

Альперт Софія Іоганівна

Кандидат технічних наук, науковий співробітник відділу геоінформаційних технологій в дистанційному зондуванні Землі (ГІТ в ДЗЗ), <https://orcid.org/0000-0002-7284-6502>

Науковий Центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України, Київ

Доцент Національного авіаційного університету, Київ

**НОВИЙ МЕТОД ВІДБОРУ СПЕКТРАЛЬНИХ КАНАЛІВ ЗА НАЯВНОСТІ
БАГАТОСПЕКТРАЛЬНИХ ДАНИХ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ
КРИТЕРІАЛЬНОЇ ФУНКЦІЇ ІНФОРМАТИВНОСТІ**

***Анотація.** Дистанційне зондування Землі із використанням багатоспектральних зображень є однією із найбільш відомих методик дослідження Землі, оскільки надає інформацію про наземні об'єкти, використовуючи сотні вузьких спектральних каналів. Однак багатоспектральні зображення надають занадто великий масив даних. Опрацювання величезного обсягу інформації є однією із найбільш важливих та актуальних задач дистанційного зондування. Швидкий розвиток дистанційного зондування вимагає розробки алгоритмів для опрацювання даних. Однак на сьогодні методи опрацювання даних не можуть надати точних результатів. Якщо ми використовуємо традиційні методи обробки багатоспектральних зображень, то обсяг даних зростає. Основною метою відбору спектральних каналів є вибір оптимальної комбінації спектральних каналів для розв'язку конкретної задачі дистанційного зондування. Цей процес є важливим, оскільки різні спектральні канали фіксують різні об'єкти. Правильний відбір спектральних каналів може оптимізувати виявлення різних наземних об'єктів. Деякі спектральні канали є більш чутливими до мінералів, а інші більш чутливі до рослинності або водойм. За наявності невеликої кількості навчальних вибірок точність класифікування багатоспектральних зображень зменшується при збільшенні обсягу багатоспектральних даних. Зазвичай суміжні спектральні канали є занадто корельовані, та деякі спектральні канали не несуть унікальної інформації. Тому необхідно зменшити розмірність багатоспектральних даних. Це допомагає більш ефективно зберігати, опрацьовувати, передавати інформацію та зменшувати обчислювальні витрати під час обробки зображень. У роботі також розглянуто та проаналізовано різні сучасні методи відбору спектральних каналів. Також пропонується новий метод відбору спектральних каналів, який базується на використанні критеріальної функції інформативності. У статті також розглянуто приклади використання критеріальної функції інформативності.*

Ключові слова: багатоспектральні дані; відбір спектральних каналів; обробка даних; критеріальна функція інформативності

Вступ

Як відомо, зараз доволі активно розвиваються методи та засоби дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), що ґрунтуються на можливостях застосування аерокосмічної зйомки. На сьогодні методи ДЗЗ із використанням космічних та безпілотних літальних апаратів (БПЛА) дають нові можливості для проведення більш детальних наукових досліджень у різноманітних сферах, таких як екологічний моніторинг, сільське господарство, пошук корисних копалин тощо. При цьому тематичний аналіз багатоспектральних зображень є одним із найбільш складних завдань ДЗЗ.

Зазвичай багатоспектральні зображення характеризуються великою кількістю каналів у ближньому інфрачервоному, видимому та

короткохвильовому інфрачервоному діапазоні, що, своєю чергою, допомагає визначати не тільки тип спостережуваних об'єктів, але і їхній стан. Так, використання багатоспектральної зйомки дає можливість проводити моніторинг сільсько-господарських земель, лісів, визначати вміст окремих пігментів та вологи в рослинному покриві, оскільки спектральні властивості рослинності залежать від її видового складу, структури, фази вегетації, кліматичних та інших факторів.

Але з іншого боку, велика кількість спектральних каналів суттєво збільшує обсяг даних, що, своєю чергою, ускладнює їх передачу, зберігання та обробку.

Також не вся інформація, що реєструється, однаково корисна. Слід зазначити, що процедуру класифікування зображень зручніше виконувати на

підмножині каналів, де потрібні класи виділяються із мінімальними помилками.

Тому виникає необхідність розробляти методи для визначення найбільш інформативних спектральних каналів. Тематична обробка багатоспектральних зображень потребує розроблення нових ефективних методів зниження розмірності спектрального простору (зменшення кількості спектральних каналів) із мінімальними втратами необхідної для дешифрування інформації [1–4]. Отже, основною метою відбору найбільш інформативних спектральних каналів є коректний вибір еталонів класів та зниження вимог до потужності програмно-технічного забезпечення процесу класифікації.

У статті розглянуто деякі сучасні методи відбору найбільш інформативних спектральних діапазонів та запропоновано новий метод відбору найбільш інформативних спектральних каналів із застосуванням функції інформативності [5–7].

Мета статті

Мета – розгляд нової критеріальної функції інформативності, яка може бути застосована для відбору найбільш інформативних та надійних спектральних каналів при проведенні обробки багатоспектральних зображень, отриманих із використанням супутникової зйомки чи БПЛА.

Виклад основного матеріалу

Процедура відбору інформативної підсистеми ознак

Вибір інформативної підсистеми ознак полягає в тому, щоб із N ознак на основі аналізу навчальної вибірки сформувавши найбільш інформативну підсистему, що складається із n ознак, де $n < N$.

Нагадаємо, що навчальна вибірка – це набір пікселів із відомими в результаті наземних спостережень класами [8–11].

Для цього треба перевірити $N!/(N-n)!n!$ комбінацій, що при невеликому N може бути виконано простим повним перебиранням. Проте при зростанні кількості ознак обсяг обчислень різко зростає, що, своєю чергою, значно ускладнює обробку багатоспектрального зображення.

Одним із алгоритмів, що дає змогу виключити необхідність повного перебору ознак, є алгоритм послідовного скорочення ознак (Del-алгоритм). При його застосуванні по черзі виключається одна ознака із усього набору ознак і визначається інформативність результуючих систем із $N-1$ ознак. При цьому критерієм інформативності виступає точність класифікування навчальної вибірки, яка розраховується як частина правильно класифікованих пікселів у відсотках. Далі

визначається найбільш інформативна система з $N-1$ ознак, та аналогічна процедура повторюється до досягнення бажаного числа n ознак.

Алгоритм послідовного додавання ознак (Ad-алгоритм) відрізняється від алгоритму послідовного скорочення ознак (Del-алгоритму) тим, що порядок перевірки підсистем ознак починається не з N -вимірною, а, навпаки, з одновимірних просторів. На першому кроці даного алгоритму усі N ознак перевіряються на інформативність. Для цього здійснюється класифікація навчальної вибірки за кожною ознакою окремо, і в інформативну підсистему додається така ознака, яка забезпечила найбільшу точність класифікування. Потім до цієї ознаки по черзі додається кожна із ознак, що залишилися, і обирається найбільш інформативна підсистема вже з двох ознак. Далі процедура повторюється до одержання системи з необхідною кількістю ознак [11–13].

Застосування кореляційного аналізу для проведення відбору спектральних каналів

При проведенні класифікування багатоспектральних зображень піксель на знімку розглядається як n -вимірний вектор спектральних яскравостей, тобто:

$$\bar{x} = \begin{pmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix},$$

де x_i – значення яскравості пікселя у i -му спектральному каналі, $i = 1, \dots, n$; n – загальна кількість спектральних каналів.

Для відбору найбільш інформативних спектральних каналів проводиться аналіз кореляції між спектральними каналами для заданого набору N тематичних класів, розраховується коефіцієнт кореляції між усіма парами каналів та обираються підмножини найменш корельованих спектральних каналів.

Коефіцієнт кореляції між j -тим та k -тим спектральними каналами розраховується за формулою:

$$\rho_{jk} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{[(x_{ij} - m_j)(x_{ik} - m_k)]}{\delta_j \delta_k}, \quad (1)$$

де m_j, m_k – середні значення яскравості в j -му та k -му спектральному каналах; δ_j, δ_k – стандартні відхилення значень яскравості в j -му та k -му спектральному каналах.

Враховуючи, що коефіцієнт кореляції є косинус кута між двома одиничними векторами x_j та x_k

n -вимірному базису простору яскравостей, мінімальне значення коефіцієнта кореляції між векторами x_i та x_j забезпечує найбільший розкид діаграми розсіювання у відповідній площині n -вимірному простору, що, своєю чергою, допомагає точніше проводити процедуру класифікування.

Статистичний аналіз для відбору інформативних спектральних каналів

Для розрахунку кількості розрізнюючої інформації використовуються емпіричні функції $p(x)$ густини розподілу спектральної яскравості на множині значень X .

Середня кількість розрізнюючої інформації для пари каналів j та k розраховується за формулою:

$$\Delta I_{jk} = \int_X p_j(x) \ln \frac{p_j(x)}{p_k(x)} dx + \int_X p_k(x) \ln \frac{p_k(x)}{p_j(x)} dx. \quad (2)$$

Використовуючи властивості натуральних логарифмів, вираз (2) можна записати у такому вигляді:

$$\begin{aligned} \Delta I_{jk} &= \int_X p_j(x) \ln \frac{p_j(x)}{p_k(x)} dx + \int_X p_k(x) \ln \frac{p_k(x)}{p_j(x)} dx = \\ &= \int_X p_j(x) \ln \frac{p_j(x)}{p_k(x)} dx - \int_X p_k(x) \ln \frac{p_j(x)}{p_k(x)} dx = \\ &= \int_X (p_j(x) - p_k(x)) \ln \frac{p_j(x)}{p_k(x)} dx. \end{aligned} \quad (3)$$

Далі обирається підмножина каналів, яка задовольняє потрібний критерій за значеннями ΔI_{jk} . Цей критерій обирається емпіричним шляхом для певного набору класів. Зазвичай відбір найбільш інформативних спектральних каналів із використанням середньої кількості розрізнюючої інформації використовується для проведення класифікування одного типу рослинного покриву.

Застосування методу головних компонент для відбору спектральних каналів

Метод головних компонент використовується для зменшення розмірності ознакового простору. Для параметрів x_1, \dots, x_n проводиться відбір $m < n$ нових параметрів y_1, \dots, y_m , таких, що виконується така рівність:

$$\begin{aligned} x_j &= \sum_{k=1}^m \alpha_{kj} y_k + \xi_j, \\ j &= 1, \dots, n; \end{aligned} \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^n \delta^2(\xi_j) = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^n (\xi_j, \xi_j) \rightarrow \min, \quad (5)$$

де n – загальна кількість каналів, які використовуються; N – число пікселів статистичної вибірки, яка розглядається.

Також справедливе таке твердження:

$$(y_k, y_l) = \begin{cases} N, & k = l, \\ 0, & k \neq l, \end{cases} \quad (6)$$

де $k, l = 1, \dots, n$.

Розв'язок задачі зводиться до задачі знаходження власних чисел та власних векторів кореляційної матриці $R = \{r_{ij}\}$,

де r_{ij} – коефіцієнти кореляції між параметрами x_i та x_j . При цьому параметрами x_i та x_j є вектори вихідного базису простору спектральних ознак.

Також слід зазначити, що власні вектори кореляційної матриці R , які розташовані за порядком спадання їх власних чисел, задають напрямок найбільшого розкиду діаграми розсіювання.

Враховуючи, що проєкція α_{jk} вектора вихідного базису x_j на компоненту y_k є коефіцієнтом кореляції між цими векторами, то для оцінки внеску кожного спектрального каналу x_j у найбільш інформативний напрямок можна використовувати адитивний критерій, а саме:

$$A_j = \sum_{k=1}^p |\alpha_{jk}|, \quad (7)$$

де $j = 1, \dots, p \leq m$ – найбільш інформативні із m головних компонент.

Отже, процедура відбору найбільш інформативних спектральних каналів складається із таких кроків:

1-й крок: перетворення багатоспектрального зображення до головних компонент;

2-й крок: відбір найбільш інформативних компонент;

3-й крок: розрахунок проєкцій α_{jk} та величин A_j для $\forall j = 1, \dots, n$;

4-й крок: відбір каналів за максимальним значенням величини A_j ;

5-й крок: проведення оцінки точності процедури класифікування для вибраного набору спектральних каналів.

Нова критеріальна функція інформативності для відбору спектральних каналів

Розглянемо нову критеріальну функцію інформативності для відбору спектральних каналів, що може бути використана для підвищення точності класифікування багатоспектральних зображень.

Припустимо, що для кожного з K_m класів, $m = 1, 2, \dots, M$ маємо навчальну вибірку. При цьому кожна кількісна ознака π_n ($n = 1, 2, \dots, N$) у відповідному спектральному каналі характеризується певним діапазоном значень, які позначаються d_{π_n} .

Слід зазначити, що діапазон значень n -ї ознаки розраховується в межах загальної навчальної вибірки I за формулою:

$$d_{\pi_n} = \max_I \pi_n - \min_I \pi_n, \quad (8)$$

де $\max_I \pi_n$ та $\min_I \pi_n$ – найбільше та найменше значення цієї ознаки.

Далі розділимо діапазон значень ознаки π_n на однакові за шириною інтервали з метою дослідження кореляції значень даної ознаки із класами K_1, K_2, \dots, K_M .

Значимо, що ширина інтервалу визначається за формулою:

$$\Delta d_{\pi_n} = \frac{d_{\pi_n}}{|I|}, \quad (9)$$

де $|I|$ – потужність загальної навчальної вибірки.

Клас K_M називається зіставленим конкретному інтервалу ознаки π_n , за умови, що в навчальній вибірці I_m позитивних прикладів по класу K_M маємо приклад такого об'єкта (пікселя зображення), значення ознаки якого потрапляє до цього інтервалу. Цю процедуру можна описати, використовуючи такий індикатор зіставлення:

$$l_{mj} = \begin{cases} 1, & \text{якщо клас } K_m \text{ зіставлений з інтервалом } j, \\ 0, & \text{в іншому випадку.} \end{cases} \quad (10)$$

За умови, що кількісна ознака для об'єктів різних класів у кожній із N спектральних каналів розділена на відповідні інтервали, то для кожного спектрального каналу можна встановити, в який саме інтервал потрапили конкретні об'єкти різних класів з цієї вибірки, а потім підрахувати кількість попадань класів у відповідні інтервали. При цьому для різних

спектральних каналів розподіл попадань класів по інтервалах буде різним, оскільки різні спектральні канали є неоднаково інформативними та надійними при проведенні класифікування багатоспектральних зображень.

Далі розглянемо нову критеріальну функцію інформативності, яка враховує кількість об'єктів кожного класу.

Для кожного інтервалу j обчислюємо відсоток “неправильних” об'єктів (пікселів), тобто тих об'єктів (пікселів), які помилково були віднесені до цього інтервалу. Тому кількість “неправильних” пікселів ділимо на загальну кількість пікселів, які перебувають в інтервалі, що розглядається. Позначимо через S_j – відношення кількості “неправильних” пікселів до загальної кількості пікселів в інтервалі j . Далі знаходимо значення усіх величин S_j для кожного інтервалу, а потім їх сумуємо та ділимо на загальну кількість інтервалів.

Тоді нова критеріальна функція інформативності буде розраховуватися за формулою:

$$F^* = 1 - \left(\frac{S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_j}{J} \right). \quad (11)$$

Слід зазначити, що ця критеріальна функція інформативності F^* приймає значення від “0” до “1”. Чим ближче значення F^* буде до “1”, тим більш інформативним та надійним буде даний спектральний канал.

Зауважимо, що вираз (11) можна записати у більш зручному вигляді, а саме:

$$F^* = 1 - \frac{1}{J} (S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_j) = 1 - \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J \left(\frac{\sum_{\substack{k=1 \\ k \neq j}}^M l_{kj} n_{kj}}{\sum_{k=1}^M l_{kj} n_{kj}} \right), \quad (12)$$

де n_{kj} – кількість елементів з k го класу, що були віднесені до j -го інтервалу; J – кількість інтервалів для ознаки конкретного спектрального каналу; M – кількість класів; l_{kj} – індикатор зіставлення, який описується формулою:

$$l_{kj} = \begin{cases} 1, & \text{якщо клас } K_k \text{ зіставлений} \\ & \text{з інтервалом } j, \\ 0, & \text{в іншому випадку.} \end{cases} \quad (13)$$

Приклад

Припустимо, що за умовою задачі ми маємо 2 класи ($M = 2$). Відповідно до цього інтервал значень ознак у кожному спектральному каналі буде розбитий на 2 інтервали.

Нехай для 1-го спектрального каналу задані такі індикатори зіставлення:

$$l_{11} = 1, l_{12} = 0, l_{21} = 0, l_{22} = 1.$$

Також за умовою задачі задані значення n_{kj} , які вказують на кількість об'єктів (пікселів) з k -го класу, що помилково потрапили до j -го інтервалу:

$$n_{11} = 5, n_{12} = 0, n_{21} = 0, n_{22} = 5.$$

1) Обчислюємо критеріальну функцію інформативності за формулою (12):

$$F_1^* = 1 - \frac{1}{2} \left[\frac{l_{21}n_{21}}{l_{11}n_{11} + l_{21}n_{21}} + \frac{l_{12}n_{12}}{l_{12}n_{12} + l_{22}n_{22}} \right].$$

$$F_1^* = 1 - \frac{1}{2} \left[\frac{0 \cdot 0}{1 \cdot 5 + 0 \cdot 0} + \frac{0 \cdot 0}{0 \cdot 0 + 1 \cdot 5} \right] = 1.$$

У такому випадку ми маємо 100-відсотково правильну класифікацію, оскільки критеріальна функція інформативності приймає своє максимальне значення – “1”.

2) Розглянемо 2-й спектральний канал з такими індикаторами зіставлення:

$l_{11} = 1, l_{12} = 0, l_{21} = 1, l_{22} = 1$ та такими кількостями об'єктів k -го класу, які були помилково віднесені до j -го інтервалу:

$$n_{11} = 5, n_{12} = 0, n_{21} = 1, n_{22} = 4.$$

Тоді критеріальна функція інформативності для другого спектрального каналу буде мати вигляд:

$$F_2^* = 1 - \frac{1}{2} \left[\frac{1 \cdot 1}{1 \cdot 5 + 1 \cdot 1} + \frac{0 \cdot 0}{0 \cdot 0 + 1 \cdot 4} \right] = 0,9166666 \approx 0,92.$$

3) Розглянемо 3-й спектральний канал, що має такі ж самі індикатори зіставлення, як 2-й спектральний канал:

$l_{11} = 1, l_{12} = 0, l_{21} = 1, l_{22} = 1$, але має інші значення n_{kj} :

$$n_{11} = 5, n_{12} = 0, n_{21} = 2, n_{22} = 3.$$

У такому випадку ми маємо гірший результат класифікації ніж в попередньому, оскільки у цьому випадку кількість об'єктів (пікселів зображення), що була помилково віднесена з 2-го класу до 1-го інтервалу складає “2”, а в першому випадку вона становила “1”.

Тоді критеріальна функція інформативності для 3-го спектрального каналу розраховується так:

$$F_3^* = 1 - \frac{1}{2} \left[\frac{1 \cdot 2}{1 \cdot 5 + 1 \cdot 2} + \frac{0 \cdot 0}{0 \cdot 0 + 1 \cdot 3} \right] = 0,8571428 \approx 0,86.$$

З отриманого результату ми бачимо, що значення запропонованої критеріальної функції інформативності для 3-го спектрального каналу менше, ніж для другого: $F_3^* < F_2^*$. Ця критеріальна функція здатна врахувати різницю між 2-им та 3-ім спектральними каналами. З отриманого результату ми можемо зробити висновок, що результат класифікації з використанням 1-го спектрального каналу є найбільш точним і надійним, оскільки значення критеріальної функції інформативності є максимальним.

Висновки

На сьогодні існує багато різних методів відбору найбільш інформативних спектральних каналів при обробці зображень, отриманих із використанням засобів ДЗЗ, а саме: супутникової зйомки та зйомки із використанням БПЛА. При цьому така задача є доволі актуальною, оскільки досить часто виникає проблема, пов'язана із обробкою великих обсягів інформації. Також слід враховувати, що не вся інформація, яка реєструється є однаково корисною та надійною, а велика кількість спектральних каналів суттєво збільшує обсяг даних, що ускладнює їх зберігання, передачу та опрацювання [13–16].

У статті розглянуто та проаналізовано сучасні методи відбору найбільш інформативних спектральних каналів, а саме: Ad-алгоритм, Del-алгоритм, кореляційний аналіз, статистичний аналіз та метод головних компонент.

Запропоновано нову критеріальну функцію інформативності для визначення найбільш інформативних спектральних каналів, яка враховує кількість об'єктів кожного класу і приймає значення від “0” до “1”. Також у роботі розглянуто числовий приклад розрахунку нової критеріальної функції інформативності для трьох каналів. Було показано, що чим ближче значення критеріальної функції до “1”, тим спектральний канал є надійнішим.

Запропонований метод відбору спектральних каналів із використанням нової критеріальної функції інформативності може бути застосований при проведенні екологічного моніторингу, класифікуванні лісів, урбанізованих територій, вирішенні численних сільськогосподарських завдань [16 – 18].

Список літератури / References

1. Habermann, M., Fremont, V., Shiguemori E. H. (2017). Problem-based band selection for hyperspectral images. *IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, 1800–1803.
2. Bandos, T.V., Bruzzone L., Camps-Valls, L. G. (2009). Classification of Hyperspectral Images with Regularized Linear Discriminant Analysis. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 47(3), 862–873.
3. Jain, A. K., Dubes, R. C. (1988). Algorithms for Clustering Data. *Englewood Cliffs (NJ)*. Prentice-Hall.
4. Smets, Ph. (1990). The combination of evidence in the Transferable Belief Model. *IEEE Trans. On Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 12 (5), 447–458.
5. Gong, M., Zhang, M., Yuan, Y. (2015). Unsupervised band selection based on evolutionary multiobjective optimization for hyperspectral images. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, 54, 544–557.
6. Sun, W., Du, Q. Hyperspectral band selection: A review. (2019). *IEEE Geosci. Remote Sens.* 7, 118–139.
7. Camps-Valls, G., Mooij, J., Scholkopf, B. (2010). Remote Sensing Feature Selection by Kernel Dependence Measures. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 7 (3), 587-591.
8. Popov, M. O., Zaitsev, O. V., Stambirska, R. G., Alpert, S. I., Kondratov, O. M. (2021). A Correlative Method to Rank Sensors with Information Reliability: Interval-Valued Numbers Case. *Reliability Engineering and Computational Intelligence (Studies in Computational Intelligence book series)*. Springer International Publishing, 275-291, doi 10.1007/978-3-030-74556-1.
9. Keshava, N. (2004). Distance metrics and band selection in hyperspectral processing with applications to material identification and spectral libraries. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 42 (7), 1552-1565.
10. Alpert, S. (2022). The new approach to applying the Dezert – Smarandache theory in land-cover classification in uav-based remote sensing. *Management of Development of Complex Systems*, 49, 33–39, dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2022.49.33-39.
11. Popov, M. A. Alpert, S. I., Podorvan, V. N. (2017). Satellite image classification method using the Dempster-Shafer approach. *Izvestiya, atmospheric and oceanic. Physics*, 53(9), 1112–1122.
12. Popov, M., Zaitsev, O., Alpert, S., Alpert, M., Stambirska, R. (2020). A method to ranking reliability of sensors of multisensor system: interval-valued number case. *The IEEE 2nd International Conference on Advanced Trends in Information Theory*, 395–398.
13. Alpert, S. I. (2021). Data combination method in Remote Sensing tasks in case of conflicting information sources. *Ukrainian Journal of Remote Sensing*, 8(3), 44–48. URL: <https://doi.org/10.36023/ujrs.2021.8.3.201>.
14. Yang, C., Bruzzone, L., Zhao, H., Tan, Y., Guan, R. (2018). Superpixel-based unsupervised band selection for classification of hyperspectral images. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.* 56, 7230–7245.
15. Du, Q., Yang H. (2008). Similarity-Based Unsupervised Band Selection for Hyperspectral Image Analysis. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 5 (4), 564-568.
16. Alpert, M. I., Alpert, S. I. (2021). A new approach to accuracy assessment of land-cover classification in UAV-based Remote Sensing. *XXth International Conference “Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects”*, Kyiv, 1–5.
17. Luo, F., Huang, H., Yang, Y., Lv., Z. (2016). Dimensionality reduction of hyperspectral images with local geometric structure Fisher analysis. *IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, 52–55.
18. Alpert, S. I., Alpert, M. I. (2022). A new land-cover classification approach in UAV-based Remote Sensing for solution ecological tasks. XVI International Scientific Conference «Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment», 1–5.

Стаття надійшла до редколегії 10.02.2023

Alpert Sofiia

Candidate of Engineering sciences, Researcher of Department of geoinformation technologies in remote sensing of the Earth, <https://orcid.org/0000-0002-7284-6502>

Scientific Centre for Aerospace Research of the Earth of the Institute of Geological Science of the National Academy of Sciences of Ukraine”, Kyiv

Assistant professor of National Aviation University, Kyiv

A NEW BAND SELECTION METHOD FOR MULTISPECTRAL DATA BASED ON CRITERION FUNCTION OF INFORMATION CAPABILITY

Abstract. Multispectral remote sensing is one of the most popular techniques in the earth observation, because this technique can provide information of ground objects on Earth’s surface using hundreds of narrow bands. However, multispectral images produces a very large volume of data. Processing the huge volume of information is one of most important and actual problems of remote sensing. The rapid development of the remote sensing demand to develop the data processing algorithms. But at present data processing techniques cannot give accurate results. If we use traditional methods to process multispectral images, the volume of the data increases. The main goal of the band selection is to choose the optimal combination of spectral bands for the solution

of the particular remote sensing task. This process is important because different bands are sensitive to different objects. Selecting the right bands can help to optimize the detection of different ground objects. Some spectral bands are more sensitive to minerals, while others are more sensitive to vegetation or water bodies. Under a small number of training samples, the classification accuracy of multispectral images decreases when the volume of multispectral data increases. Usually adjacent bands are highly correlated, and some spectral bands may not carry unique information. That's why it is necessary to reduce the dimensionality of multispectral data. It helps to store, process, transmit information more efficiently and to reduce the computational costs while processing images. The different modern methods of multispectral band selection are also considered and analyzed in this work. It also is proposed a new method to select spectral bands, which is based on the concept of criterion function of information capability of spectral bands. In this article some examples using criterion function of information capability are considered too.

Keywords: multispectral data; band selectio; data processing; criterion function of information capability

Посилання на публікацію

- APA Alpert, Sofiia. (2023). A new band selection method for multispectral data based on criterion function of information capability. *Management of Development of Complex Systems*, 53, 23–29, dx.doi.org\10.32347/2412-9933.2023.53.23-29.
- ДСТУ Альперт С. І. Новий метод відбору спектральних каналів за наявності багатоспектральних даних із застосуванням критеріальної функції інформативності. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2023. № 53. С. 23 – 29, dx.doi.org\10.32347/2412-9933.2023.53.23-29.