

УДК 519.68

Гладких В. М. (Одеська національна академія зв'язку ім. О. С. Попова)

## ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА ВИДІЛЕННЯ КОНТУРІВ СИМВОЛІВ ТЕКСТУ ПОШТОВОГО ПЕРЕКАЗУ

**Гладких В. М. Експертна система виділення контурів символів тексту поштового переказу.** У роботі запропонована експертна система виділення символів тексту поштового переказу. Експертна система є модифікацією метода «Жук», що дозволяє правильно виділити не тільки контури символів та самі символи, а встановити координати області у якій розташовано символ на зображенні.

**Ключові слова:** ПОШТОВИЙ ПЕРЕКАЗ, АЛГОРИТМ "ЖУК", ВИДІЛЕННЯ СИМВОЛІВ

**Гладких В. Н. Экспертная система выделения контуров символов текста почтового перевода.** В работе предложена экспертная система выделения символов текста почтового перевода. Экспертная система является модификацией метода «Жук», что позволяет правильно выделить не только контуры символов и сами символы, но и координаты области в которой расположен символ на картинке.

**Ключевые слова:** ПОЧТОВЫЙ ПЕРЕВОД, АЛГОРИТМ "ЖУК", ВЫДЕЛЕНИЕ СИМВОЛОВ

**Hladkykh V. M. An expert system for edge detection of text characters in postal transfer.** An expert system for edge detection of text characters in postal transfer is presented. This expert system is a modification of "Guk" algorithm that allows to select not only the contours of the characters and the characters themselves, but also to determine the coordinates of the image, where the symbol is located.

**Keywords:** POSTAL MONEY TRANSFER, "GUK" ALGORITHM, SYMBOLS SELECTION

Незважаючи на досить довгу історію досліджень у галузі розроблення та модифікації систем оптичного розпізнавання символів, ще й досі залишаються актуальними задачі виділення тексту та його символів. Це зумовлено тим, що предметна область, у якій використовуються системи оптичного розпізнавання символів, крім розпізнавання документів включає в себе більш широке коло прикладних задач.

Наприклад, у [1, 2] досліджувались методи виділення тексту на Web-сторінках, а у [1] також на сканованих зображеннях обкладинок книг та журналів, кольорових зображень з цифрової камери тощо. Метод, запропонований у [1], складається з таких компонентів: *перетворення* зображення у градації сірого; *видалення шумів та згладжування*; *дискретне вейвлет-перетворення* Хаара; *виділення границь тексту з використанням оператора Собела* у підзонах NL, LH, NH; *об'єднання границь*; *бінаризація*. Зображення поділяється на регіони з текстом та без тексту. У роботі [3] розглядаються панорамні зображення місцевості, що використовують у картографічних навігаційних системах, та запропоновано метод виділення кольорових символів на дорожніх знаках. Як і у роботі [1], кольорове зображення перетворюється у градації сірого, а потім здійснюється морфологічний аналіз отриманого зображення з використанням морфологічних операцій ерозії та дилатації для попередньої бінаризації зображення та виділення контуру символу.

У даній роботі розглядається актуальна задача виділення символів кольорового тексту на відсканованому зображенні поштового переказу з кольоровим тлом та тлом у градаціях сірого. У роботах [4...6] запропоновано метод кластеризації, бінаризації та фільтрації зісканованих зображень бланків поштового переказу, що дозволяє виділити без суттєвих спотворень та завад текст поштового переказу.

Отже, *мета* даної роботи – розроблення такого методу виділення символів тексту, що у подальшому забезпечувало би його сегментацію на рядки та слова.

Щоб забезпечити ефективне, автоматизоване оброблення зображення поштового переказу, автоматизована система сегментації тексту поштового переказу повинна мати таку обчислювальну складність, яка забезпечувала б оброблення тексту у режимі близькому до реального часу. Враховуючи це, будемо використовувати наступну схему сегментації тексту поштового переказу: спочатку виділяються символи тексту, потім символи групуються у рядки тексту та окремі слова. Для того щоб відпрацювати компоненти сегментації тексту

поштового переказу будемо вважати, що текст переказу написаний від руки друкованими символами.

Розглянемо метод виділення символів тексту поштового переказу. Цей метод розроблено з використанням ідеї алгоритму виділення неперервних контурів, що має назву «Жук» [7]. Для того щоб виділити на растровому бінаризованому зображенні букви та цифри, товщина яких може змінюватись від одного до декількох пікселів, і контури символів не є неперервними, необхідно відповідним чином модифікувати оригінальний метод «Жука».

На растровому зображенні можна виділити вісім основних напрямів у яких може переміщуватись «Жук» при виділенні символів тексту. Позначимо умовно ці напрями: 1 – захід; 2 – схід; 3 – північ; 4 – південь; 31 – північний захід; 41 – південний захід; 42 – південний схід; 32 – північний схід.

Для того щоб спростити визначення напрямку руху «Жука» оберемо напрям обходу символу за годинниковою стрілкою. На рис. 1 наведено схему зміни напрямів руху «Жука» при обході символів тексту поштового переказу.

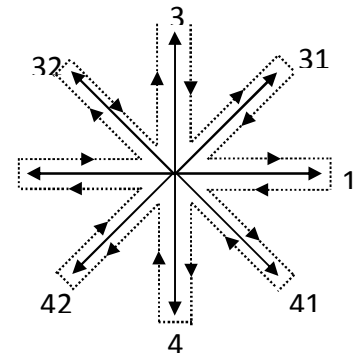


Рис. 1. Обхід символів

Згідно цієї схеми сформулюємо, у вигляді логічних правил, систему продукцій, за якими визначатиметься напрям подальшого руху «Жука». Нехай  $I(i, j)$  – це колір пікселя бінарного зображення з координатами  $(i, j)$ . Позначимо, умовно чорний колір – 1, а білий – 0, код обраного напрямку руху «Жука» позначмо змінною  $нарр$ .

У табл. 1 наведено систему продукцій для визначення напрямку руху «Жука» та схему розташування пікселів растру, колір яких аналізується.

Основні продукції експертної системи			Табл. 1
Код	Схема	Продукція	
1	$(i, j-1)$ $(i+1, j-1)$ $(i, j)$ $(i+1, j)$ 	Якщо $I(i, j) = 1$ $I(i+1, j) = 1$ і $I(i+1, j) = 0$ і $I(i+1, j-1) = 0$ , тоді $i = i + 1$ .	i
2	$(i-1, j)$ $(i, j)$ $(i-1, j+1)$ $(i, j+1)$ 	Якщо $I(i, j) = 1$ $I(i-1, j) = 1$ і $I(i, j+1) = 0$ і $I(i-1, j+1) = 0$ , тоді $i = i - 1$ .	i
3	$(i-1, j-1)$ $(i, j-1)$ $(i-1, j)$ $(i, j)$ 	Якщо $I(i, j) = 1$ $I(i, j-1) = 1$ і $I(i-1, j) = 0$ і $I(i-1, j-1) = 0$ , тоді $j = j - 1$ .	i
4	$(i, j)$ $(i+1, j)$ $(i, j+1)$ $(i+1, j+1)$ 	Якщо $I(i, j) = 1$ і $I(i, j+1) = 1$ і $I(i, j) = 0$ і $I(i-1, j+1) = 0$ , тоді $j = j + 1$ .	
31	$(i, j-1)$ $(i+1, j-1)$ $(i, j)$ 	Якщо $I(i, j) = 1$ і $I(i+1, j-1) = 1$ і $I(i, j-1) = 0$ , тоді $i = i + 1$ та $j = j - 1$ .	
41	$(i, j)$ $(i+1, j)$ $(i+1, j+1)$ 	Якщо $I(i, j) = 1$ і $I(i+1, j+1) = 1$ і $I(i+1, j) = 0$ , тоді $i = i + 1$ та $j = j + 1$ .	
32	$(i-1, j-1)$ $(i, j)$ $(i-1, j)$ 	Якщо $I(i, j) = 1$ і $I(i-1, j-1) = 1$ і $I(i-1, j) = 0$ , тоді $i = i - 1$ та $j = j - 1$ .	
42	$(i, j)$ $(i+1, j)$ $(i+1, j+1)$ $(i, j+1)$ 	Якщо $I(i, j) = 1$ і $I(i+1, j+1) = 1$ і $I(i, j+1) = 0$ , тоді $i = i + 1$ та $j = j + 1$ .	

Для того, щоб забезпечити правильне виділення контуру символу навіть у тому випадку коли він не замкнений, наведені в табл. 1 продукції були доповнені продукціями зміни напрямку руху на протилежний у відповідності з рис. 1.

Експертна система, на програмному рівні, була реалізована у виді рекурсивної функції. Для спрощення процедури виділення контуру зображення перезаписується у бітовий масив  $Im(i, j)$ , що має розмірність таку ж як зображення.

З урахуванням цього, узагальнено, метод виділення контуру символу буде складатись з наступних кроків.

*Крок 1* Заповнити масив  $Im(i, j)$ . Якщо піксел зображення з координатами  $(i, j)$  – чорний, то  $Im(i, j) = 1$ .

*Крок 2* Переглядаючи елементи масиву  $Im(i, j)$  по стовпцям знайти перший елемент, такий, що  $Im(i_p, j_p) = 1$  та  $(i_p, j_p)$  при переміщенні «Жука» записувати координати елементів контуру у спеціальний масив, та визначити прямокутник мінімальної площі у який вписано символ (координати вершин цього прямокутника визначаються мінімальними та максимальними значеннями  $i_{min}$ ,  $i_{max}$ ,  $j_{min}$  та  $j_{max}$  при обході контуру символу);

– якщо  $i = i_p$  і  $j = j_p$  і  $napr = naprP$ , то символ виділено, завершити роботу експертної системи.

*Крок 3* Запам'ятати номер виділеного символу.

*Крок 4* Запам'ятати  $i_{min}$ ,  $i_{max}$ ,  $j_{min}$  та  $j_{max}$  та номер символу у масив S.

*Крок 5* Створити зображення та занести в нього контури виділеного символу (зображення символів зберігаються у масиві зображень) та сам символ.

*Крок 6* Видалити виділений символ з масиву  $Im$ .

*Крок 7* Якщо ще не всі елементи масиву переглянуті, то перейти до кроку 2.

Очевидно, що складність методу має порядок  $O(N)$ , де  $N$  кількість символів у зображенні. З використанням сформульованих продукцій було розроблене відповідне застосування.

Рис. 2. Фрагмент тексту поштового переказу

Рис.3. Контури символів

На рис. 2 наведено бінаризоване зображення фрагмента тексту поштового переказу.

На рис. 3. наведені контури двадцяти перших символів цього тексту, у тому порядку, як вони були виділені. Експертна система реалізована у виді рекурсивної функції.

На рис. 4 наведені всі виділені символи цього фрагменту тексту, у тому порядку, як вони були знайдені. Візуалізації взаємного розташування прямокутників з вершинами у точках  $(i_{min}, j_{min})$ ,  $(i_{min}, i_{max})$ ,  $(i_{max}, j_{min})$  та  $(i_{max}, j_{max})$  у які вписані символи для перших двох рядків наведена на рис. 4.

Як видно з наведених результатів за допомогою запропонованого методу всі символи та області у яких вони розташовані на зображеннях, виділяються правильно.

Такі ж результати були отримані для сорока різних тестових зображень поштового переказу. Використовуючи координати областей розташування символів можна суттєво спростити виділення рядків та слів тексту поштового переказу, оскільки при цьому складність виділення рядків та слів буде залежати лише від кількості символів у тексті.

**Висновки.** Отже, за результатами виконаних досліджень можна зробити наступні висновки:

- розроблена експертна система практично безпомилково виділяє всі контури символів та самі символи тексту поштового переказу;
- встановлені, у ході виділення символів, координати їх розташування на зображенні дозволяють спростити процедуру сегментацію тексту поштового переказу на слова та рядки.

Подальші дослідження будуть спрямовані на розроблення методу сегментації тексту поштового переказу з використанням результатів цієї роботи.

### **Література**

1. Roshanak Farhoodi. Text segmentation from images with textured and colored background [Електронний ресурс] / Roshanak Farhoodi, Shohreh Kasaei Sharif // – Режим доступу : [http://www.yasni.com/ext.php?url=http%3A%2F%2Fipl.ce.sharif.edu%2FPapers%2FGcc\\_Text\\_04.pdf&name=Roshanak+Farhoodi&cat=document&showads=1](http://www.yasni.com/ext.php?url=http%3A%2F%2Fipl.ce.sharif.edu%2FPapers%2FGcc_Text_04.pdf&name=Roshanak+Farhoodi&cat=document&showads=1)
2. Karatzas D. Two approaches for text segmentation in web images [Електронний ресурс] / D. Karatzas, A. Antonacopoulos // – Режим доступу : [http://www.primaresearch.org/ICDAR2003/Papers/0023\\_669\\_antonacopoulos\\_a.pdf](http://www.primaresearch.org/ICDAR2003/Papers/0023_669_antonacopoulos_a.pdf)
3. Fabrizio J. Text segmentation in natural scenes using toggle-mapping [Електронний ресурс] / J. Fabrizio, B. Marcotegui, M. Cord // – Режим доступу : [http://cmm.ensmp.fr/~marcoteg/cv/publi\\_pdf/jonathan/fabrizio\\_marcotegui\\_cord\\_icip09.pdf](http://cmm.ensmp.fr/~marcoteg/cv/publi_pdf/jonathan/fabrizio_marcotegui_cord_icip09.pdf)
4. Гладких В. М. Сегментація зображень поштових переказів з кольоровим текстом / В. М. Гладких // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. – 2011. – №7. – С. 11-15
5. Гладких В. М. Виділення тексту у цифровому зображенні бланку поштового переказу з кольоровим контентом / В. М. Гладких // Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку. – 2011. – №4(20). – С. 55-60.
6. Гладких В. М. Морфологічна фільтрація бінарних зображень поштового переказу / В. М. Гладких // Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку. – 2012, – №1(21). – С. 66-70.
7. Писаренко В. Г. Распознавание навигационных знаков беспилотным летательным аппаратом [Електронний ресурс] / В.Г. Писаренко, Ю.В. Писаренко, А.П. Коваленко // – Режим доступу : [http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/ii/2010\\_3/AI\\_2010\\_Pisarenko\\_Kovalenko.pdf](http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/ii/2010_3/AI_2010_Pisarenko_Kovalenko.pdf)

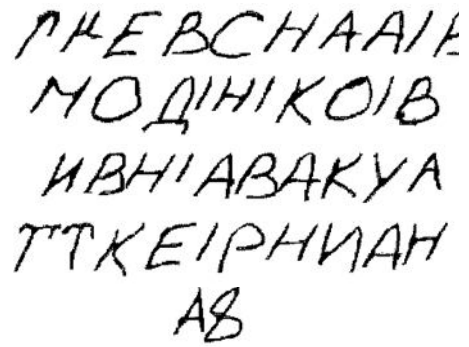


Рис. 4. Всі виділені символи тексту