

ЗАСТОСУВАННЯ ГОМОМОРФНОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ ПІД ЧАС ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ ЦИФРОВИХ БАГАТОСПЕКТРАЛЬНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Анотація. Запропоновано спосіб попередньої обробки цифрових багатоспектральних зображень дистанційного зондування Землі, що дозволяє суттєво підвищити ефективність розпізнавання матеріальних об'єктів на таких зображеннях.

Ключові слова: *розпізнавання об'єктів, геометричні форми, цифрове фотограмметричне зображення, інформаційна значущість, гомоморфна фільтрація.*

Вступ. У ряді досліджень за тематикою попередньої обробки багатотонових растрових зображень увага приділяється покращенню їх візуальної якості без урахування фізичних механізмів фіксації видової інформації, зокрема міжканальної кореляції, що унеможливорює визначення інформаційної значущості зображень з позицій аналізу та інтерпретації (метод колірної нормалізації). Інші дослідження присвячені розв'язанню даної задачі на основі обчислення статистичних параметрів цифрових зображень (метод аналізу головних компонент), визначення яких утруднено на великих розмірностях первинних даних. Питання щодо декореляції первинних видових даних вирішується у ряді досліджень, заснованих на переході до кольорово-різницевої метрик (кольорово-метричні методи обробки), але за таких методів враховується лише внесок спектральної інформації, що міститься в первинних багатотонових зображеннях.

Узагальненою технологією для цифрової обробки зображень за участю нелінійного відображення в інші простори, в яких може використовуватися теорія лінійних фільтрів, з зворотним відображенням в первинний простір є гомоморфна фільтрація [1]. Гомоморфна фільтрація використовується для видалення мультиплікативних завад на зображенні [2].

Сутність гомоморфної обробки зображення полягає в нормалізації рівнів яскравості, а саме звуженні їх динамічного діапазону, та одночасному підвищенні його контрастності [3], що має суттєво підвищити інформативність оброблюваного зображення.

Постановка задачі. Зображення фіксованого об'єкту, одержані у різних спектральних інтервалах, мають різну просторову спектральну та радіометричну розрізненість і внаслідок цього суттєво розрізняються за просторовими розподілами яскравості. Разом з тим, кожне таке зображення має

окрему інформаційну значущість щодо подання характеристик об'єкту у його візуальній формі [4, 5].

Тому особливого сенсу набуває задача створення геометричних моделей інформаційного подання таких зображень, інваріантних стосовно факторів формування з урахуванням їхньої часткової визначеності, і розроблення на цій основі методів попередньої обробки з метою підвищення інформативної значущості оброблюваних зображень.

Основний зміст роботи. В процесі вирішення поставленої задачі, у тому числі при розробці способів збільшення просторової та радіометричної розрізненості багатоспектральних фотограмметричних зображень, використані методи суміщення просторових розподілів яскравості зображень, методи зниження розмірності даних, методи декореляції та геометричної корекції просторових розподілів зображень, на основі чого досягнуто практичні результати стосовно попередньої обробки цифрових багатоспектральних зображень дистанційного зондування.

Гомоморфна обробка дозволяє розділити мультиплікативні складові зображення, яскравість (складова освітленості) та власне зображення (складова відображення), що є низькочастотною та високочастотною складовими, та надалі їх можна оброблювати незалежно один від одного.

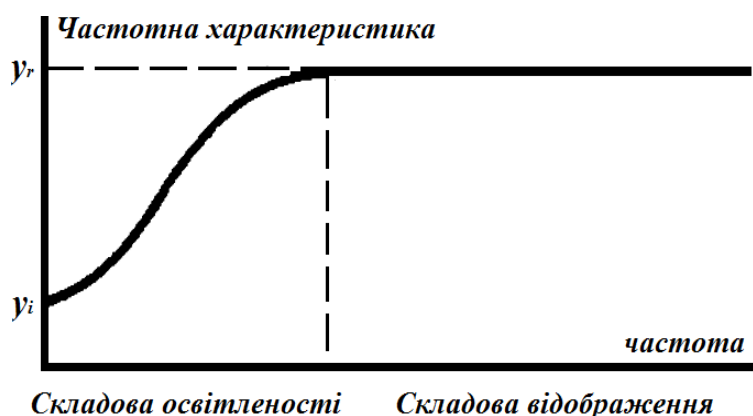


Рис. 1. Частотна характеристика лінійного фільтра гомоморфної обробки зображення для звуження динамічного діапазону та підвищення контрастності (при виборі показників ступеня $y_i < 1$ для модифікації функції освітленості та $y_r > 1$ для модифікації функції відображення)

Гомоморфна обробка видових даних спрямована на видалення (фільтрацію) з первинних знімків частини надлишкової (привнесеної) інформації, що вноситься впливом знімальної апаратури оптичного комплексу на зображення ділянки земної поверхні, що фіксується, під час зйомки.

Запропонована методика гомоморфної обробки складається з етапів:

1) обчислення двовимірною швидкого перетворення Фур'є двовимірною дискретного сигналу, яким подається вихідне зображення;

2) обчислення зворотного двовимірного швидкого перетворення Фур'є від натурального логарифму спектру потужності сигналу, яким подається оброблюване зображення;

3) обчислення оптичної передатної функції знімальної апаратури;

4) обчислення зворотного двовимірного швидкого перетворення Фур'є від натурального логарифму двовимірного швидкого перетворення Фур'є оптичної передатної функції;

5) видалення інформації стосовно апаратного впливу, носієм якого є розрахована оптична передатна функція, на характеристики оброблюваного зображення;

б) зворотні перетворення та відновлення синтезованого зображення.

Стандартними характеристиками інформаційної значущості цифрового фотограмметричного зображення, зафіксованого іконічними засобами дистанційного зондування у низці спектральних діапазонів, є інформаційна ентропія та сигнальна ентропія [6, 7].

В даній роботі ці інформаційні характеристики використані для оцінки ефективності розроблюваної методики та отриманих в результаті її застосування зображень. У якості критерію відмінності обробки прийнятий критерій максимуму даних характеристик інформативності у порівнянні з первинними знімками.

Таблиця 1

Інформаційна та сигнальна ентропія (сканер Aster)

Тип обробки № каналу	Інформаційна ентропія		Сигнальна ентропія	
	Вихідні	Оброблені	Вихідні	Оброблені
1	4.6392	5.0167	4.7139	5.2269
2	4.6527	5.0463	4.6970	5.2519
3	4.9739	5.5735	4.7303	5.5085
4	4.9132	5.5212	4.5634	5.3544
5	4.6431	5.1213	4.4294	5.0717
6	4.8352	5.3312	4.5899	5.2545
7	4.7105	5.2654	4.5222	5.2350
8	4.7585	5.2519	4.6294	5.2881
9	4.4914	5.0395	4.4913	5.1587

Згідно з даними таблиці 1, значення інформаційної та сигнальної ентропії для вихідних зображень, зафіксованих сканером Aster (КА Terra), та відповідних їм оброблених зображень зазнають збільшення, а отже інформаційна значущість цих зображень зростає внаслідок застосування до них

гомоморфної фільтрації, що пояснюється очищенням зображення від завад, привнесених знімальною апаратурою.

Ефективність методики полягає в підвищенні точності розпізнавання матеріальних об'єктів на цифрових зображеннях, у суттєвому збільшенні інформаційної значущості растрових багатоспектральних зображень та підвищенні ефективності автоматизованої обробки зображень.

Наукова новизна. Підхід попередньої обробки фотограмметричних зображень з використанням гомоморфної фільтрації запропонований для підвищення інформаційної значущості таких зображень. Методика забезпечує підвищення точності та запобігає помилковому розпізнаванню об'єктів, а також усуває виявлені недоліки відомих методів, що пов'язані з існуванням залежності від параметричної невизначеності, з особливостями фіксації видової інформації, низькими значеннями показників інформативності синтезованих зображень, з особливостями обчислювального процесу.

Висновки. Розроблений спосіб попередньої обробки цифрових зображень на основі гомоморфної їх фільтрації, яка підвищує інформаційну значущість первинних зображень. Розглянутий підхід дає якісні результати за показниками сигнальної та інформаційної ентропії. Запропоновано оброблювати зображення поточного каналу багатоспектрального зображення як двовимірний дискретний сигнал без вимоги додаткових перетворень відповідних просторових розподілів яскравості, якими подається певне зображення, що спрощує програмний код та економить обчислювальні ресурси.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Залманзон Л. А. Преобразования Фурье, Уолша, Хаара и их применение в управлении, связи и других областях / Л. А. Залманзон.- М.: Наука. - 1989. - 496 с.
2. Egiazarian, K. and Astola, J. (1999), "New algorithm for removing of mixed (white and impulsive) noise from image", *Proceedings of the SPIE*, Vol. 3646, pp. 78-89.
3. Гренандер У. Лекции по теории образов: в 2 томах / Том 2: Анализ образов / У. Гренандер: пер. с англ. – М.: Мир, 1981. – 448 с.
4. Жураковський Ю. П. Теорія інформації та кодування / Ю. П. Жураковський, В. П. Полторак – К.: Вища школа, 2002. – 248 с.
5. Хинчин А. Я. Математические основания теории информации / А. Я. Хинчин – Физматгиз, 1954. – 560 с.
6. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике / К. Шеннон: пер. с англ. – М.: ИИЛ, 1963. – 830 с.
7. Корчинський В. М. Підвищення інформативності проєкційних растрових зображень / В. М. Корчинський, О. М. Гордієнко // Прикладна геометрія та інженерна графіка / Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Вип. 4, т. 25 // – Мелітополь: ТДАТА, 2004. – С. 33-37.