

## **МЕТОД АДАПТИВНОГО АНАЛІЗУ СПЕКТРАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ РОЗПІЗНАВАННЯ ЗАШУМЛЕНИХ ОБРАЗІВ**

*У статті розглянуто ефективний метод аналізу спектральної інформації, що призначений для автоматизованого адаптивного розділення вхідної графічної інформації на образ, що розпізнається, та фонове зображення.*

*In article the effective method of the analysis of the spectral information which is intended for the automated adaptive division of the entrance graphic information into an image which is distinguished, and the background image is considered.*

На сучасному етапі є актуальним завдання розпізнавання машинописних і рукописних текстів. Особливо велике значення має оперативне введення графічної інформації, підлягаючої подальшій обробці, в інформаційні і управляючі комп'ютерні системи [1, 2].

Проблема ефективного розпізнавання образів має важливе значення і в сферах автоматизації ряду процесів людської діяльності, пов'язаних з ідентифікацією різних об'єктів навколишнього світу, наприклад, авторизація робочого персоналу по відбитках пальців або сітківці ока, ідентифікація продукту і розрахунок ціни в магазині по штрих-коду й т. ін. [3].

Технічна складова систем розпізнавання знаходиться на достатньо високому рівні. Так, роздільна здатність систем оптичного введення вже впритул наблизилася до можливостей людського зору і навіть перевершує його. Наприклад, цифрова фотокамера H2D-39, представлена шведською компанією Hasselblad, обладнана ПЗС-матрицею в 39 мегапікселів [3]. А сучасним обчислювальним системам цілком під силу швидкісна обробка різних параметрів зображення.

Проте завдання розпізнавання, саме по собі, припускає інтелектуальну обробку одержаної інформації, що представляє певні труднощі. Крім цього, універсальних методів обробки зображення, порівнянних по продуктивності і якості розпізнавання з людськими здібностями, на сучасному етапі не розроблено. А в завданнях, які ставляться перед експертними системами, потрібний глибший інтелектуальний аналіз і висока швидкодія, цими ж властивостями повинні володіти роботизовані системи обслуговування. Тому обробка зображення в завданнях розпізнавання образів є однією з центральних проблем [1].

Впродовж багатьох років розвитку кібернетики велика увага приділялася вивченню здатності людини швидко і безпомилково класифікувати і виділяти окремі образи навколишнього світу, ідентифікувати об'єкти незалежно від їх положення в просторі, освітлення й інших умов. Перспектива реалізації комп'ютерного аналога такої системи дуже приваблива, адже вона б дозволила замінити людину в багатьох областях її діяльності, де робота є небезпечною, монотонною або нудною [4].

Завдання розпізнавання і аналізу об'єктів на зображенні є актуальним завданням сучасних інформаційних технологій. Це завдання не втратить своєї актуальності і в майбутньому внаслідок швидкого розвитку наукових і технічних можливостей. Сьогодні широко використовують штучні нейронні мережі в областях комп'ютерного зору. Одна з переваг нейронних мереж – це те, що всі елементи можуть функціонувати паралельно, тим самим істотно підвищуючи ефективність рішення задачі, особливо в обробці зображень. Нейронні мережі стійкіші, ніж інші статистичні методи при розпізнаванні зображень, якщо зображення входу має шуми. В даний час існує чимала кількість систем автоматичного розпізнавання зображень для різних прикладних завдань. Але в завданнях розпізнавання зображень у реальному часі необхідно створити стійкі і швидкі системи. Нейронні мережі можуть служити теоретичною і практичною основою для розробки таких систем. Таким чином, розробка і дослідження програмних забезпечень для розпізнавання і аналізу об'єктів на зображенні за допомогою нейронної мережі є актуальним завданням [5].

Особливу складність і перспективність має завдання *аналізу спектральної інформації* для оптимізації розпізнавання зашумлених образів. Значну цінність розв'язку даної проблеми додає можливість *розпізнавання образів із неоднорідним фоном* та автоматичне очищення образу від частини шумів шляхом його спектрального аналізу. Метою статті є розробка ефективного методу аналізу спектральної інформації з метою автоматизованого адаптивного розділення вхідної інформації на образ, що розпізнається, та фонове зображення.

Таким чином, зважаючи на специфіку області застосування (необхідність автоматизованого адаптивного розділення вхідної інформації, варіантність можливих розв'язків), переваги системного підходу й перспективність методу динамічної корекції і самовдосконалення виконавчого механізму, в якості технології штучного інтелекту для розробки технології аналізу спектральної інформації було обрано апарат нейронних схем. Обов'язковою вимогою роботи з кольоровими патернами образів є мультифункціональність і можливість варіантного прийняття рішень. Тому в рамках розробки

нейросхемного методу аналізу спектральної інформації реалізовано два способи розподілу спектральної інформації:

1. діалогове визначення спектрального балансу;
2. аналіз спектрального розподілу за допомогою автоматизованих процедур.

Діалогове визначення спектрального балансу включає наступні варіанти виконання:

- a.) дискретний (вибір кольорових патернів) (Рис. 1);
- b.) аналоговий (вибір спектральної межі) (Рис. 2).



Рис. 1. Дискретний варіант вибору кольорових патернів

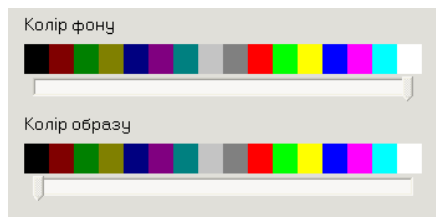


Рис. 2. Аналоговий варіант вибору кольорових патернів

Автоматизований аналіз спектрального розподілу реалізується шляхом ітераційного аналізу поступаючої від нейросхеми інформації в процесі розподілення кольорового балансу й включає наступні варіанти виконання:

- a.) однофазний (тестування образу нейросхемою на знаходження локальних максимумів вірогідності розпізнавання);
- b.) самокорегувальний (автоматичне прийняття результату роботи однофазного етапу як еталонної моделі);
- c.) захищений самокорегувальний (самокорегувальний із поверненням до самокорегувального етапу при зниженні показників ефективності розпізнавання).

З метою перевірки ефективності застосування розробленого методу адаптивного аналізу спектральної інформації, було створено програму „ССАО-2” (Рис. 3), яка базується на попередніх розробках авторів із аналізу спектральної інформації [7] та реалізує всі описані можливості автоматизованого аналізу спектрального розподілу.

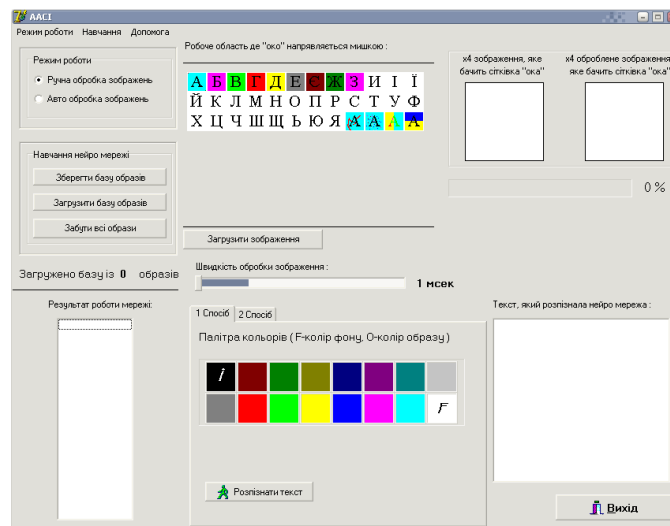


Рис. 3. Головне вікно програми „ССАО-2”

При автоматизованому аналізі спектрального розподілу кожен екстремум як нова гілка графу тестується більш щільно, й модель з найбільшим показником ефективності розпізнавання вважається за оптимальну (Рис. 4). Таким чином, реалізується еквівалент роботи генетичного алгоритму при визначенні найбільш ефективної моделі.

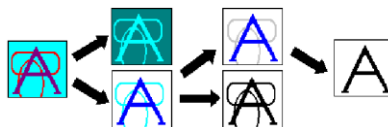


Рис. 4. Імітація генетичного алгоритму при аналізі спектрального розподілу

Алгоритм роботи поданого методу наступний. Як полотно для малювання використано клас *TBitmap* (для простоти роботи з растровим зображенням використано режим 1 байт на піксель, тобто *TBitmap.PixelFormat := pf8bit*), візуалізований на *TPaintBox*. Еталонні зразки формуються на основі матриці розміром 40x40 пікселів. Для цього згенеровано відповідну матрицю за допомогою функції *Create\_40x40(Img: TBitmap): TMat40x40* одержує як параметр посилання на картинку, на якій намальований еталон символу (у даному випадку – програмно) повертає матрицю, що згенерована.

Одержується посилання на растрове зображення і здійснюється формування його образу в пам'яті. Обчислюються координати меж прямокутника сформованого образу (еталонного або розпізнаваного) шляхом сканування рядків/стовпців. При цьому тут, а також в подальшому аналізі зображення, передбачається, що символ намальований чорним кольором (колір з кодом 0 в палітрі кольорів) і відповідно всі значущі пікселі мають значення 0.

Для подальшого аналізу використовується, по якому проводиться згортка початкового зображення символу в матрицю 40x40 пікселів. Таким критерієм прийнято загальний відсоток заповнення обслуговуваної області зображення, тобто відношення кількості значущих пікселів (з яких складається символ) до загальної кількості пікселів в описаному навколо початкового зображення прямокутнику. Даний параметр може впливати на якість розпізнавання, причому якщо він рівний 1 (або примусово робиться більш за неї), розпізнаваному символу відповідатиме менша кількість можливих альтернатив, при значенні меншому 1 - навпаки. У даному випадку коефіцієнт поправки, покликаний штучно знизити згаданий параметр менше одиниці при будь-якому варіанті заповнення обслуговуваної області зображення, прийнятий рівним 0,99.

Далі розбивається прямокутник із зображенням символу на 40x40 осередків шляхом ділення сторін нового осередку на 2. Далі виконується запам'ятовування відносних координат кожного осередку й заповнюється матриця 40x40. Як критерій приймається загальний відсоток заповнення. Якщо в аналізованому осередку відсоток заповнення більший, ніж загальний відсоток, то відповідний елемент матриці 40x40 встановлюється в 1, інакше – в 0.

Значна частина увага приділена малюванню на *TBitmap* букв або цифр (у циклі), запам'ятовування в масиві матриці 40x40 пікселів, відповідних кожному еталонному символу. Розпізнавання здійснюємо шляхом порівняння матриці 40x40 пікселів розпізнаваного символу з матрицею еталону (шляхом перебору тих, що є в наявності). Порівняння проводиться поелементно за допомогою операції *xor*, й у результаті формується матриця 40x40, що містить одиниці в сегментах неспівпадань тестованого символу і еталону. Шляхом підрахунку кількості неспівпадань формується вектор, що містить цю інформацію для кожного еталонного символу, і проводиться сортування його елементів за збільшенням кількості неспівпадань.

Для підвищення точності розпізнавання окремих символів передбачений додатковий аналіз значущих ознак, наприклад симетричності образу (горизонтальна, вертикальна), наявності замкнутих областей у символах (наприклад О, В, Д, Р та інші), кількість відрізків і дуг, їх взаємне розташування й орієнтація (шляхом векторизації зображення).

Таким чином, у статті описано ефективний метод аналізу спектральної інформації, призначений для автоматизованого адаптивного розділення вхідної інформації на образ, що розпізнається, та фонове зображення.

Розроблений метод має значну цінність для розв'язку проблеми розпізнавання образів із неоднорідним фоном, значним ступенем спектрального спотворення, автоматичного очищення образу від частини шумів шляхом його спектрального аналізу.

### Література

1. Комп'ютер інформ // [www.ci.ru/inform06\\_06/p\\_24.htm](http://www.ci.ru/inform06_06/p_24.htm);
2. Ковальчук С.С., Рыбак Л.П., Мазурец А.В. Создание системы для распознавания рукописных текстов на базе нейронных схем // Сборник трудов Международной научной конференции "Нейросетевые технологии и их применение". Краматорск – 2004. – С.89-103.
3. Портал магістрів ДонНТУ // [masters.donntu.edu.ua](http://masters.donntu.edu.ua);
4. Чернов І.А., Мандрікова О.А., Федяєв О.І. Автоматизоване лікування знань з баз даних // Інформатика і комп'ютерні технології 2005/ Зб. праць першої міжнародної студентської науково-технічної конференції - Д.: Доннту – 2005. – С.257–258;
5. Московський Інженерно-фізичний інститут // [www.mephi.ru](http://www.mephi.ru);
6. Вікіпедія. Вільна енциклопедія // [ru.wikipedia.org/wiki/Распознавание\\_образов](http://ru.wikipedia.org/wiki/Распознавание_образов);
7. Кондратюк А.В., Мазурець О.В. Розробка системи адаптивного аналізу спектральної інформації для оптимізації розпізнавання зашумлених образів за допомогою нейронних схем // Збірник наукових праць за матеріалами другої всеукраїнської науково-технічної конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних технологій 2008» – Хмельницький – ХНУ, 2008. – Том 1 – С.127–135.