

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МУЛЬТИАГЕНТНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫМ ДВИЖЕНИЕМ

А.А. Завадский, В.Н. Шуть  
Кафедра информационно-интеллектуальных технологий,  
Брестский государственный технический университет  
Брест, Республика Беларусь  
E-mail: lucking@mail.ru, alexandr.zavadsky@gmail.com

*Целью настоящей работы является описание концепции автономного дорожно-транспортного движения на основе многоагентной системы для увеличения эффективности пропускной способности городской системы за счет интеллектуальности и разработка методов управления перекрестком.*

## ВВЕДЕНИЕ

В 21 веке ни один человек не может представить свою жизнь без автомобилей. Они оказывают влияние, как на природу, так и на человека. Но, как и всё в нашем мире, система дорожного движения не совершенна. Автомобильные заторы являются одной из ведущих причин снижения продуктивности и скорости жизни в городских реалиях. Особенно остро эта проблема проявляется в узловых пунктах улично-дорожной сети - перекрестках. Здесь возникают пробки - длинные очереди автомобилей, которые замедляют движение транспорта и, конечно же увеличивает время передвижения. Причиной этих самых пробок является увеличение количества автомобилей на дорогах и неспособность управления автомобильным потоком нынешними средствами: светофорами, которые работают по строгому алгоритму. Светофоры, как средство управления транспортным движением на перекрестках, используются на протяжении нескольких десятков лет без принципиальных изменений. Развитие транспортной инфраструктуры крупных городов требует создания интегрированных систем управления нового поколения, позволяющих определять оптимальные режимы движения общественного транспорта с учетом изменчивости дорожной обстановки, получаемой в ходе оперативного прогноза с использованием современных математических моделей с детализацией до уровня отдельных транспортных средств. Последние достижения в области искусственного интеллекта позволяют предположить, что в скором времени автомобили будут оснащены приборами автономного управления. Уже сейчас в автомобилях присутствуют средства автономии, такие как круиз-контроль, GPS-база планирования маршрута или автономное рулевое управление. В скором времени неизбежно оснащение всех автомобилей приборами автономного управления, открывая тем самым возможность взаимодействия автомобилей между собой или с другими агентами, что приведёт к созданию мультиагентной се-ти.

## I. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Перекрёсток является самым слабым звеном в сети дорожного движения. Именно на них наблюдается высокое скопление автомобилей. Очереди на перекрёстке также отрицательно сказываются на всём потоке автомобилей. Из-за большого потока приходится часто разгоняться и тормозить, что приводит к потере времени и дополнительному расходу топлива. Кроме того, по статистике 25% – 45% всех аварий приходится именно на перекрёстки. В нашей работе мы исследуем понятие мультиагентных или много-агентных систем (МАС). Также рассмотрим взаимосвязь МАС и транспортной системы. Мы постараемся разработать систему передвижения автомобилей на перекрёсте более эффективную, чем та, которая существует сейчас. Основной уклон будет производиться на МАС, принципом которой является взаимодействие нескольких субъектов (агентов). Исследования в данном направлении с использованием МАС проводятся относительно недавно. Главной фигурой является Техасский университет со своей системой резервирования. Опишем коротко принцип работы данной системы: - агент-автомобиль, подъезжающий к перекрёстку, отправляет свои данные (макс. скорость, мин. скорость, габариты и т.д.) агенту-перекрёстку; - агент-перекрёсток делит перекрёсток на  $M \times N$  равных плиток, после чего просчитывает весь путь автомобиля по этим плиткам. - если ни какая из плиток не занята в определённый момент времени другим автомобилем, то наш автомобиль может двигаться по перекрёстку, иначе ждёт, пока все плитки не будут свободны. - если 2 агента-водителя производят запрос на одну и ту же клетку в одно время, то приоритет отдаётся тому, который сделал запрос раньше. Данная система имеет ряд недостатков: во-первых безопасность, при такой системе малейший сбой может привести к затору или даже авариям, так как, если автомобиль выйдет из строя, агент-перекрёсток может послать другой автомобиль на клетку, которая уже будет занята. Во-вторых, если скорость автомобиля мала, он бу-

дет долго преодолевать перекрёсток и занимать ценное пространство, из-за этого на перекрёстке начёт скапливаться поток автомобилей, что может привести к заторам или, как отмечают сами разработчики этой системы, к полной парализации движения. Ещё одним недочёт является отсутствие грамотного перестроения потока автомобилей для более скоростного преодоления перекрёстка, т.е. может преодолеть перекрёсток за время  $t$ , но, из-за занятости определённой клетки, он преодолевает его за время  $T$  ( $T > t$ ). При этом если бы автомобиль стоял в другой полосе, он бы мог преодолеть перекрёсток за время  $T_0$  ( $t < T_0 < T$ ). С учётом перечисленных недостатков и имеющихся достоинств рассмотренной системы мы постараемся разработать более эффективную.

## II. ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОГО ДВИЖЕНИЯ

Большинство существующих транспортных технологий находятся на стадии изучения, другие – на стадии их внедрения. Приведенные ниже технологии являются предпосылками для создания условий реализации интеллектуальной транспортной системы. Технологии дорожно-транспортного движения описаны в четырех подразделах в порядке их внедрения в производство и общественное использование:

1. Мобильный помощник водителя (МПВ).
2. Беспилотные автотранспортные средства (БАТС).
3. Автономный дорожный поезд (АДП).
4. Интеллектуальные транспортные системы (ИТС).

## III. ОПИСАНИЕ РАБОТЫ МНОГОАГЕНТНОЙ СИСТЕМЫ АВТОНОМНОГО ТРАНСПОРТНОГО ДВИЖЕНИЯ

Агентом является все, что может рассматриваться как воспринимающее свою среду с помощью датчиков и воздействующее на эту среду с помощью исполнительных механизмов. Понятие агента используется как инструмент для анализа систем. Агент-менеджер – агент управляющий перекрестком. Агент-водитель – агент управляющий БАТС. МАС является централизованной, в которой «М» управляет агентами «В» посредством сообщений. Коммуникация между агентами может быть 3 типов: «В-М», «М-М», «В-В». Протокол агентного взаимодействия. Типы сообщений «В» «М».

1. «Запрос» - сообщение, которое высылает «В» с целью получить резервацию. Сообщение включает свойства «В» (идентификатор, размер АТС, т. д.), а также параметры, касающиеся будущей резервации (вре-

мя прибытия к перекрестку, прогнозируемая скорость на момент прибытия, направление движения, полоса, на которую прибывает АТС). Данное сообщение может также быть выслано в случае, когда «В» хотел бы изменить резервацию на резервацию с другими параметрами.

2. «Подтверждение резервации» - сообщение высылается при подтверждении резервации от «В» агенту-менеджеру.
3. «Отмена резервации» - данное сообщение высылается в случае, когда «В» не согласен на резервацию или больше не нуждается в предложенной резервации.

Типы сообщений «М» «В»:

1. «Предложение резервации» - сообщение отправляется как ответ на запрос «В» о запросе резервации. Сообщение содержит параметры зарезервированного места и времени пересечения перекрестка. Такое сообщение содержит полную информацию для успешного преодоления перекрестка. «В» может либо подтвердить резервацию, либо отклонить ее.
2. «Отказ в резервации» - сообщение отправляется в случае, когда совершить резервацию с предложенными параметрами «В» либо невозможно, либо неприемлемо с точки зрения «М». Сообщение включает в себя причину отказа в резервации.
3. «Уведомление» - уведомление о принятии сообщения «Подтверждение резервации» от «В». Данное сообщение фактически является сообщением логического завершения протокола.

Основная задача «М» заключается в обеспечении возможности пересечения перекрестка более эффективным способом в сравнении с традиционным светофорным регулированием. «М» получает информацию обо всех «В», подъезжающих к перекрестку, что предоставляет возможность планирования разъезда АТС наиболее быстрым способом.

1. Кухаренок Г. М., Капский Д. В., Навой Д. В., Романский Д. В., Шуть В.Н., Исследование механизма распада координированной пачки автотранспортных средств при движении на перегоне магистральной улицы / – БГТУ, 2002.
2. Тарасов В. Б., Агенты, многоагентные системы, виртуальные сообщества: стратегическое направление в информатике и искусственном интеллекте / – Едиториал УРСС, 2002.
3. O. Cassenbaum. Supervisory control of hybrid powertrains. Proceedings of the International Congress of Heavy Vehicles, Road Trains and Urban Transport, 6-9 October 2010, Minsk, Belarus.
4. Врубель Ю. А., Организация дорожного движения, / – БНТУ, 1996г.
5. <http://www.aiportal.ru/articles/multiagent-systems/theory-agent.html>
6. <http://agents.felk.cvut.cz/> – Agent Technology Center