



УКРАЇНА

(19) UA (11) 29418 (13) U  
(51) МПК (2006)  
G06K 9/64

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

### (54) СПОСІБ ВИДІЛЕННЯ КОНТУРУ ЗОБРАЖЕННЯ

1

2

(21) u200710773

(22) 01.10.2007

(24) 10.01.2008

(72) БІЛИНСЬКИЙ ЙОСИП ЙОСИПОВИЧ, UA,  
ЮКИШ СЕРГІЙ ВАСИЛЬОВИЧ, UA

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ, UA

(56)

(57) Спосіб виділення контуру, який включає операцію згладжування за допомогою згортання з гауссіаном і обчислення градієнта зображення в вертикальному та горизонтальному напрямках за

допомогою одного із операторів першої похідної, який **відрізняється** тим, що в ньому повторно виконують операцію згладжування з наступним виділенням точок перетину примезових кривих вхідного та зображення, отриманого в результаті повторного згладжування, для усунення несправжніх контурів на отримане зображення накладають градієнтне зображення, отримане обчисленням градієнта зображення в вертикальному і горизонтальному напрямках за допомогою одного із операторів першої похідної, та отримують стоншене зображення.

Корисна модель відноситься до області цифрової обробки зображень, зокрема, виділення перепадів яскравості і може бути використана в системах технічного зору для підвищення точності геометричних вимірювань різних фрагментів зображення.

Відомий спосіб виділення та субпіксельного визначення контурів [А.с. США №6690842, клас G06L09/32, опубл. 10.02.2004р.] полягає у оцінці величини і напрямку градієнта у множині рівномірно розподілених точок зображення для отримання множини оцінок величини і напрямку градієнта, кожна така оцінка зв'язана з відповідною точкою градієнта рівномірно розподіленої сітки градієнта; використанні напрямку градієнта зв'язаного з кожною точкою градієнта для вибору відповідної множини сусідніх точок градієнта; порівнянні величини градієнта в кожній точці градієнта з величиною градієнта відповідної множини сусідніх величин градієнта для визначення локального максимуму величини градієнта у приблизному напрямку градієнта; використовуючи локальний максимум величини градієнта і множину сусідніх величин градієнта визначити інтерпольоване положення контуру вздовж одномірного профілю величини градієнта.

Недоліком вказаного способу є можливі втрати контуру у випадку малоконтрастного зображення, а також низька точність визначення положення перепаду яскравості при високому рівні шуму і розмитих межах зображення.

Найбільш близьким до описуваного способу є спосіб виділення контуру Канні [Canny J.F. Finding edges and lines in images / Master's thesis, MIT, Cambridge, USA, 1983], який включає такі кроки: вхідне зображення, яке представлено у виді функції  $I(x,y)$ , піддається операції згладжування за допомогою згортання з гауссіаном; обчислюється градієнт зображення в вертикальному і горизонтальному напрямках за допомогою одного із операторів першої похідної; далі виконується операція non-maximal suppression, тобто алгоритм уточнює знайдені на попередньому кроці контури шляхом обнулення значень градієнта, що відповідає тим елементам зображення, які не знаходяться на вершині градієнта, операція виконується з використанням двох порогів  $T_1$  і  $T_2$ , де  $T_1 > T_2$ , аналіз починається в точці на вершині "гребня", що відповідає значенню градієнта, який більше, ніж  $T_1$ , і продовжується до тих пір, поки висота "гребня" стане менше порога  $T_2$ .

Недоліками способу виділення контуру Канні є недостатня достовірність його визначення за рахунок можливої втрати контурів дрібних елементів і згладжування кутових точок на зображенні, а також зміни координат контурних ліній, яка може досягати від одного до десяти пікселів, що не дозволяє використовувати спосіб для точного визначення координат контуру.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення способу виділення контуру зображення, в якому за рахунок введення нових операцій та їх

(19) UA (11) 29418 (13) U

послідовності досягається можливість стоншений контур, який зберігає контури дрібних елементів і кутових точок зображення, що дозволяє підвищити точність визначення координат контуру та його достовірність.

Поставлена задача вирішується тим, що в запропонований спосіб виділення контуру, який включає операцію згладжування за допомогою згортання з гауссіаном і обчислення градієнта зображення в вертикальному та горизонтальному напрямках за допомогою одного із операторів першої похідної, повторно виконують операцію згладжування з наступним виділенням точок перетину примежових кривих вхідного та зображення, отриманого в результаті повторного згладжування, для усунення несправжніх контурів на отримане зображення накладають градієнтне зображення, отримане обчисленням градієнта зображення в вертикальному і горизонтальному напрямках за допомогою одного із операторів першої похідної (наприклад, оператора Собела), та отримують стоншене зображення.

На Фіг.1 наведено вхідне зображення, на Фіг.2 - вхідне зображення повторно згладжене, на Фіг.3 - зображення точок перетину примежових кривих вхідного та фільтрованого зображення, на Фіг.4 - зображення отримане за допомогою оператора Собела. На Фіг.5 наведено зображення виділення контуру запропонованим способом і на Фіг.6 - зображення виділення контуру відомим детектором Канні.

Запропонований спосіб виділення контуру зображення здійснюється в такій послідовності:

- реєстрація зображення;
- виконання згладжування зображення;
- повторне виконання згладжування зображення;

- отримання зображення точок перетину примежових кривих вхідного та зображення, отриманого в результаті повторної згладжування;

- отримання градієнтного зображення (наприклад за допомогою оператора Собела);
- виділення стоншеного контуру.

В результаті використання низькочастотної просторової фільтрації відбувається згладжування контурів зображення, що веде до розфокусування його, а також до згладжування так званих несправжніх контурів (Фіг.2). Фільтрація зображення  $f(x,y)$  за допомогою фільтра розмірністю  $m \times n$  задається виразом [1]:

$$g(x,y) = \sum_{s=-a}^a \sum_{t=-b}^b w(s,t) f(x+s, y+t), \quad (1)$$

де  $a=(m-1)/2$  та  $b=(n-1)/2$ ;

$w(x,y)$  - коефіцієнти маски з відносними значеннями координат.

Для виконання згладжування зваженим середнім використовується, згортання з гауссіаном згідно:

$$G(x,y,\sigma) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left(-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}\right), \quad (2)$$

де  $\sigma$  - параметр ступеня згладжування.

Важливою особливістю примежової кривої контуру згладженого зображення є те, що дана

крива має єдину спільну точку з примежовою кривою контуру вхідного зображення. Дана спільна точка є крайовою, а набір усіх крайових точок створюють контур зображення.

Таким чином, виділення контуру зводиться до знаходження спільних точок перетину вхідного та зображення  $g(x,y)$ , що було отримане в результаті згладжування згідно поелементного перетворення виду:

$$h(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{при } g(x,y) = f(x,y) \\ 0 & \text{при } g(x,y) \neq f(x,y) \end{cases} \quad (3)$$

Зображення, що отримане в результаті перетворення за формулою (3) окрім контуру об'єкта має велику кількість, так званих, несправжніх контурів (Фіг.3). Для усунення таких контурів запропоновано використовувати градієнтний оператор, зокрема, оператор Собела. При цьому зображення  $h(x,y)$  та  $s(x,y)$ , яке отримане при виконанні оператора Собела, піддається процедурі

$$g(x,y) = \begin{cases} h(x,y) & \text{при } h(x,y) = s(x,y) \\ 0 & \text{при } h(x,y) \neq s(x,y) \end{cases} \quad (4)$$

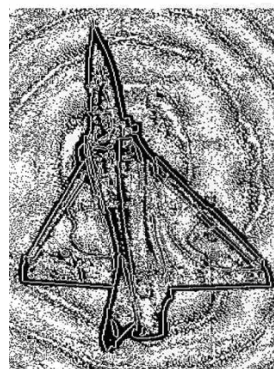
Результатом виділення контуру є стоншений контур, який зберігає контури дрібних деталей зображення а також зберігає кутові точки. При цьому запропонований спосіб використовує для роботи мінімальне число порогів - один.



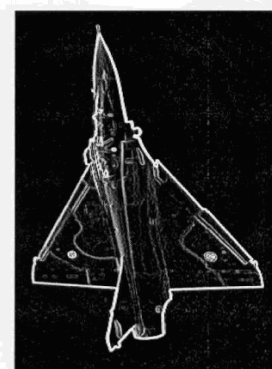
Фіг.1



Фіг.2



Фіг.3



Фіг.4

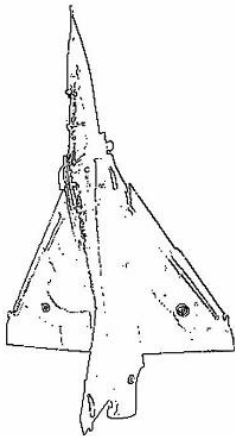


Fig. 5

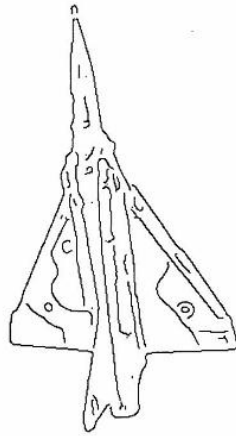


Fig. 6