

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ПЕРЕКРЁСТКЕ

И. А. Трибис, М. С. Володин

*Саратовский национальный исследовательский
государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, Россия*
E-mail: innatribis8670@gmail.com

В статье проводится имитационное моделирование дорожного движения на перекрёстке. Дано краткое описание построения данной модели с использованием библиотеки дорожного движения в среде AnyLogic. Рассматриваются результаты сравнения оптимизационного эксперимента, построенного для модели, с реальными данными.

SIMULATION MODEL OF TRAFFIC AT AN INTERSECTION

I. A. Tribis, M. S. Volodin

The article provides simulation modeling of traffic at the intersection. A brief description of the construction of this model using the traffic library in the AnyLogic program is given. The results of comparing the optimization experiment constructed for the model with real data are considered.

В современном городе одной из самых острых проблем является проблема пробок. Одним из решений данной проблемы может стать настройка светофора на перекрёстке таким образом, чтобы количество машин, проехавших данный перекрёсток за условный час, было максимальным. AnyLogic помогает смоделировать перекрёсток и оптимизировать его пропускную способность в зависимости от длительности светофора на перекрёстке.

Для рассмотрения был взят перекрёсток 2-ой Садовой улицы и улицы имени Н. Г. Чернышевского, находящийся рядом с набережной города Саратов. В качестве основы модели используется спутниковый снимок данного перекрёстка. Модель перекрёстка строится с помощью библиотеки дорожного движения. Данная библиотека позволяет изобразить и настроить дороги, а также задать движение машин с одной дороги на другую.

Для движения по дорогам были созданы агенты типа Car с 3D-визуализацией легковой машины и типа Bus – с 3D-визуализацией автобуса. Также были добавлены парковки для автомобилей и автобусные остановки. Для автобусов задано правило ожидания на остановках в виде треугольного распределения порядка (15, 30, 90) секунд. Для автомобилей задано правило остановки на парковках в виде треугольного распределения порядка (5, 15, 45) минут. На парковку автомобили заезжают с вероятностью 0,3 на северном и южном направлении и 0,05 на западном. В случае нехватки парковочных мест, автомобиль продолжает своё движение в заданном направлении.

Результат визуализации перекрёстка в 2D и 3D-варианте показан на Рисунках 1 и 2.



Рис. 1. 2D-визуализация перекрёстка во время работы модели



Рис. 2. 3D-визуализация перекрёстка во время работы модели

Новые автомобили и автобусы появляются по экспоненциальному распределению, так, что чаще всего автомобили появляются на восточном и западном направлениях, а реже всего на южном. Как и в реальной жизни, автомобили могут приезжать на перекрёсток со всех 4-х сторон, а автобусы только с трёх, исключая южное направление. За это отвечают блоки CarSource и BusSource соответственно. Автомобили с запада и востока не ограничены в выборе своего направления, тогда как автомобили с севера и юга могут двигаться только направо относительно своего направления. Выбор направления движения создаёт комбинация из блоков SelectOutput и CarMoveTo, отвечающих за вероятность выбора направления и движение в заданном направлении соответственно. После выхода с перекрёстка автомобили и автобусы удаляются с помощью блока

CarDispose и при этом увеличивают значение переменной Выход_машин, в которой подсчитывается количество автомобилей, закончивших движение по перекрёстку.

При запуске модели отображается ситуация с пробками на дорогах. Это сделано с помощью блока RoadNetworkDescriptor, раскрашивающего дорогу в красный цвет, если скорость ниже 10 км/ч, в зелёный — если выше 40 км/ч, в жёлтый — во всех остальных случаях. Светофор на перекрёстке задан блоком TrafficLight с параметрами А и В, где А отвечает за зелёный свет для западного и восточного направлений, а В — за зелёный свет для северного направления.

Полная диаграмма процессов дорожного движения на перекрёстке показана на рис. 3.

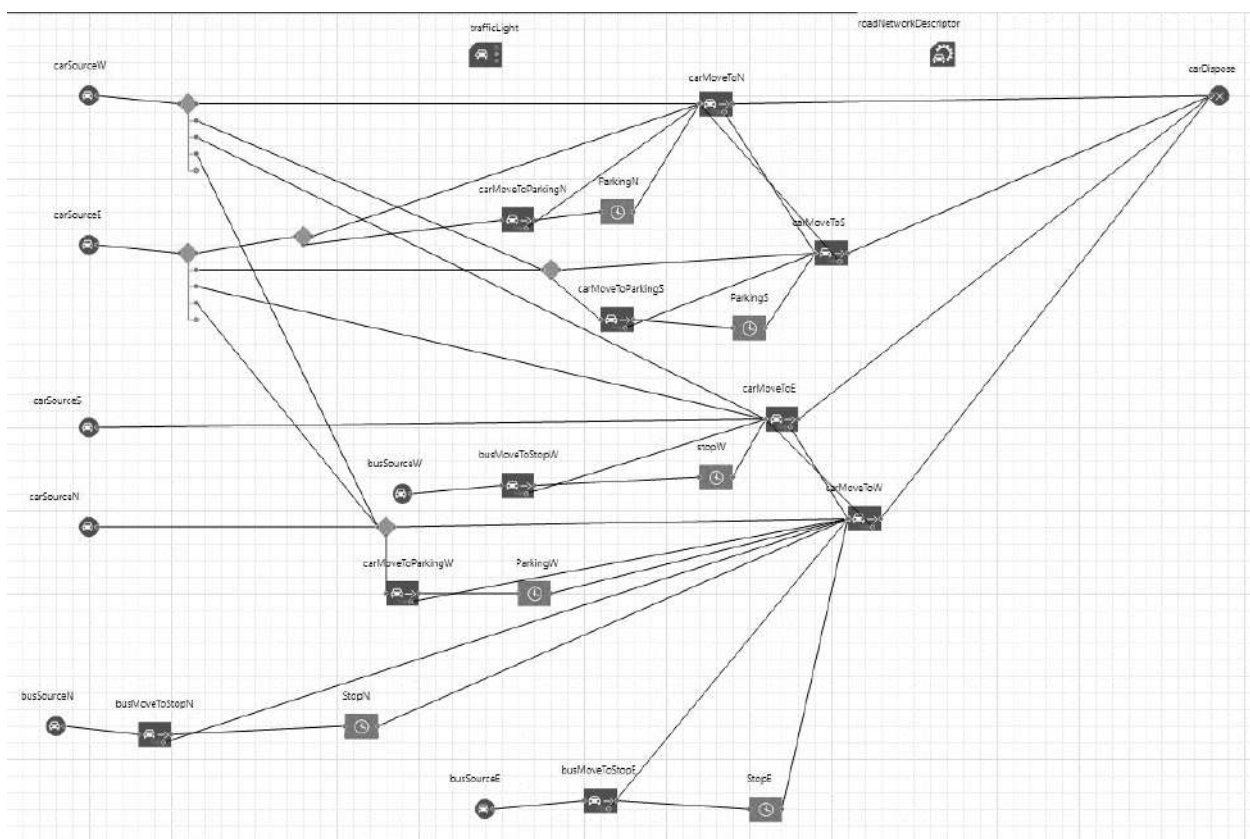


Рис. 3. Диаграмма процессов дорожного движения на перекрёстке

После создания перекрёстка возникает вопрос об оптимальных значениях параметров А и В таких, чтобы пропускная способность перекрёстка была максимальной. В реальной жизни значение параметра А равно 50 секундам, а значение параметра В – 35 с. С такими значениями получаемый выход автомобилей порядка полторы тысячи единиц за час. Час является ограничением времени моделирования для дорожной библиотеки. Далее с помощью создания эксперимента с типом «оптимизация» мы находим такие значения параметров А и В, которые максимизируют выход автомобилей за час.

Результат одного из таких оптимизационных экспериментов показан на рис. 4.

Road Traffic1 : Оптимизация

	Текущее	Лучшее
Итерация:	312	140
Функционал↑	1,327	1,785
Параметры		Copy best
A	78	84
B	95	20

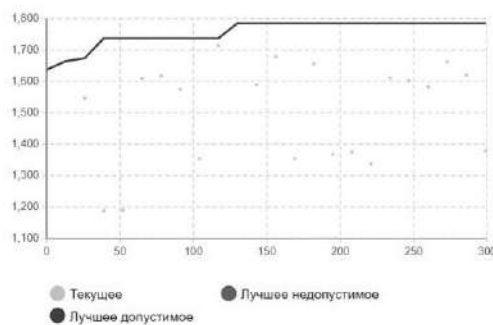


Рис. 4. Результат оптимизационного эксперимента относительно функции выхода автомобилей и диаграмма улучшения лучшего значения функции в зависимости от итерации оптимизационного эксперимента.

В результате 20 оптимизационных экспериментов было выявлено среднее оптимальное значение в 83 для A и 21 для B. При данных значениях средний выход автомобилей составляет порядка 1770 единиц, тогда как при изначальных значениях в 50 для A и 25 для B средний выход автомобилей составляет порядка 1550 единиц. Из этого можно сделать вывод о неоптимальности светофора на данном перекрёстке. Однако стоит отметить, что данную транспортную развязку необходимо также рассматривать с точки зрения её интеграции в городскую дорожную сеть и не только с точки зрения оптимизации общего выхода автомобилей с перекрёстка, но и с точки зрения оптимизации количества времени, которое автомобили суммарно проводят в ожидании проезда.

Заключение. Моделирование перекрёстка является одним из главных примеров практического применения библиотеки дорожного движения AnyLogic. Модели дорожного трафика создаются для анализа и сравнения различных вариантов организации движения (как в нашем случае, с регулировкой светофоров), моделирования проектируемых развязок и дорог с целью выявления узких мест, проверки целесообразности увеличения или уменьшения количества полос на определённом отрезке существующей дорожной сети и многое другое.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боев В. Д. Моделирование в среде AnyLogic : учеб. пособие для вузов / Москва : Изд-во Юрайт, 2018. 298 с.
2. Ефромеева Е. В., Ефромеев Н. М. Имитационное моделирование: основы практического применения в среде AnyLogic. учеб. пособие. / Саратов : Вузовское образование, 2020. 120 с.