



УКРАЇНА

(19) UA (11) 38796 (13) U
(51) МПК (2009)
G06K 9/36

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ СУБПІКСЕЛЬНОЇ ЛОКАЛІЗАЦІЇ КРАЮ ОБ'ЄКТА НА ЗОБРАЖЕННІ

1

2

(21) u200714932

(22) 27.12.2007

(24) 26.01.2009

(46) 26.01.2009, Бюл.№ 2, 2009 р.

(72) БІЛИНСЬКИЙ ЙОСИП ЙОСИПОВИЧ, UA

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ, UA

(57) Спосіб субпіксельної локалізації краю об'єкта на зображенні, що включає реєстрацію зображення об'єкта в запам'ятовуючому пристрої, встановлення прямокутних областей зображення для подальшого визначення границь об'єкта, визначення прямокутної області для пошуку країв, використання низькочастотної фільтрації і визначення

номерів пікселів, між якими знаходять спільну точку до та після фільтрації, яка є координатою краю об'єкта, який **відрізняється** тим, що після визначення прямокутної області для пошуку країв визначають параметри шуму на зображенні, виконують низькочастотну фільтрацію, знаходять параметри гаусоїди за розподіленням примежової кривої в точках максимального градієнта, формують однонаправлений гаусів фільтр, виконують повторну фільтрацію даного вікна зображення та знаходять спільну точку на примежових кривих вхідного зображення та зображення, отриманого в результаті повторної фільтрації.

Корисна модель відноситься до оптико-електронних способів визначення форми і геометричних розмірів об'єктів за допомогою матричних фотоприймальних пристроїв і може бути використана в системах розпізнавання та обробки зображень.

Відомий спосіб вимірювання об'єктів, що мають на зображенні розфокусовані межі [Патент Росії №2280838, G06T7/60, бюл. №21 27.07.2006], включає в себе реєстрацію зображення об'єкта в запам'ятовуючому пристрої, визначення прямокутних областей зображення для подальшого визначення контуру об'єкта, виконання диференціально-інтегральних перетворень, визначення координат контуру і обчислення розмірів об'єкта, знаходження, шляхом калібрування вимірювальної системи, ширини ліній контуру, перетворення, використовуючи отриману залежність, ширини лінії в відстань від границі об'єкта до площини фокусування, які враховують при обрахунку розмірів об'єкта.

Недоліком даного способу є невисока точність у зв'язку з залежністю координати шуканої точки від вибору порога, який визначається як півсума яскравостей фона та об'єкта. Виконання диференціально-інтегральних перетворень дозволяє отримати координати контуру з похибкою на менше, ніж 0,5 піксельної ширини.

Найбільш близьким є спосіб визначення краю примежової кривої зображень [Патент України

№25485, G06K9/36, бюл. №12, 10.08.2007], який включає реєстрацію зображення об'єкта в запам'ятовуючому пристрої, встановлення прямокутних областей зображення для подальшого визначення границь об'єкта, визначення прямокутної області для пошуку країв, використовують низькочастотну фільтрацію і визначають номери пікселів, між якими знаходять єдину спільну точку до та після фільтрації, яка є координатою границі світлотіні.

Недоліком даного способу є невисока точність, оскільки вплив шуму призводить до неоднозначності в знаходженні субпіксельної координати точок перетину примежових кривих зображень до та після фільтрації.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення способу субпіксельної локалізації краю об'єкта на зображенні, в якому за рахунок введення нових операцій та їх послідовності досягається можливість отримати високу точність визначення координат контуру.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі субпіксельної локалізації краю об'єкта на зображенні, який включає реєстрацію зображення об'єкта в запам'ятовуючому пристрої, встановлення прямокутних областей зображення для подальшого визначення границь об'єкта, визначення прямокутної області для пошуку країв, використовують низькочастотну фільтрацію, і визначають номери пікселів, між якими знаходять спільну точ-

UA (13)

38796 (11)

UA (19)

ку до та після фільтрації, яка є координатою краю об'єкта, при цьому після визначення прямокутної області для пошуку країв визначають параметри шуму на зображенні, виконують низькочастотну фільтрацію, знаходять параметри гауссоїди за розподіленням примежової кривої в точках максимального градієнта, формують однонаправлений гауссовий фільтр, виконують повторну фільтрацію даного вікна зображення та знаходять спільну точку на примежових кривих вхідного зображення та зображення, отриманого в результаті повторної фільтрації.

На Фіг.1 - приклад виконання кроків локалізації краю об'єкта на зображенні, на Фіг.2, Фіг.3 - синтезоване зображення з шумом та фільтроване, а також фрагменти осцилограм виділеного рядка на ділянці перепаду яскравості; Фіг.4 - зашумленого зображення; Фіг.5 - фільтрованого зображення; Фіг.6 - примежових кривих фільтрованих зображень.

Спосіб здійснюється наступним чином: реєструють зображення об'єкта в запам'ятовуючому пристрої, встановлюють прямокутні області зображення для подальшого визначення границь об'єкта, визначають прямокутні області для пошуку країв та визначають параметри шуму.

Шум на зображенні має гауссову щільність імовірності з дисперсією, що залежить від рівня сигналу. Тому для знаходження параметрів шуму необхідно оцінити дисперсію. Для цього на зображенні, як правило, послідовним скануванням використовують квадратне вікно в області зображення, що має найменшу дисперсію сигналу (Фіг.1):

$$D = \sigma_{\text{ш}}^2 = \frac{\sum_{X=1}^{i+WS} \sum_{y=j}^{-1j+WS-1} (Mx - g(x, y))^2}{WS^2} \quad (1)$$

де $g(x, y)$ - яскравість пікселя зображення;

Mx - математичне очікування (середнє значення) сигналу у вікні;

i, j - координати верхнього лівого кутка досліджуваного вікна;

$$H^-(x) = \frac{\Delta I}{(I_{\text{max}} - I_{\text{min}})\Delta x} \int_{-\infty}^x \exp\left(-\frac{x^2 \pi \Delta I^2}{(I_{\text{max}} - I_{\text{min}})^2 \Delta x^2}\right) dx \quad (5)$$

Виконують повторну фільтрацію, та знаходять спільну точку на примежових кривих вхідного зображення та зображення, отриманого в результаті повторної фільтрації, яка є координатою краю об'єкта на зображенні.

Спосіб субпіксельної локалізації краю об'єкта на зображенні протестований на реальних та синтезованих зображеннях. Координати краю синтезованого незашумленого зображення були відомими, а координати краю зашумленого зображення визначалися запропонованим способом для кож-

WS - розмір сторони вікна.

Дисперсія сигналу в знайденому вікні приблизно приймається за дисперсію шуму на зображенні й дане значення приймається як вхідне для побудови низькочастотного гауссового фільтра приглушення шуму.

Далі на основі параметрів примежової кривої знаходять параметри гауссового фільтра для повторної фільтрації. Оскільки максимальне значення градієнта нормованої примежової кривої визначається як:

$$\left(\frac{dl}{dx}\right)_{\text{max}} = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \quad (2)$$

де σ - ступінь згладженості фільтра

Для реальної примежової кривої, оскільки мінімальне значення в результаті дискретизації $dx=1$, то вираз (2) набуває вигляд:

$$\left(\frac{dl}{dx}\right)_{\text{max}} = \frac{(I_{\text{max}} - I_{\text{min}})\Delta x}{\Delta I \sigma \sqrt{2\pi}} \quad (3)$$

де I_{max} - максимальне значення яскравості примежової кривої;

I_{min} - мінімальне значення яскравості примежової кривої;

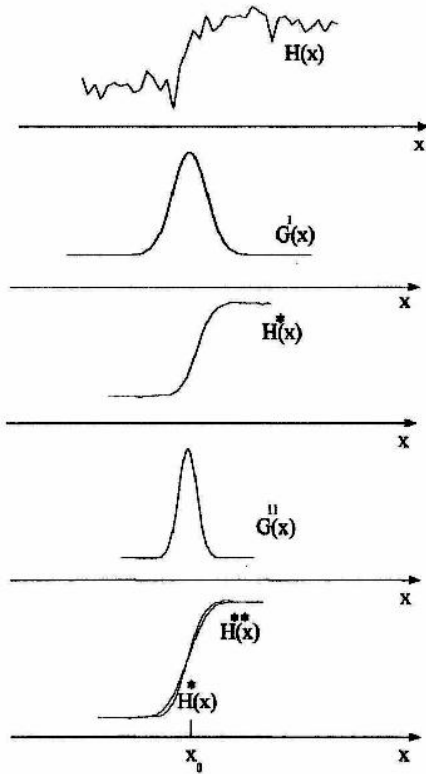
ΔI - максимальна зміна яскравості на примежовій кривій між двома сусідніми пікселями фотоприймального пристрою, що має максимальне значення градієнта. Тоді функція розсіювання за законом Гаусса для такої примежової кривої буде мати вигляд:

$$G(x) = \frac{\Delta I}{(I_{\text{max}} - I_{\text{min}})} \exp\left(-\frac{x^2 \pi \Delta I^2}{(I_{\text{max}} - I_{\text{min}})^2 \Delta x^2}\right) dx \quad (4)$$

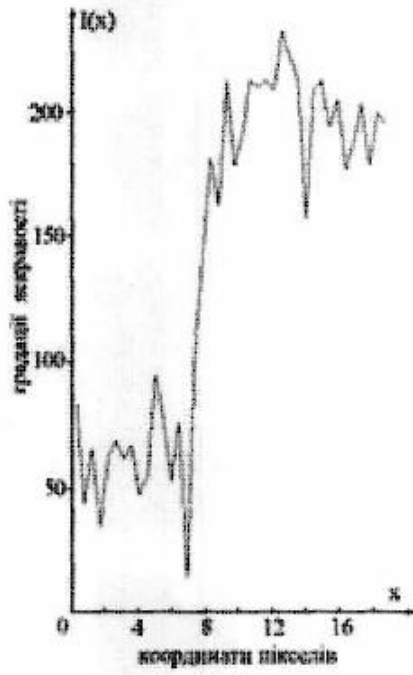
На основі отриманих параметрів однонаправлений гауссовий фільтр.

Формула (4) дозволяє розрахувати, відповідно, й функцію розсіювання для будь-якої примежової кривої, а сама примежова крива визначається:

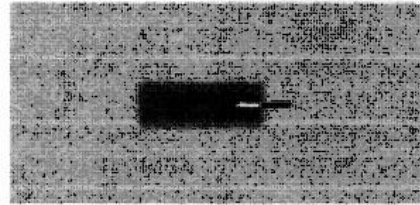
ного рядка матриці (Фіг.2). При цьому після приглушення шуму в результаті фільтрації всього зображення для кожного рядка та стовпця матриці, де знаходилась примежова крива визначалися параметри гауссоїди, тобто ступінь розмиття, розмірність фільтра та його вагові коефіцієнти, за якими синтезувалися однонаправлені фільтри, відповідно, горизонтальні та вертикальні. Дані дослідження дали змогу розрахувати похибку субпіксельної локалізації краю, яка складає менше 10% ширини пікселя.



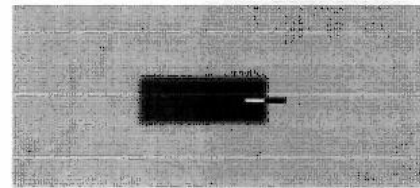
Фиг. 1



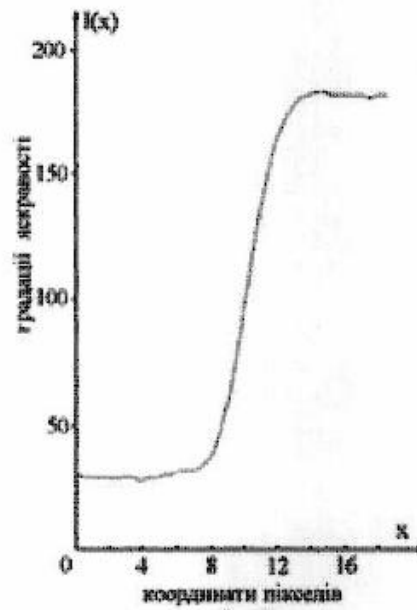
Фиг. 4



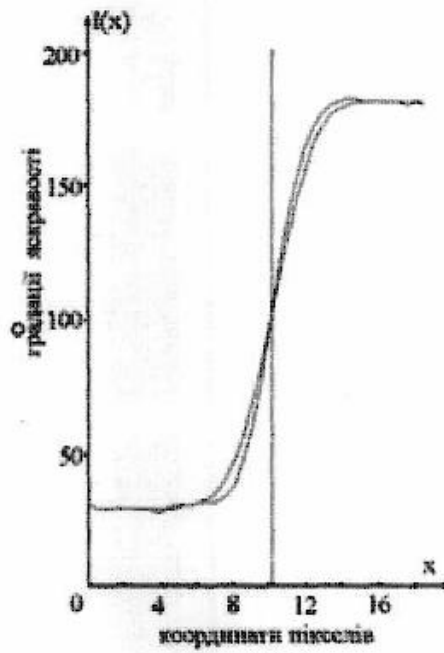
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 5



Фіг. 6