

УДК 004.942

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛЕТОЧНЫХ АВТОМАТОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТА

Плотников Д.Ю., Малеваный Е.Ф.

Донецкий национальный технический университет

В статье исследуется вопрос использования клеточных автоматов для моделирования поведения транспорта и потока пассажиров в виртуальном городе и анализ программы, созданной для его решения. В качестве правил движения клеток используются ПДД Украины. Автомобили делятся на сильные и слабые клетки. Слабые клетки двигаются строго в согласии дорожных правил, сильные – могут их нарушать. Для реалистичности моделирования в программу введен элемент вероятности, т. е. пешеходы и водители могут ошибаться, что создает потенциальные аварийные ситуации. Данная программа может использоваться для прогнозирования и исследования реального движения транспорта и пешеходов в городе с целью предотвращения аварийных ситуаций и больших пробок.

Постановка задач исследования

В данной работе задачей является разработка программы, ориентированной на моделирование при помощи клеточных автоматов [1] реальных вероятностных процессов, таких как движение транспорта, перемещение пешеходов, дорожные пробки. Рассматриваются также возможности реализации соответствующих программных модулей в виде веб-приложений

Решение задачи и результаты исследований

В настоящее время число автомобилей на Земле стремится к миллиарду, и очевидно это число будет расти и далее в обозримой

перспективе. Моделирование подобных ситуаций необходимо для эффективного решения возникающих при этом многочисленных проблем. Для решения задачи моделирования движения транспорта и пешеходов авторами было создано две программы, получившие название Drive. Первая написана на языке C++ в программной среде Borland C++ Builder 6.0. Вторая ориентирована на Web-технологии и представляет собой Flash-приложение. Главное окно программы Drive изображено на рис. 1.

Интерфейс программы позволяет выполнить следующие действия:

- создание проекта;
- сохранение;
- загрузка.

При создании проекта необходимо задать тип фона – белая сетка или любое изображение формата Bitmap, при помощи которого загружаются карты и планы местности.

Следующим шагом является создание поля, элементы которого можно выбирать из нескольких типов, в числе которых элементы, моделирующие; преграды, а также обычный ластик, чтобы изменить уже созданное поле. В программе есть возможность



Рисунок 1 – Главное окно и интерфейс программы Drive

изменения скорости моделирования и скрытия преград для большей наглядности.

За основу правил движения клеток взяты правила дорожного движения (ПДД) Украины (по мере необходимости можно изменить или добавить новые правила). Клетки могут двигаться во всех направлениях по всей территории, на которой нет преград. Виртуальная карта города оснащена светофорами, которые представляют собой преграды, появляющиеся и исчезающие за определенные промежутки времени.

3 Моделируемые автомобили делятся на обычные и аномальные. Обычные клетки беспрекословно соблюдают все правила дорожного движения, аномальные могут их нарушать, например пересечь двойную сплошную линию, проехать на красный свет, превысить скорость. Такой элемент введен и для пешеходов: аномальные перейти дорогу на красный свет, если вблизи нет автомобилей.

Для большей реалистичности моделирования в программу введен элемент вероятности. Это означает, что любой моделируемый элемент, будь то пешеход или автомобиль, может совершать ошибки: автомобиль может заглохнуть, нарушить правила в опасной ситуации, пешеход может начать переходить дорогу, когда на дороге поблизости есть автомобили. Подобные ошибки могут привести к авариям. Вследствие этого, в зависимости от ширины дороги и плотности транспортного потока, могут возникать пробки. Пробки также могут возникнуть без наличия аварии, если плотность движения высокая.

В качестве примера приведем возникновение аварийной ситуации в результате ошибки водителя (рис. 2).

На левой части рисунка изображено исходное состояние: автомобили движутся без сбоев. На правом рисунке изображен тот же участок города. Как мы видим, на главной улице возникла небольшая пробка. Один из водителей совершил ошибку и его машина заглохла. Автомобили, ехавшие за ним, вынуждены были остановиться. Поскольку дорога двухполосная и движение средней плотности, пробка образовалась небольшая.

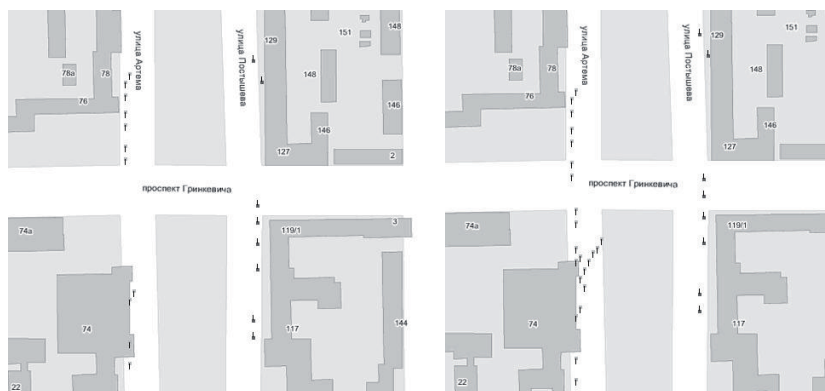


Рисунок 2 – Моделирование движения при средней плотности движения (слева) и ошибке водителя (справа)

На рис. 3 приведен аналогичный пример на той же самой дороге, только с более высокой плотностью движения. Наблюдается пробка внушительных размеров. Как мы видим, автомобили скопились в обеих полосах дороги. Практически все сильные клетки (а именно те, которые имели возможность) объехали препятствие

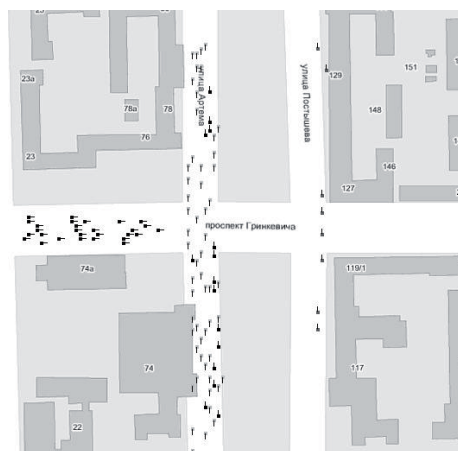


Рисунок 3 – Моделирование ошибки водителя при высокой плотности движения

по встречной полосе. Теоретически, это могло привести к аварии и возникновению еще большей пробки и на встречной полосе, но такой ситуации в данном примере не наблюдается

Для большей универсальности в программу был также добавлен режим упрощенного моделирования движения при помощи графов. Данная модель находится в стадии тестирования и пример ее реализации изображен на рис. 4.

3

Вершины графа – это перекрестки. Ребра представляют собой дороги (улицы). Каждое направленное ребро соответствует одной полосе. Данная модель используется для исследования автомобильного движения и не предусматривает моделирование движения пешеходов. У каждого ребра есть вес, который соответствует загруженности дороги автомобилями. Главной функцией этого режима программы является поиск оптимального пути между двумя вершинами графа.

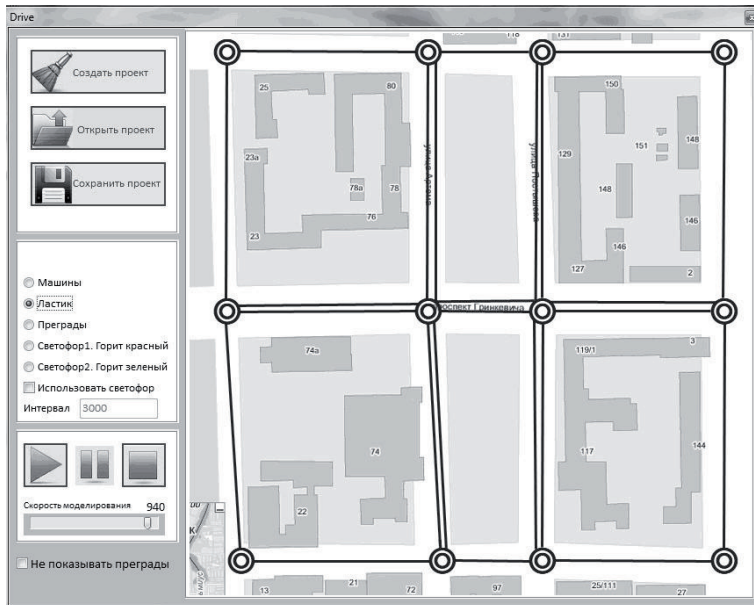


Рисунок 4 – Моделирование загрузки магистралей при помощи графов

Выводы

В ходе разработки и тестирования программы были получены модельные результаты, близкие к динамике дорожного движения в реальном мире. При помощи программы Drive можно моделировать процессы движения транспорта и пешеходов в различных ситуациях: задавать поток моделируемых транспортных единиц разной плотности, устанавливать различные преграды, наблюдать возникновение аварийных ситуаций и пробок. При многократном моделировании разных ситуаций можно определить потенциально опасные участки дороги и ввести необходимые корректировки в процесс регулирования дорожного движения на месте. В дальнейшем планируется более детальная разработка flash-версии программы для ее использования в качестве веб-приложения на портале моделирования ДонНТУ [2].

Литература

- [1] Тофоли Т., Марголюс Н. Машины клеточных автоматов // Издательство «Мир» Москва, 1991. – 280 с.
- [2] Аноприенко А.Я., Башков Е.А., Самойлова Т.А. Портал компьютерного моделирования: цели, задачи и особенности организации // Материалы первой международной научно-технической конференции «Моделирование и компьютерная графика», г. Донецк, 4-7 октября 2005 г., Донецк, 2005. С. 16-20.