

УДК 623.626

О.І. Тимочко, О.М. Маменко

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

ГРАДІЄНТНИЙ МЕТОД ВИДІЛЕННЯ КОНТУРУ ОБ'ЄКТА РОЗПІЗНАВАННЯ НА АЕРОФОТОЗНІМКУ

Пропонується метод виділення контурів об'єктів розпізнавання на цифровому аерофотознімку. Він може бути реалізований в перспективних комплексах засобів автоматизації пунктів управління Повітряних Сил для автоматизації процесу обробки даних аерофоторозвідки. Метод базується на обчисленні похідних RGB-складових зображення в околиці кожної точки (пікселю). Поріг прийняття рішення дозволяє визначити існування контуру об'єкта в області, що розглядається.

Ключові слова: градієнтний метод, вектор градієнту, аерофотознімок, аерофоторозвідка, контур, об'єкт розпізнавання, повітряна розвідка, маски Собела.

Вступ

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень і публікацій. Розвідка є надзвичайно важливою складовою військової діяльності під час підготовки та ведення бойових дій. В Повітряних Силах розвідка проводиться великою множиною методів та засобів. Однією з найважливіших складових є фоторозвідка [1, 2]. Для ведення аерофоторозвідки сьогодні використовуються здебільшого аналогові фотографічні засоби, але існують і цифрові. Для збільшення оперативності отримання розвідувальних даних від цифрових засобів аерофоторозвідки, пропонується метод автоматизації процесу обробки даних повітряної фоторозвідки. Суть методу полягає у виділенні контурів об'єктів на фоні місцевості, тобто вирішення задачі виділення сигналу на фоні шумів. Даний метод може бути використано для обробки вхідних даних в системі автоматизованого розпізнавання наземних об'єктів [3]. Існує декілька підходів до процесу виділення контурів об'єктів на цифровому зображенні. Але при аналізі виявилось, що найбільш ефективним є градієнтний метод. У зв'язку з цим останнім часом спостерігається високе застосування саме даного методу в системах детектування та обробки аерокосмічних знімків [4, 5].

Мета статті: оцінка можливості використання градієнтного методу для виділення контуру об'єкта розпізнавання при апроксимації похідної різницею пікселів в малій околиці зображення; перевірка можливості застосування вектору-градієнта для обчислення частинних похідних кольорового зображення;

Основний матеріал

Обробка даних повітряної розвідки за допомогою засобів автоматизації є актуальною воєнно-науковою проблемою. Причому в процесі дешифрування знімків виділяють декілька етапів. Найбільш трудомістким в процесі дешифрування вважають етап розпізнавання об'єктів. Розглянемо підходи щодо виділення контуру об'єкта розпізнавання на аерофотознімку із застосуванням градієнтного методу.

Градiєнт двовимірної функції $f(x, y)$ – вектор, складовими якого є частинні похідні функції по відповідним аргументам [4]:

$$\nabla f = [G_x; G_y] = \left[\frac{df}{dx}; \frac{df}{dy} \right]. \quad (1)$$

До основних характеристик вектору градієнта належать його довжина (модуль) $|\nabla f|$ та $\alpha(x, y)$ – кут направлення

Модуль (довжина) вектору розраховується:

$$|\nabla f| = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}. \quad (2)$$

Найважливішою властивістю вектора-градієнта є те, що він направлений в сторону максимального росту функції $f(x, y)$ в кожній точці.

Кут направлення дорівнює

$$\alpha(x, y) = \arctg(G_x/G_y). \quad (3)$$

Розрахунок похідних є досить складною задачею, операції якої потребують суттєвих обчислювальних можливостей системи. Тому похідні прийнято апроксимувати різницями значень пікселів в малій околиці зображення (рис. 1). Таке приближення дає можливість оцінити похідні без значних втрат та значно скорочує час на розрахунки. Розміри показаної околиця 3×3 , де букви z позначають відповідні значення пікселів. Приближення частинної похідної в (вертикальному) напрямку x по відношенню до центральної точки околиці (z_5)

z_1	z_2	z_3
z_4	z_5	z_6
z_7	z_8	z_9

Рис. 1. Маска околиці зображення

може бути визначено різницевою формулою відносно малої околиці зображення, описаної вище [6]:

$$G_x = (z_7 + 2z_8 + z_9) - (z_1 + 2z_2 + z_3). \quad (4)$$

Аналогічно приближення частинної похідної (горизонтальної) по напрямку y може бути визначено за допомогою різницевого виразу:

$$G_y = (z_3 + 2z_6 + z_9) - (z_1 + 2z_4 + z_7). \quad (5)$$

Нехай r , g , b – одиничні вектори, направлені вздовж осей R , G , B кольорового простору RGB зображення, що розглядається. Задамо вектори [4, 6]:

$$u = \frac{dR}{dx}r + \frac{dG}{dx}g + \frac{dB}{dx}b \quad (6)$$

та
$$v = \frac{dR}{dy}r + \frac{dG}{dy}g + \frac{dB}{dy}b. \quad (7)$$

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

$$g_{xx} = \left| \frac{dR}{dx} \right|^2 + \left| \frac{dG}{dx} \right|^2 + \left| \frac{dB}{dx} \right|^2; \quad (8)$$

$$g_{yy} = \left| \frac{dR}{dy} \right|^2 + \left| \frac{dG}{dy} \right|^2 + \left| \frac{dB}{dy} \right|^2 \quad (9)$$

та
$$g_{xy} = \frac{dR}{dx} \frac{dR}{dy} + \frac{dG}{dx} \frac{dG}{dy} + \frac{dB}{dx} \frac{dB}{dy}. \quad (10)$$

Необхідно пам'ятати, що величини R, G та B, а, відповідно, і всі $g \in$ функціями від x та y, як і відповідне вхідне зображення. За допомогою введених позначень можна показати, що кут напруження максимальної зміни $f(x,y)$ задовольняє рівнянню

$$\operatorname{tg} 2\theta = 2g_{xy} / (g_{xx} - g_{yy}), \quad (11)$$

а величина швидкості зміни (тобто модуля градієнту) у напрямку цього кута θ задається виразом

$$F_{\theta}(x, y) = \left\{ \left[(g_{xx} + g_{yy}) + (g_{xx} - g_{yy}) \cos 2\theta + b \right] / 2 \right\}^{1/2}, \quad (12)$$

де $b = 2g_{xy} \sin 2\theta$, $\theta(x, y)$, $F_{\theta}(x, y)$ – зображення, розміри яких співпадають з розмірами вхідного зображення. Елементами є кути градієнтів в кожній точці вхідного зображення, а $F_{\theta}(x, y)$ – модуль цього градієнта.

Відомо, що $\operatorname{tg}(\alpha) = \operatorname{tg}(\alpha \pm \pi)$, тому якщо $\theta_0 \in$ рішенням рівняння з tg , то і величина $\theta_0 + \pi/2$ також є його рішенням. Крім того, $F_{\theta}(x, y) = F_{\theta+\pi}(x, y)$, тобто функцію $F_{\theta}(x, y)$ достатньо знайти лише для тих величин θ , які розміщені в напіввідкритому інтервалі $[0, \pi)$. Той факт, що рівняння для θ мають два рішення, які відрізняються на 90° , значить, що 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 отримаємо за допомогою вибору максимуму із цих двох чисел в кожній точці зображення [4, 6].

Сформована матриця і буде вихідним зображенням з виділеним контуром об'єкта розпізнавання. Але при детальному розгляданні вихідного зображення видно, що деякі елементи не відповідають контуру самого об'єкта. Для вирішення цього питання, введемо поріг T:

$$\forall F_{\theta}(x, y) \leq T, F_{\theta}(x, y) = 0. \quad (13)$$

Отже, всім елементам вихідного зображення, інтенсивність кольору яких буде меншою чи дорівнюватиме обраному порогу, буде присвоєне значення нуля, значення інших елементів залишаться без змін. Значення порогу T обирається емпірично та залежить від ряду факторів, таких як умови зйомки

(пора року, час доби, освітленість), характер місцевості, тип фотографічних засобів. Зазвичай вихідне зображення

розглядається в інтервалі значень елементів $[0;1]$, тому і поріг обирається з цього діапазону відповідно.

Після проведення останньої операції (13) вихідне зображення містить виділені контури об'єктів, що знаходяться на ньому (рис. 2).

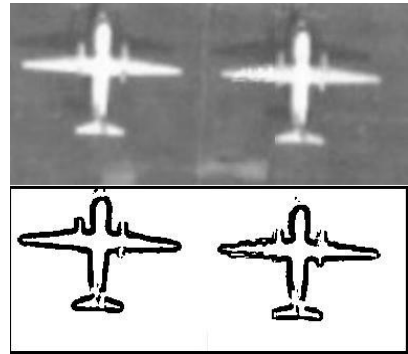


Рис. 2. Приклад виділення контуру градієнтним методом

Висновки

1. Обробка даних аерофоторозвідки потребує підвищення оперативності. Можливим шляхом є автоматизація цього процесу.

2. В процесі обробки даних аерофоторозвідки дешифрування за своєю суттю є складним і містить декілька етапів, найбільш трудомістким, з яких є розпізнавання об'єктів.

3. Для ефективного розпізнавання початковими даними для обчислювальної системи повинні бути виділені об'єкти на фоні шумів, тобто їхні контури.

4. Розроблений метод визначення контурів об'єктів на цифровому зображенні відрізняється від відомих використанням функції градієнту та її основних властивостей, що дозволяє досягнути поставленої в роботі мети.

Список літератури

1. Моисеев В.Л. Фотограмметрическая обработка и дешифрирование аэроснимков. Ч. I / В.Л. Моисеев, М.А. Попов. – К.: КВВАИУ, 1991. – 337 с.
2. Моисеев В.Л. Фотограмметрическая обработка и дешифрирование аэроснимков. Ч. II / В.Л. Моисеев, М.А. Попов. – К.: КВВАИУ, 1991. – 422 с.
3. Тимочко О.І. Синтез і аналіз алгоритму розпізнавання наземного об'єкту на основі побудови системи детекторів / О.І. Тимочко, О.М. Маменко // Сьома наук. конф. ХУПС «Новітні технології – для захисту повітряного простору»: тези доп, 13 – 14.04. 2011 р. – Х.: ХУПС, 2011. – 356 с.
4. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М.: Техносфера, 2005. – 1072 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 11.11.2011

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

ГРАДИЕНТНЫЙ МЕТОД ВЫДЕЛЕНИЯ КОНТУРА ОБЪЕКТА РАСПОЗНАВАНИЯ НА АЭРОФОТОСНИМКЕ

А.И. Тимочко, А.Н. Маменко

Предлагается метод выделения контуров объектов распознавания на цифровом аэрофотоснимке. Он может быть реализован в перспективных комплексах средств автоматизации пунктов управления Воздушных сил для обработки данных аэрофоторазведки. Метод базируется на вычислении производных RGB-составляющих изображения в окрестности каждой точки (пикселя). Порог принятия решения позволяет определить существование контура объекта в области, которая рассматривается.

Ключевые слова: *градиентный метод, вектор градиента, аэрофотоснимок, аэрофоторазведка, контур, объект распознавания, воздушная разведка, маски Собела.*

GRADIENT METHOD OF OBJECTS EDGE DETECTION ON AERIAL PHOTOGRAPHS

O.I. Timochko, O.M. Mamenko

We propose a 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 method is based on a derivatives calculation of RGB image components at each point (pixel) and a decision-making about existence or absence an objects edge in consideration with threshold at a considered area.

Keywords: *gradient method, gradient vector, aerial photograph, airviews, edge, recognition object, aerial reconnaissance, Sobel's masks.*