

УДК 629.7

Выбор оптимального метода мультиагентного планирования: сравнительный анализ существующих систем и их комбинаций

Калинин Иван Ипполитович

i.kalinin@cosmos.msu.ru

SPIN-код: 1685-5331

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрены методы на основе мультиагентных систем (МАС) для решения задачи оптимизации маршрута в различных постановках, как задачи оптимизации маршрутов с временными окнами и как задачи с ограничениями на ресурсы. Сделан сравнительный анализ с точными методами *ortools*. Сделано заключение об эффективности применения исследуемых методов.

Ключевые слова: мультиагентные системы, метаэвристики, задача оптимизации маршрутов с временными окнами, задача комбинаторной оптимизации, задача с ограничениями на ресурсы

Введение. Объектом исследования настоящей работы является выбор метода на основе МАС для решения задачи в различных постановках:

- как VRPTW (Vehicle Routing Problem with Time Windows) — задача оптимизации маршрутов с временными окнами\$;
- как RCPSP (Resource-Constrained Scheduling Problem) — задача с ограничениями на ресурсы.

Для существующих задач [1, 2] предложены решения метаэвристическими алгоритмами на основе МАС в указанных постановках. Одновременно они же решены общеизвестным методом OR-tools, произведено сравнение. За метрику 100 % принято оптимальное решение, когда каждая посылка успешно доставляется первым же транспортом.

Методы и материалы, результаты: Целью работы является разработка, комбинация методов основанных на МАС с метаэвристиками и апробирование их на известных задачах оптимизации [3, 4].

Реализованы несколько вариантов программы методами МАС на языке Python с использованием библиотек *collections*. Произведены расчеты для задач в описанных выше постановках с помощью МАС и известными методами из библиотеки *ortools* Google.

Произведена оценка эффективности этих расчетов с помощью эталонного времени для каждой задачи, взятого за 100 % и рассчитанного как минимальное время доставки всех грузов, при этом каждый груз считается взятым в работу и доставленным первым же возможным транспортом, без учета ограничений на грузоподъемность транспорта.

Заключение. В результирующие данные также добавлены результаты расчетов из [1, 2]. Сделан вывод о целесообразности использования разрабатываемых алгоритмов для разных постановок одной и той же задачи. Наме-

чены пути возможных улучшений программ и алгоритмов. Полученные реализации алгоритмов эффективны при необходимости срочного перепланирования расписания, в связи с выходом из строя любого элемента или добавлением заявки на доставку.

Список источников

- [1] Muraretu I., Badica C. Optimal agent-based pickup and delivery with time windows and electric vehicles. *Appl. Sci.*, 2024, vol. 14, art. no. 7528.
- [2] Jianjiang Wanga, Xiaomin Zhua, Laurence Yangb, Jianghan Zhua, Manhao Maa. Towards dynamic real-time scheduling for multiple earth observation satellites. *Journal of Computer and System Sciences*, 2015, № 81, pp. 110–124.
- [3] Чернышев С.А., Магомедов О.Р. Мультиагентная система поддержки принятия решений для минимизации стоимости группируемых товаров. *Вестник Российского нового университета. Серия: Сложные системы: модели, анализ и управление*, 2022, вып. 4, с. 97–107.
- [4] Сазонов В.В., Скобелев П.О., Лада А.Н., Майоров И.В. Применение мультиагентных технологий в транспортной задаче с временными окнами и несколькими пунктами погрузки. *Управление большими системами: сборник трудов*, 2016, № 64, с. 65–80.