

МНОГОАГЕНТНАЯ СИСТЕМА ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

В реалиях современного мира транспорт играет одну из важнейших ролей. Можно без доказательства принять тот факт, что качество доставки рабочего персонала на рабочие места может значительно повлиять на рабочую деятельность в течение дня. Конечно, нельзя забывать, что транспорт – это экологический фактор, кардинально влияющий на окружающую экосистему. И для того, чтобы эффективность транспорта была максимальной и количество отрицательных факторов было минимальным, необходимо разрабатывать и вносить новации в эту сферу.

Рассмотрим факторы, отвечающие за контроль и управление транспортом. В настоящее время важнейшим из них и основным является светофор. Светофоры, как средство управления транспортным движением на перекрестках, используются на протяжении нескольких десятков лет без принципиальных изменений, в то время как растущее количество АТС (автономное транспортное средство) создает дорожные заторы на перекрестках. Современные большие города переполнены автомобильным транспортом. Высокая плотность автомобильного потока создает заторы на улицах, что в результате замедляет ход движения автотранспорта. Известно, что главными точками торможения и переполнения улиц являются светофорные перекрестки. Светофоры настроены четким последовательным алгоритмом. Более эффективным способом работы светофоров является адаптивная система. Она подразумевает собой возможность получения данных о входном потоке автотранспортных средств (АТС). В зависимости от количества транспорта изменяется время фазы светофора.

Разработки в данной области начались сравнительно недавно, но, несмотря на это, такие страны-гиганты, как США активно решают транспортные задачи. Для наглядности приведём перечень достижений национального плана США по внедрению ITS [1, 2]:

- Снижение на 15% количества смертей, связанных с наземным транспортом, что сэкономит 5-7 тыс. жизней ежегодно.
- Уменьшение на 20-40% времени реакции на дорожные происшествия.
- Экономия \$20 млрд. в год за счет увеличения пропускной способности транспортной системы.
- Экономия 13% топлива (это около 200 млн. тонн) бензина в год с сокращением выхлопов в атмосферу как минимум на пропорциональную этой экономии топлива цифру.
- Сокращение времени в пути на 13% по сравнению с сегодняшним состоянием.
- Множество качественных целей, которые трудно оценить количественно (защита от террористов и катастроф, работоспособность транспорта даже во время кризисов и т.д.).

Значительное подспорье в развитии данной системы даёт внедрение в АТС датчиков и сенсоров, которые в сочетании с бортовым компьютером дают широкий фундамент для развития в данной области.

Таким образом задача сводится к следующему:

- Разработка алгоритма формирования координированных пачек (колонн).
- Разработка алгоритма разъезда автомобильной пачки на перекрёстке.

Разработка алгоритма формирования координированных пачек (колонн). Двигаясь от одного перекрёстка к другому автомобили формируются в пачки (колонны). Формирование происходит исходя из качественного состава пачки, т.е. учитывается число автомобилей, едущих по определённому направлению (налево, прямо, направо). На этом этапе

пачки формируются (переформируются) таким образом, чтобы пересечение они перекрёстка заняло минимально возможное время.

Пачка имеет ведущий автомобиль, который посылает агенту-менеджеру на перекрёстке информацию о пачке. Математически пачку можно охарактеризовать функцией:

$$S_i(x_i, V_i, (A)_i), \quad (1)$$

где i – номер пачки; X_i – координаты i -й пачки; V_i – её скорость; $(A)_i$ – матрица, характеризующая построение транспортных средств.

Матрица, характеризующая построение транспортных средств, в общем случае выглядит так:

$$(A)_i = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 3 \\ 2 & 2 & 2 \end{pmatrix}, \quad (2)$$

где 1, 2, 3 означает, что транспорт повернёт налево, поедет прямо, повернёт направо, соответственно.

Размерность матрицы зависит от количества дорожных полос и от количества автомобилей, находящихся в пачке. Данные поступают одновременно от ведущих АТС каждой пачки агенту-менеджеру. После чего от агента-менеджера посылаются сообщения каждой пачке о том, каким образом следует перестроиться и какую скорость следует удерживать:

$$S_{i, \text{back}}(V_i, (A)_i). \quad (3)$$

Алгоритм разъезда автомобильной пачки на перекрёстке. Перекрёсток является «узким» местом в дорожной сети, имеет ограниченную пропускную способность [3]. Существуют так называемые конфликтные зоны – зоны, где движения потоков автомобилей пересекаются. В современных системах эта проблема решается с помощью регулирования светофорами, что при больших нагрузках автомагистралей способствует формированию пробок, тормозящих движение, большей загазованности. Наша концепция безостановочного движения предполагает работу светофоров только в отсутствие машин. В остальном наша задачи заключается в урегулировании движения таким образом, чтобы координированная пачка автомобилей как можно меньше времени занимала перекрёсток.

Избегать столкновений в конфликтных зонах можно, пропуская пачки автомобилей по очереди. При этом остальные пачки не ждут у стоп-линии, агент-менеджер на перекрёстке посылает сообщение ведущим машинам других пачек сбавить скорость. Таким образом, форсирование крестообразного перекрёстка уже состоит из 4 этапов (один этап – разъезд пачки). 5 этап – переход дороги пешеходами. Он наступает тогда, когда предыдущие этапы к этому времени завершены, и завершает при повторе цикла.

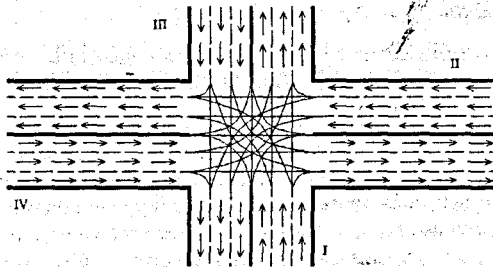


Рисунок 1 – Крестообразный перекрёсток

5 пунктов выполняются в самом трудном случае, когда каждая полоса занята или каждая пачка конфликтует со всеми другими. Существует вариант одновременного пропуска пачек, если их пути не пересекаются.

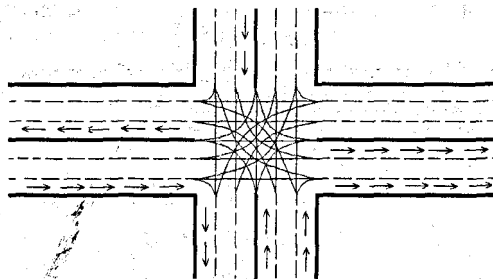


Рисунок 2 – Пример неконфликтной ситуации

Также этап перехода дороги пешеходами может быть выполнен частично, если заранее известно, что в ближайшее время пешеходный переход не будет пересечён.

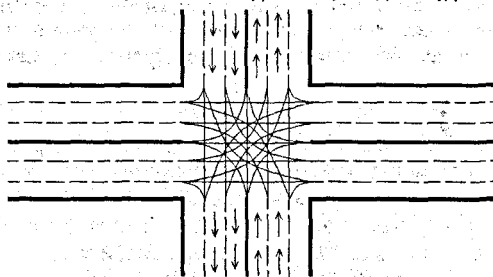


Рисунок 3 – Пункт 5 выполняется для II и IV

Список цитированных источников

1. <http://www.itsa.org/subject.nsf/vLookupReport>
2. <http://www.fhwa.dot.gov> – официальный сайт департамента транспорта США (FHWA).
3. Кременец, Ю.А. Технические средства регулирования дорожного движения / Ю.А. Кременец, М.П. Печерский. – Москва: Транспорт, 1981. – 256 с.

УДК 681.3

Рыщук А.С., Козеко Е.Л.

Научный руководитель: профессор Муравьев Г.Л.

РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИЕ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ НА ПРИМЕРЕ СЕТЕЙ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Наряду с адекватностью, результативностью и другими характеристиками степень полезности и применимости имитационных моделей наиболее существенно зависит от их сложности, трудоемкости [1, 2]. Для стохастических сетевых моделей (ССМ) [3] трудоемкость оценивается количеством вычислительной работы (времени, операций), требуемой для проведения имитации и получения набора характеристик заданной полноты и точности. Слагаемым трудоемкости имитационного моделирования стохастических сетей является как трудоемкость реализации применяемого алгоритма имитации (спо-