



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **93615** (13) **U**
(51) МПК
G06K 9/36 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2014 04345	(72) Винахідник(и): Білинський Йосип Йосипович (UA), Сухоцька Ірина Володимирівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 22.04.2014	(73) Власник(и): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.10.2014	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.10.2014, Бюл.№ 19	

(54) СПОСІБ ЗНАХОДЖЕННЯ СУБПІКСЕЛЬНИХ КООРДИНАТ КОНТУРНИХ ТОЧОК ОБ'ЄКТА, ОТРИМАНОВОГО ТАКТИЛЬНО-ОПТИЧНИМ СЕНСОРОМ

(57) Реферат:

Спосіб знаходження субпіксельних координат контурних точок зображення об'єкта, отриманого тактильно-оптичним сенсором, при якому реєструють зображення, придушують імпульсний та адитивний шуми, підвищують різкість до максимального нахилу примежової кривої, знаходять спільні точки двох примежових кривих зображень та знаходять субпіксельні зміщення відносно центра контурних пікселів по вертикальному та горизонтальному напрямках. Беруть примежові криві зображення вимірювального об'єкта і оптоволоконного щупа та визначають координати контурних точок з врахуванням субпіксельних зміщень.

UA 93615 U

Корисна модель належить до оптико-електронних способів визначення форми і геометричних розмірів об'єктів за допомогою матричних фото приймальних 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 5 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 10 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 15 точність визначення координат контуру.

Найбільш близьким є спосіб знаходження субпіксельних координат контурних точок об'єктів 15 на слабкоконтрасних розмитих зображеннях [Патент України № 70758, G06K 9/36, бюл. № 12, 25.06.2012], який включає реєстрацію зображення, знаходження спільних точок 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 20 вертикальному та горизонтальному напрямках.

Недоліком даного методу є отримання недостатньо точного значення координати краю за рахунок похибки від дифракції світла на межах вимірюваного об'єкта, яка складає приблизно 0,02 мм.

В основу корисної моделі поставлена задача створення способу знаходження субпіксельних 25 координат контурних точок зображення об'єкта, отриманого тактильно-оптичним сенсором, в якому за рахунок використання способу визначення субпіксельних координат досягається зменшення похибки просторової дискретизації.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі знаходження субпіксельних координат 30 контурних точок зображення об'єкта, отриманого тактильно-оптичним сенсором, який включає реєстрацію зображення, придушення імпульсного та адитивного шуму, підвищення різкості до максимального нахилу примежової кривої, знаходять спільні точки двох примежових кривих зображень та знаходять субпіксельні зміщення відносно центра контурних пікселів по вертикальному та горизонтальному напрямках, причому беруться примежові криві зображення 35 вимірювального об'єкта і оптоволоконного щупа та визначають координати контурних точок з врахуванням субпіксельних зміщень.

На фіг. 1 зображено знаходження субпіксельних координат межі зображення об'єкта, а на фіг. 2 наведено знаходження субпіксельних координат межі зображення об'єкта при різних кутах 40 нахилу контуру.

Спосіб знаходження субпіксельних координат контурних точок об'єктів на зображеннях 40 здійснюють наступним чином:

- реєструють зображення;
- придушують імпульсний та адитивний шуми;
- підвищують різкість до максимального нахилу примежової кривої;
- знаходять спільні точки примежових кривих зображення вимірювального об'єкта і 45 оптоволоконного щупа;
- знаходять субпіксельні зміщення відносно центра контурних пікселів по вертикальному і горизонтальному напрямках;
- визначають координати контурних точок з врахуванням субпіксельних зміщень.

Знаходження границі досліджуваного об'єкта зводиться до визначення координати спільної 50 точки примежової кривої перепаду інтенсивності зображення границі вимірювального об'єкта і оптоволоконного щупа.

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:

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

55 де d - відстань між центрами пікселів,

δ - субпіксельне зміщення;
 $I(m,n), I'(m,n), I(m,n+1), I'(m,n+1)$ - інтенсивності N-го та N+1-го пікселя для щупа та досліджуваного об'єкта відповідно.

Субпіксельне зміщення визначається як:

$$\delta = \frac{I'(m,n) - I(m,n)}{(I(m,n+1) - I'(m,n+1)) + (I'(m,n) - I(m,n))} \cdot d. \quad (2)$$

5 Цей випадок справедливий тоді, коли кут нахилу контуру близький до 0° або 90° , але якщо кут довільний субпіксельні зміщення знаходяться за допомогою градієнта зображення:

$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}, \quad (3)$$

де G_x - градієнт по осі x;

G_y - градієнт по осі y.

10 Якщо градієнт відмінний від нуля, то для більш точного визначення відстаней між точками контуру необхідно знайти субпіксельні зміщення δ_n і δ_m відносно центра контурних пікселів.

Субпіксельне зміщення δ_n і δ_m відносно центра пікселя визначається як:

$$\begin{aligned} \delta_m &= 2\delta(1 - \cos \alpha); \\ \delta_n &= \frac{\delta(1 - \cos \alpha)}{\sqrt{2}}, \end{aligned} \quad (4)$$

де δ_n та δ_m - субпіксельні зміщення відносно центра пікселя по нахиленим осям.

Координати контурних точок з врахуванням субпіксельних зміщень визначають:

$$X = (n - 1) \cdot d + \delta, \quad (5)$$

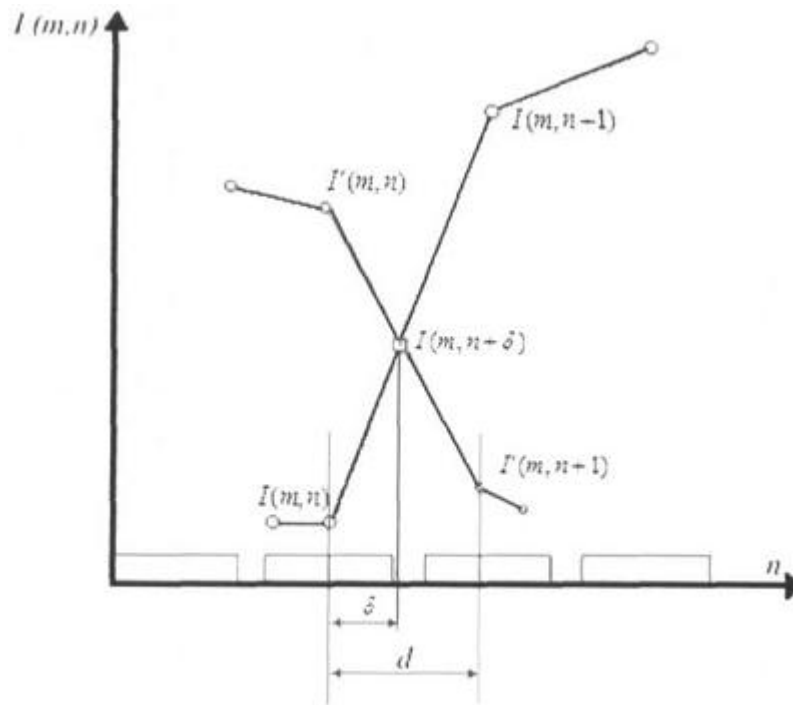
де n - порядковий піксел.

15

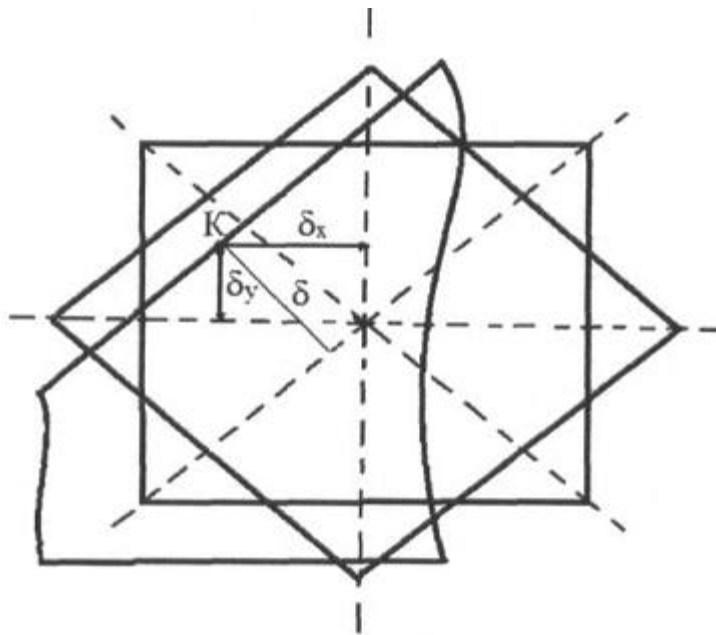
ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

20 Спосіб знаходження субпіксельних координат контурних точок зображення об'єкта, отриманого тактильно-оптичним сенсором, при якому реєструють зображення, придушують імпульсний та адитивний шуми, підвищують різкість до максимального нахилу примежової кривої, знаходять спільні точки двох примежових кривих зображень та знаходять субпіксельні зміщення відносно центра контурних пікселів по вертикальному та горизонтальному напрямках, який **відрізняється** тим, що беруть примежові криві зображення вимірювального об'єкта і оптоволоконного щупа та визначають координати контурних точок з врахуванням субпіксельних зміщень.

25



Фиг. 1



Фиг. 2

Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

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