

УДК 519.68

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

МОРФОЛОГІЧНА ФІЛЬТРАЦІЯ БІНАРНИХ ЗОБРАЖЕНЬ ПОШТОВОГО ПЕРЕКАЗУ

Гладких В. М. Морфологічна фільтрація бінарних зображень поштового переказу. Запропоновано метод видалення завад на зображенні рукописного тексту поштового переказу, які виникають після сегментації хроматичних компонент у просторі Карунена-Лоева. Застосування морфологічної операції закриття (closing) з запропонованим в роботі несиметричним структурним елементом дозволяє видалити завади на зображенні, залишаючи текст непошкодженим.

Ключові слова: ПОШТОВИЙ ПЕРЕКАЗ, ВИДАЛЕННЯ ЗАВАД, СЕГМЕНТАЦІЯ, МОРФОЛОГІЧНІ ОПЕРАЦІЇ

Гладких В. Н. Морфологическая фильтрация бинарных изображений почтового перевода. Предложен метод удаления шума на изображении рукописного текста почтового перевода, который возникает после сегментации хроматических компонент в пространстве Карунена-Лоева. Применение морфологической операции закрытия (closing) с предложенным в работе несимметричным структурным элементом позволяет удалить шум на изображении, оставляя текст неповрежденным.

Ключевые слова: ПОЧТОВЫЙ ПЕРЕВОД, УДАЛЕНИЕ ШУМОВ, СЕГМЕНТАЦИЯ, МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ

Gladkykh V. M. Morphological filtering in a digital images of the postal orders. A method for removing noise, which occurs after segmentation of the chromatic components in the Karhunen-Loeve space, in the image of handwritten text of postal transfer proposed. The use of the morphological closing operation with the proposed asymmetric structure element allows to remove noise from the image, leaving the text intact.

Keywords: POSTAL ORDER, SEGMENTATION, NOISE REDUCTION, SEGMENTATION, MORPHOLOGICAL OPERATIONS

Для оброблення та розпізнавання рукописних документів їх перетворюють у електронну форму. Це перетворення супроводжується значною кількістю спотворень, що виникають при скануванні документа та зумовлені низькою якістю паперу, деградацією документу з часом, типографськими вадами та таке інше [1]. Тому зображення документів, що, як правило, представлені у відтінках сірого, підлягають попередньому обробленню, кінцева мета якого – отримання бінарного зображення документу з максимальним збереженням важливої для подальшого оброблення або розпізнавання інформації. На сьогодні найбільш ефективними методами попереднього оброблення вважаються методи, що ґрунтуються на математичній морфології [2].

Основи математичної морфології та методів фільтрації сигналів було викладено у роботах Жана Сера та Люка Вінсента [3, 4]. Що стосується оброблення зображень, то на початку основна увага приділялась саме бінарним зображенням [5]. На сьогодні найбільш актуальними вважаються дослідження у сфері фільтрації кольорових зображень [2] та зображень у градаціях сірого [6, 7]. Незважаючи на значну кількість досліджень у цьому напрямку, реалізація методів математичної морфології ефективна лише у вузьких предметних областях. Наприклад, у [6] запропоновано ефективний метод та шаблони морфологічних операцій для виділення об'єктів інтересу на бінарному зображенні у випадку, коли вони зосереджені у центрі зображення, а завади розташовані переважно на його периферії. У роботі [7] для видалення завад на зображенні сонця та виділення сонячних плям підібрано структурний елемент морфологічного фільтру розміром 16×16. Використання різних комбінацій морфологічних операцій з симетричними структурними елементами також може привести до суттєвих деградацій об'єктів інтересу. Тому у роботі [8] запропоновано поєднання морфологічних операцій з системою прийняття рішень, що на думку авторів дозволяє видалити завади та зберегти лінії бінарних зображень креслень. Для видалення

періодичних шумів на зображенні у градаціях сірого у [9] запропоновано для операцій делітації та ерозії два різних симетричних структурних елементів розміром 5×5 .

Отже, дослідження фільтрації бінарних зображень залишаються актуальними [8, 9], а основними напрямками дослідження є узагальнення морфологічних операцій та інтеграція морфологічних операцій в інші алгоритми обробки даних. На підґрунті наведеного можна зробити висновок, що ефективність морфологічного оброблення зображень переважно залежить від предметної області та вибору виду структурних елементів морфологічних операцій.

У [10], запропоновано метод виділення тексту поштового переказу з використання методів сегментації хроматичних компонент у просторі Корунена-Лоева, а результатом сегментації є бінарне зображення тексту. На зображенні з текстом, виділеним запропонованим методом, містяться завади у виді одного або двох ізольованих пікселів, що ускладнює подальше оброблення зображення, а саме виділення рядків, слів та символів тексту. Тому метою даної роботи є дослідження та вибір структурного елементу морфологічного фільтру, який би забезпечував ефективне видалення завод на бінарному зображенні без суттєвих деградацій тексту.

Вибір морфологічного фільтру для видалення завод. У системах оптичного оброблення та розпізнавання документів, зображення документу отримують зі сканера. У ході сканування навіть “ідеального” документа на його цифровому зображенні з’являються спотворення. Переважно це практично не відчутні на рівні зорового сприйняття спотворення кольорів в області різких градієнтів кольору або яскравості, що зумовлені апаратними особливостями світлочутливої матриці. Після попереднього оброблення зображення та перетворення його у бінарну форму ці спотворення трансформуються у деградації тексту документу та завади у вигляді одно- двох- або трьох-піксельних крапок. Наявність цих завод при певному рівні їх інтенсивності ускладнює, а в окремих випадках навіть унеможлиблює, подальше оброблення документу, а саме: виділення рядків, окремих слів та символів тексту. Для видалення завод та реставрації деградованих символів найбільш ефективним є використання методів математичної морфології адаптованих до оброблення бінарних зображень. Це обумовлено тим, що морфологічні операції: зберігають суттєві особливості форми зображення; оброблення зображення зводиться до виконання певної послідовності основних морфологічних операцій.

Бінарне зображення I – це, у загальному випадку, функція $f(x, y)$, область значень якої є множина $\{0,1\}$, де (x, y) – координати пікселів зображення, $\{0,1\}$ – множина значень кольору: 0 – білий, 1 – чорний. Областю зображення вважається підмножина пікселів зі значенням кольору 1, а тлом – зі значенням кольору 0.

Кожна з операцій математичної морфології є перетворення бінарного зображення I в нове бінарне зображення \bar{I} . Вхідними даними кожної морфологічної операції є початкове зображення I та так званий структурний елемент. Структурний елемент S – бінарна маска-зображення, яку переміщують по вхідному зображенню. Виконання морфологічної операції полягає у скануванні початкового зображення I структурним елементом S . Якщо під час сканування для поточного пікселя зображення I , на якому розміщено початковий піксель структурного елементу S , виконується умова, що визначена у даній морфологічній операції, то відповідний піксель у бінарному зображенні \bar{I} набуває значення 1, інакше – значення 0.

Морфологічні операції поділяються на базові та похідні. Похідні морфологічні операції є певною композицією базових операцій. До базових відносяться операції розширення (dilation) та звуження (erosion) [3].

Розширенням (dilation) бінарного зображення I на структурний елемент S є $I \oplus S = \bigcup_{k \in I} S_k$, де S_k – зміщення множини пікселів S на вектор k .

Звуженням (erosion) зображення I на структурний елемент S є $I \ominus S = \{i : i + s \in I, \forall s \in S\}$.

Слід відзначити, що як розширення, так і звуження інваріантні відносно операцій переносу. Найбільш поширеними похідними операціями є закриття (closing) та відкриття (opening) [3].

Закриття (closing) бінарного зображення I на структурний елемент S визначається за формулою $I \bullet S = (I \oplus S) \ominus S$, відкриття (opening) – $I \circ S = (I \ominus S) \oplus S$.

Розмір та вид структурного елементу обирається в залежності від предметної області, особливостей зображення та очікуваного результату. За геометричними формами S може

1	1	1
1	1	1
1	1	1

0	0	1	0	0
1	1	1	1	1
0	0	1	0	0

бути прямокутником або квадратом (див. рис. 1).

В структурному елементі обирається точка, що називається центром або початковою точкою. Найчастіше, це геометричний центр структурного елементу.

Рис. 1. Форма та вид структурних елементів

На сьогодні не існує формальних методів, користуючись якими можна обрати оптимальну форму та вид структурного елементу. Відомо лише, що для структурного елементу розміром $n \times n$ при багаторазовому виконанні операції $I \circ S$ з зображення будуть видалені усі об'єкти розмір яких менше n .

Отже, оскільки у нашому випадку розміри завад на бінарному зображенні поштового переказу не більше трьох пікселів, то розмір структурного елементу повинен бути 3×3 .

1	1	1
1	1	1
1	1	1

а)

0	1	0
1	1	1
0	1	0

б)

Рис. 2. Симетричні 3×3 структурні елементи:

а – прямокутний, б – коло

Згідно з [3] структурний елемент повинен бути симетричним, наприклад, як це показано на рис. 2.

З метою вибору морфологічної операції та виду структурного елементу, що забезпечують ефективне виділення завад, було розроблене відповідне програмне прикладання. За його допомогою були проаналізовані результати видалення завад для морфологічних операцій

звуження та закриття з різними видами симетричних структурних елементів. На підставі аналізу було встановлено, що найбільш прийнятною для видалення завад на бінарному зображенні з текстом поштового переказу є похідна морфологічна операція закриття. Що стосується форми та виду структурних елементів, то були розглянуті усі симетричні структурні елементи для операції закриття. На рис. 2 для прикладу наведені деякі з них.

Аналіз використання цих структурних елементів показав, що для декількох ітерацій завади на зображенні видаляються не повністю. На рис. 3 наведено фрагмент вхідного зображення.

На рис. 4 наведено результати оброблення зображення для однієї та двох ітерацій з використанням структурного елементу наведеного на рис 2а.

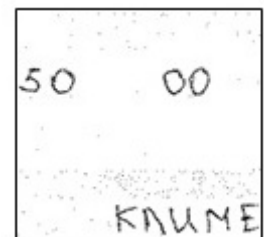


Рис. 3. Вхідне зображення

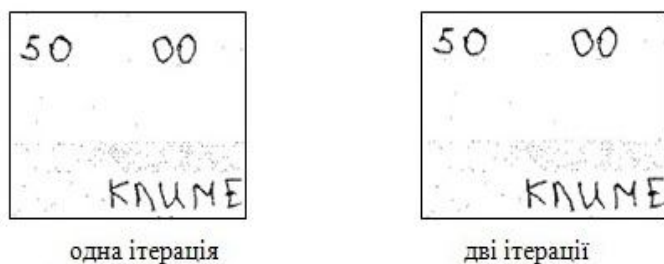


Рис. 4. Результат застосування структурного елемента з рис. 2а

Як видно з рис. 4, при застосування такого структурного елемента завади з зображення практично не видаляються, текст практично не пошкоджується, а збільшення кількості ітерацій приводить до незначного потовщення символів.

Аналогічні результати були отримані для структурного елемента з рис. 2б. (див. рис. 5).

Виходячи з отриманих результатів було обрано несиметричний структурний елемент, вид якого наведено на рис. 6.

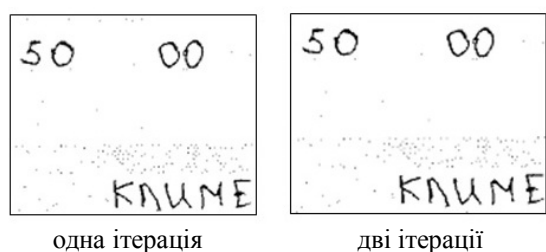


Рис. 5. Результат застосування структурного елемента з рис. 2б

0	0	1
0	0	0
1	0	1

1	0	1
0	0	0
1	0	0

Рис. 6. Несиметричні структурні елементи

Застосування морфологічної операції закриття (closing) з таким структурним елементом за одну ітерацію зменшує кількість завад зображення, а після другої ітерації видаляє всі завади на зображенні, лишаючи текст непошкодженим (див. рис. 7).

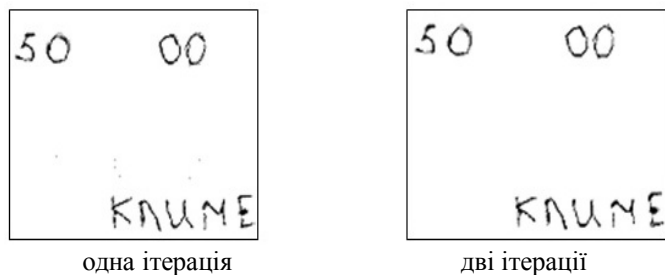


Рис. 7. Результат застосування несиметричного структурного елемента

Застосування морфологічного фільтру закриття було досліджено на зображеннях сегментованого тексту з 40 поштових переказів [11], заповнених різними чорнилами. У всіх випадках одно- – трьох-піксельні завади видалялись за 2 ітерації; окремі символи не зливались, а тонкі лінії не розривались; в буквах і, ї, й крапки та інші частини символів не повністю зникали.

Висновки.

За даними виконаних досліджень можна зробити наступні висновки:

- для видалення завад на бінарному зображенні запропоновано використовувати несиметричний структурний елемент;
- використання запропонованого структурного елемента для морфологічного фільтру “закриття” за дві ітерації видаляє практично всі завади з бінарного зображення.

Подальші дослідження будуть спрямовані на розробку методу виділення на бінарному зображенні поштового переказу рядків, слів та символів тексту.

Література:

1. Simard P.Y. An efficient binary image activity detector based on connected components [Електронний ресурс] / Patrice Y. Simard and Henrique S. Malvar // International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP 2004). –2004. – PP. 229-232. – Режим доступу: http://www.ece.umassd.edu/faculty/acosta/icassp/icassp_2004/pdfs/0300229.pdf
2. Baghshah M.S. An FPCA-Based Color Morphological Filter for Noise Removal [Електронний ресурс] / Mahdieh Soleymani Baghshah, Shohreh Kasaei // Scientia Iranica. – 2008 – vol.16(1) – PP.8-18. – Режим доступу: <http://ipl.ce.sharif.edu/Papers/Scientia-08-MS.pdf>
3. Serra J. An overview of morphological filtering [Електронний ресурс] / Jean Serra, Luc Vincent // Circuits, Systems and Signal Processing – 1992. – vol. 11(1) – PP. 47-108. – Режим доступу: http://www.vincent-net.com/luc/papers/92cssp_filtering.pdf
4. Serra J. Lecture notes on morphological filtering [Електронний ресурс] / Jean Serra, Luc Vincent // Cahiers du Centre de Morphologie Mathematique – 1989. – vol. 8 – PP. 2-89 – Режим доступу: http://www.vincent-net.com/luc/papers/89filtering_course.pdf
5. Maragos P. Morphological filtering for image enhancement and feature detection [Електронний ресурс] / P. Maragos // Image and Video processing handbook (2nd edition), Elsevier Academic Press – 2005. – chapter 3.3 – PP. 135-156 – Режим доступу: http://cvsp.cs.ntua.gr/publications/jpubl%2Bbchap/Maragos_MFIEFD_ImVidHbook2_chap3-3_AcadPress2005.pdf
6. Dimov D. Geometric-Morphological Method for Artifact Noise Isolation in the Image Periphery by a Contour Evolution Tree [Електронний ресурс] / Dimo Dimov, Alexander Marinov // International Conference on Computer Systems and Technologies - CompSysTech'2006 – 2006. – ПІВ.15 – PP. 1-8 – Режим доступу: <http://ecet.ecs.ru.acad.bg/cst06/Docs/cp/III/III.15.pdf>
7. Al-Omari M. Morphological-Based Filtering of Noise: Practical Study on Solar Images [Електронний ресурс] / M. Al-Omari, R. Qahwaji, T. Colak, and S. Ipson // Signal Processing and Communications, ICSPC 2007 – 2007. – PP. 1075 – 1078 – Режим доступу: <http://spaceweather.inf.brad.ac.uk/journals/icspc07.pdf>
8. Al-Khaffaf H.S.M. Removing Salt-and-Pepper Noise from Binary Images of Engineering Drawings [Електронний ресурс] / Hasan S. M. Al-Khaffaf, Abdullah Z. Talib, Rosalina Abdul Salam // Pattern Recognition ICPR 2008. 19th International Conference – 2008. – PP. 1-4 – Режим доступу: <http://figment.cse.usf.edu/~sfefilat/data/papers/TuAT10.44.pdf>
9. Ji Zhen Simple and Efficient Soft Morphological Filter in Periodic Noise Reduction [Електронний ресурс] / Zhen Ji, Huilian Liao, Xijun Zhang, Q.H. Wu // TENCON 2006. 2006 IEEE Region 10 Conference – 2006. – PP. 1-4 – Режим доступу: <http://dsp.szu.edu.cn/DSP2006/student/hlliao/download/smf.pdf>
10. Гладких В.М. Сегментація зображень поштових переказів з кольоровим текстом / В.М. Гладких // Міжнародний науковий конгрес з розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та розбудови інформаційного суспільства в Україні, м. Київ, 17-18 листопада 2011 р. – С. 26-27.