

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 Фадійвна, 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

В доповіді наводиться опис структур даних для зберігання початкової множини даних, кластеризації, часткових розв'язків та остаточних результатів обчислень. Обґрунтовано особливості представлення даних для задач великих розмірностей.

Информационные источники

1. K. Helsingaun An Effective Implementation of k-Opt Moves for the Lin-Kernighan TSP Heuristic // Datalogiske Skrifter, Writings on Computer Science, No. 109, Roskilde University, 2006.
2. R. Bazylevych, R. Dupas, B. Prasad, B. Kuz, R. Kutelmakh, L. Bazylevych: A Parallel Approach for Solving a Large-Scale Traveling Salesman Problem. Proc. of the 5-th Indian Intern. Conf. on Artificial Intelligence, ICAI-2011, India, 2011. – pp. 566–579.
3. Базилевич Р. П., Кутельмах Р. К., Кузь Б. О. «Алгоритм розв'язання задачі комівояжера великої розмірності методом «тора», Вісник НУ «Львівська політехніка» № 686, Львів, 2010. – С. 179–182.

УДК 519.854

ЗАДАЧА НАВЧАЛЬНОГО РОЗКЛАДУ

М. В. Леонова, пошукач

*Полтавський національний педагогічний університет
імені В. Г. Короленка*

Складання розкладу занять є однією з найбільш важливих задач кожного навчального закладу. Задача про розклад є досить дослідженою та актуальною у сучасній науковій літературі. Методи її розв'язання тісно зв'язані з особливостями різних навчальних закладів, вимогами та обмеженнями щодо складання розкладу.

Задача навчального розкладу полягає в тому, щоб скласти оптимальний у деякому сенсі графік занять певного факультету на тиждень, враховуючи такі параметри: N_1 викладачів, N_2 дисциплін, N_3 видів занять, N_4 груп, N_5 аудиторій, N_6 робочих днів тижня, N_7 пар. Номери викладачів позначимо $v \in J_{N_1}$; дисциплін $l \in J_{N_2}$; видів занять $z \in J_{N_3}$; груп $g \in J_{N_4}$; аудиторій $a \in J_{N_5}$; робочих днів тижня $d \in J_{N_6}$; пар $t \in J_{N_7}$.

Тоді елемент розкладу представляє собою точку в 7-вимірному просторі виду $r = (v, l, z, g, a, d, t)$, що задовольняє певним умовам.

Можна розглядати розклади, що оптимізують той чи інший критерій та враховують різні реальні обмеження. Таким задачам присвячені роботи [1]–[3].

Розглянемо задачу складання розкладу, що максимізує його ефективність, яка визначається матрицею C , що має сім вимірів, які відповідають: 1-й – викладачі, 2-й – дисципліни, 3-й – види занять, 4-й – групи, 5-й – аудиторії, 6-й – робочі дні тижня, 7-й – номери пар. Тобто $c_{i_1 i_2 i_3 i_4 i_5 i_6 i_7}$ – це ефективність заняття, що проводить викладач i_1 з дисципліни i_2 , вид заняття i_3 , в групі i_4 , в аудиторії i_5 , день тижня i_6 , пара i_7 .

Зрозуміло, що деякі елементи матриці C відповідають неможливим з точки зору обмежень комбінаторних індексів, тому цей елемент може бути довільним (невизначеним, або 0, або $-\infty$).

Введемо булеву змінну

$$X_{v,l,z,g,a,d,t} = \begin{cases} 1, & \text{коли викладач } v \text{ призначається на дисципліну } l \\ & \text{з видом заняття } z, \text{ в групі } g, \text{ в аудиторії } a, \text{ в день } d, \\ & \text{на пару } t; \\ 0, & \text{в іншому випадку.} \end{cases}$$

Математична модель задачі може бути представлена у вигляді:

$$F(x) = \sum_{v=1}^{N_1} \sum_{l=1}^{N_2} \sum_{z=1}^{N_3} \sum_{g=1}^{N_4} \sum_{a=1}^{N_5} \sum_{d=1}^{N_6} \sum_{t=1}^{N_7} C_{v,l,z,g,a,d,t} X_{v,l,z,g,a,d,t} \rightarrow \max, \quad (1)$$

за обмежень

1) лише один викладач може бути призначений на дисципліну l , вид заняття z , групу g , аудиторію a , день d , пару t :

$$\sum_{v=1}^{N_1} X_{v,l,z,g,a,d,t} = 1, \quad (2)$$

2) лише на одну дисципліну може бути призначений викладач v , вид заняття z , група g , аудиторія a , день d , пара t :

$$\sum_{l=1}^{N_2} X_{v,l,z,g,a,d,t} = 1, \quad (3)$$

3) лише одному виду занять може відповідати викладач v , дисцип-

ліна l , група g , аудиторія a , день d , пара t :

$$\sum_{z=1}^{N_3} X_{v,l,z,g,a,d,t} = 1, \quad (4)$$

4) лише одній групі може відповідати викладач v , дисципліна l , вид заняття z , аудиторія a , день d , пара t :

$$\sum_{g=1}^{N_4} X_{v,l,z,g,a,d,t} = 1, \quad (5)$$

5) лише одній аудиторії може бути призначений викладач v , дисципліна l , вид заняття z , група g , день d , пара t :

$$\sum_{a=1}^{N_5} X_{v,l,z,g,a,d,t} = 1, \quad (6)$$

Нехай маємо мультимножину $G = \{0^{N-K}, 1^K\}$ з основою $S(G) = (0,1)$ та первинною специфікацією $[G] = (N-K; K)$, де $N = N_1 \cdot N_2 \cdot N_3 \cdot N_4 \cdot N_5 \cdot N_6 \cdot N_7$, K – кількість елементів розкладу, які треба обрати. Тоді допустимий розв'язок задачі є впорядкованою K -вибіркою з множини G , тобто елементом загальної множини переставлень $E_K(G)$:

$$X \in (X_{1111111}, \dots, X_{N_1, N_2, N_3, N_4, N_5, N_6, N_7}) \in E_K(G) \quad (7)$$

Множина $E_K(G)$ лежить в вершинах загального переставного многогранника $\Pi_K(G)$: $X \in \Pi_K(G)$.

Далі розглянемо обмеження задачі, які задаються у вигляді нерівностей.

Обмеження на кількість годин в тиждень для групи:

$$\sum_{v=1}^{N_1} \sum_{l=1}^{N_2} \sum_{z=1}^{N_3} \sum_{a=1}^{N_4} \sum_{d=1}^{N_5} \sum_{t=1}^{N_6} X_{v,l,z,g,a,d,t} \leq T_g \quad \forall g \in J_{N_4}, \quad (8)$$

Обмеження на кількість годин в тиждень для викладача:

$$\sum_{l=1}^{N_2} \sum_{z=1}^{N_3} \sum_{g=1}^{N_4} \sum_{a=1}^{N_5} \sum_{d=1}^{N_6} \sum_{t=1}^{N_7} X_{v,l,z,g,a,d,t} \leq T_v \quad \forall v \in J_{N_1}, \quad (9)$$

Обмеження на кількість пар в день для групи:

$$2 \leq \sum_{v=1}^{N_1} \sum_{l=1}^{N_2} \sum_{z=1}^{N_3} \sum_{a=1}^{N_5} \sum_{t=1}^{N_7} X_{v,l,z,g,a,d,t} \leq T_{g,d} \quad \forall g \in J_{N_4}, d \in J_{N_6} \quad (10)$$

Обмеження на кількість повторень деяких занять. Наприклад, викладач v_i може бути призначений на дисципліну l_i в групі g_i не більше n_{v_i,l_i,g_i} раз:

$$\sum_{z=1}^{N_3} \sum_{a=1}^{N_5} \sum_{d=1}^{N_6} \sum_{t=1}^{N_7} X_{v_i,l_i,z,g_i,a,d,t} \leq n_{v_i,l_i,g_i} \quad (11)$$

Розглянемо також обмеження типу «не призначати». Наприклад, не призначати викладача v_i на час t_i :

$$\sum_{l=1}^{N_2} \sum_{z=1}^{N_3} \sum_{g=1}^{N_4} \sum_{a=1}^{N_5} \sum_{d=1}^{N_6} X_{v_i,l,z,g,a,d,t_i} = -\infty \quad (12)$$

Не призначати викладача v_i на день d_i :

$$\sum_{l=1}^{N_2} \sum_{z=1}^{N_3} \sum_{g=1}^{N_4} \sum_{a=1}^{N_5} \sum_{t=1}^{N_7} X_{v_i,l,z,g,a,d_i,t} = -\infty \quad (13)$$

Не призначати групу g_i і аудиторію a_i :

$$\sum_{v=1}^{N_1} \sum_{l=1}^{N_2} \sum_{z=1}^{N_3} \sum_{d=1}^{N_6} \sum_{t=1}^{N_7} X_{v,l,z,g_i,a_i,d,t} = -\infty \quad (14)$$

Обмеження на відсутність «вікон» у студентів. Наприклад, з першої по четверту або з другої по п'яту пари записуються так:

$$\left[\left(X_{vlzgard_1} \right)^2 + \left(\left(X_{vlzgard_2} - 1 \right) \left(X_{vlzgard_3} - 1 \right) \dots \left(X_{vlzgard_5} - 1 \right) \right)^2 \right] \times \\ \times \left[\left(\left(X_{vlzgard_1} - 1 \right) \left(X_{vlzgard_2} - 1 \right) \dots \left(X_{vlzgard_4} - 1 \right) \right)^2 + \left(X_{vlzgard_5} \right)^2 + \right] = 0 \quad (15)$$

Суттєвою умовою для складання нового розкладу є обмеження на навчальне навантаження викладача в певній групі з певної дисципліни та форми занять:

$$\underline{K}_{v_j, l_j, z_j, g_j} \leq \sum_{a=1}^{N_5} \sum_{d=1}^{N_6} \sum_{t=1}^{N_7} X_{v_j, l_j, z_j, g_j, a, d, t} \leq \overline{K}_{v_j, l_j, z_j, g_j}$$

де $\overline{K}_{v_j, l_j, z_j, g_j}$ – максимальна кількість годин на тиждень;

$\underline{K}_{v_j, l_j, z_j, g_j}$ – мінімальна кількість годин на тиждень.

Аналіз задачі дає змогу дещо спростити її розв'язання за рахунок зменшення її вимірності. Так, наприклад, в одну вісь можна об'єднати параметри «викладач-дисципліна-вид заняття», оскільки вони нерозривно зв'язані при складанні навантаження. Також, можливим є об'єднання параметрів «пара-день».

В статті нами була побудована математична модель задачі навчального розкладу та виділено різні можливі типи обмежень щодо його складання.

Інформаційні джерела

1. Муха В. С. Задача ученого расписания: постановка и решение // Проблемы управления и информатики. – 2012. – № 6. – С. 125–136.
2. Конвей Р. В. Теория расписаний / Р. В. Конвей, В. Л. Максвелл, Л. В. Миллер. – М. : Наука, 1975. – 360 с.
3. Танаев С. В. Введение в теорию расписаний / Р. В. Конвей, В. Л. Максвелл, Л. В. Миллер. – М. : Наука, 1975. – 256 с.

УДК 519.1

АЛГОРИТМ ГІЛОК І ГРАНИЦЬ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОЇ РЕГРЕСІЙНОЇ МОДЕЛІ ЯК ЗАДАЧІ КОМБІНАТОРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЇ

І. М. Мельник, к.ф.-м.н., с. н. с.;

Г. А. Піднебесна, пр. ін.

МННЦІТІС НАН України

ivanmelnyk@ukr.net; pidnebesna@mail.ru

Вступ. Вибір оптимальної регресійної моделі відноситься до класу задач комбінаторної оптимізації. Одним з ефективних методів розв'язання таких задач є метод гілок і границь [1], загальна ідея якого полягає в послідовному конструюванні та переборі тих варіантів рішень задачі, які, згідно з відповідними критеріями, є «перспективними» для