

УДК 519.68

Гладких В. М., аспірант

## ВИДІЛЕННЯ ТЕКСТУ У ЦИФРОВОМУ ЗОБРАЖЕННІ БЛАНКУ ПОШТОВОГО ПЕРЕКАЗУ З КОЛЬОРОВИМ КОНТЕНТОМ

**Гладких В. М. Виділення тексту у цифровому зображенні бланку поштового переказу з кольоровим контентом.** Запропоновано метод виділення кольорового тексту поштового переказу з кольоровим контентом, що ґрунтується на сегментації однієї з компонент перетворення Карунена-Лоева. Аналіз результатів виділення тексту показав, що запропонований метод не залежить від того, якими чорнилами заповнено переказ та якими типографськими фарбами надруковано бланк поштового переказу.

**Ключові слова:** ПОШТОВИЙ ПЕРЕКАЗ, ВИДІЛЕННЯ КОЛЬОРОВОГО ТЕКСТУ, ПЕРЕТВОРЕННЯ КОРУНЕНА-ЛОЄВА

**Гладких В. Н. Выделение текста в цифровом изображении бланка почтового перевода с цветным контентом.** Предложен метод выделения цветного текста почтового перевода с цветным контентом, который основан на сегментации одной из компонент преобразования Карунена-Лоева. Анализ результатов выделения текста показал, что предложенный метод не зависит от того, какими чернилами заполнен перевод и какими типографскими красками напечатан бланк почтового перевода.

**Ключевые слова:** ПОЧТОВЫЙ ПЕРЕВОД, ВЫДЕЛЕНИЕ ЦВЕТНОГО ТЕКСТА, ПРЕОБРАЗОВАНИЕ КОРУНЕНА-ЛОЄВА

**Gladkykh V. M. Text extraction in digital images of the postal orders with color content.** Method for separating the colored text and postal order with color content is proposed. This method is based on the segmentation of one component of the Karhunen-Loeve transform. Analysis of the results showed that the proposed method does not depend on ink and postal order form colors.

**Keywords:** POSTAL ORDER, COLOR TEXT EXTRACTION, KARHUNEN-LOEVE TRANSFORM

**Постановка задачі.** Автоматизація оброблення поштової кореспонденції на сьогодні є однією з найбільш актуальних задач УДППЗ «Укрпошта». Однією з таких задач, що може бути вирішена при незначних капітальних затратах, є задача автоматизації оброблення поштових переказів. Це зумовлено тим, що оброблення поштових переказів може здійснюватись безпосередньо у відділеннях поштового зв'язку з використанням комп'ютера та сканера, якими вони вже обладнані. Необхідно розробити лише відповідне програмне забезпечення. Поштові перекази можуть суттєво розрізнятись за колірним контентом. В поштовому зв'язку можуть використовуватись бланки надруковані або чорними, або кольоровими фарбами. Що стосується заповнення бланку, то для цього можуть використовуватись ручки без обмежень на колір чорнил. Звідси виникає актуальна наукова проблема, що стосується виділення кольорових текстів на зображеннях з кольоровим контекстом.

У системах оптичного розпізнавання символів для виділення кольорового тексту найчастіше використовують простори кольорів RGB, HSI, CIE, Lab, Luv та  $l_1l_2l_3$ , але жоден з них не має таких переваг, щоб забезпечити виділення кольорового тексту на кольоровому тлі. Вибір колірної простору для якісної сегментації зображення документів з кольоровим текстом ще й досі є актуальною задачею [1].

Найбільш активні дослідження щодо сегментації зображень з використанням різних колірних просторів здійснюються у таких напрямках: виділення текстів у мобільних пристроях [2...4], виділення текстів на кольорових зображеннях [5...8].

У [5] запропоновано робастний метод виділення тексту у неконтрастних зображеннях з завданням шляхом виділення домінантних кольорів та колірної редукції у просторі RGB. Кожний домінантний колір виділяється у виді зв'язної компоненти. Ці зв'язні компоненти фільтруються й поєднуються в блоки, що класифікуються на текстові й нетекстові. Для здійснення колірної редукції використовується згладжування, а потім виділення границь сегментів. У роботі [7] досліджувалося застосування різних колірних просторів – RGB, HSV,

XYZ, Lab, Lch,  $l_1l_2l_3$ ,  $O_1O_2O_3$ , YCbCr – для виділення символів на кольорових зображеннях з використанням алгоритму *K*-середніх. У якості міри близькості сегментів використалися евклідова відстань і косинус-подібність (cosine similarity). Слід зазначити, що розглянуті методи мають значну обчислювальну складність. У роботах [9, 10] показано, що для виділення кольорового тексту на ахроматичному фоні при наявності завад слід використовувати перетворення Корунена-Лоєва. Це забезпечує якісне виділення тексту поштового переказу з використанням одновимірних методів сегментації з адаптивним порогом. У якості продовження досліджень виконаних у [10, 11] метою даної роботи є розроблення компоненту системи автоматизації обліку поштових переказів за умови, що рукописний текст та типографські атрибути бланку – кольорові.

**Метод виділення кольорового тексту поштового переказу з кольоровим контентом.** В роботі [9] показано, що ковариаційна матриця **C** простору кольорів RGB зображення поштового переказу з кольоровим текстом та колірним контентом має характеристичне рівняння виду

$$\lambda^3 - \text{tr}(\mathbf{C})\lambda^2 + (M_{RR} + M_{GG} + M_{BB})\lambda - \det(\mathbf{C}) = 0, \quad (1)$$

де  $M_{pp}$  – **мінори** другого порядку ковариаційної матриці.

Оскільки матриця **C** симетрична та додатньо визначена, то вона має три різних дійсних додатних значення. Власні вектори **u**, що відповідають власним значенням ковариаційної матриці знаходять з розв'язку матричного рівняння

$$(\mathbf{C} - \lambda_i \mathbf{I})\mathbf{u}_i = 0. \quad (2)$$

Тут **I** – одинична матриця, а  $\mathbf{u}_i$  – матриця стовбець. Відомо, що власні вектори утворюють ортонормований базис. Для подальшого впорядкуємо власні значення у порядку спадання, та відповідним чином впорядкуємо власні вектори.

У роботах [10, 11] показано що для виділення тексту поштового переказу при умові, що типографські реквізити бланку сірі, а текст кольоровий, необхідно використовувати лінійну оболонку перетворення Корунена-Лоєва, натягнуту на власний вектор  $\mathbf{u}_2$ , що відповідає другому, у впорядкованій по спаданню послідовності, власному значенню  $\lambda_2$ .

Розглянемо властивості простору Корунена-Лоєва у випадку, коли текст та типографські атрибути бланку поштового переказу кольорові. Переважно у кольорових типографських бланках атрибути друкуються світло-блакитними фарбами, але є й бланки, що надруковані синіми фарбами.

Перетворення з простору RGB у простір Корунена-Лоєва має вигляд:

$$V_{ij} = \begin{pmatrix} \tilde{v}_{1,ij} \\ \tilde{v}_{2,ij} \\ \tilde{v}_{3,ij} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} u_{11} & u_{12} & u_{13} \\ u_{21} & u_{22} & u_{23} \\ u_{31} & u_{32} & u_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R_{ij} \\ G_{ij} \\ B_{ij} \end{pmatrix}, \quad (3)$$

де  $(i, j)$  - координати пікселя зображення. Для спрощення подальшого аналізу та візуалізації результатів виконання перетворення (3) всі компоненти вектору  $V_{ij}$  приводились до діапазону  $[0,100]$  з використанням наступних формул:

$$v_{k,ij} = 100 \cdot \frac{V_{k,ij} - v_{k\min}}{v_{k\max} - v_{k\min}}, \quad \forall k \in [1,3]. \quad (4)$$

Проаналізуємо статистичний розподіл кожної з компонент перетворення Корунена-Лоєва.

На рис. 1. у логарифмічному масштабі наведено полігон абсолютних частот значень компоненти  $v_{1,ij}$ . Як видно з наведеного рисунку, на полігоні є три локальних максимуми, а саме у точках  $v_{1,max1} = 0$ ,  $v_{1,max2} = 99$  та  $v_{1,max3} = 49$ . Максимуму в точці  $v_{1,max2}$  відповідає домінантне значення білого тла бланку поштового переказу, максимуму в точці  $v_{1,max3}$

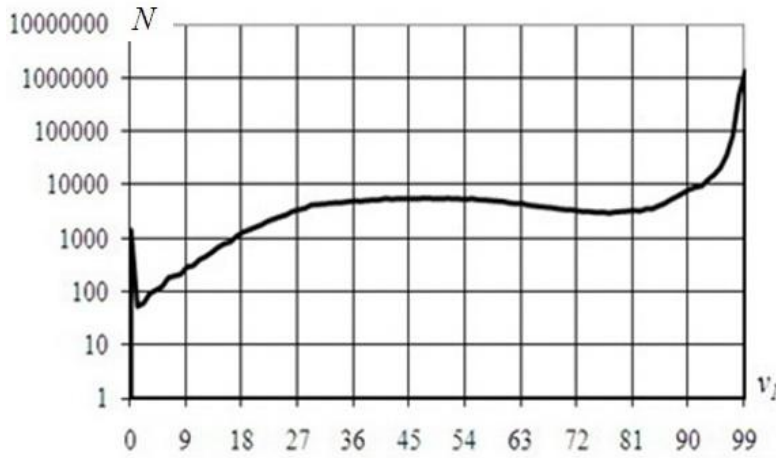


Рис. 1. Полігон значень компоненти  $v_1$

відповідає домінантне значення кольору типографських атрибутів поштового переказу, а перший максимум у точці  $v_{1,max1}$  – це є власне домінантний колір тексту переказу.

Слід зазначити, що третій максимум є нечітко вираженим, що може негативно вплинути на якість сегментації зображення поштового переказу на три сегменти: текст, типографські атрибути та тло, оскільки сегменти можуть перекриватися.

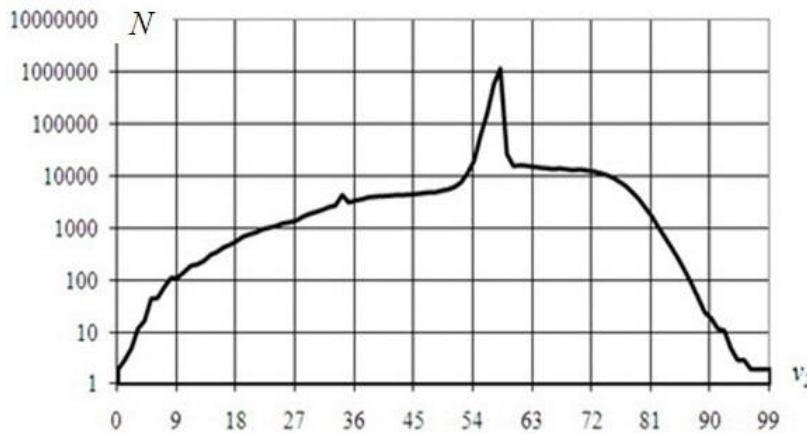


Рис. 2. Полігон значень компоненти  $v_2$

Розглянемо тепер статистичний розподіл значень компоненти  $v_{2,ij}$ . На рис. 2. наведені абсолютні частоти значень цієї компоненти.

Як видно з наведеного рисунку полігон має нечітко виражений бімодальний характер, що також свідчить про перекриття кластерів у лінійній оболонці  $v_2$ . Що стосується полігону абсолютних частот значень компоненти  $v_{3,ij}$ , що наведено на рис. 3, то він має чітко виражений бімодальний характер.



Рис. 3. Полігон значень компоненти  $v_3$

Це є свідченням того, що текст, якому відповідає домінантний колір  $v_{3,max1} = 39$  та біле тло з домінантним кольором  $v_{3,max2} = 64$ , чітко розділяються на два сегменти. Ця тенденція зберігається для всієї множини тестових зображень.

Виділення тексту поштового переказу здійснювалось з використанням модифікованого ентропійного методу, запропонованого у роботі [11].

Розглянемо результати сегментації зображення поштового переказу з використанням компоненти  $v_3$ . На рис. 4 наведені отримані зі сканера зображення поштового переказу з кольоровими типографськими атрибутами та заповнені різними чорнилами.

Як видно з наведеного рисунку зображення суттєво відрізняються за колірним контентом та містять кольорові спотворення, що виникли під час сканування. Незважаючи на це, текст поштового переказу виділяється досить якісно, як це видно з рис. 5.

Слід зазначити, що у результати сегментації на зображенні з текстом спостерігаються різного типу завади та спотворення. Найбільш характерними є одно- та двохпиксельні завади, а також спотворення символів тексту у вигляді розривів ліній символу. Тому для подальшого розпізнавання тексту поштового переказу необхідно додаткове оброблення виділеного тексту фільтрами. Аналіз результатів виділення тексту показав, що запропонований метод забезпечує виділення тексту поштового переказу, з використанням одновимірної сегментації компоненти  $v_3$  для всіх 100 тестових зображень.



Рис. 4. Вхідні зображення поштового переказу

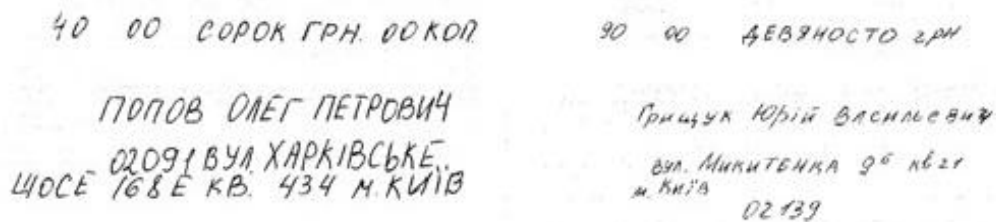


Рис. 5. Виділення тексту поштового переказу

**Висновки.** За результатами виконаних досліджень слід зробити наступні висновки:

– запропонований метод, що ґрунтується на використанні перетворення Корунена-Лоева, забезпечує ефективне виділення тексту поштового переказу виконаного різними кольорами;

– при використанні перетворення Корунена-Лоева виділення тексту здійснюється за допомогою одновимірного методу сегментації компоненти  $v_3$ .

Оскільки виділення тексту супроводжується виникненням завад, то подальші дослідження повинні бути спрямовані на дослідження та розроблення методів фільтрації

бінарних зображень, що забезпечують у тому числі відновлення спотворених символів тексту.

### Література

1. Color image segmentation: Advances and prospects [Електронний ресурс] / H. D. Cheng, X. H. Jiang, Y. Sun, Jing Li Wang // Pattern Recognition. – 2001. – vol.34. – PP. 2259–2281. – Режим доступу: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.119.2886&rep=rep1&type=pdf>
2. Jian Liang. Camera-based analysis of text and documents: a survey [Електронний ресурс] / Jian Liang, David Doermann, Huiping Li // International Journal on Document Analysis and Recognition. – 2005. vol. 7, numbers 2-3. – PP. 84-104. – Режим доступу: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.94.9236&rep=rep1&type=pdf>
3. Mohan Sridharana. Color Learning and Illumination Invariance on Mobile Robots: A Survey [Електронний ресурс] / Mohan Sridharana, Peter Stone // Robotics and Autonomous Systems. – 2009. vol. 57, iss.6-7. – PP. 629-644. – Режим доступу: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.148.5234&rep=rep1&type=pdf>
4. Changyong Li. A Method for Color Classification of Fruits Based on Machine Vision [Електронний ресурс] / Changyong Li, Qixin Cao, Feng Guo // Transactions on Systems. – 2009. vol.8 iss.2. – PP. 312-321. – Режим доступу: <http://www.wseas.us/e-library/transactions/systems/2009/31-909.pdf>
5. Efthimios Badeskas. Text Binarization in Color Documents [Електронний ресурс] / Efthimios Badeskas, Nikos Nikolaou, Nikos Papamarkos // International Journal of Imaging Systems and Technology. – 2006. vol.16, iss.6. – PP. 262-274. – Режим доступу: <http://www.teiser.gr/archimidis/pdf/strouthopoulos/Text%20Binarization%20in%20Color%20Documents.pdf>
6. Jiang Gao. An Adaptive Algorithm for Text Detection from Natural Scenes [Електронний ресурс] / Jiang Gao, Jie Yang // Computer Vision and Pattern Recognition, Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference. – 2001. vol.2. – PP. 84-89. – Режим доступу: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1.8858&rep=rep1&type=pdf>
7. Color Text Extraction from Camera-based Images - the Impact of the Choice of the Clustering Distance [Електронний ресурс] / Celine Mancas-Thillou, Bernard Gosselin // Document Analysis and Recognition, Proceedings. Eighth International Conference 29 Aug. – 1 Sept. – 2005. vol.1. – PP. 312-316. – Режим доступу: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.70.9335&rep=rep1&type=pdf>
8. C. Mancas-Thillou. Spatial and color spaces combination for natural scene text extraction. [Електронний ресурс] / C. Mancas-Thillou, B. Gosselin // Image Processing, IEEE International Conference 8-11 Oct. – 2006. – PP. 985-988. – Режим доступу: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.67.5781&rep=rep1&type=pdf>
9. Гладких В. М. Класифікація цифрових зображень поштового переказу за колірним контентом. / В. М. Гладких // Наукові записки УНДІЗ. – 2011. – №2(18). – С. 79-84
10. Гладких В. М. Вибір простору для сегментації цифрових зображень бланків поштових переказів / В. М. Гладких // Проблеми телекомунікацій. – 2011. – №3(5). – С. 105-113.
11. 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.