

результат логістичної системи для базової (або існуючої) марки транспортного засобу, грн.

Висновки. Сучасний стан ринкових відношень потребує поєднання всіх учасників ринку споживчих товарів для успішного функціонування на цьому ринку. Логістичні системи, що утворюються, повинні швидко реагувати на зміни попиту на товар. Зважаючи на велику різноманітність можливих утворення логістичних систем виникає необхідність їхнього вивчення і отримання інформації про особливості їхнього розвитку.

Література

1. Антипова С.П. Исследование эффективности централизованной доставки материалов потребителям : автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. экон. наук: спец. 08.00.06 / С.П. Антипова. – М., 1977. – 22 с.
2. Воркут А.И. Грузовые автомобильные перевозки / А.И. Воркут. – К. : Вид-во "Вища шк.", 1986. – 447 с.
3. Гаджинский А.М. Логистика / А.М. Гаджинский. – М. : Изд-во Инф.-внедр. центра "Маркетинг", 1999. – 228 с.
4. Гаркуша Н.И. Оптимизация производственно-транспортных систем в условиях неопределенности : автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. экон. наук: спец. 08.00.06 / Н.И. Гаркуша; АН УССР, Ин-т кибернетики им. В.М. Глушкова. – К. : Вид-во "Либідь", 1991. – 16 с.
5. Гордон М.П. Координация сбыта и перевозок промышленной продукции / М.П. Гордон. – М. : Изд-во "Экономика", 1978. – 63 с.
6. Дурасов А.С. Вопросы совершенствования складского снабжения потребителей на основе кооперирования снабженческо-сбытовых организаций (на примере Главснаба БССР) : автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. экон. наук: спец. 08.00.06 / А.С. Дурасов. – М., 1977. – 22 с.
7. Жданов В.П. Исследование и разработка методов повышения эффективности управления материальными потоками в иерархических многоуровневых системах снабжения (На примере гражданской авиации) : автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. техн. наук / В.П. Жданов. – К., 1983. – 21 с.
8. Мусаев Б.С. Моделирование процессов товародвижения / Б.С. Мусаев. – Баку : Изд-во АЗНИИНТИ, 1974. – 42 с.
9. Наумик В.Т. Транзитом или с базы (Выбор формы снабжения) / В.Т. Наумик. – М. : Изд-во "Экономика", 1966. – 64 с.
10. Петрашевский О.Л. Методологические аспекты исследования и построения сложных транспортных организационно-технических систем / О.Л. Петрашевский // Ринок послуг комплексних транспортних систем та прикладні проблеми логістики : зб. доп. 4-ої Міжнар. наук.-практ. конф. – К. : Вид-во НК "Експоцентр України", 2002. – С. 31-37.
11. Рубения Р.К. Роль оптовой торговли в хозяйственных связях с производством : автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. экон. наук / Р.К. Рубения; Заочн. ин-т сов. торговли. – М. : Изд-во "Проспект", 1988. – 23 с.
12. Смехов А.А. Логистика / А.А. Смехов. – М. : Изд-во "Транспорт", 1990. – 63 с.
13. Смехов А.А. Основы транспортной логистики / А.А. Смехов. – М. : Изд-во "Транспорт", 1995. – 197 с.
14. Соколик М.П. Оперативное управление производством и поставками: модели и методы / М.П. Соколик. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1991. – 144 с.
15. Соколик М.П. Планирование поставок в условиях стохастического характера производства и потребления / М.П. Соколик // Применение экономико-математических методов и автоматизированных систем обработки информации в материально-техническом снабжении : темат. сб. / науч. рук. М.К. Михно. – К. : Изд-во "Время-С", 1969. – Вып. 3. – С. 53-69.

Руденко Д.В., Лагодюк О.Д. Построение модели работы логистической системы с целью улучшения технико-экономических показателей работы автотранспорта

Предложен критерий эффективности функционирования логистической системы – ожидаемый финансовый результат позволяет учитывать потери участников системы от иммобилизации капитала. Рассмотрена схема логистической системы на стадии распределения товаров. Построение модели работы логистической системы позволит определить параметры работы системы, при которых достигается максимум ожидаемого финансового результата. С точки зрения использования транспортных технологий доставки товаров, предлагается использовать показатель транспортная привлекательность каналов распределения товаров.

Ключевые слова: транспортная система, расходы логистической системы.

Rudenko D.V., Lagodjuk O.D. Building a model of logistic system to improve the technical and economic performance of vehicles

The proposed criterion for the efficiency of the logistics system – expected financial results takes into account the loss of participants from the immobilization of capital. Schematics logistics system under the distribution of goods. Building a model of logistic system will determine the parameters of the system under which the maximum of the expected financial results. In terms of transport technologies deliver the goods, it is proposed to use the traffic rate the attractiveness of channels of distribution of goods.

Keywords: transportation system, the cost of logistics system.

УДК 004.832 Аспір. Я.В. Бренич¹ – Східноєвропейський НУ ім. Лесі Українки

ПОРІВНЯЛЬНІ ОЦІНКИ ОСНОВНИХ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ КЛАСИФІКАЦІЇ

Виконано стислий огляд основних сучасних методів та засобів, призначених для розв'язання задачі класифікації. Подано існуючі систематизації цих підходів. Описано переваги та недоліки семи популярних і широко вживаних класифікаторів. Проведено порівняльний аналіз цих методів за п'ятьма критеріями: тип підходу, області розв'язання, швидкість тренувальної фази, точність та загальне представлення підходу. Продемонстровано переваги нейромережевого підходу над іншими описаними методами для розв'язання задачі класифікації.

Ключові слова: задача класифікації, методи та засоби класифікації, лінійний дискримінантний аналіз Фішера, метод K -найближчих сусідів, дерева прийняття рішень, нейронні мережі, метод опорних векторів, нечітка логіка, генетичний алгоритм.

Постановка проблеми. Відомо, що класифікація – це формалізована задача, математична постановка якої має такий вигляд: нехай задано $a: X \rightarrow Y$, що є множиною описів об'єктів, а Y – це множина номерів (найменувань) класів й існує певне відображення $y^* = X \rightarrow Y$, значення якого відоме тільки на об'єктах кінцевої навчальної вибірки $X^m = \{(x_1, y_1), \dots, (x_m, y_m)\}$, необхідно побудувати алгоритм $a: X \rightarrow Y$, що класифікує довільний об'єкт M [1].

Важливість ефективного вирішення задачі класифікації сприяла виникненню різноманітних методів і підходів до її розв'язання. Їх можна систематизувати так:

А) Статистичні класифікатори:

- а) класичні:
 - лінійний дискримінантний аналіз Фішера (least squares; maximum likelihood);

¹ Наук. керівник: доц. П.В. Тимошук, д-р техн. наук – НУ "Львівська політехніка"

- квадратичний дискримінантний аналіз;
- логістична регресія.

б) сучасні:

- ядерна оцінка щільності розподілу;
- метод K -найближчих сусідів;
- пошук оптимальних проєкцій;
- наївний Байєсовий класифікатор;
- Байєсова мережа.

Б) Дерева прийняття рішень:

- а) C4.5;
- б) CART;
- в) дерево Байєса;
- г) NewID;
- д) JRule
- е) інші.

В) Нейронні мережі:

- а) навчання з учителем:
 - мережа Гопфільда;
 - машина Больцмана;
 - мережа Хемінга;
 - перцептрон;
 - багатошаровий перцептрон;
 - мережа векторного квантування та її модифікації.
- б) навчання без учителя:
 - мережі на основі адаптивного резонансу та їх модифікації;
 - самоорганізаційна карта Кохонена.

Г) інші методи:

- а) метод опорних векторів;
- б) нечітка логіка;
- в) генетичні алгоритми.

Д) Комбіновані методи:

- а) Dipol92;
- б) нейронні дерева прийняття рішень;
- в) інші [4].

Існують також інші класифікації. Одну з них наведено далі.

1. Процедури класифікації, що містять лінійні комбінації даних, навіть якщо над ними будуть здійснені нелінійні перетворення (лінійний дискримінантний аналіз Фішера; логістична регресія; квадратичний дискримінантний аналіз; багатошаровий перцептрон; DIPOL92).
2. Дерева прийняття рішень (C4.5; CN2; C4.5; CART; IndCART; NewID; дерево Байєса; JRule).
3. Група оцінки щільності (The density estimate group) (метод K -найближчих сусідів; радіально-базисні функції; наївний Байєсовий класифікатор; самоорганізаційна карта Кохонена; лінійна квантизація векторів; ядрова оцінка щільності розподілу) [4].

Переваги та недоліки основних сучасних методів та засобів класифікації. З кожної групи наведених класифікаторів розглянуто найпопулярніші та найбільш широко вживані з них.

1. Метод лінійного дискримінантного аналізу Фішера для класифікації.

Переваги:

- 1) одна з найстаріших процедур класифікації, що з легкістю реалізується на комп'ютерних додатках;
- 2) не потребує строгих припущень;
- 3) ймовірнісні гіпотези не є обов'язковими;
- 4) спрощує задачу з d -вимірного простору в одновимірній [4].

Недоліки:

- 1) можливість досягнення мінімального значення похибки зменшується зі збільшенням тренувальної вибірки;
- 2) не ефективний для задач з великою кількістю класів;
- 3) характеристичні ознаки строго обмежені ($c-1$, де c – кількість класів) [4].

2. Метод K -найближчих сусідів для класифікації.

Переваги:

- 1) внаслідок простоти зручний для використання в комп'ютерному моделюванні [4];
- 2) існують технології зменшення шумів, які можуть працювати лише для K -найближчих сусідів, що сприяє використанню методу як класифікатора;
- 3) в ситуаціях, коли тлумачення вихідних даних необхідне, метод може запропонувати для тлумачення аналіз сусідніх даних [2].

Недоліки:

- 1) алгоритм чутливий до невідповідних або надлишкових характеристичних ознак, тому що кожна з них робить внесок у подібність, на якій ґрунтується класифікація;
- 2) робота алгоритму здійснюється протягом часу виконання, що може погіршуватись у разі збільшення тренувальної вибірки;
- 3) у багатьох випадках алгоритм краще замінити на інші, як наприклад, метод опорних векторів чи нейронні мережі [4].

3. Метод дерев прийняття рішень для класифікації.

Переваги:

- 1) простий для розуміння та інтерпретацій;
- 2) має розв'язок навіть для малої кількості складних даних;
- 3) використовує модель "білої скриньки";
- 4) може бути поєднаний з іншими технологіями на основі прийняття рішень [4].

Недоліки:

- 1) дерева прийняття рішень, особливо з великою кількістю гілок, характеризуються складністю і великою затратною часу на їх виконання;
- 2) великі дерева тяжкі для розуміння і пояснення;
- 3) цей засіб класифікації є дороговартісним через необхідність детального кількісного та статистичного аналізу даних;
- 4) неможливість впровадження регресії та передбачення скінченного результату;
- 5) не спроможний передбачити значення скінчених атрибутів;
- 6) реалізація парних та експоненціальних функцій ускладнена;
- 7) обмеження у вигляді одного виходу на атрибут, нездатність спроектувати вибірку для двох або більше об'єктів [4].

4. Метод нейронних мереж для класифікації.

Переваги:

- 1) демонструють значну стійкість до зашумлених даних, як і здатність класифікувати об'єкти, для яких не відбувалось тренування [3];
- 2) здатність до спрощення складних нелінійних відображень [5];
- 3) незалежність від апріорних припущень щодо розподілу даних;
- 4) в процесі функціонування, мережі можуть бути поповненні новими даними, що робить їх корисними для динамічних додатків [3];
- 5) коли один з елементів виходить з ладу, мережа продовжує функціонувати внаслідок паралельної структури архітектури [4].

Недоліки:

- 1) структура алгоритму тяжка для розуміння [2];
- 2) під час налаштування з'являється багато додаткових атрибутів;
- 3) оптимальна структура мережі може бути визначена лише експериментально;
- 4) добрати оптимальну кількість нейронів для вирішення конкретної задачі достатньо тяжко [2].

5. Метод опорних векторів для класифікації.

Переваги:

- 1) складність комп'ютерної реалізації зводиться до задачі квадратичного програмування;
- 2) модель залежить від нелінійних границь класів;
- 3) переналаштовування засобу мало ймовірно [5].

Недоліки:

- 1) структура алгоритму тяжка для розуміння;
- 2) оптимальні параметри тяжко підібрати за умови, що тренувальні дані не є лінійно сепарабельними;
- 3) тренувальна фаза відбувається повільно, подібно до дерев прийняття рішень [4], [5].

6. Метод нечіткої логіки для класифікації.

Перевага:

- 1) різні стохастичні взаємовідносини можуть бути визначені для опису властивостей.

Недоліки:

- 1) точність результатів не може бути досягнута, якщо напрямок прийняття рішення наперед не відомий;
- 2) апріорні знання є важливими для отримання точних результатів [5].

7. Метод генетичного алгоритму для класифікації.

Переваги:

- 1) завжди знаходить розв'язок при оптимізації алгоритму (проте не завжди найкращий);
- 2) ефективний для оброблення великих, складних, не диференційних та мультимодальних просторів;
- 3) використовується для добору характеристичних ознак і їх класифікації;
- 4) використовується для очищення характеристичних ознак від невідповідних та зашумлених даних;
- 5) ефективний пошуковий метод для розв'язання комплексних задач [4],[5].

Недоліки:

- 1) не ефективний для знаходження оптимального розв'язку, розрахований на відшукування зального результату;
- 2) обчислення оціночної функції є нетривіальним;
- 3) складнощі в представленні тренувальних та вихідних даних [5].

Кожен з вищенаведених класифікаторів має власні параметри побудови та функціонування. Ефективність розв'язання задачі значною мірою залежить саме від особливостей засобу. Для проведення повноцінної порівняльної характеристики в табл. розглянуто такі параметри для кожного з класифікаторів: тип підходу, області розв'язання, швидкість тренувальної фази, точність та загальне представлення методу [5].

Табл. Порівняльна характеристика методів класифікації

Параметр Метод	Тип підходу	Області розв'язання	Швидкість тренувальної фази	Точність	Загальне представлення
Лінійний дискримінантний аналіз Фішера	Статистичний	Лише лінійні області розв'язання	Залежить від числових значень векторів	Залежить від кількості вхідних класів	Лінійна функція атрибутів
K - найближчих сусідів	Непараметричний	Області розв'язання мають лінійні границі	Процес лінійно зростає залежно від кількості даних	Залежить від пониження розмірності та пониження зашумленості	Мажоритарна вибірка; дистанційне зважування
Дерева прийняття рішень	Логічний	–	–	Залежить від структури дерева	Дерево (листя і гілки; граф)
Нейронні мережі	Непараметричний	Ефективні, якщо дані мають лише декілька вхідних значень зі змінними величинами	Структура мережі, імпульс швидкості, критерій збіжності	Залежить від кількості вхідних класів	Мережева структура
Метод опорних векторів	Непараметричний з двійковим	Ефективні за умови збільшення вхідних змінних	Розмір тренувальної вибірки, параметри ядра, сепарабельність класів	Залежить від вибору оптимальної гіперплощини	Параметр ядра
Нечітка логіка	Статистичний	Залежить від апріорних знань для границь рішення	Ітераційне використання нечіткого інтегралу	Залежить від вибору порогової функції	Нечіткий інтеграл
Генетичний алгоритм	Масив даних	Залежить від напрямку прийняття рішення	Очищення від невідповідних та зашумлених генів	Залежить від вибору генів	Вибрані характеристичні ознаки

Висновки. Отже, за критерієм популярності застосування, в роботі проаналізовано такі сучасні методи розв'язання задачі класифікації: лінійний дискримінантний аналіз Фішера, K-найближчих сусідів, дерева прийняття рішень, нейронні мережі, опорних векторів, нечітка логіка та генетичний алгоритм. Кожен з наведених засобів має свої переваги та недоліки, що значною мірою визначає сферу їх застосування. Наприклад, дерева прийняття рішень відрізняються від інших методів відносною простотою для розуміння й інтерпретацій, проте у разі збільшення умов характерна велика затрата часу на виконання алгоритму. Статистичні класифікатори, представлені лінійним дискримінантним

аналізом Фішера, не ефективні для задач з великою кількістю класів. Цей недолік є характерним також для методу K -найближчих сусідів. Складністю тренувальної фази характеризуються сучасні популярні методи опорних векторів та генетичний алгоритм. Головним недоліком нечіткої логіки для класифікації є необхідність в апіорних оцінках. Тому серед цих методів значно вирізняється точністю та універсальністю нейромережевий підхід. Більшість недоліків наведених методів усунуто цим засобом. Також нейронні мережі вирізняються здатністю до динамічного оновлення, стійкістю до зашумлених даних та паралельною архітектурою. Тому розширення існуючих обмежень є актуальною задачею, розв'язання якої дасть змогу підвищувати ефективність класифікації методом нейронних мереж.

Література

1. Айвазян С.А. Прикладная статистика. Классификация и снижение размерности. / С.А. Айвазян, В.М. Бухштабер, И.С. Енюков, Л.Д. Мешалкин. – М. : Изд-во "Финансы и статистика", 1989. – 607 с.
2. Han J. Data Mining: Concepts and Techniques / J. Han, M. Kamber. – Edition 2, San Francisco : Elsevier Inc., 2006. – 743 p.
3. Lippman R.P. An Introduction to Computing with Neural Nets / R.P. Lippman // IEEE ASSP Magazine. – 1987. – Vol. 3, № 4. – Pp. 4-22.
4. Michie D. Machine Learning, Neural and Statistical Classification / D. Michie, D.J. Spiegelhalter, C.C. Taylor. – New York : Overseas Press., 2009. – 298 p.
5. Seetha M. Artificial Neural Network and Other Methods of Image Classification / M. Seetha, I.V. Muralikrishna, B.L. Deekshatulu // Journal of Theoretical and Applied Information Technology. – 2008. – Vol. 4, № 11. – Pp. 1039-1053.

Бренич Я.В. Сравнительные оценки основных современных методов и средств классификации

Сделан краткий обзор основных современных методов и средств, предназначенных для решения задачи классификации. Приведены существующие систематизации этих подходов. Описаны преимущества и недостатки семи популярных и широко используемых классификаторов. Проведен сравнительный анализ этих методов по пяти критериям: тип подхода, области решения, скорость тренировочной фазы, точность и общее представление подхода. Продемонстрированы преимущества нейросетевого подхода над другими описанными методами для решения задачи классификации.

Ключевые слова: задача классификации, методы и средства классификации, линейный дискриминантный анализ Фишера, метод K -ближайших соседей, деревья принятия решений, нейронные сети, метод опорных векторов, нечеткая логика, генетический алгоритм.

Brenych Ya.V. A comparison of some modern classification methods and tools

The overview of some modern methods and tools which are suitable for solving classification problem is done. The systematizations of existing approaches are demonstrated. The advantages and limitations of the most popular seven methods are described. These methods are analyzed according to the five indications. They are type of approach, decision boundaries, training speed, accuracy and general performance. The advantages of neural networks over the other methods of classification are described.

Keywords: classification problem, classification methods and tools, Fisher's linear discriminant, K -nearest neighbor, decision trees, neural networks, support vector machines, fuzzy logic, genetic algorithm.

УДК 656.13.056.4.001.37

Ст. викл. Д.В. Руденко; студ. І.М. Мартиняк –
Львівський ДУ безпеки життєдіяльності

РОЗРОБЛЕННЯ МОДЕЛІ ДИНАМІКИ РУХУ АВТОМОБІЛІВ ЧЕРЕЗ РЕГУЛЬОВАНІ ПЕРЕХРЕСТЯ З ВРАХУВАННЯМ УПРАВЛІННЯ СВІТЛОФОРНИМИ ОБ'ЄКТАМИ

Запропоновано спосіб розрахунку значень цільової функції, який дає змогу здійснити пошук оптимальних параметрів управління світлофорними об'єктами на вулицях із двобічним рухом автотранспорту для міської вуличної мережі. Розроблена модифікація моделі динаміки руху автотранспортних засобів, що враховує необхідність дотримання безпечної відстані між автомобілями під час руху, дає змогу визначити раціональну тривалість фаз світлофорного регулювання для окремих напрямків, а також загальну тривалість циклу регулювання залежно від очікуваної інтенсивності руху на вулицях, що примикають до перехрестя.

Ключові слова: управління дорожнім рухом, світлофорні об'єкти.

Вступ. В міру розвитку дорожнього руху дедалі більше людей утягується в його сферу: водії автомобілів, мотоциклів, різного роду самохідних механізмів, а також пасажери й пішоходи. Фактично все населення значну частину часу виступає в ролі учасників дорожнього руху. Від поведінки учасників руху залежить безпека і, отже, швидкість. Масова підготовка населення до правильної орієнтації у складних умовах сучасного дорожнього руху – також неодмінна умова його удосконалювання.

Характерні в цьому відношенні дослідження деяких закордонних фахівців [12, 11]. Незважаючи на те, що у цих працях розглянуто переважно інженерні проблеми, автори критично оцінили стан такої складової організації дорожнього руху, як людський фактор. Посилаючись на необхідність використання можливостей як технічних, так і гуманітарних наук і висловлюючи думку про те, що часто не технічні параметри руху, що підлягають точному розрахунку, а звичай, звички й випадковість в поведінці людини, котра бере участь у дорожньому русі, є критичними факторами, від яких залежить остаточне рішення.

Виклад основного матеріалу. Особливістю дорожнього руху як об'єкта управління є неповна керованість, суть якої полягає в тому, що навіть за наявності в системі керування повної інформації про транспортні потоки і можливість доведення керуючих впливів до кожного водія, ці впливи у багатьох випадках можуть мати тільки дорадчий характер. Ця особливість робить дуже проблематичним досягнення глобального екстремуму будь-якого критерію управління.

Цільовою функцією управління дорожнім рухом можуть бути прийняті: загальний час проїзду, число зупинок за одну поїздку, коефіцієнт пропуску, середня затримка екіпажа за цикл, середні простой через затримки [9], швидкість руху, число ДТП, об'єм шкідливих викидів в атмосферу [10], інтенсивність руху [4] і т.ін. Більшість перерахованих характеристик дорожнього руху є взаємозалежними, але назвати одну з них основною чи навіть однозначно ранжувати їх не є можливим [5, 8].

Характерною рисою дорожнього руху як об'єкта управління є складність, і навіть неможливість виміру практично всіх характеристик якості управ-