



Т.И. Михеева, А.И. Чугунов

## АНАЛИТИКА ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ С ВИЗУАЛИЗАЦИЕЙ ИХ НА ИНТЕРАКТИВНОЙ КАРТЕ ITSGIS

(Самарский государственный технический университет)

Ежегодное увеличение количества автотранспорта и усложнение транспортной инфраструктуры приводит к ухудшению показателей безопасности дорожного движения. Растущее количество дорожно-транспортных происшествий (ДТП) – одна из острейших социально-экономических проблем, стоящих перед большинством городов России.

Разработана интеллектуальная транспортная геоинформационная система «ITSGIS» с интерактивным плагином «Учет ДТП». Система позволяет выполнять учет и анализ ДТП на электронной карте в среде геоинформационной системы для оценки состояния аварийности, выявления причин и условий возникновения происшествий и принятия мер к их устранению. Участки дорог, на которых часто случаются ДТП, характеризуются высоким уровнем аварийности (более 2 ДТП в год) и называются *очагами аварийности*. Рассмотрим подробнее внутреннюю структуру плагина «Учет ДТП» [1]. Он предназначен для хранения информации о ДТП и местах концентрации ДТП (т.н. «очагах аварийности»). При описании ДТП используются основные характеристики: момент и время возникновения, и вспомогательные: вид, причина, степень тяжести, ущерб и пр. Очаг аварийности хранится в базе данных (БД) как совокупность ДТП и характеризуется моментами возникновения и исчезновения (для ликвидированных очагов).

Центральной утилитой в модуле «Учет ДТП» является утилита редактирования списка ДТП [2, 3]. Данные представляются в табличном виде. Область видимости информации можно ограничить населенным пунктом или районом, возможна фильтрация и сортировка по запросу пользователя: по месту происшествия, по дате, району, причине ДТП и пр.

По сути, анализ ДТП с точки зрения поиска очагов аварийности сводится к группировке ДТП по дате и месту происшествия. Необходимо переработать несколько тысяч записей о ДТП. При ручном поиске такая работа достаточно трудоемка. Автоматизированное выявление очагов аварийности значительно упрощает поиск, но при этом имеет свои трудности. Каждое ДТП фиксируется по территориальной принадлежности. ДТП, произошедшее на границе районов, записывается в «своем» районе. При анализе эти ДТП могут не образовать очаг аварийности, хотя в действительности таковыми являются, т.к. топологический анализ ДТП подразумевает отсутствие границ. Еще одной проблемой является «словесное» (неформализованное) описание места ДТП. Например, перекресток, образованный пересечением улицы «А» и улицы «В», семантически однозначен перекрестку улиц «В» и «А» с точки зрения



топологического анализа, но не является одной и той же точкой города «с точки зрения компьютера». По словесному описанию места происшествия бывает довольно трудно оценить близость двух ДТП, например, ДТП, произошедшие на разных сторонах дороги, могут оказаться «привязанными» к разным домам или даже оказаться в разных районах города. Эти и ряд других проблем решены в системе и не вызывают двоякости суждения [4, 5].

В плагине «Учет ДТП» реализованы следующие функции:

- авторизация и аутентификация пользователей;
- ведение базы данных по ДТП с помощью карточек (рис. 1);
- работа с геообъектами на электронной карте;
- визуализация процессов работы с ДТП;
- формирование сводных ведомостей с различными фильтрациями;
- экспорт ведомостей и отчетов в различные текстовые и табличные форматы.

Рис. 1. Карточка учета ДТП

При ручной обработке данных на карту города приходится наносить цветные метки – места ДТП, либо перебирать записи о ДТП и анализировать, какие из них образуют очаги аварийности, а какие – нет.

Топологический анализ ДТП проводится в ITSGIS в двух видах: семантический анализ данных, хранящихся в БД, и географический анализ данных, визуализированных на электронной карте. В геоинформационной системе (ГИС) данные о ДТП и об очагах аварийности можно формировать по слоям (каждый слой содержит информацию за определенный год). Очаг аварийности отображается в ГИС как совокупность ДТП [6, 7, 8].

Для поиска мест концентрации ДТП на карте используется несколько алгоритмов. Т.к. указанные пользователем координаты на карте (или координаты от GPS) считаются наиболее достоверной информацией о месте



возникновения ДТП, то предпочтение отдается группировке по координатам X:Y. Предварительно осуществляется триангуляция: разбиение плоскости карты на треугольники, в вершинах которых находятся ДТП. Затем для каждого ДТП анализируются соседние с ним ДТП на предмет возможной принадлежности к очагу аварийности (это необходимо для отсечения ДТП, произошедших на параллельных улицах – обычно, это просто совпадение).

Места ДТП на транспортных магистралях, на дорогах и улицах городов распределены неравномерно. Выявление мест концентрации ДТП необходимо для последующего анализа причин их возникновения и проведения мероприятий для предотвращения аварийных ситуаций в будущем [3]. Для плагина «Учет ДТП» разработан модуль «Очаги аварийности», дополняющий основную систему функциями поиска мест концентрации ДТП методами кластерного анализа, частным случаем которого является примененный метод обнаружение горячих точек в пространстве геообъектов – ДТП [4]. На рисунке 2 изображена электронная карта с привязанными ДТП и найденными очагами аварийности.



Рис. 2. ДТП и очаги аварийности на электронной карте

Однако, точные координаты ДТП известны не всегда, т.к. иногда место происшествия задается просто километром дороги (ДТП вне города) или ориентиром (номером светофорной опоры, например). В этом случае возникает проблема с поиском очагов на границе дорог: чаще всего ДТП происходят на перекрестках, где одна дорога примыкает к другой; но названия пересекающихся улиц или автотрасс различны. Так, например, не имея дополнительных данных невозможно определить, что 155-й километр трассы М-50 и 29-й километр трассы Самара-Курумоч – это одно и то же место: точка слияния двух дорог. В городе эта проблема решается путем использования



данных от ITSGIS: можно определить, не пересекаются ли указанные дороги, и не располагается ли ДТП в точке их пересечения. Для каждого типа ориентира существует оценка расстояния между ДТП, которая используется при группировке ДТП в очаги аварийности. Так, например, для ориентиров типа «№ дома» или «№ светофорной опоры» дополнительно можно указать расстояние до ДТП. При использовании одного ориентира расстояния до него недостаточно; необходимо еще знать направление. Однако, имея несколько ориентиров и расстояний до них, можно определить примерное место ДТП. Если не знать точные координаты самих ориентиров, то нельзя определить координаты X:Y ДТП, но можно оценить близость двух ДТП, привязанных к этим ориентирам [9, 10].

Поиск очагов осуществляется «с накоплением», т.е. при каждом поиске корректируется имеющаяся картина очагов аварийности. Т.к. на корректировку влияют лишь вновь добавленные или измененные ДТП, то можно вручную изменять привязку ДТП к очагам – при пересчете внесенные вручную изменения не теряются.

Инструмент (модуль) генерации отчетов предназначен для получения статистического анализа состояния аварийности и вывода результатов на печать или в документ Microsoft Word либо Excel. В ITSGIS предусмотрено получение сравнительных характеристик аварийности и тяжести ДТП в зависимости от времени суток, дня недели, времени года на основе указанной пользователем выборки. Кроме того, распечатку списка ДТП или очагов аварийности можно делать непосредственно из редактора списка ДТП.

Технически ITSGIS реализована как клиент-серверная система, серверная часть которой (находясь резидентной в памяти) отвечает за пересчет и занесение в базу данных значений вычисляемых показателей за указанный период. Это увеличивает скорость работы клиентских приложений, убирая необходимость в дополнительных запросах к серверу. Клиентское приложение работает уже с конечным набором данных, находящимся в базе.

Для облегчения переноса данных из одного отдела организации в другой предусмотрена возможность экспорта/импорта и резервного копирования базы данных. Инструменты экспорта и импорта представлены отдельными исполняемыми модулями. Выделение их из основного модуля обусловлено, прежде всего, тем, что существует несколько способов экспорта и импорта: ручной (данные экспортируются в файл, который переносится на дискете или передается по сети) и автоматический (клиент подключается к удаленному серверу и передает ему данные, которые импортируются в удаленную базу без участия пользователя с серверной стороны). Клиенту возвращается результат импорта. Т.к. объем экспортируемых данных может оказаться довольно внушительным, перед передачей данные сжимаются с помощью алгоритма BZIP2. Существует несколько политик экспорта данных, определяющих, какие записи подлежат экспорту. Возможные варианты: данные за указанный период (фильтрация по дате ДТП или по дате изменения БД), ни разу не экспортированные данные, повтор предыдущего экспорта. Аналогично,



существует несколько политик импорта, определяющих поведение модуля импорта при конфликте версий. Так, можно оставлять более новую запись или перезаписывать все записи принудительно.

Инструмент поиска очагов аварийности выполняется на одном компьютере вместе с сервером баз данных. Он не имеет пользовательского интерфейса и представляет собой WindowsNT-сервис. Поиск очагов аварийности происходит либо по запросу пользователя, либо с заданной периодичностью. ИТSGIS учета оперативных данных по обеспечению безопасности дорожного движения реализована с использованием С#. В настоящий момент ИТSGIS используется в населенных пунктах России.

### Литература

1. Волошин Г.Я., Мартынов В.П., Романов А.Г. Анализ дорожно-транспортных происшествий. – М. : Транспорт, 1987. – 240 с.
2. Автоматизация проектирования вычислительных систем. Языки, моделирование и базы данных // Под ред. М. Брейера: Пер. с англ. - М.: Мир, 1979. - 463 с.
3. Рокицкий Р.Б. Объектно-ориентированные базы данных с использованием реляционных СУБД // Кибернетика и системный анализ. 2000. № 6. С. 27 – 38.
4. Кудинов, А.В. Геоинформационные технологии в задачах управления пространственными сетями / А.В. Кудинов // Геоинформатика-2000 : труды междуна. научн.-практ. конф. – Томск : Изд-во Томского ун-та, 2000. – С. 224 – 229.
5. Михеева Т.И. Система медийного автоматизированного мониторинга автомобильных дорог / Т.И. Михеева, О.К. Головнин // Актуальные проблемы автотранспортного комплекса: межвуз. сб. науч. статей. – Самара, Самар. гос. техн. ун-т, 2013. – С. 193-198.
6. Михеева Т.И. Геоинформационная система наблюдения за улично-дорожной сетью города /Труды 5 международной междисциплинарной научно-практической конф. «Современные проблемы в науке и образовании». - Алушта-Харьков: Харьковский нац. ун-т им. В.Н. Каразина, - 2004. - С. 202.
7. Михеева Т.И., Головнин О.К. Геоинформационная платформа для корпоративных информационных систем учета объектов городской инфраструктуры // Геоинформационные технологии в проектировании и создании корпоративных информационных систем : межвузовский науч. сборник. – Уфа : Изд-во УГАТУ, 2013. – С. 19–26.
8. Сидоров А.В. Построение геоинформационной модели объектов транспортной инфраструктуры / Сидоров А.В., Головнин О.К. // Труды II Международной конференции «Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений». – Уфа : Изд-во УГАТУ, 2014. – С. 165–169.
9. Михеева Т.И. Модель пространственных данных оценки состояния объектов транспортной инфраструктуры в интеллектуальной ГИС «ИТSGIS» /



Т.И. Михеева, А.А. Федосеев, О.А. Япрынцева, О.К. Головнин // Геоинформационные технологии в проектировании и создании корпоративных информационных систем. – Уфа: Уфимский гос. авиационный технический ун-т, 2013. – С. 68-72.

10. Михеева Т.И., Головнин О.К. Привязка объекта к слою электронной карты с целью выявления мест концентрации дорожно-транспортных происшествий // IT & Транспорт : сб. науч. статей. – Самара : Интелтранс, 2014. – Т. 1. – С. 113–122.

С.А. Никищенков, В.В. Асабин, М.А. Семенкина

## КОНТРОЛЬ И ДИАГНОСТИКА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛЕЙ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Расширение процессного подхода для повышения эффективности основных видов деятельности в ОАО «РЖД» определяет необходимость разработки и внедрения методов контроля и диагностики процессов [1].

Параллелизм транспортных технологических процессов является естественным, поскольку фактически существует множественный характер грузов, перевозок, транспортных средств, объектов инфраструктуры. На железнодорожном транспорте широко используются различные специализированные описания параллельных (одновременных) процессов, в т.ч. графики исполненного движения поездов, графики работы станций, сетевые графики ремонтных работ и другие.

Контроль и диагностика многооперационных технологических процессов в общем случае включают в себя следующие проверки: «процесс соответствует технологии по набору операций?», «ресурсы и их характеристики соответствуют заданным требованиям в начале и в конце операций и всего процесса?», «операции выполнялись вовремя и в нужном порядке?» и другие.

Актуальной является проблема создания и использования адекватных, формализованных и операбельных описаний железнодорожных многооперационных процессов и их диагностических моделей [2].

Граф-схемные описания процесса дают существенный эффект при исследовании его структуры (операции, связи, порядок), характеристик (исходные данные, их преобразование и результат; время выполнения и производительность) и особенностей (изменчивость, реконфигурации, конвейерность).

Традиционно модели параллельных вычислений позволяют исследовать внутренний параллелизм технологии и возможные конфигурации технологического процесса; сократить время выполнения и повысить производительность обработки ресурсов; исследовать возможность