

4. Планування кар'єри у стінах ВНЗ'у дозволить визначати необхідні матеріальні ресурси для досягнення цілей, що в умовах постійного їх дефіциту дасть можливість більш ефективно їх використовувати.
5. Для визначення майбутніх сфер діяльності спеціалістів та обсягів їх теоретичних і практичних знань необхідно залучати досвідчених викладачів випускових кафедр і високкваліфікованих спеціалістів підприємств, організацій та наукових закладів.
6. Планування кар'єри у стінах ВНЗ'у дасть можливість студентам об'єднуватись у неформальні групи за інтересами, щоб більш ефективно використати потенціал вищої школи: техніку, програми, методичну базу та викладачів для підвищення рівня своїх професійних знань.
7. У міру набуття досвіду планування і реалізації кар'єри ці процеси будуть постійно вдосконалюватись і їх позитивний вплив на навчальний процес зростатиме. Ці процеси можна розглядати як динамічну корекцію навчального процесу не тільки за кінцевим результатом, а й за результатами на проміжних стадіях, що прискорюватиме вдосконалення навчального процесу в ВНЗ'і.

1. Андрушків Б.М., Кузьмін О.Є. Основи менеджменту. - Львів: Світ, 1995.
2. Лозниця В.С. Психологія менеджменту. - К.: Наукова думка, 2000.
3. Большаков А.С., Михайлов В.И. Современный менеджмент: теория и практика. - СПб: Питер, 2000.
4. Профессиональная ориентация, подготовка и оценка персонала / Под ред. Щекина Г.В. - К.: МАУП, 1995.
5. Щекин Г.В. Теория и практика управления персоналом. - К.: МАУП, 1998

А.Алексєєв, В.Заяць, Д.Іванов
 Національний університет "Львівська політехніка"

УДК 621.372

АЛГОРИТМ РОЗПІЗНАВАННЯ СИМВОЛІВ НА ОСНОВІ СТРУКТУРНОГО ПІДХОДУ

© Алексєєв А., Заяць В., Іванов Д., 2002

Запропоновано алгоритм розпізнавання рукописних літер на основі структурного підходу та його реалізація.

The algorithm for manuscript letters recognition on base structural method is proposed and its realisation.

У роботі запропонований алгоритм розпізнавання рукописного тексту, який ґрунтується на структурному підході [1-3], шляхом задання непохідних елементів в структурі рукописної літери та реалізації процедури вертикального та горизонтального сканування літери, що підлягає розпізнаванню. Програма працює в режимі розпізнавання окремих букв. Слова розпізнаються лише в тому випадку, коли між окремими буквами є порожнє місце. Алгоритм передбачений для роботи з літерами українського алфавіту.

Наведемо короткий опис алгоритму.

Фактично кожна літера за нашим алгоритмом може належати до однієї з трьох категорій:

1. "Вертикальні" букви – це такі букви, рядок вертикального сканування яких містить ланцюг із символів '3' ('4'). Прикладом таких літер можуть бути 'б', 'в', 'е' та ін.
2. "Горизонтальні" букви – це такі букви, рядок горизонтального сканування яких містить ланцюг із символів '3' ('4') ('м', 'т', 'ш').
3. Основні символи, з яких складається решта букв ('с', 'о', 'і').

За алгоритмом розбиття вхідного зображення на підчастини відбувається сканування по вертикалі та горизонталі вхідного зображення. Результатом цього сканування є два рядки (змінні типу string), які в кожному своєму символі містять цифру, яка відповідає за кількості чорних стовпчиків у стовпці/рядку зображення, номер якого збігається з номером символу у рядку. Приведемо приклад таких рядків для букви 'в' (рис. 1).

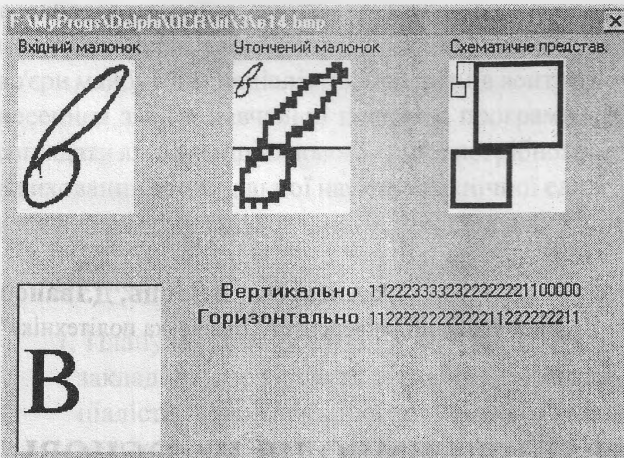


Рис. 1. Рядок, що утворився після сканування зображення

Всі букви, що є "вертикальними" чи "горизонтальними", в процесі розпізнавання розбиваються на групу складових частин, які представлені символами: о, с,), u, ^, I. Потім, після отримання комбінації таких символів, відбувається співставлення цієї комбінації із набором символів, що найчастіше зустрічаються для букв українського алфавіту. Наприклад, букву "д" можна представити комбінацією букв "oo", букву "у" - комбінацією "uo". Однак, іноді можуть виникнути неоднозначні ситуації, коли для різних букв в процесі розпізнавання утворюються однакові комбінації символів (наприклад, при розпізнаванні букв "д" та "в"). У такому випадку в дію вступають додаткові умови. Для наведеного прикладу додатковою умовою може бути порівняння розмірів верхньої частини букв

та нижньої (якщо верхня частина букви більша, то можна припустити, що буква, що була подана на розпізнавання – це буква "в", в іншому випадку – буква "д").

Для розуміння сказаного наведемо приклад роботи алгоритму програми:

1. Отримали на вхід букву (чорно-біле зображення).
2. Необхідно викинути всі завади для забезпечення більшої точності розпізнавання символу. Для вилучення шуму на зображенні

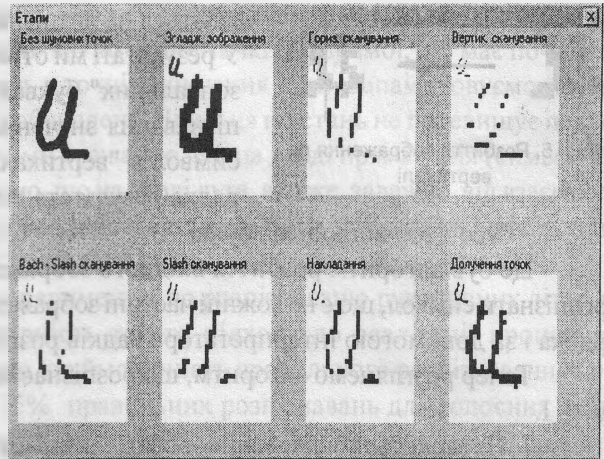


Рис. 2. Кроки вилучення завад із зображення

використовуються процедури: згладження зображення, горизонтальне сканування, вертикальне сканування, Back-Slash сканування, Slash-сканування, накладання. Після цього виконується долучення всіх шаблонів, що отримались в результаті викидання завад (рис 2.)

3. Скануємо її по горизонталі. Програма виділяє для кожного стовпця зображення кількість чорних ділянок (тобто, ділянок, що розділені послідовністю білих пікселів). Результат записується у масив символів (string). Наприклад, для букви "о", що представлена на рис.3, а, результат сканування може бути: 000012222222210000. (довжина рядка залежить від ширини зображення). Для букви "є" можливий такий варіант: 00001123333322110000. (Рис. 3б).



а) Буква "о"

б) Буква "є"

Рис. 3. Горизонтальне сканування

4. Якщо результуючий рядок містить ланцюг символів "3"("4"), то ми вважаємо, що на вході є один із символів:

б, в, д, э, е, у, з, г, ь. Тоді відбувається подальше розбиття символу по горизонталі (рис. 4). Після чого отримуємо дві половини, які розпізнаються як окремі символи з множини: о, с,), и, ^, I. Припустимо, що перша половинка розпізналася як "о" і друга також розпізналася як "о". Тоді результатом розпізнавання буде рядок "oo". Щоб визначити, що буква належить до так званих "горизонтальних" символів, до результуючого рядка спереду додається буква "h". Отже, остаточним результатом розпізнавання буде "hoo", що інтерпретується як буква "в" або "д". Як визначити, яка саме це буква, описано раніше.

5. Якщо ж результуючий рядок не містить ланцюг символів "3"("4"), то ми вважаємо, що на вході є один із решти символів алфавіту. Тоді рисунок буде розбиватись по вертикалі (рис.5.), після чого дві отримані половинки зображення також направ-

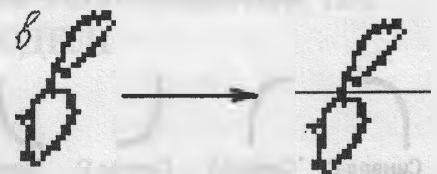


Рис.4. Розбиття зображення по горизонталі



Рис. 5. Розбиття зображення по вертикалі

ляються на розпізнавач символів множини $o, c,), u, ^, I$. У результаті ми отримуємо рядок "сс". Оскільки у "горизонтальних" буквах буква "є" також набуває після розпізнавання значення "сс", то ми вказуємо, що вхідний символ є "вертикальним" шляхом долучення попереду рядка-результата символу "v". Отже, отримуємо рядок "vсс", що відповідає букві "и".

Це був алгоритм розбиття вхідного зображення на декілька зображень з метою розпізнати символ, що є на кожній частині зображення, долучити його до результуючого рядка і за допомогою інтерпретатора рядків розпізнати, яка буква була на вході.

Тепер розглянемо алгоритм, що розпізнає частини зображення у символи $o, c,), u, ^, I$.

1. Проводиться сканування зображення по стовпцям і зберігання у рядку кількості чорних ліній кожного стовпця (лінія може мати розмір і 1 піксел). Довжина рядка буде дорівнювати ширині зображення.

2. Проводиться сканування зображення по рядкам і зберігання у рядку кількості чорних ліній кожного рядка (лінія може мати розмір і 1 піксел). Довжина рядка дорівнюватиме висоті зображення.

3. Після отримання цих двох рядків робиться наступний аналіз:

a. І "вертикальний", і "горизонтальний" рядки містять всередині ланцюги символів '2', яка оточена ланцюгами символів '1'. (наприклад, '0011112222222211100'). У такому випадку ми вважаємо, що подане на розпізнавання зображення є колом (буквою 'o').

b. "Вертикальний" рядок має вигляд '0..02...21...10..0' і "горизонтальний" рядок має вигляд '0..01..10..0'. Тоді можна зробити висновок, що на вході символ ')'.
').

c. "Вертикальний" рядок має вигляд '0..01..12..20..0' і "горизонтальний" рядок має вигляд '0..01..10..0'. Тоді можна зробити висновок, що на вході символ 'c'.

d. "Вертикальна" стрічка має вигляд '0..01..10..0' і "горизонтальна" стрічка має вигляд '0..02...21...10..0'. Тоді можна зробити висновок, що на вході символ 'u'.

e. "Вертикальна" стрічка має вигляд '0..01..10..0' і "горизонтальна" стрічка має вигляд '0..01..12..20..0'. Тоді можна зробити висновок, що на вході символ '^'.

f. І "вертикальний", і "горизонтальний" рядки містять всередині лише ланцюги символів '1' (наприклад, '001111111111100'). У такому випадку виникає неоднозначність, оскільки така комбінація може означати декілька варіантів



Рис. 6. Варіанти символів при заданій комбінації

(див. рис. 6). Неоднозначність полягає в тому, що кожний з цих символів може бути буквою І і в тому, що символам 'c', ') відповідують по два зображення. Неоднозначність вирішується таким

чином: беремо координати першої і останньої точки дуги, ідемо вздовж дуги і обчислюємо відстань від поточної точки до прямої, що має початок в точці початку дуги і кінець в точці закінчення дуги. Запам'ятовуємо максимальну відстань, що була обчислена. Якщо ця відстань не перевищує певної величини (3-4 пікселі), то ми вважаємо, що на вході пряма лінія (символ 'l'). В іншому випадку вважаємо, що на вході дуга, а отже, залежно від взаємного розташування початкової та кінцевої точок можна зробити висновок, який символ є на вході - 'c' чи ')'.
 1994 2000

Постановка комп'ютерних експериментів по розпізнаванню рукописних літер та окремих слів підтвердила правомірність такого підходу до реалізації процедури розпізнавання. Незважаючи на те, що ймовірність правильного розпізнавання не є високою (в найкращому випадку 75% правильних розпізнавань для голосних літер "i" та "i" та в найгіршому випадку 30% для приголосних "ш" та "щ"), можна вказати шляхи її подальшого удосконалення:

- введення нових структурних елементів, пов'язаних з особливостями написання букви;
- відсікання зашумлень при написанні букви;
- реалізація процедури масштабування та додаткового зіставлення зі зразком.

Реалізація надійного алгоритму розпізнавання рукописних літер потребує подальших досліджень.

1. Харкевич А.А. Опознание образов// Радиотехника.– 1959. – Т.14. – С.15.
2. Горелик А.Л., Скрипник В.А. Методы распознавания. – М.: Высшая школа, 1989. – 232с.
3. Фукунага К. Введение в статистическую теорию распознавания. – М.: Наука, 1979. – 512с.
4. Крамер Г. Метематические методы статистики: Пер. с англ. Монина А.С. и Петрова А.А./ Под ред. А. Н. Колмогорова. – М.: Мир, 1975. – 648с.

Р. Мельник

Національний університет "Львівська політехніка"

УДК 621.382

ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ РОЗБИТТЯ ТА ПАКУВАННЯ НВІС НА ОСНОВІ РОЗМІЩЕННЯ НА КОЛОКОВІЙ МОДЕЛІ

© Мельник Р., 2002

Розглянуто підхід до розв'язування задачі розбиття та пакування НВІС на основі алгоритмів розміщення графів у колі та поділу кола на частини. Описані