

Дослідження властивостей алгоритмів розв'язування задачі складання розкладів із часами налагоджень сімейств

Мельник О.О.

Закарпатський державний університет, me3000@ukr.net

In this investigation the problem of scheduling with setup times of families is considered where the tasks in each family are performed together. The setup is sequence-independent are required for the task from another family. The goal is to minimize the total earliness and tardiness. Proposed heuristic algorithms are empirically evaluated in terms of their effectiveness. The result show that they generate solutions that are sufficiently close to optimal.

ВСТУП

Значна увага в літературі приділяється складанню розкладів груп. Такі задачі часто виникають у реальному житті: виготовлювачі повинні запропонувати велику розмаїтість виробів, а клієнти очікують, що замовлені товари будуть поставлені вчасно. Виконання робіт з випередженням призводить до витрат на складування, а їх запізнення зумовлює штрафи і, як наслідок, втрату доброзичливості клієнтів та репутації фірми.

У [1] запропоновано ефективні евристичні алгоритми розв'язання задачі складання розкладів із часами налагоджень сімейств (МВЗГ), в основу яких покладено новий підхід до розв'язання задачі мінімізації сумарного випередження і запізнення на одному приладі (МВЗ), викладений у [2, 3]. Представлено два алгоритми розв'язання задачі: для випадку, коли простої приладу допускаються (алгоритм А1) і для випадку, коли вони заборонені (алгоритм А2). Мета дослідження – оцінка ефективності алгоритмів у порівнянні з методом гілок і границь.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Задано число сімейств f , кількість завдань у кожному сімействі n_i для сімейства $i = \overline{1, f}$, які повинні бути виконані без переривання на одному приладі. Тривалість виконання і директивний строк j -го завдання з сімейства g_i визначені як p_{ij} і d_{ij} відповідно. Якщо завдання слідує за попереднім завданням з того ж сімейства, то між ними немає часу налагодження; інакше потрібен час налагодження сімейства S_{g_i} перед наступним процесом виконання. Всі завдання доступні в момент часу нуль, простої приладу допускаються, а переривання завдань заборонено. Прилад виконує не більше одного завдання одночасно і не може виконувати жодного завдання, поки виконується налагодження. Всі завдання в кожному сімействі мають бути призначені разом. Загальна кількість завдань $n = n_1 + n_2 + \dots + n_f$. Для будь-якого заданого розкладу випередження та запізнення завдання j можуть бути визначені виразами (2) і (3). Мета полягає в тому, щоб знайти розклад, який мінімізує сумарне випередження і запізнення всіх завдань:

$$\sum_{j=1}^n (E_j + T_j) \quad (1)$$

де випередження і запізнення визначаються відповідно:

$$E_j = \max(0, d_j - C_j) = (d_j - C_j)^+ \quad (2)$$

$$T_j = \max(0, C_j - d_j) = (C_j - d_j)^+ \quad (3)$$

ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ РЕЗУЛЬТАТИ

Алгоритми були закодовані мовою C# у середовищі розробки Visual Studio 2010 під бібліотеку Microsoft .NET 4.0. Випробування проводилися на персональному комп'ютері із процесором Pentium CORE 2 Duo 2.0 ГГц із оперативною пам'яттю 2 Гбайта під управлінням ОС Microsoft Windows Vista. Досліджувалися задачі розмірності до 50 завдань у сімействі.

Схема генерації даних, запропонована Фішером [4], використовувалася для тестування алгоритму на різних типах прикладів, тип задачі визначається комбінацією фактора запізнення T і діапазону директивних строків R .

На основі проведених досліджень утворюємо три комбінації параметрів R і T , що відображають для кожної комбінації f і n_f найбільш складні випадки задачі – комбінація I: $R=1.0$; $T=0.6$; комбінація II: $R=0.8$; $T=0.6$; комбінація III: $R=0.2$; $T=0.6$.

Для того щоб показати, які результати дає алгоритм на задачах різної розмірності для комбінацій I, II, III параметрів T і R , зведемо результати проведених досліджень у табл. 1. У колонці «Опт» показано час оптимального розв'язання задачі, отриманого алгоритмом гілок і границь.

Таблиця 1

Середній час розв'язання t_{cp} у порівнянні з точним алгоритмом (мс)

Параметри задачі			t_{cp}			Параметри задачі			t_{cp}		
f	n_f	Комбінація параметрів	Опт	A1	A2	f	n_f	Комбінація параметрів	Опт	A1	A2
2	3	I	9.2	2.2	4.7	3	3	I	158	24.3	51.2
2	3	II	9.7	2.4	5	3	3	II	149	18.9	39.9
2	3	III	9.1	2.1	4.3	3	3	III	121	18.5	39.1
2	4	I	46	3.2	6.7	3	4	I	3598	97.7	206.2
2	4	II	47	3.4	7.2	3	4	II	1584	45.8	96.7
2	4	III	43	2.4	5.1	3	4	III	3178	31.4	66.2
2	5	I	336	9.5	20.0	3	5	I	70683	198.9	420.0
2	5	II	354	7.4	15.6	3	5	II	46954	167.1	352.8
2	5	III	224	8.6	18.2	3	5	III	44783	72.9	154

Результати з таблиці 1 показують, що алгоритми A1 і A2 були дуже ефективні. У середньому на розв'язання треба було менш, ніж 0.42 секунди для будь-якого набору з 20 задач. Середня кількість часу, необхідного на оптимальне розв'язання алгоритмом гілок і границь, становила менше 70.6 секунд. Однак, час, необхідний для оптимального розв'язання, швидко збільшувався при зростанні розмірності. Це вказує на те, що використовувати алгоритм гілок і границь для розв'язання задач більших розмірностей непрактично.

ВИСНОВКИ

Представлено результати досліджень властивостей двох алгоритмів розв'язання задачі МВЗГ із [1]. Алгоритм A1 призначений для розв'язання задачі у випадку, коли простої приладу дозволяються; алгоритм A2 – при їх забороні. Дослідження показали, що алгоритми A1 і A2 дозволяють за прийнятний час ефективно розв'язувати задачі великої розмірності

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Складання розкладів груп для одного приладу із налагодженнями за критерієм мінімізації сумарного випередження і запізнення / Ващук Ф.Г., Павлов О.А., Місюра О.Б., Мельник О.О. // Вестник НТУ «ХПИ»: Сборник научных трудов. Тематический выпуск «Системный анализ, управление и информационные технологии». – Харьков: НТУ «ХПИ», 2011. – №32. – С. 8–18.
- Павлов О.А. Дослідження властивостей та розв'язання задачі «Мінімізація сумарного штрафу як за випередження, так і за запізнення відносно директивних строків при виконанні незалежних завдань одним приладом» / Павлов О.А., Місюра О.Б., Мельников О.В. // Вісник НТУУ «КПІ». Інформатика, управління та обчислювальна техніка : Зб. наук. пр. – К. : ВЕК+, 2008. – №48. – С. 3–6.
- Згуровский М.З. Принятие решений в сетевых системах с ограниченными ресурсами : монографія / Згуровский М.З., Павлов А.А. – К. : Наукова думка, 2010. – 573 с.
- Fisher M.L. A dual algorithm for the one-machine scheduling problem / Fisher M.L. // Math. Programming. –1976. – №11. – P.229–251.

