

*М.В. Маляр, к.т.н., доцент, НУЦЗУ,
В.В. Христин, к.т.н., заст. нач. каф., НУЦЗУ*

РІЗНИЦЕВИЙ АЛГОРИТМ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ ПРИ ВИРІШЕННІ ЗАДАЧ МОНІТОРИНГУ

(представлено д.т.н. Басмановим О.Є.)

Запропоновано при вирішенні задач моніторингу змін природних територій використовувати алгоритм формування різницевого зображення, між еталонними та отриманими при проведенні моніторингу. Для поліпшення якості отриманих різницевого знімка проходить обробку фільтрами «ковзаючого» вікна.

Ключові слова: повітряна зйомка, пікселі, різницеве зображення, «ковзаюче» вікно, моніторинг територій.

Постановка проблеми. Моніторинг знімків земної поверхні може бути представлений як завдання визначення змін у навколишньому середовищі, їх класифікації та з'ясування масштабів змін на території, що контролюється. Зазвичай територія, яка контролюється, має досить великі розміри та періодично піддається антропогенному або техногенному впливу. Відповідно, обробка результатів таких зображень вимагає багато часу та, завдяки відсутності формалізованого опису змін, що відбулися, накладає обмеження на використання автоматичних системи, що приводить до того, що вирішення завдань моніторингу стає досить трудо-, часо- і ресурсомістким. Це призводить до збільшення вартості процесу моніторингу традиційними засобами, але в той же час не забезпечує його ефективності.

В той же час, якщо прийняти, що завданням моніторингу буде визначення тільки факту зміни (зміни є або нема) або їх координат без визначення її характеристик, то такі задачі можуть бути автоматизовані з використанням більш простих алгоритмів та реалізовані за допомогою існуючих програмних продуктів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для автоматизації завдань моніторингу треба знайти деякі формалізовані змінні або інші відповідні величини для опису властивостей й особливостей зображень земної поверхні, а також для виявлення змін у їх структурі. Зазвичай моніторинг земної поверхні проводиться по виявленню негативних процесів (підтоплень, зсувів тощо) по прямим ознакам на зображеннях [1], що обмежує застосування цього методу для організації моніторингу великих територій, за умови що місце локалізації змін заздалегідь невідомо. В [2] 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. Такий метод дозволяє одержати «сигнальну» інформацію про наявність змін, але не локалізує координати цієї зміни.

Оскільки розміщення елементів на зображенні є складним й хаотичним в [3, 4] 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 ΔD_f . Цей метод вимагає специфічних алгоритмів обробки інформації і теж не локалізує координати зміни.

Постановка завдання та його вирішення. Виходячи з цього, метою публікації є запропонування таких алгоритмів виявлення змін, які спираються на типові методи обробки зображень (наведені наприклад в [5]), можуть локалізувати координати місця виникнення змін та не потребують спеціалізованого програмного забезпечення і можуть бути реалізовані за допомогою сучасних графічних редакторів або інших пакетів.

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 .

Головною складністю цього методу є необхідність наявності еталонного знімку або знімку, отриманого раніше. Якщо вважати, що моніторинг територій відбувається періодично та регулярно, то у якості еталонного може виступати знімок отриманий раніше, який підходить по основним параметрам спостереження (час доби, умови спостереження, характеристика апаратури).

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

Фільтр «ковзного вікна» при перетворенні пікселів зображення розглядає інформацію про сусідні пікселі. Для формування «ковзного вікна» виділимо на зображенні вікно розміром N на M , де обидва числа непарні. Тоді значення центрального пікселю вікна є деякою функцією G елементів цього вікна

$$F_{N,M}^{new} = G(F_{n+i,m+j}), \quad (2)$$

де $i = -(N-1)/2, \dots, -1, 0, 1, \dots, (N-1)/2$, $j = -(M-1)/2, \dots, -1, 0, 1, \dots, (M-1)/2$. Тобто для перетворення пікселів зображення використовується інформація тільки з навколишніх пікселів, які входять до складу «ковзного 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 усереднюючі фільтри подавлення шумів котрі описані в [5, 6], коли значення центрального пікселя точки замінюється середньою величиною, обчисленою по всіх пікселях «ковзного вікна»

$$F_{N,M}^{new} = \frac{1}{NM} \sum_{i,j} F_{n+i,m+j} \quad (3)$$

Алгоритм роботи наступний. Послідовно вимірюємо яскравість всіх сусідніх пікселів зображення. Якщо яскравість даного елемента перевищує середню яскравість групи найближчих елементів на деяку порогову величину ε , яскравість елемента замінюється на середню яскравість.

$$\text{Якщо } \left| F_{0,0} - \frac{1}{NM} \sum_{i,j} F_{n+i,m+j} \right| > \varepsilon, \text{ то } F_{0,0} = \frac{1}{NM} \sum_{i,j} F_{n+i,m+j} \quad (4)$$

У якості ще одного фільтру, що усереднює, можливо скористатися медіанним фільтром, що являє собою «ковзне» вікно, яке охоплює непарне число пікселів зображення. Центральний елемент замінюється медіаною всіх елементів зображення у вікні. Медіанною дискретної послідовності для непарного N є той її елемент, для якого існує $(N-1)/2$ елементів, менших або рівних йому за величиною, та $(N-1)/2$ елементів, більших або рівних йому за величиною.

У випадку коли моніторингу підлягає поверхня, що є однорідною по своїй структурі (ліси, поля, водна поверхня тощо), то еталонне зображення можливо спробувати створити, використовуючи метод найменших квадратів для вихідного зображення, або використовувати метод локального обчислення фону, який оцінює величину фону середнім значенням по вікну досить великого розміру

$$F_{N,M}^{new} = F_{N,M} - \frac{1}{MN} \sum F_{N+i,M+j} + \text{const}, \quad (5)$$

де const вибирається так, що результат був невід'ємним. Зазвичай це значення дорівнює половині максимального значення пікселя.

Також потрібно відмітити, що недолік фінансування міністерств та відомств, на які покладене завдання охорони навколишнього середовища або окремих її компонентів спричиняє відсутність регулярних обстежень території, наслідком чого може бути несвоєчасність оновлення еталонних зображень. Позначений вище комплекс проблем має загальну основу, пов'язану з відсутністю достатньої кількості інформації про стан і зміну навколишнього середовища. Рішенням проблеми є методи цифрового картографування, що інтенсивно розвиваються останнім часом, та які можуть надати значну допомогу в забезпеченні універсальних картографічних матеріалів, що містять інформацію про незмінену місцевість

для формування еталонних зображень.

Висновки. Розглянути вище різницеві алгоритми обробки прості в застосуванні й можуть бути легко використані в сучасних графічних редакторах для створення автоматизованих системах, 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. Ревзон А.Л. Картографирование состояний геотехнических систем / А.Л. Ревзон – Надра, 1992. – 223 с.
2. 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> – Назва з титулу екрану.
3. Маляров М.В. Алгоритм пошуку малорозмірних об'єктів на морський поверхні з використанням її фрактальних властивостей / Маляров М.В., Щербак Г.В. // Проблеми надзвичайних ситуацій. – 2008. – Вип. 8. – С.124-129. – Режим доступу: <http://edumns.org.ua/nmc/109/pns08.pdf#page=124>.
4. Маляров М.В. Моніторинг змін природних територій з використанням просторових характеристик. / Маляров М.В. // Проблеми надзвичайних ситуацій. – 2015. – Вип. 21. – с. 52-56. – Режим доступу: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfEmergencies/vol21/>.
5. Вудс Р. Цифровая обработка изображений / Гонсалес Р., Вудс Р. – М: Техносфера, 2005. – 1072 с.
6. Прэтт У. Цифровая обработка изображений [В 2-х книгах] / Прэтт У. – М.: Мир, – 1982.

Отримано редколегією 10.03.2017

М.В. Маляров, В.В. Христин

Разностный алгоритм обработки изображений при проведении задач мониторинга

Предложено при решении задач мониторинга изменений природных территорий воспользоваться алгоритмом формированием разностных изображений, между эталонными и полученными при проведении мониторинга. Для улучшения качества изображения полученный разностный снимок проходит обработку фильтрами «скользящего» окна.

Ключевые слова: воздушная съемка, пиксели, разностное изображение, «скользящее» окно, мониторинг территорий.

M.V. Malyarov, V.V. Hristich

Using the difference algorithm for image processing for monitoring objectives

It is proposed for solving natural areas change monitoring applications to take advantage of the formation of difference images between the reference and received during the monitoring. To improve the image quality of the resulting difference picture is processed filters "sliding" window.

Keywords: aerial photography, pixels, a difference image, "sliding" window, monitoring of territories.