

У вікні пошуку рішення потрібно встановити цільову комірку (комірка E7), де буде висвітлено остаточний результат машинного оброблення даних (рис. 2). Це вікно містить ще кілька полів введення інформації: у полі введення *By Changing Cells* (Змінюючи комірки) треба зробити посилання на комірки C4: D4; у полі введення *Subject to the Constraints* (Обмеження) потрібно ввести задані обмеження.

Після того, як всі необхідні умови введено, запускається програма автоматичного пошуку рішення. Для підтвердження розв'язку задачі на екрані висвітлюється звіт із оптимальним розв'язком (рис. 3). Очевидно, що за наявних ресурсів можна виготовити 1662 одиниць ЛЗП 200 Вт та 2492 одиниці ЛЗП 25 Вт, не перевищуючи ліміт наявних ресурсів. Внаслідок реалізації цих виробів отримаємо прибуток у сумі 648,00 грн. Цей результат є оптимальним і найточнішим.

Таким чином, використання інформаційних технологій та пакету MS Excel під час планування виробничої програми підприємства досить ефективне, оскільки не потребує значних витрат часу на оброблення інформації і дає змогу оптимізувати виробничу програму підприємства в умовах обмеженості сировинних ресурсів.

Література

1. Глушик М.М. Математичне програмування : навч. посібн. / М.М. Глушик, І.М. Копич, О.С. Пенцак, В.М. Сороківський. – Львів : Вид-во ЛКА, 2004. – 240 с.
2. Гринчуцький В.І. Теоретичні основи процесу формування виробничої програми промислового підприємства / В.І. Гринчуцький, Т.І. Пушкар // Вісник Хмельницького національного університету. – 2008. – Т. 1, № 3. – С. 119-123.
3. Гукалюк А.Ф. Моделювання процесу розробки оптимальної виробничої програми / А.Ф. Гукалюк, О.С. Сенишин // Актуальні проблеми економіки. – 2006. – № 9. – С. 206-211.
4. Котлер Ф. Основы маркетинга / Ф. Котлер. – М. : Бизнес-книга, 1995. – 698 с.
5. Ночовна Ю.О. Моделювання в системі управлінського обліку / Ю.О. Ночовна // Вісник ЛКА. – Сер.: Економічна. – Львів : Вид-во ЛКА, 2000. – Вип. 7. – С. 118-123.

Миценко Н.Г., Киндрат У.Р. Ресурсное обоснование производственной программы предприятия

Доказана необходимость обоснования производственной программы предприятия. Рассмотрена последовательность процесса планирования производственной программы. Предложены пути применения прикладного программного обеспечения для оптимизации объемов производства в условиях ограниченности ресурсов.

Mitcenko N.G., Kindrat U.R. Resource ground of production program of enterprise

The necessity of grounding the production program of enterprise. The sequence of process of planning of the production program is considered. The offered ways of application of application software are for optimization of production volumes in the conditions of the limited nature of resources.

УДК [514.174+517.977.58+519.16+621.93]

Бакалавр В.І. Кутянська –
НЛТУ України, м. Львів; директор Б.Г. Шаров, канд. техн. наук –
ТЗОВ "ЕлСИ"

РОЗВ'ЯЗАННЯ ОДНІЄЇ ЗАДАЧІ РОЗКРОЮ АЛГОРИТМОМ ОПТИМІЗАЦІЇ БДЖОЛИНОЮ КОЛОНІЄЮ

Досліджено задачу розкрою напівнескінченної стрічки на прямокутні об'єкти. Розглянуто формулювання і математичну постановку задачі розкрою. Модифіковано алгоритм оптимізації бджолою колонією для розв'язання задачі.

Ключові слова: задача розкрою, комбінаторна оптимізація, алгоритм оптимізації бджолиною колонією.

Однією з важливих задач для деревообробної галузі завжди була задача розкрою. Адже від того, як будуть розташовані заготовки на плитах, залежить величина використаного матеріалу, а відповідно, – і витрати на нього. Зате навіть невелике зменшення кількості відходів, дає значний економічний ефект завдяки масовості виробництва.

Історично склалось так, що спочатку задачу розкрою (яка належить до широкого класу проблем розкрою і упаковки) розв'язували за допомогою точних методів: лінійного програмування, методу гілок і границь і т. ін. Незважаючи на різноманіття постановок задач розкрою і упаковки, всі вони NP – складні в сильному сенсі, оскільки їх можна звести за поліноміальний час до лінійної задачі розкрою, для якої відомо, що вона NP – складна в сильному сенсі [1]. Тому використання точних методів для їхнього розв'язання є неефективним. Цим пояснюється увага до розроблення наближених алгоритмів. Було модифіковано і реалізовано алгоритм оптимізації бджолиними колоніями (Bee colony optimization) для розв'язання задачі оптимального розміщення прямокутних об'єктів на напівнескінченній стрічці (задача розкрою).

Розглядається така задача оптимального розміщення N прямокутних об'єктів однакової ширини h і різної довжини a_i на напівнескінченній стрічці, що складається зі скінченного числа смуг (рівнів) ширини h [2]. Нехай K – кількість смуг, з яких складається стрічка, тоді її ширина буде $K \cdot h$. Прямокутники на стрічці мають бути розташовані з урахуванням таких правил:

- 1) кожен прямокутник повинен бути розташований лише на одному рівні;
- 2) сторона прямокутника, що дорівнює h , має бути паралельною до початку смуги;
- 3) прямокутники розміщуються без перетинів.

Необхідно мінімізувати відстань від початку стрічки до кінця прямокутника, що найбільш віддалений від початку стрічки. При цьому додатково накладається обмеження: на стрічці може знаходитись скінченне число заброньованих ділянок (дірок) – області стрічки, в яких прямокутники не можуть бути розміщені.

До описаного класу задач розміщення зводиться багато задач, що виникають на практиці на багатьох підприємствах легкої і важкої промисловості.

Однією із можливих інтерпретацій задачі є проблема розкрою. Як напівнескінченну стрічку розглядаємо плиту матеріалу достатньої довжини. Елементами для розміщення на стрічці є розкрійні заготовки прямокутної форми (наприклад, меблеві заготовки), як дірки виступають або реальні пошкодження матеріалу, або наперед визначені місця на стрічці для певних позначень чи маркування. Оптимізація обраного критерію дає змогу досягти мінімізації відходів під час розкрою.

Математична постановка задачі

Введемо такі позначення: A – множина прямокутників, які потрібно розмістити; N – кількість прямокутників; K – кількість рівнів на стрічці; M – максимальна кількість дірок на одному рівні стрічки; x_{kj} – відстань від початку

ку стрічки до j -ї дірки, що знаходиться на k -ому рівні, $k=1, \dots, K, j=1, \dots, M$; b_{kj} – довжина j -ї дірки, що знаходиться на k -ому рівні, $k=1, \dots, K, j=1, \dots, M$; a_i – довжина i -о прямокутника $i=1, \dots, N$; z_i – відстань від початку стрічки до початку i -о прямокутника $i=1, \dots, N$; y_i – номер рівня, на якому розташований i -й прямокутник $i=1, \dots, N$;

Нехай $x_{y_i 0} = b_{y_i 0} = 0, x_{y_i M+1} = \infty$.

Тоді математична модель задачі матиме такий вигляд:

$$x_{kj} \geq 0, b_{kj} \geq 0, k=1, \dots, K, j=1, \dots, M; \quad (1)$$

$$a_i > 0, z_i \geq 0, i=1, \dots, N; \quad (2)$$

$$y_i \in \{1, \dots, K\}, i=1, \dots, N; \quad (3)$$

для кожного i і всіх $S \in \{1, \dots, N\}$ таких, що $y_i = y_S, z_i < z_S$

$$z_i + a_i \leq z_S; \quad (4)$$

для кожного $i, i=1, \dots, N$, існує одне і лише одне $l \in \{0, 1, \dots, M\}$ таке, що

$$x_{y_i l} + b_{y_i l} \leq z_i \leq x_{y_i l+1} - a_i, \quad (5)$$

$$\max_{i=1, \dots, N} (z_i + a_i) \rightarrow \min \quad (6)$$

потрібно мінімізувати довжину максимально зайнятого рівня.

Нерівність (4) відображає обмеження на розміщення прямокутників без перетинів. Для більш ефективного пошуку розв'язків розглянемо задачу розкрою в комбінаторному просторі. Розв'язок поставленої задачі (розміщення) можна однозначно описати векторами $Z = (z_i)$ і $Y = (y_i)$, $i=1, \dots, N$. Якщо $R(Z, Y)$ – деяке розміщення, а l -й прямокутник у ньому розташований останнім на k -му рівні, то величина $F_k = z_l + a_l$ дорівнює довжині k -го рівня, зайнятого прямокутниками:

$$F(R(Z, Y)) = \max_{k=1, \dots, K} F_k = \max_{i=1, \dots, N} (z_i + a_i).$$

Завдання полягає у пошуку варіанта розміщення $R^*(Z, Y)$, за якого довжина зайнятої частини стрічки була б мінімальною

$$F(R^*(Z, Y)) = \min_{\{R(Z, Y)\}} F(R(Z, Y)).$$

Як показано в [2], ця задача зводиться до оптимізаційної задачі на перестановках. Для цього з прямокутником a_i будемо асоціювати його номер i . Розглянемо простір перестановок $P_k = \{p = (p_1, \dots, p_N) : p_s \in \{1, \dots, N\}, p_s \neq p_t, s \neq t, s, t = 1, \dots, N\}$, де елементи перестановки p визначають згідно з рівністю $p_s = i$, i – номер прямокутника, s – місце i -го прямокутника в перестановці p , $p, i, s = 1, \dots, N$.

Кожній $p \in P$ поставимо у відповідність розміщення $R'(Z', Y')$, побудоване за алгоритмом, описаним у [2].

Таким чином, ми отримали оптимізаційну задачу на перестановках.

Визначимо метрику $d(x, y)$ для довільних $x, y \in P_N$ як мінімальну кількість транспозицій, які переводять x в y [2]. Для наведеної метрики під околom (замкнутим) $L_\rho(x_0)$, радіусу $\rho > 0$ точки $x_0 \in P_N$ розуміємо множину $L_\rho(x_0) = \{y : d(x_0, y) \leq \rho\}$.

У [2] запропоновано алгоритм для обчислення точної нижньої межі цільової функції до початку розв'язання оптимізаційної задачі, що дає змогу використовувати її для введення додаткового критерію зупинки.

Алгоритм оптимізації бджолиними колоніями. Для розв'язання задач оптимізації дуже перспективним є використання метаевристик. Метаевристичні методи мають здатність не потрапляти в локальні оптимуми. Також вони відображають більш загальний підхід, що може бути застосований до різноманітних оптимізаційних проблем [4].

Більшість метаевристик запозичені з природи для розв'язання складних проблем оптимізації (наприклад, процес відпалу, мурашина колонія, рій частинок, імунна система, рій ос чи колонія бджіл) [4].

Серед метаевристичних методів варто виділити ті, що моделюють поведінку колоній агентів (Swarm Intelligence). У природі такий інтелект мають групи суспільних комах: колонії термітів, мурах, бджіл [3].

Метод бджолої колонії є одним з нових методів оптимізації. Це собою ітеративний мультиагентний метод випадкового пошуку. За рахунок того, що ідея взята з природи (виконується моделювання поведінки бджіл при пошуку нектару) і метод заснований на мультиагентному підході, оптимізаційний процес у роботі методу бджолої колонії характеризується високою ефективністю [3].

Для вибору нових місць з нектаром декілька сотень бджіл-розвідників відправляються на пошуки. Інші бджоли чекають їхнього повернення до вулика. Коли бджола знайшла таке джерело, вона повертається у вулик і за допомогою спеціального танцю (природа якого й надалі не повністю розгадана) повідомляє іншим бджолам про місце розташування цієї ділянки з нектаром, а також про ймовірні запаси нектару там, що свідчить про якість джерела. Певна частина бджіл полетіла на місце, вказане бджолою-розвідником, за нектаром. Інші вирушили на місце, вказане іншою бджолою. Таким чином і пошуки джерела, і збір нектару не зосереджені в одній зоні, а охоплюють велику територію з багатьма ймовірними джерелами.

Якщо абстрагуватись від бджіл і перейти до термінів комбінаторної оптимізації, то алгоритм починається з запуску певної кількості агентів, розкиданих випадковим чином по простору розв'язків. Як було зазначено вище, задачу розкрою можна розглядати як задачу комбінаторної оптимізації на перестановках. Кожна перестановка – це точка в комбінаторному просторі. Отже, спочатку випадковим чином обирається кілька точок. Потім обраховується якість місць (значення цільової функції в точці комбінаторного простору), що були знайдені бджолами-розвідниками. Тобто ми визначаємо, яким варіантам розв'язків відповідають кращі значення цільової функції. Після цього, місця з найкращими значеннями цільової функції, обираємо для того, щоб в їхні околиці були відправлені інші бджоли (увага зосереджується на ділянках, поблизу яких були знайдені хороші значення цільової функції) для

пошуку глобального оптимуму. У програмі це реалізовано дослідженням (підрахунком значення цільової функції) у точках з околу (у нашому випадку окіл – це множина перестановок, що відрізняються від даної на одну транспозицію). Далі, провівши аналіз якості знайдених джерел, ми знову виділяємо серед них найперспективніші. За такою схемою продовжується пошук кращих розв'язків, поки не настане якась з умов зупинки (наближення з певною точністю до точної нижньої межі цільової функції чи коли протягом декількох ітерацій не було покращення цільової функції, або воно було незначним). Щоб не залишитись в якомусь з локальних мінімумів, періодично можна додавати до точок, які ми досліджуємо, декілька випадкових.

Запропонований у роботі алгоритм оптимізації бджолиними колоніями нечуттєвий до локальних оптимумів завдяки своїй випадковій природі. Також, завдяки мультиагентному підходу, обчислення можна зробити розподіленими, що може стати метою подальших досліджень.

Література

1. Гэри М. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи / М. Гэри, Д. Джонсон. – М. : Изд-во "Мир", 1982. – 416 с.
2. Гуляницкий Л.Ф. Комбинаторный подход к решению одного класса задач размещения / Л.Ф. Гуляницкий, С.А. Малышко. – К., 1988. – 19 с. – (Препр. / АН УССР. Ин-т кибернетики им. В.М. Глушкова, 88-32).
3. Олейник Ал.А. Интеллектуальный метод мультиагентного поиска в многомерном пространстве с использованием прямой связи между агентами / Ал.А. Олейник, С.А. Субботин // Складні системи і процеси. – 2008. – № 2. – С. 102-108.
4. Talbi E. *Methaheuristics* / E. Talbi. – New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. – 2009. – 618 p.

Кутянская В.И., Шаров Б.Г. Решение одной задачи раскроя алгоритмом оптимизации пчелиной колонией

Исследована задача раскроя полубесконечной ленты на прямоугольные объекты. Рассмотрены формулировки и математическая постановка задачи раскроя. Модифицирован алгоритм оптимизации пчелиной колонией для решения задачи.

Ключевые слова: задача раскроя, комбинаторная оптимизация, алгоритм оптимизации пчелиной колонией.

Kutyanska V.I., Sharov B.G. Solving of a cutting problem with bee colony optimization algorithm

The cutting problem of a semi-infinite strip in rectangular shapes was investigated. Phraseology and mathematical formulation of the cutting problem were considered. Bee colony optimization algorithm was modified for problem solving.

Keywords: Cutting problem, combinatorial optimization, bee colony optimization.

УДК 338.246

Доц. Г.О. Партин, канд. екон. наук;
студ. М.С. Мацей – НУ "Львівська політехніка"

ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ СТРАХОВИМИ РИЗИКАМИ

Досліджено етапи управління страховими ризиками та їхнє місце у системі ризик-менеджменту. Встановлено, що управління страховими ризиками має ґрунтуватися на системному використанні методів андерайтингу, контролю за ризиками та фінансування ризиків.

Ключові слова: андерайтинг, контроль за ризиком, фінансування ризику, ідентифікація ризику, уникнення ризику, страхові резерви.