

*М.В. Маляров, к.т.н., доцент, НУЦЗУ,  
В.В. Христич, к.т.н., заст. нач. кафедри, НУЦЗУ,  
Д.М. Петренко, студент, НУЦЗУ*

## **РІЗНИЦЕВИЙ АЛГОРИТМ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ МАТЕМАТИЧНОГО ПАКЕТУ MATHCAD**

(представлено д.філос. Б. Сцакал)

Наведено алгоритм та практичну реалізацію за допомогою математичного пакету MathCad, задачі моніторингу змін природних територій з формуванням різницевих зображень, між еталонними та отриманими при проведенні моніторингу.

**Ключові слова:** MathCad, пікселі, різницеве зображення, «ковзаюче» вікно, моніторинг територій.

**Постановка проблеми.** Для виявлення визначення змін у навколишньому середовищі, з'ясування масштабів та їх класифікації проводяться операції моніторингу. Слід враховувати, що територія, яка контролюється, зазвичай має великі розміри та періодично піддається антропогенному або техногенному впливу. Відповідно, автоматизація обробки результатів таких зображень вимагає формалізованого опису змін, що відбулися та веде до створення спеціалізованих алгоритмів та системи. При цьому автоматизація завдань моніторингу стає досить ресурсномістким. Це автоматично призводить до збільшення вартості процесу моніторингу (для розробки нового програмного забезпечення), але в той же час не забезпечує його ефективності.

Таким чином актуальною є автоматизація процесів моніторингу з використанням більш простих алгоритмів та їх реалізації за допомогою існуючих математичних та графічних програмних продуктів. Ця проблема може бути вирішена якщо обмежити завдання моніторингу тільки до факту зміни (зміни є або нема) та їх координат, без визначення та класифікації характеристик змін.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Використання сучасних математичних та графічних пакетів для вирішення спеціалізованих завдань моніторингу вже мало місце. Наприклад в [1] запропоновано проводити моніторинг на основі побудови різницевої діаграми двох знімків, що отримані різною апаратурою та у різний час. Пікселі, що не зазнали змін, будуть тяжіти до деякої «центральної лінії», яка йде приблизно по діагоналі діаграми. Пікселі, що відповідають значно зміненим ділянкам території будуть розташовуватися на деякому віддаленні від «центральної лінії». Ця відстань буде тим більшим, ніж більше змінився коефіцієнт відбиття ділянки території. Метод може бути реалізовано за допомогою

будь-якого графічного пакету, який може побудувати гістограму розподілу яскравості пікселів на зображенні. В [2] запропоновано стежити не за кожним елементом окремо, а розглядати відразу всю сукупність елементів, які в заданий момент часу займають певне положення, характеризуючи просторову структуру зображення земної поверхні, а у якості критерію виявлення для вирішення задач моніторингу зображень земної поверхні пропонується використовувати зміну фрактальної розмірності  $\Delta D_f$ . Ще один алгоритм запропоновано в [3], при цьому для вирішення задач моніторингу змін природних територій використовується формування різницевих зображень, між еталонними та отриманими при проведенні моніторингу. При подальшій обробці отриманій різницевої знімки для поліпшення якості повинен проходити додаткову обробку фільтрами вікна, що «ковзає».

**Постановка завдання та його вирішення.** Метою даної статі є формалізація задачі моніторингу земної поверхні при формування різницевих зображень, між еталонними та отриманими при проведенні моніторингу, математичний опис яких наведено в [3], за допомогою математичного пакету MathCad, що дозволить автоматизувати процедуру виявлення змін на зображеннях земної поверхні.

В [4] показано, що найпростішим методом для пошуку змін на зображенні є віднімання зображень для формування різницевого знімку. Різниця двох зображень  $F(x, y)$  і  $H(x, y)$  виражається формулою

$$G(x, y) = F(x, y) - H(x, y) \quad (1)$$

та являє собою різницю між парами значень всіх відповідних пікселів зображень  $F$  і  $H$ .

Для реалізації виразу (1) за допомогою пакету MathCad необхідно представити знімок земної поверхні, як двомірну матрицю, де кількість стовбців та строк відповідають кількості пікселів в зображенні, а значення в матриці відповідають значенню яскравості кожного пікселя у діапазоні 0-255. Використовуючи команду READBMP() пакету MathCad, отримуємо вхідну двомірну матрицю IMG\_1 та IMG\_2, які відповідають отриманому та еталонному зображенню. Для визначення розмірів отриманих матриць застосовуються функції ROWS() (кількість строк) та COLS() (кількість стовбців). Після отримання різницевого знімку він перетворюється у графічний файл за допомогою команди WRITEBMP. Лістинг програми для отримання різницевої матриці IMG\_DIFF наведено на рис. 1.

Але, так як при практичній реалізації цього методу неможливо отримати ідеального суміщення знімків, при формуванні різницевого знімку на ньому будуть створюватися артефактні області, які будуть формуватися на границях об'єктів з різними значеннями яскравості. Загальною характеристикою цих артефактних областей є їх мала лінійна про-

тяжність (не більше пари пікселів). При цьому протяжність областей, що зазнали змін, на різницевому знімку буде набагато більша. Спираючись на ці відмінності в [3] запропоновано для виключення артефактних областей пропонується скористатися фільтром «ковзного вікна».

```

зчитуємо файл 1 зображення  IMG_1 := READBMP("D:\Image\001.bmp")
зчитуємо файл 1 зображення  IMG_2 := READBMP("D:\Image\002.bmp")
Визначаємо різницю зображень
p := 1..min(cols(IMG_2),cols(IMG_1)) k := 1..min(rows(IMG_2),rows(IMG_1))

IMG_DIFFk,p := |IMG_1k,p - IMG_2k,p|

WRITEBMP("D:\Image\Rez.bmp") := IMG_DIFF

```

**Рис. 1.** Лістинг формування різницевого зображення за допомогою MathCad

Фільтр «ковзного вікна» при перетворенні пікселів зображення розглядає інформацію про сусідні пікселі. Для формування «ковзного вікна» на зображенні виділяється вікно розміром N на M пікселів, де обидва числа непарні. Тоді значення центрального пікселю вікна є деякою функцією G елементів цього вікна. Так як головними відмінностями змін на зображенні та артефактними областями є їх лінійні розміри, то у якості функції G елементів «ковзного вікна» можна вибрати усереднюючи фільтри подавлення шумів котрі описані в [4], коли значення центрального пікселя точки замінюється середньою величиною, обчисленою по всіх пікселях «ковзного вікна».

Алгоритм роботи наступний. Послідовно вимірюємо яскравість всіх сусідніх пікселів зображення. Якщо яскравість середнього елемента «ковзного вікна» перевищує середню яскравість групи найближчих елементів на деяку порогову величину  $\varepsilon$ , яскравість елемента замінюється на середню яскравість.

$$\text{Якщо } \left| F_{0,0} - \frac{1}{NM} \sum_{i,j} F_{n+i,m+j} \right| > \varepsilon, \text{ то } F_{0,0} = \frac{1}{NM} \sum_{i,j} F_{n+i,m+j}. \quad (2)$$

Реалізація виразу (2) за допомогою пакету MathCad наведено на рис. 2. Для знаходження середньої яскравості групи найближчих елементів використовується функція mean(). Результат обробки записується у матрицю SRED, яка потім перетворюється на зображення.

**Вікно, що ковзає розміром**

$N := 7$       **на**       $M := 1$

$$nn := \frac{(N - 1)}{2} = 3 \qquad mm := \frac{(M - 1)}{2} = 0$$

**порогова величина**     $\varepsilon := 0$

```

SRED := | for i ∈ 1 + mm.. rows(IMG_DIFF) - mm
        | for j ∈ 1 + nn.. cols(IMG_DIFF) - nn
        |   REZ ← submatrix(IMG_DIFF, i - mm, i + mm, j - nn, j + nn)
        |   sk ← round(mean(REZ))
        |   SREDi,j ← | sk if |IMG_DIFFi,j - sk| > ε
        |               | IMG_DIFFi,j otherwise
        | SRED
WRITEBMP("d:\Image\Rez1.bmp") := SRED

```

**Рис. 2.** Лістинг реалізації фільтру «ковзного вікна» за допомогою MathCad

У якості ще одного фільтру, що усереднює, можливо скористатися медіанним фільтром, при цьому центральний елемент замінюється медіаною всіх елементів зображення у вікні. Реалізація медіанного фільтру потребує заміну у лістингу наведеному на рис. 2 функції `mean()` на функцію `median()`.

Основною проблемою при реалізації різницевого алгоритму обробки є відсутність регулярних обстежень території, наслідком чого може бути несвочасність оновлення еталонних зображень. Ця проблема виникає через недолік фінансування міністерств та відомств, на які покладене завдання охорони навколишнього середовища або окремих її компонентів. Позначений комплекс проблем має загальну основу, пов'язану з відсутністю достатньої кількості інформації про стан і зміну навколишнього середовища. Рішенням проблеми є методи цифрового картографування, які можуть надати значну допомогу в забезпеченні універсальних картографічних матеріалів, що містять інформацію про незмінену місцевість для формування еталонних зображень.

**Висновки.** Розглянута вище реалізація різницевого алгоритму обробки прості в застосуванні й можуть бути легко використані як компонент в сучасних системах дистанційного, що працюють без участі людини. Це дозволить, за умови рішення проблеми доступності матеріалів еталонних зображень в цифровій формі, досить скромними засобами організувати діючу систему моніторингу змін території в інтересах населення, органів державної влади, промислових підприємств і інших суб'єктів господарської діяльності.

---

**ЛІТЕРАТУРА**

1. Методы создания цифровых карт динамики природной среды на основе данных космической съемки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.agiks.ru/data/articles/ddzzsite/book/article1.htm>.

2. Маляров М.В. Фрактальный моніторинг земної поверхні з використанням математичного пакету MathCad. / М.В. Маляров // Проблеми надзвичайних ситуацій. – 2015. – Вип. 22. – с. 93-98. – Режим доступа: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/783>.

3. Маляров М. В. Різницевий алгоритм обробки зображень при вирішенні задач моніторингу / М. В. Маляров, В. В. Христич // Проблеми надзвичайних ситуацій. – 2017. – Вип. 25. – С. 63-66. – Режим доступа: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/790>.

4. Вудс Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс – М: Техносфера, 2005. – 1072 с.

*Отримано редколегією 22.09.2017*

М.В. Маляров, В.В. Христич, Д.М. Петренко

**Разностный алгоритм обработки изображений с использованием математического пакета MATHCAD**

Приведен алгоритм и практическая реализация с помощью математического пакета MathCad, задач мониторинга изменений природных территорий с формированием разностных изображений, между эталонными и полученными при проведении мониторинга.

**Ключевые слова:** MathCad, пиксель, разностное изображение, «скользящее» окно, мониторинг территорий.

M.V. Malyarov, V.V. Khristich, D.M. Petrenko

**Difference algorithm for image processing using the mathematical package MATHCAD**

The algorithm and practical implementation in the mathematical package MathCad, monitoring of changes in natural areas with the formation of difference images, between the reference images and those obtained during monitoring are presented.

**Keywords:** MathCad, pixel, difference image, sliding window, territory monitoring.