

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ КІБЕРНЕТИКИ ІМЕНІ В.М. ГЛУШКОВА

Сучасна інформатика:
проблеми, досягнення
та перспективи розвитку

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ
Міжнародної наукової конференції,
присвяченої 60-річчю заснування
Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України

Україна, Київ
13–15 грудня 2017 року

Київ 2017

УДК 519.6:004.9:621.39:517

Розглянуто результати досліджень у галузі математичного та комп'ютерного моделювання, системного аналізу та оптимізації, архітектури програмних і обчислювальних систем, паралельних обчислень, інформаційно-комунікаційних технологій, проблем управління та розробки високонадійних програмних систем, нових інформаційних технологій захисту інформації.

Для науковців у галузі обчислювальної та прикладної математики, комп'ютерних наук, інформаційних технологій, комп'ютерних засобів, систем та мереж.

Рассмотрены результаты исследований в области математического и компьютерного моделирования, системного анализа и оптимизации, архитектуры программных и вычислительных систем, параллельных вычислений, информационно-коммуникационных технологий, проблем управления и разработки высоконадежных программных систем, новых информационных технологий защиты информации.

Для научных работников в области вычислительной и прикладной математики, компьютерных наук, информационных технологий, компьютерных средств, систем и сетей.

Р е д а к ц і я н а к о л е г і я :

Відповідальний редактор СЕРГІЄНКО І.В.	ГАЛЕЛЮКА І.Б.,
Заступники відповідального редактора ПАЛАГІН О.В., ХІМІЧ О.М.	КАРПЕЦЬ Е.П., КУЛЯС А.І., РОМАНОВ В.О., СТЕЦЮК П.І.,
Відповідальний секретар ЄРШОВ С.В.	ІВАНОВ С.М.

Рецензент: академік НАН України ЗАДІРАКА В.К.

Затверджено до друку вченою радою
Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України

Адреса редколегії:

03187, Київ-187, проспект Академіка Глушкова, 40
Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України
www.incyb.kiev.ua
incyb@incyb.kiev.ua

ISBN 978-966-02-8362-6

© Інститут кібернетики
імені В.М. Глушкова
НАН України, 2017

О КРИТЕРИИ РЕБРА ОБЩЕГО МНОГОГРАННИКА РАЗМЕЩЕНИЙ

Задачи оптимизации на размещениях представляют собой актуальный класс задач оптимизации (см., в частности, [1–5]). Исследование и решение таких задач предполагает изучение свойств, во-первых, целевых функций, а во-вторых, их допустимых множеств, в том числе общего многогранника размещений. Результаты таких исследований изложены в ряде публикаций, среди которых отметим [2–5]. В частности, в этих работах исследовался общий многогранник размещений – выпуклая оболочка множества упорядоченных выборок из заданного мультимножества. В докладе изложены результаты исследований граневой структуры общего многогранника размещений (ОМР). Терминология, используемая далее, соответствует принятой в [2].

О ребрах многогранника размещений. Рассмотрим многогранник $\Pi_{\eta n}^k(G)$ k -размещений, где $G = \{g_1, \dots, g_\eta\}$ — основа мультимножества $S(G) = \{e_1, \dots, e_n\}$, $[G] = \{\eta_1, \dots, \eta_n\}$ — первичная спецификация. Пусть $g_1 \leq \dots \leq g_\eta$, $e_1 \leq \dots \leq e_n$, а $\Pi_{\eta n}^k(G)$ задается [2] системой ограничений

$$\sum_{i=1}^{|\omega|} g_i \leq \sum_{i \in \omega} x_i \leq \sum_{i=1}^{|\omega|} g_{\eta-i+1} \quad \forall \omega \subset J_k = \{1, 2, \dots, k\}, |\omega| \leq k. \quad (1)$$

Вершина $x = (x_1, \dots, x_k)$ многогранника $\Pi_{\eta n}^k(G)$ характеризуется тем, что она является перестановкой элементов любого мультимножества вида $x_i \in \{g_1, \dots, g_s, g_{\eta-r+1}, \dots, g_{\eta-1}, g_\eta\}$, $r + s = k \quad \forall s, r \in J_k^0 = \{0, 1, 2, \dots, k\}$ [2, теорема 2.33]. Вершина x является соседней с y для $vert \Pi_{\eta n}^k(G)$, если выполняется [2] одно и только одно из условий: 1) проведена перестановка g_i, g_{i+1} ($g_i \neq g_{i+1}$); 2) выполнена замена g_s на $g_{\eta-r}$ (или $g_{\eta-r+1}$ на g_{s+1}) ($g_s \neq g_{\eta-r}$; $g_{\eta-r+1} \neq g_{s+1}$). Известен второй критерий вершины [5, теорема 3.1], который состоит в том, что вершина A вида $x_1 = g_1, \dots, x_s = g_s, x_{s+1} = g_{\eta-r+1}, \dots, x_{k-1} = g_{\eta-1}; x_k = g_\eta$ задается вместе с (1) системой

$$\begin{cases} x_1 = g_1; & x_1 + x_2 = g_1 + g_2; & \dots; & x_1 + \dots + x_s = g_1 + \dots + g_s; \\ x_k = g_\eta; & x_k + x_{k-1} = g_\eta + g_{\eta-1}; & \dots; & x_k + \dots + x_{s+1} = g_\eta + g_{\eta-1} + \dots + g_{\eta-r+1}. \end{cases} \quad (2)$$

Уравнения с первого по s -е назовем левопорожденной частью системы (2), а остальные уравнения – правопорожденной частью этой системы, что объясняется их связью с левой и правой частями системы (1). Очевидно, не нарушая общности, достаточно рассматривать систему для вершины, номера координат которой задаются тождественной подстановкой $\begin{pmatrix} 1 & 2 & \dots & k \\ 1 & 2 & \dots & k \end{pmatrix}$. Для

подстановки $\begin{pmatrix} 1 & 2 & \dots & k \\ i_1 & i_2 & \dots & i_k \end{pmatrix}$ имеем:

$$\begin{cases} x_{i_1} = g_1; & x_{i_1} + x_{i_2} = g_1 + g_2; & \dots; & x_{i_1} + \dots + x_{i_s} = g_1 + \dots + g_s; \\ x_{i_k} = g_\eta; & x_{i_k} + x_{i_{k-1}} = g_\eta + g_{\eta-1}; & \dots; & x_{i_k} + \dots + x_{i_{s+1}} = g_\eta + g_{\eta-1} + \dots + g_{\eta-r+1}. \end{cases} \quad (3)$$

Как и в (2), первые s уравнений (3) — левопорожденная часть системы, остальные уравнения — правопорожденная часть. Ребро многогранника – отрезок, соединяющий две смежные вершины. Рассмотрим вершины, соседние с вершиной A , задаваемой вместе с (1) системой (2). Таким образом, имеем два случая: 1) перестановка координат; 2) замены координат.

1. Для получения соседней вершины выполняем перестановки координат g_i и g_{i+1} ($g_i \neq g_{i+1}$).

1.1. В случае, когда $i, i+1 \in J_s$ получаем вершину B , тогда имеем

$$\begin{cases} x_1 = g_1; & x_1 + \dots + x_{i-1} = g_1 + \dots + g_{i-1}; & x_1 + \dots + x_i = g_1 + \dots + g_{i-1} + g_{i+1}; \\ x_1 + \dots + x_i + x_{i+1} = g_1 + \dots + g_{i-1} + g_{i+1} + g_i; & \dots; & x_1 + \dots + x_s = g_1 + \dots + g_s; \\ x_k = g_\eta; & x_k + x_{k-1} = g_\eta + g_{\eta-1}; & \dots; & x_k + \dots + x_{s+1} = g_\eta + g_{\eta-1} + \dots + g_{\eta-r+1}. \end{cases} \quad (4)$$

Часть системы, содержащая уравнения с x_k для этой вершины B (правопорожденная часть), повторяет часть системы (2) с уравнениями, в которых есть x_k . Более того, все уравнения (2) и (4), не содержащие x_k , также совпадают, кроме i -го. Общим уравнениям удовлетворяют соседние вершины A и B , т. е. ребро AB задается совместно с (1) системой, в которой $i \in J_{s-1}$: $x_1 = g_1$; ...; $x_1 + \dots + x_{i-1} = g_1 + \dots + g_{i-1}$; $x_1 + \dots + x_i + x_{i+1} = g_1 + \dots + g_i + g_{i+1}$; ...; $x_1 + \dots + x_s = g_1 + \dots + g_s$; $x_k = g_\eta$; $x_k + x_{k-1} = g_\eta + g_{\eta-1}$; ...; $x_k + \dots + x_{s+1} = g_\eta + g_{\eta-1} + \dots + g_{\eta-r+1}$.

1.2. Для получения соседней вершины переставляем g_j и g_{j+1} ,

где $j, j+1 \in J_\eta^{\eta-r+1} = \{\eta-r+1, \eta-r+2, \dots, \eta-1, \eta\}$; получаем вершину C . Тогда уравнения с x_1 в (2) (левопорожденная часть) повторяются в системе для вершины C : $x_1 = g_1$; ...; $x_1 + \dots + x_s = g_1 + \dots + g_s$; $x_k = g_\eta$; $x_k + x_{k-1} = g_\eta + g_{\eta-1}$; ...; $x_k + x_{k-1} + \dots + x_{k-j+1} = g_\eta + \dots + g_{\eta-j+1}$; $x_k + x_{k-1} + \dots + x_{k-j+1} + x_{k-j} = g_\eta + \dots + g_{\eta-j+1} + g_{\eta-j-1}$; $x_k + x_{k-1} + \dots + x_{k-j+1} + x_{k-j} + x_{k-j-1} = g_\eta + \dots + g_{\eta-j+1} + g_{\eta-j-1} + g_{\eta-j}$; $x_k + x_{k-1} + \dots + x_{k-j+1} + x_{k-j} + x_{k-j-1} + x_{k-j-2} = g_\eta + \dots + g_{\eta-j-2}$; ...; $x_k + \dots + x_{s+1} = g_\eta + g_{\eta-1} + \dots + g_{\eta-r+1}$.

Все уравнения последней системы и системы (2), кроме содержащего только все переменные $x_k, x_{k-1}, \dots, x_{k-j+1}$, совпадают и им удовлетворяют точки A и C . Таким образом, ребро AC задается совместно с (1) следующей системой, где $j \in J_{r-1}^0 = \{0, 1, 2, \dots, r-2, r-1\}$ (напомним, что $r+s=k$): $x_1 = g_1$; ...; $x_1 + \dots + x_s = g_1 + \dots + g_s$; $x_k = g_\eta$; $x_k + x_{k-1} = g_\eta + g_{\eta-1}$; ...; $x_k + x_{k-1} + \dots + x_{k-j+1} = g_\eta + \dots + g_{\eta-j+1}$; $x_k + x_{k-1} + \dots + x_{k-j+1} + x_{k-j} + x_{k-j-1} = g_\eta + g_{\eta-1} + \dots + g_{\eta-j+1} + g_{\eta-j} + g_{\eta-j-1}$; ...; $x_k + \dots + x_{s+1} = g_\eta + g_{\eta-1} + \dots + g_{\eta-r+1}$, т. е. из системы (2) ребра AB, AC получаем отбрасыванием любого уравнения, кроме s -го или последнего.

2. Для получения соседней вершины может быть осуществлена замена координат.

2.1. Образование соседней вершины D из (2) осуществляется заменой g_s на $g_{\eta-r}$ ($g_s \neq g_{\eta-r}$).

Для D получаем

$$\begin{cases} x_1 = g_1; \dots; x_1 + \dots + x_{s-1} = g_1 + \dots + g_{s-1}; x_k = g_\eta; \dots; \\ x_k + \dots + x_{s+1} = g_\eta + \dots + g_{\eta-r+1}; x_k + \dots + x_{s+1} + x_s = g_\eta + \dots + g_{\eta-r+1} + g_{\eta-r}. \end{cases} \quad (5)$$

Из (2) в систему (5) входят все уравнения, кроме s -го, т. е. ребро AD получаем как общую часть (1), (2) и (5), т. е. из (2) берем все уравнения, кроме s -го.

2.2. Образование соседней к A вершины E из (5) осуществляется заменой координаты $g_{\eta-r+1}$ на g_{s+1} ($g_{\eta-r+1} \neq g_{s+1}$). Для E получаем

$$\begin{cases} x_1 = g_1; \dots; x_1 + \dots + x_s = g_1 + \dots + g_s; x_1 + \dots + x_{s+1} = g_1 + \dots + g_s + g_{s+1}; \\ x_k = g_\eta; x_k + \dots + x_{s+2} = g_\eta + \dots + g_{\eta-r+2}. \end{cases} \quad (6)$$

Из (2) в (6) входят все уравнения, кроме последнего. Таким образом, если брать общие в (2) и (6) уравнения, то это аналогично тому, что в (2) отбросить последнее уравнение и получить из (1) ребро AE . Значит, некоторое ребро из вершины A получим из системы (1), присоединив к ней систему (2) без одного уравнения. Таким образом, доказано следующее описание ребра общего многогранника размещений.

Теорема 1. Если подсистема ограничений системы (1) описывает внутренние точки ребра общего многогранника размещений, то вместе с (1) выполняются $k-1$ уравнение из (3).

Идентификация ребра по системе уравнений из системы для ОМР. Пусть вершина $g \in \Pi_{\eta n}^k(G)$ определяется системой (3). Введем обозначение для левопорожденной части (3)

$\omega_1^L = \{i_1\}$; $\omega_2^L = \{i_1, i_2\}$; ...; $\omega_s^L = \{i_1, i_2, \dots, i_s\}$, а для правопорожденной части системы (3) $\omega_1^R = \{i_k\}$; $\omega_2^R = \{i_k, i_{k-1}\}$; ...; $\omega_r^R = \{i_k, i_{k-1}, \dots, i_{s+1}\}$; отметим, что $r+s=k$, $s, r \in J_k^0$. Очевидно, что

$$\omega_1^L \subset \omega_2^L \subset \dots \subset \omega_s^L; \quad (7)$$

$$\omega_1^R \subset \omega_2^R \subset \dots \subset \omega_r^R; \quad (8)$$

а также что $\omega_s^L \cup \omega_r^R = J_k = \{1, 2, \dots, k\}$.

Пусть после исключения уравнения из системы, которая описывает вершину, с целью образовать ребро соответствующие системы подмножеств изменились (точнее, одно из них уменьшилось на единицу), т.е. если исключить уравнения из левопорожденной подсистемы, то получим подмножество индексов

$$\omega_{i_1}^L \subset \omega_{i_2}^L \subset \dots \subset \omega_{i_{s-1}}^L \quad (9)$$

и подмножества индексов (8), а если исключить уравнения из правопорожденной подсистемы, то имеем подмножество индексов (7) и подмножества индексов

$$\omega_{j_1}^R \subset \omega_{j_2}^R \subset \dots \subset \omega_{j_{r-1}}^R. \quad (10)$$

Отметим, что мы рассматриваем множество k -размещений $E_{\eta_n}^k(G)$, общий многогранник размещений $\Pi_{\eta_n}^k(G)$, где $G = \{g_1, \dots, g_\eta\}$; $g_1 \leq \dots \leq g_\eta$; $S(G) = (e_1, \dots, e_n)$, $e_1 < \dots < e_n$; $[G] = (\eta_1, \dots, \eta_n)$. Напомним [3], что вершиной $x = \{x_1, \dots, x_k\} \in \text{vert } \Pi_{\eta_n}^k(G)$ является точка, координаты которой – это такие элементы из G : $g_1, \dots, g_s, g_{\eta-r+1}, g_{\eta-r+2}, \dots, g_\eta$, где $s+r=k$; $s, r \in J_k^0 = \{0, 1, 2, \dots, k\}$, и только они стоят в произвольном порядке в x . Таким образом, одной из вершин является точка $g^0 = (g_1, g_2, \dots, g_s, g_{\eta-r+1}, g_{\eta-r+2}, \dots, g_\eta)$, а иные вершины образуются перестановкой этих элементов или выбором другого $s \in J_k^0$, а значит и $r = k - s$. Определим параметр σ для случаев $s \neq 0$:

$$g_s = e_\sigma; \quad (11)$$

а в случае $s = 0$, то и $\sigma = 0$. Определим параметр ρ для случая $r \neq 0$:

$$g_{\eta-r+1} = e_\rho, \quad (12)$$

а в случае $r = 0$, то и $\rho = 0$. Введем $K_0 = 0$; $K_1 = \eta_1$; $K_2 = \eta_1 + \eta_2$; ...; $K_\sigma = s - K_{\sigma-1}$, где σ определяется из (11). Введем $v_0 = 0$, $v_1 = \eta_n$, $v_2 = \eta_n + \eta_{n-1}$, ...; $v_\rho = r - v_{\rho-1}$, где ρ определяется из (12). Таким образом, имеем теорему.

Теорема 2 (Об идентификации ребра уравнениями в системе ОМР). 1) Если F — ребро ОМР (общего многогранника размещений), то существует, возможно, не единственная (в случае, когда G — мультимножество, а не множество) система равенств с подмножествами индексов неизвестных, которые определяют (8), (9) или (7), (10). 2) Если имеем множество индексов (8), (9) или (7), (10), которые в системе (1) определяют равенства, то эти условия дают множество F : ребро ОМР или его вершину. Размерность этого множества F определяется так: $\dim F = k - \{\lambda + \sum (|\omega_\tau| - |\omega_{\tau-1}| - 1)\}$, где $\lambda = k - 1$, а суммирование выполняется для (9) или (10) при таких индексах ($\tau \in J_{s-1}$ для (9); $\tau \in J_{r-1}$ для (10)), для каждого из которых найдется $j \in J_\sigma$ (для (9)), $j \in J_\rho$ (для (10)). При этом для (9) $K_{j-1} \leq |\omega_{\tau-1}| = |\omega_{i_{\tau-1}}^L|$ и $|\omega_{i_\tau}^L| = |\omega_\tau| \leq K_j$ (где $\omega_0 = 0$), а для (10): $v_{j-1} \leq |\omega_{\sigma-1}| = |\omega_{j_{\sigma-1}}^R|$ и $|\omega_{j_\sigma}^R| = |\omega_\sigma| \leq v_j$ (где $\omega_0 = 0$).

1. Сергиенко И.В., Каспшицкая М.Ф. Модели и методы решения на ЭВМ комбинаторных задач оптимизации. — К.: Наук. думка, 1981. — 288 с.
2. Стоян Ю.Г., Ємець О.О. Теорія і методи евклідової комбінаторної оптимізації. — К.: Ін-т системн. досліджень освіти, 1993. — 188 с.— Режим доступу: <http://dspace.uccu.org.ua/handle/123456789/487>.
3. Стоян Ю.Г., Ємець О.О., Ємець Є.М. Оптимізація на полірозміщеннях: теорія та методи. — Полтава: РВЦ ПУСКУ, 2005. — 103 с. — Режим доступу: <http://dspace.uccu.org.ua/handle/123456789/376>.
4. Ємець О.А., Барболина Т.Н. Комбінаторна оптимізація на розміщеннях. — К.: Наук. думка, 2008. — 159 с. — Режим доступу: <http://dspace.uccu.org.ua/handle/123456789/473>.
5. Ємець О.А., Черненко О.А. Оптимізація дробно-лінійних функцій на розміщеннях: монографія. — К.: Наук. думка, 2011. — 154 с. — Режим доступу: <http://dspace.uccu.org.ua/handle/123456789/467>.

З М І С Т

Секція 1

Теоретичні проблеми кібернетики та інформатики

Акуленко Л.Д., Козаченко Т.А., Лещенко Д.Д. Квазиоптимальное торможение вращения твердого тела с внутренними степенями свободы в сопротивляющейся среде	3
Бабаков Р.М. Микропрограммный автомат с операционным автоматом переходов	4
Балабанов А.С. Проблемы индуктивно-эмпирического вывода каузальных моделей и некоторые пути их решения	7
Бейко І.В., Івасишен С.Д., Щирба О.В. Розвиток методів побудови оптимізованих математично-комп'ютерних граф-операторних моделей	10
Березовский О.А. Критерии равенства двойственной оценки квадратичной экстремальной задачи значению ее глобального экстремума	12
Biletskyy В.О. Distributed machine learning methods based on bayesian pattern recognition procedure	14
Білий С.Б. Про деякі властивості і задачі для унікурсальних кривих і графів	16
Богаєнко В.О., Булавацький В.М., Гладкий А.В. Паралельні алгоритми чисельного моделювання дробово-диференційної динаміки забруднень при фільтрації ґрунтових вод	17
Брила А.Ю. Задачі оптимізації з альтернативними складовими у лексикографічних обмеженнях	20
Вагис А.А., Гупал А.М. Исследование помехоустойчивости генетических кодов	21
Варенюк Н.А., Галба Е.Ф. Взвешенная псевдоинверсия со знаконеопределенными и смешанными весами	23
Вышинский В.А. Место кибернетики в исследовании природы	26
Вышинский В.А., Кононенко А.Ю., Слепец А.В. Некоторые вопросы к теории алгоритмов	29
Гече Ф.Е., Мулеса О.Ю. Алгоритм синтезу оптимальних цілочислових нейронних елементів з пороговою функцією активації	31
Глебена М.І., Цегелик Г.Г. Апарат некласичних мажорант і діаграм Ньютона функції комплексної змінної	34
Горбань И.И. Почему необходимо исследовать физические свойства статистической устойчивости	36
Губарев В.Ф. Редукция порядка модели системы большой размерности	39
Гуляницький Л.Ф. Новий алгоритм оптимізації мурашиними колоніями	41
Денисов С.В., Семенов В.В. Регуляризованные модифицированные экстраградиентные методы для вариационных неравенств с нелипшицевыми операторами	44
Донець Г.О., Білецький В.І., Ненахов Е.І. Деякі задачі комбінаторного розпізнавання та їхні особливості	46
Дорошенко А.Ю., Бекетов О.Г., Жереб К.А., Іваненко П.А., Овдій О.М., Шевченко Р.С., Яценко О.А. Формальні й адаптивні методи та інструментарій автоматизації паралельного програмування на основі алгеброалгоритмічного підходу ..	48
Дубко А.В., Дубко В.А. Расчет надежности системы методом траекторий	51
Емец О.А., Емец А.О., Поляков И.М. О критерии ребра общего многогранника размещений	54