
УДК 656.072; 519.12.176

Л.Н. Козачок

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Харьков

РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЙ ПОДХОД К ОСУЩЕСТВЛЕНИЮ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК И ВЫБОРУ НЕОБХОДИМЫХ УПРАВЛЯЮЩИХ РЕШЕНИЙ

Рассматривается специальный класс крупномасштабных сетевых задач распределения, а именно транспортных потоков в условиях неопределенности. Работа предполагает использование методов моделирования, соответствующих определенным входным данным, наличию сети пассажирских перевозок, структуре транспортной системы, требованиям, предъявляемым к организации движения транспорта, а также генерацию надежных оперативных решений для маршрутизации и планирования перевозок пассажиров.

Ключевые слова: транспортная система, транспортное средство, теория расписаний, сетевое планирование, математические модели.

Введение

Управление движением транспорта при необходимых перевозках происходит в условиях быстро меняющейся внешней среды, неопределенности дорожной ситуации на маршруте, неполноты информации о сложившейся ситуации, а также невозможности построения достоверного прогноза развития ситуации на продолжительный интервал времени.

Именно поэтому использование средств интеллектуализации, новых методик построения расписаний движения транспорта, которые основаны на опыте экспертов предметной области, использующих быстрые эвристические процедуры, позволяет существенным образом повысить эффективность функционирования транспорта и, как следствие, снизить возможные экономические потери транспортной организации, а также улучшить маршрутизацию перевозок.

Алгоритмизация процесса перевозок

В этой статье мы опишем построение сетей, лежащих в основе детерминированных моделей определения маршрутов пассажирских перевозок.

Для каждого пути пассажирских маршрутов k строится сеть $G_k=(N_k, k)$, которая является копией сети $G=(N, A)$, описанной следующим образом. В графе $G=(N, A)$ каждой вершине $j \in N$ ставится в соответствие три атрибута: расположение данной вершины относительно некоторого начала отсчета $L(j)$, оно соответствует расположению пункта доставки, транспортное средство – $V(j)$: $V(j) \in V$, которое сейчас находится в данном пункте, соответствующем этой вершине, а также информацию, если она предоставлена о прибытии $V(j)$ к $L(j)$ или отправления от $L(j)$. Соединяют эти вершины, соответствующие узловым пунктам, дуги $a \in A$ трех типов: дуги перемещения, дуги соединения и дуги

перевоза. Дуги перемещения (i, j) в сети отображают движение автобуса V(i), отправляющегося от вершины-пункта L(i) и прибывающего в пункт L(j). Потоки на этих дугах представляют собой перевозку пассажиров автобусом V(i) из пункта L(i) в пункт L(j). Дуги соединения соединяют пункт прибытия и пункт отправления для автобуса V(i)=V(j) при L(j)=L(i).

Кроме того, в постановке задачи присутствуют искусственные пути для каждой поставки k ∈ K, которые физически не присутствуют в сети перевозок, но используются для моделирования вариантов, когда перевозка не имеет реальный путь.

Использование искусственного пути в решении обозначает несуществующее расписание одной из перевозок в течение указанного временного окна; c_{ij} – стоимость перевозки по коммуникации (i,j); c_p – стоимость перевозки единицы потока (одного пассажира) на пути p, которая эквивалентна сумме стоимостей перевозок по каждой дуге этого пути

$$c_p = \sum_{(i,j) \in p} c_{ij}.$$

Все обозначения построенной математической модели можно резюмировать следующим образом:

K – множество перевозок k;

G_k – сеть для перевозки k, сконструированная, как описано выше;

G – сеть, которая обобщает информацию из сетей G_k;

P_k – множество путей из пункта отправления до конечного пункта для маршрута k в сети G_k, включая искусственные пути;

d_k – общее количество пассажиров при перевозке k, которое должно быть перевезено из начального пункта до пункта назначения;

u_{ij} – мощность дуги (i,j) ∈ G;

δ^p_{ij} – показатель принадлежности дуги (i, j) пути p;

f_p = 1, если все d_k единиц пассажиропотока k следуют по любому пути p ∈ P_k, и 0 в противном случае.

Необходимо найти путь для каждой перевозки в его подсети G_k такой же, как базовый путь формулировки разветвленного транспортного потока, для которого выполняется

$$\min \sum_{k \in K} \sum_{p \in P^k} d_k c_p f_p$$

при системе наложенных ограничений:

$$\sum_{p \in P^k} f_p = 1;$$

$$\sum_{k \in K} \sum_{p \in P^k} d_k f_p \delta_{ij}^p \leq u_{ij}; \quad \forall (i, j) \in A;$$

$$f_p \in \{0, 1\}; \quad \forall p \in P^k; \quad \forall k \in K.$$

В общем виде структурная схема интеллектуальной системы поддержки принятия решений, реа-

лизирующей описанный выше подход к управлению движением общественного транспорта, представлена на рис. 1.

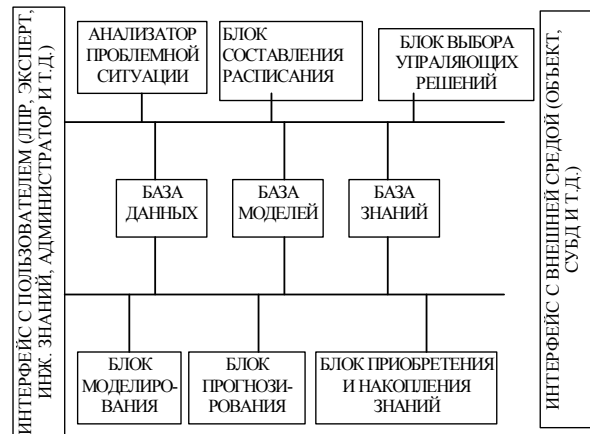


Рис. 1. Структурная схема интеллектуальной системы поддержки принятия решений

Поясним основные блоки, которые входят в структуру интеллектуальной системы поддержки принятия решений. На схеме показан блок выбора управляющих решений (блок «Учитель»), который используется совместно с модулем обучения базы знаний (БЗ):

- при первоначальном обучении системы поддержки принятия решений для пополнения продукционной БЗ, используемой для оценки удовлетворенности пассажиров качеством услуг;

- при заполнении базы типовых ситуаций, которые возникают на маршруте в процессе функционирования общественного транспорта.

Блок «База знаний» представляет собой продукционную БЗ, состоящую из правил вида «ЕСЛИ ..., ТО ...», используемых для оценки удовлетворенности пассажиров качеством услуг, предоставляемых транспортной компанией.

Блок «Составления расписания» функционирует в соответствии с алгоритмом (рис. 2).

В блок 1 вводятся исходные данные о маршруте: N – число остановок на маршруте; t₀ – время начала смены; t_k – время окончания смены.

В блоке 2 в начальный момент времени количество свободных мест в транспортном средстве (ТС) равняется общему числу мест в ТС:

V(t₀)=V_{max}, где V_{max} – вместимость пустого ТС. Счетчик ТС-і и счетчик остановок j устанавливаются равными единице.

В начальный момент времени T_i=0 – общее время на маршруте і-го транспортного средства.

После этого вводится ΔT_{max} – максимально возможный интервал ожидания пассажиром ТС на k-й остановке (блок 3).

Затем в блоке 4 производится расчет комплексного критерия оптимальности, используемого для

составления расписания, а в блоке 5 осуществляется выбор времени прибытия на остановку: t^* – время, при котором критерий оптимальности I достигает экстремума. Выбранное t^* помещается в блок 6, где формируется расписание движения, после чего происходит увеличение i -счетчика ТС на единицу.

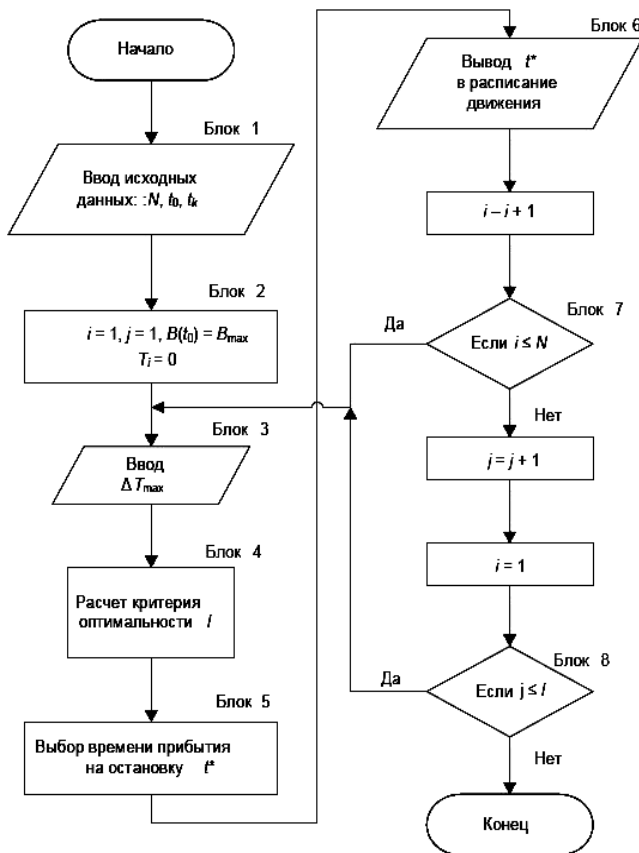


Рис. 2. Алгоритм «Составления расписания»

Проверка заполнения расчета времени прибытия на остановку для всех ТС на маршруте происходит в блоке 7, затем происходит увеличение счетчи-

ка остановок j на единицу, а счетчик ТС- i устанавливается равным единице. Проверка заполнения расчета времени прибытия на все остановки для всех ТС на маршруте производится в блоке 8.

Выводы

Описанный подход позволяет формализовать типовые дорожные ситуации, возникающие при движении городского пассажирского транспорта, с помощью теории нечетких множеств и осуществлять выбор необходимого управляющего воздействия с применением ранжирования возможных управляющих решений. Предложен алгоритм, который необходим для составления оптимального расписания движения с учетом управляющих воздействий, сформированных на основе реализованной в работе ситуационной сети. Предложена структура интеллектуальной СППР, в состав которой входят модули обучения и корректировки базы типовых дорожных ситуаций.

Список литературы

1. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / А.Н. Аверкин, И.З. Батыришин, А.Ф. Блишун и др. – М.: Наука, 1986. – 312 с.
2. Диниц Е.А. Экономные алгоритмы нахождения кратчайших путей в сети / Е.А. Диниц // Транспортные системы. – М.: ВНИИСИ, 1978. – С. 36-44.
3. Кузюрин Н.Н. Эффективные алгоритмы и сложность вычислений / Н.Н. Кузюрин, С.А. Фомин. – М.: МФТИ, 2007.
4. Лазарев А.А. Графический подход к решению задач комбинаторной оптимизации / А.А. Лазарев // Автоматика и телемеханика. – 2007. – № 4. – С. 13-23.

Поступила в редколлегию 21.11.2013

Рецензент: д-р техн. наук, ст. научн. сотр. Г.А. Кучук, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

РОЗПОДІЛЬНИЙ ПІДХІД ДО ЗДІЙСНЕННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ТА ВИБОРУ НЕОБХІДНИХ КЕРУЮЧИХ РІШЕНЬ

Л.М. Козачок

Розглянуто спеціальний клас великомасштабних мережевих задач розподілу, а саме транспортних потоків в умовах невизначеності. Робота передбачає використання методів моделювання, які відповідають певним вхідним даним, наявності мережі транспортних перевезень, структурі транспортної системи, вимогам, що до організації руху транспорту, а також генерацію надійних оперативних рішень для маршрутизації і планування перевезень пасажирів.

Ключові слова: транспортна система, транспортний засіб, теорія розкладів, мережеве планування, математичні моделі.

DISTRIBUTION APPROACH TO THE IMPLEMENTATION OF PASSENGERS AND SELECTION OF CONTROL NECESSARY DECISIONS

L.M. Kozachok

We consider a special class of large-scale distribution network tasks, namely traffic flows in the face of uncertainty. The work involves the use of modeling techniques, that meet specific input data, the presence of a network of passenger traffic, the structure of the transport system, the requirements for traffic management, as well as the generation of reliable operative solutions for routing and scheduling of passenger transportation.

Keywords: transportation system, vehicle, scheduling theory, network planning, mathematical models.