Проведенные исследования для различных законов управления автоматического регулятора и полученные результаты свидетельствуют о том, что пакет SIMULINK-MATLAB может успешно применяться в учебном процессе и для научных исследований, проводимых методом вычислительного эксперимента, применительно к задачам электротехники, электроники и теории автоматического управления.

Литература

1. Дьяконов В. Simulink 4. Специальный справочник. – СПб.: Питер, 2002, - 528 с.: ил.
2. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: Учебное пособие. – СПб.: КОРОНА принт, 2001, - 320 с.: ил.
3. Климович Г.С., Новаш И.В. и др. Лабораторные работы по курсу «Сильноточная электроника электроэнергетических установок» для студентов специальностей 10.01, 10.02, 10.04. – Минск: ротапринт БПИ, 1991, - 62 с.: ил.

КЛАСТЕРНЫЙ АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ БИКВАДРАТНОЙ ЗАДАЧИ О РАЗМЕЩЕНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Вельгас С. В., БГТУ, Брест.

Биквадратная задача о размещении производственных предприятий является одной из классических задач комбинаторной оптимизации и является одной из наиболее сложных задач этого класса. Она относится к неполиномиально сложным задачам, то есть при получении решения точными методами, незначительное увеличение входных данных задачи ведет к возрастанию количества повторяющихся действий в степенной зависимости.

Пусть дано множество N = {1, 2,..., n} (множество городов), и матрицы nxn $F = \{f_{ij}\}$ (матрица предприятий) и $D = \{d_{ij}\}$ (матрица расстояний). Тогда задача будет формулироваться так: найти такую перестановку P, чтобы минимизировать

$$z = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} f_{ij} \cdot d_{P(i)P(j)}, \qquad (1)$$

где F – матрица потоков груза между предприятиями,

D – матрица расстояний между городами,

z – стоимость перестановки.

То есть задача состоит в том, чтобы минимизировать стоимость перевозок продукции между предприятиями, если в каждом городе можно разместить по одному предприятию.

Для нахождения приближенного решения квадратичной задачи размещения предлагается кластерный алгоритм с запретами.

Кластерный алгоритм с применением запретов использует список запретов $Tabu(i_k)$. Он позволяет алгоритму не останавливаться в точке локального оптимума, как это предписано в стандартном алгоритме локального спуска, а путешествовать от одного локального оптимума к другому, в надежде найти среди них глобальный оптимум. Список запретов строится по предыстории поиска, то есть по нескольким предшествующим решениям i_k, $i_{k-1}, \ldots, i_{k-l+1}$, и запрещает часть окрестности текущего решения $N(i_k)$. Список запретов $Tabu_l(i_k) \subset N(i_k)$ запрещает использование тех "фрагментов" решения (ребер графа), которые менялись на последних l шагах алгоритма. Константа l≥0 задает длину списка запретов. При l=0 получаем стандартный локальный спуск.

Общая схема кластерного алгоритма с запретами может быть представлена следующим образом:

1. Множества заводов и городов представляются в виде графов, вершины которых – заводы и города соответственно, а ребра – потоки грузов и пути между ними.
2. Осуществляется параллельная пошаговая резка полученных графов на сильно связанные области (кластеры). Резка производится до получения кластеров размера 1, 2, или 3 вершины.
    2.1. Граф городов разрезается на 2 кластера по итерационному методу. Параллельно на 2 кластера разрезается граф заводов.
    2.2. Вершины большего кластера заводов ассоциируются с большим кластером городов, вершины меньшего кластера заводов – с меньшим кластером городов. Таким образом, получаем две новые пары графов для дальнейшей резки.
    2.3. Если кластер заводов больше кластера городов, то производится дальнейшая резка кластера заводов с передачей отрезанных 1 – областей другому кластеру, пока кластер заводов не сравняется в размерах с кластером городов.
    2.4. Резка производится до получения кластеров размера 2, или 3 вершины. При получении 2-3-кластера осуществляется оптимизация расположения ассоциированных с ним заводов. Заводы в кластере располагаются таким образом, чтобы сумма стоимостей транспортировок была минимальна. Полученный 2-3 кластер городов и связанный с ним кластер заводов исключаются из дальнейшей резки.
    2.5. Когда нет более кластеров, доступных для резки, алгоритм завершает работу.
3. Производится оптимизация полученного решения методом 3-оптимизации.
4. Последние l шагов решения заносятся в список запретов Tabu.
5. Если полученное решение является оптимальным на текущий момент, то оно сохраняется как текущий оптимум.
6. Если не израсходовано время, отведенное на решение, то переходим на шаг 2, иначе принимаем за конечное решение текущий оптимум и завершаем работу алгоритма.
7. Полученный план размещения и является приближенным решением квадратичной задачи о назначении кластерным методом с запретами.

Кластерный алгоритм с запретами получил точное решение 107 из 135 задач библиотеки “QAPLIB - A Quadratic Assignment Problem Library” [4], и дал погрешность менее чем в 1% на остальных 28 задачах.

Достоинствами алгоритма являются точность, невысокая сложность (стремится к логарифмической), легкая приспосабливаемость для работы в параллельных системах.

Литература

1. Гимади Э. Х., Глебов Н. И., Перепелица В. А., Алгоритмы с оценками для задач дискретной оптимизации, Сб// Управляемые системы, Новосибирск, вып. 11, 1974, 35-41.
2. Мелихов А. Н., Бернштейн Л. С., Курейчик В. М. Применение графов для проектирования дискретных устройств. – М.: Наука, 1974.
3. Романовский И. В. Дискретный анализ. – СПб.: Невский диалект; БХВ-Петербург, 2003.
4. Burkard R.E., Çela E., Karisch S.E., Rendl F. QAPLIB - A Quadratic Assignment Problem Library. – http://fmatbhp1.tu-graz.ac.at/~karisch/qaplib/.