УДК 004

ПРОБЛЕМНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ И МОДЕЛЕЙ ИССЛЕДОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА.

Филимонов Р.Н

научный руководитель доктор физ.-мат. наук, профессорДобронец Б.С.

Институт Космических и Информационных Технологий

Сибирского Федерального Университета

В настоящее время исследование транспортных потоков представляет собой важную задачу, т.к. в современных мегаполисах встает задача регулирования и управления транспортными потоками в связи с повышением нагрузки на дорожно-транспортную сеть. Это связано с быстрым ростом автомобилизации населения, медленными темпами строительства новых дорожно-транспортных сетей, ухудшением состояния дорожно-транспортного полотна, ростом спроса на перемещения людей по городу и т.д.

Транспортный поток можно определить с одной стороны как совокупность транспортных средств, одновременно участвующих в движении на дорожно-транспортной сети. А с другой стороны как набор параметров: средняя скорость, плотность (число автомобилей на единицу длины), интенсивность (число автомобилей, проходящих через любую данную точку дороги в единицу времени).

Существуют различные методы и подходы для изучения транспортных потоков. Одним из основных методом изучения транспортных потоков является моделирование. Существует множество различных подходов к моделированию, например, моделирование транспортного потока на основе метода аналогии с гидродинамическими моделями движения потока воды. Такие модели принято называть макромоделями. В качестве примера такой модели, можно привести модель Лайтхилла-Уизема-Ричардса, которая описывала однополосный поток. Другим подходом к моделированию ТП являются так называемые микромодели, в основе которых лежит концепция «о желании придерживаться при движении безопасной дистанции до лидера». Примером такой модели является модель оптимальной скорости Ньюэлла. Еще одним популярным типом модели является модель клеточных автоматов, где вся дорожно-транспортная сеть разбивается на дискретные клетки, в которой может находиться только одно АТС, время считается дискретным

Важной составляющей, которая не учитывается в приведенных выше подходах, является отсутствие учета неопределённого(случайного) характера основных показателей, характеризующих ТП. Такими показателями могут являться: количество ям на дороге, наличие бокового ветра и его скорость, количество правых и левых поворотов по ходу движения, количество перестроений необходимое для поворота налево, количество ДТП и т.д.

Важным недостатком в большинстве подходов к моделированию ТП является отсутствие учета неопределённого характера входных данных и вероятностного характера ТПне учитывают вероятностные процессы. Для учета этих процессов используют еще один класс моделей – стохастические модели.

Стохастическая модель –математическая модель, в которой параметры, условия функционирования и характеристики состояния моделируемого объекта представлены случайными величинами и связаны стохастическими (т.е. случайными, нерегулярными) зависимостями, либо исходная информация также представлена случайными величинами. Следовательно, характеристики состояния в модели определяются не однозначно, а через законы распределения их вероятностей.

Несомненно, что составляя стохастическую модель, мы не можем учесть влияние всех случайных характеристик в силу их большого количества и их возможной неопределенности. Но для решения небольших задач, мы можем составить вполне адекватную модель, которая сможет удовлетворять требуемым условиям.

Все параметры стохастической модели можно разделить на две категории: детерминированные параметры и стохастические. Поэтому часто такие модели называют детерминированно-стохастическими моделями, в которых транспортный поток представляется в виде композиции стационарно-детерминированной составляющей и стохастической компоненты.

Для примера рассмотрим простую жизненную задачу - определить время прибытия автотранспортного средства (АТС) в заданную точку, например остановку. Представим нашу модель в виде черного ящика. На входе будет расстояние и скорость АТС, а на выходе время прибытия. Расстояние всегда постоянная величина и не зависит от случайных показателей, в то время как скорость зависит от случайных параметров. Эти параметры могут быть как количественные: количество полос и АТС, количество светофоров и перекрестков на пути следования, количество ям, скорость бокового ветра и т.д., так и качественные, например состояние дорожно-транспортного полотна.

Построим модель на основе регрессионного анализа. Пусть у нас имеются некоторые статистические данные. На основе этих данных с помощью регрессии, мы сможем определить закон формирования скорости движения АТС для подсчета его времени прибытия в заданную точку. Для простоты предположим, что АТС будет двигаться по прямому участку двух полосной дороги. Пусть скорость движения АТС будет зависеть от двух характеристик: количества светофоров (n) на пути следования и плотности потока (p).

После проведения регрессионного анализана основе имеющихся данных получим:

$$V = -8.0067 \; + \; 9.3337 * \mathrm{n} \; + \; 0.1846 * \mathrm{p}$$

Тогда наша простейшая модель для определения времени будет выглядеть как:

$$t = \frac{S}{V} = \frac{S}{-8.0067 + 9.3337 * n + 0.1846 * p}$$

В ней есть и детерминированные переменные, такие как: расстояние и число светофоров, и стохастические – плотность потока. На полученной модели можно с некоторой точностью вычислить время прибытия АТС в точку. Для того чтобы повысить точность можно усложнить модель, прибегнув к интервальной математике и определить плотность не как среднюю величину, а как некий интервал и тогда можно будет рассчитать время в некотором интервале значений.

Список используемых источников:

Введение в математическое моделирование транспортных потоков:учеб. пособие / Гасников А.В., Кленов С.Л., Нурминский Е.А., [и др.];. — М.: МФТИ, 2010. — 362 с;

Вероятностные и имитационные подходы к оптимизации автодорожного движения/ А. п. Буслаев, А. В. Новиков, В. М. Приходько, [и др]. Под редакцией чл.-корр.РАН В.М. Приходько. - М.: Мир, 2003, - 368 с., ил.

Интервальная математика / Добронец Б.С. — М-во образования Рос. Федерации, Краснoярк. гос. ун-т. Красноярск, 2004.

Численные операции над случайными величинами и их приложения /Добронец Б.С., Попова О.А.— Журн. СФУ. Сер. Матем. и физ., 4:2 (2011), 229-239