

## **Разработка программы симуляции контролируемого перекрестка дорожного движения с интеллектуальной системой**

*Абрамов Владимир Александрович*

*Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема  
Студент*

*Баженов Руслан Иванович*

*Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема  
к.п.н., доцент, зав. кафедрой информационных систем, математики и  
правовой информатики*

### **Аннотация**

В работе рассматривается проблема дорожных заторов на перекрестках и метод ее решения. В качестве исследования были изучены необходимые языки программирования, движок Unity3D для создания программного обеспечения. В результате была построена модель перекрестка дорожного движения, и проведен ряд экспериментов с её симуляцией.

**Ключевые слова:** Светофор, Среда Unity3D, Перекрёсток, Интеллектуальная система

## **Development of a program for simulation of controlled traffic intersection with an intelligent system**

*Abramov Vladimir Alexandrovich*

*Sholom-Aleichem Priamursky State University  
Student*

*Bazhenov Ruslan Ivanovich*

*Sholom-Aleichem Priamursky State University  
Ph.D., associate Professor, Head of Department of Information Systems,  
Mathematics and Legal Informatics*

### **Abstract**

The paper deals with the problem of traffic congestion at intersections and the method of its solution. As a study, we studied the known solutions on this issue, the necessary programming languages Unity3D engine to create software. As a result, a traffic intersection model was built, and a number of experiments with its simulation were carried out.

**Keywords:** traffic Light, Unity3D Environment, Intersection, Intelligent system

В наше время существует реальная проблема появления заторов на дорогах. Во многом это связано с тем, что некоторые перекрестки являются

неконтролируемыми, из-за чего нередко случаются дорожно-транспортные происшествия, или являются контролируемыми, но из-за примитивного алгоритма работы, контролируемый перекресток не всегда может справиться с большим потоком автомобилей.

Цель исследования – построить модель перекрестка дорожного движения с интеллектуальной системой. Новая интеллектуальная система предназначена для решения проблемы загруженности дорожного полотна. Она представляет собой контролируемый перекресток с системой видеонаблюдения. Из камер к светофору поступает информация о загруженности трафика, из которой система делает вывод и изменяет интервалы времени, для проезда автомобилей. Система работает таким образом, что в случае большой загруженности трафика с одной из сторон, срабатывает протокол, по которому увеличивается интервал времени для проезда автомобилей следующих по загруженному участку дороги, и уменьшается для незагруженных или мало загруженных участков.

В статье Д.А. Кадасева и К.В. Панкратовой было рассмотрено повышение эффективности работы перекрестка города моделированием светофорной сигнализации [1]. М.В. Мулкиджанян, А.Н. Романников в своей статье работали над моделированием нерегулируемого перекрестка и оптимизацией его работы [2]. П.А. Дорофеев занимался исследованием задачи о пропускной способности регулируемого перекрестка [3]. А.Ж. Баротова подробно описала имитационную модель перекрестка с возможностью оптимизации светофорного регулирования [4]. Т.Р. Исмагилов, И.Н. Бояршинова и И.А. Потапова занимались разработкой компьютерной имитационной модели автомобильного движения через серию перекрестков [5]. А.О. Евдокимов, А.В. Горохов и Д.Я. Лугов исследовали имитационную модель перекрестка с системой интеллектуального управления [6]. В.В. Козлов, Н.Г. Губанов и Ю.В. Балабашина подробно изучали Математическое моделирование движения на т-образном перекрестке [7]. Андреас Пелл, Андреас Мейнгаст, Оливер Шауэр описали тенденции в симуляции трафика в реальном времени [8]. Одна из статей Цзянь Чжана и Абделькадера Эль Камеля была о моделировании виртуального трафика с использованием модели обученной мобильности нейронной сети [9].

Traffic.exe - это небольшая программа, разработанная на движке Unity3D. Как и любая программа, скомпилированная с помощью Unity3D, она состоит из файла «\*.exe», Папки с файлами «\*\_Data», и технического файла UnityPlayer.dll, который адаптирует программу как под 32х-битные, так и под 64х-битные (рис.1).

| Имя   | Дата изменения   | Тип               | Размер    |
|---|------------------|-------------------|-----------|
|  traffic_Data    | 18.12.2018 20:27 | Папка с файлами   |           |
|  traffic.exe     | 26.03.2018 13:10 | Приложение        | 625 КБ    |
|  UnityPlayer.dll | 26.03.2018 13:26 | Расширение при... | 16 708 КБ |

Рис. 1. Комплектация программы

При открытии программы перед пользователем сразу появляется схематичный перекресток. Пользователю доступны некоторые функции, такие как добавление машин движущихся с разных направлений, изменение текущего состояния светофора на противоположное, включение и выключение интеллектуальной системы, переключение режимов распределения появления автомобилей: «Линейное» или «Пуассоновское», запуск симуляции, и установка времени симуляции. (рис.2).

Симуляция происходит в реальном времени (рис.3). Для того чтобы симуляция выглядела максимально приближенной к реальности, каждой машине прописан специальный алгоритм. Благодаря этому алгоритму автомобили могут реагировать между собой, ожидать удобного времени для проезда и останавливаться в случае необходимости (рис.4).

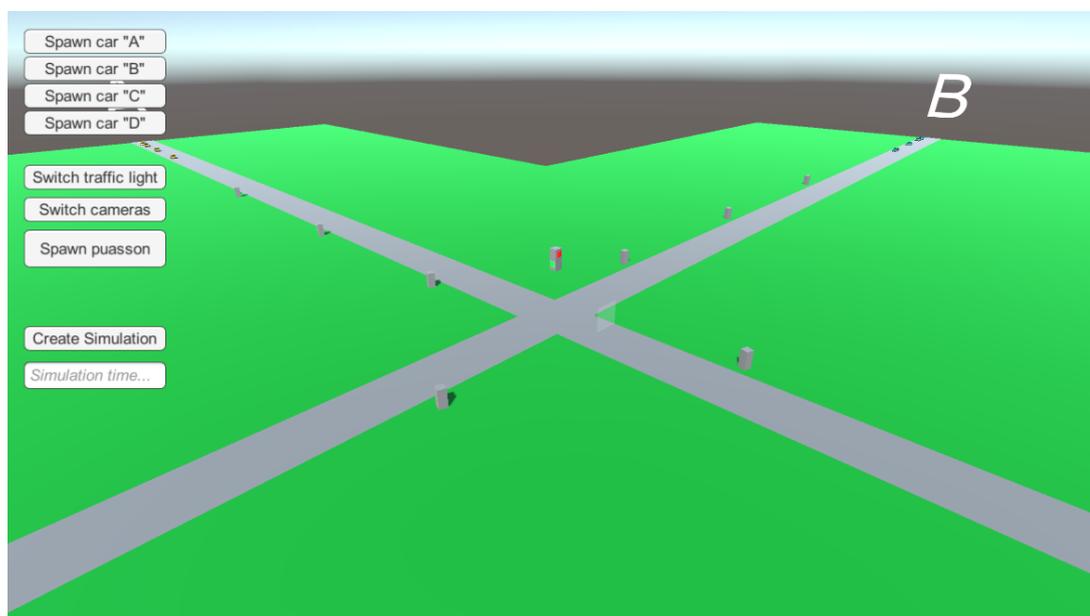


Рис. 2. Интерфейс программы



Рис. 3. Процесс симуляции

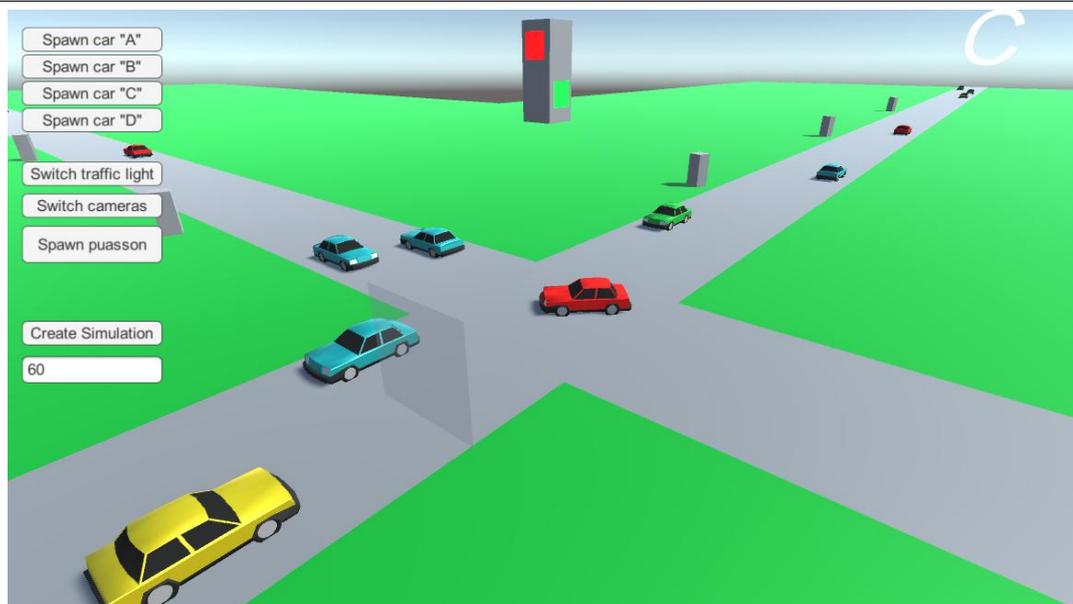


Рис. 4. Красная машина пропускает голубую въезжающую на перекресток

По окончании симуляции программа выведет уведомление об окончании симуляции (рис.5), и выводит отчет в каталог своего нахождения на компьютере в виде текстового файла «Statistic.txt» (рис.6), в котором будет содержаться информация о симуляции: время симуляции(в секундах), количество машин прошедших через перекресток, тип появления машин, состояние интеллектуальной системы в симуляции.

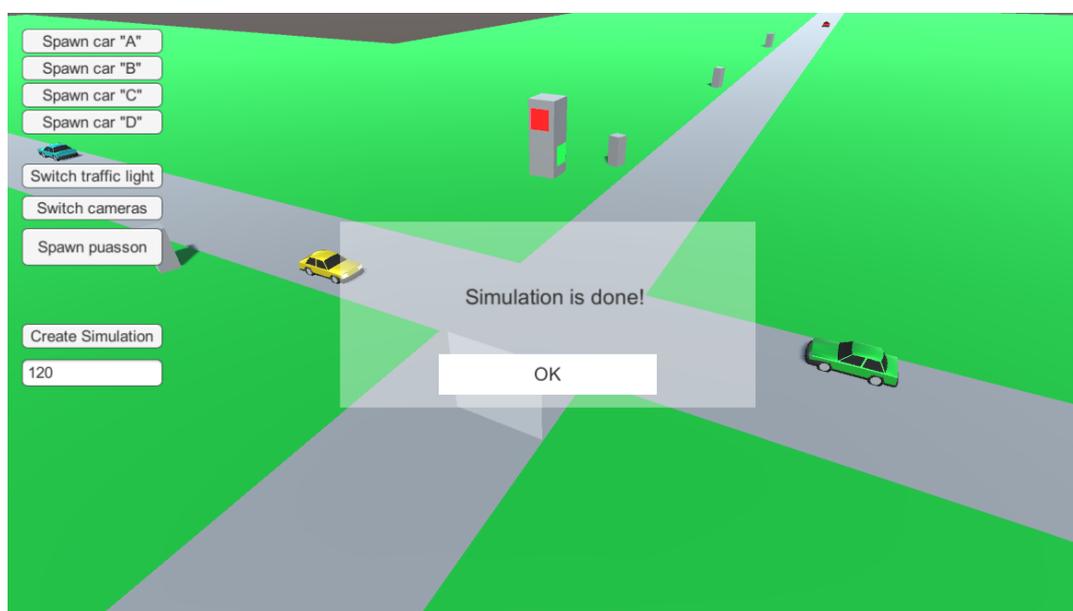
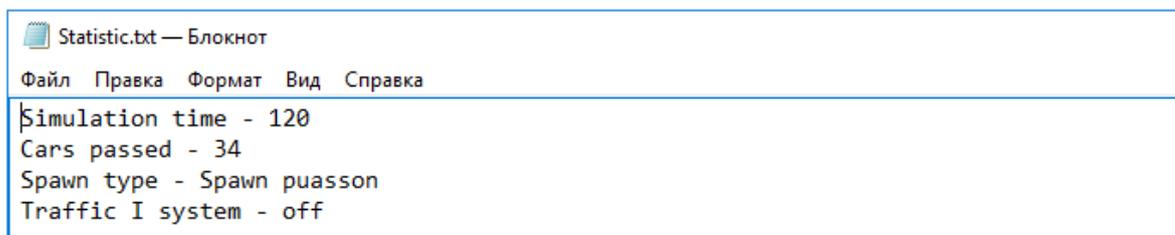


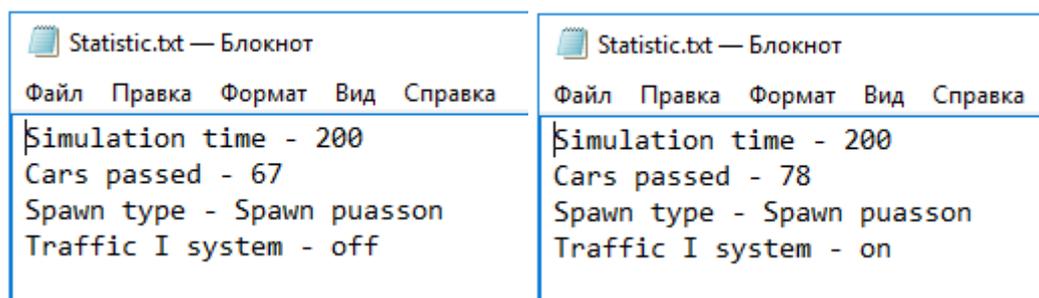
Рис. 5. Уведомление об окончании симуляции



```
Statistic.txt — Блокнот
Файл Правка Формат Вид Справка
Simulation time - 120
Cars passed - 34
Spawn type - Spawn puasson
Traffic I system - off
```

Рис. 6. Пример текстового отчета

Для сравнения нужно запустить две симуляции с включенной, и с выключенной системами. По их окончанию следует сравнить количество прошедших через перекресток машин (рис.7).



```
Statistic.txt — Блокнот
Файл Правка Формат Вид Справка
Simulation time - 200
Cars passed - 67
Spawn type - Spawn puasson
Traffic I system - off

Statistic.txt — Блокнот
Файл Правка Формат Вид Справка
Simulation time - 200
Cars passed - 78
Spawn type - Spawn puasson
Traffic I system - on
```

Рис. 7. Демонстрация выводов по двум экспериментам

В ходе исследования были проведены несколько экспериментов. Те данные, которые были получены в ходе них, представлены в таблице 1, где 2 столбик показывает тип распределения дорожного трафика во время симуляции, а 3 и 4 столбцы показывают пропускную способность перекрестка при включенной и выключенной интеллектуальной системе соответственно.

Таблица 1 – Результаты первых экспериментов при линейном распределении загруженности трафика

| Время симуляции (сек) | Тип распределения | Кол-во машин при вкл. ИС. | Кол-во машин при выкл. ИС. |
|-----------------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|
| 60                    | Линейный          | 26                        | 22                         |
| 60                    | Линейный          | 29                        | 17                         |
| 60                    | Линейный          | 14                        | 6                          |
| 120                   | Линейный          | 79                        | 41                         |

Так же были проведены эксперименты с условиями более приближенными к реальным, для этого линейное распределение машин было заменено на пуассоновское. Данные полученные в ходе повторных экспериментов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты повторных экспериментов при пуассоновском распределении загруженности трафика.

| Время симуляции (сек) | Тип распределения | Кол-во машин при вкл. ИС. | Кол-во машин при выкл. ИС. |
|-----------------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|
| 60                    | Пуассоновский     | 23                        | 21                         |
| 60                    | Пуассоновский     | 6                         | 11                         |
| 60                    | Пуассоновский     | 26                        | 24                         |
| 120                   | Пуассоновский     | 61                        | 56                         |

В ходе работы была построена модель перекрестка дорожного движения, и были проведены эксперименты, которые показали, что средняя пропускная способность перекрестка и интеллектуальной системой выше, чем у обычного перекрестка.

### Библиографический список

1. Кадасев Д.А., Панкратова К.В. Повышение эффективности работы перекрёстка города моделированием светофорной сигнализации // Альтернативные транспортные технологии. 2018. Т. 5. № 1 (8). С. 110-114.
2. Мулкиджанян М.В., Романников А.Н. Моделирование нерегулируемого перекрестка и оптимизация его работы // В сборнике: 21 век: фундаментальная наука и технологии Материалы V Международной научно-практической конференции. 2014. С. 195-197.
3. Дорофеев П.А. Исследование задачи о пропускной способности регулируемого перекрестка методами математического моделирования // Научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов НИУ ВШЭ Материалы конференции. Московский институт электроники и математики Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики». 2014. С. 38-39.
4. Баротова А.Ж. Имитационная модель перекрёстка с возможностью оптимизации светофорного регулирования // В сборнике: Творческий потенциал - 2017 Сборник статей. Под редакцией С.А. Пиявского, З.Ф. Камальдиновой. 2018. С. 26-35.
5. Исмагилов Т.Р., Бояршинова И.Н., Потапова И.А. Разработка компьютерной имитационной модели автомобильного движения через серию перекрёстков // В сборнике: Фундаментальные исследования. 2016. № 10-2. С. 291-295.
6. Евдокимов А.О., Горохов А.В., Лугов Д.Я. Имитационная модель перекрестка с системой интеллектуального управления // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. № 5-2 (36). С. 55-60.
7. Козлов В.В., Губанов Н.Г., Балабашина Ю.В. Математическое моделирование движения на т-образном перекрестке // В сборнике: Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительные технологии сборник статей. Самарский государственный технический университет. 2017. С. 601-604.

8. Pell A., Meingast A., Schauer O, Trends in real-time traffic simulation // Transportation Research Procedia. 2017. T. 25. C. 1477-1484.
9. Zhang J., El Kamel A. Virtual traffic simulation with neural network learned mobility model //Advances in Engineering Software. 2018. T. 115. C. 103-111.