



УДК 519.95

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОГО І ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМБІНАТОРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ

Студ. Ж.А. Нікітіна, гр. МГІТ1-18
Науковий керівник доц. Б.Л. Шрамченко
Київський національний університет технологій та дизайну

Мета і завдання. Метою роботи є створення програмного забезпечення для автоматизованого керування технологічним процесом виготовлення виробів легкої промисловості на основі застосування методів комбінаторної оптимізації для розв'язання задач про розподіл технологічних операцій по верстатах та визначення оптимальної траєкторії ріжучого інструменту при розкроюванні заготовок матеріалу.

Завдання. Для досягнення сформульованої мети необхідно розв'язати наступні задачі.

Проаналізувати можливість застосування методів розв'язання задачі про призначення при розподілі технологічних операцій по верстатах.

Проаналізувати можливість застосування методів розв'язання задачі про комівояжера при визначенні оптимальної траєкторії ріжучого інструменту при розкроюванні заготовок матеріалу.

Розробити програмне забезпечення для автоматизованого розподілу технологічних операцій по верстатах при поданих вихідних даних.

Розробити програмне забезпечення для автоматизованого керування ріжучим інструментом при розкроюванні заготовок матеріалу при поданій схемі розкрою..

Розробити засоби виводу результатів роботи програмного забезпечення на екран монітору та на твердий носій інформації.

Об'єкт та предмет дослідження. Об'єктом дослідження є методи оптимізації технологічних процесів виготовлення виробів легкої промисловості, предметом дослідження — методи автоматизації розв'язання задач оптимізації технологічних процесів виготовлення виробів легкої промисловості.

Методи та засоби дослідження. Методами дослідження є алгоритми розв'язання комбінаторних задач умовної оптимізації. Засобами дослідження є алгоритми комбінаторної оптимізації та система програмування Delphi 7.

Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів. В результаті проведеного дослідження встановлена доцільність застосування Угорського алгоритму та алгоритму Мака розв'язання задачі про призначення при розподілі технологічних операцій по верстатах. Показана ефективність застосування методу гілок та меж розв'язання задачі про комівояжера для визначення оптимальної траєкторії ріжучого інструменту при розкроюванні заготовок матеріалу. Практичне значення проведених досліджень полягає у зниженні собівартості виготовлення виробів та прискоренні технологічних процесів.

Результати дослідження. Застосування методів автоматизації проектування технологічних процесів виготовлення виробів легкої промисловості виправдується постійним зростанням попиту на швидке створення нових моделей. Серед математичних методів, що застосовуються при автоматизованому проектуванні, набули широкого розповсюдження методи комбінаторної оптимізації, коли допустимі розв'язки представляються перестановками скінченої множини чисел. Зокрема, ці методи використовуються для проектування технологічних процесів виготовлення виробів легкої промисловості. При проектуванні таких процесів виникають задачі оптимального розподілу технологічних операцій по верстатах та визначення оптимального маршруту ріжучого інструменту при розкроюванні заготовок матеріалів. Як показано у поданій роботі перша задача зводиться до відомої комбінаторної задачі про призначення, а друга – до задачі про комівояжера.

Під задачею про призначення розуміють наступну задачу лінійного програмування. Існує n робіт, які потрібно виконати. Існує m верстатів, на яких можуть виконуватись



ці роботи. Відома матриця витрат виконання робіт $C = \| c_{ij} \|_{i,j=1}^{m,n}$, c_{ij} – вартість виконання j -ої роботи на i -ому верстаті. Потрібно визначити, на якому верстаті яку роботу треба виконати, щоб сумарна вартість виконання робіт була мінімальною. При цьому на кожному верстаті можна виконати не більше однієї роботи, і кожна робота повинна бути виконана тільки на деякому одному верстаті.

Для розв'язання задачі про призначення застосовані два методи: Угорський метод, згідно з яким на попередньому етапі здійснюється перехід від вихідної матриці C до еквівалентної приведенної [1], і метод Мака, де попередній етап відсутній [2].

Задача про комівояжера формулюється наступним чином. Існує n міст, для яких відома матриця транспортних витрат переїзду з кожного міста у кожне $C = \| c_{ij} \|_{i,j=1}^{m,n}$, де c_{ij} – вартість переїзду з i -го міста у j -е. Треба скласти маршрут мінімальної вартості, за яким комівояжер, виїжджаючи з деякого міста, проїжджає усі міста і повертається у вихідний пункт. При цьому вважається, що вартість маршруту дорівнює сумі вартостей переїздів, що входять до складу маршруту.

При побудові математичної моделі для задачі керування технологічним обладнанням в процесі вирізання деталей виробу із заготовки вихідного матеріалу між містами задачі про комівояжера і деталями, розміщеними на заготовці, встановлюється взаємно однозначна відповідність. У якості вартостей переїзду з будь-якого міста у інше береться відстань між контурами деталей. Цільова функція визначається як сумарні відстань між послідовними контурами у циклічному маршруті ріжучого інструменту при вирізання усіх деталей з поданої заготовки.

Задача розв'язується методом гілок та меж. На кожному кроці розгалуження множина допустимих розв'язків розбивається на дві підмножини: одна містить переїзд з деякого міста у деяке інше, а друга - ні. Вказаному переїзду відповідає у поточній матриці витрат нульовий елемент c_{kl} такий, що для будь-якого нульового елемента c_{ij} виконується умова

$$\min \{ c_{kp} \} + \min \{ c_{ql} \} \geq \min \{ c_{ip} \} + \min \{ c_{qj} \}.$$

$$\forall c_{kp} \in C_r \ \& \ p \neq l \quad \forall c_{ql} \in C_r \ \& \ q \neq k \quad \forall c_{ip} \in C_r \ \& \ p \neq j \quad \forall c_{qj} \in C_r \ \& \ q \neq j$$

Вся інформація в процесі розв'язання задач виводиться на екран і зберігається у файлах для використання при налагоджуванні технологічного процесу. Розробку програмного забезпечення здійснено у системі програмування Delphi 7 на основі застосування операційної системи - Windows 7 [3].

Висновки. Показана доцільність застосування методів розв'язання задач про призначення та про комівояжера при оптимізації технологічного процесу виготовлення виробів легкої промисловості. Розроблене програмне забезпечення для автоматичного розв'язання задачі про призначення Угорським методом та методом Мака. Розроблена методика розподілу технологічних операцій по верстатах при поданих вихідних даних на основі застосування створеного програмного забезпечення. Розроблене програмне забезпечення для автоматизованого розв'язання задачі про комівояжера. Розроблена методика керування ріжучим інструментом при розкрюванні заготовок матеріалу при поданій схемі розкрою на основі застосування створеного програмного забезпечення. Розроблені засоби виводу результатів роботи програмного забезпечення на екран монітору та на твердий носій інформації, а також на зовнішні носії інформації у форматі придатному для керування технологічним обладнанням.

Ключові слова: задача про призначення, задача про комівояжера, технологічний процес, перетин поверхні, координатна площина.

ЛІТЕРАТУРА

1. Таха Х.А. Введение в исследование операций. – 8 изд. / Х.А. Таха. – М.: «Вильямс», 2007. – 912 с.
2. Залкінд В.В. Проектування одягу засобами інформаційних технологій : моногр. / В.В. Залкінд. – Х.: "Технологічний Центр", 2014. – 151с.
3. Э. Таненбаум. Современные операционные системы. 4-е изд. / Таненбаум Э., Бос Х. — СПб.: Питер, 2015. — 1120 с.