

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

УДК 004.931

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ ДВОВИМІРНОГО ПРОСТОРУ

Андрійчук Д.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки

У роботі здійснено дослідження поняття про розпізнавання образів. Охарактеризований математичний апарат для розв'язання задач розпізнавання. Розглянуто задачу ідентифікації двовимірних графічних об'єктів, отриманих унаслідок експериментальних досліджень. Створені бази даних для розпізнавання двовимірних графічних об'єктів із застосуванням штучної нейронної мережі. Запропоновані правила трансформації введеного зображення із графічного в матричний вигляд.

Ключові слова: розпізнавання образів, методи ідентифікації, двовимірний простір, ймовірність, нейронна мережа.

Постановка проблеми. Загально прийняті уявлення про теорію розпізнавання образів розуміють, що задача розпізнавання відноситься до класу задач, які вирішуються у рамках цифрової обробки сигналів. Проте останні наукові теорії вважають, що розпізнавання образів є окремим напрямком у науці.

Одним з найбільш актуальних напрямків у штучному інтелекті є комп'ютерний зір. Створення експертної системи, дозволяє самостійно проводити аналіз даних, може служити відмінним фундаментом для точного розпізнавання та ідентифікації об'єктів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Перші дослідження у галузі розпізнавання в нашій країні виконав А.А. Харкевич – один з основоположників та фундаторів теорії інформації та сигналів. Значний внесок у розвиток теорії розпізнавання зробили В.М. Глушков, В.С. Міхалевич, О.Г. Івахненко, Ю.І. Журавльов, Я.З. Ципкін, В.І. Васильєв. Серед іноземних вчених слід згадати роботу Ф. Розенблатта, який у 1957 р. запропонував машину, яка навчалася розпізнавати образи і називалася перцептроном (з англ. «to percеpt» – сприймати). Це була найпростіша модель діяльності людського мозку. Значний внесок у подальший розвиток теорії розпізнавання образів зробили У. Гарднер, Р. Дуда, Г. Себастьян, Дж. Ту, К. Фу, П. Харт, С. Ватанабе та інші [3, с. 64].

На основі проведеного аналізу літератури здійснено вибір штучної нейронної мережі. Показано, що адекватне складання бази даних грає ключову роль в підвищенні достовірності двовимірних графічних об'єктів [1, 2].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Незважаючи на те, що методи і алгоритми розпізнавання все більшою мірою стають невід'ємною складовою таких прикладних галузей природознавства, як медична і технічна діагностика, ідентифікація складних коливних процесів, екологічний моніторинг та соціальна інформатика, метеорологічне прогнозування і геологічна розвідка, локаційні засоби спостереження та системи введення і виведення текстової, графічної та мовної інформації в комп'ютер [9], інтелектуальні системи прийняття рішень в лі-

тературі – як у вітчизняній, так і в іноземній – системний підхід до задач розпізнавання поки що відсутній.

Мега статті. Головною метою цієї роботи є розробка методу, що дозволяє автоматизувати процес обробки графічного об'єкта, зокрема розпізнавання і ідентифікація хромосомного набору людини.

Виклад основного матеріалу. Перші роботи з розпізнавання образів були однорівневими [8] і стосувалися теорії і практики побудови читальних автоматів (під образом розуміли знак, зображення, букву або цифру).

Математичним апаратом для розв'язання задач розпізнавання з моменту їх виникнення була теорія статистичних розв'язків [6].

Сьогодні результати теорії статистичних розв'язків стали основою для побудови алгоритмів розпізнавання, які забезпечували зарахування об'єкта до його класу на підставі експериментальних апостеріорних даних – ознак, що характеризують об'єкт та апіорних даних, що описують класи об'єктів. Пізніше математичний апарат розширився за рахунок використання методів алгебри логіки і деяких розділів прикладної математики, теорії інформації, математичного програмування і системотехніки [8].

Проблема розпізнавання значною мірою ототожнюється з побудовою оптимальних алгоритмів розпізнавання та дослідженням умов, які дають змогу реалізувати такий алгоритм.

Дослідження орієнтуються на розв'язання хоча й важливих, але часткових задач. До таких задач передовсім треба зарахувати задачі достовірного розпізнавання, суть яких зводиться до поділу простору ознак, мовою яких описуються об'єкти чи процеси розпізнавання, на області, що відповідають класам цих об'єктів, тобто до вибору найкращих границь (правил) розділення класів. Але розв'язати ці задачі можна тоді, коли апіорі відомі класи об'єктів і ознаки, мовою яких описуються розпізнавані об'єкти та їх класи. Однак розробник системи розпізнавання, як правило, не володіє цією інформацією. Навіть в найпростіших випадках розпізнавання букв алфавіту, відбитків пальців, слів мови, екстремумів та особливих точок функцій (де не виникає

питання про класи), їхні інформативні ознаки та апаратура для їх визначення не є заданими – це є предметом нетрадиційних досліджень.

Можна стверджувати, що достовірне розпізнавання ситуацій не є достатньою умовою потенційно можливої ефективності системи управління. Але це необхідна умова. Важко уявити, що лікар, який поставив неправильний діагноз, знайде правильний метод лікування чи не виявлення нестійких коливних режимів забезпечить надійну роботу технічного пристрою.

У розробленні будь-яких систем розпізнавання необхідний системний підхід, суть якого полягає в тому, щоб в умовах неминучих фінансових і технічних обмежень система розпізнавання забезпечила системі управління реалізацію потенційно можливої ефективності. Вибору чи створенню критеріїв розпізнавання повинна передувати процедура визначення первинних ознак про процес розпізнавання, встановлення пріоритету цих ознак та їх впливу на інтегральні характеристики досліджуваного процесу чи об'єкта, а далі формування робочого словника ознак, які безпосередньо можна встановити. З математичного погляду побудова такої системи має забезпечити мінімальну похибку розпізнавання та достовірну ідентифікацію об'єкта розпізнавання за певними ознаками та критеріями прийняття рішення [2, с. 32].

Упродовж останнього десятиліття ведуться численні розробки оптоелектронних систем (ОЕС), що будуються на біонічних (біокібернетичних) принципах. Дослідження цих принципів і створення елементної бази для їх практичної реалізації – основна тенденція розвитку сучасного оптоелектронного приладобудування. Все більше уваги надається адаптивним оптоелектронним пристроям, які реалізують зворотні зв'язки на параметричному і схемотехнічному рівні. Такі пристрої застосовують для управління чутливістю, величиною кутових полів, параметрами оптичних спектральних, просторових і частотно-часових фільтрів, а також іншими характеристиками ОЕС.

В сучасних системах розпізнавання, які являються класом ОЕС, використовують алгоритми порівняння відомих розподілів безлічі ознак у n -мірному просторі з розподілом, що відображає множину ознак у досліджуваній системі. Обробка ознак в системах розпізнавання найчастіше ведеться трьома способами: відбір найбільш інформативних ознак, утворення співвідношення окремих ознак і утворення лінійних комбінацій окремих ознак. Для зменшення розмірності в задачах розпізнавання використовують такий опис образів, який містить лише обмежене число «особливих» ознак. Вибір ознак, які найістотніше характеризують конкретний клас об'єктів, є найважливішим завданням при розробці інтелектуальних ОЕС.

Окремо взяті ознаки не несуть достатньої кількості інформації про зображення, тому їх необхідно об'єднувати в групи. Найчастіше використовують такі групи ознак, як геометричні, спектральні, енергетичні й динамічні. Перш ніж використовувати ту або іншу ознаку, необхідно оцінити її інформативність. Методи оцінки інформативності можна умовно розділити на детерміновані й статистичні. У детермінованому

підході інформативність ознаки визначають як різницю між значенням параметра якості, одержаним з врахуванням даної ознаки, і без нього. Хай є набір ознак $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$, що характеризують зображення суб'єкта, і набір параметрів якості $K_1, K_2, K_3, \dots, K_n$. Кожен параметр може визначатися декількома ознаками, причому одна ознака може впливати на різні параметри. Завдання полягає в тому, щоб вибрати ознаки, які позитивно впливають на всі параметри, в яких вони задіяні, а саме (формула 1):

$$\Delta P = K_i(P_1, P_2, P_3, \dots, P_{i-1}, P_i, P_{i+1}, \dots, P_n) - K_i(P_1, P_2, P_3, \dots, P_{i-1}, P_{i+1}, \dots, P_n) \quad (1),$$

де ΔP – визначає вплив i -ої ознаки на якість і дорівнює «0» у разі відсутності впливу, «-1» у разі погіршення якості і «+1» у разі поліпшення якості [1, с. 69].

Інший шлях оцінки інформативності ознаки – використання статистичних даних. Розрахувавши математичне очікування і дисперсію ознак, можна визначити ознаки з мінімальним коливанням значення у середині класу і найбільшим розкидом значень від класу до класу. Для цього використовують відомі відношення (формули 2а, 2б, 2в):

$$F = \frac{D_d}{D_m}; \quad (2a)$$

$$D_m = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (M_m - M_i)^2}{k-1}}, M_m = \frac{\sum_{i=1}^k M_i}{k}; \quad (2б)$$

$$D_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (M_d - D_i)^2}{k-1}}, M_d = \frac{\sum_{i=1}^k D_i}{k}. \quad (2в)$$

Отже, чим більша дисперсія величини M_i , тим ширший діапазон коливання ознаки при описі різних об'єктів, і, тим вища цінність даної ознаки для розпізнавання; а чим менша дисперсія D_i , тим менші розкиди ознаки для одного і того ж об'єкту, тобто, тим кучніше розташовуються елементи одної групи (класстера). У граничному випадку величина F прямує до нуля [4, с. 100].

Існує декілька основних підходів до формування ознак: статистичний, геометричний, структурний (морфологічний), лінгвістичний, нейросистемний. Головна вимога до ознаки – це інваріантність до будь-яких перетворень зображення, як наприклад, плоскопаралельний зсув, поворот навколо осі об'єктиву, масштабування, перспективне перетворення, деформація, зміна яскравості/кольору/контрасту. Окрім інваріантності до описаних перетворень, ознака повинна бути індивідуальною, чітко визначеною і постійною в часі.

Найбільш поширене використання сучасних систем розпізнавання – це ідентифікація особи за біометричними ознаками. Біометричні ознаки з погляду способу виділення і розпізнавання можуть бути розділені на дві групи:

1) характеристики самого об'єкту: наявність/відсутність елементів, розмір, тип, взаємне розміщення та орієнтація певних деталей, тощо (напр., міжочна відстань, форма обличчя, відношення ширини носа і рота, і т.п.);

2) параметри, що генеруються системою – значення детермінованих функцій, обчислених на зображенні (напр., кореляція області зображення з шаблоном) [7, с. 181].

Розпізнавання по IRIS – одна з біометричних технологій, яка застосовується для підтвердження особи користувача. Ця технологія побудована

на аналізі зображення райдужної оболонки ока. Всі існуючі методи автоматичного розпізнавання реалізують наступну схему:

- 1) отримання об'єкта на зображенні;
- 2) нормування розмірів зображення;
- 3) обробка отриманого зображення;
- 4) обчислення ознак і формування з них коду дослідного зразка;
- 5) порівняння двох наборів ознак.

Функція вироблення коду дослідного зразка – етап шифрування ознак об'єкта розпізнавання у визначений раніше формат для ефективного зберігання і порівняння.

Наступне застосування сучасних систем розпізнавання, яке особливо швидко розвивається у військовій сфері – це захоплення реального об'єкта, його розпізнавання та моделювання віртуальної реальності в спеціалізованих приладах. Таким типовим застосуванням є нашлемні дисплеї для створення віртуальної реальності на основі розпізнаних, оброблених і візуалізованих образів реальних об'єктів.

В реальних системах розпізнавання застосовують, в основному, чотири підходи: 1) кореляційні; 2) засновані на прийнятті рішень по критерію близькості з еталонами; 3) ознакові; і 4) синтаксичні – найменш трудомісткі. Кожний підхід має свої конкретні алгоритми та певну область застосування, яка залежить від характеру відмінностей вхідних і еталонних зображень, наявності завад, вимог до об'ємів обчислень і швидкості ухвалення рішень, тощо. Для вирішення задач в умовах реального часу найчастіше застосовують нейронні мережі. Вони дають добрі результати при рішенні проблем, що є дуже складними для традиційних технологій (напр., проблеми, які не мають алгоритмічного рішення, або ті, для яких знаходження алгоритму є дуже складним і часто неможливим завданням) [9, с. 218].

Однак серйозною умовою, що обмежує практичне застосування нейронних мереж у вбудованих системах розпізнавання – це попередня підготовка зображень об'єктів. Справа в тому, що вбудована система передбачає використання досить простої «оптики», що призводить до появи різного роду спотворень з боку приймача зображення. А нейронна мережа не зможе ефективно працювати, якщо зображення об'єктів матимуть нечіткі межі, значні зміни гама кольорів, спотворення сторонніми предметами, відблисками, шумами, і т.д.

Існуючі методики, здатні виробляти розпізнавання образів, мають істотні недоліки, пов'язані з відсутністю здатності адаптуватися до конкретних об'єктів. Більш результативним є застосування альтернатив, що дозволяють моделі самоналаштуватися. Це слід реалізовувати за допомогою штучної нейронної мережі, що використовує розділену модель нейронів та ймовірно-статистичний аналіз растрових масивів.

Важливим розділом теорії розпізнавання образів є автоматична класифікація або кластер-аналіз вхідних даних [7-9]. Кластер складається з множини схожих (подібних) реалізацій образу, які можна відділити за певними критеріями від інших об'єктів. Оскільки при кластер-аналізі масив ідентифікаторів класу реалізацій відсутній, то іншою назвою цього процесу є «навчання без

учителя» (unsupervised learning). У процесі класифікації виконується не лише пошук подібних реалізацій, але й формування вирішальних правил для кожного кластера. Априорна інформація про кількість кластерів та їх розміщення в просторі ознак розпізнавання значно спрощує цей процес.

Основними підходами, що відрізняються галуззю знань і науковим напрямком вирішення проблем розпізнавання образів, є:

1) алгебраїчний, основною перевагою якого є прості вирішальні правила. Основний недолік цього підходу полягає в невисокій достовірності розпізнавання, оскільки він не враховує неконтрольовані фактори, які впливають на процес розпізнавання;

2) геометричний, що характеризується універсальністю, наочністю та простотою інтерпретації алгоритмів розпізнавання;

3) статистичний, у рамках якого використовують статистичні характеристики аналізу даних;

4) біологічний, до якого відносять штучні нейронні мережі. Алгоритми в рамках цього підходу моделюють когнітивні процеси, що відбуваються у нервових клітинах мозку людини [4, с. 100]. Основний недолік біологічного підходу – це висока чутливість до багатовимірності простору ознак розпізнавання;

5) мережевий (семантичні мережі, фрейми, мережі Петрі, дерево рішень тощо). Перевагами цього підходу є простота моделі, можливість її розширення та ускладнення, а основний недолік – складність побудови вирішальних правил;

6) нечіткий, який створено на базі алгебраїчного підходу, і він є конкурентом статистичного підходу. Цей підхід дозволяє моделювати процеси розпізнавання образів, що априорно перетинаються в просторі ознак розпізнавання. Але він не пристосований до оптимізації параметрів функціонування системи розпізнавання;

7) теоретико-ігровий підхід, вирішальні правила у рамках якого характеризуються високою складністю та невисокою достовірністю розпізнавання.

Незважаючи на те що наведені підходи відрізняються один від одного рівнем і видом математичної формалізації слабоформалізованих процесів прийняття рішень, між ними не існує чіткої межі, а самі підходи часто доповнюють один одного. Оскільки всі основні підходи, окрім алгебраїчного, перетинаються з геометричним, то саме в рамках геометричного підходу формування загальної теорії прийняття рішень є найбільш виправданим.

В рамках геометричного підходу теорія розпізнавання образів базується на двох основних принципах [7]:

1) максимально-дистанційний принцип, за яким вирішальні правила будуються шляхом максимізації середньої міжкласової відстані;

2) мінімально-дистанційний принцип, за яким вирішальні правила будуються за умови мінімізації середньої відстані реалізації образу до центру свого класу.

Виконання цих принципів є необхідною умовою одержання максимальної достовірності розпізнавання, яка визначається повною ймовірністю правильного прийняття рішень (формула 3):

$$P_i = p_1 D_1 = p_2 D_2, \quad (3)$$

де p_1, p_2 – безумовні ймовірності, D_1, D_2 – перша та друга достовірності відповідно.

Найбільш типовим випадком розпізнавання двовимірних об'єктів є розпізнавання хромосомного набору людини. Точність і ефективність розпізнавання хромосом залежить від добре підібраних і відкаліброваних еталонних представників кожної хромосоми.

На рис. 1 наведені приклади пар хромосом характерних для людини [5]. Зображення являє собою графічний файл, тобто послідовність кодових символів. Однак для розпізнавання необхідно перетворити цей зашифрований код в матричне представлення нулів і одиниць (0 – не зафарбовані, 1 – зафарбовані). Сучасні програми розпізнавання використовують матриці з високою роздільною здатністю. Для складання бази даних кожній хромосомі були підбрані 5 представників у вигляді матриці з роздільною здатністю 12×16 . Це матриця є оптимальною і дає високі результати розпізнавання об'єктів завдяки добре підбраній ІСНС.

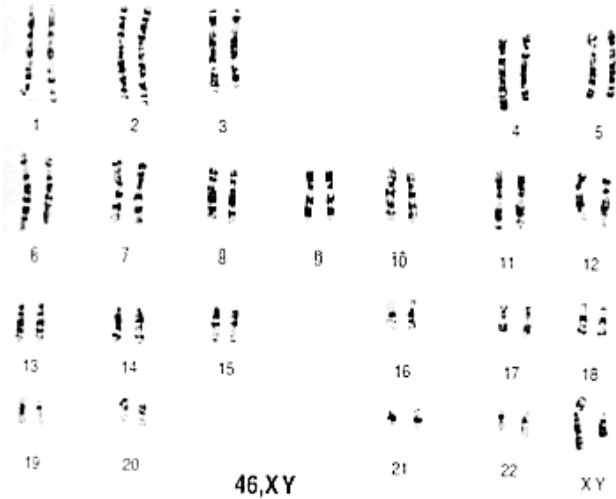


Рис. 1. Типові набори хромосом

Процес введення полягає в зафарбовуванні білого поля рецепторів, чорними точками. Поле рецепторів складаються з 192 -ох квадратних клітин. На рис. 2 наведено приклад заповнення поля рецептора 15 -ма точками, в результаті якого виходить графічно-цифрове зображення 8 -ої хромосоми. Такий дозвіл є невисоким, але достатнім для зображення відмітних один від одного хромосом.

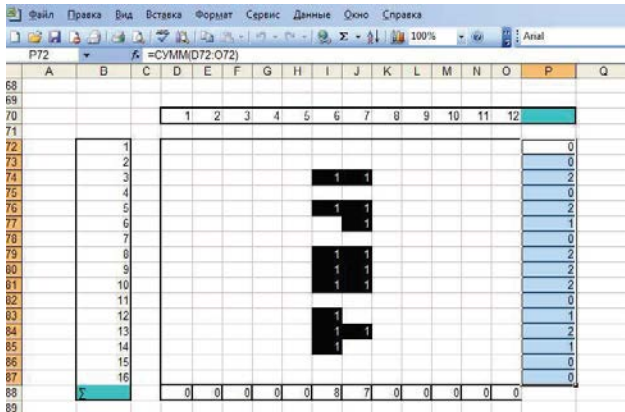


Рис. 2. Подання хромосоми у графічному редакторі

Якщо розміри об'єкта зображення не збігаються з розміром матриці 12×16 , необхідно привести його до цього вирішення шляхом операції стиснення/розтягування в будь-якому графічному. Для аналізу зображення необхідно декодувати його в матричний вигляд, використовуючи програму WinHex. Дані представлені в 16 -ій системі числення [4].

Після отримання матричного запису у вигляді масиву програми, наступним етапом є обробка на вході зображення з БД, для подальшого розпізнавання. Основною метою поставленого завдання було, не просто домогтися розпізнавання образів, а побудувати самонавчальну модель без учителя, застосовуючи ймовірнісно-статистичний аналіз з використанням мінімальної БД представників кожної хромосоми. Ця модель еквівалентна за своїми властивостями з ШНМ Хопфілда [5, с. 156]. В таких мережах вагові коефіцієнти синапсів розраховуються тільки одного разу перед початком функціонування мережі на основі інформації про оброблювані дані, і все навчання мережі зводиться саме до цього розрахунку. Вектори повинні мати бінарний вигляд. Після цього відбувається розрахунок вагових коефіцієнтів за формулою (4):

$$w_{ij} = \frac{1}{N} \sum_{d=1, \dots, m} X_{id} X_{jd}, \quad (4)$$

де N – розмірність векторів, t – число записаних вихідних векторів, d – номер вихідного вектора, X_{id} – i -я компонента вихідного j -го вектора.

Для кожної з 23 досліджуваних пар хромосом були побудовані дві таблиці: названі сумматорними матрицями точкових ваг і точкових ймовірностей.

Ці матриці представляли собою таблиці, що містять відповідно сумарні значення точкових ваг і точкових ймовірностей для введених еталонів.

Були підраховані суми ваг по вертикальних і горизонтальних складових у кількості відповідно 12 та 16 значень.

На прикладі 8 -ої хромосоми, наведена сумматорна матриця точкових ваг (рис. 3).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	0	2	2	1	3	4	4	3	2	0	0	0	21
2	0	1	3	1	4	39	38	3	1	0	0	0	90
3	0	2	3	1	3	5	5	2	1	0	1	0	23
4	0	0	4	1	4	37	34	3	2	0	0	0	85
5	0	0	4	1	3	5	38	3	1	0	0	0	55
6	0	0	5	1	4	5	5	2	1	0	0	0	23
7	0	0	5	1	4	37	38	3	1	0	1	0	88
8	0	0	2	2	4	35	35	3	1	0	0	0	82
9	0	0	1	1	4	33	32	3	1	0	0	0	75
10	0	0	1	1	4	32	27	3	1	0	1	0	70
11	0	0	2	1	3	5	5	2	1	0	0	0	19
12	1	0	1	1	4	36	5	2	1	0	0	0	51
13	0	0	1	1	4	40	34	3	1	0	0	0	84
14	0	1	1	1	3	28	4	2	1	2	0	0	43
15	0	2	1	2	3	5	3	2	1	0	1	0	20
16	0	0	1	2	3	5	2	1	1	0	0	0	15
Σ	1	8	37	19	57	351	307	40	18	2	4	0	

Рис. 3. Сумматорна матриця точкових ваг

Сумматорна таблиця точкових ймовірностей наведена на рис. 4.

Вона має таке ж структурне уявлення, але у відмінності від першої, містить сумматорні точ-

кові ймовірності, які були умовно розділені на чотири діапазони (0, 0.25], (0.25, 0.5], (0.5, 0.75], (0.75, 1.00] і асоційовані з колірною палітрою для візуального виділення домінантних і рецесивних ймовірностей.

Рис. 4. Сумматорна матриця точкових ймовірностей

Діапазони ймовірностей і відповідність кольорів пікселів:

- (0, 0.25] – білі точки (рецесивні);
- (0.25, 0.5] – світло-сірі точки (рецесивні);
- (0.5, 0.75] – темно-сірі точки (домінуючі);
- (0.75, 1.00] – чорні точки (домінуючі).

Це дає сумарну візуальну картину ймовірнісного розподілу точок кожного символу на полі рецептора.

Висновки і пропозиції. Таким чином, історія становлення теорії розпізнавання образів характеризується великою різноманітністю методів і підходів до вирішення її проблем.

Отримані результати дозволяють судити про можливість ефективного застосування математичного апарату штучних нейронних мереж для ідентифікації двовимірних графічних об'єктів, зокрема, набору хромосом людини. При цьому достовірність ідентифікації пар хромосом при автоматизації всього процесу підвищується на 12-15% в залежності від порівнюваних типів класів.

Список літератури:

- Гимпилевич Ю. Б. Современное состояние и перспективы развития методов пространственной локализации объектов на основе технологий радиочастотной идентификации / Ю. Б. Гимпилевич, Э. А. Левин, Д. А. Савочкин // Радиотехника. – 2013. – Вып. 173. – С. 69–80.
- Довбиш А. С. Основы теории распознавания образов: навч. посіб.: у 2 ч. / А. С. Довбиш, І. В. Шелехов. – Суми: Сумський державний університет, 2015. – Ч. 1. – 109 с.
- Местецкий Л. М. Математические методы распознавания образов: курс лекций / Л. М. Местецкий. – М.: МГУ, 2004. – 85 с.
- Подчашинський Ю. О. Вимірювання параметрів обертового руху на основі алгоритмічної обробки двовимірних відеозображень / Ю. О. Подчашинський // Вісник ЖДТУ. Технічні науки. – 2008. – № 4 (47). – С. 100–108.
- Пуйда Володимир Якович. Спеціалізовані засоби систем ідентифікації зображень двовимірних об'єктів: Дис. ... канд. техн. наук: 05.13.05 / Державний ун-т «Львівська політехніка». – Л., 1997. – 178 л. – Бібліогр.: л. 156–168.
- Cristianini N. Support vector machines and other kernel-based learning methods / N. Cristianini, J. Shawe-Taylor. – Cambridge University Press, 2000. – P. 204.
- Muller K. R. An introduction to kernelbased learning algorithms / K. R. Muller, S. Mika, G. Ratsch, et al. // IEEE Transactions on Neural Networks. – 2001. – № 12 (2). – P. 181–202.
- Scholkopf B. New support vector algorithms / B. Scholkopf, A. Smola, R. C. Williamson, P. L. Bartlett // Neural Computation. – 2000. – 12 (5). – P. 1207–1245.
- Subramanian S. P. RIL-reliable RFID based indoor localization for pedestrians / S. P. Subramanian, J. Sommer, S. Schmitt, W. Rosenstiel // 2008 International conference on software, telecommunications and computer networks (SoftCOM 2008). – 2008. – P. 218–222.

Андрейчук Д.О.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ ДВУМЕРНОГО ПРОСТРАНСТВА

Аннотация

В работе осуществлено исследование понятия о распознавании образов. Приведен математический аппарат для решения задач распознавания. Рассмотрена задача идентификации двухмерных графических объектов, полученных в результате экспериментальных исследований. Созданы базы данных для распознавания двумерных графических объектов с использованием искусственной нейронной сети. Предложены правила трансформации введенного изображения из графического в матричный вид.

Ключевые слова: распознавание образов, методы идентификации, двухмерное пространство, вероятность, нейронная сеть.

Andriichuk D.O.

Kharkiv National University of Radioelectronics

RESEARCH METHODS FOR IDENTIFICATION OF OBJECTS IN TWO-DIMENSIONAL SPACE

Summary

In the paper, the concepts of object recognition were studied. Mathematical apparatus for the decision of recognition tasks was considered. The task of identifying two-dimensional graphical objects, obtained as a result of experimental studies, was investigated. The databases for recognition of two-dimensional graphic objects using an artificial neural network were created. The rules of transformation of an image from graphical to matrix form are determined.

Keywords: recognition, identification methods, two-dimensional space, probability, neural network.