

5. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ: пер. с англ. / Дж.-О. Ким, Ч. У. Мьюллер, У. Р. Клекка [и др.] / под ред. И. С. Енюкова. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 215 с.

УДК 625.746.5:625.739

МЕТОДИКА ИДЕНТИФИКАЦИИ РЕГУЛИРУЕМЫХ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПЕРЕКРЕСТКОВ

Тарасов О.В., Корнилов С.Н.

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический
университет им. Г.И. Носова» (МГТУ),*

455000, г. Магнитогорск, пр-т Ленина, 38,

кафедра «Промышленный транспорт», oleg-tarasov-bankir@yandex.ru

Аннотация

В работе представлена методика определения принадлежности к одному из уже известных классов вновь проектируемых регулируемых перекрестков или перекрестков, на которых вводится светофорное регулирование.

Ключевые слова: регулируемый автотранспортный перекресток, классифицирующая функция, дискриминантный анализ.

METHOD FOR IDENTIFICATION OF CONTROLLED MOTOR CROSSROADS

Tarasov O., Kornilov S.

Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov

Abstract

The research presents a method of determining the membership of the newly designed signaled crossings or road crossing that introduced traffic light regulation, to one of the already known classes.

Key words: signaled crossing, classification function, discriminant analysis.

Развитие транспортной сети города неизбежно приводит к увеличению количества регулируемых перекрестков [1,6,7,9]. При проектировании схемы организации движения и расчете режимов светофорного регулирования новых перекрестков возникает задача определения их функциональной принадлежности к одному из уже известных классов [3,4,8]. Дискриминантный анализ представляет собой действенное средство идентификации регулируемых перекрестков [2,5].

Этот метод идентификации дает возможность получить одну или несколько функций, обеспечивающих возможность отнесения данного объекта (регулируемого перекрестка) к одной из определенных групп.

Эти функции называются классифицирующими и зависят от значений переменных таким образом, что появляется возможность отнести каждый регулируемый перекресток к одному из уже известных классов [2, 4].

Пусть имеется множество регулируемых перекрестков X_1, X_2, \dots, X_n . Каждый регулируемый перекресток характеризуется несколькими признаками (переменными) $X_i = \{x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{im}\}$, $i = \overline{1, n}$. Для регулируемого перекрестка такими признаками являются геометрические параметры, характеристика зоны застройки перекрестка и интенсивности пешеходного и транспортного потоков.

При использовании дискриминантного анализа предполагается, что все множество регулируемых перекрестков города при помощи методики классификации уже разбито на несколько классов. Признаки, которые используются для того, чтобы отличать один класс от другого, называют дискриминантными переменными. Введем следующие обозначения:

k – число классов;

m – число дискриминантных переменных;

n_k – число регулируемых перекрестков в классе;

n – общее число регулируемых перекрестков по всем классам.

При проведении дискриминантного анализа должны соблюдаться следующие условия:

- число классов $k \geq 2$;
- число регулируемых перекрестков в каждом классе $n \geq 2$
- число дискриминантных переменных $0 < m < (n-2)$;
- дискриминантные переменные измеряются по интервальной шкале;
- дискриминантные переменные линейно независимы;
- ковариационные матрицы классов примерно равны.

Классифицирующая функция для каждого класса представляет собой линейную комбинацию, которая максимизирует различия между классами, но минимизирует дисперсию внутри классов. Она имеет следующий вид

$$h_k = b_{k0} + b_{k1}x_1 + b_{k2}x_2 + \dots + b_{kj}x_j + \dots + b_{km}x_m, \quad (1)$$

где h_k – значение функции для класса k ;

b_{kj} – коэффициенты, которые необходимо определить, $j = \overline{0, m}$.

Регулируемый перекресток относится к классу с наибольшим значением h_k .

Коэффициенты для классифицирующих функций b_{kj} определяются по формуле

$$b_{kj} = (n - k) \sum_{i=1}^m a_{ji} X_{ik}, \quad (2)$$

где a_{ij} – элемент матрицы, обратной к внутригрупповой матрице попарных произведений.

Постоянный член b_{k0} определяется по формуле

$$b_{k0} = (-0,5) \sum_{i=1}^m b_{ki} X_{ik}. \quad (3)$$

Выбор функции расстояния между регулируемыми перекрестками для классификации является наиболее очевидным способом введения меры сходства для регулируемых перекрестков. В тех случаях, когда переменные коррелированы, измерены в разных единицах и имеют различные стандартные отклонения, целесообразно применять выборочное расстояние Махаланобиса

$$D^2(X/G_k) = (n - k) \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^m a_{ji} (X_j - X_{jk})(X_i - X_{ik}), \quad (4)$$

где $D^2(X/G_k)$ – квадрат расстояния от данного регулируемого перекрестка до центра класса k ;

X_i – i -й регулируемый перекресток с m признаками.

При проведении дискриминантного анализа и определении признаков, которые наилучшим образом разделяют классы между собой, используют два пошаговых метода:

- метод последовательного включения переменных;
- метод последовательного исключения переменных.

При использовании метода последовательного включения переменных на каждом шаге просматриваются все переменные, и определяется та переменная, которая вносит наибольший вклад в различие между классами. Эта переменная включается на данном шаге, после чего происходит переход к следующему шагу. При использовании метода последовательного исключения переменных, все переменные сначала включаются, а затем на каждом шаге устраняются те из них, которые вносят наименьший вклад. В качестве результата успешного анализа сохраняются те переменные, чей вклад в дискриминацию больше остальных.

В процедурах последовательного отбора критерием отбора выступают следующие меры качества: статистика Уилкса; квадрат расстояния Махаланобиса между ближайшими классами; межгрупповая F -статистика; минимум остаточной дисперсии.

Таким образом, методы дискриминантного анализа позволяют выявить различия между регулируемыми перекрестками, для каждого класса перекрестков строить классифицирующие функции, а также определить их принадлежность к одному из уже известных классов регулируемых перекрестков.

Методика идентификации регулируемых автотранспортных перекрестков следующая:

1. Для каждого регулируемого автотранспортного перекрестка методом натуральных обследований накапливаются значения классификационных признаков. Классификационными признаками являются: геомет-

рические параметры перекрестков; характеристика зоны застройки перекрестков; интенсивность пешеходного и транспортного потоков;

2. В соответствии с методикой классификации, все регулируемые перекрестки разбиваются на k классов;

3. Для каждого класса, используя многомерный дискриминантный анализ, определяются апостериорные вероятности и классифицирующие функции тремя методами: стандартным; последовательного исключения переменных из модели; последовательного включения переменных в модель. Перекресток будет относиться к тому классу, для которого классификационное значение максимально.

4. Проводится анализ классификационных функций с помощью Х-статистики Уилкса, F-статистики и уровня вероятности.

Библиографический список

1 Тарасов О.В., Корнилов С.Н. Нейросетевое моделирование режимов работы светофорных объектов с целью организации движения транспортных потоков по принципу «зеленой волны». // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: материалы 69 межрегиональной науч.-технич. конф. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. тех. ун-та им. Г.И.Носова, 2012. – Т. 1. – С. 12-14.

2 Каримов Р.Н. Основы дискриминантного анализа: учебно-методич. пособие. – Саратов: СГТУ, 2002. – 108 с.

3 Жамбю М. Иерархический кластер-анализ и соответствия. – М.: Финансы и статистика, 1988. – 344 с.

4 Факторный, дискриминантный и кластерный анализ: пер. с англ. / Дж.-О. Ким, Ч.У. Мьюллер, У.Р. Клекка [и др.] / под ред. И. С. Енюкова. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 215 с.

5 Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрики. – М.: ЮНИТИ, 1998. – 1098 с.

6 Тарасов О.В., Корнилов С.Н. Оптимизация режимов работы объектов светофорного регулирования методами нечеткой логики // Современные проблемы транспортного комплекса России. – 2012. – № 2. – С. 139-143.

7 Методика разработки маршрутной сети движения городского пассажирского транспорта (на примере г. Магнитогорска) / С.Н. Корнилов, А.Н. Рахмангулов, Н.А. Осинцев [и др.] // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2011. – № 2 (34). – С. 49-58.

8. Проектные работы по обновлению маршрутной сети городского пассажирского автотранспорта г. Магнитогорска: отчет о НИР. Муниципальный контракт №1444 / С.Н. Корнилов, А.Н. Рахмангулов, Н.А. Осинцев [и др.]. – Магнитогорск, ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2009. – 254 с.

9. Хомченко А.Н., Осинцев Н.А. Ресурсоэкономичность транспортных систем городов // Современные проблемы транспортного комплекса России. – 2012. – № 2. – С. 134-139.