

У статті розглядаються питання підвищення ефективності організації руху транспортних засобів (ТЗ) на перехресті з застосуванням геоінформаційних технологій

Ключові слова: організація руху, просторово-точна імітаційна модель

В статье рассматриваются вопросы повышения эффективности организации движения транспортных средств (ТС) на перекрестке с применением геоинформационных технологий

Ключевые слова: организация движения, пространственно-точная имитационная модель

The article deals with organizational effectiveness for vehicles at the junction with the use of geographic information technologies

Keywords: traffic management, space-accurate simulation model

Введение

Возрастающие автотранспортные потоки больших городов диктуют необходимость реконструкции существующих и создания новых транспортных узлов. Исследование транспортных систем с помощью имитационных моделей получает все более широкое распространение благодаря гибкости и наглядности получаемых результатов.

Значительный рост автомобильного парка, объема перевозок ведет к увеличению интенсивности движения, что в условиях городов с исторически сложившейся застройкой приводит к возникновению транспортной проблемы. Особенно остро она проявляется в узловых пунктах улично-дорожной сети. Здесь увеличиваются транспортные задержки, образуются очереди и заторы, что вызывает снижение скорости сообщения, неоправданный перерасход топлива и повышенное изнашивание узлов и агрегатов транспортных средств. При этом на перекрестках, занимающих незначительную часть территории города, концентрируется более 30% всех ДТП.

Термин «перекресток» означает любое пересечение на одном уровне, соединение или разветвление дорог, включая территорию, образуемую такими пересечениями, соединениями или разветвлениями.

Перекресток является причиной и фактором, который способствует возникновению ДТП, а проведенные натурные наблюдения за режимами движения транспортных средств (ТС) свидетельствуют о необходимости разработки и реализации новых методов моделирования дорожного движения на улично-дорожной сети (УДС) и оценки его безопасности.

УДК 528

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ПЕРЕКРЕСТКЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

И. М. Патракеев

Кандидат технических наук, доцент*
Контактный тел.: (057) 707-31-04

М. А. Зиновьев*

*Кафедра геоинформационных систем и геодезии
Харьковская национальная академия городского хозяйства
ул. Революции, 12, г. Харьков, Украина, 61002

ПТИМ организации движения ТС, реализованная в программной среде

ArcGIS 9, позволяет определить интенсивность конфликтования транспортных средств (ТС) при маневрах, слиянии и пересечении транспортных потоков на перекрестке при различной интенсивности движения. Все ТС находятся в геоинформационном пространстве, которое моделируется векторными слоями, созданными в среде ArcGIS 9.

Структура пространственно-точной имитационной модели

Пространственно-точная имитационная модель организации движения ТС разрабатывалась в соответствии с двумя основными принципами. Первый принцип состоит в том, что ПТИМ организации движения ТС представляет пространственную модель, которая построена на основе геоинформационной системы. Такая модель содержит тематические слои наиболее важные для процесса движения ТС до и через перекресток.

В качестве таких слоев были использованы элементы улично-дорожной сети города – сегменты улиц, парковочные места на главных улицах, точки общественного тяготения на главных улицах.

Второй принцип состоит в том, что ПТИМ организации движения ТС разрабатывалась как агентно-ориентированная модель, которая позволяет моделировать передвижение каждого ТС.

Основным элементом модели является описание поведения объекта, то есть ТС. ПТИМ организации движения ТС содержит правила, которые определяют

для каждого объекта модели порядок движения к и то перекрестка, условия поиска парковочного места, покидание парковочного места и дальнейшее движение. Кроме того, правила определяют поведение ТС в случае возникновения транспортных пробок.

Алгоритм поведения агента, который учитывает возможные изменения передвижения, обобщенно изображен в виде диаграммы состояний на рис. 1.

ПТИМ организации движения ТС функционирует на основе построенных векторных слоев, содержащих необходимую информацию о городской территории, полученных в среде ArcGIS. Пространственно-точная модель реализована в виде внешнего приложения к ArcGIS и разработана в среде Visual Basic. Интерфейс пользователя ПТИМ организации движения ТС содержит набор инструментов для выбора как области моделирования, установления сценариев моделирования, так и хранения полученных результатов.

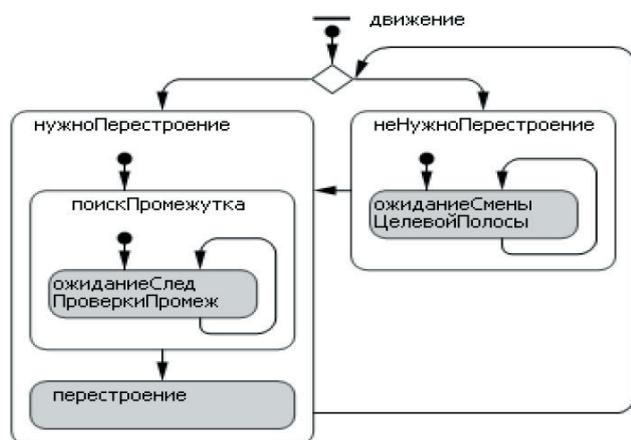


Рис. 1. Диаграмма состояний при движении агента по участку дороги

Пространственная база данных

Пространственная база данных ПТИМ организации движения ТС состоит из пространственных слоев высокого разрешения (для создания слоев использовался масштаб 1:2000) и таблицы для хранения атрибутивной информации. Такими пространственными слоями являются:

- элементы УДС в районе перекрестка;
- точки установки светофоров;
- оси улиц;
- размещение ТС на парковочных местах;
- размещение ТС на проезжей части улиц;
- размещение ТС на перекрестках.

На основании исходных слоев строятся два дополнительных слоя. Слой “линий” для моделирования улиц с двухсторонним движением, которые располо-

жены по обеим сторонам от центральной линии улиц и слой линий, которые моделируют одностороннее движение.

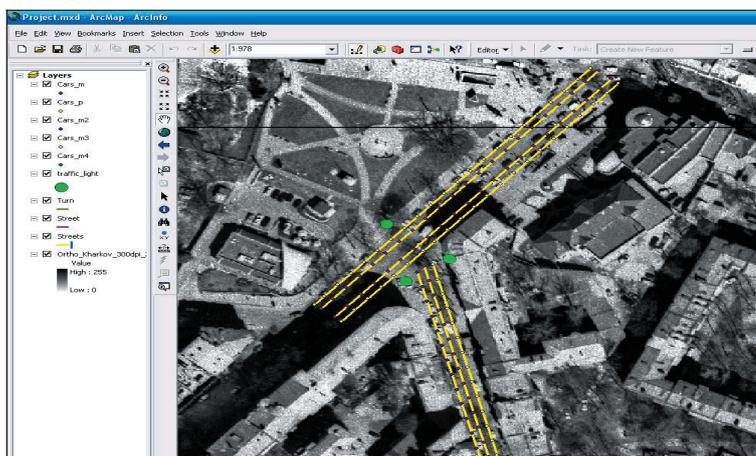


Рис. 2. Основные векторные слои пространственной базы данных

Парковочные места, расположенные на улицах, моделируются в виде точек, которые построены по обеим сторонам от центральной линии сегмента улицы. Средняя дистанция между парковочными местами выбрана 5 метрам. Слой парковочных машиномест включает в себя все физически существующие парковочные места, в том числе и те, где парковка не разрешена, но технически возможна. Пример векторных слоев пространственной базы данных представлен на рис. 2.

Моделирование движения ТС в дискретном пространстве и времени

Модель реализуется в дискретном пространстве и времени: за каждую итерацию ТС меняет свое положение с учетом скорости движения (рис. 3).

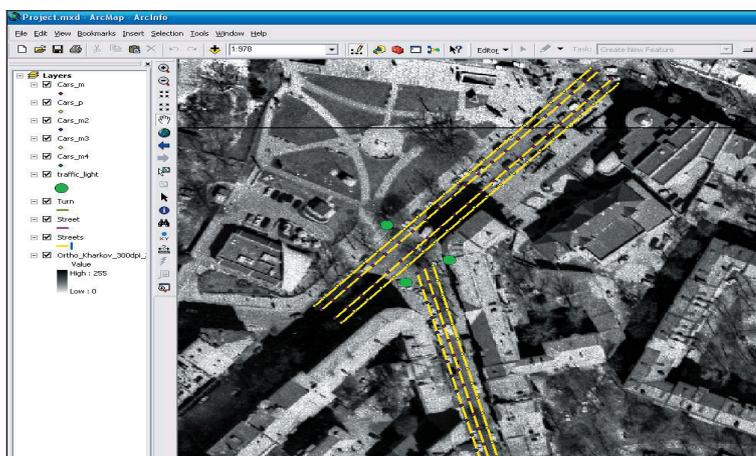


Рис. 3. Моделирование движения ТС в окне ArcGIS

Временная частота моделирования зависит от средней длины ТС, которое определено как 5 метров. В соответствии с чем, интервал времени выбран $\Delta t=1$ сек, при условии, что ТС движется со

скоростью $V = 18$ км/ч, чтобы транспортное средство могло за один шаг итерации продвинуться на 5 м. В имитационной модели скорость движения V_s (км/ч) пересчитывается в скорость V_m , которая измеряется в длинах машиномест для каждого интервала модельного времени. Модельная скорость транспортного средства V_m в модели представляется как:

$$V_m = V_{m,int} + V_{m,dec}$$

где $V_{m,int}$ – целая часть V_m ;
 $V_{m,dec}$ – десятичная часть V_m .

В качестве примера, если скорость 20 км/ч, длина парковочного места 5 метров, при условии, что время итерации 1 сек, то скорость транспортного средства в модели $V_m = 1.11$ длины машиноместа за один шаг модельного времени, то есть $D = V_{m,int} = 1$, а $V_{m,dec} = 0.11$.

Чтобы моделировать движение на “нецелой”, десятичной составляющей скорости V_m , в модели генерируется случайное число η , которое равномерно распределено на интервале $[0,1]$. В таком случае автомобиль продвигается на расстояние $D = V_{m,int} + \eta$, длин мест парковки в направлении к месту назначения при выполнении условия $V_{m,dec} > \eta$ или $D = V_{m,int}$, если $V_{m,dec} < \eta$, что можно записать в виде:

$$D = V_{m,int} + \eta, \text{ если } V_{m,dec} > \eta$$

или

$$D = V_{m,int} \text{ если } V_{m,dec} < \eta$$

Рассмотренная математическая модель применяется к каждому ТС, движение которого моделируется. Необходимо отметить, что перед началом преодоления интервала D , проверяется свободен очередной интервал или нет, в последнем случае движение прекращается. Порядок движения ТС устанавливается заново, случайно, в каждом цикле работы алгоритма. Обобщенный алгоритм моделирования движения ТС показан на рис. 4.

Задание параметров моделирования движения ТС на перекрестке

Работа ПТИМ организации движения ТС исследована на примере центрального района города Харькова, улицы Пушкинской, как наиболее загруженной в дневное время. Интерфейс пользователя для задания параметров движения ТС на перекрестке показан на рис. 4.

Критерием качества разработанной модели движения ТС на перекрестке является ее быстродействие при экспериментировании с моделями реальных систем. Показателем быстродействия имитационной модели является максимальное количество единиц модельного времени, моделируемого за одну единицу

реального времени. Эту характеристика называется максимальной скоростью моделирования при заданной конфигурации модели. Разработанная модель агента используется в среде моделирования, в которой единицей модельного времени является секунда. Испытания для определения быстродействия про-

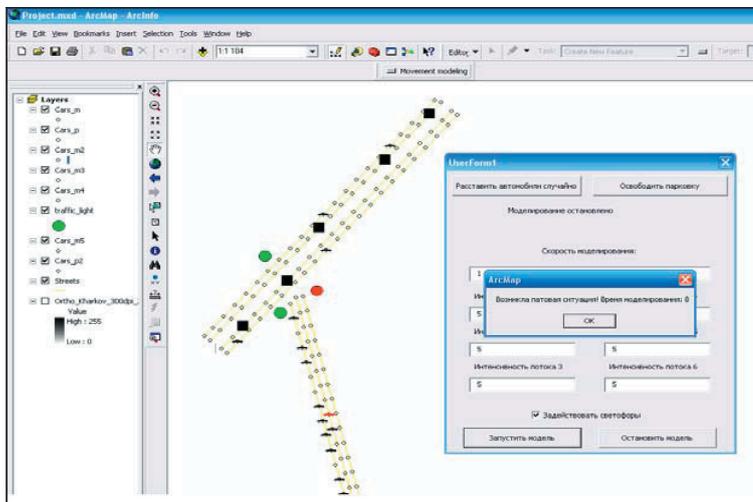


Рис. 4. Моделирование движения ТС в окне ArcGIS

водились на персональном компьютере с тактовой частотой двухъядерного процессора – 2.16 GHz, объемом оперативной памяти – 3 Гб под управлением операционной системы Microsoft Windows Vista.

На рис. 5 показана зависимость максимальной скорости моделирования от количества агентов при моделировании перекрестка, который состоит из 18 сегментов проезжей части, 3 светофорных элемента и 250 машиномест. Среда моделирования способна обеспечивать режим реального времени моделирования при 715 агентах.



Рис. 5. Данные испытаний быстродействия разработанной модели

Целесообразность исследования движения ТС с использованием ПТИМ обуславливается возможностью повышения пропускной способности перекрестка за счет организации одностороннего движения на участке ул. Бажанова – ул. Пушкинская, без установки светофорного регулирования.

Выводы

Таким образом, представляется целесообразной дальнейшее совершенствование ПТИМ организации движения ТС, которая может быть положена в основу системы поддержки принятия решений, основанной на низкоуровневом имитационном гео моделировании. Создание такой системы позволит предлагать варианты организации и реорганизации схем дорожного дви-

жения, обосновывать целесообразность принимаемых решений и, в результате, снижать затраты при проектировании объектов транспортной инфраструктуры. В частности, использование ПТИМ позволит выполнить оценки эффективности вариантов организации или реорганизации дорожного движения, использования светофорного регулирования на перекрестках или достаточно просто соблюдения ПДД, что актуально для улиц крупных городов.

Литература

1. Малыханов, А.А. Среда низкоуровневого имитационного моделирования транспортных систем [Текст] / Черненко В.Е // Автоматизация в промышленности № 1- 2010 – М.,2010 – С. 34 – 37.
2. Томашевский В.Н., Парамонов А.М. Формализация алгоритма моделирования движения автомобильного дорожного транспорта // Вісник Національного технічного університету України «КПІ». Серія: Інформатика, управління та обчислювальна техніка. – 2008. – № 48. – С. 156–162.
3. Benenson I., Omer I., Hatna E. Entity-based modeling of urban residential dynamics: the case of Yaffo, Tel-Aviv. Environment and Planning B: Planning and Design. - 2002. - V. 29. - P. 491-512.
4. Bandman O. Computation properties of spatial dynamics simulation by probabilistic cellular automata // Future Generation Computer Systems. – 2005. - V.21. - P. 633-664.

Приведені основні поняття і підходи кластерного аналізу. Проведений кластерний аналіз експериментальних досліджень впливу транспортного затору на функціональний стан водія

Ключові слова: функціональний стан, кластерний аналіз, тип нервової системи водія

Приведены основные понятия и подходы кластерного анализа. Проведен кластерный анализ экспериментальных исследований влияния транспортного затора на функциональное состояние водителя

Ключевые слова: функциональное состояние, кластерный анализ, тип нервной системы водителя

Basic concepts over and approaches of cluster analysis are brought. The cluster analysis of experimental researches of influence of a transport congestion is conducted on the functional state of driver

Keywords: the functional state, cluster analysis, type of the nervous system of driver

УДК 656.13

КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ЗАТОРА НА СОСТОЯНИЕ ВОДИТЕЛЕЙ

Н.У. Гюлев
Кандидат технических наук, доцент
Кафедра транспортных систем и логистики
Харьковская национальная академия городского хозяйства
ул. Революции, 12, г. Харьков, Украина, 61002
Контактный тел.: (057) 716-93-70
E-mail: ngulev@mail.ru

1. Введение

Задачей кластерного анализа является разбиение совокупности объектов на однородные группы, классы.

Кластеризация является процедурой, которая дает возможность изучить структуру данных или

полученной выборки. Кластер переводится как «скопление», «сгущение», «гроздь».

Решением задачи кластерного анализа является разделение, соответствующее некоторому критерию оптимальности. В качестве критерия или целевой функции может быть взята внутригрупповая сумма квадратов отклонений [1].