



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **70758** (13) **U**  
(51) МПК  
**G06K 9/36** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

<p>(21) Номер заявки: <b>u 2011 14318</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>05.12.2011</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>25.06.2012</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.06.2012, Бюл.№ 12</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Білинський Йосип Йосипович (UA), Ратушний Павло Миколайович (UA), Микулка Ірина Володимирівна (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и): <b>ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)</b></p>
--	---

**(54) СПОСІБ ЗНАХОДЖЕННЯ СУБПІКСЕЛЬНИХ КООРДИНАТ КОНТУРНИХ ТОЧОК ОБ'ЄКТІВ НА СЛАБОКОНТРАСНИХ РОЗМИТИХ ЗОБРАЖЕННЯХ**

**(57) Реферат:**

Спосіб знаходження субпіксельних координат контурних точок об'єктів на слабкоконтрастних розмитих зображеннях, в якому реєструють зображення, знаходять спільні точки примежових кривих вхідного та обробленого зображень. Оброблене зображення отримують шляхом придушення імпульсного та адитивного шумів, підвищують різкість до максимального нахилу примежової кривої, знаходять субпіксельні зміщення відносно центра контурних пікселів по вертикальному та горизонтальному напрямках.

**UA 70758 U**



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

Відомий спосіб визначення краю примежової кривої зображень [Патент України № 25485, G06K 9/36, 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 локалізації краю об'єкта на зображенні, в якому за рахунок введення нових операцій та їх послідовності досягається можливість отримати високу точність визначення координат контуру.

Найбільш близьким є спосіб субпіксельної локалізації краю об'єкта на зображенні [Патент України № 38796, G06K 9/36, бюл. № 2, 26.01.2009], 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 краю об'єкта, при цьому після визначення прямокутної області для пошуку країв визначають параметри шуму на зображенні, виконують низькочастотну фільтрацію, знаходять параметри гауссоїди за розподілення примежової кривої в точках максимального градієнта, формують однонаправлений гасовий фільтр, виконують повну фільтрацію даного вікна зображення та знаходять спільну точку на примежових кривих вхідного зображення та зображення, отриманого в результаті повторної фільтрації.

Недоліком даного методу для слабконтрасних розмитих зображень є отримання недостатньо точного значення координати краю за рахунок низьких кутів нахилу примежових кривих і можливості збігу ряду пікселів примежових кривих до та після фільтрації.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення способу знаходження субпіксельних координат контурних точок об'єктів на слабконтрасних розмитих зображеннях, в якому за рахунок введення нових операцій та їх послідовності досягається можливість отримати високу точність визначення субпіксельних координат контурних точок.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі знаходження субпіксельних координат контурних точок об'єктів на слабконтрасних розмитих зображеннях, який включає реєстрацію зображення, знаходження спільних точок примежових кривих вхідного та обробленого зображень, причому оброблене зображення отримують шляхом придушення імпульсного та адитивного шумів, підвищують різкість до максимального нахилу примежової кривої, знаходять субпіксельні зміщення відносно центра контурних пікселів по вертикальному та горизонтальному напрямках.

На фіг. 1 зображено визначення відстані між границями капіляра із субпіксельною точністю, а на фіг. 2 наведено знаходження субпіксельних координат межі зображення об'єкта при різних кутах нахилу контуру.

Спосіб знаходження субпіксельних координат контурних точок об'єктів на слабконтрасних розмитих зображеннях здійснюють наступним чином:

- реєструють зображення;  
 - придушують імпульсний шум на основі розщеплення ковзного вікна;  
 - придушують адитивний шум за допомогою звичайного лінійного фільтра;  
 - підвищують різкість до максимального нахилу примежової кривої;  
 - знаходять субпіксельні зміщення відносно центра контурних пікселів по вертикальному і горизонтальному напрямках.

Знаходження границі досліджуваного об'єкта зводиться до визначення координати спільної точки примежової кривої перепаду інтенсивності зображення границі та кривої з максимальним нахилом.

В області перепаду інтенсивності визначають два сусідніх пікселі, для яких виконується умова:

$$(U(m,n) - U'(m,n)) \cdot (U(m+1,n) - U'(m+1,n)) < 0, \quad (1)$$

де  $U(m,n)$ ,  $U'(m,n)$ ,  $U(m+1,n)$ ,  $U'(m+1,n)$  - інтенсивності N-го та N+1-го пікселя до та після підвищення різкості відповідно.

Оскільки примежові криві є розмитими й протяжними, то в околі крайової точки їх можна представити прямими лініями. Тоді положення точки перетину визначається, за допомогою системи рівнянь:

$$\begin{cases} \frac{U(m+L,n) - U(m,n)}{U(m+1,n) - U(m+L,n)} = \frac{\delta}{d - \delta}; \\ \frac{U(m+L,n) - U'(m,n)}{U'(m+1,n) - U(m+L,n)} = \frac{\delta}{d - \delta}; \end{cases} \quad (2)$$

де  $d$  - відстань між центрами пікселів,

$\delta$  - субпіксельне зміщення.

На фіг.1 наведено графічне представлення локалізації крайових точок мікрокапіляра. Субпіксельне зміщення визначається як:

$$\delta = \frac{U(m,n) - U'(m,n)}{U(m+1,n) - U(m+1,n)} \cdot d. \quad (3)$$

Для більш точного визначення відстаней між точками контуру, а також радіусів вигинів контурної лінії необхідно знайти субпіксельні зміщення  $\delta_n$  і  $\delta_m$  відносно центра контурних пікселів. Залежно від значення кута нахилу контуру обрахунок проводиться за двома варіантами. Якщо кут нахилу контуру близький до  $45^\circ$  або  $135^\circ$ , то зміщення знаходяться шляхом визначення точок перетину примежових кривих зображень до та після підвищення різкості по горизонтальній та вертикальній осі. Якщо ж кут нахилу контуру близький до  $0^\circ$  або  $90^\circ$ , то зміщення визначається по вертикальній та нахилений або горизонтальній та нахилений осі, відповідно.

На фіг. 2 наведені межі зображення об'єкта, що попадають на піксель з координатами  $n$ ,  $m$  при куті нахилу близькому до  $45^\circ$  і при куті нахилу близькому до  $0^\circ$  та субпіксельні координати в точці  $M$ , відповідно. При цьому вважається, що інтенсивність по всій площі пікселя є рівномірною.

Субпіксельне зміщення  $\delta_n$  відносно центра пікселя при куті нахилу межі близький до  $0^\circ$  визначається за допомогою субпіксельних координат, отриманих по нахиленим осям як:

$$\delta_n = \pm \delta_m \sqrt{\frac{3\sqrt{(\delta_n^1)^2 + (\delta_m^1)^2} - \sqrt{2}\delta_m}{2\sqrt{2}\delta_m - \sqrt{(\delta_n^1)^2 + (\delta_m^1)^2}}}, \quad (4)$$

де  $\delta_n^1$ ,  $\delta_m^1$  - субпіксельні зміщення відносно центра пікселя по нахиленим осям.

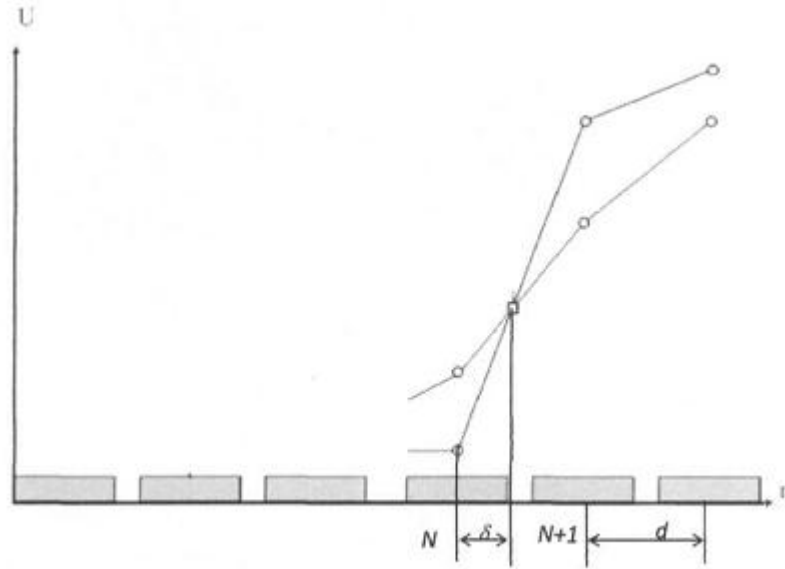
Отже координати контурних точок з врахуванням субпіксельних зміщень визначають

$$L = d \cdot n \pm \delta, \quad (5)$$

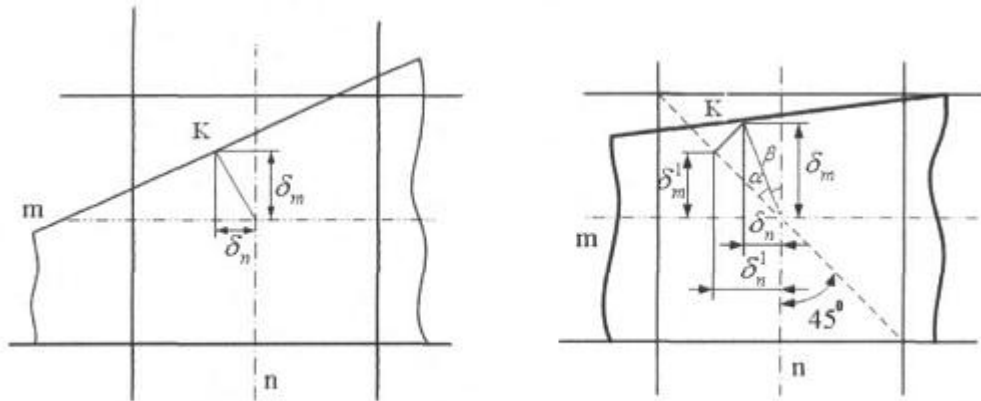
де  $n$  - кількість пікселів.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб знаходження субпіксельних координат контурних точок об'єктів на слабконтрасних розмитих зображеннях, в якому реєструють зображення, знаходять спільні точки примежових кривих вхідного та обробленого зображень, який **відрізняється** тим, що оброблене зображення отримують шляхом придушення імпульсного та адитивного шумів, підвищують різкість до максимального нахилу примежової кривої, знаходять субпіксельні зміщення відносно центра контурних пікселів по вертикальному та горизонтальному напрямках.



Фиг. 1



Фиг. 2

---

Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

---

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

---

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601