

ФІЛЬТРАЦЯ ДВОВИМІРНИХ ЗОБРАЖЕНЬ ЛІТАКІВ У ЧАСТОТНІЙ ОБЛАСТІ

© Пуйда В.Я., Холод Я., 2007

Наведено результати досліджень фільтрації завад на зображеннях силуетів літаків.

Results of airplanes images spectrum noise reduction experiments are shown in the article.

Вступ. Вхідні зображення в системах технічного зору вимагають покращання якості. Методи покращання якості зображень є орієнтованими на певну задачу і можуть бути реалізовані шляхом фільтрації як в часовій, так і в частотній областях.

Постановка задачі. Дослідити та проаналізувати вплив частотних фільтрів на двовимірні зображення літаків.

Методи розв'язання задачі. Просторові методи об'єднують підходи, що ґрунтуються на маніпуляціях з пікселями зображення, а частотні – ґрунтуються на модифікації зображення в частотній області. Гібридні методи покращання зображень ґрунтуються на різних комбінаціях просторових та частотних методів.

Основна частина. Частотну фільтрацію зображень можна здійснювати на основі перетворення Фур'є.

Для зображення розміром $N \times N$ двовимірне перетворення Фур'є матиме такий вигляд [1]:

$$F(k, l) = \frac{1}{N^2} \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} f(i, j) e^{-i2\pi \left(\frac{ki}{N} + \frac{lj}{N} \right)} \quad (1)$$

де $f(i, j)$ – вхідне зображення, $F(k, l)$ – Фур'є-образ зображення, N – розмір зображення.

Двовимірне перетворення Фур'є можна подати у такому вигляді:

$$F(k, l) = \frac{1}{N} \sum_{j=0}^{N-1} P(k, j) e^{-i2\pi \frac{lj}{N}} \quad (2)$$

де

$$P(k, j) = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} f(i, j) e^{-i2\pi \frac{ki}{N}} \quad (3)$$

де $f(i, j)$ – оригінальне зображення; $F(k, l)$ – Фур'є-образ зображення; $P(k, j)$ – результат обробки горизонталей зображення; N – розмір зображення.

Аналогічно можна здійснити зворотне перетворення. Це робиться за допомогою інверсного перетворення Фур'є. Для двовимірного зображення воно має такий вигляд [1]:

$$f(i, j) = \frac{1}{N^2} \sum_{k=0}^{N-1} \sum_{l=0}^{N-1} F(k, l) e^{i2\pi \left(\frac{ki}{N} + \frac{lj}{N} \right)} \quad (4)$$

де $f(i, j)$ – це оригінальне зображення, $F(k, l)$ – Фур'є-образ зображення, N – розмір зображення.

Найінформативнішим зображенням є кольорове. Під час фільтрації з кольорового зображення потрібно виділяти його складові, наприклад, червоний, зелений, синій кольори та яскравісну складові.

Для фільтрації зображень використаємо формулу такого вигляду [1]:

$$D(u,v) = \left[\left(u - \frac{M}{2} \right)^2 + \left(v - \frac{N}{2} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

де u, v – координати поточного пікселя, $D(u,v)$ – область фільтрації, M, N – розмір зображення.

Проведено дослідження фільтрів з різними частотними характеристиками.

Математично це можна подати так:

– для низькочастотних фільтрів

$$H(u,v) = 1, \text{ при } D(u,v) < D_0$$

$$H(u,v) = 0, \text{ при } D(u,v) > D_0$$

– для високочастотних фільтрів

$$H(u,v) = 0, \text{ при } D(u,v) < D_0$$

$$H(u,v) = 1, \text{ при } D(u,v) > D_0 \quad (6)$$

де $H(u,v)$ – передатна функція фільтра, а D_0 – радіус дії фільтра.

Проведемо дослідження фільтрів з різними характеристиками.

Результати. Під час використання фільтрації двовимірних зображень в частотній області необхідно орієнтуватись на конкретну задачу (все залежить від умов зйомки, апаратури, стану зображення тощо, тобто присутніх завад). Якщо в завадах переважає один колір, то можна обійтись фільтрацією лише однієї складової. Проте існують задачі, де необхідно фільтрувати зображення в кількох складових одночасно.

Найефективнішою є фільтрація усіх складових одночасно. Але це спричиняє сильну зміну первинного зображення (наприклад: значного розмиття меж об'єктів). Тому здебільшого можна використовувати фільтрацію лише однієї складової. Фільтрація (високочастотна та низькочастотна) лише однієї складової може призвести до отримання прийняттого результату, а вихідне зображення не втратить корисної інформації.

Фільтрація червоної складової зображення дозволяє послаблювати ті завади, які містять в собі червоний колір. Наслідками такої фільтрації є розмиття меж червоних об'єктів. Такий самий ефект отримуємо під час фільтрації зеленої та синьої складових. Проте, фільтрація лише червоної складової приводить до послаблення більшості завад (наприклад: завади фіолетового кольору легко фільтруються в червоній складовій зображення). Якщо завади складаються з зеленого або синього кольору, то їх необхідно фільтрувати в зеленій або синій складовій зображення. Яскравісні завади необхідно фільтрувати лише в яскравісній області.



Рис. 1. Якісне зображення



Рис. 2. Спотворене зображення

Ширина профілю високочастотного фільтра впливає на кількість високочастотних завад, що будуть відфільтровані. Чим більша площа завад на зображенні, тим ширшим повинен бути профіль високочастотного фільтра.

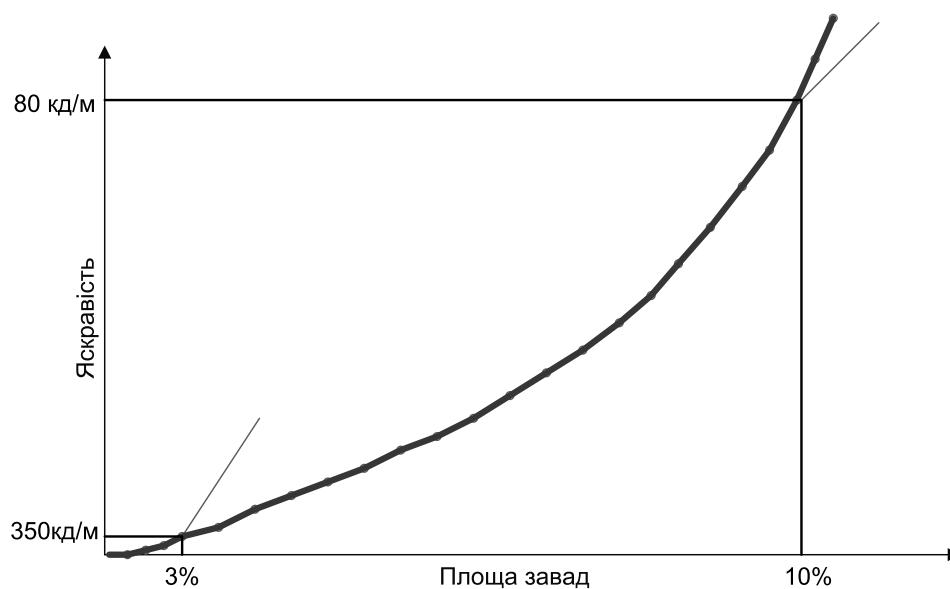


Рис. 3. Залежність ефективності фільтрації від рівня розмиття меж об'єктів

За отриманими результатами низькочастотні фільтри дозволяють забрати всі великі деталі зображення та змінювати його контрастність. На практиці по мірі зменшення радіуса фільтра все менше буде змінюватись контрастність зображення.

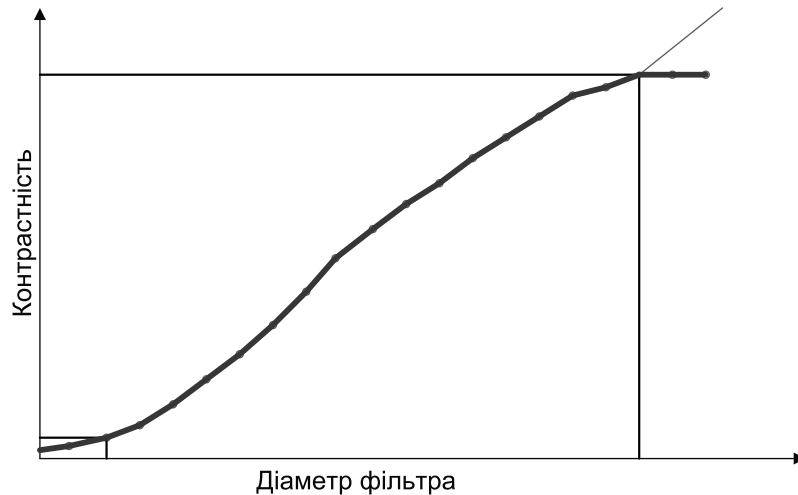


Рис. 4. Залежність зміни контрастності зображення від радіуса низькочастотного фільтра
 Приклад частотної фільтрації зображення показаний на рис. 5.



Рис. 5. Зображення після частотної фільтрації

Висновки. 1. Якщо площа завад становить 10% від площі зображення, то під час фільтрації високочастотним фільтром межі об'єктів стануть дуже нечіткими і пропаде значна кількість текстурної інформації.

2. Під час фільтрації зображень, площа завад на яких менша 3%, негативна дія високо-частотних фільтрів є незначною.

3. Якщо діаметр низькочастотного фільтра дорівнює 5–10% ширини зображення, то об'єкти на ньому практично неможливо розрізнити із-за високої контрастності.

4. Досліди показали, що оптимальний діаметр низькочастотного фільтра 85–90% ширини зображення.

1. Гонсалес Р., Вудс Р. *Цифровая обработка изображений*. – М.: Техносфера. – С. 238–242, 2006. 2. William K. Pratt, *“Digital Image Processing”, PIKS Inside, John Wiley & Sons, 2001, Third Edition*. – Р. 613–641.