

Выводы. Разработан оптрон на основе кристаллов CdP_2 . В качестве фотоприемной части использован поверхностный фоторезистор (система $CdS-CdP_2$). Характеристики изготовленного оптрона сравнимы с параметрами серийных оптронов, изготовленных на базе кристаллов $CdSe$, и возможно дальнейшее улучшение его характеристик.

Литература

1. Верещагин И.К. Введение в оптоэлектронику / И.К. Верещагин . – М. Высшая школа, 1991.
2. Чуйко Г. П. Специфика электронных спектров пространственно-модулированных фаз кристаллов класса 422 / Г.П. Чуйко // УФЖ. – 1989. – № 34(2). – С.271-276.
3. Приповерхневі фотоелектричні явища в CdP_2 / [Л.М. Гориня, М.Л. Дмитрук, В.О. Зуєв та інш.] // Фізика і хімія твердого тіла. – 2009. – Т.10, №1. – С.54-58.

УДК 519.68

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

СЕГМЕНТАЦІЯ ТЕКСТУ ПОШТОВОГО ПЕРЕКАЗУ

Гладких В. М. Сегментація тексту поштового переказу. Запропоновано ефективний та простий метод сегментації тексту поштового переказу, написаного від руки друкованими символами. Метод ґрунтується на аналізі взаємного розташування областей, у які вписано символи, та надійно виділяє рядки та слова тексту.

Ключові слова: РОЗПІЗНАВАННЯ СИМВОЛІВ, ПОШТОВИЙ ПЕРЕКАЗ, СЕГМЕНТАЦІЯ

Гладких В. М. Сегментация текста почтового перевода. Предложен эффективный и простой метод сегментации текста почтового перевода, написанного от руки печатными символами. Метод основан на анализе взаимного расположения областей, в которые вписаны символы, и надежно выделяет строки и слова текста.

Ключевые слова: РАСПОЗНАВАНИЕ СИМВОЛОВ, ПОЧТОВЫЙ ПЕРЕВОД, СЕГМЕНТАЦИЯ

Hladkykh V. M. Text segmentation of the postal order. An efficient and simple method for the hand written text segmentation of postal money order proposed. The method is based on an analysis of the mutual arrangement of character areas and reliably identifies lines and words.

Keywords: SYMBOLS RECOGNITION, POSTAL ORDER, SEGMENTATION

Вступ. Дослідження у галузі підвищення ефективності та розширення функціональності систем оптичного розпізнавання символів, незважаючи на значні досягнення, ще й досі залишаються актуальними. Серед множини проблем які вирішуються у ході досліджень слід виділити актуальну задачу сегментації зображення на текстові регіони та тло.

Відомо, що виділення текстових регіонів у зображенні зі складним тлом є досить складною, комплексною задачею. Для вирішення цієї задачі використовуються різні методи. У [1, 2] запропоновано метод надійного виділення тексту за допомогою імпульсного фільтру. Зображення сканується маскою фільтра та виявляються границі символів (імпульси), у околиці імпульсу аналізується зміна яскравості при переході від тло до символу. Цей метод дозволяє виділяти символи та рядки тексту у відео потоці, наприклад титри, банери тощо. Слід підкреслити, що при цьому символи повинні мати товщину від трьох пікселів і більше. У роботі [3] запропоновано метод виділення кольорового тексту, який здійснюється у декілька етапів. Перший етап – це попереднє оброблення зображення для збільшення відмінностей між текстовими блоками та тлом. Другий етап – поділ текстових блоків на зв'язані компоненти з подальшою фільтрацією для видалення компонент що не є текстом. Третій етап – об'єднання зв'язаних компонент у прошарки тексту, з використанням обмежень таких щоб дійсно виділити прошарок реального тексту. Четвертий етап бінаризація - отриманих прошарків тексту.

У роботі [4] запропоновано структуру багаточарового перцептрона для сегментації зображення документа у градаціях сірого на текстові та не текстові регіони.

Запропонований у роботі [5] алгоритм сегментації рядків рукописного тексту побудовано на пошуку оптимальних регіонів послідовності тексту та вертикальних проміжків, що поділяють такі регіони. Після застосування процедури накреслення розподільника рядка окремі зв'язані компоненти співвідносяться з рядком тексту. Виділення окремих слів в рядку ґрунтується на метриці розривів, яка використовує функцію еластичних границь лінійного SVM-методу, що розділяє послідовні зв'язані компоненти на слова. У наведених вище роботах використовуються кольорові зображення, або зображення у градаціях сірого, що містять текстові регіони. У результаті застосування цих методів кінцевим результатом є бінарне зображення тексту. Якщо виконати таке попереднє оброблення кольорового зображення, результатом якого саме бінарне зображення тексту, то процедура його сегментації, тобто виділення рядків та слів тексту суттєво спрощується.

Однією з актуальних задач, автоматизації оброблення поштової кореспонденції є задача автоматизації обліку поштових переказів. У роботах [6...9] запропоновано методи кластеризації, бінаризації та фільтрації зображень бланків поштових переказів, отриманих зі сканера, що дозволяють отримати без суттєвих спотворень та завад зображення тексту поштового переказу у бінарному виді, а також виділити окремі символи тексту.

Мета роботи – розробка методу сегментації тексту поштового переказу на рядки та слова.

Алгоритм і метод сегментації. У роботі [9] запропонована експертна система виділення символів тексту написаного від руки друкованими буквами. Для того, щоб виділити рядки тексту та слова необхідно проаналізувати взаємне розташування виділених символів тексту. Щоб здійснити цей аналіз для кожного символу S_k , у ході їх виділення запам'ятовуються координати $i_{k,\min}$, $i_{k,\max}$, $j_{k,\min}$ та $j_{k,\max}$. Щоб виділити рядки тексту отримана множина символів $S = \{(S_k, i_{k,\min}, i_{k,\max}, j_{k,\min}, j_{k,\max}) : k \in [0, N-1]\}$ впорядковується у порядку зростання $j_{k,\min}$. В результаті отримаємо впорядковану множину або кортеж виду:

$$K_S = \{(S_{lk}, i_{lk,\min}, i_{lk,\max}, j_{lk,\min}, j_{lk,\max})_l : l \in [0, N-1], j_{lk,\min} < j_{(l+1)k,\min}\}$$

Отриманий кортеж розбивається на непересічні підмножини, кожна з яких є рядком тексту. Новий рядок тексту починається з символу $S_{(l+1)k}$, якщо $j_{lk,\max} < j_{(l+1)k,\min}$. В результаті такого аналізу множини S отримаємо множину рядків тексту $K_S = \bigcup_{r=1}^R K_{sr}$. де

R – кількість рядків тексту.

Отже, **алгоритм виділення рядків тексту** буде складатись з наступних кроків:

Крок 1. Впорядкувати множину S у порядку зростання $j_{k,\max}$.

Крок 2. Задати початковий номер рядка тексту $r = 1$, та початкове значення $l = -1$.

Крок 3. Збільшити l на одиницю $l = l + 1$.

Крок 4. Якщо $j_{lk,\max} > j_{(l+1)k,\min}$, то $S_{(l+1)k} \in K_{sr}$, інакше покласти $r = r + 1$, $S_{(l+1)k} \in K_{sr}$.

Крок 5. Якщо $l < N$, то перейти до кроку 3.

Для того щоб підтвердити правильність роботи алгоритму та візуалізувати результати виділення рядків на зображенні тексту поштового переказу у кожній множині $S_{(l+1)k} \in K_{sr}$ обчислюються $i_{rk,\min}$, $i_{rk,\max}$, $j_{rk,\min}$ та $j_{rk,\max}$, а рядок тексту вписується у

прямокутник з вершинами у пікселях зображення $(i_{rk,\min}, j_{rk,\min})$, $(i_{rk,\max}, j_{rk,\min})$, $(i_{rk,\min}, j_{rk,\max})$ та $(i_{rk,\max}, j_{rk,\max})$.

На рис. 1 наведені виділені рядки тексту. Як видно з рисунку у тексті поштового переказу виділені чотири рядки. Не зважаючи на те, що процедура виділення рядків тексту дуже проста, однак вона правильно виділяє рядки тексту. Це зумовлено тим, що на бланку є спеціальні поля для заповнення бланк, які розмежовують окремі рядки тексту. Крім того запропонований метод має набагато меншу обчислювальну складність у порівнянні з існуючими методами, у яких складність більша ніж $O(N)$, де N – кількість пікселів у зображенні. Дійсно для виділення рядків тесту запропонований алгоритм оперує з обмеженою кількістю символів.

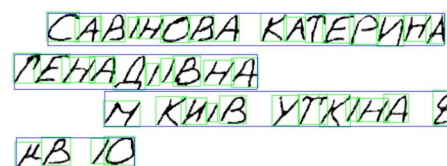


Рис. 1. Виділені рядки тексту

На рис. 2 наведені рядки K_{sr} тексту фрагменту поштового переказу. На цьому рисунку символи тексту поштового переказу наведені у тому порядку, як вони були виділені та розподілені по рядкам. Символи правильно розподілені по рядкам.

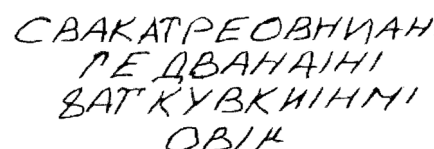


Рис. 2. Виділені рядка тексту

Роботу алгоритму було перевірено на всіх бінаризованих зображеннях бланків поштового переказу. У всіх випадках рядки тексту виділялись правильно.

Як видно з рис. 1, символи у виділених рядках рукописного тексту на зображенні поштового переказу розташовані так, що завжди для двох сусідніх символів виконується нерівність $i_{rk,\min} < i_{rk+1,\min}$. Отже, для того щоб виділити слова, спочатку треба впорядкувати символи у рядках у порядку зростання $i_{rk,\min}$. У ході впорядкування символів

розраховується середня ширина символа: $\bar{d}_{sr} = \frac{1}{n_r} \sum_{p=1}^{n_r} (i_{rp,\max} - i_{rp,\min})$.

Після цього рядки поділяються на слова. Після аналізу текстів поштового переказу було встановлено наступне. У текстах, написаних від руки друкованими символами, області символів у переважній більшості випадків перекриваються, тобто $i_{r(i+1),\min} - i_{ri,\max} > 0$.

У тих випадках коли $i_{r(i+1),\min} - i_{ri,\max} > 0$, то виконання цієї умови може означати, що наступний $(i+1)$ -й символ або також належить слову, яке виділяється, або належить наступному слову. Аналіз текстів поштового переказу показав, що $(i+1)$ -й символ слід віднести до нового слова, якщо відстань між $S_{r(i+1)}$ та S_{ri} рядка r задовольняє умові:

$$i_{r(i+1),\min} - i_{ri,\max} > 0 \text{ і } i_{r(i+1),\min} - i_{ri,\max} \geq 0,769231 \cdot \bar{d}_s.$$

Сформулюємо **алгоритм виділення слів** у рядках тексту. Позначимо кількість рядків тексту через n_{str} .

Крок 1. Задати початковий номер рядка $r = 1$.

Крок 2. У рядку K_{sr} впорядкувати символи у порядку зростання $i_{rk,\min}$, підрахувати кількість символів у рядку n_r та обчислити середнє значення ширини символів \bar{d}_{sr} .

Крок 3. Задати початкове значення кількості слів $q_r = 1$ у рядку r .

Крок 4. Задати початковий номер символа $l = 1$ рядка K_{sr} .

Крок 5. Віднести символ S_{rl} рядка r до слова W_{q_r} .

Крок 6. Якщо $i_{r(l+1),\min} - i_{rl,\max} > 0$ і $i_{rl,\max} - i_{r(l+1),\min} \geq 0,769231 \cdot \bar{d}_s$, то збільшити q_r на одиницю $q_r = q_r + 1$, покласти $l = l + 1$, інакше покласти $l = l + 1$.

Крок 7. Якщо $l < n_r$, то перейти до кроку 5.

Крок 8. Якщо $r < n_{str}$, то перейти до кроку 2, інакше всі слова виділені.

За допомогою розробленого застосування були проаналізовані всі тестові зображення поштових переказів. На рис. 3 наведені рядки тексту впорядковані у відповідності з наведеним вище алгоритмом та поділені на слова.

Отже за результатами виконаних досліджень можна зробити наступні висновки. Запропоновано метод сегментації тексту поштового переказу, який ґрунтується на аналізові взаємного розташування областей у які вписано символи тексту виділення рядків та слів тексту. Метод надійно виділяє рядки та слова тексту написаного від руки друкованими літерами.

Подальші дослідження будуть спрямовані на сегментацію рукописного тексту поштового переказу.

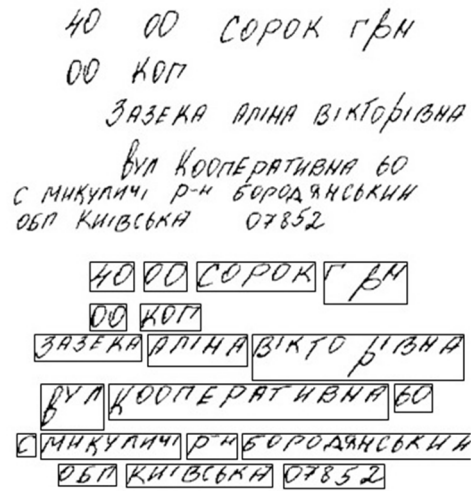


Рис. 3. Виділені слова фрагмента тексту

Література

1. Jung Cheolkon. A new approach for text segmentation using a stroke filter [Електронний ресурс] / Cheolkon Jung, Qifeng Liu, Joongkyu Kim // Signal Processing. – 2008. – Vol. 88. – PP. 1907-1916 // – Режим доступу: <http://www.yaroslavvb.com/papers/jung-new.pdf>
2. Li Xiaojun. A hybrid text segmentation approach [Електронний ресурс] / Xiaojun Li, Weiqiang Wang, Qingming Huang, Wen Gao, Laiyun Qing // IEEE International Conference Multimedia and Expo. – 2009. – PP. 510-513 // – Режим доступу: <http://www.jdl.ac.cn/doc/2009/>
3. Zhan Yaowen. A Robust Split-and-Merge Text Segmentation Approach for Images [Електронний ресурс] / Yaowen Zhan, Weiqiang Wang, Wen Gao // 18th International Conference on Pattern Recognition (ICPR'06). – 2006. – Vol. 2. – PP. 1002-1005 // – Режим доступу: http://www.jdl.ac.cn/doc/2006/a_robust_split-and-merge_text_segmentation_approach_for_images.pdf
4. Bukhari S.S. Document Image Segmentation using Discriminative Learning over Connected Components [Електронний ресурс] / Syed Saqib Bukhari, De Mayce Ibrahim Ali Al Azawi, Faisal Shafait, Thomas M. Breuel // DAS '10 Proceedings of the 9th IAPR International Workshop on Document Analysis Systems. – 2010. – PP. 183-190 // – Режим доступу: <http://www.dfki.uni-kl.de/~shafait/papers/Bukhari-Text-Image-Segmentation-DAS10.pdf>
5. Papavassiliou V. Handwritten document image segmentation into text lines and words [Електронний ресурс] / Vassilis Papavassiliou, Themis Stafylakisa, Vassilis Katsourosa, George Carayannisa // Pattern Recognition. – 2010. – Vol. 43. – PP. 369-377 // – Режим доступу: <http://www.ilsp.gr/homepages/docs/handwrittendocumentimage.pdf>
6. Гладких В.М. Сегментація зображень поштових переказів з кольоровим текстом // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. – 2011. – №7. – С. 11-15.
7. Гладких В.М. Виділення тексту у цифровому зображенні бланку поштового переказу з кольоровим контентом // Наукові записки УНДІЗ. – 2011, №4(20). – С. 55-60.
8. Гладких В.М. Морфологічна фільтрація бінарних зображень поштового переказу // Наукові записки УНДІЗ. – 2012. – №1(21). – С. 66-70.
9. Гладких В. М. Експертна система виділення контурів символів тексту поштового переказу / В. М. Гладких // Вісник ДУІКТ. – 2012. – Т. 10, №3. – С. 77-80.