

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДУ МУРАШИНИХ КОЛОНІЙ В ЗАДАЧІ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ РОЗКЛАДУ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ ВНЗ

Задача комп'ютерної генерації розкладу відноситься до задач автоматизації діяльності вищого навчального закладу. Незважаючи на широке використання інформаційних технологій, у багатьох вищих навчальних закладах розклад до сих пір складається вручну і комп'ютер використовується лише для візуалізації та розповсюдження згенерованого вручну розкладу. Тому задача автоматичної генерації комп'ютерного розкладу навчального процесу ВНЗ є актуальною.

Проблема складання розкладу навчального процесу в університеті полягає у розподілі набору занять згідно навчальних планів в межах заданої кількості аудиторій та періодів часу (пар). Основна відмінність розкладу університету від середньої школи полягає в тому, що університетські курси можуть мати спільних студентів, тоді як шкільні класи – це множини учнів, що не перетинаються. Якщо два заняття мають спільних студентів, вони конфліктують, і тому не можуть бути заплановані на той самий період. Крім того, необхідно передбачити можливість поділу академічних груп на підгрупи та об'єднання лекційних занять у потоки.

В проблемі складання розкладу університету важливу роль відіграє наявність аудиторій (їх розмір, тип і обладнання, належність до відповідної кафедри), тоді як у середній школі цим нехтують, оскільки в більшості випадків можна припустити, що кожен клас має свій кабінет і окремі вимоги висуваються лише до занять з іноземної мови, інформатики та фізкультури.

Проблема складання розкладу іспитів полягає в розподілі певної кількості іспитів протягом заданої кількості часу. Складання розкладу іспитів аналогічно складанню розкладу навчального процесу, ці два процеси відрізняються м'якими вимогами, що висуваються до розкладу.

Розклади навчальних занять складаються, як правило, на кожен семестр відповідним відділом в організаційній структурі університету та мають періодичність 2 тижні. Розклади екзаменів складаються на одну заліко-екзаменаційну сесію без повторень.

Завдання складання розкладу відноситься до NP-повних задач багатокритеріальної комбінаторної оптимізації. Якість складання розкладу навчального процесу визначається кількістю порушень обмежень, що висуваються до такого розкладу. Цільова функція розраховується на основі набору штрафів (штрафних функцій), які виникають при невиконанні заданих обмежень в розкладі.

На даний час для розв'язання задачі складання розкладу в університеті дуже поширене застосування метаевристичних методів таких як метод імітації відпалу, генетичні алгоритми, метод мурашиних колоній тощо.

Один із ефективних метаевристичних методів, що застосовують для розв'язання даної задачі, – метод мурашиної колонії.

Метод мурашиної колонії – це ймовірнісна техніка розв'язання обчислювальних задач, яка може бути зведена до пошуку кращих шляхів за допомогою графів з використанням штучних мурах, які наслідують поведінку колонії природних мурах. Даний метод належить до класу ітераційних алгоритмів і ґрунтується на ідеї послідовного наближення до оптимального розв'язку.

Загальна схема алгоритму:

1. Для кожного заняття i послідовно вибирається місце j в розкладі, використовуючи ймовірності переходу. Мураха рухатиметься від вузла до вузла з ймовірністю:

$$P_{ij} = \frac{(\tau_{i,j}^\alpha)(\eta_{i,j}^\beta)}{\sum (\tau_{i,j}^\alpha)(\eta_{i,j}^\beta)}, \quad (1)$$

де $\tau_{i,j}^\alpha$ – кількість феромонів у вершині i, j (накопичена статистична інформація про якість вибору для заняття i позиції j);

α – параметр, який контролює вплив $\tau_{i,j}^\alpha$;

$\eta_{i,j}^\beta$ – привабливість вершини (евристична інформація про зручність розміщення заняття i позиції j в розкладі);

β – параметр, який контролює вплив $\eta_{i,j}^\beta$.

2. Здійснюється перерахунок (оновлення) феромонного сліду (вироблення і випаровування феромону) за формулами:

$$\tau_{i,j} = (1 - \rho)\tau_{i,j} + \Delta\tau_{i,j}, \quad (2)$$

де $\tau_{i,j}$ – кількість феромону на вершині i, j (глобальний феромонний слід);

ρ – швидкість випаровування феромону;

$\Delta\tau_{i,j} = 1/(1+F_i)$ – кількість відкладеного феромону (локальний феромонний слід);

F_i – функція штрафів згенерованого розкладу.

Найкращим вважається рішення з найбільшим значенням локального феромонного сліду.

Перевагами метода мурашиних колоній є гарантування збіжності до оптимального рішення, а також стохастичність, тобто випадковість пошуку, за рахунок чого виключається можливість зациклення в локальному оптимумі.

Разом з тим у [1] відмічається невизначеність часу збіжності при тому,

що збіжність гарантується; сильна залежність результатів роботи методу від початкових параметрів пошуку, які підбираються експериментально.

Для зменшення часу збіжності та знаходження глобального оптимуму поєднаємо метод мурашиних колоній з локальним пошуком та генетичним алгоритмом, які будуть запускатися кожного разу після чергової ітерації методу мурашиних колоній і використовувати згенеровані мурахами розклади у якості вхідних даних. Для знаходження параметрів методу мурашиних колоній використаємо метод деформованого багатогранника.

Інтеграція локального пошуку та генетичних алгоритмів в метод мурашиних колоній забезпечить підвищення ефективності даного методу за рахунок зменшення часу роботи алгоритму та підвищення ймовірності знаходження глобального оптимуму, тобто розкладу, що буде задовольняти усім жорстким та максимальній кількості м'яких обмежень.

Література

1. Устенко С.В., Бібко О.О. Використання методу мурашиної колонії для розв'язання оптимізаційних задач // Науковий вісник НЛТУ України, 2015. Вип. 25, вип. 3. С. 351-359.
2. Thepphakorn T, Pongcharoen P, Hicks C. An ant colony based timetabling tool // *International Journal of Production Economics*, 2014, № 149(3). С. 131-144.
3. Титов Ю.П. Модификации метода муравьиных колоний для разработки программного обеспечения решения задач многокритериального управления поставками // *Современные информационные технологии и ИТ-образование*, 2017. Том 13. № 2. С. 64-74.
4. Chernigovskiy A., Kapulin D., Noskova E., etc. Production scheduling with ant colony optimization // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2017. Vol. 87.