

графічного образу. / Моделивання та інформаційні технології, зб. наук. праць (ІПМЕ НАН України). – К. 2007, вип. 40.

3. Шенфілд Дж. Математическая логика. М.: Наука, 1976, -527 с.

4. Папина А.Ф. Текст: его единицы и глобальные категории. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 250 с.

5. Мухаев З.Т. Социология. М.: «Книга сервис», 2003. 320 с.

Поступила 18.9.2013р.

УДК 004.9

О.В.Тимченко^{1 2}, І.О.Кульчицька², О.О.Тимченко³

АЛГОРИТМИ ТА ФУНКЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ СИМВОЛІВ НА ОСНОВІ МЕТОДІВ ПОЛПШЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ

Анотація. У даній статті розглянуто загальну структурну схему розпізнавання символів, описано основні функції кожного блоку даної схеми, визначено проблеми, що можуть виникати в кожному блоці.

Annotation. This paper discussed a general block diagram of character recognition, describes the main features of each unit of the scheme, identified problems that may arise in each block.

Ключові слова. Оптичне розпізнавання тексту, система розпізнавання, попередня обробка зображення.

Keywords. Optical character recognition (OCR), recognition system, image processing.

Вступ

Розпізнавання образів є однією з дуже важливих і активно досліджуваних областей штучного інтелекту. Ця наука вивчає методи класифікації об'єктів. Таким об'єктом може бути цифрова фотографія (розпізнавання зображень), буква чи цифра (розпізнавання символів), запис мови (розпізнавання мови) тощо. Системи розпізнавання призначені для класифікації вхідних зображень або їх частин на категорії [3]. При цьому кожен фрагмент вхідного зображення можна розглядати як точку в деякому просторі всіх можливих фрагментів. На бінарному зображенні для фрагменту розміром $p \times n$ елементів кількість всіх можливих фрагментів $2^{n \times p}$ може бути дуже великою для відносно малого

¹ Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

² Українська академія друкарства

³ Львівський Національний університет ім.Івана Франка

фрагменту. Тому зазвичай виникає необхідність зменшити цю кількість за допомогою блоку виділення ознак. При розпізнаванні символів одними з найбільш використовуваних ознак є штрихи і прогалини, які використовуються для визначення таких характерних особливостей зображення: кінцевих точок, перетину відрізків, замкнутих циклів, а також їхнього положення відносно загальної структури символу [4].

При оптичному розпізнаванні друкованого тексту (англ. optical character recognition, OCR), в якому символи відокремлені один від іншого, сегментація дає результати, які дозволяють в результаті розпізнавання отримати текст, практично повністю ідентичний оригінальному. При розпізнаванні ж рукописних текстів або друкованих символів, що зливаються або накладаються, рівень відповідності отриманого тексту оригінальному значною мірою залежить від можливостей системи і дуже часто зображення потребує попередньої обробки. Попередня обробка виконується для покращення зображення шляхом фільтрації завад, які могли виникнути через неідеальність друку, завад при зчитуванні, неоднорідностей паперу та інших подібних причин.

Таким чином, можна представити основні блоки загальної структурної схеми розпізнавання символів: блок зчитування вхідних даних, блок попередньої обробки, блок аналізу вхідних даних, блок виділення ознак, блок навчання та блок класифікації.

1. Загальна структура і організація системи розпізнавання

Ознаки для розпізнавання графічних образів формуються шляхом серії операцій обробки в окремих блоках системи розпізнавання символів, порядок яких відображений на рис.1. Наведена структурна схема має загальний характер, оскільки процес формування ознак може змінюватися в залежності від природи зображення, яке необхідно розпізнати. Загальна схема розпізнавання текстів повинна всі основні блоки (рис.1), кожний із яких є програмним (мікропрограмним) комплексом (модулем), які реалізують відповідні функції.



Рис.1. Загальна структурна схема системи розпізнавання символів

Блок зчитування вхідних даних (сканування). Функціонування цього блоку побудоване на перетворенні енергії світла в електричні сигнали. Розмір матриці залежить від точності сканування зображення. На розмір матриці 168

істотно впливає наявність або відсутність інформації про колір зображення або його фрагментів. При розпізнаванні букв в характеристику кольору зображення вводиться лише чорний і білий кольори, які значно зменшують розміри матриці ознак [2].

Блок попередньої обробки виконує дуже важливу обробку зображень великих розмірів. Отримані відскановані зображення можуть містити різні спотворення. Фактори, які впливають на складність процесу і точність результату розпізнавання, можуть бути розділені на два основних типи: "шум" і спотворення подання зображення. Основною метою блоку попередньої обробки є зменшення впливу цих факторів на кінцевий результат розпізнавання, поліпшення якості представлення зображень, здійснення їх підготовки для наступних етапів обробки. Блок попередньої обробки здійснює операції з поліпшення зображення шляхом фільтрації перешкод у вигляді дрібних ізольованих цяток, ліквідації так званої бахроми, дрібних прогалин (порожнеч) всередині ліній і, якщо необхідно, операції потоншення ліній. Також цей блок може виконувати функції виправлення геометричних спотворень зображень, отриманих, наприклад, шляхом фотографування.

Блок виділення ознак. Після попередньої обробки вхідного зображення воно надходить до блоку виділення ознак з метою зменшення цих розмірів на стільки, на скільки це можливо без втрати його змісту. Процес виділення ознак може мати різну складність в залежності від природи зображення, яке розпізнається. Кожен підданий попередній обробці об'єкт повинен потім бути представлений у вигляді структури мовного типу, наприклад ланцюжка. Цей процес складається з двох підпроцесів: з сегментації і з виділення непохідних елементів. Іншими словами, об'єкт розділяється на частини і кожна виділена частина, в свою чергу, ідентифікується щодо заданої множини непохідних елементів і певних синтаксичних операцій.

Сегментація. Основною метою цього процесу є виділення з зображення окремих елементів для того, щоб з часом виділити певні ознаки і підібрати пару або порівняти відмінності зі стандартними зразками, які вже збережені в пам'яті. Загалом, цей процес являє собою один з найважливіших етапів побудови ознак розпізнавання. Будь-яка помилка в процесі сегментації неминуче призведе до збою у виконанні наступних етапів. Звідси впливає необхідність проведення даної операції кілька разів, до повного узгодження сегментованих ділянок з еталонними зразками. Іншими словами, процес сегментації визначає рівень ефективності системи розпізнавання в цілому. Так, при розпізнаванні друкованого тексту, в якому символи відокремлені один від іншого, сегментація дає результати, які дозволяють в результаті розпізнавання отримати текст, практично повністю ідентичний оригінальному. При розпізнаванні ж рукописних текстів або друкованих символів, що зливаються або накладаються, рівень відповідності отриманого тексту оригінальному значною мірою залежить від можливостей системи. Якщо документ з друкованим текстом є темною фотокопією або якщо він сканується з низьким порогом, відбудеться зливання символів. З іншого боку,

роз'єднання одного символу може статись, якщо документ є світлою фотокопією або сканований з високим порогом. Проблеми з точністю процесу сегментації виникають і тоді, коли символи пов'язані з графіками, таблицями чи малюнками.

Блок класифікації формує ознаки відповідно до результатів, які надає блок виділення ознак, формує ознаки відповідності елементів зображення тим чи іншим еталонним зразкам. Оцінка ефективності класифікації залежить від якості виконання попередніх етапів і оцінюється кількістю ознак, за якими буде встановлена ця відповідність. Слід зазначити, що процес класифікації досить часто вимагає повторних циклів аналізу подання вхідного зображення. При повторному аналізі, як правило, застосовується інший алгоритм виділення ознак, або ж нове представлення зображення, отримане шляхом повторення всіх попередніх етапів.

Блок навчання модифікує представлення елементів таким чином, щоб допомогти якнайшвидше класифікувати елементи зображення на наступних етапах. Він так само надає можливість збереження системою методу, стилю та інших результатів класифікації, які після успішного завершення процесу виділення ознак можуть бути використані для більш точного і швидкого розпізнавання зображень [5].

2. Попередня обробка зображення для розпізнавання символів

Через неідеальність друку, завад при зчитуванні, скануванні, фотографуванні, неоднорідностей паперу та інших подібних причин сигнал на растрі має різні відхилення, частина з яких носить систематичний, а частина випадковий характер. При розпізнаванні символів необхідно, щоб всі лінії на зображенні мали однакову товщину в один елемент. Однак, як правило, після зчитування символи на растрі володіють різною товщиною ліній, і більше того, одна і та ж лінія має змінну по довжині товщину (рис.2).

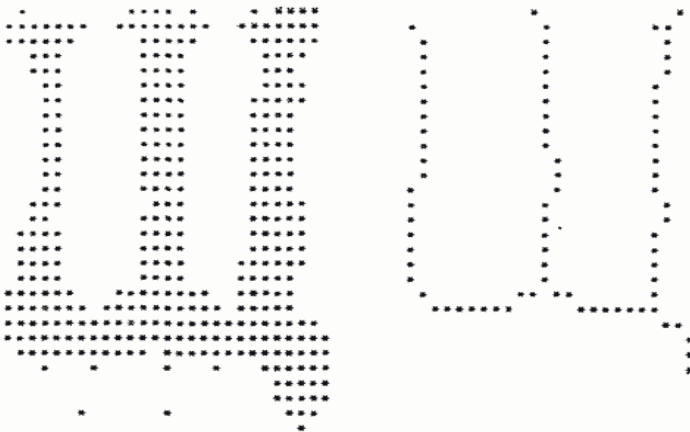


Рис. 2. Попередня обробка зображення

Тому на етапі попередньої обробки здійснюється потоншення ліній. Під потоншенням будемо розуміти перетворення зображення, яке задовольняє таким умовам: після перетворення всі лінії мають товщину в один елемент; перетворення не порушує топологію символу, тобто лініям і вузлам вихідного зображення відповідають лінії і вузли в перетвореному зображенні; перетворення не порушує основних розмірів символу.

Неоднаковість ширини ліній відноситься до систематичних відхилень. До числа відхилень, що носять випадковий характер, відносяться незначні виступи і впадини по довжині ліній, різні відростки і "хвостики" - так звана "бахрома". Ці спотворення також необхідно видаляти при попередній обробці. Іншим видом випадкових відхилень є порожнечі, тобто групи білих елементів усередині ліній; в граничному випадку, коли розмір «порожнечі» збігається з шириною лінії, виникає розрив. Порожнечі і розриви - небажані явища, тому в процесі попередньої обробки вони повинні заповнюватися.

Згладжування випадкових відхилень. Завданням цього процесу є виключення з зображення всіх тих елементів, які привели до його спотворення внаслідок "шуму" шляхом заміни групи елементів зображення (як правило, сусідніх) на один еквівалентний їм елемент. Висновок про заміну робиться системою на основі перевірки матриці подання на відповідність певним критерієм, який залежить від конкретної системи, необхідної точності розпізнавання і т.п.

Приклад процесу згладжування наведено на рис. 3.

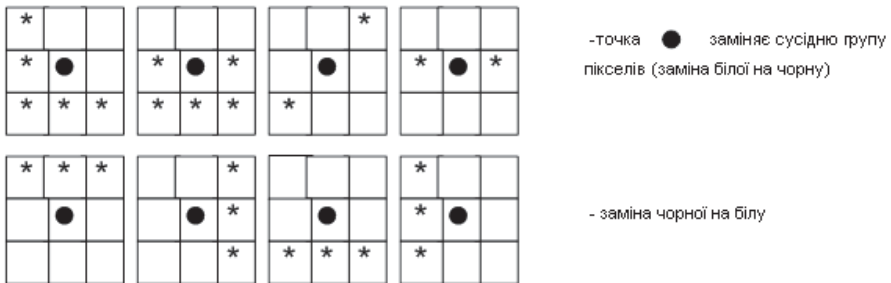


Рис.3. Виконання згладжування

Процес потоншення (отримання "скелету" зображення) призначений для позбавлення від зміни зразка, що призвела до потовщення шрифту та отримання форми еталонного зразка. Інакше це називається отриманням "скелету" зразка.

Для виконання потоншення розроблена велика кількість алгоритмів. Ці алгоритми організують процес вилучення таким чином, в якому з одного боку створюються відповідні умови для збільшення ступеня звуження з метою досягнення товщини ліній зображення еталонного зразка, а з іншого робиться все можливе, щоб зберегти вихідну форму зображення. Зазначимо, що алгоритми, орієнтовані на порядкову обробку растра, мають більш високу швидкість.

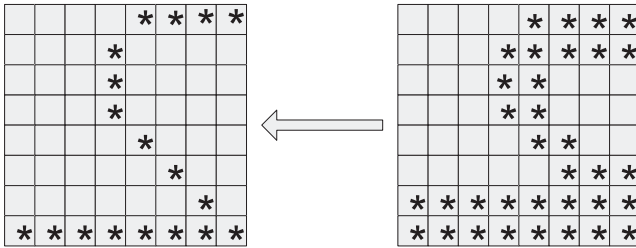


Рис.4. Виконання потоншення

Розглянемо детальніше трирядкову одночасну обробку. Будемо розглядати три послідовні рядки растра $i - 1, i, i + 1$. Виділимо в $i -$ му рядку довільний елемент, який позначимо через a . Цей елемент має в обраних рядках вісім сусідніх елементів, які позначені цифрами як показано на рис. 5. Основна ідея процедури потоншення полягає в тому, щоб відшукати на зображенні крайні зверху, знизу, справа і зліва елементи, а потім винести рішення про можливість їх видалення з дотриманням перерахованих вище умов [1]. Природно елемент a вважати крайнім зверху, якщо він і елемент 6 чорні, а елемент 2 білий. Формально цю ситуацію можна виразити так: елемент є крайнім зверху, якщо дорівнює одиниці наступна булева функція, в якій символи змінних збігаються з номерами елементів на рис. 5:

$$\varphi_B = \bar{2}\Lambda 6\Lambda a$$

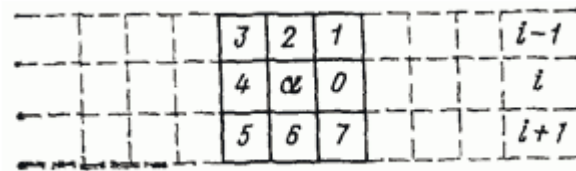


Рис.5. Нумерація елементів вікна 3x3

Далі, якщо даний елемент a є крайнім зверху, то будемо надавати йому значення 0 (будемо стирати цей елемент), якщо дорівнює одиниці наступна функція:

$$f_B = \bar{1}\Lambda 4V\bar{3}\Lambda 0V0\Lambda 4$$

Таким чином, елементу a надаватиметься нульове значення при рівності одиниці наступної функції:

$$g_B = \varphi_B \Lambda f_B = \bar{2}\Lambda 6\Lambda a \Lambda (\bar{1}\Lambda 4V\bar{3}\Lambda 0V0\Lambda 4)$$

Функція g_B обчислюється для кожного елемента $i -$ го рядка растра.

Аналогічно обчислюються функції g_H, g_L, g_P , які визначають стирання крайніх нижніх, крайніх лівих і крайніх правих елементів растра відповідно.

Процедура потоншення полягає в послідовному перетворенні вихідного символу на растрі в новий символ шляхом стирання спочатку крайніх зверху,

потім крайніх лівих, далі крайніх знизу і справа елементів. Цей цикл повторюється до тих пір, поки на деякому циклі жодна з функцій не перетвориться в одиницю. Відзначимо, що порядок стирання може бути й іншим, наприклад, можна почати зі стирання крайніх правих елементів, потім крайніх лівих і т. д.

Висновок

У даній роботі побудовано загальну структурну схему розпізнавання символів, блоки якої можуть змінюватись, залежно від природи вихідного зображення. У статті описано процедуру попередньої обробки зображення, яка необхідна для корекції відхилень, що утворились на попередньому етапі (в процесі зчитування зображення), подано алгоритм отримання "скелету" зображення, орієнтований на порядкову обробку растра. Побудована схема визначає основні етапи розпізнавання, допомагає виявити і проаналізувати проблемні місця кожного етапу.

1. *Бутаков Е. А. и др.* Обработка изображений на ЭВМ / Е. А. Бутаков, В. И. Островский, И. Л. Фадеев. — М.: Радио и связь, 1987.
2. *Мазуров В. Д.* Математические методы распознавания образов / В. Д. Мазуров // Уч. пособ. 2-е изд., доп. и перераб. – Екатеринбург: Урал. ун-та. – 2010.
3. *Прэтт У.* Цифровая обработка изображений / У. Прэтт; пер. с англ. под ред. канд. техн. наук Д. С. Лебедева. – Кн. 1, 2. – М.: Наука, 2000.
4. *Прохоров В. Г.* Распознавание графических образов текстовых символов, представленных в виде характеристических векторов / В.Г. Прохоров // Пробл. програмув. — 2007. — N 3. — С. 97-106
5. *Shapiro L.* Computer Vision / Linda Shapiro, George Stockman. – Prentice Hall. – 2001.

Поступила 7.10.2013р.

УДК 004.91

Ю.Г. Міюшкович, к.т.н. (НУ «Львівська політехніка», м. Львів),
Є.Г. Міюшкович (НУ «Львівська політехніка», м. Львів)

МЕТОД РЕДАГУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ В ФОРМАТІ MOODLE XML

Анотація. Розглянуто метод редагування тестових завдань за допомогою параметрів тегів Moodle XML.

Анотація. Рассмотрен метод редактирования тестовых заданий с помощью параметров тегов Moodle XML.

Abstract. The work demonstrates method of tests editing with the Moodle XML tag options.