

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

Способи дешифрування зображень, що одержують системами дистанційного зондування, розглядаються в [1]. Незалежно від галузі застосування дистанційної інформації основними критеріями ефективності дешифрування є оперативність і вірогідність.

В [2] описано пристрій, який підвищує оперативність, так як задачу зчитування та обробки зображень вирішується в реальному масштабі часу. Однак при використанні пристрою дешифрувальник в режимі навчання повинен сам встановлювати значення імовірності розташування об'єкта, а це збільшує імовірність хибної тривоги внаслідок суб'єктивного фактору та, відповідно, до зниження достовірності дешифрування.

Підвищити рівень достовірності дешифрування дозволяє пристрій для тематичного дешифрування зображень на основі способу, запропонованого в [3]. Даний спосіб може бути обраний в якості прототипу. Згідно до нього 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 в вигляді апіорного списку морфометричних показників, які визначають 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. Таким чином описаний спосіб дозволяє знизити імовірність хибної тривоги. Однак в способі [3] розпізнавання об'єктів на зображенні проводиться дешифрувальником візуально. Крім того, даний спосіб не дозволяє проводити автоматизоване розпізнавання з використанням розпізнавальних ознак - прямих (характерних об'єктам) та непрямих (властивим місцевості), що знижує ефективність дешифрування. Непрямі ознаки можуть бути враховані при автоматизованому розпізнаванні, а в розглянутому вище способі-прототипі [3] використовуються лише на етапі пошуку об'єкта.

Мета способу, що пропонується - усунення даних недоліків, а саме підвищення вірогідності дешифрування за рахунок автоматизації розпізнавання об'єктів на зображенні з використанням прямих (структурно-текстурні характеристики об'єкта) і непрямих (інформація про структурно-текстурні властивості місцевості) ознак для розпізнавання об'єктів. Друга мета - підвищення оперативності дешифрування за рахунок автоматичної фільтрації придатних для розташування об'єктів ділянок місцевості за структурно-текстурними характеристиками без використання цифрової карти місцевості.

Зазначена мета досягається тим, що заздалегідь в режимі "навчання" для зображень об'єктів і місцевості заданих класів формують еталони структурно-текстурних характеристик об'єктів і місцевості у вигляді марковських моделей (ММ) [4, 5]. Також формують функції відповідності  $F_M$  класів місцевості класам об'єктів. При дешифруванні визначають значення функції відповідності  $F_0$  структурно-текстурних показників досліджуваних об'єктів марковським моделям класів об'єкта. Віднесення досліджуваного об'єкта до того чи іншого класу роблять за максимальним значенням функції належності, як зваженої суми функцій відповідності  $F_M$  і  $F_0$ , які обчислюються для кожного класу об'єкта.

Суккупність операцій, що реалізують спосіб, та послідовність їх виконання наведені на Фіг.1. На попередньому етапі "навчання" формується апіорний список класів об'єктів та місцевості. За космічними зображеннями об'єктів визначаються їх еталони у вигляді ММ. За експертними даними формуються функції відповідності класів місцевості класам об'єктів. 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 ММ місцевості та зчитування відповідних карт функцій  $F_M$ . Потім для локалізованого об'єкта визначаються функції відповідності  $F_0$  і з врахуванням вагових коефіцієнтів об'єкта і місцевості функції належності усім класам об'єктів. Рішення про клас об'єкта приймається за максимальним значенням функції належності.

Визначення марковських моделей. ММ визначаються у вигляді матриць ймовірностей значень контрастів яскравості  $p(\Delta)$ ,  $\forall \Delta \in 0, 2^N - 1$ , де  $2^N \times 1$  - розмірність цих матриць,  $N$  - розрядність цифрового знімка. Елемент матриці ймовірностей  $p(\Delta)$  є оцінкою імовірності наявності в зображенні суміжних пікселів, контраст яскравості яких -  $\Delta$ . Величина  $p(\Delta)$  визначається як відношення кількості пар суміжних пікселів, що мають яскравості  $L_q$  і  $L_q + \Delta$  або  $L_q$  і  $L_q - \Delta$ , до загального числа можливих контрастів значень яскравості в аналізованому зображенні.

Визначення еталонів. Для навчання необхідно мати дані космічних зображень різних еталонних об'єктів і місцевостей. При цьому для  $i$ -го обраного еталонного об'єкта по зображеннях визначаються усереднені значення ймовірностей  $p_i^0(\Delta)$ ,  $i=1, 2, \dots, I$ ,  $\forall \Delta \in 0, 2^N - 1$ ,  $I$  - кількість еталонів об'єктів).

Для  $j$ -ої обраної місцевості за зображеннями визначаються усереднені значення  $p_{ji}^m(\Delta)$ , ( $j=1, 2, \dots, J_i$ ;  $i=1, 2, \dots, I$ ,  $\forall \Delta \in 0, 2^N - 1$ ,  $J_i$  - кількість еталонів місцевостей).

Імовірності для  $i$ -го еталона об'єкта  $p_i^0(\Delta)$  і  $j$ -ої місцевості  $p_{ji}^m(\Delta)$  мають вигляд спадаючої функції з нульовими значеннями, починаючи з деякого значення, обмежимо їх кількість за умовами

$$\begin{aligned}
 p_i^o(\Delta) &\geq P^{o*}, \forall \Delta \in \overline{0, \Delta^{o*}}; \\
 p_i^o(\Delta) &< P^{o*}, \forall \Delta \in \overline{\Delta^{o*} + 1, 2^N - 1}; \\
 p_{ji}^m(\Delta) &\geq P^{m*}, \forall \Delta \in \overline{0, \Delta^{m*}}; \\
 p_{ji}^m(\Delta) &< P^{m*}, \forall \Delta \in \overline{\Delta^{m*} + 1, 2^N - 1};
 \end{aligned}
 \quad (1)$$

де  $P^{o*}$ ,  $P^{m*}$  - межові значення для матриць  $p_i^o(\Delta)$  і  $p_{ji}^m(\Delta)$ , визначені виходячи з матриць усіх досліджуваних об'єктів і місцевостей,  $\Delta^{o*}$  і  $\Delta^{m*}$  - найбільші значення контрастів ймовірностей для об'єктів і місцевостей, що враховуються надалі. Кількість  $\Delta^*$  елементів матриць, використовувана в наступному аналізі визначається відповідно до умови

$$\Delta^* = \max\{\Delta^{o*}, \Delta^{m*}\}$$

Визначення функцій відповідності. Функції відповідності  $D_i^0$  структурно-текстурних показників  $k$ -го досліджуваного об'єкта  $p_k^0(\Delta)$  і показників еталонів класів об'єкта  $p_k^0(\Delta)$  складаються у вигляді виразу:

$$D_i^0 = \sum_{\Delta=1}^{\Delta^*} [p_i^0(\Delta) - p_k^0(\Delta)]^2$$

$i=1, 2, \dots, l$ .

Функції належності  $B_{ki}$   $k$ -го досліджуваного об'єкта  $i$ -му класу об'єкта визначаються у вигляді зваженої суми функцій відповідності:

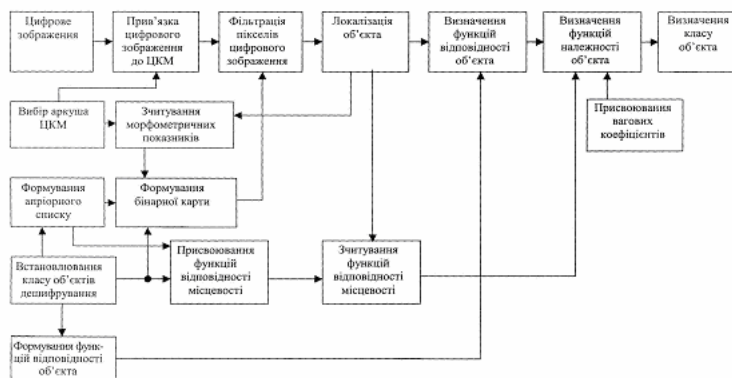
$$B_{ki} = a_i \cdot D_i^0 + b_{ji} \cdot D_{ji}^m$$

де  $a_i$  і  $b_{ji}$  - вагові коефіцієнти, що показують значимість функцій відповідності об'єкта і місцевості,  $D_{ji}^m$  - функція відповідності  $j$ -ї місцевості  $i$ -му об'єкту.

Визначення класу об'єкта у відповідності з (2) за максимальним значенням функції належності  $B_{ki}$

Література:

1. Ильинский Н.Д., Обиралов А.М., Фостиков А.А. Фотограмметрия и дешифрирование аэроснимков. - М.: Недра, 1986. - 375с.
2. Устройство для считывания и обработки изображений объектов (его варианты). - А.С. №1280409 от 30.12.86 г., МКИ G 06K 9/36.
3. Способ тематического дешифрирования изображений и устройство для его осуществления. - А.С. RU №20755780, МКИ G 06 K 9/56.
4. Справочник по теории вероятностей и математической статистике. Под ред. В.С. Корольюка. - Киев "Наук, думка", 1978. 584с.
5. А. Д. Федоровский, В. Г. Якимчук, С .А. Рябоконтенко. Дешифрирование космических снимков ландшафтных комплексов с использованием марковской модели изображений //Космічна наука і технологія. 2001,-Т. 7, №5-6, С.80-84.



Фіг.