

Мустафаев Г.К., аспирант

Гецович Е.М., д.т.н., профессор

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

ОБ УЧЕТЕ ПОВЕДЕНИЯ ВОДИТЕЛЯ В МОДЕЛЯХ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

Предложена методика моделирования индивидуального поведения водителя с помощью «коэффициента решительности». Определены основные этапы выполнения исследования для накопления экспериментальных данных, необходимых для определения коэффициента решительности. Также предложено коэффициент решительности разбить на группы в зависимости от вида маневра.

Ключевые слова: моделирование, транспортный поток, коэффициент решительности водителя.

Рост напряженности в работе транспортных систем больших городов вызывает необходимость непрерывного совершенствования технических средств организации дорожного движения (ОДД) в направлении создания автоматической системы управления дорожным движением (АСУДД) для значительной части уличной дорожной сетки города, например, всей центральной деловой части (ЦДВЧГ), которые обеспечены максимально использовать пропускную способность не только отдельных участков, но и всей УДС.

Наиболее сложной задачей на пути создания таких АСУ ДД является разработка программного обеспечения контролера, что обусловлено противоречиями требований:

- достаточная точность используемых моделей транспортных потоков;
- необходимость прогнозирования развития ситуаций на всех элементах УДС и выявления проблемных участков;
- большое количество элементов УДС (тысячи);
- большое количество одновременно движущихся объектов (десятки тысяч);
- необходимость выбора в реальном масштабе времени лучшего варианта из десятков(а возможно, и сотен) вариантов ОДД.

В настоящее время используются несколько подходов к моделированию движения транспортных потоков:

- макроскопические модели, построенные на гидрогазо- или электродинамических аналогиях [1, 4-7];
- микроскопические модели, использующие подробное описание каждого объекта и их взаимодействия в потоках [2, 4 -7];
- мезоскопические модели [3, 4-7], как попытка объединить преимущества макро- и микроскопических моделей.

Макроскопические модели достаточно просты, но с точки зрения использования в АСУ ДД обладают рядом существенных недостатков. Во-первых, они не позволяют моделировать дискретно-непрерывные потоки, которые характерны для УДС городов, где объекты движутся «пакетами», т.е условно-непрерывный поток можно рассматривать только в пределах одного

пакета, а между пакетами непрерывность нарушается. Это не позволяет моделировать взаимодействие конфликтующих потоков.

Микроскопические модели позволяют достаточно точно моделировать взаимодействие потоков, а следовательно, и прогнозировать развитие ситуации на УДС. Но они не обеспечивают требуемого быстродействия, т. к. математическая модель, построенная на микроскопическом подходе для тысяч элементов УДС и десятков тысяч движущихся объектов содержит миллионы уравнений и условий.

Предложенный в работах [8,9] эмпирико-стохастический подход к моделированию транспортных потоков, который предусматривает не вычисление параметров потоков, а их задание как случайных величин на основе экспериментально полученных распределений вероятностей их значений, принципиально позволяет создать модель движения транспортных потоков, удовлетворяющую требованиям точности прогнозирования и быстродействия. При этом поведение водителя авторы предлагают задавать коэффициентом решительности вида [9]:

$$K_p = \frac{\tau_T}{\tau_\Phi}, \quad (1)$$

где τ_T – теоретически необходимое для выполнения маневра время; τ_Φ – фактически выбранный запас времени оцененный водителем как достаточный для безопасности выполнения маневра.

Очевидно, что величина K_p конкретного водителя зависит не только от его опыта, характера, психо-физиологического состояние и т.д., но и от вида маневра, интенсивности движения, дорожной обстановки и т.д.

Попытка «подменить» реальное поведение водителей введением в модели понятие «граничный интервал» фактически является «протаскиванием» в модели «среднестатистического водителя».

Информация об исследовании зависимости коэффициента решительности водителя от указанных факторов в литературе отсутствует, что не позволяет на данном этапе практически использовать предложенный способ учета водителя в моделях транспортных потоков.

Поскольку решительность водителя может быть различной при выборе параметров режима движения или принятии решения о выполнении маневра, то общую задачу следует разделить на ряд частных задач:

1. При движении в пакете:
 - выбор скорости водителя первого в «пакете» автомобиля;
 - выбор дистанции водителями следующих автомобилей;
 - выбор полосы движения (при наличие альтернативы);
 - принятие решения об обгоне.
2. При въезде на главную дорогу на перегруженном перекрестке:
 - на правом повороте;
 - при пересечении перекрестка;

– при левом повороте.

Получение исходных статистических данных для построения распределения вероятности значений коэффициентов решительности для всех перечисленных выше частных задач возможно путем обработки видеоизображений движений реальных транспортных потоков на УДС городов. Причем, видеоизображения следует получить при различных интенсивностях движения, поскольку с высокой степенью вероятности можно предположить, что с ростом интенсивности растет и решительность водителей.

В данном случае будут использованы два программных продукта:

- VirtualDub;
- GetIntervalDistribution.

VirtualDub – это программный продукт, который используется в целях получения из видео фрагментов (в нашем случае нерегулируемых перекрестков) в серию картинок.

GetIntervalDistribution – это программный продукт для получения временных интервальных распределений транспортного потока

VirtualDub

- Запустить программу;
- Разбить видео на отдельные картинки;
- Сохранить серию картинок.

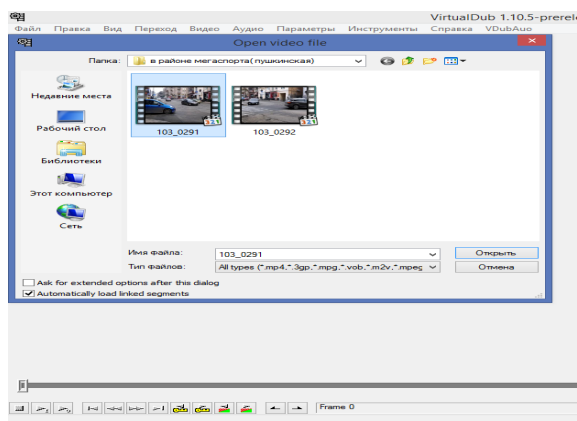


Рис. 1. Добавление видео реальных перекрестков в программный продукт VirtualDub для получения исходных данных

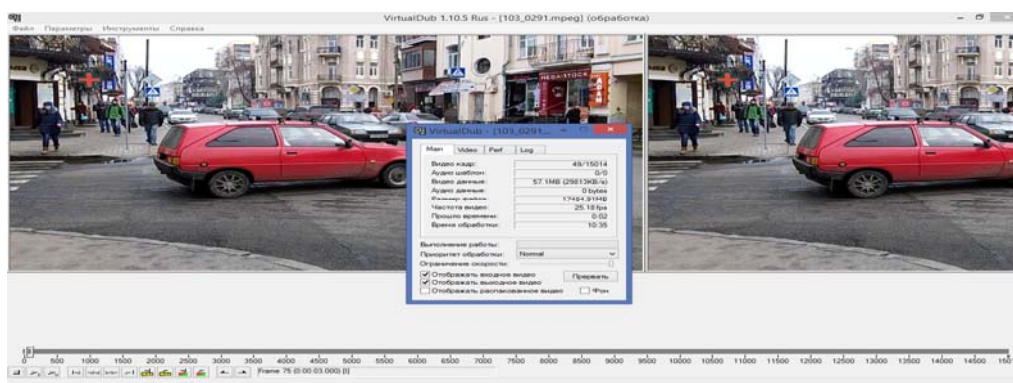


Рис. 2. Работа с видеоизображением в программном продукте VirtualDub

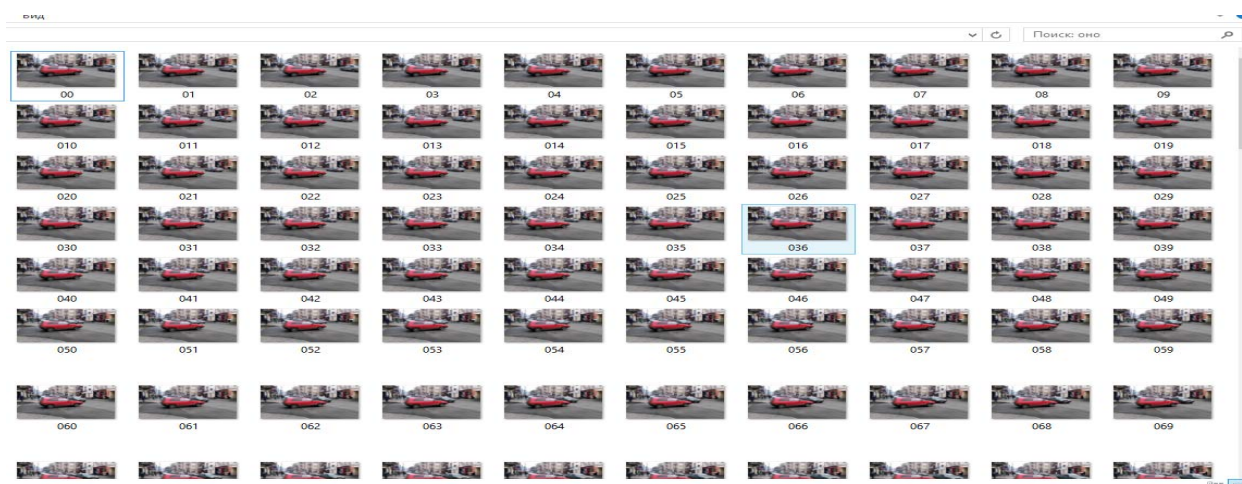


Рис. 3. Разбиваем видеоизображение реальных перекрестков на отдельные кадры в программном продукте VirtualDub

GetIntervalDistribution

- запустить программу;
- выбрать директорию с картинками;
- выбрать шаг перелистывания кадров;
- начертить линии для отслеживания событий на кадре;
- выбрать цвет линии;
- щелчком мыши на кадре выбрать начальную точку линии, вторым щелчком определить конец линии;
- для получения временных расстояний между событиями, необходимо нажать кнопку «transform to time»;
- получить выходные данные.

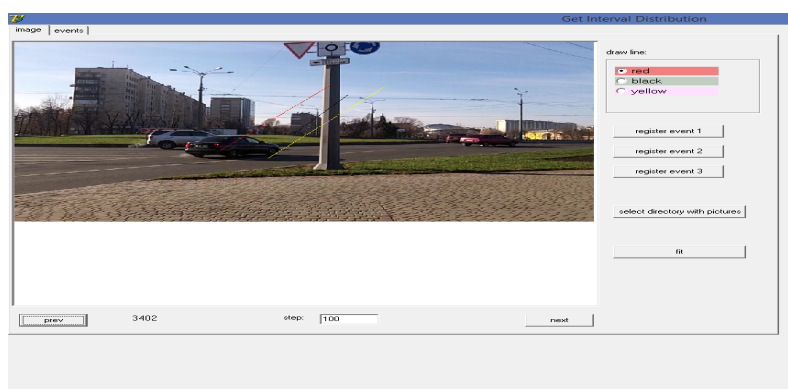


Рисунок 4. Отмечаем нужные нам участки на кадрах в программном продукте GetIntervalDistribution для получения исходных данных

Последующий выбор коэффициента решительности для конкретного водителя (движущегося объекта) может быть сделан на основании полученных распределений вероятности значений коэффициентов решительности с помощью любого известного «генератора случайных чисел» по известной процедуре.

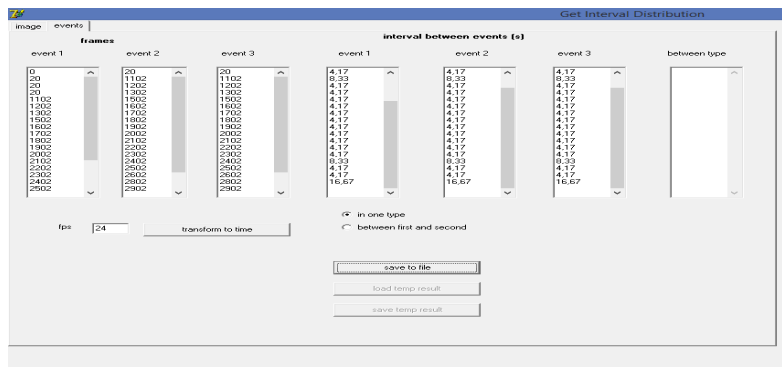


Рисунок 5. Получение временного значения для расчета коэффициента решительности в программном продукте GetIntervalDistributio для получения исходных данных.

Поскольку видеоизображения, а следовательно и статистические данные по предложенному способу учета влияния водителей на движение транспортных потоков, основаны на реальном сочетании в общем потоке водителей с различной степенью решительности, то следует ожидать, что это повысит точность моделирования в отличие от моделей, где используются модели «идеального» или «среднего» водителя.

Литература

1. Greenberg H. An analysis traffic flow // Operations Research. – 1959. – Vol.7. – P. 79-85.
2. Pipes L. A. An operational analysis of traffic dynamic //J. Appl. Phys. – 1953. – Vol. 24. – P. 274-281.
3. Prigogine I., Herman R. kinetic Theory of Vehicular Traffic. N. Y.: Elsevier, 1971.
4. Семенов В.В. Математическое моделирование динамики транспортных потоков мегаполиса. – М.: ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, 2004. – 231 с.
5. Швецов В.И Математическое моделирование транспортных потоков // Автоматика и телемеханика. – 2003. - №11. – С. 3-46.
6. Hoogendoorn S., Bovy P. State-of-the-art of Vehicular Traffic Flow Modelling // Journal of System and Control Engineering/ Special Issue on Road Traffic Modelling and Control, 2001. – Vol. 215. - №. 4. – P. 283-304.
7. Wilco. B. Hybrid microscopic-mesoscopic traffic simulation // Doctoral Dissertation Royal Institute of Technology. – Stockholm. Sweden. 2004.
8. Гецович Е.М. Эмпирико-стохастический подход к моделированию транспортных потоков / Е.М. Гецович, В.Т. Лазурик, Н.А. Семченко, В.Ю. Король // Компьютерное моделирование в наукоемких технологиях: тр. научн. – техн. конф. с междунар. участием Харьк. нац. ун-та имени В.Н. Каразина, 18 – 21мая 2010 г. – Харьков, 2010. Ч.1. – С. 101-104.
9. Гецович Е. М, Король В.Ю. Об учете водителя в эмпирико-стохастических моделях транспортных потоков // Компьютерное моделирование в наукоемких технологиях: тр. научн. – техн. конф. с междунар. участием Харьк. нац. ун-та имени В.Н. Каразина, 18 – 21мая 2010 г. – Харьков, 2010. Ч.1. – С. 19-21.