

Головіна Н.В.

Херсонський національний технічний університет

Ляшенко О.М.

Херсонський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ВІДНОВЛЕННЯ ТА РЕКОНСТРУКЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ

У статті розглянуто методи відновлення та реконструкції зображення. Це одна з ключових проблем, яка постає при дослідженні та фіксації надзвичайних природних явищ, пожеж. Дана проблема постає особливо гостро, тому що для аналізу та проведення розрахунків використовуються супутникові знімки, яким не завжди вдається зберегти свою якість та чіткість для однозначної класифікації ситуації. Для аналізу якості зображення та точності відображення використовуються різноманітні методи. Саме тому так важливо підібрати оптимальні рішення, які дозволяють зменшити вірогідність помилки та підвищити результативність роботи систем підтримки прийняття рішень.

Написана стаття направлена на вивчення та реалізацію тих методів, які використовуються для видалення шумів та інших дефектів із зображення з метою подальшого аналізу та оптимізації. Для цього використовуються методи машинного навчання так комп'ютерного зору. Дані засоби надають можливість однозначно ідентифікувати та попереджувати пожежі та інші негативні фактори природного характеру.

Для реалізації поставлених задач та цілей розглянуто методи обробки зображень в просторовій області та частотний метод. Просторовий метод полягає у аналізі та обробці окремих пікселів на зображенні. Для опису просторового методу розглянуто формулу.

У статті особливу увагу надано методам обробки супутникових зображень для видалення шуму та інших дефектів. Використані наступні способи: солі і перцю, фільтрації по Гаусу, Спекл. Також у даному дослідженні наведено порівняння описаних способів та ефективність.

Проведено аналіз різноманітних методів обробки зображення, видалення шуму та приведення їх до подальшого аналізу. За допомогою віднімання темного кадру, інтерполяції темних та світлих пікселів вдається прибрати можливі дефекти, які заважають нормальному аналізу та фіксуванню пожежі.

У статті для проведення дослідження було використано пакет MATLAB, у якому є всі наявні інструменти для проведення розрахунків. За допомогою порівняльної характеристики вдалось порівняти ефективність кожного з методів, що допоможе у подальшій розробці сучасної системи підтримки прийняття рішень з фіксації надзвичайних ситуацій природного характеру, а саме – лісових пожеж.

Ключові слова: система підтримки прийняття рішень, відновлення та реконструкція зображень, методи обробки в просторовій області, частотний метод, метод солі і перцю, метод фільтрації по Гаусу, метод Спекл.

Постановка проблеми. Методи відновлення та реконструкції зображення – це одна з основних проблем дослідження зображень надзвичайних природних явищ та пожеж. Це пов'язано з тим, що за допомогою супутників та методів комп'ютерного зору важко досягти необхідної якості зображення та точності відображення для аналізу інтенсивності та інших параметрів розповсюдження вогню на місцевості.

Отже, основною задачею дослідження є вивчення та розробка методів, які допоможуть відновити та обробити вихідне зображення таким чином, щоб отримати якісне відображення для

кінцевого аналізу за допомогою методів машинного навчання та комп'ютерного зору.

Аналіз існуючих досліджень та публікацій. Питаннями відновлення та реконструкції зображень різними методами активно займаються учені. У цій роботі [7] проведена спроба дослідження трьох типів шуму: сіль і перець (SPN), імпульсний шум із випадковими змінами (RVIN), Спекл (SPKN). Були видалені різні рівні шуму від 10% до 60% за допомогою п'яти типів фільтрів: середній фільтр (MF), адаптивний фільтр Вінера (AWF), фільтр Гауса (GF), стандартний середній фільтр (SMF) і адаптивний медіанний фільтр

(AMF). Те ж саме стосується зображення дистанційного зондування та їх порівняння одне з одним. Порівняльне дослідження проведено за допомогою середньоквадратичних помилок (MSE) і відношення пікового сигналу до шуму (PSNR).

Дослідження за даною тематикою проводиться у роботі [3]. Шум зображення може знизити якість зображення і втратити деяку детальну інформацію про зображення. Тому для покращення якості зображення необхідний процес зменшення шуму, який називається зменшенням шуму зображення. Однак головна проблема зі зменшенням шуму полягає в тому, як усунути шум, зберігаючи якість зображення. Процес зменшення шуму також має на меті покращити якість сегментації, оскільки зображення, що підлягає обробці, має кращу якість. Це дослідження має на меті створити ефективний метод, щоб процес шумозаглушення зберігав деталі та краї, щоб усунути випадковий шум (гаусівський шум і шум Спекл) і шум фіксованого значення (шум солі та перцю) шляхом виконання двосторонньої фільтрації та нелокальних засобів. Фільтрація за коефіцієнтом апроксимації дискретного перетворення (DWT). Тоді як для коефіцієнта деталізації буде виконано м'яке порогове значення, за яким буде виконуватися процес анізотропної дифузійної фільтрації. Випробування проводяться із зображеннями у відтінках сірого з доданими шумами.

Видалення шумів із фотографій у цій роботі [2] проводиться за допомогою різних методів. Виявлення країв – це техніка обробки зображення для визначення меж об'єктів серед зображень. Фільтри пошуку країв шукають межі між абсолютно різними кольорами, тому знаходять контури об'єктів. Існує багато методів обробки зображень для застосування та усунення проблем із шумом і сигналом у зображенні. Аналіз було проведено за допомогою MATLAB. Робота з аналізу базується на імені фільтра, результатах аналізу та псевдокоді.

Постановка завдання. Методи відновлення та реконструкції зображення – це одна з основних проблем дослідження зображень надзвичайних природних явищ та пожеж. Це пов'язано з тим, що за допомогою супутників та методів комп'ютерного зору важливо досягти необхідної якості зображення та точності відображення для аналізу інтенсивності та інших параметрів розповсюдження вогню на місцевості. Існує велика кількість різних методів відновлення та реконструкції зображень, які відрізняються своїми характеристиками та кінцевими властивостями.

Саме тому важливо підібрати найбільш ефективні та працюючі методи, які допоможуть підвищити якість кінцевого зображення.

Викладення основного матеріалу. Більша частина методів к покращенню зображення ділиться на дві великі категорії:

- 1) методи обробки в просторовій області;
- 2) частотний метод.

В словах «просторовій області» мається на увазі к площині зображення. Цей метод зав'язаний на обробці пікселем на зображенні [1].

Основною суттю просторового методу є операція на пікселями на зображенні. Основним рівнянням для опису процесу просторової обробки є:

$$g(x, y) = T[f(x, y)], \quad (1)$$

де $f(x, y)$ – це вихідне зображення, $g(x, y)$ – оброблене зображення, а T – оператор для перетворення f . Оператор використовується для того, щоб виконувати різні операції над вихідним зображенням щоб досягти поставленої мети. Основний підхід в визначенні околиці навколо точки (x, y) є у використанні квадратної, або прямокутної області – сукупності зображень, центрованого в точці (x, y) . Оператор T виконує операції для кожної точки в (x, y) , і в результаті отримується значення g для даної точки. Лінійні перетворення оперують одночасно зі значеннями пікселів в краї так із значеннями деякої матриці, маючи такі самі розміри що і краї [6].

Метод солі і перцю. Зображення, що містить гіркий шум, матиме темні пікселі в яскравих областях і яскраві пікселі у темних областях. Цей тип шуму може бути викликаний битими пікселями, аналого-цифровими помилками перетворювача, бітовими помилками при передачі тощо. Це можна значною мірою усунути за допомогою віднімання темного кадру та інтерполяцією навколо темних/світлих пікселів. На рис. 1 зображено вихідне зображення [4]. Рис. 2 та рис. 3 демонструють результати виконаної фільтрації.

Метод фільтрації по Гаусу. Стандартна модель шуму підсилювача є адитивною для кожного пікселя незалежно від інтенсивності сигналу. У кольорових камерах, де використовується більше посилення каналу синього кольору, ніж у зеленому або червоному каналі, у синьому каналі може бути більше шуму. Шум підсилювача є основною частиною шуму зчитування датчика зображення, тобто постійний рівень шуму наявний темних областях зображення [8].

На рис. 4 відображено зображення, переведене до сірого спектру для проведення аналізу.



Рис. 1. Вихідне зображення



Рис. 2. Використання фільтру



Рис. 3. Відфільтроване зображення за допомогою методу солі та перцю



Рис. 4. Перетворення вихідного зображення до сірого спектру



Рис. 5. Додавання гаусівського шуму до зображення



Рис. 6. Зображення з виділеним шумом

На рис. 5 додано гаусівський шум, а на рис. 6 та рис. 7 приведено результати очищення зображення від шуму.

Використання методу Спекл. Шум Спекл – це дрібний шум, який за своєю суттю існує і погіршує якість зображення з активним радаром і раді-

олокатором із синтетичною апертурою (SAR). Шум Спекл у звичайному радарі є результатом випадкових коливань зворотного сигналу від об'єкта, розмір якого не перевищує один елемент обробки зображень. Це підвищує середній рівень сірого в локальній зоні. Шум Спекл у SAR,



Рис. 7. Згладжене зображення



Рис. 8. Вихідне зображення



Рис. 9. Додавання шуму



Рис. 10. Відфільтроване зображення

як правило, більш серйозний, що викликає труднощі при інтерпретації зображень. Він викликаний когерентною обробкою зворотнорозсіяних сигналів від кількох розподілених цілей. В SAR океанографія, наприклад, шум Спекл викликаний сигналами від елементарних розсіюється і проявляється як зображення морських хвиль [9]. На рис. 8 можна побачити вихідне зображення. На рис. 9 та рис. 10 можна побачити процес фільтрації та результат проведеного дослідження.

Побудова графіків зображень різних методів.

Для відображення різниці між різними методами фільтрації зображень були використані контурні графіки [5]. З їх допомогою відображені різні рівні та глибина зображення за допомогою обраних точок та векторів, на які були розбиті вихідні дані. На рис. 11 можна побачити щільність шуму з необробленого зображення. Можна побачити, що на вихідному зображенні наявний високий рівень стороннього шуму, що погіршить подальший аналіз та оцінку.

На рис. 12 можна побачити графік обробленого зображення за допомогою гаусівського

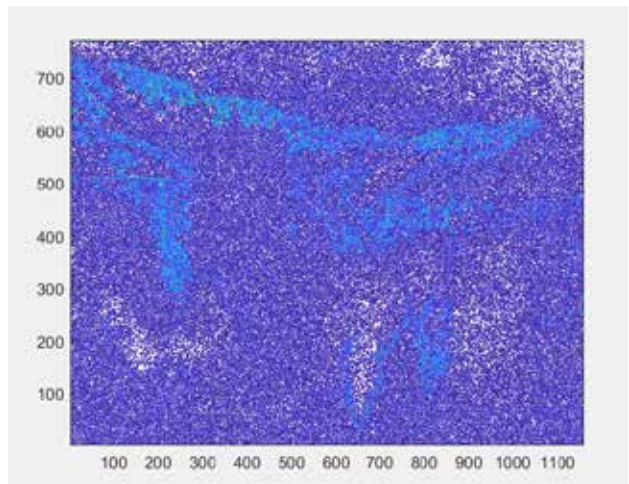


Рис. 11. Шум з необробленого зображення

методу. Можна побачити, що рівень шуму в порівнянні з вихідним зображенням менший, що говорить про ефективність використання даного методу.

На рис. 13 можна побачити графік очищеного від шуму зображення, що говорить про ефектив-

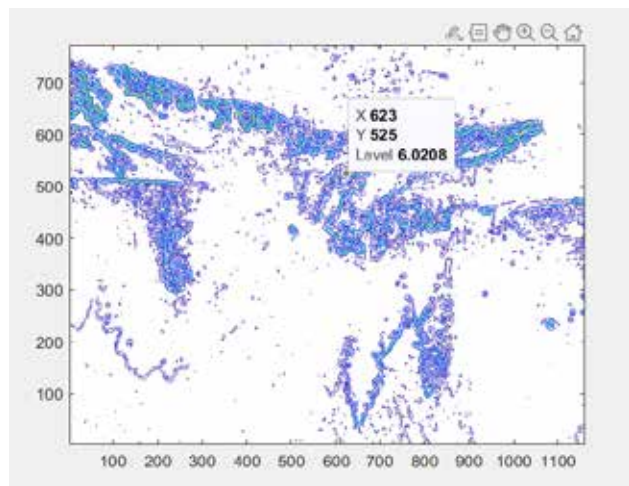


Рис. 12. Шум обробленого зображення за допомогою гаусівського методу

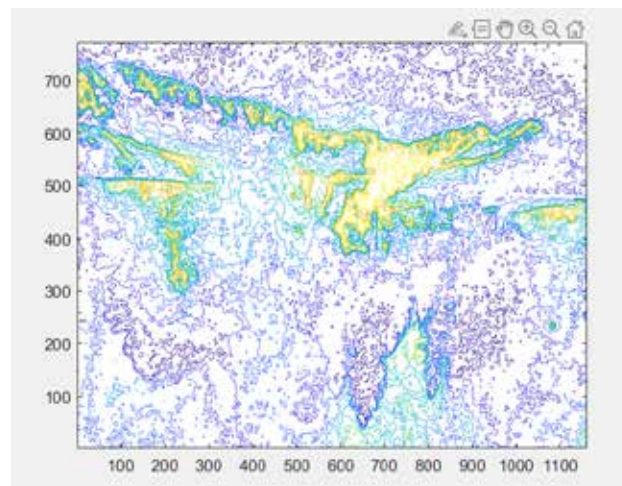


Рис. 13. Шум згладженого зображення

ність даного методу та зменшену кількість шуму на обраній площі.

Висновки. У статті проведено аналіз різних методів обробки зображення та видалення шуму. Використано метод солю і перцю за допомогою віднімання темного кадру та інтерполяцією навколо темних/світлих пікселів. Розглянута стандартна модель шуму підсилювача є адитивною для кожного пікселя незалежно від інтенсивності сигналу. Шум Спекл у звичайному радарі є результатом випадкових коливань зворотного сигналу від об'єкта, розмір якого не перевищує один елемент

обробки зображень. Розглянуто особливості кожного з перерахованих методів.

Дослідження проводилось за допомогою інструментів MATLAB. Було проведено порівняльну характеристику методів, досліджено існуючі методології видалення шуму із зображення. Приведено графіки для демонстрації ефективності використаних методів видалення шуму із зображення.

Результати проведеного дослідження будуть використані для подальшого аналізу зображень та розробки системи підтримки прийняття рішень при настанні пожежі.

Список літератури:

1. Ali Ranjbaran, Anwar Hasni Abu Hassan, Mahboobe Jafarpour and Bahar Ranjbaran. A Laplacian based image filtering using switching noise detector. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/190991234.pdf> (дата звернення 14.11.2021).
2. Arun Anoop Mandankandy. Image Noise and Edge Filtering – A Survey, Analysis using MATLAB. URL: https://www.researchgate.net/publication/341286541_Image_Noise_and_Edge_Filtering_-_A_Survey_Analysis_using_MATLAB (дата звернення 12.11.2021).
3. Biandina Meidyani, H. Tjandrasa. Hybrid Denoising Development to Improve the Quality of Image Segmentation with Noise. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Hybrid-Denoising-Development-to-Improve-the-Quality-Meidyani-Tjandrasa/4c57361e2a6a5348a11d51ac6aa97305623f8c9f> (дата звернення 12.11.2021).
4. Dixie Fire becomes largest single wildfire in California history. URL: <https://www.politico.com/states/california/story/2021/08/06/dixie-fire-becomes-largest-single-wildfire-in-california-history-1389651> (дата звернення 13.11.2021).
5. image_denoise. URL: https://people.sc.fsu.edu/~jburkardt/m_src/image_denoise/image_denoise.html (дата звернення 13.11.2021).
6. Jaap de Vries. Image processing and noise reduction techniques for thermographic images from large-scale industrial fires. URL: https://www.researchgate.net/publication/267026455_Image_processing_and_noise_reduction_techniques_for_thermographic_images_from_large-scale_industrial_fires (дата звернення 14.11.2021).
7. Mr. Salem Saleh Al-amri, Dr. N.V. Kalyankar and Dr. Khamitkar S.D. A Comparative Study of Removal Noise from Remote Sensing Image. URL: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1002/1002.1148.pdf> (дата звернення 12.11.2021).
8. Noise reduction. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Noise_reduction (дата звернення 13.11.2021).
9. NOISE REDUCTION using Fuzzy Filtering. URL: https://devendrpratapyadav.github.io/Fuzzy_Image_processing/ (дата звернення 14.11.2021).

Holovina N.V., Liashenko O.M. RESEARCH OF METHODS OF RESTORATION AND RECONSTRUCTION OF IMAGES

The article considers the methods of image restoration and reconstruction. This is one of the key problems that arise in the study and recording of extraordinary natural phenomena, fires. This problem is particularly acute because satellite images are used for analysis and calculations, which are not always able to maintain their quality and clarity for clear classification of the situation. Various methods are used to analyze image quality and display accuracy. That is why it is so important to choose the best solutions that reduce the likelihood of error and increase the effectiveness of decision support systems.

The written article is aimed at studying and implementing those methods that are used to remove noise and other defects from the image for further analysis and optimization. This is done using machine learning techniques such as computer vision. These tools make it possible to unambiguously identify and prevent fires and other negative factors of a natural nature.

For the realization of the set tasks and the purposes, methods of processing images in the spatial area and a frequency method are considered. The spatial method is to analyze and process individual pixels in the image. The formula is considered to describe the spatial method.

The article pays special attention to the methods of processing satellite images to remove noise and other defects. The following methods are used: salt and pepper, Gaussian filtration, Speckle. This study also compares the described methods and their effectiveness.

The analysis of various methods of image processing, noise removal and bringing them to further analysis is carried out.

The MATLAB package was used in the article for the study, which has all the available tools for calculations. With the help of comparative characteristics, it was possible to compare the effectiveness of each of the methods, which will help in further development of a modern decision support system for fixing emergencies of a natural nature, namely – forest fires.

Key words: *decision support system, image restoration, and reconstruction, spatial processing methods, frequency method, salt and pepper method, Gaussian filtration method, Speckle method.*