

ДВОТОЧКОВИЙ МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ КОНТРАСТНОСТІ ЗОБРАЖЕНЬ

Роман Воробель, Олена Берегуляк

Фізико-механічний інститут НАН України, 79601, Львів, вул. Наукова, 5,
тел. (0322) 654803, vorobel@ah.ipm.lviv.ua

Two-point method for image contrast enhancement.
Roman Vorobel, Olena Berehulyak The analysis of contrast enhancement for gray-scale monochrome images with the usage of local contrast enhancement under its linear description is realised. Two-point method of contrast enhancement of images based on definition of the sum of two neighbour elements' contrast relative to local background is proposed and proved. Example which illustrates the efficiency of proposed method by the way of generalised contrast enhancement is submitted.

1. ВСТУП

Одним з параметрів монохромного зображення, який суттєво впливає на його якість, є контраст. Тому, намагаючись поліпшити якість зображення, стараються перетворювати його так, щоб завдяки належному контрасту можна було добре розрізняти деталі об'єктів, що мають близькі за значенням яскравості. Серед багатьох класів методів поліпшення якості зображень, як в частотній області [1], так і в просторовій [2], виділяється метод перетворення локальних контрастів, започаткований у роботі [3]. Він був розвинутий далі у роботах [4-5], однак його суть при цьому не змінилась. Спільним недоліком методів цього класу є недостатня їх ефективність. Тому за мету у даній роботі обрано підвищення ефективності методу перетворення локальних контрастів при покращанні зображень. Для її реалізації розглянемо відомий алгоритм [6] перетворення локальних контрастів та спосіб його модифікації.

2. ОДНОТОЧКОВИЙ МЕТОД ПІДСИЛЕННЯ ЛОКАЛЬНИХ КОНТРАСТІВ

Описаний у роботі [6] метод підсилення локальних контрастів побудований за триетапною схемою і використовує односточкове визначення локального контрасту центрального елемента ковзного околу з координатами (i, j)

$$C(i, j) = \frac{|L(i, j) - \bar{L}(i, j)|}{LMAX}, \quad (1)$$

де $\bar{L}(i, j)$ це усереднене значення яскравостей елементів локального околу, розміром $n \times m$:

$$\bar{L}(i, j) = \frac{1}{n \cdot m} \sum_{k=-\lfloor \frac{n}{2} \rfloor}^{\lfloor \frac{n}{2} \rfloor} \sum_{l=-\lfloor \frac{m}{2} \rfloor}^{\lfloor \frac{m}{2} \rfloor} L(i+k, j+l),$$

а $LMAX$ – максимально можлива яскравість елементів зображення L .

Другим етапом методу є нелінійне підсилення локального контрасту, яке полягає у реалізації перетворення виду

$$C^*(i, j) = F(C(i, j)), \quad (2)$$

де за $F(C(i, j))$ обрано монотонні, опуклі функції типу C^α , $0 < \alpha < 1$, $\ln(1+\alpha)$, $th(\alpha)$ та ін.

Третім етапом є відновлення поліпшеного вхідного зображення, яке реалізовується через обчислення виразу

$$L^*(i, j) = \begin{cases} \bar{L}(i, j) - C^*(i, j) \cdot LMAX, & \text{при } L(i, j) \leq \bar{L}(i, j), \\ \bar{L}(i, j) + C^*(i, j) \cdot LMAX, & \text{при } L(i, j) > \bar{L}(i, j). \end{cases} \quad (3)$$

Однак описаний метод має недостатню ефективністю. Для її збільшення нами запропонована модифікація цього методу, яка описана далі.

2. ДВОТОЧКОВИЙ МЕТОД ПІДСИЛЕННЯ ЛОКАЛЬНИХ КОНТРАСТІВ

Ідея модифікації методу базується на формуванні сумарного локального контрасту C_Σ , визначеного для двох сусідніх точок $L(i, j)$ і $L(i, j+1)$ [7]:



a) $C_{gen}=0,3412$



б) $C_{gen}=0,0969$



в) $C_{gen}=0,3968$



г) $C_{gen}=0,1392$



д) $C_{gen}=0,4097$



е) $C_{gen}=0,1419$



ж) $C_{gen}=0,4269$



з) $C_{gen}=0,1818$

Рис. Ілюстрація ефективності двоточкового методу підвищення контрастності зображень

$$C_1(i, j) = \frac{|L(i, j) - \bar{L}(i, j)|}{LMAX}, \quad (4)$$

$$C_2(i, j) = \frac{|L(i, j+1) - \bar{L}(i, j)|}{LMAX},$$

звідки

$$C_{\Sigma}(i, j) = \begin{cases} C_1(i, j) + C_2(i, j), \\ \text{при } |C_1(i, j) + C_2(i, j)| \leq 1, \\ 1, \text{ при } |C_1(i, j) + C_2(i, j)| > 1, \end{cases} \quad (5)$$

чим завершується перший етап. На другому етапі проводиться аналогічне до перетворення (2) нелінійне підсилення сумарного локального контрасту:

$$C_{\Sigma}^*(i, j) = F(|C_{\Sigma}(i, j)|)$$

з використанням монотонних, однозначних і опуклих функцій. А на третьому етапі відновлюємо поліпшене вхідне зображення використовуючи при цьому вирази, які випливають з формул (4) і (5), а саме

$$L^*(i, j) = \begin{cases} 2\bar{L}(i, j) - L(i, j+1) + C_{\Sigma}^*(i, j) \cdot LMAX, \\ \text{при } C_1(i, j) > 0 \text{ і } C_2(i, j) > 0, \\ L(i, j+1) + C_{\Sigma}^*(i, j) \cdot LMAX, \\ \text{при } C_1(i, j) > 0 \text{ і } C_2(i, j) \leq 0, \\ L(i, j+1) - C_{\Sigma}^*(i, j) \cdot LMAX, \\ \text{при } C_1(i, j) \leq 0 \text{ і } C_2(i, j) > 0, \\ 2\bar{L}(i, j) - L(i, j+1) - C_{\Sigma}^*(i, j) \cdot LMAX, \\ \text{при } C_1(i, j) \leq 0 \text{ і } C_2(i, j) \leq 0. \end{cases} \quad (6)$$

Порівнюючи отриманий вираз (6) для відновлення вхідного зображення з відомим виразом (3) зазначимо, що вони подібні у двох випадках, а саме при $C_1(i, j) > 0$ і $C_2(i, j) \leq 0$ та $C_1(i, j) \leq 0$ і $C_2(i, j) > 0$. У всіх інших випадках запропонований метод має більше ніж у (3) підсилення локального контрасту на величину $\bar{L}(i, j) - L(i, j+1)$. Це дозволяє стверджувати, що запропонований метод більш ефективний, ніж описаний у роботі [6].

За кількісну оцінку ефективності методу обрано величину узагальненого контрасту C_{gen} зображення, при лінійному описі контрасту елементів [7]. Для перевірки ефективності методу проведено обробку зображень на його основі. Як приклад, на рисунку показано зображення "Лена" (а) та "Гори" (б), що оброблялися за методом описаним у роботі [4] з використанням визначення за $\bar{L}(i, j)$ середньоарифметичного значення яскравостей ковзного околу – рис. (в) і (г); за методом [6] – рис. (д) і (е) та запропонованим методом – рис. (е) і (е). За функцію перетворення локального контрасту $F(C)$

вибиралася степенева функція C^{α} з $\alpha = 0,75$, а усереднене значення $\bar{L}(i, j)$ визначалось у вікні 15×15 елементів. Отримані значення узагальненого контрасту зображень C_{gen} підтверджують його збільшення при обробленні запропонованим методом в порівнянні з відомими.

4. ВИСНОВКИ

Запропонований двоточковий метод підвищення контрастності зображень дозволяє отримати більше підсилення локальних контрастів через детальніше врахування околу центрального елемента з координатами (i, j) елементом з координатами $(i, j+1)$. Це сприяє точнішому і більш повному перетворенню яскравостей елементів зображення.

ЛІТЕРАТУРА

- Hall E.L. *Computer Image Processing and Recognition*. New York: Academic Press.-1979.- 567p.
- Прэртт У. *Цифровая обработка изображений*. М.:Мир, 1982.-790с.
- Gordon R., Rangayyan R.M. Feature enhancement of film mammograms using fixed and adaptive neighborhoods. – *Applied Optics*. – 1984. – Vol.23. – № 4. – P. 560-564.
- Beghdadi A., Negrate A.L. Contrast enhancement technique based on local detection of edges. – *Computer, Vision, Graphics and Image Processing*. – 1989. – V. 46. – №2. – P.162-174.
- Dash L., Chatterji B.N. Adaptive contrast enhancement and de-enhancement. – *Pattern recognition*. – 1991. – V.24. – № 4. – P. 289-302.
- Воробель Р. Нелінійне перетворення зображень з лінійним визначенням контрастності. Оброблення сигналів і зображень та розпізнавання образів. *Праці Третя Всеукраїнська міжнародна конференція. 26-30 листопад 1996 р. Україна. Київ.* – УАсОІРО. – 1996. – С. 194-196.
- Воробель Р.А. Сприйняття сюжетних зображень та кількісна оцінка їх контрасту на основі лінійного опису визначення контрастності елементів. – *Доповіді НАН України.* –1998. – № 9. – С.103-108.

