

тов и молодых ученых «Интеллектуализация информационного поиска, скантехнологии и электронные библиотеки». – Таганрог: Изд-во ГТИ ЮФУ, 2007. – С. 79-82.

Вишняков Юрий Муссович

Технологический институт федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге.

E-mail: vishn@tsure.ru.

347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44.

Тел.: 8(8634)371-785.

Декан факультета автоматизации и вычислительной техники, профессор.

Новиков Сергей Юрьевич

Технологический институт федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге.

E-mail: s.y.novikov@mail.ru.

347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44.

Тел.: 8(8634)371-787.

Кафедра системного анализа и телекоммуникаций; доцент.

Vishnyakov Yriy Mussovich

Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”.

E-mail: vishn@tsure.ru.

44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia.

Phone: 8(8634)371-785.

The dean of faculty «Automatics and computer facilities»; professor.

Novikov Sergey Yrievich

Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”.

E-mail: s.y.novikov@mail.ru.

44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia.

Phone: 8(8634)371-787.

Department of System Analysis and Telecommunications; associate professor.

УДК 681.3

А.А. Кажаров, А.А. Рокотянский

РАЗРАБОТКА СРЕДЫ МАРШРУТИЗАЦИИ ГРУЗОПЕРЕВОЗОК*

В работе рассматривается решение NP-трудной задачи маршрутизации автотранспорта. Предлагается модифицированный генетический алгоритм для решения данной задачи. Основная идея алгоритма – моделирование естественного отбора. Разработана программная среда маршрутизации грузоперевозок по карте г. Таганрога. Экспериментальные исследования доказали эффективность модифицированного генетического алгоритма. «Хорошее» решение находится в течение нескольких секунд.

Генетические алгоритмы; задача маршрутизации автотранспорта; транспортная логистика; NP-задача.

* Работа выполнена при поддержке: РФФИ (грант № 08-01-00473), г/б № 2.1.2.1652.

A.A. Kazharov, A.A. Rokotyansky

VEHICLE ROUTING ENVIRONMENT DEVELOPING

This paper is dedicated to the solving of NP-complete task – vehicle routing problem. Modeling of natural selection is the main idea of this algorithm. A computer program of VRP solution for Taganrog map was created during this work. Experimental researches have proved efficiency of the modified genetic algorithm. «Good» solution is found during several seconds.

Genetic Algorithms; vehicle routing problem; transport logistic; NP task.

Введение. Задачи маршрутизации являются ключевыми в областях транспортных перевозок, перемещения и логистики. Во многих областях рынка доставка товара добавляет к его стоимости сумму, сравнимую со стоимостью самого товара. Тем не менее, использование компьютерных методов оптимизации доставки товара часто выражается в экономии порядка 5-20% от общей его стоимости.

Разработки в данном направлении велись в рамках сотрудничества с ЗАО ТПО «Лемакс», что позволило реализовать программный проект, легко адаптируемый к предприятиям подобного плана. В ходе проделанной работы был реализован и исследован генетический алгоритм для решения задачи маршрутизации автотранспорта.

Постановка задачи. К задачам маршрутизации автотранспорта (VRP – Vehicle Routing Problem) относится целый класс задач, в которых набор маршрутов для парка автомобилей, расположенных в одном или нескольких депо, должен быть определен для нескольких географически отдаленных городов или покупателей. Целью решения задач маршрутизации является оптимизация выполнения серии запросов клиентов [1].

Задачи маршрутизации находятся на пересечении двух хорошо изученных задач:

- ◆ задача коммивояжера (Traveling Salesman Problem – TSP);
- ◆ задача об упаковке рюкзака (Bin Packing Problem – BPP).

В реальных задачах оптимизации возникает множество ограничений, вариаций. В работе рассматривались ограничения характерные для ЗАО ТПО «Лемакс»:

- 1) каждое транспортное средство имеет ограниченную вместимость и грузоподъемность (Capacitated VRP – CVRP);
- 2) предприятие использует автотранспорт из нескольких транспортных депо для обслуживания клиентов (Multiple Depot VRP – MDVRP);
- 3) заказчик может вернуть некоторые товары в депо (VRP with Pick-Ups and Deliveries – VRPPD);
- 4) заказчик может быть обслужен различным автотранспортом (Split Delivery VRP – SDVRP).

Представим математическую модель рассматриваемой задачи. Пусть имеется граф $G(X, U)$, в котором:

- ◆ $X = \{X_0, x_1, \dots, x_n\}$ – множество вершин, где $X_0 = \{x_{01}, x_{02}, \dots, x_{0k}\}$ – множество вершин, где расположены депо; $\{x_1, \dots, x_n\}$ – множество вершин, где расположены клиенты;
- ◆ U – множество ребер;
- ◆ C – матрица расстояний, c_{ij} – расстояние между вершинами x_i и x_j ;
- ◆ d – вектор запросов клиентов, d_i – вес заказанного товара;
- ◆ m – вектор грузоподъемности автотранспортов, m_i – грузоподъемность i -го автотранспорта;

- ♦ a – вектор принадлежности автотранспорта к различным депо, где a_i – депо, к которому принадлежит i -ый транспорт.

Таким образом, задача сводится к минимизации количества машин и суммарной длины маршрутов, т.е. расхода топлива, а решением для данной постановки задачи являются маршрутные листы для каждого автотранспорта.

Генетический алгоритм. В результате анализа существующих алгоритмов для решения данной задачи был выбран генетический алгоритм (ГА) [2,3]. ГА представляет собой модель развития информации, которая позаимствована у природы, и предназначена для оптимизации технических систем. На рис. 1 приведена структурная схема работы ГА.

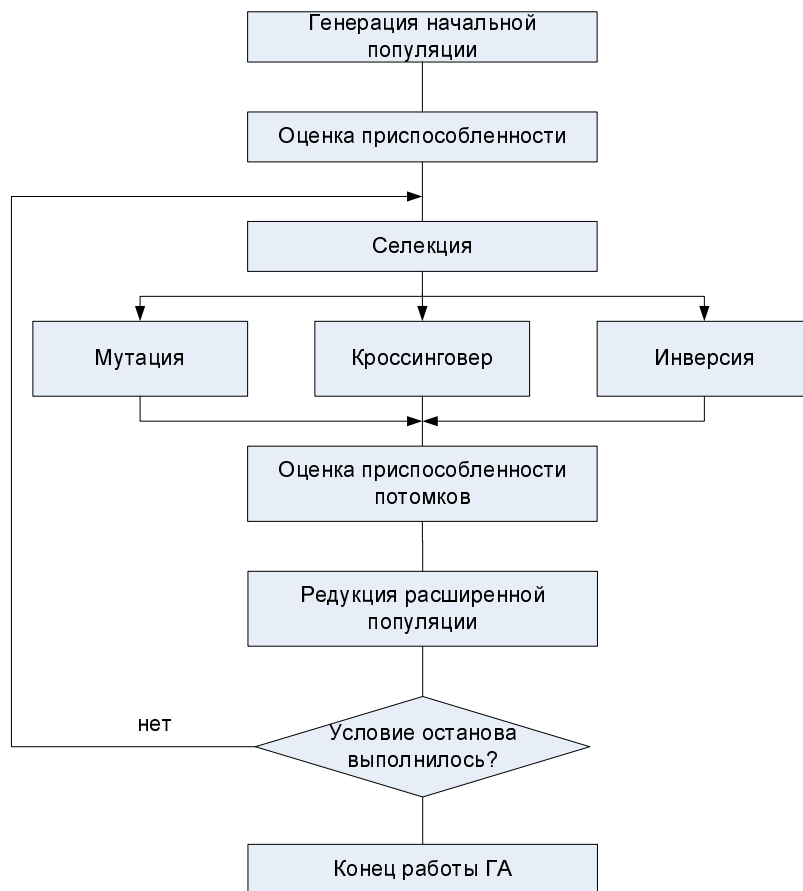


Рис. 1. Структурная схема работы генетического алгоритма

Достоинством этого ГА для решения задачи маршрутизации является использование негомологичной хромосомы [4]. Хромосома представлена вектором H :

$$1 \leq H_i \leq n; 1 \leq i \leq n,$$

где H_i – значение гена в локусе i , n – количество клиентов.

Декодировка хромосомы происходит следующим образом. Стартовой позицией для 1-го автотранспорта является депо a_1 . Оттуда он посещает клиента H_1 , соответственно он может вести еще $(m_1 - d_{H_1})$. Далее обслуживает клиента H_2, H_3 и

т.д., пока $m_i - \sum(d_{Hi}) > 0$. Структурная схема декодировки хромосомы приведена на рис. 2.

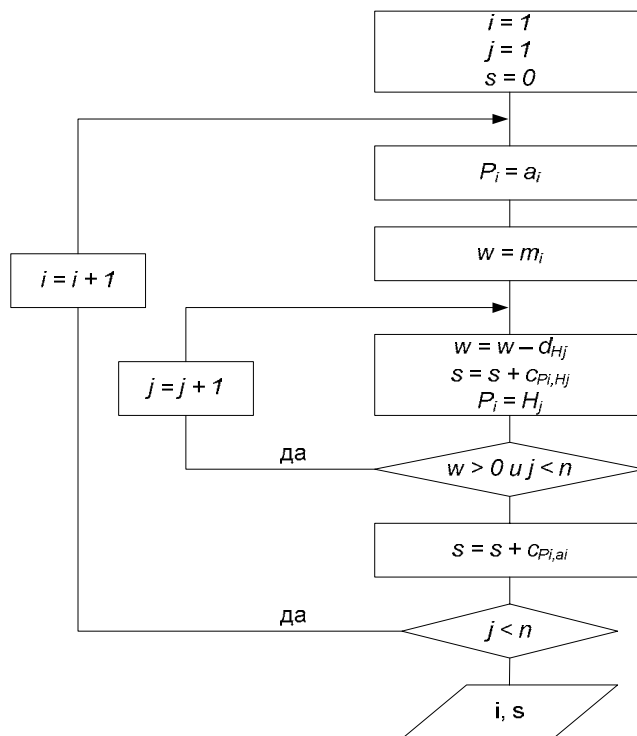


Рис. 2. Структурная схема декодировки хромосомы

На выходе после декодировки имеем количество автотранспорта – i , суммарная длина маршрута – s . К примеру, пусть имеются 2 автотранспорта грузоподъемностью по 1500 кг и вектор запросов d :

| | | | | | | |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| i | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| d_i (кг) | 150 | 530 | 350 | 480 | 600 | 450 |

Пусть задана хромосома H :

| | | | | | | |
|-------|---|---|---|---|---|---|
| i | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| H_i | 5 | 3 | 2 | 4 | 6 | 1 |

Тогда, согласно декодировке хромосомы, маршруты формируются следующим образом:

| | | | | | | |
|------------------|-----|-----|------|-----|-----|------|
| Транспорт\клиент | 5 | 3 | 2 | 4 | 6 | 1 |
| 1 автотранспорт | 600 | 950 | 1480 | | | |
| 2 автотранспорт | | | | 480 | 930 | 1080 |

Маршрут 1-го автотранспорта: $a_1 - 5 - 3 - 2 - a_1$.

Маршрут 2-го автотранспорта: $a_2 - 4 - 6 - 1 - a_2$.

При оценке приспособленности более перспективными в популяции считаются индивиды, которые при декодировке хромосомы дают меньшее количество автотранспорта, а при их равенстве – меньшее суммарное расстояние.

5. Если выбранное кратчайшее ребро приводит к преждевременному замыканию цикла, то путь увеличивается за счет включения пункта, выбранного случайным образом из числа еще не пройденных:

1-й потомок $4 \rightarrow 2(7);$
 $4 \rightarrow 3(6); \quad \rightarrow 1(1); \rightarrow 4(\text{цикл}); \quad \rightarrow 2(2)$
 $\quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \rightarrow 2(2).$

6. Процесс продолжается до тех пор, пока не построен полный путь коммивояжера. В нашем примере такой путь уже построен: 1-й потомок $4 \rightarrow 3 \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 4; f(1п) = 6 + 1 + 2 + 3 = 12.$

Аналогичным образом получаем второго потомка. Выбираем в качестве начальной точки пункт 2.

2-й потомок $2 \rightarrow 3(2);$
 $2 \rightarrow 1(1); \quad \rightarrow 4(4); \rightarrow 2(\text{цикл});$
 $\quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \rightarrow 4(4); \rightarrow 3(6).$

2-й потомок $2 \rightarrow 1 \rightarrow 4 \rightarrow 3 \rightarrow 2; f(2п) = 1 + 4 + 6 + 2 = 13.$

Практика показывает, что применение жадного ОК повышает скорость сходимости решения, но в то же время это способствует уменьшению разнообразия популяции, что ведет к ее быстрому вырождению, а также снижению возможностей выхода из локальных оптимумов.

Оператор отбора (редукция) применяется элитный, по принципу «выживает сильнейший». Предложенная структурная схема ГА имеет высокую сходимость, «хорошее» решение находится в течение нескольких секунд. Таким образом, условием останова является 5 секунд. Экспериментальные исследования показали приемлемость такого условия останова для графов до 50-60 вершин.

Экспериментальные исследования. В процессе экспериментальных исследований был реализован модифицированный ГА. Тестирование разработанного ГА проводилось на карте г. Таганрога. На рис. 4 приведен пример маршрутизации по карте г. Таганрога.



Рис. 4. Маршрутизация автотранспорта на карте г. Таганрога

При работе с программой задача диспетчера сводится к заданию координат клиентов и заполнению бланков заказа. Все данные о заказах автоматически занос-

сятся в БД. В случае необходимости диспетчер может изменить данные, так как разработанная среда поддерживает возможности СУБД. На основе БД о товарах и транспорте программа создает графовую модель задачи маршрутизации автотранспорта. С момента запуска алгоритма через 5 секунд диспетчер получает решение в виде графического отображения маршрута каждого автотранспорта как отдельно, так и в совокупности. В исключительных ситуациях диспетчер имеет возможность корректировать маршруты. Таким образом, программная среда является системой поддержки принятия решения, а диспетчер выступает в роли ЛПР.

Заключение. В ходе проделанной работы был реализован модифицированный генетический алгоритм, который находит «хорошее» решение за приемлемое время. В результате сотрудничества с ЗАО ТПО «Лемакс» создан комплекс программных продуктов для автоматизации производственного процесса в области транспортной логистики.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Филин Е.А., Dupas R.* Маршрутизация автотранспорта (VRP – Vehicle routing problem). Постановка и классификация задачи. г. Саров, СарФТИ, 2003г.
2. *Holland John H.* Adaptation in natural an artificial systems. The MIT Press edition, Massachusetts, London, England, 1992.
3. *Goldberg David E.* Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning. Addison-Wesley Publishing Company, Inc. 1989.
4. *Davis L.* Handbook of genetic algorithms. Van Nostrand Reinbold is an International Thomson Publishing company. 1991.
5. *Гладков Л.А., Курейчик В.М., Курейчик В.В.* Генетические алгоритмы. – Ростов-на-Дону: ООО «Ростиздат», 2004.
6. *Kureichick V.M, Miagkikh V.V.* Some New Features in Genetic Solution of the TSP // Proc. Second Internat. Conf., UK. Plymouth: University of Plymouth, 1996. P. 294-296.
7. *Курейчик В.В., Курейчик В.М.* Генетический алгоритм определения пути коммивояжера // Известия РАН. Теория и системы управления. – 2006. – С. 94-100.

Кажаров Аскер Артурович

Технологический институт федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге

E-mail: persianland@mail.ru.

347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44.

Тел.: +7-906-423-36-89.

Кафедра систем автоматизированного проектирования; студент.

Рокотянский Александр Александрович

Технологический институт федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге

E-mail: 4444@amik.ru.

347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44.

Тел.: +7-908-199-68-68.

Кафедра систем автоматизированного проектирования; студент.

Kazharov Asker Arturovich

Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”.

E-mail: persianland@mail.ru.

44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia.

Phone: +7-906-423-36-89

Department of Computer Aided Design; student.

Rokotyansky Alexander Aleksandrovich

Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”.

E-mail: 4444@amik.ru.

44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia.

Phone: +7-908-199-68-68.

Department of Computer Aided Design; student.

УДК 519.7: 007 + 06

О.В. Ольховик, А.В. Белых

N-МОДЕЛЬ ДАННЫХ

Представленная в данной работе N-модель данных является теоретической базой для создания инструмента, позволяющего сократить затраты на всех этапах жизненного цикла программного обеспечения информационных систем. Вводятся базовые понятия N-модели данных. Затем рассматриваются операции над атрибутами и отношение наследования, после чего представляется понятие базы данных.

Модель данных; объект; атрибут; экземпляр; класс; категория; база данных; жизненный цикл информационных систем.

O.V. Olhovik, A.V. Belykh

N-DATA MODEL

The N-data model presented in this paper is a theoretical basis for developing of the instrument allowing to reduce expenses at all stages of life cycle of the software of information systems. Basic concepts of N-data model are entered. Then operations with attribute and inheritance relationship are considered whereupon the concept of a database is represented.

Data model; object; attribute; instance; class; category; data base; life cycle of the information systems.

Введение. Данная работа посвящена проблеме снижения трудоемкости поддержания жизненного цикла программного обеспечения информационных систем (ПО ИС). Решая эту проблему, мы исходили из необходимости создания инструмента, позволяющего сократить затраты на всех этапах жизненного цикла, вне зависимости от принятой модели. Подобные инструменты, поддерживающие общий подход и описанный в [1], уже хорошо известны. Они акцентируются на различных аспектах процесса разработки ПО и их сравнительный анализ произведен, например, в работе [2]. Наиболее серьезный набор инструментов на данный момент представлен в линейке продуктов IBM Rational. Среди них IBM Rational Software Architect и IBM Webshere Application Server, которые позволяют из результатов проектирования автоматически генерировать программный код [3]. Однако, по нашему мнению, вполне целесообразна разработка инструмента, выполняющего сходные функции, но с использованием более простых и менее затратных методов и средств.

Мы считаем важным, чтобы такой инструмент основывался на теоретической базе, главным элементом которой является модель данных. В качестве последней предлагается представленная ниже N-модель данных.