Ф. Олексійчук // Таврический вестник информатики и математики. – 2011. – № 1. – С. 43–50.
2. Емец Е. М. NP-трудность комбинаторной задачи нахождения максимального потока / Е. М. Емец, Ю. Ф. Олексійчук // Таврический вестник информатики и математики. – 2012. – № 2. – С. 36–44.
3. Ємець О. О. Комбінаторна задача знаходження максимального потоку та метод гілок та меж для її розв'язування / О. О. Ємець, Є. М. Ємець, Ю. Ф. Олексійчук // Вісник Запорізького національного університету : збірник наукових статей. Фізико-математичні науки. – 2012. – № 1. – С. 91–98.
4. Ємець О. О. Поліноміальний метод наближеного розв'язання комбінаторної задачі знаходження максимального потоку в мережі / О. О. Ємець, Є. М. Ємець, Ю. Ф. Олексійчук // Доповіді Національної академії наук України. – 2013. – № 4. – С. 33–37.
5. Ємець О. О. Метод імітації відпалу для комбінаторної задачі знаходження максимального потоку / О. О. Ємець, Є. М. Ємець, Ю. Ф. Олексійчук // Матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції «Інформатика та системні науки» (Полтава, 21–23 берез. 2013 р.) – Полтава : ПУЕТ, 2013. – С. 100–103.