

4. Салмре И. Программирование мобильных устройств на платформе .Net Compact Framework. М.: Вильямс. 2006. Кооператив на английском языке — Pearson Education, Inc., 2005.

5. Халимон В.И., Комаров П.И., Рогов А.Ю., Проститенко О.В. Моделирование дискретно-детерминированных процессов с помощью конечных автоматов: учебное пособие/СПбГТИ(ТУ).- СПб, 2007.- 72 с.

ФОРМИРОВАНИЕ ХРАНИЛИЩА ДАННЫХ ПУТЕЙ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ В ГОРОДЕ

¹А.Т. Ахмедиярова, ²М.А. Сонькин, ¹В.В. Яворский, ²О.Б. Фофанов, ³Е.Г. Ключева, ⁴А.О. Чванова

(¹г. Алматы, Институт информационных и вычислительных технологий,

²г. Томск, Томский политехнический университет,

³г. Караганда Карагандинский государственный технический университет,

⁴г. Темиртау Карагандинский государственный индустриальный университет)

e-mail: aat.78@mail.ru, sonkin@tpu.ru, yavorskiy-v-v@mail.ru, ofofano@tpu.ru, lenchik_t_k@mail.ru, mysteria-nastya@mail.ru

THE FORMATION OF THE DATA WAREHOUSE OF MOVEMENT PATHS IN THE CITY

¹A.T. Akhmdiyarova, ²M.A. Sonkin, ¹Yavorskiy V.V., ²O.B. Fofanov, ³Ye.G Klyuyeva, ⁴A.O. Chvanova

(¹Almaty, Institute of information and computing technologies,

²Tomsk, Tomsk Polytechnic University,

³Karaganda, Karaganda State Technical University,

⁴Temirtau, Karaganda State Industrial University)

Abstract. The paper considers the concept of studying the infrastructure of transport systems. The study of the actual environment is very important for transport systems due to the fact that the actual environment forms and determines the objective needs of infrastructure development and transport technologies. The paper shows that for the rational organization of the transport system it is important to determine the processes of interaction between the control system, the control object and the actual environment. The main product of the current environment for the transport system can be represented in the form of potential correspondence between the districts of the city, points on the transport network, which are then distributed along the route networks. First of all, it is necessary to create data warehouses for the urban public transport management system. The concept of data warehouse involves the implementation of a single integrated data source. As a basis, it is proposed to use a multidimensional model that allows you to allocate different dimensions for different parameters. In the course of the study the models of movement of passengers of urban passenger transport on the basis of Hyper networks are considered. It is shown that the equilibrium state corresponds to the minimum time spent on the movement of passengers and determines the distribution of passengers along the routes in accordance with the strategy of choosing the path. In the proposed model, the equilibrium state determines the distribution of passengers along the routes in accordance with the path selection strategy. The possibilities of modeling the movement of passengers of urban passenger transport on the basis of Hyper networks are considered.

Keywords: intelligent transport systems, "smart" city, data storage, movement, urban transport, hypernetwork.

Введение. Современные городские транспортные системы (ГТС) – сложные образования, объединяющие инфраструктуру, функциональную структуру и среду потребления транспортных услуг [1].

Инфраструктура – это, в основном, материально-технические средства и системы, необходимые для обеспечения передвижения: улично-дорожные и транспортные сети, обеспечение маршрутных сетей, транспортные предприятия, транспортные средства (подвижной

состав), ремонтные предприятия, а также все другие обеспечивающие организации и службы и т.п.;

Функциональная структура – это технологии организации движения транспортных средств, обслуживания перевозок, технология движения транспортных средств на маршрутных сетях и т. п. Изучение актуальной среды для транспортных систем имеет очень большое значение в силу того, что актуальная среда формирует и определяет объективные потребности развития инфраструктуры и технологий функционирования транспорта. Процесс производства продукта транспортной системы и процесс его потребления являются неразделимыми. Это предопределяет необходимость тщательного изучения потребности в передвижении, которые формируются в виде продукта актуальной среды. Основным продуктом актуальной среды можно представить в виде потенциальных корреспонденций между районами города, пунктами на транспортной сети, которые затем распределяются по маршрутным сетям.

Цель работы. Целью исследования является разработка методики и алгоритмов формирования хранилища данных о передвижениях с целью дальнейшего использования для оптимизации транспортной системы.

Материалы и методы. Весьма важным для рациональной организации функционирования транспортной системы является определение процессов взаимодействия между управляющей системой, объектом управления и актуальной средой. От решения этой задачи на соответствующем научно-техническом уровне зависит эффективность функционирования всех городских систем производства и обслуживания. Сложность данной проблемы обуславливается Многофункциональный характер транспортных систем, активное и стохастическое поведение транспортной среды определяет чрезвычайную сложность этой проблемы. Чтобы принимать обоснованные решения необходимо обрабатывать колоссальные объемы информации.

Прежде всего, необходимо создать хранилища данных для системы управления городским общественным транспортом (ХГОТ), с мощными средствами телекоммуникации. Для решения задач управления необходимы мощные средства моделирования процессов передвижения населения в городе; моделирования процессов обслуживания пассажиров и движения транспортных единиц. Этот инструментарий даст возможность обосновано провести мероприятия по модернизации и совершенствованию инфраструктуры, внедрить автоматизированную систему диспетчерского управления, систему электронных платежей, реализовать комплекс мероприятий по совершенствованию организации движения и формированию эффективного расписания движения.

Совершенствование управления дорожным движением первоочередная задача в крупных городах. Наряду с традиционными мерами регулирования и контроля в современной ситуации для создания интегрированной системы в данном случае также необходимо создание хранилища данных организации дорожного движения (ХОДД). Наиболее эффективна интеграция систем автоматизированного управления организацией дорожного движения и общественного транспорта в рамках единой интеллектуальной транспортной системы города (ИТС) [2] с единым хранилищем данных путей передвижения (ХДПП) [3].

Наиболее успешно эти задачи решаются в случае ИТС интегрирована в органы власти, а основными пользователями выступают:

- муниципальные органы;
- органы МВД и особенно ГИБДД и комитет по ЧС;
- скорая медицинская помощь и другие службы экстренной помощи;
- строительные и дорожные подрядные организации;
- всевозможные пользователи транспортных коммуникаций и дорог;
- средства коммуникаций и массовой информации.

Основными сервисами ИТС на сегодня являются следующие (рисунок 1):

- управление городским транспортом;
- управление движением;

- обеспечение наблюдения и безопасности;
- электронные платежи;
- управление парковками;
- информационное табло и мобильное приложение.



Рисунок 1 - Основные сервисы ИТС

Концепция ХД предполагает не просто единый логический взгляд на данные, а реализацию единого интегрированного источника данных.

ХДПП строятся на основе многомерной модели данных, которая подразумевает выделение отдельных измерений и фактов, анализируемых по выбранным измерениям. Прежде всего, это данные о маршрутах, в частности координаты остановок и интенсивности потоков входящих и выходящих пассажиров, данные о дорожной сети. Многомерная модель данных физически может быть реализована как в многомерных СУБД, так и в реляционных.

При реализации проектов по построению хранилищ данных возникает ряд общих задач, к числу которых можно отнести:

- проектирование структуры иерархических измерений;
- проектирование структуры медленно меняющихся измерений;
- проектирование и актуализация агрегатных значений.

Основные требования к ХДПП:

- предметная ориентированность - все данные собираются, очищаются, согласовываются, дополняются, агрегируют и представляются в единой, удобной для их использования в анализе форме;
- интегрированность - все данные взаимно согласованы и хранятся в едином ХДПП;
- неизменчивость - исходные (исторические) данные, после того как они были согласованы, верифицированы и внесены в ХДПП, остаются неизменными и используются исключительно в режиме чтения;
- поддержка хронологии - данные хронологически структурированы и отражают историю, за достаточный, для выполнения задач анализа и прогнозирования, период времени.

Математический аппарат формализованного описания транспортной системы рассмотрен в работе [1]. В рамках исследований по проекту АР05133699 «Исследование и разработка инновационно-телекоммуникационных технологий с использованием современных кибер-технических средств для интеллектуальной транспортной системы города» института

ИВТ КН МОН РК были предложены собственные модели [3, 4]. Транспортная сеть, маршрутная сеть, корреспонденции между пунктами на транспортной сети, потоки на маршрутной сети, пути передвижения между пунктами транспортной системы предлагается представлять гиперсетью, дуги которой являются путями передвижения. Введено точное понятие пути передвижения между корреспондирующими пунктами на городском общественном транспорте (ГОТ) [3]. Описана рекуррентная схема получения путей передвижения между вершинами гиперсети любого порядка.

Путь h^p_{kij} между пунктами i и j на МС можно описать следующим образом:

$$h^p_{kij} = \{i, j; t(h^p_{kij}); p; k_1, \xi_1, \eta_1; k_2, \xi_2, \eta_2; \dots; k_l, \xi_l, \eta_l, \dots, k_p, \xi_p, \eta_p\}, \quad (1)$$

где $t(h^p_{kij})$ – затраты времени на передвижение по пути h^p_{kij} ; p – порядок пути; k_l – индекс ТМ, осуществляющего l -ую маршрутную связь (ξ_l, η_l) ; ξ_l и η_l – начальный и конечный пункты в маршрутной связи (ξ_l, η_l) , $l = \overline{1, p}$.

Для получения совокупности дуг $\{h^{q+1}_{ij}\}$ берутся совокупности $\{h^q_{i\xi}\}$ и к ним присоединяются маршрутно-пешеходные связи из совокупности $\{h^{MP}_{\xi j}\}$.

Операцию склеивания \otimes можно определить следующим образом:

$$(i, \xi; t_s; q; k_1, \dots, k_q; \xi_1, \eta_1, \dots, \xi_q, \eta_q) \otimes (\xi, j; t_V; k_V; \eta_V) = \begin{cases} (i, j; t_s + t_V; q + 1; k_1, \dots, k_q, k_V; \xi_1, \eta_1, \dots, \xi_q, \eta_q, \xi, \eta_V), & \text{если} \\ q + 1 \leq q^M \wedge t_s + t_V \leq \alpha t_{ij}^M \wedge (k_1, \dots, k_q, k_V) - \text{элементарная после-} & (2) \\ \text{довательность} \wedge (i, \xi_1, \eta_1, \dots, \xi_q, \eta_q, \xi, \eta_V, j) - \text{элементарный путь} \\ \emptyset - \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Стратегия выбора пассажирами ξ -го пути следования из i -го района в j -й из всей совокупности возможных путей может быть задана вероятностной функцией, зависящей от параметров пути передвижения. Например, если учитывать два основных фактора выбора пути: время передвижения и количество пересадок, то вероятность имеет вид:

$$P_{\xi}^{ij} = \frac{1}{N} \left\{ 1 + a_t \ln \left[\frac{\prod_{\xi=1}^N T_{\xi}^{ij}}{(T_{\xi}^{ij})^N} \right] + a_q \ln \left[\frac{\prod_{\xi=1}^N q_{\xi}^{ij}}{(q_{\xi}^{ij})^N} \right] \right\}, \quad (3)$$

где $N \geq 2$ – число возможных путей; T_{ξ}^{ij} , q_{ξ}^{ij} – соответственно время передвижения и число посадок на ξ -ом пути следствия; a_t , a_q – коэффициенты относительного влияния времени проезда и числа пересадок на выбор пути.

Распределение корреспонденций по имеющимся путям передвижения в соответствии со стратегией выбора, очевидно, является «идеальным». Идеальное потокораспределение соответствует интересам пассажиров, осуществляющих поездки, однако оно не учитывает процессы, которые возникают при их обслуживании. Для получения реального потокораспределения разработана имитационная модель. С использованием разработанной модели может быть описан процесс обслуживания пассажиров. Так как пассажиры на основе своего опыта имеют информацию о процессе обслуживания, который их ожидает, то будет происходить перераспределение идеальных потоков и приспособление передвижения к реальной пропускной способности маршрутов гиперсети. Для того, чтобы учесть это, используется процедура пересчета временных параметров гиперграфа $L(Z, W)$.

Результаты. Рассмотрим разработанный алгоритм GoBusStop.

1. Выбирается маршрут на текущей остановке, до тех пор, пока не будут рассмотрены все маршруты, проходящие через текущую остановку.

2. Если маршрут пешеходный:

2.1. Выбирается остановка до тех пор, пока не будут рассмотрены все пешеходные передвижения от текущей остановки до всех существующих остановок.

2.2. Если выбранная остановка присутствует в списке найденных ветвей текущего пути, то возврат в п. 2.1

2.3. Если ветвь от текущей остановки до выбранной является текущим решением, то эта ветвь вносится в текущий путь. Вызывается рекурсивно процедура GoBusStop, содержащая параметры текущего пути. После окончания рекурсии последняя найденная ветвь удаляется из текущего пути.

2.4 Возврат в п. 2.1

3. Если маршрут не пешеходный:

3.1. Если данный маршрут уже был использован передвижениями по найденным ветвям текущего пути, то возврат в п. 1

3.2. Если количество использованных непешеходных маршрутов на 1 больше числа возможных пересадок, то выбранный маршрут должен быть последним. Следовательно, если ветвь от текущей остановки реку до пункта назначения с использованием выбранный маршрут является текущим решением, то эта ветвь вносится в текущий путь, который заносится в результирующий набор. Последняя найденная ветвь удаляется из текущего пути.

3.3. Возврат в п. 1.

3.4. Если выбранный маршрут - не последний, то выбираем остановку на выбранном маршруте до тех пор, пока не будут рассмотрены все передвижения от текущей остановки до всех остановок по данному маршруту.

3.5. Если выбранная остановка присутствует в списке найденных ветвей текущего пути, то возврат в п. 3.4.

3.6. Если ветвь от текущей остановки до выбранной является текущим решением, то эта ветвь вносится в текущий путь. Если выбранная остановка совпадает с пунктом назначения, то текущий путь заносится в результирующий набор, иначе вызывается рекурсивно процедура GoBusStop, содержащая параметры текущего пути. После окончания рекурсии последняя найденная ветвь удаляется из текущего пути.

3.7. Возврат в п. 3.4.

3.8. Возврат в п. 1.

Заключение. В ходе проведенного исследования рассмотрены модели передвижения пассажиров городского пассажирского транспорта на основе гиперсетей. Показано, что равновесное состояние соответствует минимальным затратам времени на передвижение пассажиров и определяет распределение пассажиров по путям следования в соответствии со стратегией выбора пути. В предлагаемой модели равновесное состояние определяет распределение пассажиров по путям следования в соответствии со стратегией выбора пути. Рассмотрены возможности моделирования передвижения пассажиров городского пассажирского транспорта на основе гиперсетей. Таким образом распределение потоков пассажиров по дугам графа $L(Z, W)$ в равновесном состоянии $\hat{\Pi}(h, e)$, $(h, e) \in W$ учитывает стратегию выбора пассажирами путей следования и реальные процессы обслуживания на гиперсети ГОТ. В целом для предлагаемой модели справедлив вывод, который заключается в том, что сходимость имеет место, если функции $\left\{ \hat{P}_{\xi}^{ij} \right\}$ и $\left\{ \hat{T}_{\xi}^{ij} \right\}$ являются непрерывными. На основании полученной математической модели может быть использован алгоритм добычи данных для ХДПП, основанный на методе поиска с возвратом. Результирующий набор представляет собой многомерное древо решений, данные которого вносятся в хранилище.

В системе данные хранятся в виде многомерной базы данных, созданной в СУБД MS SQL Server 2017. Часть данных непосредственно вводится в БД с использованием интерфейса разработанного программного обеспечения. Другая часть генерируется подпро-

граммами системы RouteSearch [8] и также вносится в БД. Система разработана с использованием технологии объектно-ориентированного программирования. Данные представляются в виде объектов, классы которых содержат методы чтения и записи в БД, сортировки и поиска и другие, что делает очень удобной работу с ними.

Исследования проводятся в рамках проекта АР05133699 «Исследование и разработка инновационно-телекоммуникационных технологий с использованием современных кибер-технических средств для интеллектуальной транспортной системы города».

ЛИТЕРАТУРА

1. Яворский В.В., Утепбергенов И.Т. Структурные методы совершенствования управления транспортными системами городов. Караганда: КарГТУ, 2006. – 227с.
2. Интеллектуальные транспортные системы // Автоматические системы транспортных средств . URL: https://studref.com/361389/tehnika/intellektualnye_transportnye_sistemy (дата обращения: 10.01.2019).
3. Ибатов М.К., Яворский В.В., Чванова А.О., Ключева Е.Г. Формирование хранилищ данных транспортной инфраструктуры транспортной системы города // Материалы научной конференции ИИВТ КН МОН РК «Инновационные IT и Smart-технологии», — Алматы : ИИВТ МОН РК, 2019. — С. 131-140.
4. Яворский В.В., Утепбергенов И.Т., Ахмедиярова А.Т. Models of analysis of distribution of passenger traffics in routed transport systems // Материалы международной конференции XIII Balkan Conference on Operational Research (BALCOR 2018). — Belgrade, Serbia, 2018.
5. Яворский В.В., Ключева Е.Г., Мутовина Н.В., Касымова Д.Т. Расчет транспортной потребности на основе анализа линейных многообразий // Материалы научной конференции ИИВТ КН МОН РК «Инновационные IT и Smart-технологии», — Алматы : ИИВТ МОН РК, 2019. — С. 278-286.
6. Трофименко Ю.В., Якимов М.Р. Транспортное планирование: формирование эффективных транспортных систем крупных городов: монография. – М.: Логос, 2013. – 464 с.
7. Komninos. What makes cities intelligent? // Smart Cities: Governing, Modelling and Analysing the Transition. — Taylor and Francis? 2018. — P. 77.
8. Свидетельство о внесении сведений в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом. Яворский В.В., Ключева Е.Г., Ахмедиярова А.Т., Касымова Д.Т. Программа для ЭВМ, Модуль «RouteSearch», 21.01.2019

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМИ ПРИЛОЖЕНИЯМИ В КОРПОРАТИВНОЙ СРЕДЕ

Е.А. Борзыкин, А.С. Романов, Е.И. Лапковская, Титарев Д.В.

(г. Брянск, Брянский государственный технический университет)

e-mail: ego30055@mail.ru mr.ghost1996@mail.ru cool.kate2705@gmail.com titaryovdv@mail.ru

DESIGN FEATURES OF INTEGRATED MOBILE APPLICATION SYSTEM IN CORPORATE ENVIRONMENT

E.A. Borzykin, A.S. Romanov, E.I. Lapkovskaja, D.V. Titarev

(Bryansk, Bryansk State Technical University)

Abstract. As the title implies, article describes design of architecture and the choice of development tools for the system, responsible for secure polices distribution and implementation on personal devices used for business purposes. Criteria for choosing technologies and development tools for individual system modules are described. Five components of the system are considered: database, a management console, server, an Android client and an iOS client.

The authors suggest that the system will reduce enterprise mobility management costs and increase their security.