МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ОПТИМІЗАЦІЙНИМИ ЗАДАЧАМИ НА КОМБІНАТОРНИХ КОНФІГУРАЦІЯХ

С. Є. Гриценко, *викладач*
Полтавський політехнічний коледж НТУ «ХПІ», м. Полтава, Україна

В сучасних економічних умовах господарювання України формування фундаментальних засад розвитку підприємств є актуальним завданням.

У цьому аспекті виникає необхідність використання інструментарію, який органічно поєднує математичні методи для вирішення економічних проблем з метою отримання кількісних оцінок і моделей у процесі прийняття управлінських рішень.

Досить часто економічні задачі, що потребують вирішення можна звести до багатокритеріальних оптимізаційних задач. Якщо розв'язок таких задач необхідно знайти на відомій множині елементів то такі задачі є задачами багатокритеріальної оптимізації на комбінаторній конфігурації розміщення. Хоча інструментарій розв'язання таких задач досить сформований, все ж постає питання розробки ефективних методів і алгоритмів, що б вирішували проблему скорочення переліку можливих допустимих розв'язків.

Опишемо постановку задачі.

Розглянемо багатокритеріальну комбінаторну задачу вигляду:

$$Z\left(Ц,E\right): max\left\{Ц\left(a\right)\middle|a\in E\right\},$$

що полягає в максимізації векторного критерію $Ц(a)$ на деякій комбінаторній множині, де $Ц\left(a\right)=\left(Ц_1\left(a\right),Ц_2\left(a\right),\dots Ц_l\left(a\right)\right)$, $Ц_i : R^n \to R^1,\ i\in N_l$.

В залежності від того, який вигляд має комбінаторна множина розрізняють при $E=P_{nk}\left(A\right)=P_{nk}$ задачу $Z(Ц,E)$ багатокритеріальну комбінаторну на множині перестановок, якщо $E=A_{qk}^{n}\left(A\right)=A_{qk}^{n}$, то задача $Z\left(Ц,E\right)$ є задачею на множині розміщень і т. д.

Як відомо, одним з основних, фундаментальних понять багатокритеріальної оптимізації взагалі є поняття оптимального по Парето, тобто ефективного розв'язку, оптимального по Слейтеру (слабо ефективного розв'язку), оптимального по Смейлу (строго ефективного розв'язку).

Розроблено багато різних принципів прийняття рішень в ситуаціях такого роду. Але найбільш цікавими є традиційні, які пов'язані із виділенням із всієї множини розв'язків та оцінок $Y=\{y=Ц(a)|a\in E\}$ множини непокращуваних або оптимальних по Парето, оптимальних по Слейтеру, оптимальних по Смейлу векторів.

Розглянемо задачу багатокритеріальної комбінаторної оптимізації на множині розміщень, тобто $E=A_{qk}^{n}(A)$.

Тоді, під розв'язком задачі $Z(Ц,A_{qk}^{n}(A))$ будемо розуміти знаходження елементів однієї із наступних множин: $P(Ц,A_{qk}^{n}(A))$ – множини Парето-оптимальных (ефективних) розв'язків, $Sl(Ц,A_{qk}^{n})(A)$ – оптимальних по Слейтеру (слабо ефективних) розв'язків, $Sm(Ц,A_{qk}^{n}(A))$ – оптимальних по Смейлу (строго ефективних) розв'язків.

Із скінченності допустимої області $A_{qk}^{n}(A)$ випливає, що множина $P(Ц,A_q k^{n}(A))$ не порожня і зовнішньо стійка [1]: $\forall y\in A_{qk}^{n}(A)\exists a\in P(Ц,A_{qk}^{n}(A)):Ц(a)\ge Ц(y)$.

У випадку нескінченності множини A це питання вимагає окремого дослідження, але за умови комбінаторності вона завжди скінчена.

Будемо розглядати елементи множини розміщення з повтореннями як точки арифметичного евклідового простору R^n.

При відображенні множини $A_{qk}^{n}(A)$ в евклідів простір R^{n} можна сформулювати задачу $Z(F,X)$ максимізації деякого векторного критерію $F(x)$ на множині X, причому кожній точці $a\in A_{qk}^{n}(A)$ буде відповідати точка $x\in X$, така, що $F(x)=Ц(a)$.

$$Z(F,X):max\{F(x)|x\in X\},$$

де $F(x)=\left(f_1(x), f_2(x),\ldots, f_l(x)\right)$, $f_i : R^n \to R^1, i \in N_l$, X – непорожня множина у R^n.

Якщо в деякій множині з повтореннями кратність кожного елемента дорівнює одиниці, то, очевидно, ми можемо ототожнювати її з звичайною множиною. Нехай A,B – дві множини з повтореннями. Будемо говорити, що A є підмножиною B (позначення $A \subseteq B$), якщо кратність кожного елемента A не більше кратності цього елемента в B. Нехай X – множина з повтореннями, що містить r різних елементів $x_1,\ldots,x_r$ з кратностями $k_1,\ldots,k_r$ відповідно. Число $|X| = k_1 + k_r$ будемо називати потужністю X. Кожній підмножині $A \subseteq X$ однозначно відповідає послідовність

$$m_1,\ldots,m_r, 0 \le m_1 \le k_1, 0 \le m_r \le k_r,$$

де m_i – кратність елемента x_i в A. Звідси відразу ж випливає, що кількість усіх підмножин $A \subseteq X$ дорівнює $|X| = (k_1+1)\ldots(k_r+1)$.

Ці підмножини, а точніше відповідні їм послідовності, можна генерувати різними способами, описаними в [2].

Сформулюємо алгоритм генерації множини розміщень на основі рекурентного методу із мультимножини $X = \left\{x_1^{k_1}, x_2^{k_2},\ldots,x_n^{k_n}\right\}$, де n – кількість різних елементів множини, k_i – кратність i-го елемента глибини g. Для цього додатково розглянемо множину $A = \left\{x_1,\ldots,x_n\right\}$, $A \subseteq X$.

Крок 1. Рівень генерації $j=1$. З множини X вибираємо всі ізольовані вершини $\tilde{o}_з$ $i=\overline{1..n}$. Утворюється сукупність множин $A_i = \left\{x_i^j\right\}$, де $i=\overline{1..n}$..

Крок 2. Збільшуємо глибину генерації на 1.

$j = j+1$. Розглядаємо по черзі вершини попереднього рівня. Дописуємо до вершини попереднього рівня справа допустимий елемент з множини A за таким правилом:

2.1. Якщо в розглядуваній вершині $j \le \left(k_1 \wedge k_2 \wedge \ldots \wedge k_n\right)$, то з неї генерується n вершин, дописуванням до кожної вершини верхнього рівня одного з елементів множини A.

2.2. Якщо в розглядуваній вершині $j > (k_1 \vee k_2 \vee \ldots \vee k_n)$, то з множини $\grave{A}$ необхідно вилучити ті елементи, для яких виконується дана умова. Для такої вершини, дописуванням генерується кількість вершин менша за n.

2.3. Якщо в розглядуваній вершині $j > (k_1 \wedge k_2 \wedge \ldots \wedge k_n)$, то процес генерації з даної вершини припиняється.

Крок 3. Повторювати з кроку 2 доки $j \le g$.

Використаємо даний алгоритм при генерації множини 4-розміщень X_{62}^{4} із мультимножини $\mathrm{X} = \{\mathrm{x}_1^{\mathrm{k}_1}, \mathrm{x}_2^{\mathrm{k}_2}\} = \{0^2, 1^4\}$ і результати представимо у вигляді дерева.

Крок 1. Рівень 1. Ізольовані вершини зі значеннями 0, 1.

Крок 2. Рівень 2. Оскільки $\mathrm{j} \le \mathrm{k}_1 \wedge \mathrm{k}_2$, то з кожної ізольованої вершини будуть згенеровані по 2 вершини. З вершиши 0 – вершини 00 і 01, і з вершини 1 – вершини 10 і 11.

Рівень 3. Розглядаємо почерзі вершини попереднього рівня:

Вершина 00. Оскільки $\mathrm{j} \unrhd \mathrm{k}_1$ [і $\mathrm{j} \unlhd \mathrm{k}_2$, то з множини A залишається тільки елемент $\{1\}$. Тому з даної вершини генерується одна вершина 001.

Вершина 01. Оскільки $\mathrm{j} \unlhd \mathrm{k}_1$ і $\mathrm{j} \unlhd \mathrm{k}_2$, то з даної вершини генеруються дві вершини – 010 і 011.

Продовжуємо згідно алгоритму.

Результати представимо у вигляді дерева (рис. 1).

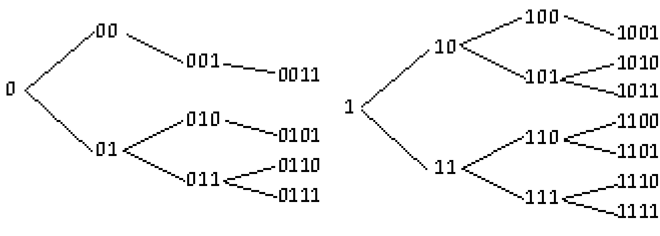

Рисунок 1 – Процес генерації розміщень
у вигляді деревовидної структури

Перевагою даного алгоритму генерації є поступове збільшення глибини множини, при цьому на попередніх етапах можливе відсікання деяких вершин, як таких що не можуть бути згенеровані, хоча дана перевага може бути і недоліком, оскільки крім останнього рівня згенерованих вершин (одне або декілька яких і будуть власне розв'язком задачі) розглядаються і вершини вищого рівня.

Відшукання ефективного алгоритму, що б дозволив на верхніх рівнях даної деревовидної структури провести відсікання вершин, з яких не отримуються оптимальні розв'язки даної задачі і є подальшим напрямком дослідження.

Список використаних джерел

1. Донець Г. П. Екстремальні задачі на комбінаторних конфігураціях : монографія / Г. П. Донець, Л. М. Колєчкіна. – Полтава : РВВ ПУЕТ, 2011. – 309 с.
2. Липский В. Комбинаторика для программистов / В. Липский. – Москва : Мир, 1988. – 200 с.

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕДІНКИ ПОКУПЦІВ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ

Є. С. Даниленко, *аспірант*
Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків, Україна

Поведінка покупців є багатоаспектним поняттям, яке можна розглядати з різних точок зору. Одним із критеріїв розбіжності точок зору науковців є ідентифікація факторів, що впливають на процес прийняття рішення про покупку. Для провадження успішної маркетингової діяльності підприємствам необхідне розуміння особистості покупця, його почуттів та мотивів. Намагаючись спрогнозувати реакцію клієнтів, вчені розробили авторські моделі управління поведінкою покупців, які дозволяють проникнути у підсвідомість покупця, так звану «чорну скриню».

У табл. 1 наведені деякі моделі управління поведінкою покупців, зокрема сформовані Ф. Котлером, Г. Фоксолом, Р. Голдсмітом, С. Брауном, Дж. О'Шонессі, Дж. Енджелом, Р. Блекуеллом, П. Мініардом та адаптовані автором до ринку продажу легкових автомобілів.