

УДК 656.021.2

Е.М. Гецович², Г.К. Мустафаєв¹¹ Харківський національний автомобільно-дорожній університет² Сумський національний аграрний університет**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ВОДИТЕЛЯ НА
НЕРЕГУЛИРУЕМЫХ ПЕРЕКРЕСТКАХ В ПРАВОПОВОРОТНЫХ ПОТОКАХ**

В статье предложен и исследован метод моделирования поведения водителя на нерегулируемых перекрестках в правоповоротных потоках. Выполнен анализ и обработка видеосъемки движения потоков с выездом на главную дорогу и левым поворотом на T-образном перекрестке выбранном на УДС города Харьков. Предложен по сути усовершенствованный способ «граничных интервалов» как «скользящий граничный интервал» для моделирования поведения водителя. Основной особенностью данного метода является то, что для каждого отдельного взятого водителя определяется свой граничный интервал исходя из присвоенного ему коэффициента решительности..

Ключевые слова: моделирование, транспортный поток, коэффициент решительности водителя, распределение вероятностей значений коэффициента решительности

Є.М. Гецович, Г.К. Мустафаєв**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕДІНКИ ВОДІЯ НА НЕРЕГУЛЬОВАНИХ
ПЕРЕХРЕСТЯХ У ПРАВОПОВОРОТНІХ ПОТОКАХ**

У статті запропоновано і досліджено метод моделювання поведінки водія на нерегульованих перехрестях у правоповоротних потоках. Виконано аналіз і обробку відеоз-йомки руху потоків з виїздом на головну дорогу і правим поворотом на T-образному перехресті обраному на ВДМ міста Харків. Запропонований по суті удосконалений спосіб «граничних інтервалів» як «ковзаючих граничних інтервалів» для моделювання поведінки водія. Основною особливістю даного методу є те, що для кожного окремого взятого водія визначається свій граничний інтервал виходячи з присвоєного йому коефіцієнта рішучості.

Ключові слова: моделювання, транспортний потік, коефіцієнт рішучості водія, розподіл ймовірностей значень коефіцієнта рішучості.

E. Getsovich, G. Mustafayev**EXPERIMENTAL STUDY OF DRIVER BEHAVIOR AT UNREGULATED INTERSECTIONS
IN RIGHT-TURNING FLOWS**

In the article the method of modeling the behavior of the driver on unregulated intersections in right-turning flows is proposed and studied. The analysis and processing of the motion video of the streams with the exit to the main road and the right turn at the T-shaped intersection of the city of Kharkiv chosen by the VMM has been performed. An essentially improved method of "boundary intervals" as "sliding marginal intervals" for simulating driver behavior is proposed. The main feature of this method is that for each individual driver it is determined its limit interval based on its assigned coefficient of determination.

Keywords: modeling, traffic flow, driver determination coefficient, probability distribution of values of the coefficient of determination.

Постановка проблеми. При составлении моделей движения транспортных потоков через перекрестки улично-дорожной сети (УДС) наибольшую сложность представляет задача моделирования поведения водителя, поскольку оно не поддается сколь-нибудь точному математиче-скому описанию, зависит от практически не ограни-ченного числа факторов и даже у одного и того же водителя может существенно изменяться в течение достаточно короткого промежутка времени, напри-мер, одной поездки.

Известен ряд подходов к решению этой задачи:

- все водители ведут себя одинаково и дисциплинированно, т.е. моделируется «среднестатистический» водитель[1];
- водители ведут себя по разному в пределах каких-либо ограничений(например, метод граничных интервалов)[2];
- метод граничных интервалов, в котором для какой-то заранее заданой части водителей значения граничных интервалов изменяются[3].

Известные подходы позволяют лишь весьма приближенно моделировать поведение водителей, что приемлемо при решении ряда задач, например, при моделировании в процессе проектирования организации дорожного движения (ОДД) на отдельных перекрестках или сравнительно небольших участках УДС.

Ранее авторами был предложен способ моделирования поведения водителя с помощью коэффициента «решительности» вида

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

где τ_T – теоретически необходимый временной интервал для выполнения желаемого маневра, τ_ϕ – фактически выбранный и оцененный водителем как достаточный.

Результаты исследования. При этом каждому водителю автомобиля стоящего первым в очереди перед перекрестком значение K_p присваивается как случайная величина с учетом экспериментально полученного распределения вероятностей значений K_p для данного типа перекрестка и вида маневра.

По сути этот способ является «способом скользящих граничных интервалов», поскольку для каждого водителя определяется свой граничный интервал исходя из присвоенного ему коэффициента решительности как

$$\tau_{cp} = \tau_\phi = \frac{\tau_T}{K_p} \quad (2)$$

Очевидно, что при построении моделей движения транспортных потоков с учетом поведения водителей по предложенному способу наиболее трудоемким является получение экспериментальных распределений вероятностей значений K_p . Значение τ_T для (1) можно легко получить из геометрии перекрестка и траектории движения автомобилей при выполнении желаемого маневра из соотношения

$$l_{Tp} = \frac{j\tau_T^2}{2} \quad (3)$$

где l_{Tp} - длина траектории движения при выполнении маневра. j - ускорение автомобиля в процессе выполнения маневра.

Величина τ_ϕ для (1) может быть определена путем обработки видеосъемки движения потоков на перекрестках. Для пояснения методики обработки видеосъемки на рисунках 1,2,3 приведены стоп-кадры видеосъемки в момент начала движения автомобиля а (рис. 1) с выездом на главную дорогу и правым поворотом (Т-образный перекресток на УДС г.Харькова «ул.Свободы-ул.Пушкинская»), в момент завершения маневра автомобилем а (рис. 2) и в момент прибытия в точку завершения маневра автомобилем а автомобиля б, движущего по главной дороге (рис.3).



Рис.1. Стоп-кадр видеосъемки в момент начала движения автомобиля а с выездом на главную дорогу



Рис.2. Стоп-кадр видеосъемки в момент завершения маневра автомобилем а



Рис.3. Стоп-кадр видеосъемки в момент прибытия в точку завершения маневра автомобилем а автомобиля б

Для пояснения методики обработки видеосъемки на рисунках 1,2,3 приведены стоп-кадры видеосъемки в момент начала движения автомобиля а (рис. 1) с выездом на главную дорогу и правым поворотом (Т-образный перекресток на УДС г.Харькова «ул.Свободы-ул.Пушкинская»), в момент завершения маневра автомобилем а (рис. 2) и в момент прибытия в точку завершения маневра автомобилем а автомобиля б, движущего по главной дороге (рис.3).

Смещение изображений осуществляется по кадрово. Если от положения рис.1 до положения рис.3 изображение сместилось на n кадров, а частота съемки – 24 кадра/сек, то

$$\tau_{\phi} = \frac{n}{24} (\text{сек}) \quad (3)$$

Полученные из (1) с учетом (4) значений K_p сгруппированы по интервалам и построены гистограммы распределения вероятностей значений K_p для правоповоротного потока (рис.4).

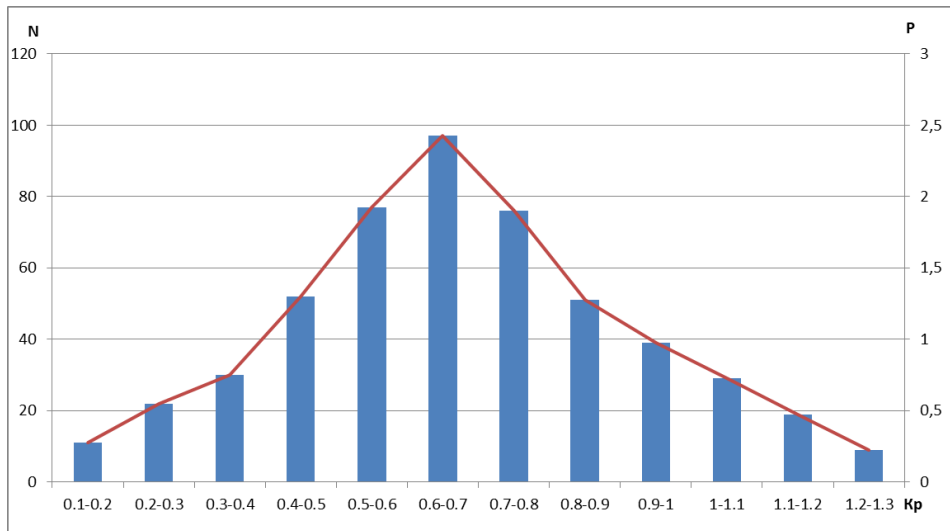


Рис.4. Гистограмма распределения вероятностей значений коэффициента решительности при правом повороте

По желанию разработчиков моделей движения транспортных потоков интервал K_p может быть уменьшен, например, до 0.05, 0.025 и т.д.

Аналогично по выше приведенной методике гистограммы вида рис.4 могут быть получены для других видов маневра: левый поворот, пересечение главной дороги, обгон и т.д. С помощью таких гистограмм значения K_p для каждого автомобиля в потоке могут быть заданы с помощью любого известного генератора случайных чисел.

Вывод. Предложенный способ имитации поведения водителя в моделях транспортных потоков позволяет приблизить точность имитации к реальному разнообразию поведения водителей, а следовательно, повысить адекватность моделей.

1. Гасников А. В. Введение в математическое моделирование транспортных потоков: книга./ А.В. Гасников. -Москва: МФТИ, 2010. – С. 74–78.

2. Швецов В.И. Математическое моделирование транспортных потоков/ В.И Швецов // Автоматика и телемеханика. - 2003. - №11. – С.102–122.

3. Клинковштейн Г.И. Организация дорожного движения: учеб. для вузов. / Г.И. Клинковштейн, М.Б. Афанасьев. – М: Транспорт, 2001 – 247 с.

Рецензент:

Шраменко Н.Ю., доктор технических наук, профессор, Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. Петра Василенка, Харьков, Украина.