



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 88921

(13) C2

(51) МПК (2009)
G06K 9/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ ТЕМАТИЧНОГО ДЕШИФРУВАННЯ АЕРОКОСМІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

1

(21) а200704053

(22) 12.04.2007

(24) 10.12.2009

(46) 10.12.2009, Бюл.№ 23, 2009 р.

(72) ФЕДОРОВСЬКИЙ ОЛЕКСАНДР ДМИТРОВИЧ,
ЯКИМЧУК ВЛАДИСЛАВ ГРИГОРОВИЧ, ПАВЛЮ-
КОВ СЕРГІЙ СЕРГІЙОВИЧ(73) НАУКОВИЙ ЦЕНТР АЕРОКОСМІЧНИХ ДО-
СЛІДЖЕНЬ ЗЕМЛІ ІНСТИТУТУ ГЕОЛОГІЧНИХ
НАУК НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

(56) SU 1790771 A3, 23.01.1993

RU 2075780 C1, 20.03.1997

US 2003161533 A1, 28.08.2003

US 2004260471 A1, 23.12.2004

UA 2003043886 C2, 15.04.2004

SU 1280409 A1, 30.12.1986

UA 75299 C2, 15.03.2006

UA 63073 A, 15.01.2004

RU 2195702 C2, 27.12.2002

US 6011875 A, 04.01.2000

US 6075891 A, 13.06.2000

WO 03088130 A1, 23.10.2003

(57) Спосіб тематичного дешифрування аерокос-
мічних зображень об'єктів, при якому для об'єктів
заданих класів, що підлягають дешифруванню,
заздалегідь формують апіорний список допус-
тимих значень морфометричних показників місцево-
сті, вибирають аркуш цифрової карти місцевості,
що вміщує зображену ділянку місцевості, прив'я-

2

зують до нього зображення, яке дешифрується, та зчитують з вибраного аркуша карти реальні значення морфометричних показників, порівнюють ці значення із значеннями з апіорного списку та формують бінарну карту, за допомогою якої проводять фільтрацію пікселів прив'язаного до карти цифрового зображення, який **відрізняється** тим, що для об'єктів заданих класів заздалегідь формують еталони узагальнених ознак, які поєднують структурно-текстурні характеристики і спектральні функції, кожному значенню узагальнених ознак з апіорного списку присвоюють функцію відповідності місцевості, що характеризує можливість розташування об'єкта даного класу в точці місцевості з даними значеннями узагальнених ознак, після локалізації об'єкта на зображенні визначають реальні значення узагальнених ознак в районі розташування об'єкта та функції відповідності місцевості для заданих класів, визначають функцію відповідності об'єкта з еталонами класів, функціям відповідності обох типів присвоюються вагові коефіцієнти, що характеризують їх значимість для дешифрування, визначають функції належності для узагальнених ознак як зважену суму функцій відповідності об'єкта та функцій відповідності місцевості, відносять досліджуваний об'єкт до того або іншого класу за максимальним значенням функції належності.

Винахід належить до галузі дешифрування зображень, що одержують системами дистанційного зондування.

Існує ряд основних способів дешифрування зображень в різних галузях, деякі описані в [1]. В авторському свідоцтві [2] для зчитування та обробки зображень в реальному масштабі часу дешифрувальник в режимі навчання повинен сам встановлювати значення імовірності розташування об'єкта в полі цифрового зображення, що знижує достовірність дешифрування та збільшує імовірність хибної тривоги внаслідок суб'єктивного фактору.

Підвищити рівень достовірності дешифрування дозволяє спосіб тематичного дешифрування зображень, запропонований в патенті України №65757 [3]. Згідно з даним прототипом дешифрування об'єктів здійснюється не по всьому кадру (полю) цифрового зображення, а тільки на тих його групах пікселів, що відповідають ділянкам місцевості, придатним для розміщення на них об'єктів, що розшукуються. Висновок про придатність будь-якої ділянки місцевості виноситься на підставі аналізу спеціальної картографічної інформації про нього, що витягується з цифрової карти даної ділянки місцевості та поданої у вигляді апіорного списку морфометричних показників, які визнача-

(13) C2

(11) 88921

(19) UA

ють цю придатність. За результатами аналізу створюється бінарна цифрова карта району дистанційного зондування, на якій нульові значення присвоюються точкам карти, що відповідають ділянкам місцевості, які реально мають значення, яке перевищує критичне за хоч би одним з морфометричних показників з апіорного списку (тобто значення, що не входить до множини дозволених). Сегментація поля зображення здійснюється шляхом фільтрації ("гасіння") тих пікселів зображення, яким відповідають нульові значення сформованої бінарної цифрової карти, після чого на областях зображення, що залишилися, проводиться дешифрування об'єктів заданого класу. В способі [3] розпізнавання об'єктів на зображенні автоматизоване з використанням розпізнавальних ознак: прямих об'єкта - структурно-текстурні характеристики (СТХ) та непрямих, властивим місцевості - СТХ. Однак, спектральні характеристики об'єктів і місцевості при такому дешифруванні не враховуються, що зменшує кількість корисної інформації і не дає підвищити достовірність дешифрування.

Мета способу, що пропонується - усунення даного недоліку, а саме підвищення вірогідності дешифрування за рахунок доповнення прямих ознак у вигляді СТХ спектральними функціями (СФ) об'єктів і непрямих ознак у вигляді СТХ спектральними функціями місцевості.

Зазначена мета досягається тим, що заздалегідь в режимі "навчання" для зображень об'єктів і місцевості заданих класів формують еталони узагальнених ознак (УО), які об'єднують як структурно-текстурні характеристики об'єктів і місцевості у вигляді марковських моделей, так і СФ об'єктів та місцевості. Також формують функції відповідності

об'єктів D_i^0 для СТХ та B_i^0 для СФ і функції від-

повідності класів місцевості класам об'єктів D_{ji}^m

для СТХ та B_{ji}^m для СФ. При дешифруванні визначають значення функцій відповідності досліджуваних об'єктів моделям узагальнених показників класів об'єкта. Віднесення досліджуваного об'єкта до того чи іншого класу роблять за максимальним значенням функції належності, як зваженої суми функцій відповідності D_i^0 , D_{ji}^m , B_i^0 і B_{ji}^m , які обчислюються для кожного класу об'єкта.

$$R(\Delta\lambda_j) = \frac{E[L_i(\lambda_0) \cdot L_i(\lambda_0 + \Delta\lambda_j)] - E[L_i(\lambda_0)] \cdot E[L_i(\lambda_0 + \Delta\lambda_j)]}{\left\{ \left(E[L_i^2(\lambda_0)] - (E[L_i(\lambda_0)])^2 \right) \cdot \left(E[L_i^2(\lambda_0 + \Delta\lambda_j)] - (E[L_i(\lambda_0 + \Delta\lambda_j)])^2 \right) \right\}^{1/2}}, \quad (1)$$

можна одержати послідовність значень $R(\Delta\lambda_j)$, $j=1, 2, \dots, I_s$.

СФ $f(R(\Delta\lambda_j))$ визначається математичними сподіваннями

$$\Re(\Delta\lambda_j) = E[R(\Delta\lambda_j)] \quad (2)$$

Сукупність операцій, що реалізують спосіб, та послідовність їх виконання наведені на Фіг.1. В блоці 1 одержується космічне цифрове зображення (ЦЗ), для якого в блоці 2 виконується прив'язка до цифрової карти місцевості (ЦКМ) та фільтрація пікселів цифрового зображення (блок 3). Після локалізації об'єкта (блок 4) та вибору аркуша ЦКМ (блок 5) зчитуються морфометричні показники (блок 6). На попередньому етапі "навчання" встановлюється клас об'єктів дешифрування (блок 7), формується апіорний список класів об'єктів та місцевості (блок 8) та бінарна карта (блок 9). За цифровими зображеннями місцевості визначаються їх еталони у вигляді УО (блок 10). До узагальнених ознак входять СФ, визначення яких наводиться далі. За цифровими зображеннями об'єктів визначаються їх еталони у вигляді УО та за експертними даними формуються функції відповідності об'єктів (блок 11). При дешифруванні вибирається фрагмент цифрової карти місцевості, що відповідає ділянці місцевості на цифровому аерокосмічному знімку і знімок прив'язується до цифрової карти. Далі виконується локалізація об'єкта як елемента, що не відповідає УО місцевості та зчитування відповідних карт функцій F_m (блок 12). Потім для локалізованого об'єкта визначаються функції відповідності F_o (блок 13) і з врахуванням вагових коефіцієнтів (блок 14) об'єкта і місцевості функції належності усім класам об'єктів. Рішення про клас об'єкта приймається за максимальним значенням функції належності (блок 16).

Визначення спектральних функцій (див. блоки 10, 11). В зв'язку з тим, що ландшафти відрізняються складом елементів, кожен з яких має свою спектральну характеристику до класифікації ландшафтів може бути застосована функція коефіцієнта кореляції, яка є спектральною функцією.

$$\Re(\Delta\lambda_j) = f(R(\Delta\lambda_j)), \text{ де } \Delta\lambda_j = \lambda_j - \lambda_0.$$

СФ аргументу $\Delta\lambda_j$ характеризує зміни зображення місцевості при переході з довжини хвилі λ_0 до λ_j . Якщо обчислення коефіцієнта кореляції між значеннями яскравостей пікселів зображень на довжинах хвиль λ_0 і λ_j виконується у відповідності до виразу

Визначення функцій відповідності (див. блок 13). Крім визначених у прототипі [3] функцій відповідності D_i^0 структурно-текстурних показників k-го досліджуваного об'єкта $p_k^0(\Delta)$ і показників еталонів класів об'єкта $p_k^0(\Delta)$, які мають вигляд:

$$D_i^0 = \sum_{\Delta=1}^{\Delta^*} \left[p_i^0(\Delta) - p_k^0(\Delta) \right]^2, i = 1, 2, \dots, l, \quad (3)$$