

УДК 519.816

Т. Г. Сігал

Навчально-науковий комплекс

«Інститут прикладного системного аналізу» НТУУ «КПІ»

проспект Перемоги, 37, 03056 Київ, Україна

тел. 236-39-87, e-mail: lunareclipse@yandex.ru

Алгоритм розподілу ресурсів між проектами при пороговій функції ступеню виконання проекту

Запропоновано алгоритм розподілу ресурсів, коли функція ступеню виконання проекту є пороговою функцією. При цьому ієрархія цілей є лінійною. Представлено приклад роботи системи підтримки прийняття рішень щодо розподілу ресурсів між проектами «Солон-МКВ», в якій було реалізовано даний алгоритм.

Ключові слова: *проект, розподіл ресурсів, функція ступеню виконання проекту, ієрархія цілей.*

Ефективне управління ресурсами є складною задачею. Грамотне вирішення даної задачі дозволить, з одного боку, не розпилювати обмежені ресурси, а з іншого — домогтися значних результатів у перспективних напрямках діяльності. Воно може бути реалізоване на базі сучасних інформаційних технологій та методів.

Системи підтримки прийняття рішення, які існують на теперішній час (Мультикритеріальна система підтримки прийняття рішень D-side [1], Expert Choice [2], Автоматизована система експертного оцінювання ПРИОРИТЕТНОСТЬ ФИНАНСИРОВАНИЯ [3], Система підтримки прийняття рішень FINCLAS [4], Система підтримки прийняття рішень PROSEL [5] тощо), не до кінця вирішують поставлену задачу. Аналіз цих систем показав, що вони мають ряд недоліків: вузька предметна спрямованість, не до кінця вирішується задача розподілу ресурсів між проектами в залежності від рейтингу проектів, потрібного фінансування та загального фінансування. Тому актуальною проблемою є розробка та дослідження системи підтримки прийняття рішення, яка б ліквідувала вищенаведені недоліки існуючих систем.

Постановка задачі розподілу ресурсів

Задача відбору проектів — це визначення підмножини оптимальних проектів, тобто таких, що максимізують ступінь досягнення цілі.

Задачу розподілу ресурсів між проектами можна сформулювати таким чином:

© Т. Г. Сігал

Дано: 1. Множина проектів $P = \{P_i\}$, $i = \overline{(1, m)}$.

2. Для кожного проекту є функція ступеню виконання в залежності від величини відносного фінансування $f(S_i/S_i^*)$, $i = \overline{(1, m)}$, де S_i^* — потрібне фінансування, $\bar{S} = \{S_i\}$ — варіант фінансування множини проектів.

3. Є алгоритм підрахунку ефективності, що відповідає вектору \bar{S} $E(\bar{S}) = E(\bar{F})$, де \bar{F} — вектор ступенів виконання.

Треба: знайти вектор S_x , при якому $E(S_x) \rightarrow \max$, при обмеженні $\sum_{i=1}^m S_i \leq S_{\max}$, де S_{\max} — об'єм фінансування програми.

Для вирішення задачі розподілу ресурсів для випадку, коли існує аналітичне задання функції $E(\bar{S})$, можна скористатися одним із методів оптимізації. Тоді рейтинг набору проектів: $E(\bar{S}) = \sum_{\substack{i=1 \\ S_i \in \bar{S}}}^m E(S_i)$. Треба знайти такий вектор S_x , при

якому $E(S_x) \rightarrow \max$, при обмеженні $\sum_{i=1}^m S_i \leq S_{\max}$. Це задача лінійного програмування. Ефективним методом чисельного розв'язання задачі лінійного програмування є симплекс-метод, що й було реалізовано в мультикритеріальній системі підтримки прийняття рішень з розширеними можливостями [6].

Для загального випадку, коли відсутнє аналітичне задання функції $E(\bar{S})$, а вона задана алгоритмом $E(\bar{S})$, метод вирішення задачі невідомий. Але коли існує можливість вирахувати в кожній точці функцію ефективності, то для вирішення задачі можна скористатись одним із методів:

- генетичного алгоритму [7, 8];
- методом випадкового пошуку;
- методом оптимізації колонії мурах [9].

Однак наведені вище методи мають ряд недоліків. Серед них відмітимо найбільш важливі: не дуже висока точність отриманих результатів (наведені методи мають таку властивість як імовірність) та великі затрати часу на підрахунок одним методом.

У даній статі описана спроба розробити алгоритм, який би давав точне рішення задачі розподілу ресурсів, коли функція ступеню виконання проекту є пороговою функцією. При цьому ієрархія цілей є лінійною.

Постановка задачі

Дано: 1. Множина проектів $P = \{P_s\}$, $i = \overline{(1, m)}$.

2. Для кожного проекту є функція ступеню виконання в залежності від величини відносного фінансування $f(S_i/S_i^*)$, $i = \overline{(1, m)}$, де S_i^* — потрібне фінансування, $\bar{S} = \{S_i\}$ — варіант фінансування множини проектів. Вигляд функції наведено на рис. 1.

3. Множина порогів $T = \{T_i\}, i = \overline{(1, m)}$ функції f .

4. Ефективність набору проектів, що відповідає вектору \bar{S} $E(\bar{S}) = \sum_{\substack{i=1 \\ S_i \in \bar{S}}}^m E(S_i)$.

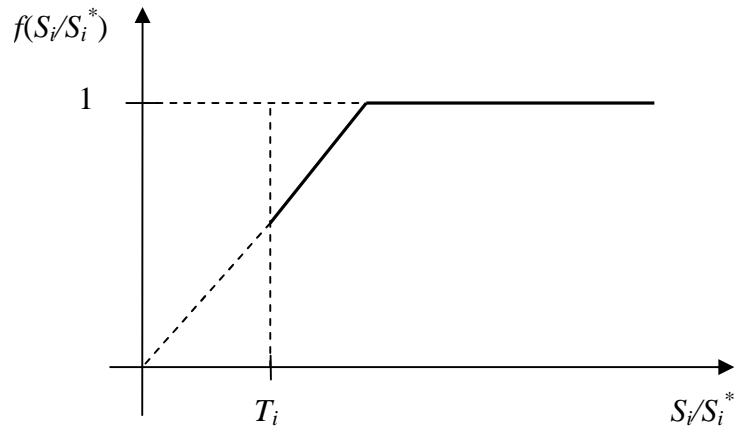


Рис. 1. Графік функції ступеню виконання проекту в залежності від величини відносного фінансування

Треба: знайти вектор S_x , при якому $E(S_x) \rightarrow \max$, при обмеженнях $\sum_{i=1}^m S_i \leq S_{\max}$, де S_{\max} — об'єм фінансування програми; $\forall i: 1 \leq i \leq m$ $[f(S_i/S_i^*) \geq T_i]$.

Нехай $R = \{R_i\}, i = \overline{(1, m)}$ — множина рейтингів проектів.

Обмеження $\forall i: 1 \leq i \leq m$ $f(S_i/S_i^*) \geq T_i$ перепишемо в наступному вигляді:

$$\forall i: 1 \leq i \leq m \quad S_i \geq T_i^* .$$

Треба такий вектор $S_x = \{S_i\}, i = \overline{(1, m)}$, при якому

$$f(S_1/S_1^*) + f(S_2/S_2^*) + \dots + f(S_m/S_m^*) \rightarrow \max$$

при обмеженнях

$$\sum_{i=1}^m S_i \leq S_{\max} ,$$

$$\forall i: 1 \leq i \leq m [T_i^* \leq S_i \leq S_i^*] .$$

Для вирішення цієї задачі було запропоновано алгоритм, який дає її точне рішення.

Алгоритм

1. Перепишемо задачу у вигляді

$$\frac{R_1}{S_1^*} S_1 + \frac{R_2}{S_2^*} S_2 + \dots + \frac{R_m}{S_m^*} S_m \rightarrow \max$$

при обмеженнях

$$\sum_{i=1}^m S_i \leq S_{\max};$$

$$\forall i: 1 \leq i \leq m [0 \leq S_i \leq S_i^*]$$

Будемо вважати що функція ступеню виконання є лінійною функцією.

2. Вирішуємо задачу симплекс-методом. Отримуємо вектор $\bar{S} = \{S_x\}$
 $x = (\bar{1}, m)$, при якому $E(S_x) \rightarrow \max$.

3. Перевіряємо чи всі елементи множини \bar{S} задовольняють умові $\forall i: 1 \leq i \leq m [T_i^* \leq S_i \leq S_i^*]$. Якщо $\exists k: S_k < T_k^*$, то k -й проект виключається із множини проектів P , і переходимо на крок 4. Якщо таких елементів немає, то переходимо на крок 5.

4. Отримуємо нову множину проектів $P^* = P/P^0$, де P^0 — множина проектів, отриманих на кроці 3, і які не задовольняють умовам обмеження. І переходимо на крок 1, вирішуємо задачу для нової множини проектів.

5. Кінець.

У результаті виконання алгоритму отримуємо вектор S_x фінансування проектів.

Даний алгоритм було реалізовано в системі підтримки прийняття рішення щодо розподілу ресурсів між проектами «Солон-МКВ» і порівняно з точним методом (методом прямого перебору).

Розглянемо приклад роботи системи «Солон-МКВ».

Приклад

Ієрархію цілей наведено на рис. 2, а фінансування проектів в таблиці.

Фінансування проектів		
Назва проекту	Потрібне фінансування (S_i^*)	Поріг (T_i^*)
П1	40 000	20 000
П2	50 000	10 000
П3	30 000	10 000
П4	60 000	30 000
П5	20 000	15 000

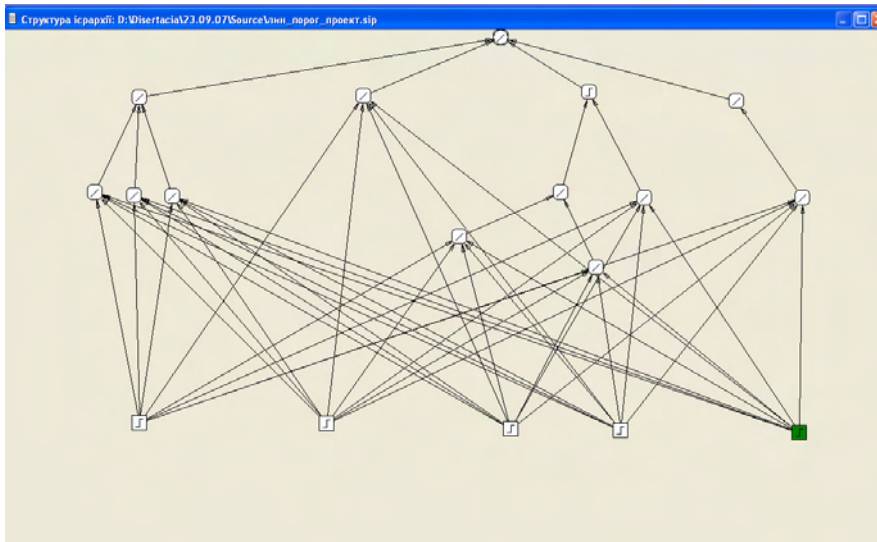


Рис. 2. Лінійна ієрархія цілей

Об'єм фінансування $S_{\max} = 70\,000$.

На рис. 3 наведено роботу системи з урахуванням порогів функції ступеню виконання. Для порівняння отриманих даних, було реалізовано метод прямого перебору. На рис.4 показано розподіл ресурсів між проектами, виконаний за допомогою методу прямого перебору.

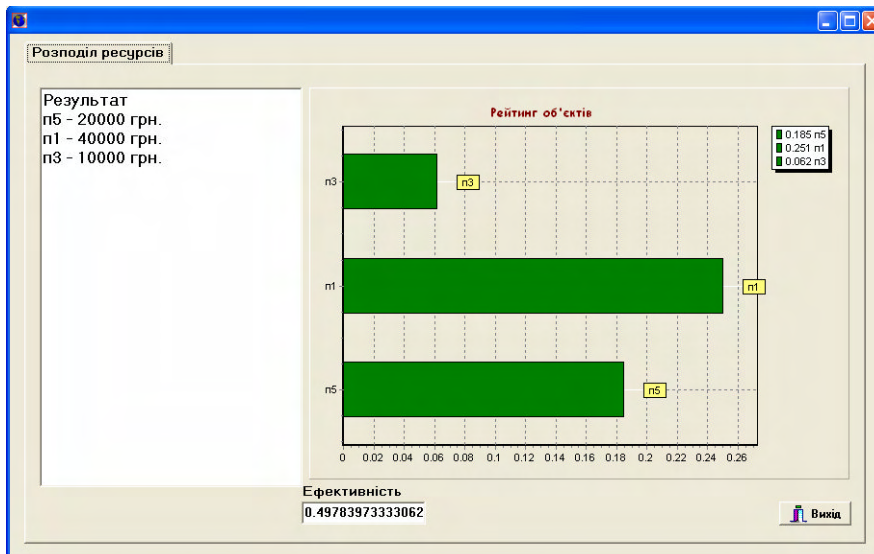


Рис. 3. Розподіл ресурсів між проектами при пороговій функції ступеню виконання проекту

Коли ієрархія є нелінійною (зі зворотніми зв'язками або пороговими цілями), то вигляд функції ефективності має нелінійний характер. Тому подальшим напрямком роботи є дослідження можливості застосування розробленого алгоритму розподілу ресурсів, коли ієрархія має нелінійний характер, а функція ступеню виконання проекту є пороговою.



Рис. 4. Результат розподілу ресурсів при застосуванні методу прямого перебору при пороговій функції ступеню виконання проекту

1. Tavana M., Smither J.W., Anderson R.V. D-side: A Facility and Workforce Planning Group Multi-Criteria Decision Support System for Johnson Space Center // *Computers & Operation Research*. — 2007. — Vol. 34, Issue 6. — P. 1646–1673.
2. www.expert_choice.com
3. АСЕО ПРИОРИТЕТНОСТЬ ФИНАНСИРОВАНИЯ // SOFTEL: сто компьютерных программ для бизнеса (каталог бизнес-софта, 1997–1998). — М.: Хамтех Паблишер, 1997. — С. 149–155.
4. Zopounidis C., Doumpos M. A Preference Dissaggregation Decision Support System for Financial Classification Problems // *European Journal of Operational Research*. — 2001. — Vol. 130, N 2. — P. 402–413.
5. Rădulescu C.Z., Rădulescu M. Project Portfolio Selection Models and Decision Support // *Studies in Informatics and Control*. — 2001. — Vol. 10, N 4. — P. 29–35.
6. Тоценко В.Г., Сігал Т.Г. Мультикритеріальна система підтримки прийняття рішень з розширеними можливостями // *Реєстрація, зберігання і оброб. даних*. — 2005. — Т. 7, № 3. — С. 98–107.
7. Montero G., Rodriguez E., Montenegro R., Escobar J.M., Gonzalez-Yuste J.M. Genetic Algorithms for an Improved Parameter Estimation with Local Refinement of Tetrahedral Meshes in a Wind Model // *Advances in Engineering Software*. — 2005. — Vol. 36, Issue 1. — P. 3–10.
8. Aguilar Madeira J.F., Rodrigues H., Pina H. Multi-Objective Optimization of Structures Topology by Genetic Algorithms // *Advances in Engineering Software*. — 2005. — Vol. 36, Issue 1. — P. 21–28.
9. Lee Z.-J., Lee C.-Y. A Hybrid Search Algorithm with Heuristics for Resource Allocation Problem // *Information Sciences*. — 2005. — Vol. 173. — P. 155–167.

Надійшла до редакції 22.02.2008