

## **Секция 3 «Автоматизация исследований»**

### **Председатели:**

Левчук Виктор Дмитриевич, канд. техн. наук, доцент.

Воруев Андрей Валерьевич, канд. техн. наук, доцент.

### **И. А. Аверков**

(ГГТУ имени П. О. Сухого, Гомель)

Науч. рук. **И. А. Мурашко**, д-р техн. наук, профессор

### **ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ ВРЕМЕНИ ПРОСТОЯ АВТОМОБИЛЯ НА СВЕТОФОРАХ**

Актуальность. В связи с увеличением общего количества личного транспорта во всем мире растет автомобильный трафик, особенно в крупных городах. В часы пик на дорогах интенсивность движения резко возрастает из-за того, что большинство людей добираются на работу почти в одно и то же время. Особенно остро это проявляется на перекрестках. Следовательно, существует потребность в моделировании и оптимизации алгоритмов управления движением.

Светофор – это устройство, предназначенное для последовательного включения на заданное время определенных световых сигналов. Светофор управляется контроллером или вычислительным устройством. Обычный светофор контролирует движение машин, не обращая внимания на обстановку на перекрестке.

Наиболее распространенный способ управления светофорами – использование статистически фиксированных фаз. Однако такой подход испытывает значительные трудности из-за нестабильности транспортных потоков, которые меняются не только в течение дня, но и в более короткие промежутки времени. Именно поэтому в наши дни активно развиваются различные системы, позволяющие адаптивно учитывать изменение транспортных потоков. То есть системы, которые адаптируются к изменяющимся условиям движения [1].

Управление светофором – задача не из простых, довольно много алгоритмов используется для оптимизации работы светофора, таких как эволюционные алгоритмы, алгоритмы нечеткой логики, интеллектуальные алгоритмы и обучение с использованием (Q-Learning).

Q-Learning (Q-обучение) – это метод, используемый в искусственном интеллекте с агентным подходом. Агент обучается через взаимо-

действие с окружающей средой. Данное взаимодействие происходит через вознаграждения или наказания, получаемые агентом, как реакция на его действия.

Зеленая волна – это система регулирования светофоров, в которой их переключение на соседних перекрестках происходит так, что водитель, приближаясь к следующему перекрестку, видит перед собой зеленый сигнал светофора [2]. Этот метод управления светофорами довольно широко используется во многих странах. Опыт использования «зеленой волны» показал, что ее использование на автомагистралях увеличивает среднюю скорость более чем на 30%, приблизительно на столько же сокращаются задержки транспортных средств на перекрестках, а количество наездов пешеходов сокращается на 20%. Система получает информацию о дорожной обстановке через специальные датчики.

Существует широкий набор платформ, подходящих для моделирования транспортных систем, и этот набор постоянно становится больше. Моделирование в VISSIM и Transmodeler предоставляет много возможностей, но часто является необоснованно сложным и недоступным для специалистов в предметной области, поскольку требует глубоких знаний технологий моделирования. Некоторые инструменты (SIDRA Intersection и другие) позволяют моделировать только определенные типы объектов транспортной инфраструктуры.

Среда для моделирования транспортной системы создана на платформе AnyLogic 6, за основу взят агентный подход. Широкие возможности AnyLogic 6 по визуализации обеспечивают наглядность как на этапе создания модели, так и во время самих экспериментов.

Топология дорожной сети задается с помощью обычных презентационных форм AnyLogic – дуг и линий.

Объект RoadNetwork определяет дорожную сеть на основе нарисованной пользователем графики, проверяет сеть и анимирует дорожную сеть во время выполнения.

Объект CarSource запускает диаграмму потока трафика. CarSource создает автомобили, размещает их на одной из дорог и вставляет заказ типа Car в диаграмму процесса, определяющую автотрафик.

В этом случае максимальная вместимость автомобилей – одна тысяча. Затем они следуют по маршруту, заданному объектом CarMoveTo. Объект SelectOutput направляет входящие объекты на один из двух портов вывода. Таким образом, если машина поймает зеленый сигнал светофора, то она направит машины прямо, вправо или влево.

Относительные скорости движения транспортных средств и интервалы переключения светофоров взяты исходя из реальных данных (однако пропорционально увеличены – для получения результатов работы модели).

На реальных перекрестках, как правило, предусмотрены особые режимы проезда пешеходов. В текущей модели их нет. Поэтому количество проезжающего через перекрестки транспорта было несколько выше – до полутора раз.

Эксперименты показали, что лучший эффект многоагентного управления (в сравнении с обычным фиксированным переключением) достигается при изменении выделенных направлений нагрузки в сети пересечения. Благодаря гибкой перестройке режима работы удалось сократить среднее общее время ожидания на перекрестках одновременно примерно в 4 раза по сравнению с перекрестками без кооперативного режима работы (без «зеленых волн»). среднее общее время ожидания уменьшилось примерно в 3 раза.

### **Литература**

1. Повышение пропускной способности городской дорожной сети [Электронный ресурс]. – Минск: Вестник ХНАДУ, 2016. – вып. 50.
2. «Зеленая волна»: как поймать и не потерять [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.autonews.ru/>. – Дата доступа: 19.03.2021.

**В. С. Акулич**

(ГГТУ имени П. О. Сухого, Гомель)

Науч. рук. **А. Т. Бельский**, канд. техн. наук, доцент

### **ЗАМЕНЯЮЩИЙ МЕХАНИЗМ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ ПРИ РАСЧЕТЕ НА КОНТАКТНУЮ ПРОЧНОСТЬ**

Кулачковые механизмы нашли применения в станках для подачи заготовок, в конвейерах и транспортерах для управления механизмами дозаторов, в двигателях внутреннего сгорания для перемещения выпускных и впускных клапаны.

К существенному недостатку кулачкового механизма относится наличие значительных контактных напряжений на поверхностях со-