

---

УДК 623.626

О.І. Тимочко, О.М. Маменко

*Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків*

## УДОСКОНАЛЕННЯ ГРАДІЄНТНОГО МЕТОДУ ДЛЯ ВИДІЛЕННЯ КОНТУРІВ ОБ'ЄКТІВ РОЗПІЗНАВАННЯ

*Пропонується удосконалення існуючого методу виділення контурів об'єктів розпізнавання на цифровому аерофотознімку, який може бути реалізований в перспективних комплексах засобів автоматизації пунктів управління Повітряних Сил для автоматизації процесу обробки даних аерофоторозвідки. Удосконалення методу базується на видаленні хибної інформації, що може бути отримана при використанні градієнтного методу.*

**Ключові слова:** *градієнтний метод, хибні контури, аерофотознімок, аерофоторозвідка, контур, об'єкт розпізнавання, повітряна розвідка.*

### Вступ

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблема виділення контурів зображень при аналізі даних аерофотознімків міститься у виявленні однієї або декількох його взаємопов'язаних точок і подальшому визначенні решти точок до моменту замикання контуру. Найбільш просто ця проблема вирішується із застосуванням алгоритму Розенфельда. Разом з тим широке застосування у системах розпізнавання знайшов принцип узгоджувально-вибірчої фільтрації. Часто цей принцип дає результати навіть кращі, чим виявлення контурів на основі багато чисельних масочних операторів (Робертса, Собела та ін.). Аналіз сучасного стану питання показує, що в теперішній час проблема виділення контуру в реальних сценах далеко від позитивного вирішення. Тому

одним з успішних шляхів удосконалення автоматичних способів виявлення границь зображень є застосування градієнтного методу [1-4].

В загальному вигляді алгоритм виділення контуру градієнтним методом можна представити такою схемою (рис. 1). В даному алгоритмі введені такі умовні позначення:  $G$  – матриця вхідного зображення, що представляє собою цифровий аерофотознімок;  $T$  – значення порогу, яке обирається емпірично та залежить від ряду факторів, таких як умови зйомки (пора року, час доби, освітленість), характер місцевості, тип фотографічних засобів. Так як вхідне зображення нормується та розглядається в інтервалі значень елементів  $[0;1]$ , то і поріг обирається з цього діапазону відповідно;  $y, x$  – координати пікселів зображення;  $G_x^H$  – нормована матриця вхідного зображення;  $N$  – матриця вихідного зображення (контуру).

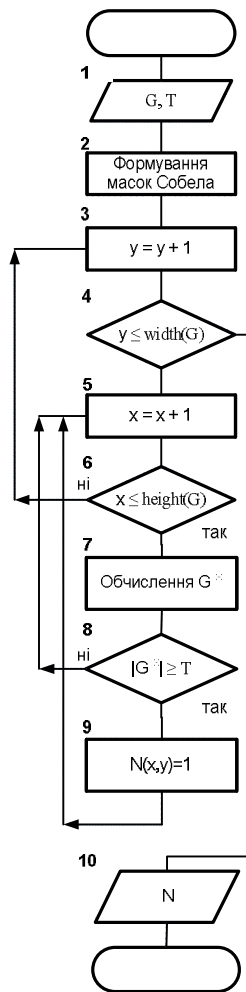


Рис. 1. Схема алгоритму виділення контуру

Хоча градієнтний метод виділення контурів об'єктів є найбільш ефективним для обробки даних аерофоторозвідки, він має і ряд недоліків, які можуть значно ускладнити в подальшому процес автоматичного чи автоматизованого розпізнавання [5, 6]. Одним з яких є отримання «шумових» або хибних контурів, тобто, контурів рельєфу, рослинності та звичайних перепадів яскравості, в межах околиць пікселів.

**Мета статті:** оцінка можливості удосконалення градієнтного методу для виділення контуру об'єкта розпізнавання при використанні функцій порівняння лінійних розмірів об'єктів.

### Основний матеріал

Провідні світові держави наполегливо працюють над створенням систем автоматичного розпізнавання об'єктів по даним фотографічних засобів повітряної розвідки. Адже досвід останніх локальних воєнних конфліктів показує, що сучасна війна характеризується широким застосуванням засобів розвідки, а в останній час – безпілотних літальних апаратів, отже обробка даних повітряної розвідки за допомогою засобів автоматизації є актуальною воєнно-науковою проблемою [1].

Як було сказано вище, суттєвим недоліком застосування градієнтного методу є отримання хибних контурів. На основі зібраної статистики, можна стверджувати, що характерною особливістю таких контурів є зазвичай значно менший розмір по відношенню до розміру основного контуру (рис. 2, а).

Вирішенням проблеми «шумових» контурів може бути застосування операції видалення всіх елементів зображення, піксельний розмір яких не перевищує деякого порогу.

В свою чергу, значення відповідного порогу може бути розраховане на основі вагового коефіцієнта нормованої матриці вхідного зображення.

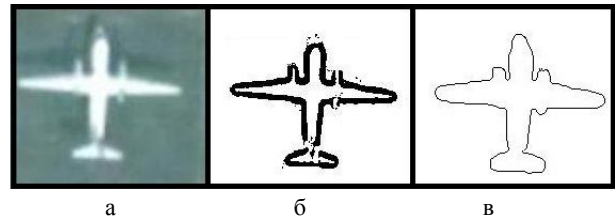


Рис. 2. Фрагмент аерофотознімку: а – вихідне зображення, б – зображення оброблене градієнтним методом, в – зображення, оброблене удосконаленим градієнтним методом

В результаті застосування останньої операції наведеного алгоритму контур об'єкта розпізнавання чітко видно (рис. 2, б), але не може бути підданим подальшому машинному розпізнаванню. Це пов'язано з тим, що відповідні лінії, з яких складається контур, мають різну «товщину», яка може також змінюватися вздовж однієї лінії та наявністю «шумів». Для того, щоб отримати одиничний контур, тобто такий контур, всі лінії якого мають товщину один піксель, використаємо ще раз градієнтний метод виділення контурів.

Коротко наведемо його основний зміст.

Апроксимуємо різницями значень пікселів в малій околиці зображення 3x3, де букви z позначають відповідні значення пікселів.

Приближення частинної похідної (вертикальному) напрямку x по відношенню до центральної точки околиці (z<sub>5</sub>) визначається як [6]:

$$G_x = (z_7 + 2z_8 + z_9) - (z_1 + 2z_2 + z_3). \quad (1)$$

Аналогічно приближення частинної похідної (горизонтальної) по напрямку y визначається як

$$G_y = (z_3 + 2z_6 + z_9) - (z_1 + 2z_4 + z_7). \quad (2)$$

Якщо r, g, b – одиничні вектори, направлені вздовж осей R, G, B кольорового простору RGB зображення, то:

$$u = \frac{dR}{dx} r + \frac{dG}{dx} g + \frac{dB}{dx} b \quad (3)$$

та

$$v = \frac{dR}{dy} r + \frac{dG}{dy} g + \frac{dB}{dy} b. \quad (4)$$

Нехай величини  $g_{xx}$ ,  $g_{yy}$  та  $g_{xy}$  задаються за допомогою скалярного добутку цих векторів:

$$g_{xx} = \left| \frac{dR}{dx} \right|^2 + \left| \frac{dG}{dx} \right|^2 + \left| \frac{dB}{dx} \right|^2, \quad (5)$$

$$g_{yy} = \left| \frac{dR}{dy} \right|^2 + \left| \frac{dG}{dy} \right|^2 + \left| \frac{dB}{dy} \right|^2 \quad (6)$$

$$g_{xy} = \frac{dR}{dx} \frac{dR}{dy} + \frac{dG}{dx} \frac{dG}{dy} + \frac{dB}{dx} \frac{dB}{dy}. \quad (7)$$

Тоді кут направлення максимальної зміни  $f(x,y)$  задовольняє рівнянню

$$\operatorname{tg} 2\theta = \frac{2g_{xy}}{g_{xx} - g_{yy}}, \quad (8)$$

а величина швидкості зміни у напрямку цього кута  $\theta$  задається виразом

$$F_{\theta}(x, y) = \left\{ \frac{[(g_{xx} + g_{yy}) + (g_{xx} - g_{yy}) \cos 2\theta + b]}{2} \right\}^{\frac{1}{2}}, \quad (9)$$

де  $b = 2g_{xy} \sin 2\theta$ ,  $\theta(x, y)$ ,  $F_{\theta}(x, y)$  – зображення, розміри яких співпадають з розмірами вхідного зображення.

З кожною точкою зображення пов'язані два напрямки, розташовані ортогонально одне одному. Вздовж одного з цих напрямків швидкість зміни функції  $F$  максимальна, а вздовж іншого – мінімальна. Тому кінцевий результат є максимумом із цих двох чисел в кожній точці зображення [4, 6]. Сформована матриця і буде вихідним зображенням з виділеним контуром об'єкта розпізнавання.

За причини того, що після інвертації кольору напівтонове зображення було переведено в логічну область, при аналізі лінії, товщина якої більше одиниці, будуть виділені тільки границі перепадів з нуля на одиницю та з одиниці на нуль відповідно, після чого всі внутрішні частини контуру будуть видалені.

Після проведення операцій видалення «шумів» та отримання одиничного контуру вихідне зображення містить виділений контур об'єкту, що знаходяться на ньому (рис. 2, в).

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГРАДИЕНТНОГО МЕТОДА ВЫДЕЛЕНИЯ КОНТУРА ОБЪЕКТА РАСПОЗНАВАНИЯ

А.И. Тимочко, А.Н. Маменко

*Предлагается усовершенствование метода выделения контуров объектов распознавания на цифровом аэрофото- снимке, который может быть реализован в перспективных комплексах средств автоматизации пунктов управления Воздушных сил для обработки данных аэрофоторазведки. Усовершенствование метода основано на удалении ложной информации, которая может быть получена в результате применения градиентного метода.*

**Ключевые слова:** градиентный метод, ложные контура, аэрофотоснимок, аэрофоторазведка, контур, объект распознавания, воздушная разведка.

## IMPROVEMENT OF GRADIENT METHOD OF OBJECTS EDGE DETECTION

O.I. Timochko, O.M. Mamenko

*We propose an improvement of method of objects edge detection on a digital aerial photograph, which may be realized in future automatic control systems in Air Forces for automatic data processing of airviews. Current improvement is based on a deleting false edges appeared in case of using gradient method.*

**Keywords:** gradient method, false edges, aerial photograph, airviews, edge, recognition object, aerial reconnaissance.

Отримання даних в такому вигляді може суттєво полегшити вирішення задачі автоматичного розпізнавання об'єктів в системах контурного розпізнавання, що в свою чергу призведе до зменшення часу на отримання інформації та використання обчислювального ресурсу систем.

## Висновки

1. Автоматизація процесу обробки даних аерофоторозвідки є перспективною сучасною військово-науковою проблемою.

2. Вхідними даними для систем автоматизованого дешифрування (розпізнавання об'єктів) є виділені контури об'єктів.

3. В статті запропоновано можливий спосіб удосконалення даного методу для усунення відповідних недоліків.

## Список літератури

1. Тимочко О.І. Градієнтний метод виділення контуру об'єкта розпізнавання на аерофотознімку / О.І. Тимочко, О.М. Маменко // Системи озброєння і військова техніка. – 2011. – № 4 (28). – С. 90-92.

2. Тимочко О.І. Синтез і аналіз алгоритму розпізнавання наземного об'єкту на основі побудови системи детекторів / О.І. Тимочко, О.М. Маменко // Сьома наукова конференція ХУПС «Новітні технології – для захисту повітряного простору»: тези доповідей, 13-14 квітня 2011 року. – Х.:ХУПС, 2011. – С. 188

3. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р.Гонсалес, Р.Вудс. – М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.

4. Фурман Я.А. Введение в контурный анализ; приложения к обработке изображений и сигналов / Я.А. Фурман, А.В. Кревецкий, А.К. Передеев и др. // Под ред. Я.А. Фурмана – 2-е изд., испр. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 592 с.

5. Фисенко В.Т. Компьютерная обработка и распознавание изображений / В.Т.Фисенко, Т.Ю.Фисенко. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2008. – 192 с.

6. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений в среде Matlab / Р.Гонсалес, Р.Вудс, С.Эддингс. – М.: Техносфера, 2006. – 616 с.

Надійшла до редколегії 2.04.2012

**Рецензент:** д-р техн. наук проф. О.О. Кузнецов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.