

# ГІСТОГРАМНИЙ МЕТОД РОЗПІЗНАВАННЯ РУКОПИСНОГО ТЕКСТУ І СИМВОЛІВ

*Олександр Ільченко*

Українська Академія Друкарства

79039 м. Львів вул. Підголоско 19 тел.59-94-20 e.mail:alex\_i2002@ukr.net

**Абстракт.** У роботі описаний розроблений гістограмний метод і сформульовані основні принципи побудови системи розпізнавання рукописного тексту і символів.

## 1. ВСТУП

Розпізнавання образів і, зокрема, розпізнавання рукописного тексту і символів на даний час дуже актуальна науково-технічна проблема. Розв'язання її значно полегшить взаємодію людини із сучасною обчислювальною технікою, комп'ютерами, телекомунікаційним обладнанням, тощо. Відомо, що, як правило, введення інформації у комп'ютерну техніку здебільшого виконується вручну. Це займає багато часу і потребує великої кількості ресурсів.

## 2. РОЗПІЗНАВАННЯ РУКОПИСНОГО ТЕКСТУ І СИМВОЛІВ

Рукописним текстом вважаємо сукупність слів, окремих літер, чисел, цифр, розділових знаків написаних від руки, кириличним або латинським алфавітом. До рукописного тексту відноситься не тільки рукописний текст, як ми його уявляємо, а й текст написаний від руки друкованими літерами, а також текст, написаний від руки стилізованими літерами або цифрами, наприклад, на поштових конвертах.

Рукописні символи це більш широке поняття, у яке входять усе вищеперелічене, а також спеціальні символи, наприклад, математичні, тощо.

## 3. ОГЛЯД МЕТОДІВ РОЗПІЗНАВАННЯ РУКОПИСНОГО ТЕКСТУ І СИМВОЛІВ

Відомо декілька методів розпізнавання рукописного тексту і символів. Докладніше зупинимося на трьох із них, а власне на методі

вертикального сканування, хвильовому методі знаходження скелета растрового зображення, і на методі, так званого "фонтанного перетворення" (від англійського font – шрифт).

Принцип дії цих методів розпізнавання рукописного тексту і символів полягає у зведенні рукописного тексту і рукописних символів до спрощеного, стандартизованого вигляду.

Хвильовий метод знаходження скелета растрового зображення базується на принципі відслідковування за проходженням сферичної хвилі по контуру растрового зображення. Докладно цей метод описаний у [1].

Метод вертикального сканування викладений у [2] та полягає у побудові стандартизованого скелету растрового зображення окремих рукописних літер, шляхом пошуку екстремальних значень контура зображення.

Метод "фонтанного перетворення" заснований на принципі структурно-плямових еталонів, і використовується у широко відомій системі розпізнавання рукописного тексту "Fine Reader Рукопис", компанії АBBYY, яка широко використовується для обробки анкет Пенсійного фонду та Податкової інспекції [3,4].

Основним недоліком вищеперелічених методів є те, що вони мало придатні для розпізнавання рукописного тексту, складні в практичній реалізації, потребують значних системних ресурсів.

Розроблений автором гістограмний метод розпізнавання рукописного тексту і символів, який описаний нижче, не має вищеперелічених недоліків.

## 4. ГІСТОГРАМНИЙ МЕТОД РОЗПІЗНАВАННЯ РУКОПИСНОГО ТЕКСТУ І СИМВОЛІВ

Гістограмний метод розпізнавання рукописного тексту і символів заснований на побудові графіка (гістограми) залежності кількості інформативних пікселів матриці бінарного растрового зображення, відкладеної по осі ординат, від координати рядка або стовпця, відкладеної по осі абсцис (рис.1) та порівнянні її з набором еталонних гістограм навчальної вибірки.

Під бінарним растровим зображенням розуміється двовимірна матриця з чорних та білих точок, в якій об'єкт задається чорними пікселями растру, а фон – білими. Під інформативними пікселями розуміються чорні пікселі растру.

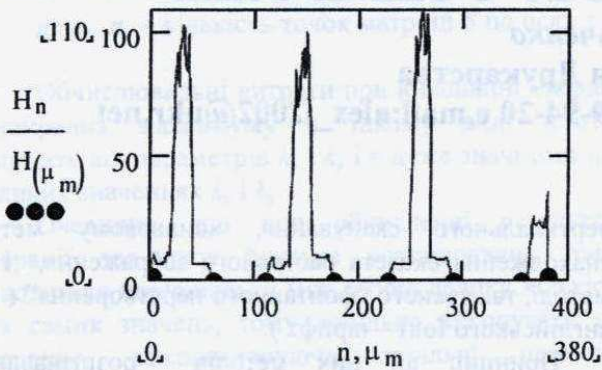


Рис.1. Гістограма рукописного тексту, наведеного на рис.2.

На рис.1 наведена гістограма тексту "В останні роки розпізнавання образів знаходить усе більше застосування в повсякденному житті", зісканованого із роздільною здатністю 300 dpi (рис.2).

*В останні роки розпізнавання образів знаходить усе більше застосування в повсякденному житті*

Рис.2. Рукописний текст, гістограма якого наведена на рис.1.

Гістограмний метод розпізнавання рукописного тексту і символів дозволяє із 100%-ю вірогідністю розділяти рядки у суцільному тексті і окремі слова, літери, цифри і символи у рядку, шляхом знаходження локальних мінімумів на гістограмі (рис.3,4).

*В останні роки*

Рис.3. Зразок рукописного тексту для ілюстрації розділення слів і окремих літер у рядку.

На рис.4 наведена ілюстрація розділення слів у рядку рукописного тексту, знаходженням локальних

мінімумів на гістограмі. Локальні мінімуми на гістограмі позначені крапками.

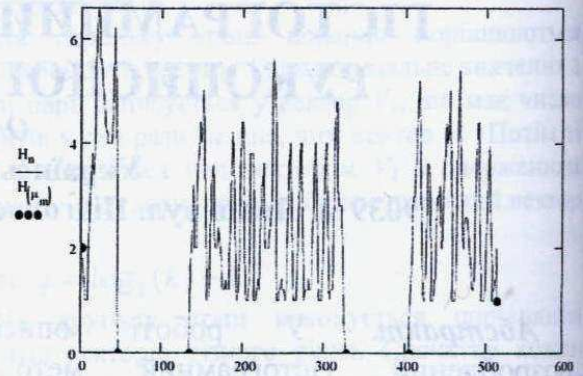
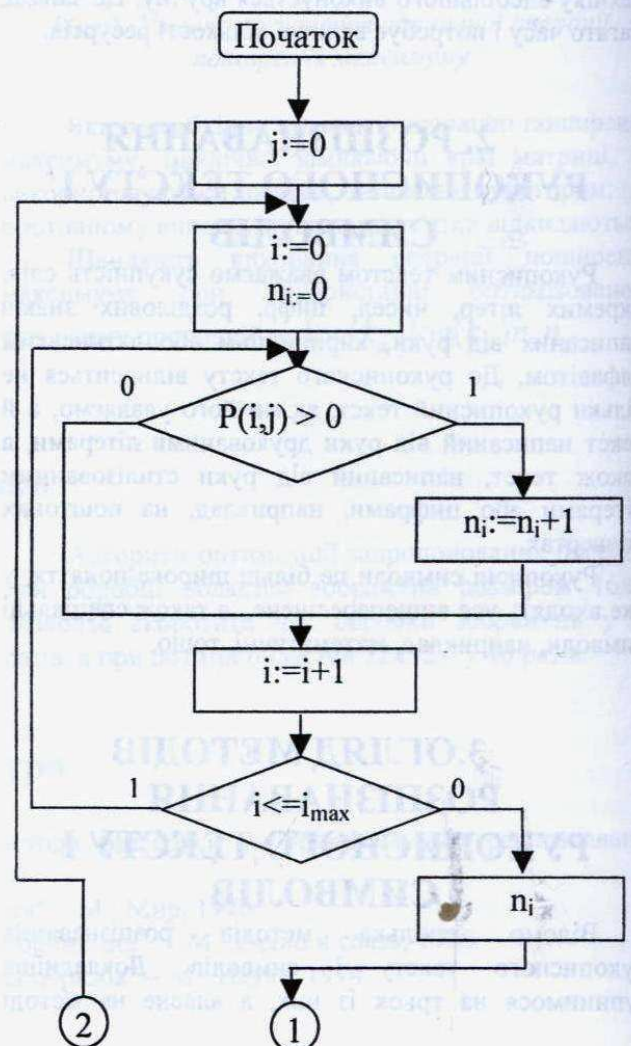


Рис.4. Гістограма окремих слів тексту, наведеного на рис.3.

## 5. АЛГОРИТМ ПОБУДОВИ ГІСТОГРАМИ БІНАРНОГО РАСТРОВОГО ЗОБРАЖЕННЯ

На рис.5 наведена блок-схема алгоритму побудови гістограми бінарного растрового зображення.



## ВИКОРИСТАННЯМ ГІСТОГРАМНОГО МЕТОДУ

Система розпізнавання рукописного тексту і символів (рис.7) складається із сукупності програмних і апаратних засобів. Апаратна частина системи стандартна, і складається із комп'ютера, сканера і принтера і в межах даної статті розглядатися не буде.

Загальний алгоритм роботи системи розпізнавання рукописного тексту і символів приведений на рис.6.

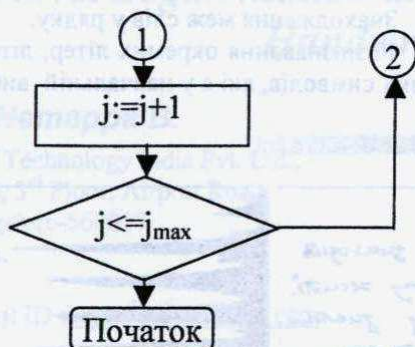


Рис. 5. Блок-схема алгоритму побудови гістограми бінарного растрового зображення.

Де

$n_i$  - кількість інформативних пікселів у рядку матриці бінарного растрового зображення;

$i$  - номер (координата) рядка матриці;

$j$  - номер (координата) стовпця матриці;

$P(i,j)$  - координата кожного пікселя матриці;

У блоках 1 та 2 блок-схеми алгоритму побудови гістограми бінарного растрового зображення відбувається початкова ініціалізація змінних.

У блоці 3 перевіряється чи є кожен піксель матриці інформативним, тобто чорним.

Якщо піксель є інформативним, тоді до кількості інформативних пікселів у  $i$  - му рядку матриці -  $n_i$  додається одиниця (блок 4).

У блоці 5 відбувається перехід на наступний рядок матриці.

У 6-му блоці перевіряється чи даний рядок не є останнім у матриці.

Виводиться значення кількості інформативних пікселів у  $i$  - му рядку матриці бінарного растрового зображення (блок 7).

У блоці 8 відбувається перехід на наступний стовпець матриці.

У 9-му блоці перевіряється, чи даний стовпець не є останнім у матриці. Гістограмний метод розпізнавання рукописного тексту і символів заснований на побудові графіка (гістограми) залежності кількості інформативних пікселів матриці бінарного растрового зображення, відкладеної по осі ординат, від координати рядка або стовпця, відкладеної по осі абсцис (рис.1) та порівнянні її з набором еталонних гістограм навчальної вибірки.

## 6. СИСТЕМА РОЗПІЗНАВАННЯ РУКОПИСНОГО ТЕКСТУ І СИМВОЛІВ ІЗ



Рис.6 Блок-схема алгоритму роботи системи.

1. Введення навчальної вибірки шляхом сканування необхідного набору літер, цифр,

розділових знаків, символів тощо, введення їх значення з клавіатури.

2. Побудова гістограми кожного символу навчальної вибірки і присвоєння їй введеного з клавіатури значення.

3. Введення зі сканера тексту, який буде розпізнаватися.

4. Побудова гістограми тексту, який буде розпізнаватися.

5. Знаходження меж рядків у тексті.

6. Знаходження меж слів у рядку.

7. Розпізнавання окремих літер, літер у словах та інших символів, які є у навчальній вибірці.

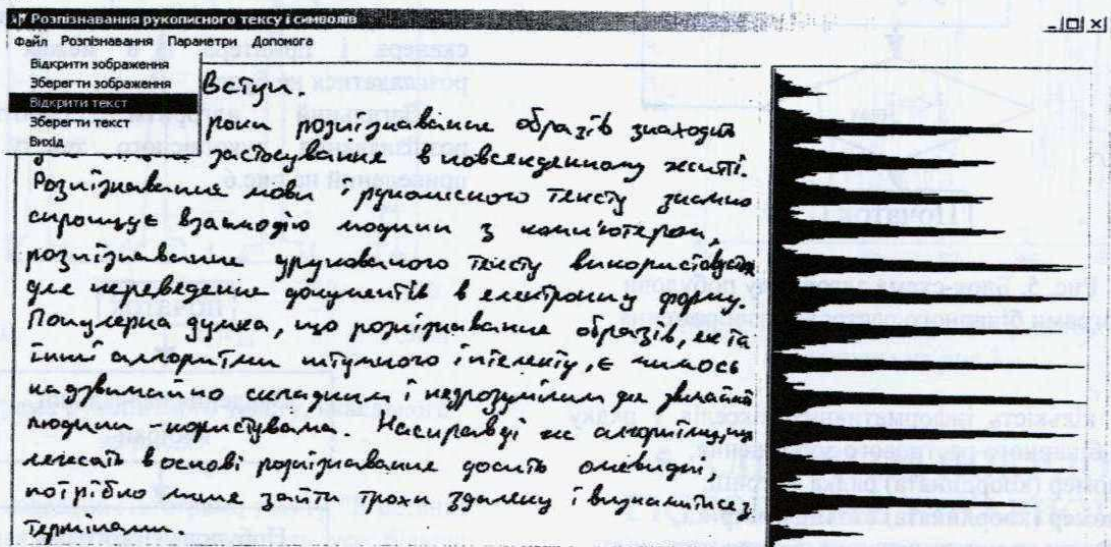


Рис. 7. Інтерфейс системи розпізнавання рукописного тексту і символів

8. Перевірка правильності розпізнавання слів з допомогою вбудованого словника.

Запис розпізнаного тексту у файл, або вивід на друк.

Розроблена математична модель системи у середовищі MathCad 2001Pro.

Фрагмент програми на внутрішній мові програмування середовища MathCad 2001Pro.

Знаходження меж рядків у тексті і меж слів у рядку відбувається шляхом знаходження локальних мінімумів на гістограмах. Ці локальні мінімуми і є межами рядків або слів (рис.7).

Розпізнавання літер у словах відбувається так. Будується гістограма слова. Від цієї гістограми відтинається відрізок, ширина якого дорівнює мінімальній ширині літери. Гістограма цього відрізка порівнюється зі всіма гістограмами символів навчальної вибірки. При збігу гістограм, гістограмі відрізка, яка відповідає першій літері слова присвоюється значення символу гістограми навчальної вибірки із якою вона збіглася. Якщо відрізок мінімальної ширини не збігся ні з одною гістограмою навчальної вибірки, тоді до відрізка мінімальної ширини додається певний крок, будується нова гістограма відрізка і вся процедура порівняння нової гістограми із набором гістограм символів навчальної вибірки повторюється. Так відбувається доти, поки не відбувається збігання гістограми відрізка із набором гістограм символів навчальної вибірки. Після цього береться наступний відрізок мінімальної ширини і всі дії повторюються знову. Так відбувається доти, поки не буде розпізнано останню літеру слова.

Після цього відбувається перевірка правильності розпізнавання слів шляхом порівняння набору літер розпізнаного слова із вбудованим словником системи розпізнавання.

## 7. ВИСНОВКИ

1. Розроблений метод розпізнавання рукописного тексту і символів, який ґрунтується на побудові гістограм тексту, щорозпізнається, і порівнянні її з набором еталонних гістограм навчальної вибірки.

2. Сформульовані основні принципи побудови системи розпізнавання рукописного тексту і символів із використанням розробленого методу.

## 7. ЛІТЕРАТУРА

1. Применение волнового алгоритма для нахождения скелета изображения. <http://www.ocrai.narod.ru/vectoriy.html>

2. Макуцький Я., Овсяк В. Алгоритми пошуку екстремальних точок і побудови стандартизованого скелету символів рукописного тексту. // Комп'ютерні технології друкарства. Збірник наукових праць №3. Львів, 1999р. с. 90 – 97.

3. Абраменко А. Комп'ютер читає. <http://www.ocrai.narod.ru/fr.html>.