Дипломная работа

Костенчук М.И.

31-03-2011

Оглавление

0.1 Введение

Невозможно представить современную жизнь при отсутствии дорожного транспорта. Сегодня у многих жителей России есть свой личный автомобиль, тогда как отыскать человека, никогда в жизни не пользовавшегося общественным транспортом довольно сложная задача. Это безусловно удобно. Но с развитием этой отрасли, неизбежно и появление издержек. Машин становится всё больше, плотность проживания людей в результате урбанизации увеличивается. Эти тенденции приводят к увеличению загруженности транспортных систем. Встаёт вопрос о том, чтобы в автоматическом режиме обнаруживать слабые места в транспортной сети и распределять нагрузку с наиболее загруженных участков.

Для решения этих проблем и были придуманы интеллектуальные транспортные системы. ИТС — это интеллектуальная система, использующая разработки в моделировании транспортных систем и регулировании транспортных потоков, предоставляющая конечным потребителям большую информативность и безопасность, а также качественно повышающая уровень взаимодействия участников движения по сравнению с обычными транспортными системами.

Одной из важнейших задач интеллектуальных транспортных систем является заблаговременное обнаружение опасности возникновения заторов на пересечениях транспортных потоков, вызванных ограниченной пропускной способностью этих участков. Наискорейшее обнаружение опасности затора даёт возможность соответствующим дорожным службам успеть подготовиться к этой проблеме и принять какие-либо меры для её предотвращения. Пропускная способность перекрёстка зависит от множества факторов, таких как состав движения, угол обзора, качество покрытия. Но основным параметром является интенсивность движения на встречном и перекрёстных направлениях.

Целью работы является разработка программного комплекса, позволяющего с заданной точностью определить, сменилась ли интенсивность движения, на сколько она сменилась, и появилась ли в новой ситуации опасность возникновения затора.

0.2 Литературный обзор

Данная задача является частным случаем задач об оптимальной остановке случайных процессов. Из русскоязычных авторов наибольший вклад в изучение этой теории осуществил Альберт Николаевич Ширяев. В частности, вопрос об оптимальной остановке Вальдовского процесса или Броуновского движения был подробно рассмотрен в книге данного автора под названием «Вероятностно-статистические методы в теории принятия решений». Для понимания книги необходимо также ознакомиться и с такими трудами А.Н. Ширяева как «Вероятность – 1» и «Вероятность – 2».

0.3 Концептуальная постановка задачи

Каждый элемент улично-дорожной сети (УДС) характеризуется своей пропускной способностью. Пропускная способность отдельных участков УДС определяется пропускной способностью узкого места. Узкими местами являются пересечения и примыкания автомобильных дорог. Одной из основных задач интеллектуальных транспортных систем (ИТС) является предсказание появления заторов на участках УДС, которые образуются в случае превышения пропускной способности элементов УДС (в нашем случае — пересечение автомобильных дорог). Чем раньше и надёжнее мы сможем оценить интенсивность движения на подходе к узкому месту, тем эффективнее будут действия ИТС по предотвращению заторов. Таким образом основной задачей данной работы является определение достоверной интенсивности движения на всех возможных подходах к узкому месту с возможностью минимизации времени фиксирования разладки.

Поскольку формирование транспортного потока на подходах к узкому месту являются случайными процессами, то в качестве математического аппарата используются вероятностно статистические методы в теории принятия решений.

Поскольку число пересечений автомобильных дорог различных типов достаточно велико, то в качестве узкого места в данной работе было выбрано нерегулируемое, равнозначное пересечение двухполосных дорог в одном уровне. Такого типа пересечения являются наиболее сложными в описании их функционирования по пропуску транспортных потоков. Перейдём к формализации постановки задачи.

0.4 Формальная постановка задачи

Интенсивностью движения по одной полосе называется число автомобилей, проходящих в единицу времени через заданный створ полосы движения. Пропускной способностью полосы движения называется максимальное число автомобилей, проходящих в единицу времени через конечный створ полосы движения. Пропускная способность полосы движения зависит от многих факторов: геометрических характеристик полосы, состав её покрытия, видимость, состав транспортного потока и так далее.

Пропускную способность пересения определить не так то просто. На рисунке **??** представлены возможные маршруты движения транспортных потоков на нерегулируемом равнозначном двухполосном пересечении двух дорог. Мы видим, что всего таких маршрутов 12. При этом каждый из них в принципе может быть независим от всех остальных, поэтому не совсем понятно что в таком случае считать пропускной способностью пересечения. Пропускная способность определяется по работам Исходя из этих работ пропускной способностью пересечения является многомерная функция, зависящая от 11 переменных. Данная функция строится по результатам компьютерных экспериментов с имитационными моделями транспортных потоков, движущихся по пересечению. Компьютерные эксперименты для определения указанной функции заключаются в следующем. Фиксируется значение интенсивности движения в одиннадцати маршрутах, а для двенадцатого маршрута проводятся серии экспериментов для увеличивающихся щначений интенсивности движения по нему до тех пор, пока не будет достигнута пропускная способность данного маршрута. Для получения указанной функции требуется проведение сотен тысяч и боее компьютерных экспериментов с соответствующем семейством имитационных моделей. Такие эксперименты были проведены для рассматриваемого в данной рабооте пересечения и их результаты используются в работе в качестве исходных данных.

Предполагается, что фрагмент рассматриваемой ИТС состоит из пунктов наблюдения за четырьмя интенсивностями движения на подходе к пересечению, которые могут находиться на значительном расстоянии от пересечения (2–4 километра и более). Задача ИТС состоит в определении точного значения интенсивности движения на подходах и проведении прогноза возможности образования заторов на пересечении.

Рассмотрим в отдельности один подход к пересечению. Пусть в заданном его створе происходит сбор информации о проходящих автомобилях.

Предполагается, что в пункте наблюдения (створ полосы движения) случайным образом появляются автомобили. Случайные интервалы между появлением двух соседних автомобилей могут быть распределены по разным законам (Пуассона, Эрланга, Гаусса). Пункт наблюдения должен проводить оценку интенсивности движения за конкретный промежуток времени(5 минут, 10, и т.д.) или после появления определённого числа автомобилей (50, 100 и т.д.). Значение интенсивности движения есть случайная величина. Задача ИТС заключается в определении времени наступления и величины разладки с заданной точностью. Эта задача решается в пункте Собрав такого рода информацию на всех подходах к пересечению определяется вероятность появления заторов, т.е. превышения пропускной способности пересечения, о чём говорилось выше.

Желательно, чтобы система так же давала предупреждения о значениях интенсивности к пропускной способности близких к пропускной способности.

0.5 Математическая модель

0.5.1 Математическая постановка задачи

Пусть имеется числовая последовательность $x = (x_1, x_2, ...)$ с $x_i \in \mathbb{R}$ представляющая собой Вальдовский процесс. **ОПИСАТЬ ВАЛЬДОВСКИЙ ПРОЦЕСС**. Наименьшую σ-алгебру в $\mathbb{R}$, порождённую множествами вида

$$\{x : x_1 \in I_1, ...x_n \in I_n\}, n \geq 1,$$

где I_k — борелевские множества на $\mathbb{R}$, обозначим через $\mathcal{B}$.

Будем считать, что на $(\mathbb{R}, \mathcal{B})$ заданы две вероятностные меры P_0 и P_∞. Через f_θ будем обозначать плотность распределения

$$P_\theta(\xi \in B) = \int_B f_\theta(x)\mu(dx), \theta = 0, \infty,$$

Предположим, что шаг за шагом мы получаем данные $x_1, x_2, ...$, являющиеся наблюдениями над случайной величиной ξ. Мы хотим различить две гипотезы H_0 и H_∞ — о том, какое действует распределение, P_0 или P_∞, — используя последовательные тесты, определяемые следующим образом.

Каждый последовательный тест δ определяется парой (τ, ϕ), где

a. $\tau = \tau(x)$ — марковский момент (или момент остановки) относительно потока $\{\mathcal{F}_n, n \geq 1\}$, где $\mathcal{F}_n = \sigma(x : x_1, x_2, ..., x_n)$ — σ-алгебра, порождённая наблюдениями $x_1, x_2, ..., x_n$, т.е. $\tau = \tau(x)$ — момент остановки, принимающий значения $0, 1, ..., \infty$ и такой, что

$$\{x : \tau(x) \leq k\} \in \mathcal{F}_k$$

при каждом $k \in \{0, 1, ...\}$

б. $\phi = \phi(x)$ — $\mathcal{F}_\tau$-измеримая функция со значениями в $[0,1]$, где $\mathcal{F}_\tau = \sigma(x : x_1, x_2, ..., x_\tau)$ — σ-алгебра, порождённая величинами $x_1, x_2, ..., x_\tau$.

Момент τ интерпретируется как момент прекращения наблюдений с последующим принятием решения $\phi = \phi(x)$, интерпретируемого как вероятность принятия гипотезы H_0, когда наблюдениями являются $x_1, x_2, ..., x_\tau$.

Для решения задачи обратимся к последовательному тесту Вальда.

ТЕСТ ВАЛЬДА

0.5.2 Приложение к конкретной задаче

Броуновское движение.

Фиксированное значение среднеквадратичного отклонения.

Обнаружение изменения математического ожидания.

Оптимальное теоретическое значение μ_∞.

Определение значения математического ожидания после разладки.

0.6 Программная реализация

Результаты работы.