

УДК 681.3.07

Й. Й. Білинський, д. т. н., доц.;

П. М. Ратушний, асп.;

І. В. Кліменко, асп.

МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ РІЗКОСТІ СЛАБОКОНТРАСТНИХ ДВОВИМІРНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Запропоновано метод підвищення різкості слабоконтрастних двовимірних зображень. Перепади яскравості шириною в один піксел отримують шляхом обробки зображення ковзним вікном із ваговими коефіцієнтами, що враховуються окремо для кожного пікселя зображення.

Вступ

Підвищення різкості і виділення контурів об'єктів на цифрових зображеннях, а також визначення їх геометричних параметрів є основою для різноманітних систем контролю, детектування і діагностики. Постійний розвиток цифрових технологій зумовлює відповідний розвиток і алгоритмів обробки зображень для отримання точніших параметрів.

У системах машинного зору важливу роль відіграє висока візуальна якість зображення, яка втрачається через незадовільні умови отримання, недосконалість системи передачі відеоінформації, появу різного роду завад і спотворень. Це зумовлює, як правило, прийняття невідповідних рішень при аналізі двовимірних слабоконтрастних зображень. Тому важливою задачею обробки таких зображень є створення нових підходів, що забезпечують підвищення різкості. Це дає змогу з більш високою точністю виконати контуризацію, а також визначити геометричні параметри об'єктів, що досліджуються [1, 2].

Відомі класичні методи підвищення різкості чи виділення контуру зображення не завжди дають очікувані результати. Наприклад, при виділенні контуру малокоонтрастних зашумлених зображень класичними методами, контурні лінії є широкими, оскільки зображення були розмитими, а також містили різного роду шуми. Окрім цього, наприклад, градієнтні методи, на яких ґрунтуються детектори такі, як Канні, через малу контрастність перепадів і шуми часто дають контурну лінію, координати якої не відповідають дійсності або несправжню контурну лінію [3].

Метою роботи є розробка методу підвищення різкості зображення, після обробки яким отримується зображення із перепадами яскравості шириною в один піксел.

Основні положення

Математична модель підвищення різкості малокоонтрастних цифрових зображень яка базується на обробці зображення рухомим вікном, що являє собою маску з плаваючими ваговими коефіцієнтами. Вагові коефіцієнти обчислюються окремо для кожного пікселя шляхом порівняння значення інтенсивності центрального пікселя у вікні з середнім значенням інтенсивності по вікню та з кожним пікселем у вікні окремо. Це дає змогу отримати перепад яскравості шириною в один піксел. При цьому розміри маски повинні відповідати ширині перепадів яскравості між фоном та об'єктом.

В математичній моделі точка максимального нахилу визначається шляхом введення індикатора k_{wh} , який приймає значення 0 чи 1 в залежності від того, знаходиться яскравість поточного пікселя нижче чи вище середнього рівня яскравості в околі даного пікселя.

При розмірності маски, що відповідає ширині перепадів яскравості в області перепаду буде спостерігатись одноразовий перехід індикатора k_{wh} з 0 в 1 чи навпаки.

$$k_{wh} = 1, \text{ якщо } I_{ij} \geq \frac{\sum_{i=(w-1)/2}^{i+(n-1)/2} \sum_{h=(j-(n-1)/2}^{j+(n-1)/2} (I_{wh})}{n^2}; \quad (1)$$

$$k_{wh} = 0, \text{ якщо } I_{ij} < \frac{\sum_{w=i-(n-1)/2}^{i+(n-1)/2} \sum_{h=j-(n-1)/2}^{j+(n-1)/2} (I_{wh})}{n^2}, \quad (2)$$

де n — розмірність маски; I_{ij} — вхідне значення яскравості поточного пікселя.

Знаючи місце переходу стану індикатора, необхідно підсилити перепад яскравості. Математична суть підсилення полягає в тому, що яскравості тих пікселів, що були нижче яскравості пікселя в точці переходу стану індикатора k_{wh} повинні стати ще нижчими, а ті, що були вищими повинні стати ще вищими. Це досягається шляхом порівняння яскравостей пікселів центрального та тих, що знаходяться в його околі і формуванням коефіцієнтів z_{wh} .

$$z_{wh} = 1, \text{ якщо } I_{wh} \geq I_{ij}; \quad (3)$$

$$z_{wh} = 0, \text{ якщо } I_{wh} < I_{ij}, \quad (4)$$

де I_{wh} — значення яскравості пікселів в околі поточного пікселя.

Значення 1 у відповідному місці маски вагових коефіцієнтів ставиться, якщо відповідний коефіцієнт $z_{wh} = 1$ і $k_{wh} = 1$ або $z_{wh} = 0$ і $k_{wh} = 0$. Таким чином вагові коефіцієнти обчислюються як сума по модулю 2 коефіцієнтів z_{wh} і k_{wh} .

Отже, узагальнена математична модель підвищення різкості буде мати такий вигляд:

$$\left\{ \begin{array}{l} I'_{ij} = \frac{\sum_{w=i-(n-1)/2}^{i+(n-1)/2} \sum_{h=j-(n-1)/2}^{j+(n-1)/2} (I_{wh} (\overline{k_{wh} \oplus z_{wh}}))}{\sum_{w=i-(n-1)/2}^{i+(n-1)/2} \sum_{h=j-(n-1)/2}^{j+(n-1)/2} (\overline{k_{wh} \oplus z_{wh}})}; \\ k_{wh} = 1, \text{ якщо } I_{ij} \geq \frac{\sum_{w=i-(n-1)/2}^{i+(n-1)/2} \sum_{h=j-(n-1)/2}^{j+(n-1)/2} (I_{wh})}{n^2}; \\ k_{wh} = 0, \text{ якщо } I_{ij} < \frac{\sum_{w=i-(n-1)/2}^{i+(n-1)/2} \sum_{h=j-(n-1)/2}^{j+(n-1)/2} (I_{wh})}{n^2}; \\ z_{wh} = 1, \text{ якщо } I_{wh} \geq I_{ij}; \\ z_{wh} = 0, \text{ якщо } I_{wh} < I_{ij}. \end{array} \right. \quad (5)$$

де n — розмір маски; I_{ij} — вхідне значення яскравості поточного пікселя; I'_{ij} — вихідне значення яскравості поточного пікселя.

Метод підвищення різкості передбачає такі кроки :

1. Встановлення розмірів маски $n \times n$;
2. Знаходження середнього значення інтенсивності пікселів у вікні;
3. Порівняння інтенсивностей пікселів у вікні: якщо значення інтенсивності центрального пікселя більше за середнє, то, порівнюючи значення інтенсивності кожного пікселя у вікні зі значенням інтенсивності центрального пікселя у відповідному місці маски, ставиться 1, якщо воно більше, і 0 — якщо менше останнього; якщо ж значення інтенсивності центрального пікселя менше за середнє, то, порівнюючи значення інтенсивності кожного пікселя у вікні із значенням інтенсивності центрального пікселя у відповідному місці маски, ставиться 0, якщо воно більше, і 1 — якщо менше останнього. Таким чином для поточного пікселя формується маска з коефіцієнтами 0 і 1, з якою виконується згортка поточного пікселя;
4. Формування для наступного пікселя нової маски з ваговими коефіцієнтами за вищенаведеним алгоритмом.

Результати роботи запропонованого методу використані при обробці зображень мікрокапілярів і наведені на рис. 1а і б.

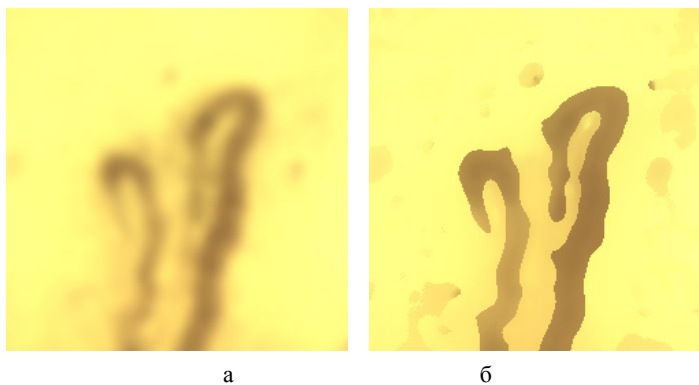


Рис. 1. Зображення мікрокапіляра (а — вхідне; б — оброблене)

На рис. 2 наведена осцилограма яскравості одного рядка зображення мікрокапіляра до та після обробки, яка дає змогу зробити висновок про високу різкість отриманого зображення.

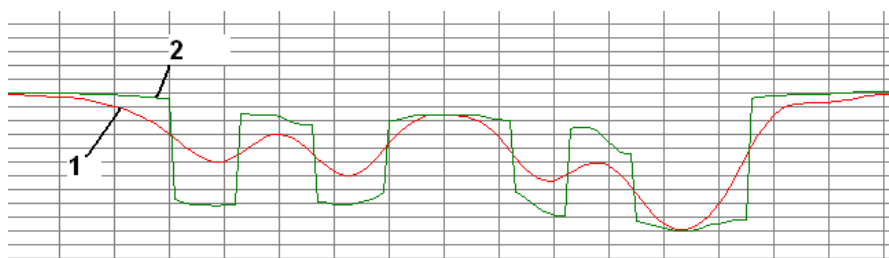


Рис. 2. Осцилограма яскравості одного рядка зображення мікрокапіляра:

а — до обробки 1; б — після обробки

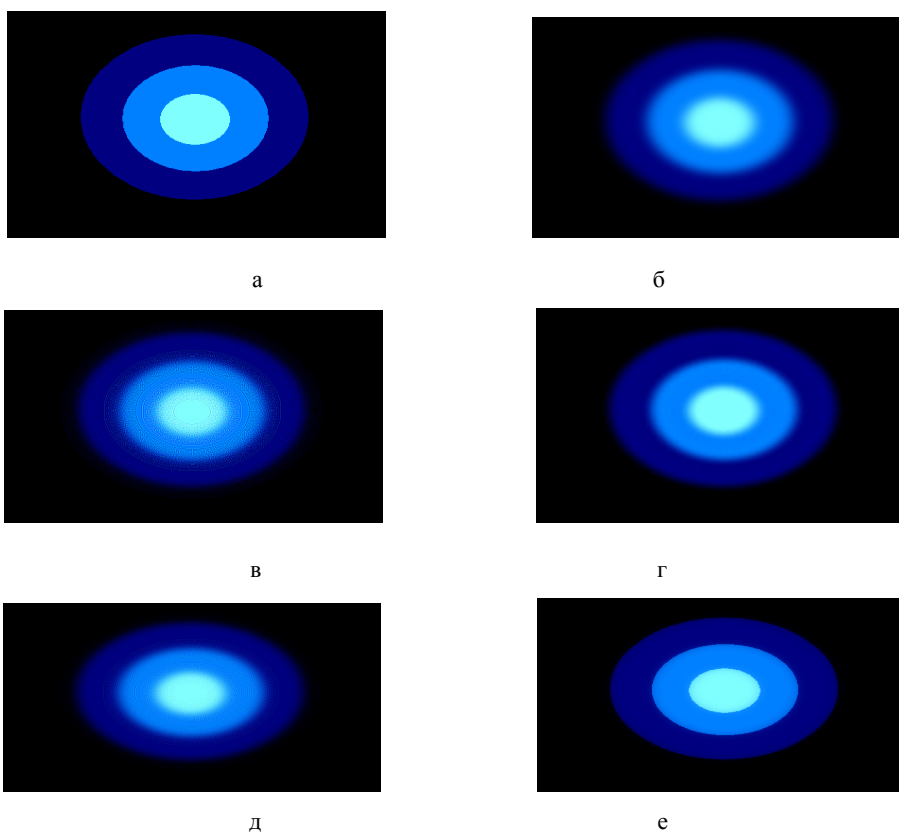


Рис. 3. Результати роботи різних методів підвищення різкості: а — вхідне зображення, б — розмите, в — оброблене в програмі Image in Depth, г — оброблене Лапласіаном, д — оброблене в програмі Photoshop, е — оброблене за запропонованим методом

Для дослідження якості роботи запропонованого методу синтезовано зображення, розмито і підвищено різкість різними методами. Порівнюючи вхідне зображення і оброблене за допомогою критеріїв PSNR та СКВ, отримані такі результати:

	PSNR	СКВ
Image in Depth	27,025	1160,9
Photoshop	28,75	780,44
Лапласіан	30,501	521,5
Запропонований метод	34,5	207,6

Висновки

Таким чином, запропонований підхід дозволяє працювати з слабкоконтрастними зображеннями, виконувати підвищення їх різкості, забезпечуючи при цьому ширину перепаду інтенсивності в один піксел, а також виділяти контури, які забезпечують визначення геометричних параметрів з високою точністю.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Форсайт, Дэвид А., Компьютерное зрение. Современный подход : пер. с англ. / Форсайт, Дэвид А., Понс Жан. — М. : Издательский дом «Вильямс», 2004. — 928 с.
2. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB / Р. Гонсалес, Р. Вудс., С. Эддинс. — М. : Техносфера, 2006. — 616 с.
3. Цифровая обработка изображений / под ред. Б. Яне — М. : Техносфера, 2007. — 584 с.

Рекомендована кафедрою електроніки

Надійшла до редакції 30.07.09
Рекомендована до друку 6.10.09

Білінський Йосип Йосипович — завідувач кафедри, **Ратушний Павло Миколайович** — аспірант, **Кліменко Ігор Володимирович** — аспірант.

Кафедра електроніки, Вінницький національний технічний університет