

**МЕТОД ИДЕНТИФИКАЦИИ ПАРАМЕТРОВ АГЕНТНЫХ МОДЕЛЕЙ
АВТОТРАНСПОРТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИИ
GPS-НАВИГАТОРОВ****А. А. Малыханов, В. Е. Черненко (Ульяновск)****Задача идентификации параметров агентов**

Идентификация параметров низкоуровневых имитационных моделей транспортных систем – сложная задача, которая в настоящее время решается, как правило, на основе данных, полученных в ходе точечных наблюдений транспортного потока [1]. Такие наблюдения могут проводиться с помощью специализированного переносного оборудования. Также для этих целей могут использоваться стационарные системы слежения за трафиком (например, «Поток»). На основе данных, полученных в ходе наблюдений, определяются распределения основных параметров агентов [2]. В дальнейшем по этим распределениям генерируются множества агентов с соответствующими значениями параметров. Обычно идентифицируют такие параметры агентов – участников движения, как предпочтительная скорость, ускорение, замедление при обычном и экстренном торможении.

При разработке низкоуровневой агентной имитационной модели для исследования вариантов организации «зеленой волны» на Димитровградском шоссе в Ульяновске возникла необходимость идентификации параметров агентной модели. Однако данные для идентификации отсутствуют, и не представляется возможным их собрать ввиду отсутствия специализированного оборудования. Поэтому типовые подходы к настройке имитационных моделей использовать невозможно.

Предлагаемый подход – использование GPS-треков

В сложившейся ситуации предлагается новый подход – использование данных GPS-навигаторов для получения информации о транспортном потоке. Этот подход достаточно прост в реализации, так как современные пользовательские GPS-навигаторы позволяют сохранять историю измерений (GPS-треки). С организационной точки зрения для сбора данных необходимо лишь согласие владельцев навигаторов сохранить и передать файл GPS-трека, записанного при проезде через исследуемый участок.

Предлагаемый подход позволяет с помощью построения графика скорости машин на участке – профиля скорости – получить необходимую информацию для идентификации трех основных параметров агентов:

- предпочтительной скорости V^P ;
- зависимости положительного ускорения от скорости $a^+(v)$;
- зависимости отрицательного ускорения от скорости $a^-(v)$.

Кроме того, предлагаемый подход обладает двумя существенными преимуществами.

Во-первых, благодаря тому, что единицей получения информации является участник движения, исключена возможность добавления в модель агентов, комбинации параметров которых не соответствуют никаким реальным участникам движения. Появление таких агентов возможно при использовании типового подхода, так как при нем параметры агента рассматриваются как независимые случайные величины.

Во-вторых, благодаря гораздо более высокой степени детальности и более «агентному» способу получения данных, существует возможность построения профиля скорости на исследуемом участке. Это, в свою очередь, позволяет более детально учитывать особенности движения на участке. Например, выбор скорости при движении через неровности, торможения перед изгибом дороги и т.п.

Общая схема применения предлагаемого подхода изображена на рис. 1.

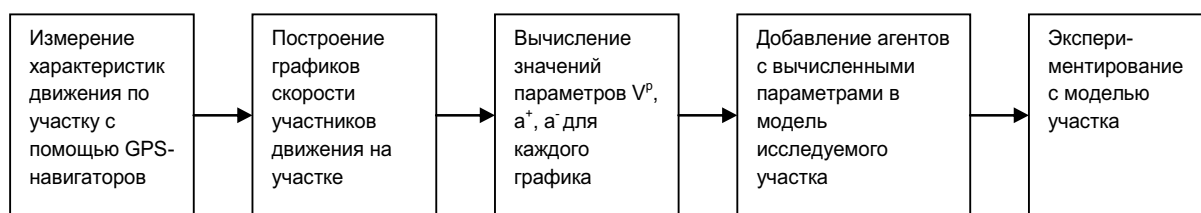


Рис. 1. Общая схема применения предлагаемого подхода

Искусство моделирования во многом заключается в поиске оптимального уровня детализации модели [3]. Так, может создаться впечатление, что детальность информации в GPS-треках чрезмерна для моделирования и потому необоснована. Однако описанный ниже пример убеждает в обратном. Он демонстрирует ситуацию, в которой данные, получаемые с помощью предлагаемого подхода, являются существенными с точки зрения исследования. Например, в процессе исследования возможности внедрения зеленой волны рассматривался фрагмент транспортной системы, изображенный на рис. 2, Б.

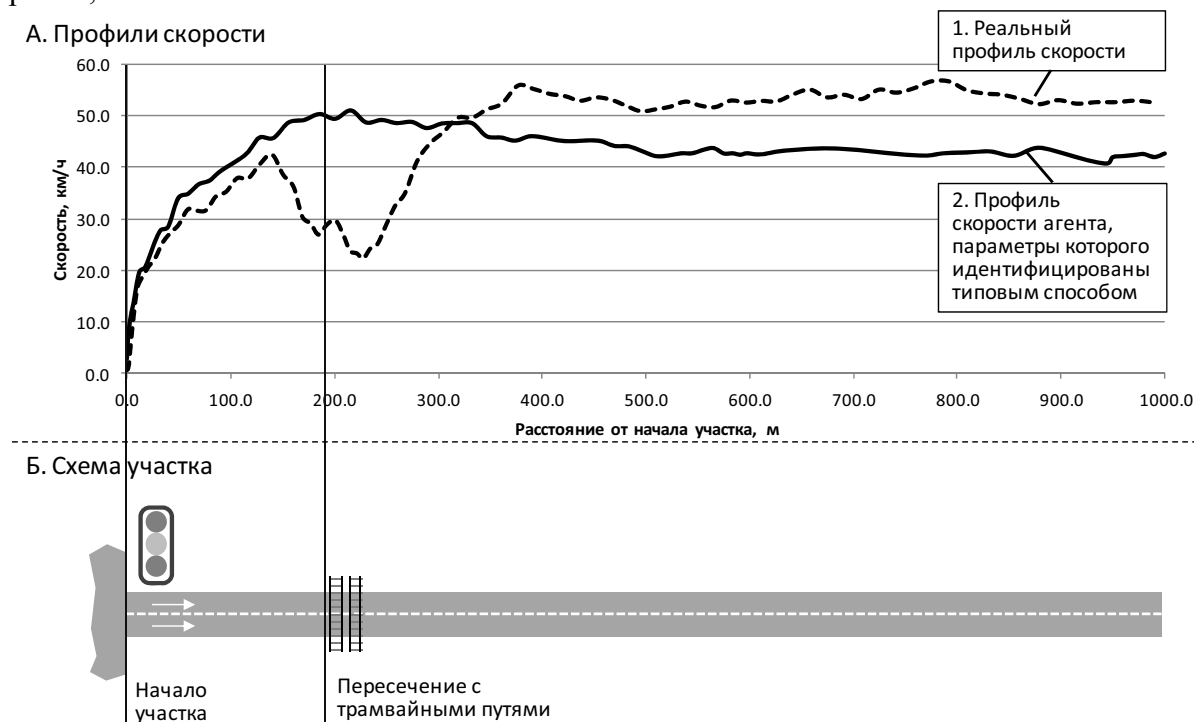


Рис. 2. Схема участка транспортной системы и профили скорости

Измерения потока показали, что средняя скорость на участке равна 48,4 км/ч. Это значит, что агент, параметры которого были идентифицированы типовым способом, после включения разрешающего сигнала набирает предпочтительную скорость, ускоряясь согласно собственным разгонным параметрам (профиль скорости 2, рис. 2, А). В действительности же из-за пересечения улицы с трамвайными путями профиль скорости автомобиля будет соответствовать графику профиля скорости 1 на рис. 2, А. Заметим, что средняя скорость на участке и в первом, и во втором случае одинакова, а ведь именно средняя скорость является критерием адекватности при типовом подходе к идентификации. Использование GPS-треков в данном случае позволяет более точно оценить предпочтительную скорость агентов на исследуемом участке. Параметр «предпочтительная скорость» влияет на моделирование разгона после включения зеленого

сигнала, что, в свою очередь, определяет количество машин, покинувших перекресток за одну разрешающую фазу светофорного регулирования. Таким образом, без учета профиля скорости моделирование пропускной способности перекрестка будет неадекватным. Использование профиля скорости позволяет уточнить модель, добавив в нее зону с ограничением предпочтительной скорости.

Для обработки большого объема данных, содержащихся в GPS-треках, была создана программа, позволяющая:

- выбирать на карте местности участок для замера характеристик движения;
- загружать файлы GPS-треков в формате gpx;
- рассчитывать профили скорости на основе информации, содержащейся в GPS-треках;
- экспортировать данные о профилях скорости в формат MS Excel;
- экспортировать файл конфигурации с параметрами агентов в формат MS Excel.

Библиотека «Трафик-эксперт» [4], с помощью которой осуществляется низкоуровневое имитационное моделирование транспортной системы, загружает файл конфигурации агентов и генерирует множество агентов в соответствии с данными в файле.

Процесс настройки низкоуровневой модели транспортной системы в соответствии с предлагаемым подходом схематично показан на рис. 3.

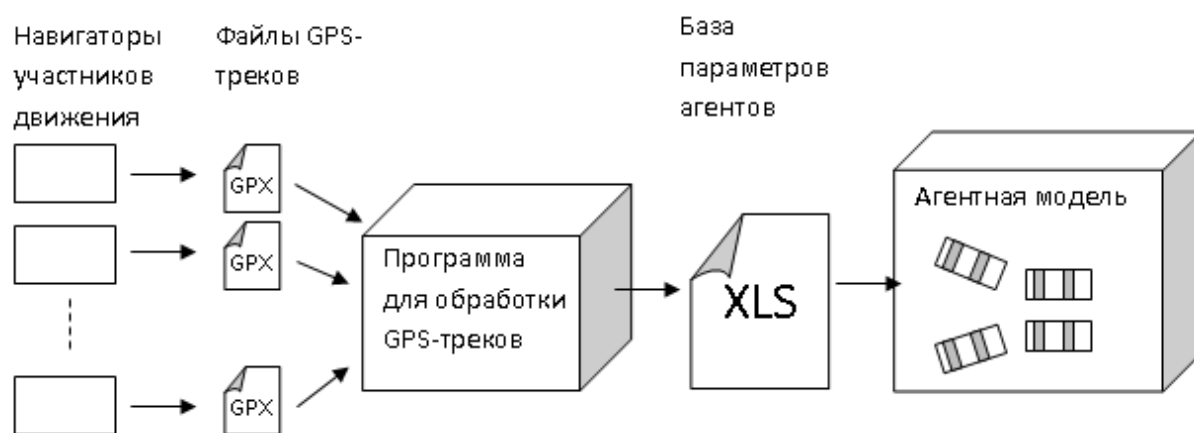


Рис. 3. Схема настройки агентной модели на основе данных GPS-навигаторов

Выводы и перспективы развития исследования

Таким образом, в результате работы было преодолено ограничение, связанное с недостатком информации о транспортном потоке на исследуемом участке дороги и отсутствием сложного измерительного оборудования. Использование данных GPS-навигаторов позволило уточнить модель, определив предпочтительную скорость на пересечении с трамвайными путями, что повысило адекватность моделирования пропускной способности участка.

Предлагаемый подход и разработанный программный продукт можно использовать не только для идентификации параметров множества агентов – доработка программного продукта может в дальнейшем обеспечить решение следующих задач:

- Автоматизация процесса идентификации параметров моделей транспортных систем путем подбора параметров на основе критерия адекватности, основанного на совпадении профилей скорости агентов и реальных участников движения.
- Более точный подбор параметров алгоритма следования [5] на основе данных эксперимента, при котором несколько участников движения двигаются друг за другом на протяжении некоторого времени с остановками и изменением скорости.

Литература

1. **Chu Lianyu.** A Calibration Procedure for Microscopic Traffic Simulation. // Annual Meeting Proceedings, 2004.
2. **Akcelik R., Besley M.** Microsimulation and analytical methods for modelling urban traffic. // Conference on Advance Modeling Techniques and Quality of Service in Highway Capacity Analysis Truckee – California – USA, 2001.
3. **Macal C., North M.** Proc. Tutorial on Agent-based Modeling and Simulation. // Winter Simulation Conference. 2005. P. 2–15.
4. **Малыханов А. А., Кумунжиев К. В., Черненко В. Е.** Среда имитационного моделирования транспортных систем // IV Всероссийская научно-практическая конференция по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности (ИММОД-2009). СПб.: ЦНИИТС. 2009. С. 284–287.
5. **Jimenez T., Siegel G., Mussi P.** A road traffic simulator: car-following and lane-changing // Massachusetts Institute of Technology, 2001.