

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВИБОРУ РОЗМІРНОСТІ МАСКИ
ДЛЯ МЕТОДУ ПІДВИЩЕННЯ РІЗКОСТІ ДО МАКСИМАЛЬНОГО
НАХИЛУ ПРИМЕЖОВОЇ КРИВОЇ**

Стаття присвячена цифровій обробці зображень. Розроблений раніше метод підвищення різкості до максимального нахилу примежової кривої вимагає адекватного вибору розмірності маски вагових коефіцієнтів. В статті наведено результати досліджень та відповідні рекомендації по вибору розмірності маски для зазначеного методу підвищення різкості.

Ключові слова: цифрове зображення, обробка, піксел, різкість, маска, вагові коефіцієнти, розмірність.

P.M. RATUSHNY, K.V. OGORODNYK, V.V. MARTYNYUK
Vinnytsa National Technical University

**STUDY SELECTION DIMENSION MASK FOR SHARPENING METHOD
FOR MAXIMUM SLOPE BOUNDARY CURVE**

Abstract – This article is dedicated to digital images processing. Earlier developed method of sharpening to edge curve maximum slope reclaims proper size of weight coefficient mask. There is research results and corresponding advices for choosing of mask size for said sharpening method.

Keywords: digital image, processing, pixel, sharpness, mask, weight coefficients, size.

Вступ

Обробка цифрових зображень за допомогою маски вагових коефіцієнтів завжди супроводжується питанням вибору розмірності цієї маски не залежно від типу фільтра. Не правильно вибрана розмірність може призвести до небажаних результатів. Наприклад вибір маски меншого розміру ніж потрібно може викликати зайву зернистість на зображенні, а вибір маски більшого розміру – занадто велику розмитість зображення.

Для розробленого методу підвищення різкості до максимального нахилу примежової кривої (який був описаний в статті «Метод підвищення різкості слабо контрастних двовимірних зображень» [1]), також було поставлено питання розмірності маски. Для вибору адекватного розміру маски для певного зображення було проведено ряд досліджень.

Дослідження вибору розмірності маски методу підвищення різкості

Вибір розмірності маски є дуже важливим моментом в обробленні цифрових зображень. Як і будь-яка оптична система має свої фокусні відстані, так і в комп'ютерному обробленні цифрових зображень для правильної роботи фільтрів необхідно підбирати маски вагових коефіцієнтів відповідної розмірності.

Метод підвищення різкості до максимального нахилу примежової кривої дає зображення з перепадом інтенсивності в оди піксел. Математична модель методу наведена нижче:

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

де n – розмір маски;

I_{ij} – вхідне значення яскравості поточного пікселя;

I'_{ij} – вихідне значення яскравості поточного пікселя.

В запропонованій математичній моделі точка максимального нахилу визначається шляхом введення індикатора k_{wh} , який приймає значення 0 чи 1 в залежності від того, знаходиться яскравість поточного

піксела нижче чи вище середнього рівня яскравості в околі даного піксела.

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

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

$$k_{wh} = 0, \text{ якщо } I_{ij} < \frac{\sum_{w=i-(n-1)/2}^{i+(n-1)/2} \sum_{h=j-(n-1)/2}^{j+(n-1)/2} (I_{wh})}{n^2}, \quad (3)$$

де n – розмірність маски;

I_{ij} – вхідне значення яскравості поточного піксела;

Знаючи місце переходу стану індикатора необхідно підсилити перепад яскравості. Математична суть підсилення полягає в тому, що яскравості тих пікселів, що були нижче яскравості піксела 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} .

$$z_{wh} = 1, \text{ якщо } I_{wh} \geq I_{ij}; \quad (4)$$

$$z_{wh} = 0, \text{ якщо } I_{wh} < I_{ij}, \quad (5)$$

де I_{wh} – значення яскравості пікселів в околі поточного піксела.

Значення 1 в 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} .

Математична модель процесу підвищення різкості передбачає наступні кроки :

1) встановлення розмірів маски $n \times n$;

2) знаходження середнього значення інтенсивності пікселів у вікні;

3) порівняння інтенсивності центрального піксела у вікні із середнім значенням по вікню: якщо значення інтенсивності центрального піксела більше за середнє то при порівнянні значення інтенсивності кожного піксела у вікні із значенням інтенсивності центрального піксела у відповідному місці маски ставиться 1, якщо воно вище і 0, якщо нижче; якщо ж значення інтенсивності центрального піксела менше за середнє то при порівнянні значення інтенсивності кожного піксела у вікні із значенням інтенсивності центрального піксела у відповідному місці маски ставиться 0, якщо воно вище і 1, якщо нижче. Таким чином для поточного піксела формується маска із коефіцієнтами 0 і 1, з якою виконується згортка поточного піксела;

4) формування для наступного піксела нової маски з ваговими коефіцієнтами за вищенаведеним алгоритмом.

Тож дослідження полягало в тому, щоб створити зразкове зображення, спотворити його та відновити зазначеним методом, і потім порівняти зразкове зображення із відновленим.

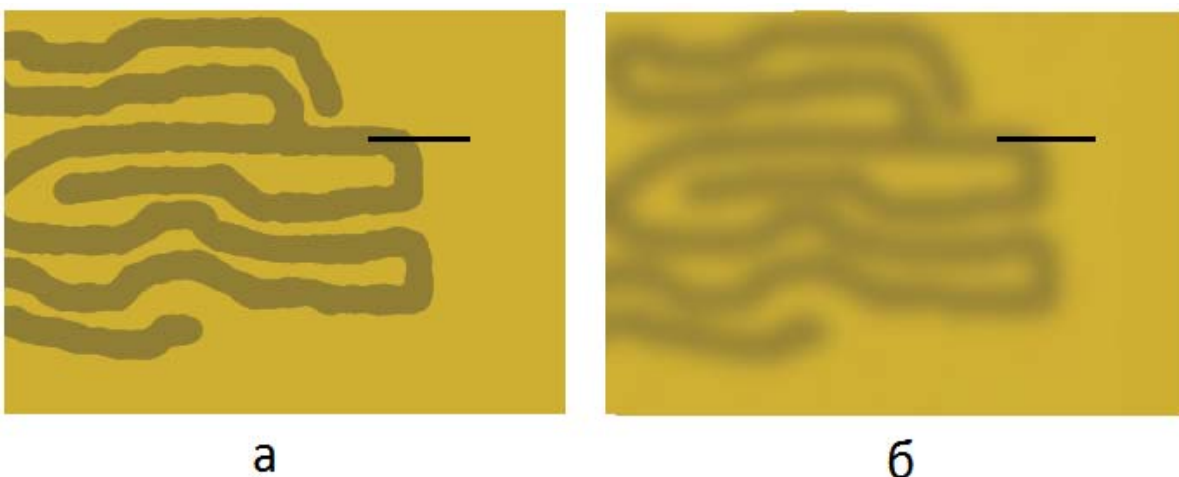


Рис. 1. Синтезовані зображення

Таке порівняння проводилось при різних розмірностях маски для вибору оптимального її значення.

Отже було синтезовано зображення (рис. 1 а) з чіткими перепадами інтенсивності шириною в один піксел, яке спотворювалось адитивним шумом та лінійним розмиттям (рис. 1 б). Ширина перепадів інтенсивності на спотвореному зображенні складає близько 17–20 пікселів, величина перепадів – не більше 30–40 градацій інтенсивності.

Отримане зображення (рис. 1 б) подібне до зображень мікрокапілярів, для яких, власне, і розроблявся метод підвищення різкості.

Позначка на рис. 1 вказує на ділянку примежової кривої, вигляд якої зображено а рис. 2. Відповідно для зразкового зображення, сотвореного шумом, та обробленого лінійним фільтром.

Це зображення (рис. 2 в) оброблювалось запропонованим методом підвищення різкості з використанням маски різних розмірів і порівнювалось із початковим синтезованим зображенням за допомогою критерію СКВ. Результати досліджень сформовані у вигляді графіка залежності значень СКВ від розмірності маски n , який наведений на рис. 3. Функція залежності має виражений мінімум на проміжку від 15 до 19 пікселів. На підставі цієї залежності можна зробити висновок: оскільки найкращий результат отримано при виборі маски розмірністю 17–19 пікселів, що відповідає ширині перепадів інтенсивностей зображення, то розмірність маски повинна вибиратися, виходячи з середнього значення ширини перепаду інтенсивності по всьому зображенню, або його частини.

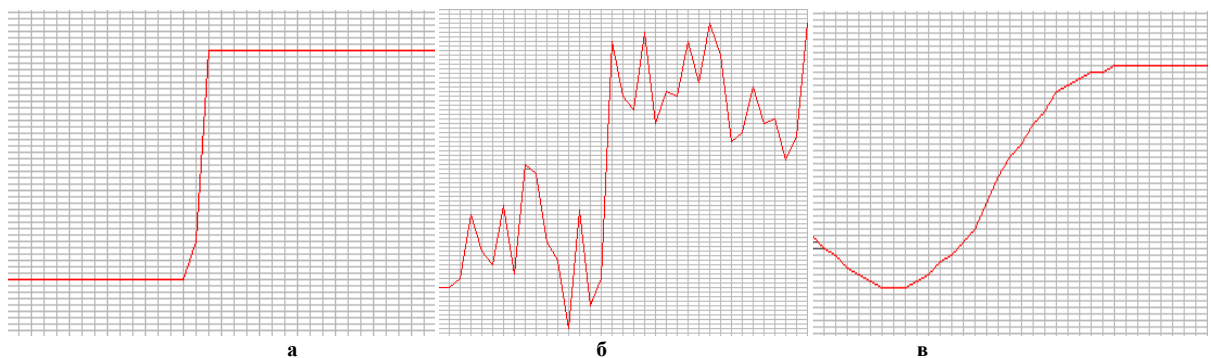


Рис. 2. Вигляд примежових кривих: а) зразкового зображення, б) зашумленого, в) фільтрованого лінійним розмиттям

При виборі маски більшого розміру ніж потрібно краї об'єктів зображення стають більш заокругленими і із збільшенням розміру віддаляються від справжніх. При виборі маски меншої розмірності зображення стає більш зернистим і виділення контуру в такому випадку призводить до появи хибних фрагментів контуру. Це можна спостерігати із зображення примежових кривих при розмірності маски 7, 19 і 35 пікселів. При розмірності маски 7 пікселів примежова крива спотворилася. А при розмірності 35 пікселів можливе зміщення перепаду від істинного.

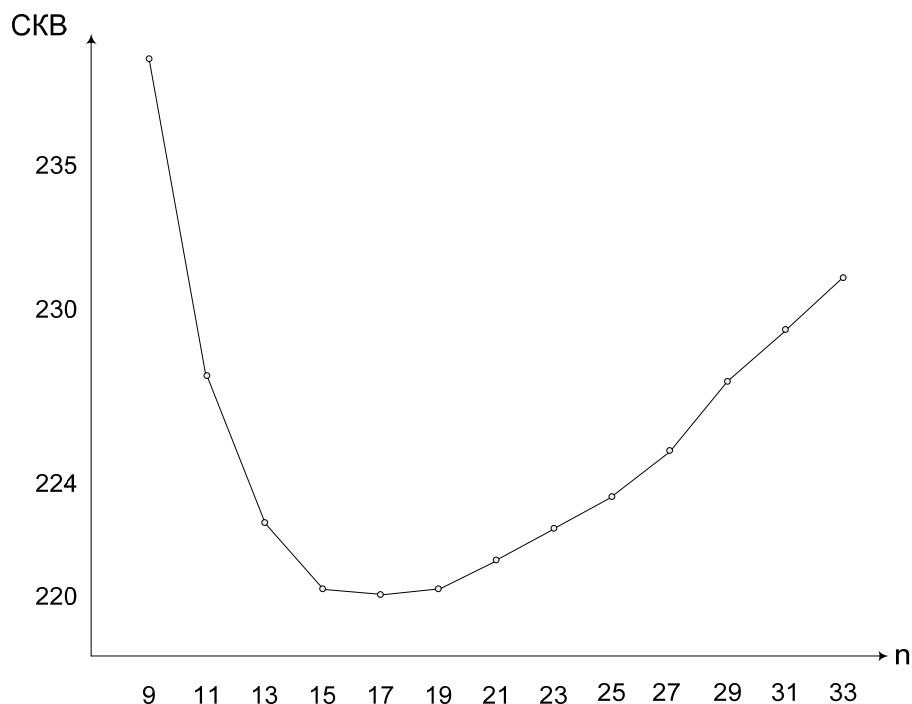


Рис. 3. Значення критерію СКВ для різних значень розмірності маски

Фрагменти ображень перепадів, які оброблялися за допомогою масок розмірності 7, 19 та 35, наведені на рис. 4.

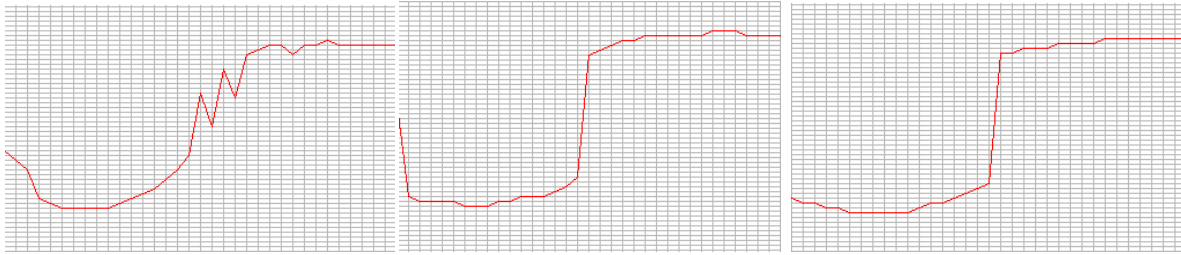


Рис. 4. Значення критерію СКВ для різних значень розмірності маски, 7, 19 та 35 відповідно

Висновки

Отже дослідження показали, що при обробці зображень методом підвищення різкості до максимального нахилу примежової кривої розмірність маски необхідно обирати такою ж як середня ширина перепадів інтенсивності на зображенні. Такий вибір дає найменшу помилку відтворення, що підтверджено графіком на рис. 3.

Література

1. Ратушний П.М. Метод підвищення різкості слабконтрастних двовимірних зображень/ Білинський Й. Й., Ратушний П. М., Кліменко І. В. // Вісник політехнічного інституту – 2009р. – № 6 – С. 12 – 15.
2. Пат. 45887 Україна, МПК G 06 K 9/36. Спосіб підвищення різкості зображення / Білинський Й. Й., Ратушний П. М., Мельничук А. О.; заявник і патентовласник Вінницький національний технічний університет – №200907326, заявл. 13.07.09; опубл. 25.11.09, Бюл. № 22.
3. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Гонсалес Р., Вудс Р. – М.: Техносфера, 2005. – 1072с.

References

1. Ratushnyy P.M. Metod pidvyshchennja rizkosti slabokonstrastnykh dvovymirnykh zobrazhen/ Bilynskij Y.Y., Ratushnyy P. M., Klivenko I. V. // Visnyk politekhnichnogo instytutu – 2009r. – № 6 – С. 12 – 15.[in Ukrainian]
2. Pat. 45887 Ukrayina, MPK G 06 K 9/36. Sposib pidvyshchennja rizkosti zobrazhennja / Bilynskij Y.Y., Ratushnyy P. M., Melnychuk A. O.; zayavnyk i patentovlasnyk Vinnytskyj natsionalnyj tekhnichnyj universytet – №200907326, zayavl. 13.07.09; opubl. 25.11.09, Byul. № 22. [in Ukrainian]
3. Gonsales R. Tsifrovaja obrabotka izobrazhenij / Gonsales R., Vuds R. – М.: Tekhnosfera, 2005. – 1072c.[in Russian]

Рецензія/Peer review : 20.10.2014 р.

Надрукована/Printed :24.10.2014 р.