

АЛГОРИТМ МУРАВЬИНОЙ КОЛОНИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ РАЗМЕЩЕНИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ

Н.В. БЕДАКОВА, Л.А. ВИДОВСКИЙ

*Кубанский государственный технологический университет,
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2,
электронная почта: natabedakova@gmail.com*

Задача оптимального размещения распределительных центров давно изучается и для решения данной проблемы разработан ряд методик, описанных в литературе. В данной статье предложен метод решения оптимизационной задачи размещения – алгоритм муравьиной колонии. Описан общий принцип работы алгоритма муравьиной колонии по составляющим частям. Представлена пошаговая схема алгоритма муравьиной колонии. Описаны преимущества использования алгоритма муравьиной колонии.

Ключевые слова: методы размещения, алгоритм муравьиной колонии, размещение предприятий, распределительный центр, оптимизация.

Природа всегда была источником вдохновения для исследователей. На основе ее принципов и механизмов был разработан целый ряд алгоритмов, в том числе для решения различных задач оптимизации. Данные алгоритмы относятся к метаэвристическим и включают в себя эволюционные и алгоритмы роевого интеллекта. Эволюционные алгоритмы оптимизации основываются на принципах, сформулированных Дарвином, т.е. на механизмах наследования и естественного отбора. К эволюционным алгоритмам относят следующие: генетические алгоритмы, стратегии эволюции, генетическое программирование, эволюционное программирование, дифференциальная эволюция.

Алгоритмы роевого интеллекта – это алгоритмы коллективного поведения децентрализованных, самоорганизующихся естественных или искусственных систем. Целью данной работы является обзор одного из алгоритмов роевого интеллекта – алгоритма муравьиной колонии для оптимизации процесса доставки груза в магазины путём размещения распределительных центров на максимально оптимальных расстояниях.

Алгоритм муравьиной колонии – это алгоритм оптимизации, разработанный Dorigo, Maniczzo и Colorni. Муравей – это программный агент, который является членом большой колонии и используется для решения какой-либо проблемы [1]. Алгоритм муравьиной колонии подчиняется следующим правилам:

Искусственный муравей строит решение, «двигаясь» по состояниям задачи согласно некоторому вероятностному правилу.

После завершения построения решения (или в течение построения) агент оценивает решение и изменяет значение уровня феромона на компонентах, используемых в данном решении. Уровень феромона представляет собой положительное число, показывающее насколько часто муравьи двигались из одного состояния в другое состояние на предыдущих итерациях [2].

В основе алгоритма муравьиной колонии лежит два алгоритма. Первый - это алгоритм искусственного муравья, который является шагом для основного алгоритма муравьиной колонии. Принцип работы заключается в том, что запрограммированные муравьи или агенты, ищут пути к намеченным целям. Затем они возвращаются обратно в колонию. По пути они распыляют феромон, который определяет эффективность решения. Чем чаще муравьи проходят по тому или иному пути, тем больше феромона на нём будет. Самые эффективные пути попадают в массив лучших решений. Когда все решения были выбраны, алгоритм предоставляет лучшие из всех возможных. Второй - это алгоритм локального поиска, самый подходящий из них Окрестность Swar. Принцип работы заключается в том, что алгоритм определяет некую окрестность, в которую входят все заданные точки (магазины). Затем он начинает просчитывать возможные пути к ним, добавляя точки возможных распределительных центров в массив решений, отсеивая их по определенному правилу. Каждая точка может быть единожды добавлена в массив. После этого определяется локальный минимум, который является лучшим решением, найденным алгоритмом. Алгоритм если находит решение, то он всегда выбирает лучшее из всех возможных, что говорит о высокой точности.

Введем некоторые обозначения. Пусть дискретная задача оптимизации – это задача определения на множестве $Z = \{z_1, z_2, \dots, z_n\}$, $D \subseteq Z$ – множество допустимых решений задачи. Функция $f: D \rightarrow R$ – целевая функция задачи. Требуется найти такое решение задачи s^* , что $s^* \in D$ и $f(s^*) \leq f(s), \forall s \in D$. Некоторое подмножество s множества Z является частичным решением задачи, причем если $s \in D$, то s представляет собой допустимое решение.

Задача целочисленного линейного программирования:

$$F(z, X) = \sum_{i \in I} T_i + \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} t_{ij} x_{ij} \rightarrow \min$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i \in I} x_{ij} = 1, j \in J \\ \sum_{i \in I} z_i = p \\ z_i \geq x_{ij}, i \in I, j \in J \\ z_i \in \{0; 1\}, x_{ij} \geq 0, i \in I, j \in J \end{array} \right. \quad (1)$$

Обозначения:

m – число пунктов возможного размещения распределительного центра;

i – номер пункта возможного размещения распределительного центра;

n – число торговых точек;

j – номер торговой точки;

t_{ij} – затраты на удовлетворение спроса j магазина i распределительного

центра (транспортные затраты);

x_{ij} – затраты на удовлетворение спроса j клиента;

$$z_i = \begin{cases} 1, & \text{если предприятие открыто в } i \\ 0, & \text{в ином случае} \end{cases}$$

T_i - транспортные затраты на доставку товаров в распределительный центр с ближайшего распределительного центра;

p – количество распределительных центров, которые нужно открыть.

Схема алгоритма может быть представлена в виде последовательности шагов [3, 4]:

Шаг 1. Определяем начальный вектор феромона α^1 ; рекорд $\bar{f}^1 := \infty$,

Итерация $k, k \geq 1$.

Шаг 2. Строим L допустимых решений одним из алгоритмов искусственного муравья (алгоритм искусственного муравья представляет собой вероятностную модификацию жадного алгоритма спуска).

Алгоритм искусственного муравья определяет привлекательные возможные расположения предприятий.

Шаг 3. Среди этих решений выбираем l лучших по целевой функции с помощью локального поиска.

Выбирается наилучшее расположение предприятия из возможных привлекательных расположений.

Шаг 4. Находим значения $\alpha_i^{k+1}, i \in l$.

Определяем уровень феромона

Шаг 5. Если $f^k < \bar{f}^k$, то $\bar{f}^{k+1} = f^k, \bar{s}^{k+1} = s^k$;

для ненулевых компонент z^k полагаем $\alpha_i^{k+1} = \alpha_{min}$.

Иначе $\bar{f}^{k+1} = \bar{f}^k, \bar{s}^{k+1} = \bar{s}^k$.

Проверяем затраты у найденного месторасположения на минимальность.

Шаг 6. Если выполнен критерий остановки, то работа завершается.

Переходим на следующую итерацию, $k := k + 1$.

При запуске k итераций будет определено k мест размещения и одно или несколько из них будет с наименьшими производственно-транспортными затратами. Данное решение будет искомым местом размещения распределительного центра.

В наши дни, процесс размещения распределительных центров достаточно трудоёмкая задача. Необходимо рассчитать не только оптимальные расстояния, но и правильно подобрать геолокацию, доступную для аренды или постройки нового здания. Система, основанная на алгоритме муравьиной колонии предоставит возможность, быстро и качественно решить данную проблему. Основная идея, лежащая в основе алгоритма муравьиной колонии, заключается в использовании механизма положительной обратной связи, который помогает найти наилучшее приближенное решение в сложных задачах оптимизации. То есть, если в данном узле муравей должен выбрать между различными вариантами и если фактически выбранные результаты будут хорошими, то в будущем такой выбор будет более желателен, чем предыдущий. Эффективность муравьиных алгоритмов увеличивается с ростом размерности задачи оптимизации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Dorigo M. Optimization, Learning and Natural Algorithms // PhD thesis, Dipartimento di Electronica, Politecnico di Milano, IT, 1992 (in Italia).
2. Леванова Т.В., Лореш М.А. Алгоритм муравьиной колонии и имитации отжига для простейшей задачи размещения // Материалы конференции «Дискретный анализ и исследование операций», Новосибирск, 2002. – С. 235.
3. Лореш М.А. Разработка и исследование алгоритмов муравьиной колонии для решения задач оптимального размещения предприятий: дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук: 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации; ОмГУ. Омск, 2006. 113 с.
4. Колоколов А.А., Леванова Т.В., Лореш М.А. . Алгоритм муравьиной колонии для задач оптимального размещения предприятий: Омский научный вестник, 2006 - № 4 (38) – С. 62-67.

REFERENCES

1. Dorigo M. Optimization, Learning and Natural Algorithms // PhD thesis, Dipartimento di Electronica, Politecnico di Milano, IT, 1992 (in Italia).

2. Levanova T.V., Loresh M.A. Algoritm muravinoy kolonii i imitatsii otzhiga dlya prosteyshyey zadachi razmeshcheniya // Materialy konferentsii «Diskretnyy analiz i issledovanie operatsiy», Novosibirsk, 2002. – S. 235.

3. Loresh M.A. Razrabotka i issledovanie algoritmov muravinoy kolonii dlya resheniya zadach optimalnogo razmeshcheniya predpriyatiy: dis. na soiskanie uch. stepeni kand. tekhn. nauk: 05.13.01 – Sistemnyy analiz, upravlenie i obrabotka informatsii; OmGU. Omsk, 2006. 113 s.

4. Kolokolov A.A., Levanova T.V., Loresh M.A. . Algoritm muravinoy kolonii dlya zadach optimalnogo razmeshcheniya predpriyatiy: Omskiy nauchnyy vestnik, 2006 - № 4 (38) – S. 62-67.

*ALGORITHM ANT COLONY FOR SOLVING OPTIMIZATION LOCATION
OF DISTRIBUTION CENTERS*

N.V. BEDAKOVA, L.A. VIDOVSKIY

*Kuban State Technological University,
2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072,
e-mail: natabedakova@gmail.com*

The problem of optimal placement of distribution centers has long studied for solving this problem has developed a number of techniques described in the literature. This paper proposes a method for solving the optimization problem of accommodation - ant colony algorithm. A general principle of ant colony algorithm for component parts. Presents a step by step diagram ant colony. The advantages of using ant colony algorithm.

Key words: accommodation methods, ant colony algorithm, facility location, distribution center optimization.