

ВИКОРИСТАННЯ ВЕЙВЛЕТІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗЛИТТЯ БАГАТОКАНАЛЬНИХ СКАНЕРНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

*Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара
кафедра автоматизованих систем обробки інформації,
Дніпропетровськ, Україна*

У роботі запропонований новий алгоритм підвищення інформативності сканерних зображень на основі комбінованого використання ІСА- та вейвлет-перетворень. Тестування даного алгоритму підтвердило його ефективність при обробці зображень, отриманих сучасними аерокосмічними системами.

Постановка проблеми. У системах дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) в останні роки широкого поширення набули скануючі пристрої, в яких для формування зображень земної поверхні в фокальній площині встановлюються кілька матриць приймачів із зарядним зв'язком (ПЗЗ-матриці) з одномоментною реєстрацією вхідного випромінювання або працюючих в режимі накопичення заряду. Кожна з таких матриць забезпечує формування зображення в певному спектральному діапазоні. Перевагою подібного типу сканерів є те, що ними формуються просторово суміщені знімки. Однак спектральне розділення променевої енергії призводить до ослаблення реєстрованого сигналу і зниження радіометричного розрізнення відеоінформації. Злиття зображень є процесом об'єднання інформації з двох або більше зображень окремих каналів в одне зображення. Отримане зображення є більш інформативним ніж будь-яке з вхідних зображень. Як правило, відомі алгоритми злиття використовують «геометричні деталі» панхроматичного зображення з високою роздільною здатністю (PAN) та кольорову інформацію мультиспектрального зображення (Mul) з низькою роздільною здатністю.

Аналіз останніх досліджень. На даний час запропоновано значну кількість методів злиття зображень, в яких акцент робився на поліпшенні якості результуючого зображення і на зменшенні кольорових спотворень [1-3]. При підвищенні інформативності сканерних зображень, отриманих сучасними аерокосмічними системами, ефективним виявився алгоритм перетворення мультиспектрального зображення за допомогою метода аналізу незалежних компонент (ІСА). З іншого боку, одним з найбільш перспективних і потужних математичних апаратів для обробки та аналізу аерокосмічних зображень служить двовимірне вейвлет-перетворення. Двовимірні вейвлет-перетворення є розширенням одновимірних перетворень на випадок двовимірної розмірності досліджуваного сигналу.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Таким чином виникає необхідність розробки нової синергетичної технології підвищення інформативності аерокосмічних зображень, що дозволить поєднати переваги ІСА-методу і вейвлет-перетворення з мінімізацією колірних спотворень.

Основна частина. Аналіз незалежних компонент є розширенням аналізу головних компонент на задачу сліпої сепарації незалежних джерел з їх лінійних сумішей. З аналізом головних компонент тісно пов'язані такі поняття, як некорельованість і гаусовський (нормальний) характер розподілу даних, в той час як ІСА пов'язаний зі статистичною незалежністю і негаусовським розподілом. Крім того, осі не обов'язково повинні бути ортогональними. Модель, яка використовується в аналізі незалежних компонент, можна представити у вигляді

$$y = H x, \quad (1)$$

де: y — m -вимірний випадковий вектор, x — n -вимірний випадковий вектор з незалежними компонентами, H — деяке невідоме відображення $R^n \rightarrow R^m$, $m \geq n$. Завдання ІСА формулюється як завдання пошуку такої проєкції вектора y на лінійний простір векторів x , компоненти якої були б статистично незалежні. При цьому для аналізу доступна тільки деяка статистична вибірка значень випадкового вектора y .

Схема алгоритму представлена на рис. 1. Спочатку пропонується заміна після перетворення ІСА першої компоненти мультиспектрального зображення панхроматичним зображенням. Наступним етапом після заміни є зворотне перетворення ІСА та перетворення отриманого зображення у кольорову модель HSV (позначимо HSV_{MOD}). Іншим кроком роботи алгоритму є також переведення вихідного мультиспектрального зображення у кольоровий простір HSV (позначимо HSV_{MUL}). Наступним кроком формування нового зображення з підвищеною інформативністю є заміна яскравісної компоненти V зображення HSV_{MUL} яскравісною компонентою зображення HSV_{MOD} та перетворення результату з кольорової моделі HSV до кольорової моделі RGB. Завершальним кроком алгоритму є злиття отриманого зображення Mul_{ICA} з PAN за допомогою вейвлет-обробки та отримання вихідного зображення Mul_{RES} . У загальному випадку процедура побудови методів об'єднання за вейвлет-розкладу має наступний вигляд:

1. Передискретизація мультиспектрального зображення з метою приведення його розмірності до розмірності панхроматичного зображення.
2. Декореляція первинного багатоканального зображення у відповідності з обраною метрикою або алгоритмом:

$$f_{RGB}(\mathbf{r}) \rightarrow f_{XYZ}(\mathbf{r}). \quad (2)$$

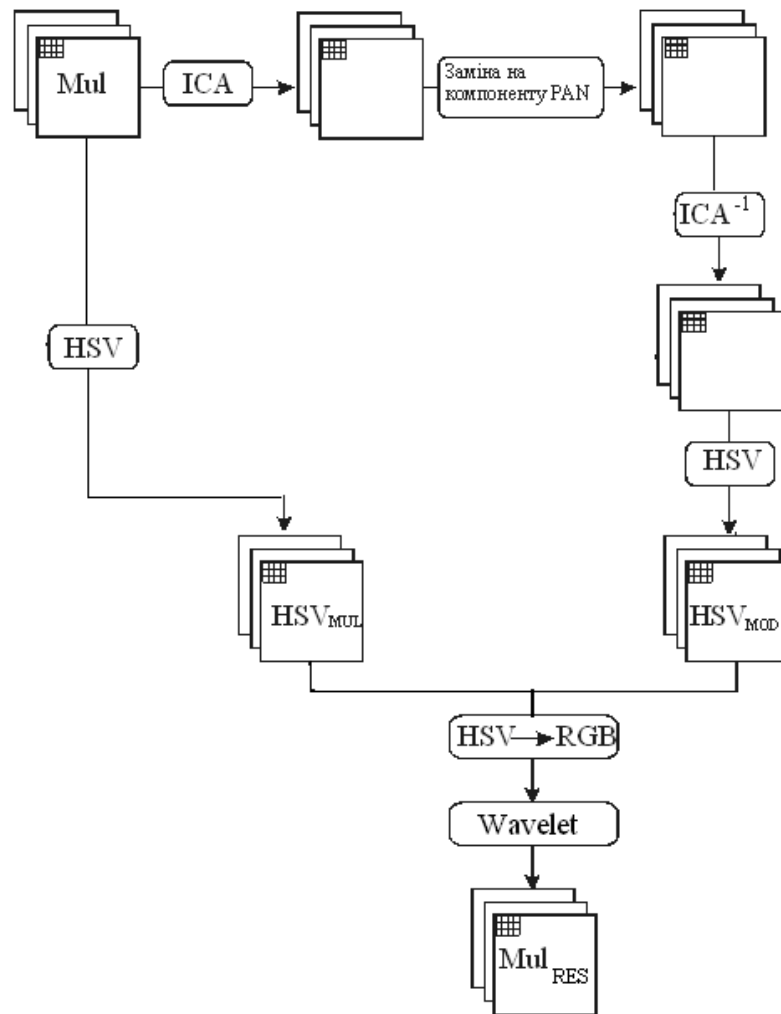


Рис.1. Схема алгоритму

3. Розклад відповідного каналу яскравості Mul до заданого рівня декомпозиції (L) за оптимального вейвлет-базису:

$$f_X(\mathbf{r}) = Tc_X^L(\mathbf{r}) + \sum_{l=1}^L [Td_X^{l,1}(\mathbf{r}), Td_X^{l,2}(\mathbf{r}), Td_X^{l,3}(\mathbf{r})]. \quad (3)$$

4. Розклад PAN до заданого рівня декомпозиції за оптимального вейвлет-базису, побудованому на попередньому етапі:

$$f_P(\mathbf{r}) = Tc_P^L(\mathbf{r}) + \sum_{l=1}^L [Td_P^{l,1}(\mathbf{r}), Td_P^{l,2}(\mathbf{r}), Td_P^{l,3}(\mathbf{r})]. \quad (4)$$

5. Формування нових складових розкладу згідно з обраним правилом об'єднання коефіцієнтів:

$$App_X^L(\mathbf{r}) = Tc_X^L(\mathbf{r}),$$

$$Det_X^L(\mathbf{r}) = \sum_{l=1}^L [Td_P^{l,1}(\mathbf{r}), Td_P^{l,2}(\mathbf{r}), Td_P^{l,3}(\mathbf{r})]. \quad (5)$$

6. Зворотний пакетний вейвлет-розклад та перехід до кольорової метрики RGB:

$$f_{\overline{XYZ}}(\mathbf{r}) = App_{\overline{X}}^L(\mathbf{r}) + Det_{\overline{X}}(\mathbf{r}),$$

$$f_{\overline{XYZ}}(\mathbf{r}) \rightarrow f_{\overline{RGB}}(\mathbf{r}). \quad (6)$$

Запропонований алгоритм підвищення інформативності фотограмметричних сканерних даних на основі ICA-HSV-Wavelet-перетворень був реалізований на первинних багатоспектральних знімках, отриманих супутником WorldView-2. Після перетворень MUL-зображення за зазначеним алгоритмом було отримано зображення, яке навіть візуально у порівнянні з первинним знімком відрізняється більшою чіткістю (рис. 2).

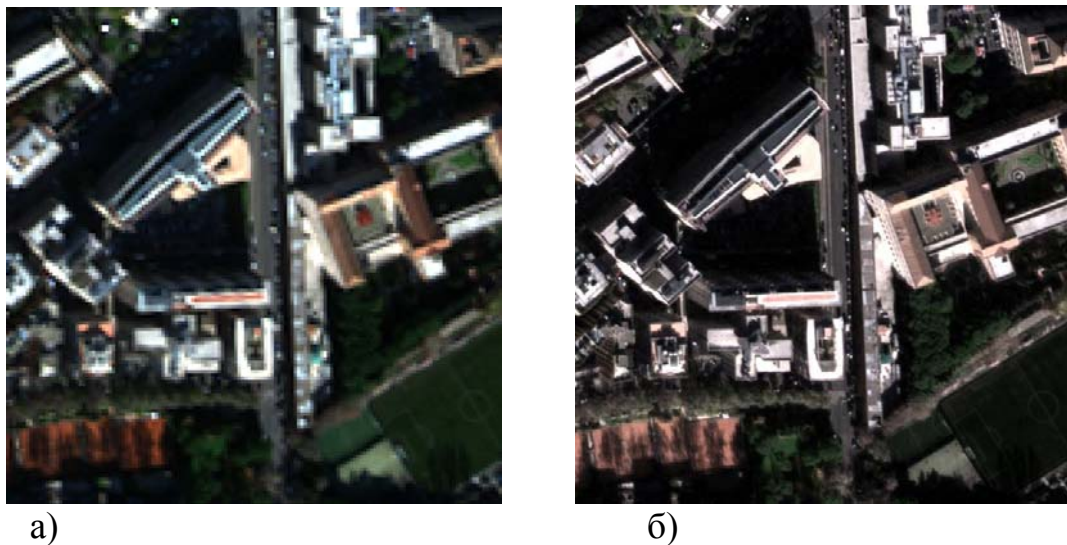


Рис.2. Мультиспектральні зображення:
а) первинне; б) після обробки запропонованим алгоритмом

У таблиці 1 вказані значення ентропії, обчислені для первинних мультиспектрального і панхроматичного знімків та для зображень, оброблених за запропонованим алгоритмом. Аналіз відповідних значень свідчить про те, що спільне використання вейвлетів і ICA-HSV-перетворень при обробці мультиспектральних сканерних знімків дозволяє підвищити ефективність злиття видових даних ДЗЗ. Синтезовані зображення мають більш високу якість та збільшену інформативність у порівнянні з первинними знімками. Відповідні значення для наочності виділено напівжирним шрифтом.

Таблиця 1

Зображення	Значення ентропії
Панхроматичне (PAN)	7.1488
Мультиспектральне (MUL)	7.1116
(ICA+ HSV)	7.1638
Запропонований алгоритм (MulRES)	7.2181

Висновки і перспективи подальших досліджень. Дослідження показали, що застосування вейвлетів у комбінації з ІСА-HSV-перетвореннями дозволяє підвищити інформативність первинного сканерного мультиспектрального зображення. У порівнянні з існуючими методами злиття запропонований алгоритм дозволяє підвищити значення ентропії без істотних колірних спотворень. Наші подальші дослідження будуть присвячені визначенню впливу характеристик вейвлетів (базису вейвлет-перетворення та рівня декомпозиції) на ефективність злиття сканерних зображень.

Література

1. Шовенгердт Р.А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. Часть 1 - М.: Техносфера, 2010. - 560 с.
2. Pohl C. Multisensor image fusion in remote sensing: concepts, methods and applications / C. Pohl, J.L. Van Genderen // International journal of remote sensing. – 1998. – Vol. 19. – No. 5. – P. 823-854.
3. Гнатушенко В.В. Комп'ютерні технології підвищення інформативності багатоспектральних зображень земної поверхні / В.В. Гнатушенко, О.О. Сафаров // Прикладна геометрія та інженерна графіка. - К.: КНУБА, 2012. - Вип. 89. – С. 140-144.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕЙВЛЕТОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЛИЯНИЯ МНОГОКАНАЛЬНЫХ СКАНЕРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ *В.В. Гнатушенко, В.Ю. Шевченко*

Разработан алгоритм, который позволяет повысить информативность мультиспектрального изображения. Результаты показывают, что по сравнению с классическим методом слияния ІСА, он может не только улучшить пространственное разрешение изображения, но также устранить недостаток ІСА-алгоритма, а именно цветовые искажения в локальных областях.

USING WAVELET TO IMPROVE THE EFFECTIVENESS OF MULTICHANNEL SCANNER IMAGE FUSION *V. Gnatushenko, V. Shevchenko*

The algorithm, which can increase the information content of multispectral images. The results show that the proposed method can have a better trade-off between spectral and spatial information. Moreover, compared with ІСА fusion method, it can not only improve the spatial resolution of fused image, but also eliminate the drawback of spectral distortion of ІСА fusion method in local regions.