

# A method for processing of informative domains of images in optical monitoring systems

Igor Ruban<sup>1</sup>, Olga Shitova<sup>2</sup>,  
Kiril Smelyakov<sup>3</sup>

The chair of mathematical and information system software of ASM, the Kharkov university of Air Forces of a name of Ivan Kozhedub, UKRAINE, Kharkov, 77/79 Sumska St,

<sup>1</sup>E-mail: ruban\_i@ukr.net

<sup>2</sup>E-mail: shhelga@mail.ru

<sup>3</sup>E-mail: SKirill-79@yandex.ua

A method for automated localization of informative domains of images is proposed which improves time efficiency of optical analysis of airphotos in optical monitoring systems.

The existing methods of identification of objects in airphotos allow to identify the objects by an on board optoelectronic system with a relatively high probability, but they are characterized by a high computational complexity and presume the existence of template base containing the object images that are obtained at different perspectives and positions and, thus, this data base requires excessive computational resources and increases the duration of search of objects in the base. This necessitates the development of new airphoto processing methods and algorithms which allow to solve efficiently the problems of real time analysis of optical monitoring data.

For this, instead of the sought object template base it is proposed to consider a sought object parameter base which takes into account the color and geometrical properties of the objects, since the search of an objects in the image by the specified parameters is stable relative to object position in a photo and thus excludes a necessity of sorting of templates through the base.

The proposed method of localization of informative domains of images presents a set of digital static airphoto image processing operations as described in Fig.1. These image processing operations may be decomposed in five levels being given in Table 1.

A computer experiment and implementation of the developed software have acknowledged the efficiency of the proposed method of localization of informative domains of images.

# Метод обробки інформативних областей зображень в системах оптичного моніторингу

Ігор Рубан<sup>1</sup>, Ольга Шитова<sup>2</sup>,  
Кирило Смеляков<sup>3</sup>

Кафедра математичного та програмного забезпечення АСУ, Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, УКРАЇНА, м. Харків, вул.Сумська, 77/79,

<sup>1</sup>E-mail: ruban\_i@ukr.net

<sup>2</sup>E-mail: shhelga@mail.ru

<sup>3</sup>E-mail: SKirill-79@yandex.ua

*У статті описаний автоматизований метод локалізації інформативних областей зображень в системах оптичного моніторингу, розроблений з метою підвищення оперативності візуального аналізу аерофотозображень в системах оптичного моніторингу.*

**Ключові слова** – аерофотозображення, локалізація, виявлення об'єкту, ознака об'єкту, інформативна область.

## I. Постановка проблеми

В даний час для вирішення завдань розпізнавання об'єктів на аерофотознімках пропонується велика кількість різноманітних методів з різними підходами до пошуку і виявлення об'єктів. Наприклад, в [1] запропонований автоматизований метод розпізнавання об'єктів на аерокосмічних знімках із застосуванням підходів до пошуку об'єктів за комплексною ознакою, яка включає коефіцієнт кореляції, площу і периметр об'єкту. У [2] запропонований метод розпізнавання наземних і морських об'єктів, розроблений на основі застосування теорії "контурних зображень", дистантних півтонових зображень і методів кореляційного аналізу.

Описані методи дозволяють розпізнавати об'єкти на аерокосмічних знімках оптико-електронною системою, розташованою на борту літального апарату (ЛА), зі значно високою вірогідністю (0.91 – 0.95), проте вони мають значну обчислювальну складність і передбачають наявність еталонної бази із зображеннями об'єктів, знятими під різними ракурсами і в різних положеннях, що вимагає наявності додаткових обчислювальних ресурсів і збільшує час пошуку об'єкту у базі.

Усе вищесказане говорить про актуальність розробки нових методів і алгоритмів обробки аерофотозображень, що дозволяють ефективно вирішувати завдання оперативного аналізу візуальних даних оптичного моніторингу.

## II. Основна частина

Матричне представлення цифрових зображень, що формується за допомогою цифрових засобів отримання і обробки аерофотозображень, дозволило

застосовувати для пошуку об'єктів за яскравішими ознаками значення інтенсивностей пікселів в палітрі RGB замість коефіцієнта кореляції, що значно зменшує трудомісткість і час аналізу зображення [3, 4].

Замість еталонної бази шуканих об'єктів пропонується створення бази параметрів шуканих об'єктів, які враховують колірні і геометричні властивості об'єктів. Пошук об'єктів на зображенні за заданими параметрами є стійким до зміни положення об'єкту на зображенні, що виключає необхідність "перебору" еталонів об'єктів у базі [5, 6].

Запропонований метод локалізації інформативних областей зображень є сукупністю операцій обробки цифрового статичного зображення, отриманого в результаті аерофотознімання (рис. 1).

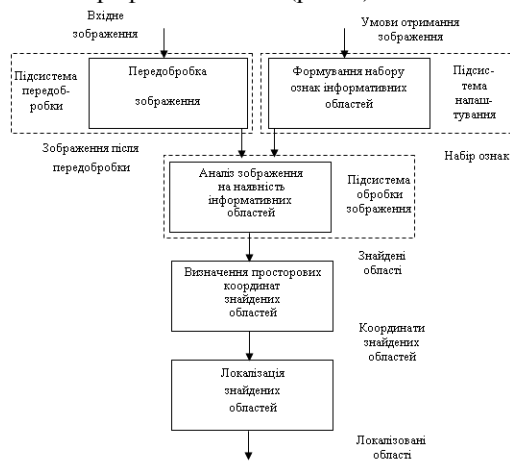


Рис. 1 Метод локалізації інформативних областей зображення.

Вхідними параметрами є аерофотознімок, апріорні відомості про об'єкти, які необхідно виявити, та

Процес обробки зображення здійснюється таким чином. Оператор аналізує навігаційно-технічні і метеорологічні умови зйомки і вибирає алгоритми для попередньої обробки зображення. Вхідне зображення (аерофотознімок) завантажується в систему попередньої обробки зображень, яка призначена для реалізації алгоритмів підвищення якості вхідного зображення. Паралельно відносно процесу попередньої обробки в підсистему налаштування параметрів пошуку вводяться параметри умов зйомки і формується набір ознак шуканої області з урахуванням класу заданих об'єктів пошуку і умов зйомки. Зображення після попередньої обробки і набір ознак шуканої області завантажуються в підсистему обробки зображень. Обробка зображення відбувається за участю оператора. Оператор вибирає алгоритм пошуку областей за інтенсивністю пікселів, задає чисельні значення ознак інформативних областей, приймає рішення про зупинку процесу пошуку і переходу до етапу локалізації знайдених областей.

Після обробки зображення здійснюється виведення координат знайдених областей і локалізує їх.

Далі приймається рішення про достовірність локалізованих областей і отримані дані передаються на наземний пункт обробки інформації.

Підсистема попередньої обробки зображення складається з декількох програмних модулів, робота яких регулюється оператором системи. Процес попередньої обробки зображення здійснюється у декілька етапів. На першому етапі вхідне зображення перевіряється на відповідність вимогам, що пред'являються до оброблюваних в системі зображень. Далі будується піраміда зображення. На третьому і четвертому етапах зображення піддається медіанній фільтрації і підвищенню різкості (рис. 2).

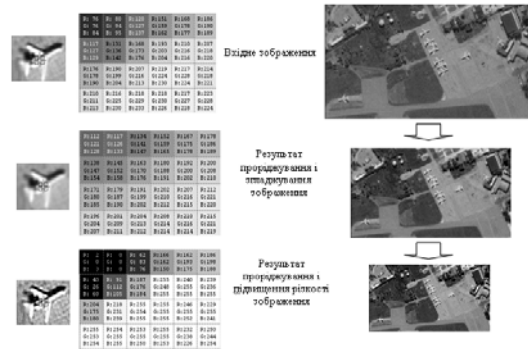


Рис. 2 Візуалізація процесів попередньої обробки зображення

Після попередньої обробки отримане зображення поступає в підсистему обробки зображення.

У підсистемі налаштування параметрів формується набір ознак пошуку інформативних областей. Підсистема налаштування параметрів складається з двох підсистем:

- довідкової підсистеми;
- підсистеми моделювання.

Параметри шуканого об'єкту на зображенні є ознаками пошуку інформативної області. Для визначення значень набору ознак інформативної області в довідковій системі беруться значення параметрів "реального" об'єкту і в підсистемі моделювання перераховуються з урахуванням навігаційно-технічних і метеорологічних умов отримання зображення. Під "реальним" розуміється зображення об'єкту, який знаходиться на території ділянки поверхні землі, що знімається.

Процеси обробки зображення можна представити у вигляді п'яти рівнів, приведених в таблиці 1. При цьому використані наступні позначення:  $P(x, y)$  - вхідне зображення,  $P_{обр}(x, y)$  - вхідне зображення після попередньої обробки,  $f(\cdot)$  - оператор попередньої обробки зображення,  $u(P_{обр}(x, y))$  - оператор перегляду дискретного простору зображення,  $H_v$  - набір ознак інформативних областей зображення,  $v$  - кількість інформативних областей зображення,  $A_v$  - інформативні області зображення,  $K_g$  - сукупність рішень, прийнятих оператором,  $(i, j)_A$  - множина координат знайдених областей.

ТАБЛИЦЯ 1

РІВНІ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕННЯ

Номер рівня обробки зображення	Процес обробки зображення	Модель процесу	Цільове призначення рівня
1.	Попередня обробка	$P(x, y) \rightarrow f(P_{обр}(x, y))$	Покращення якості зображення
2.	Формування набору ознак	$H_v \rightarrow \{H\}$	Локалізація інформативних областей
3.	Пошук	$u(P_{обр}(x, y)) \rightarrow A_v$	
4.	Виявлення	$A_v \rightarrow K_g$	
5.	Локалізація	$(i, j)_A$	

Чисельна оцінка інформативностей ознак форми об'єктів на зображеннях, яка найчастіше вживається в ознакових методах виявлення і розпізнавання об'єктів на зображеннях дозволила зробити висновок, що найбільш інформативними є такі ознаки шуканого об'єкту, як площа, еквівалентний діаметр і коефіцієнт заповнення [6].

Проведений ряд експериментів вибору ознак об'єктів для локалізації областей показали, що кількість ознак впливає не лише на точність виявлення, але і на величину помилки виявлення неправдивих об'єктів замість шуканих. Залежно від застосування кількості вибраних ознак помилка виявлення неправдивих областей складає при пошуку областей тільки по значеннях інтенсивностей 20%, при пошуку по інтенсивності і площі - 16%, при пошуку по інтенсивності, площі і діаметру - 6%, при пошуку за усіма чотирма ознаками - 2%. Це дозволило зробити висновок, що запропонований в роботі набір ознак дозволяє вирішувати задачу локалізації областей з мінімальною помилкою виявлення хибних об'єктів. Алгоритм локалізації інформативних областей зображення в системі обробки складається з таких кроків [6].

Крок 1. Введення зображення в підсистему обробки з підсистеми передобробки і набору ознак з підсистеми налаштування параметрів.

Крок 2. Пошук на зображенні великих кількостей пікселів заданої інтенсивності. Результатом є зображення з множиною вибраних пікселів. Якщо множина пікселів є присутньою на зображенні - перехід до кроку 5. Якщо на зображенні немає множин пікселів із заданими значеннями кольору - вихід з алгоритму. Пошук завершений. В цьому випадку перехід до аналізу нового зображення або корекція значень набору ознак.

Крок 3. Перевірка знайденої множини пікселів за властивістю зв'язаності.

Крок 4. Виведення зображення із зв'язаною множиною пікселів - областями зображення.

Крок 5. Видалення дрібних (незв'язаних) областей зображення, значення площі яких лежать в діапазоні 1-10 пікселів.

Крок 6. Нарощування областей.

Крок 7. Пошук областей зображення, значення площі яких задовольняють заданому діапазону значень. Якщо інформативні області знайдені - виведення зображення з областями, значення площі яких потрапляють в заданий діапазон значень площі. Перехід до кроку 8. Якщо області не знайдені, перехід до кроку 9.

Крок 8. Перевірка знайдених областей по значенням еквівалентних діаметрів - чи потрапляють значення діаметрів областей, знайдених на кроці 7, в заданий діапазон значень діаметрів. Области із заданим значенням діаметрів виводяться в окреме вікно. Перехід до кроку 10. Якщо областей немає, перехід до кроку 11.

Крок 9. Пошук областей по значенням еквівалентних діаметрів. Якщо області знайдені - виведення зображення з областями, значення діаметрів яких потрапляють в заданий діапазон значень. Перехід до кроку 10. Якщо інформативні області не знайдені, перехід до кроку 11.

Крок 10. Перевірка знайдених областей по значенням коефіцієнтів заповнення. Виведення знайдених областей. Перехід до кроку 12. Якщо областей немає, перехід до кроку 14.

Крок 11. Пошук інформативних областей по значенням коефіцієнтів заповнення. Якщо області знайдені - виведення зображення з областями, значення коефіцієнтів заповнення яких потрапляють в заданий діапазон ознак.

Крок 12. Знаходження координат знайдених областей.

Крок 13. Локалізація знайдених областей.

Рис. 3 - 4 демонструють результат роботи методу локалізації інформативних областей зображень.



Рис. 3 Початкове зображення зі знайденими об'єктами



Рис. 4 Локалізовані області, що містять шукані об'єкти-літаки

В таблиці 2 представлені координати та розміри знайдених областей.

ТАБЛИЦЯ 2

КООРДИНАТИ І РОЗМІРИ ЗНАЙДЕНИХ ІНФОРМАТИВНИХ ОБЛАСТЕЙ

№ області	Координата X	Координата Y	Висота області	Ширина області
1	11.50	202.50	52	56
2	127.50	0.50	48	57
3	262.50	167.50	44	57
4	296.50	97.50	50	61
5	332.50	26.50	45	50

### ВИСНОВОК

Комп'ютерний експеримент і результати впровадження розроблених програм підтвердили ефективність запропонованого методу локалізації інформативних областей зображення. Застосування автоматизованого методу локалізації інформативних областей зображення приведе до підвищення оперативності обробки даних оптичного моніторингу і понизить інформаційне навантаження оператора-дешифровщика.

### Література

- [1] Автоматическая система распознавания малоразмерных объектов с использованием простых и комплексных признаков [Электронный ресурс] / А.С. Бодров, В.М. Халтобин // ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина. – 2010. – Режим доступа до статті: [http://d33.infospace.ru/d33\\_conf/sb2010t4/56-63.pdf](http://d33.infospace.ru/d33_conf/sb2010t4/56-63.pdf).
- [2] Павлова В.А. Автоматическое компьютерное распознавание наземных и морских объектов / В.А. Павлова, С.Н. Крюков [и др.] // Известия ЮФУ. Технические науки. – СПб.: Научно-производственная корпорация «Государственный оптический институт им. С.И. Вавилова» – С. 73–77.
- [3] Gonzalez R.R. Woods Digital Image Processing. Second Edition / Gonzalez R.R. – Prentice Hall, 2002. – 793 p.
- [4] Гороховатский В.А. Локализация объектов на изображениях визуальных сцен / В.А. Гороховатский, Ю.Н. Ересько // Автметрия. – 1990. – Вып. 6. – С. 3-7.
- [5] Рубан И.В. Метод локализации объектов в системах обработки изображений дистанционного зондирования Земли / И.В. Рубан, К.О. Вельчев, О.В. Шитова // Системы управління, навігації та зв'язку. – К.: Центральний НДІ навігації і управління. – 2008. – Вип. 1(5) – С. 35-37.
- [6] Рубан І.В. Алгоритм локалізації інформативних областей зображення / І.В. Рубан, О.В. Шитова // Новітні технології на захист повітряного простору: Шоста наук. конф. Харківського університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, 14 -15 квітня 2010 р. – С. 130.