

Библиографический список

1. Журнал «РЖД Партнер» специальный выпуск «Контрейлерные перевозки» 2012 год.
2. Викинг (поезд) / Википедия - свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – URL: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Викинг_\(поезд\)](http://ru.wikipedia.org/wiki/Викинг_(поезд))
3. Нечаев С. РЖД выезжают на природу / «Экология». Приложение, №115 (4900) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kommersant.ru/doc/1966362/print>.
4. Журнал «РЖД Партнер» специальный выпуск «Контрейлерные перевозки», 2012. – С.9.

УДК 656.056.4:004.032.26

МЕТОДИКА АНАЛИЗА И КЛАССИФИКАЦИИ РЕГУЛИРУЕМЫХ ПЕРЕКРЕСТКОВ ГОРОДСКИХ УЛИЦ

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 исследовании, на основе использования методов многомерно-статистического анализа, разработана методология и методика анализа и классификации регулируемых перекрестков городских улиц. В результате теоретических исследований определена совокупность признаков для классификации и выявления принадлежности регулируемых перекрестков городских улиц к одному из уже известных классов.

Ключевые слова: регулируемый автотранспортный перекресток, классификация, многомерный статистический кластерный анализ.

THE METHODS OF ANALYSIS AND CLASSIFICATION CONTROLLED JUNCTIONS CITY STREETS

Tarasov O., Kornilov S.

Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov

Abstract

Based on the methods of multivariate statistical analysis in the research developed a methodology and a technique of the analysis and classification signaled crossings of the city streets. In the result of theoretical research is determined by the totality of characteristics for the classification and definition of belonging to one of the already known classes of signaled crossings of the city streets.

Key words: signaled crossing, classification, multivariate statistical analysis.

Каждый регулируемый перекресток города индивидуален, характеризуется свойственными только ему геометрическими параметрами, застройкой зоны перекрестка и интенсивностью движения пешеходного и транспортного потоков, т.е. классификационными признаками, однозначно его определяющими [1,2]. Но наряду с этим, перекрестки характеризуются классификационными признаками, имеющими примерно одинаковое значение. Следовательно, можно провести классификацию перекрестков городов [3]. При этом, каждому классу будет принадлежать свой набор классификационных признаков, строго отделяющих его от других классов.

Совокупность методов кластерного анализа позволяет классифицировать регулируемые перекрестки-пересечения и перекрестки-примыкания $X1, X2...Xn$, каждый из которых описывается набором классификационных признаков $Xi = \{xi1, xi2, \dots, xim\}$, $i=\overline{1, n}$ и приводит к разбиению на классы с учетом всех группировочных признаков одновременно [4]. При этом не указаны четкие границы каждого класса, а также неизвестно заранее, сколько классов целесообразно выделить в исследуемой совокупности. Целью проведения кластерного анализа является образование схожих между собой классов перекрестков.

Для проведения классификации с помощью многомерного статистического кластерного анализа натурными исследованиями обследуются регулируемые перекрестки города. Признаками, по которым будут разделяться перекрестки в выборке на классы, являются: геометрические параметры перекрестка, характеристика застройки зоны перекрестка и интенсивности движения пешеходного и транспортного потоков. Введем следующие условные обозначения:

- $X1, X2... Xn$ – совокупность регулируемых перекрестков;
- $Xi = \{xi1, xi2, \dots, xim\}$, i -й классификационный признак ($i=\overline{1, n}$);
- D – матрица расстояний между регулируемыми перекрестками.

Для каждого регулируемого перекрестка рассмотрим следующую совокупность классификационных признаков (рис. 1):

- $x1, x2, x3, x4$ – ширина полосы соответственно по направлениям Юг-Север, Запад-Восток, Север-Юг и Восток-Запад, м;
- $x5, x6, x7, x8$ – число полос на подходе соответственно по направлениям Юг-Север, Запад-Восток, Север-Юг и Восток-Запад;
- $x9, x10, x11, x12$ – число полос на выходе соответственно по направлениям Юг-Север, Запад-Восток, Север-Юг и Восток-

Запад;

- $x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{16}, x_{17}, x_{18}, x_{19}, x_{20}$ – радиус траектории поворота транспортного средства соответственно на направлениях Юг-Запад, Юг-Восток, Запад-Север, Запад-Юг, Север-Восток, Север-Запад, Восток-Юг, Восток-Север, м;
- $x_{21}, x_{22}, x_{23}, x_{24}$ – наименьшее расстояние до торгового центра соответственно на направлениях Юг-Запад, Запад-Север, Север-Восток, Восток-Юг, м;
- x_{25} – вместимость стоянки у торгового центра;
- $x_{26}, x_{27}, x_{28}, x_{29}$ – наличие остановок общественного транспорта соответственно по направлениям Юг-Север, Запад-Восток, Север-Юг и Восток-Запад;
- x_{30}, x_{31} – интенсивность пешеходного потока соответственно по направлениям Запад-Восток и Юг-Север, чел/час;
- $x_{32}, x_{33}, x_{34}, x_{35}$ – интенсивность транспортного потока соответственно по направлениям Юг-Север, Запад-Восток, Север-Юг и Восток-Запад, прив.ед./час.

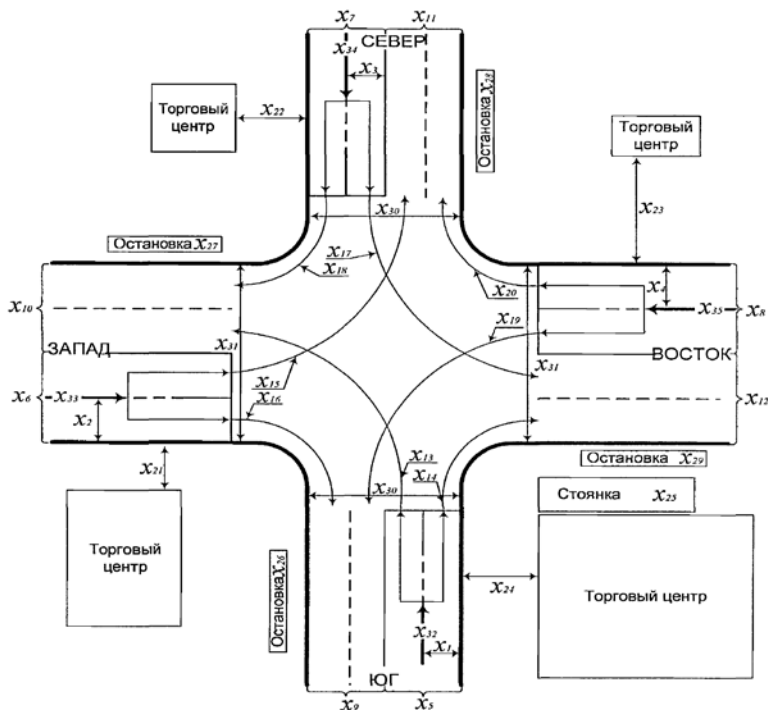


Рис. 1. Классификационные признаки регулируемых перекрестков

Перед началом классификации признаки подвергаются процедуре нормировки (вычитается среднее и производится деление на корень квадратный из дисперсии). Полученные в результате нормализации переменные имеют нулевое среднее и единичную дисперсию, что уменьшает различия между классами по тем классификационным признакам, по которым наилучшим образом обнаруживались групповые различия. Все перекрестки разбиваются на два больших класса, отличающихся конструктивными особенностями: перекрестки-пересечения и перекрестки-примыкания, для каждого из которых классификация проводится отдельно.

В каждый класс должны попасть те регулируемые перекрестки, которые имеют сходные классификационные признаки. Сходство или различие между классифицируемыми регулируемыми перекрестками устанавливается в зависимости от метрического расстояния между ними. Если каждый регулируемый перекресток описывается l признаками, то он может быть представлен в виде точки в k -мерном пространстве, и сходство с другими регулируемыми перекрестками будет определяться как соответствующее расстояние. Приведем различные меры расстояний между регулируемыми перекрестками:

1) евклидово расстояние

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{l=1}^m (x_{il} - x_{jl})^2}; \quad (1)$$

2) взвешенное евклидово расстояние

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{l=1}^m w_l (x_{il} - x_{jl})^2}; \quad (2)$$

3) расстояние «city-block»

$$d_{ij} = \sum_{l=1}^m |x_{il} - x_{jl}|; \quad (3)$$

4) расстояние Минковского

$$d_{ij} = \left(\sum_{l=1}^m |x_{il} - x_{jl}|^r \right)^{1/r}; \quad (4)$$

5) расстояние Махаланобиса

$$d_{ij} = (X_i - X_j)^r S_*^{-1} (X_i - X_j); \quad (5)$$

где d_{ij} – расстояние между i -м и j -м регулируемыми перекрестками;
 x_{il} , x_{jl} – значение l -го классификационного признака соответственно для i -го и j -го регулируемого перекрестка, $l = 1, m$;

X_i , X_j – векторы значений признака для i -го и j -го регулируемого перекрестка;

S_*^{-1} – общая ковариационная матрица;
 w_l – вес, приписываемый l -му признаку.

Выбор меры расстояний и весов для классифицирующих признаков – важный этап разбиения регулируемых перекрестков, так как от этих процедур зависят состав и количество формируемых классов, а также степень сходства регулируемых перекрестков внутри классов.

Для наглядной классификации регулируемых перекрестков используем иерархические агломеративные методы кластерного анализа. Их сущность заключается в том, что на первом шаге каждый регулируемый перекресток выборки рассматривается как отдельный класс. Процесс объединения классов происходит последовательно. На основании матрицы расстояний или матрицы сходства объединяются наиболее близкие регулируемые перекрестки. Если матрица сходства первоначально имеет размерность kl , то полностью процесс классификации завершается за $l-1$ шагов, в итоге все регулируемые перекрестки будут объединены в один класс. Последовательность объединения легко поддается геометрической интерпретации и может быть представлена в виде графа-дерева (дендрограммы).

Методы иерархического кластерного анализа различаются не только используемыми мерами сходства (различия), но и алгоритмами классификации. Наибольшее распространение получили: метод одиночной связи; метод полных связей; метод средней связи; метод Уорда.

Для проверки правильности классификации используем один из итеративных методов кластерного анализа, а именно метод k -средних. Метод k -средних принадлежит к группе итеративных методов эталонного типа. Для начала процедуры классификации должны быть заданы k случайно выбранных регулируемых перекрестков, которые будут служить эталонами, т.е. центрами классов. Сущность этого метода заключается в том, что процесс классификации начинается с задания количества образуемых классов. Метод k -средних очень чувствителен к изменению задаваемых параметров. Целесообразно сначала провести классификацию иерархическими методами с построением дерева классификации, а затем уже подбирать начальное разбиение и статистический критерий для работы итерационного алгоритма.

После завершения процедур классификации необходимо оценить полученные результаты. Для этой цели используется мера качества классификации – функционал. Наилучшим по выбранному функционалу следует считать такое разбиение, при котором достигается экстремальное (минимальное или максимальное) значение целевой функции – функционала качества.

В большинстве случаев алгоритмы классификации и критерии качества связаны между собой, т.е. определенный алгоритм обеспечивает

получение экстремального значения соответствующего функционала качества.

Рассмотрим функционалы качества [5].

1. Сумма квадратов расстояний до центров классов:

$$F_1 = \sum_{k=1}^p \sum_{i \in S_1} d^2(X_i, \bar{X}_k), \quad (6)$$

где k – номер класса ($k = 1, 2, \dots, p$);

\bar{X} – центр l -го класса;

X_i – вектор значений переменных для i -го регулируемого перекрестка, входящего в l -й класс;

$d(X_i, \bar{X}_k)$ – расстояние между i -м регулируемым перекрестком и центром l -го кластера.

При использовании этого критерия стремятся получить такое разбиение совокупности регулируемых перекрестков на k кластеров, при котором значение F_1 было бы минимальным.

2. Сумма внутриклассовых расстояний между регулируемыми перекрестками

$$F_2 = \sum_{k=1}^p \sum_{j \in S_1} d_{ij}^2, \quad (7)$$

В этом случае наилучшим следует считать такое разбиение, при котором достигается минимальное значение F_2 , т.е. получены классы большой «плотности». Регулируемые перекрестки, попавшие в один класс, близки между собой по значениям тех признаков, которые использовались для классификации.

3. Суммарная внутриклассовая дисперсия

$$F_3 = \sum_{k=1}^p \sum_{j=1}^r \sigma_{ij}^2, \quad (8)$$

где σ_{ij}^2 – дисперсия j -й переменной в k -м классе.

В данном случае разбиение, при котором сумма внутриклассовых (внутригрупповых) дисперсий будет минимальной, следует считать оптимальным.

Методология классификации регулируемых автотранспортных перекрестков на основе многомерного статистического кластерного анализа следующая:

1. совокупность регулируемых перекрестков по конструктивным особенностям делится на два больших класса: перекрестки-пересечения и перекрестки-примыкания;

2. для каждого регулируемого перекрестка методом натуральных обследований получают значения классификационных признаков. Классификационными признаками являются геометрические параметры, ха-

рактеристика зоны застройки перекрестка, а также интенсивность движения пешеходного и транспортного потоков;

3. перед началом классификации все значения классификационных признаков нормируются;

4. выбирается метрика и алгоритм классификации;

5. проводится классификация регулируемых перекрестков иерархическим агломеративным методом с построением дендрограммы классификации;

6. на дендрограммах классификации иерархического агломеративного кластерного анализа наглядно определяется количество классов для перекрестков-пересечений и перекрестков-примыканий;

7. для подтверждения правильности классификации регулируемых перекрестков проводится классификация итеративным методом k -средних. Для этого задается количество классов, полученных при построении дендрограммы классификации, и начальный центр класса. Наиболее предпочтительным является пересчет центра тяжести класса после каждого изменения его состава;

8. строится граф усреднений, вычисляется среднее значение кластера для каждого признака и проводится анализ расстояний, межгрупповой и внутригрупповой дисперсии, а также F -статистики. Чем больше различия между средними значениями кластеров для каждого классификационного признака, тем более точно проведена классификация регулируемых перекрестков;

9. выделяются основные классифицирующие признаки каждого класса регулируемых перекрестков.

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. 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.

3. 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.

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

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.