УДК 004.89

НЕЙРОВИЗУАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДИСЛОКАЦИИ ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМИ ПОТОКАМИ

© 2015 Т.И. Михеева, А.В. Сидоров, Д.А. Михайлов

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)

Поступила в редакцию 30.07.2015

В статье рассматриваются технологии, методы и программные комплексы поддержки принятия решений процесса дислокации объектов управления транспортными потоками на электронную карту. Ключевые слова: нейровизуальное моделирование, транспортный поток, организация дорожного движения, геовидеомаршрут.

ВВЕДЕНИЕ

Объекты управления транспортными потоками как исследуемые объекты в течение времени требует непрерывного изучения их параметров и характеристик наполняющих ее объектов. Трудоемкость задачи зависит от уровня автоматизации процессов получения, обработки, хранения, документирования информации о параметрах транспортной инфраструктуры (ТрИ) и ее объектов.

Несмотря на значительный объем исследований в данной области, информационные технологии дислокации объектов управления транспортными потоками не являются совершенными по ряду причин, основными из которых являются, с одной стороны, разобщенность баз данных испытаний, отсутствие интеллектуальных компонент, позволяющих качественно и эффективно осуществлять поддержку принятия решений и, как следствие, сокращать общее время, затрачиваемое на обслуживание транспортной инфраструктуры; с другой стороны, нестационарность физических процессов в движении транспортных потоков, сложность математического описания транспортных потоков, зависимость характеристик транспортных потоков от внешних условий и т.д. Указанные факторы приводят к необходимости принятия решений дислокации объектов управления транспортными потоками в условиях существенной неопределенности [1].

Михеева Татьяна Ивановна, доктор технических наук, профессор кафедры организации и управления перевозками на транспорте. E-mail: MikheevaTI@its-spc.ru Сидоров Александр Владимирович, аспирант кафедры организации и управления перевозками на транспорте. E-mail: a.sidorov163@mail.ru

Михайлов Дмитрий Александрович, аспирант кафедры организации и управления перевозками на транспорте. E-mail: d.a.mikhaiilov@gmail.com

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Построение геоинформационной модели ТрИ позволяет создавать стратегии долголетнего планирования улично-дорожной сети, что обеспечит возможность перераспределения транспортных потоков в улично-дорожной сети крупных городов, уменьшить транспортные потоки в центральных частях городов и создавать приоритетные условия для общественного транспорта, пешеходов и велосипедистов.

Модель транспортной инфраструктуры позволяет решать ряд задач:

Задача паспортизации дороги. Паспорт автомобильной дороги описывает технические, экономические и эксплуатационные характеристики автомобильной дороги и дорожных сооружений на ней. Паспорт дороги служит для рационального планирования работ по строительству, реконструкции, ремонту и содержанию дорог. Паспортизации подвергают все автомобильные дороги общего пользования (каждую дорогу в отдельности).

Задача инвентаризации дороги. Главная цель инвентаризации автомобильной дороги – сбор и систематизация данных для рационального планирования и организации работ по содержанию и ремонту дорог, а также управления дорогами. Технический учет и паспортизация включают сплошную инвентаризацию, проводимую один раз в 8-10 лет, и ежегодную паспортизацию автомобильных дорог. Инвентаризация проводится на основании постановлений Правительства Российской Федерации.

Задача моделирования дорожного движения. Проводится с целью определения зависимости показателей транспортного потока от модели организации дорожного движения [2]. Современные программные средства, такие как PTV Vision VISSIM, Transport Simulation Aimsun, Inro Emme и другие, позволяют наглядно моделировать текущую транспортную ситуацию, а также оценить

изменение параметров транспортного движения в случае воздействия на объекты транспортной инфраструктуры.

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС WAYMARK

Сбор и обработка данных о параметрах транспортной инфраструктуры является сложной и неоднозначной задачей. В связи с этим был спроектирован программно-аппаратный комплекс WayMark (рис. 1).

Аппаратная часть комплекса выполняет функции сбора и первичной обработки информации. Она представляет собой передвижную лабораторию, оборудованную видеокамерами и системами спутниковой навигации GPS и Глонасс.

Программная часть комплекса содержит в себе систему поддержки принятия решений (СППР), выполняющую задачи по информационному и интеллектуальному обеспечению лица, принимающего решения (ЛПР). В состав СППР комплекса входит информационное обеспечение – база знаний, на основании информации из которой СППР формирует свои рекомендации для ЛПР, методическое и организационное виды обеспечения [3].

Главной функцией СППР построения модели объектов транспортной инфраструктуры является вывод рекомендаций на основании изучения исторического и текущего состояния объекта исследования и сравнения их с информацией,

хранящейся в базе знаний системы. СППР построения модели объектов транспортной инфраструктуры является интеллектуальной, так как она разработана в рамках искусственного интеллекта, позволяющего по видеокадру распознавать объекты транспортной инфраструктуры.

В процессе построения геоинформационной модели объектов транспортной инфраструктуры осуществляется автоматическое обнаружение и распознавание объектов транспортной инфраструктуры с помощью искусственной многослойной нейронной сети с функциями нечеткого вывода. Нейронная сеть анализируют визуальные характеристики дорожного знака: форму, цвет, пиктограмму, размер. Распознание объектов транспортной инфраструктуры осуществляется в два этапа: в первом происходит обнаружение объектов транспортной инфраструктуры с помощью их цвета и формы, во втором – классифицируются пиктограммы и размеры для определения типа и других семантических характеристик объектов транспортной инфраструктуры.

Знания в области транспортной инфраструктуры являются динамичными. Что-то устаревает, какие-то гипотезы опровергаются, подтверждаются новые теории, исследователи находят новые закономерности и факты. Всё это должно постепенно вноситься в базу знаний СППР, чтобы она была актуальной. Без этого система перестанет отвечать вызовам изменяющейся среды [4].

В процессе актуализации знаний участвуют два человека с ролями «Эксперт» и «Когнито-



Рис. 1. Процесс сбора и обработки данных о параметрах городской инфраструктуры в WayMark

лог». Первый предоставляет знания зачастую в неструктурированном виде, а второй переносит их в базу знаний СППР в формализованном и полностью структурированном виде и в формате, который используется в самой системе. После этого эксперт верифицирует знания уже в базе знаний, тем самым своим авторитетом подтверждает то, что система может использоваться для поддержки принятия решений, и выдаваемые ею рекомендации основаны на правильных методах вывода и корректных знаниях.

Поскольку системой будут пользоваться специалисты разных уровней мастерства, то сама система должна иметь механизм объяснения тех рекомендаций, которые она выдаёт. Это очень важная функция, в том числе и для процесса верификации знаний.

Таким образом, перечень основных функций СППР выглядит следующим образом (рис 2):

- извлечение знаний;
- верификация знаний;
- вывод рекомендаций;
- объяснение рекомендаций.

Использование модели объектов транспортной инфраструктуры позволяет решать широкий круг задач организации дорожного движения. В результате анализа модели могут быть выявлены объекты, установка которых необходима. Система поддержки принятия решений построения модели объектов транспортной инфраструктуры позволяет провести анализ оптимальности установки объектов технических средств организации дорожного движения по основным критериям, таким как безопасность дорожного движения, пропускная способность участков, средняя скорость движения транспортных средств. Подобный анализ позволит оптимизировать организацию дорожного движения в масштабах как некоторого участка УДС, так и некоторого района, и в дальнейшем всего города.

Главной функцией СППР дислокации объектов управления транпортными потоками является вывод рекомендаций на основании изучения

исторического и текущего состояния объекта исследования и сравнения их с информацией, хранящейся в базе знаний системы. Нейровизуальные модели СППР дислокации объектов управления транпортными потоками позволяет выдавать рекомендации на основании распознанных визуальных данных по видеокадру [5].

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ITSGIS

Задачу инвентаризации городской инфраструктуры позволяет решить геоинформационная система ITSGIS, выполняющая функции дислокации и отображения объектов транспортной инфраструктуры на электронной карте, построения сводных ведомостей и отчетов по объектам городской инфраструктуры.

ITSGIS – это геоинформационная система с многослойной электронной картой города, обеспечивающая работу с различными геообъектами городской инфраструктуры (дома, дороги, дорожные знаки, светофоры, световые опоры, остановки общественного транспорта, транспортные маршруты и др.), специализированными геообъектами (ДТП, места концентрации ДТП, места работ, ведущихся на улично-дорожной сети, и др.) (рис. 3).

Система позволяет [6]:

- отображать карты распространенных форматов;
- редактировать карту с помощью базовых графических примитивов;
- гибко настраивать пользовательский интерфейс;
- разрабатывать разнообразные модули («плагины»), расширяющие систему.

Требования, выдвигаемые к программному обеспечению ГИС:

- *Пространственное разделение*. Подразделения организаций-пользователей ГИС разнесены в пространстве и зачастую имеют слабо унифицированное программное обеспечение.
 - Структурное соответствие. Программное

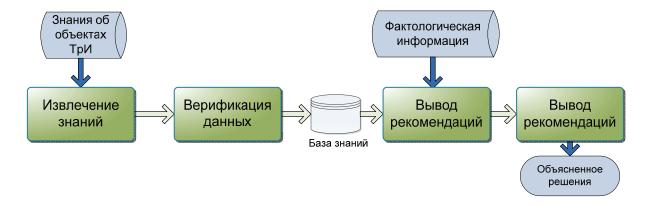


Рис. 2. Общая схема поддержки принятия решений дислокации объектов управления транспортными потоками



Рис. 3. Инвентаризация городской инфраструктуры в ITSGIS

обеспечение ГИС должно адекватно отражать информационную структуру предприятия – соответствовать основным потокам данных.

• Ориентация на внешнюю информацию. Современные предприятия вынуждены уделять повышенное внимание работе с заказчиками. Следовательно, программное обеспечение ГИС предприятия должно уметь работать с новым

типом пользователей и их запросами. Такие пользователи заведомо обладают ограниченными правами и имеют доступ к строго определенному виду данных.

Всем перечисленным требованиям к программному обеспечению отвечает распределенная система ITSGIS. Схема распределения вычислений ITSGIS приведена на рис. 4.

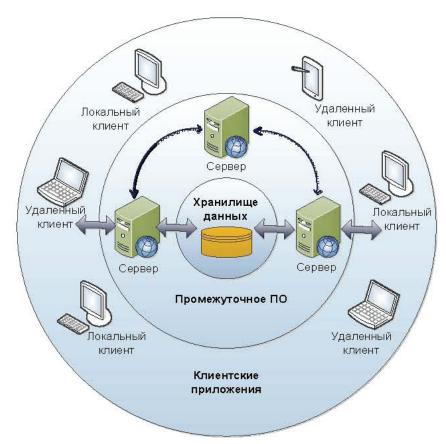


Рис. 4. Схема распределенной геоинформационной системы ITSGIS



Рис. 5. Основные уровни архитектуры ITSGIS

Основные преимущества распределенной системы ITSGIS [6]:

- хорошая масштабируемость при необходимости вычислительная мощность распределенного приложения может быть легко увеличена без изменения его структуры;
- возможность управления нагрузкой промежуточные уровни распределенного приложения дают возможность управлять потоками запросов пользователей и перенаправлять их менее загруженным серверам для обработки;
- глобальность распределенная структура позволяет следовать пространственному распределению бизнес-процессов и создавать клиентские рабочие места в наиболее удобных точках.

ITSGIS архитектурно разбиваются на несколько логических слоев – уровней обработки данных (рис. 5) [7]:

- Представление данных (пользовательский уровень). Здесь пользователи приложения могут просмотреть необходимые данные, отправить на выполнение запрос, ввести в систему новые данные или отредактировать их.
- Обработка данных (промежуточный уровень, middleware). На этом уровне сконцентрирована бизнес-логика приложения, осуществляется управление потоками данных и организуется взаимодействие частей приложения. Именно концентрация всех функций обработки данных и управления на одном уровне считается основным преимуществом распределенных приложений.
- *Хранение данных (уровень данных)*. Это уровень серверов баз данных. Здесь расположены сами серверы, базы данных, средства доступа к данным, различные вспомогательные инструменты.
- Управление данными. Обеспечивает бесперебойное функционирование всей системы, управляя запросами и ответами и взаимодействием всех частей приложения в целом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование дислокации объектов управ-

ления транспортными потоками позволяет решать широкий круг задач организации дорожного движения. В результате анализа модели могут быть выявлены объекты, установка которых необходима. Система поддержки принятия решений построения модели объектов транспортной инфраструктуры позволяет провести анализ оптимальности установки объектов технических средств организации дорожного движения по основным критериям, таким как безопасность дорожного движения, пропускная способность участков, средняя скорость движения транспортных средств. Подобный анализ позволит оптимизировать организацию дорожного движения в масштабах как некоторого участка УДС, так и некоторого района, и в дальнейшем всего города.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Диагностика состояния транспортной инфраструктуры с использованием нейронных сетей / A.B. Сидоров, С.В. Михеев, А.А. Осьмушин // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6. URL: www.science-education.ru/113-11807 (дата обращения 5.06.2015).
- 2. *Швецов В.И.* Математическое моделирование транспортных потоков // Автоматика и телемеханика. 2003. № 11. С. 3–46.
- Автоматизированная система интеллектуальной поддержки принятия решений в распределенных системах / О.К. Головнин, Т.И. Михеева, А.В. Сидоров // Труды II Международной конференции «Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений» (ITIDS'2014), г. Уфа, 18-21 мая 2014 года. Уфа: Изд-во УГАТУ. 2014. С. 32-38.
- Михеева Т.И. Построение математических моделей объектов улично-дорожной сети города с использованием геоинформационных технологий // Информационные технологии. 2006. № 1. С.69-75.
- Распознавание знаков дорожного движения на изображениях с обучением на синтетических данных / А.А. Чигорин, А.А. Конев, Г.Р. Кривовязь, А.Б. Велижев, А.С. Конушин. М.: МГУ, 2010.
- 6. Архитектура геоинформационной справочной системы объектов городской инфраструктуры / С.В. Михеев, А.В. Сидоров, О.К. Головнин, Д.А. Михайлов

// Современные проблемы науки и образования. $2013. N^{\circ}3;$ URL: www.science-education.ru/109 (дата обращения 06.07.2015).

7. Общие принципы построения интеллектуальных

систем поддержки принятия решений / Э.А. Бабкин, А.Н. Визгунов, А.А. Куркин. Н. Новгород: Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева. 2008, 269 с.

NEUROIMAGING MODELS OF DECISION SUPPORT DISLOCATIONS OBJECTS TRAFFIC MANAGEMENT

© 2015 T.I. Mikheeva, A.V. Sidorov, D.A. Mikhaiilov

Samara State Aerospace University named after Academician S.P. Korolyov (National Research University)

The article discusses the technology, methods and software systems support decision-making process of the dislocation of traffic management facilities on an electronic map. *Keywords*: neuroimaging modeling, traffic, traffic management, geo video route.