

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ НЕСКОЛЬКИХ КОММИВОЯЖЕРОВ МЕТОДОМ ЭЛАСТИЧНОЙ СЕТИ

Предложены алгоритмы решений методом эластичной сети евклидовой задачи нескольких коммивояжеров с одним фиксированным и несколькими нефиксированными депо. Определены начальные положения коммивояжеров, при которых минимизируется вероятность пересечения их маршрутов и снижается погрешность расчетов.

I. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Задача нескольких коммивояжеров (multiple Traveling Salesman Problem – mTSP) – обобщение классической задачи коммивояжера (TSP), является NP-трудной [4]. Математическая формулировка mTSP имеет вид

$$\begin{cases} Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min \\ \sum_{j=2}^n x_{1j} = \sum_{j=2}^n x_{j1} = m; \\ \sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, j = \overline{2, n}; \sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, i = \overline{2, n}. \end{cases}$$

II. АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

Для mTSP выделяют задачи с одним или несколькими депо, с заданными начальными и конечными точками коммивояжеров. Для их решения известны точные и эвристические алгоритмы [5]. Одним из эвристических алгоритмов решения евклидовой TSP является метод эластичной сети, эквивалентный методу максимизации апостериорной вероятности Гауссовой смеси [6]. В работе [7] предложено решение mTSP для случая фиксированного депо (погрешность решения составляет порядка двух процентов). Было отмечено, что начальное состояние сети не влияет на решение.

Алгоритм метода эластичной сети для mTSP минимизирует функцию энергии [6]. Предлагается его расширить на случай как с фиксированным, так и без фиксированного депо. Показано, что существуют такие начальные положения каждого коммивояжера, при которых отсутствуют пересечения маршрутов и вложенность одного маршрута в другой. Для этого необходимо найти центры кластеров городов для каждого коммивояжера, используя минимизацию функции энергии

$$E = -\alpha K \sum_{i=1}^n \ln \sum_{l=1}^m \sum_{k=1}^m \exp(-|X_i - Y_l|^2 / 2K^2) + \delta E$$

Здесь X_i – координаты города $i, i = \overline{1, n}$, Y_j – координаты нейрона $j, j = \overline{1, m}$, α и β – постоянные параметры эластичной сети, K – температура, $\delta E = \beta K (Y_{j+1} - 2Y_j + Y_{j-1})$. Найденные центры кластеров определяют начальные положения и маршруты m коммивояжеров. Как показали эксперименты, при кластеризации снижается погрешность в среднем на два-три процента.

III. ВЫВОДЫ

Преимуществом применения метода эластичных сетей для задачи mTSP, является простота реализации и расширения алгоритма, возможность реоптимизации для ускорения учета возмущений. Так, наличие нескольких депо отражается лишь одним дополнительным условием. Могут быть введены и другие дополнительные условия, например, запрет на посещение каких-либо городов определенными коммивояжерами, необходимость объезда препятствий.

1. Гэри, М. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи/М. Гэри, Д. Джонсон//М.: Мир, 1982. – 416 с.
2. Ерзин, А.И. Задачи маршрутизации/А.И. Ерзин, Ю.А. Кочетов//Новосибирск: РИЦ НГУ, 2014. – 95 с.
3. Меламед, И.И. Задача коммивояжера. Вопросы теории/ И.И. Меламед, С.И. Сергеев, И.Х. Сигал// Автоматика и телемеханика. –1989. –№ 9. –С. 3-33.
4. Gutin, G. The traveling salesman problem and its variations/G. Gutin, A.P. Punnen//Kluwer Acad. Publ., 2002. –830 p.
5. Bektas, T. The multiple traveling salesman problem: an overview of formulations and solution procedures/T. Bektas// Omega, 2006. Vol. 34. – P. 209–219.
6. Durbin, R. An analogue approach to the travelling salesman problem using an elastic net method/ R. Durbin, D. Willshaw// Nature, 1987. –Vol. 326. – P. 689–691.
7. Vakhutinsky, A.I. Solving vehicle routing problems using elastic nets/ A.I. Vakhutinsky, B.L. Golden//Neural Networks : IEEE Int. Conf., 1994. –Vol. 7. – P. 4535–4540.

Кот Олег Валерьевич, аспирант кафедры информационных технологий автоматизированных систем БГУИР, kot.oleg@gmail.com.

Научный руководитель: Реботюк Михаил Павлович, доцент кафедры информационных технологий автоматизированных систем БГУИР, кандидат технических наук, доцент, rmp@bsuir.by.