

Веб-ориентированная система информационной поддержки управления транспортной инфраструктурой

О.К. Головнин
факультет информатики
Самарский государственный
аэрокосмический университет
им. акад. С.П. Королева (СГАУ)
Самара, Россия
e-mail: golovnin@bk.ru

А.Н. Имамудинов
факультет информатики
Самарский государственный
аэрокосмический университет
им. акад. С.П. Королева (СГАУ)
Самара, Россия
e-mail: arслан92@mail.ru

Аннотация¹

В статье описана разработанная веб-ориентированная система, предназначенная для повышения эффективности процесса поддержки принятия решений при управлении транспортной инфраструктурой в среде интеллектуальной транспортной системы. Описаны концепция построения, структурная организация, алгоритмы функционирования. Система разработана на базе облачной геоинформационной платформы ITSGIS. Разработанная система обеспечивает получение, обработку, визуализацию атрибутивной и пространственно-ориентированной информации об объектах транспортной инфраструктуры.

1. Введение

На сегодняшний день остро стоит вопрос обеспечения оперативного доступа к информации об объектах транспортной инфраструктуры (ТРИ) урбанизированной территории для анализа их состояния и принятия решения об оптимальном и безопасном управлении инфраструктурой. Объекты ТРИ являются важной составляющей транспортного комплекса любого мегаполиса и обеспечивают его функционирование.

Проблемой, возникающей при управлении ТРИ, являются устаревшие методы накопления, обработки, визуализации данных об объектах ТРИ. Большинство управляющих организаций осуществляют анализ состояния объектов ТРИ, руководствуясь бумажными носителями: картами, отчетами о полевых работах, ведомостями наличия технических средств организации движения (ТСОДД), таблицами. В таких условиях лицо, принимающее решение об

управлении, опирается на устаревшую информацию. Определение взаимного расположения, мониторинг состояния, доступ к атрибутивной информации объектов ТРИ, при такой организации работы, представляется сложным и трудоемким процессом, т.к. плотность и объемы информации достаточно высоки для их ручной обработки. Появляется необходимость в разработке новых методов и средств для учета, оперативного доступа к атрибутивным данным и оценки состояния объектов ТРИ [1].

Для обеспечения оперативного доступа к информации о взаимном расположении и состоянии объектов ТРИ, решения задач хранения, визуализации и доступа к информации об объектах ТРИ разработана интегрированная система, соединяющая возможности анализа данных интеллектуальных транспортных систем (ИТС), возможности геоинформационных систем (ГИС) по обеспечению хранения и визуализации пространственных данных, и возможности современных Интернет-технологий, предоставляющих инструменты для удаленного доступа к информационным ресурсам.

Система позволит сформировать представление об актуальном взаимном расположении и состоянии объектов и процессов ТРИ для дальнейшего принятия решения об управлении [2, 3].

2. Структурная модель системы

В разработанной системе учитываются следующие виды объектов ТРИ:

- транспортные средства, обеспечивающие транспортное обслуживание населения и перевозку грузов;
- улично-дорожная сеть (УДС);
- ТСОДД: дорожные ограждения, дорожная разметка, дорожные знаки и светофоры.

Труды четвертой международной конференции "Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений", 17 - 19 мая, Уфа, Россия, 2016

При построении веб-ориентированных систем информационной поддержки управления ТРИ на базе ГИС и ИТС возникает проблема создания наиболее эффективной архитектуры, которая должна обеспечить производительность, масштабируемость и надежность системы. В основе разработанной веб-ориентированной геоинформационной системы лежит многоуровневая архитектура, в которой

бизнес-логика системы распределена на две части – клиентскую и серверную. Каждая часть имеет более сложную организацию и, оставаясь в рамках архитектуры системы в целом, подразделяется на несколько уровней [4]. На рисунке 1 представлена архитектура веб-ориентированной системы информационной поддержки управления транспортной инфраструктурой.

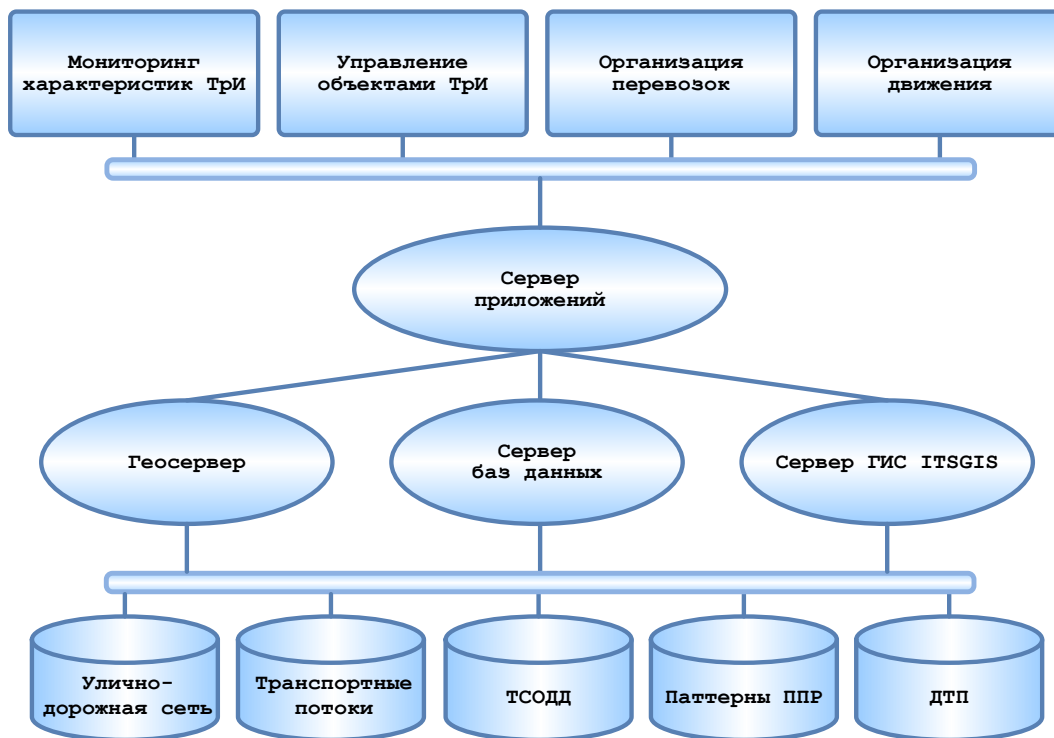


Рис. 1. Структурная модель системы

В состав архитектуры системы входят:

- серверная часть, состоящая из сервера приложений, обеспечивающего взаимодействие клиентов с сервером баз данных, сервером ГИС ITSGIS и геосервером;
- клиентская часть, представленная веб-браузером, функционирующим на различных устройствах (персональный компьютер, планшет, смартфон) и получающим доступ к сервисам системы по мониторингу характеристик ТРИ, управлению объектами ТРИ, организации перевозок и движения.

Сервер приложения взаимодействует с сервером ITSGIS, геосервером и обрабатывает запросы, приходящие из среды браузера.

Применение такого подхода к организации веб-ориентированной системы обеспечивает централизованное хранение, обработку и предоставление пространственно-координированных данных в сети Интернет для удаленных пользователей, решающих задачи справочно-информационного, справочно-аналитического

обслуживания, визуально-картографического представления цифровых геоданных [5]. Различные организации-поставщики геоданных взаимодействуют с одним хранилищем пространственно-координированных и атрибутивных данных. Сервер приложений отвечает за доставку пространственных данных и является связующим звеном между пользователями и сервером геоданных ITSGIS. Для работы с системой пользователю не требуется установка специального программного обеспечения на рабочую станцию, достаточно имеющегося стандартного браузера. Работа с геоданными осуществляется в окне браузера.

Одним из ключевых шагов в синтезе системы является процесс разделения функциональности на несколько уровней. Физическое распределение уровней системы осуществляется следующим образом. В системе уровень представления доставляется по сети Интернет клиенту, а все остальные уровни находятся остаются на сервере. Уровень бизнес-логики распределен между клиентом и сервером, поэтому для обеспечения функционирования распределенной веб-системы сервер обеспечивает доставку клиентской части

системы браузеру. Сервер приложения принимает запросы на получение или обработку пространственной информации, выполняет необходимые вычисления и геозапросы к серверу ITSGIS, геосерверу, подготавливает ответ и отправляет его клиенту. Взаимодействие между клиентом и сервером осуществляется по протоколу HTTP. Сервер приложений позволяет обрабатывать несколько подключений одновременно, а при отсутствии подключений переходит в режим ожидания.

3. Проектирование системы

Взаимодействие между компонентами системы осуществляется с помощью паттерна проектирования Model-View-Controller (MVC) [6]. Паттерн MVC предназначен для разделения бизнес-логики и пользовательского интерфейса, что позволяет модифицировать отдельные части системы, не затрагивая другие. В используемом варианте реализации паттерна MVC модель предоставляет данные и правила бизнес-логики предметной области. Объектами бизнес-логики в системе являются объекты Три урбанизированной территории (дорожные знаки и светофоры, опоры, остановки общественного транспорта, дорожная разметка, искусственные дорожные неровности), состоящие из точек, полигонов, линий с привязанной к ним семантической (атрибутной) информацией. Представление обеспечивает интерфейс пользователя и взаимодействие с ним, а контроллер обеспечивает взаимодействие между моделью и представлением. Пользовательский интерфейс отображает полученные от модели данные на электронной карте. Помимо этого, сервер приложения использует фронт-контроллер «Application» (или «Приложение»), который инкапсулирует контекст обработки запроса. Приложение собирает информацию о запросе и передает её для дальнейшей обработки соответствующему контроллеру. На рисунке 2 представлена схема, отражающая структуру сервера приложения системы.

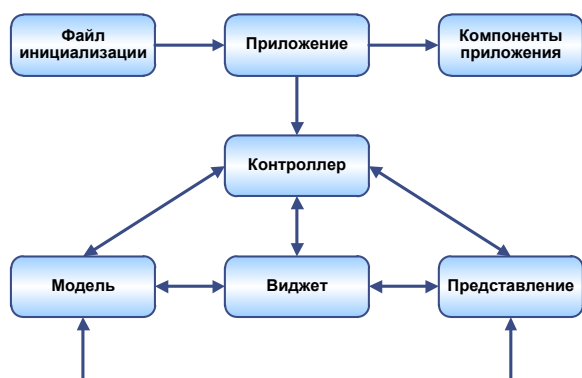


Рис. 2. Структурная схема сервера приложений

На рисунке 3 представлена схема, отражающая этапы взаимодействия пользователя с сервером приложения разработанной системы.

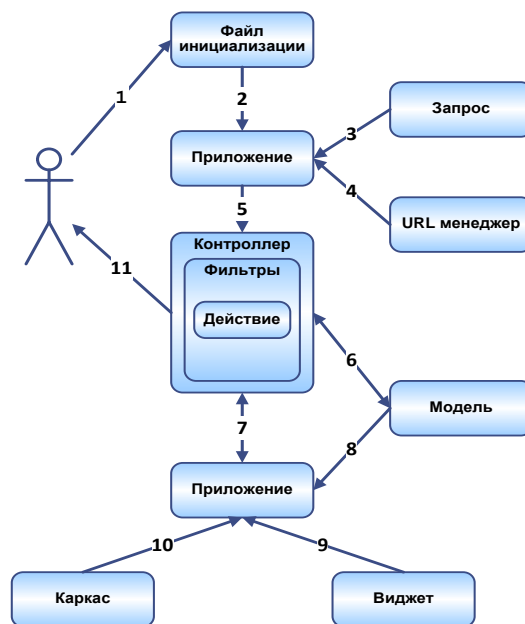


Рис. 3. Схема взаимодействия клиента с сервером приложений

Алгоритм взаимодействия:

1. Пользователь осуществляет запрос через URL, сервер приложения обрабатывает его, запуская скрипт инициализации index.php.
2. Скрипт инициализации создает экземпляр приложения и запускает его на выполнение.
3. Приложение получает подробную информацию о запросе пользователя от компонента приложения request.
4. Приложение определяет запрошенные контроллер и действие при помощи компонента URL-менеджер. Контроллером является site, относящийся к классу SiteController, а действием – map, суть которого определяется контроллером.
5. Приложение создаёт экземпляр запрашиваемого контроллера для дальнейшей обработки запроса пользователя. Контроллер определяет соответствие действия map методу actionMap в классе контроллера. Далее создаются и применяются фильтры, связанные с данным действием, и, если фильтры позволяют, действие выполняется.
6. Действие считывает из базы данных модель Map с указанным mapid.
7. Действие подключает представление map, передавая в него модель Map.
8. Представление получает и отображает атрибуты модели Map.
9. Представление подключает некоторые виджеты.

10. Сформированное представление вставляется в макет страницы.

11. Действие завершает формирование представления и выводит результат пользователю.

В данном паттерне модель не зависит от представления или управляющей логики, что делает возможным проектирование модели как независимого компонента.

4. Серверная часть

В состав разработанной системы входит сервер баз данных, реализующий слой хранения и манипулирования данными. В системе организовано разграничение прав доступа пользователей на основе георолей: право просмотра/модификации информации определяются как с учетом слоя электронной карты, так и полигональной области на карте. Разграничение прав доступа при работе с геопорталом ITSGIS, реализовано на базе системы георолей ITSGIS.

Сервер ITSGIS предоставляет системе следующие функции:

- хранение составных частей (тайлов) электронной карты;
- выборка информации о требуемых геообъектах транспортной инфраструктуры и передачи (с предварительной сериализацией) их клиенту.

Для уменьшения нагрузки на сервер тайлы основного слоя с картой заранее подготовлены и хранятся в физической памяти, они передаются в виде ссылки на файл изображения с расширением .png по протоколу HTTP.

Геосервер предназначен для управления источниками данных ГИС и организации доступа к таким данным с помощью web-сервисов. В системе геосервер выполняет следующие функции:

- обработка запроса на получение тайлов с объектами соответствующего слоя;
- предоставление дополнительных сервисов для системы (получение глобальных координат точки на электронной карте).

Слои карты, с размещенными на них объектами транспортной инфраструктуры, формируются геосервером на лету по требованию пользователя и передаются тайлами. Доступны следующие слои транспортной инфраструктуры:

- дорожные знаки и светофорные объекты;
- ограждения;
- интенсивность;
- остановки общественного транспорта;
- дорожная разметка;

- рекламные конструкции;
- столбы освещения.

Запрос и формирование сервером геоданных слоя объектов транспортной инфраструктуры происходит по следующему алгоритму:

1. Вычисление текущей области видимости карты на экране браузера.
2. Разбивка полученной области карты на тайлы.
3. Занесение полученных тайлов в очередь ожидания на получение.
4. Формирование строки запроса к серверу геоданных в соответствии с первым тайлом в очереди.
5. Отправка запроса к серверу геоданных на получение дислокации объекта транспортной инфраструктуры и формирование необходимого тайла.
6. Вычисление охвата тайла в единицах измерения карты.
7. Сбор информации сервером геоданных о дислокации требуемых объектов.
8. Создание тайла.
9. Отправка сформированного тайла обратно клиенту.
10. Размещение тайла на слое карты с помощью картографического вьювера.

Приведенный алгоритм выполняется для каждого тайла требуемого слоя. В результате на электронной карте поверх основного слоя создается слой, с размещенными на нем объектами транспортной инфраструктуры.

Поддержка принятия решений (ППР) осуществляется в системе на технологии СВР поиска описания прецедентов-паттернов решения аналогичных задач в базах данных [7]. Для этого формируется отдельная база данных «Паттерны ППР» (рисунок 1), состоящая из описаний прецедентов, отражающих характерные свойства задачи поиска решения. Принятие решения сводится к сопоставлению паттернов с описанием текущей ситуации поиска решения.

Разработаны паттерны, обеспечивающие дислокацию ТСОДД на участках дороги: примыканиях и пересечениях с второстепенными дорогами, поворотах дороги, пересечениях с железнодорожными переездами, съездах и выездах, остановках транспорта, мостах, путепроводах. Используются паттерны для снижения влияния нештатных ситуаций (например, ДТП) на улично-дорожной сети [8].

5. Клиентская часть

Интерфейс системы, реализованный в среде браузера, предоставляет средства просмотра картографических

данных, обеспечивает выполнение пространственных запросов и вывод атрибутивной информации (рисунок 4).



Рис. 4. Интерфейс клиентской части системы

Клиентская часть системы представляет интерфейс пользователя с электронной картой урбанизированной территории, и служит для формирования запросов к серверу приложения и получения с последующей обработкой ответа от него.

Сервер приложения возвращает клиенту информацию о запрашиваемом объекте городской инфраструктуры в формате JSON. Приложение на стороне клиента преобразует полученный ответ в объекты с атрибутами, содержащими информацию о дислокации объекта на электронной карте и характеризующими состояние объекта.

Логика работы клиентской части системы реализована на языке JavaScripts применение паттерна проектирования «Модуль» [6]. Паттерн «Модуль» осуществляет инкапсуляцию приватной информации, состояния или структуры за счет встроенного в JavaScript механизма замыкания. Реализация паттерна «Модуль» в системе позволяет оборачивать методы и переменные в программные конструкции особого вида, предотвращая попадание методов и переменных в глобальный контекст. Паттерн «Модуль» возвращает только общедоступную часть через механизм API, оставляя внутреннюю реализацию доступной только в пределах модуля.

Для решения задач отображения карты и геообъектов ТрИ используется библиотека OpenLayers.js, интегрированная в клиентское приложение и реализованная в виде компонента, управление которым осуществляется посредством API-интерфейса. Модуль клиентского приложения

системы включает в себя обработчики событий, перехватывающие действия пользователя, генератора запросов, подготавливающего данные к отправке на сервер, и набор callback-функций, которые выполняют обновление модели данных и представления при получении асинхронного ответа.

В клиентской части системы предусмотрен механизм взаимодействия между различными инструментами для работы с единой электронной картографической основой. В системе реализованы следующие инструменты: измерения расстояний и площадей, поиска по адресному плану объектов ТрИ, фильтрации объектов ТрИ по различным критериям, определения глобальных и местных координат, отправки сообщений об ошибках в геоданных, получения информации о выбранном на карте объекте. Для реализации механизма взаимодействия применен паттерн «Медиатор». Этот паттерн проектирования способствует ослаблению связей между компонентами системы, предотвращая прямое взаимодействие различных компонентов системы. Инструменты для работы с геоданными представлены в виде отдельных классов с четко определенной функциональностью. Инструменты рассматриваются как «издатели», публикующие события. Медиатор является и «издателем» и «подписчиком» одновременно. Взаимодействие инструментов происходит следующим образом:

- при активации, инструмент сообщает медиатору о своей активности;
- медиатор, получив сообщение, уведомляет другие инструменты об определенных

действиях, которые необходимо выполнить для активации инструмента;

- остальные инструменты выполняют необходимые действия и сообщают о результате медиатору.

6. Заключение

Таким образом, достигнуты следующие показатели:

- разработана концепция веб-ориентированной системы поддержки принятия решений на основе паттернов;
- решена задача синтеза веб-ориентированной автоматизированной системы информационной поддержки управления транспортной инфраструктурой;
- на систему получено свидетельство о регистрации программы для ЭВМ;
- разработанная система внедрена и используется в научно-производственном центре «Интеллектуальные транспортные системы», в Самарском государственном аэрокосмическом университете, административных учреждениях Самары, Саранска, Сургута (ХМАО-Югра), Владимира, Соль-Илецка, Трехгорного, Чапаевска и Октябряска.

Список используемых источников

1. Сарычев Д.С., Субботин С.А., Крысин С.П. Концепция построения информационной системы автомобильных дорог // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2006. – № 1. – С. 131-144.
2. Агафонов А.А., Мясников В.В. Оценка и прогнозирование параметров транспортных потоков с использованием композиции методов машинного обучения и моделей прогнозирования временных рядов // Компьютерная оптика. – 2014. – Т. 38, № 3. – С. 539-549.
3. Апатцев В.И., Лысиков М.Г., Ольшанский А.М. Идеология интеллектуального управления сложными транспортными системами // Наука и техника транспорта – 2014. – № 2. – С. 62-64.
4. Головнин О.К., Михеева Т.И., Сидоров А.В. Автоматизированная система интеллектуальной поддержки принятия решений в распределенных средах // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2014. – Т. 18, № 5 (66). – С. 131-138.
5. Кудинов А.В. Геоинформационные технологии в задачах управления пространственными сетями // Геоинформатика-2000: труды международной научно-практической конференции. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 2000. – С. 224-229.
6. Имамутдинов А.Н. Паттерновое проектирование веб-ориентированных геоинформационных систем // Сборник трудов IV Всероссийского конгресса молодых ученых. – СПб.: ИТМО, 2015. – URL: http://kmu.ifmo.ru/collections_article/867.
7. Михеева Т.И., Головнин О.К. Паттерны поддержки принятия решений по дислокации технических средств организации дорожного движения // Перспективные информационные технологии: труды международной научно-технической конференции. – Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2013. – С. 267-272.
8. Сучкова Л.И. Алгоритмическое обеспечение мониторинга нештатных состояний объекта контроля на основе многомерных паттернов // Известия Алтайского государственного университета. – 2013. – № 1-2 (77). – С. 118-122.