

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ФІЛЬТРАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ

Фірстов М.В.

Науковий керівник – д.ф.-м.н., проф. Грицунов О.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки

(61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. МЕЕПП, тел. (057) 702-13-62)

e-mail: mykola.firstov@nure.ua, факс (057) 702-11-13

This work is devoted to the issue of increasing image quality using mathematical methods. Also, two algorithms of filtering and their advantages are described and illustrated. Methods are widely applicable in modern electronic devices nowadays.

З математичної точки зору алгоритм моделювання обробки зображень є досить простим і складається з трьох основних дій. Це, по-перше, пряме двовимірне дискретне перетворення Фур'є вихідної функції $F(m_x, m_y)$:

$$C(n_x, n_y) = \frac{1}{N_x N_y} \sum_{m_y=-N_y/2+1}^{+N_y/2} \sum_{m_x=-N_x/2+1}^{+N_x/2} F(m_x, m_y) \times \\ \times \exp\left(-\frac{2\pi i n_x m_x}{N_x}\right) \exp\left(-\frac{2\pi i n_y m_y}{N_y}\right),$$

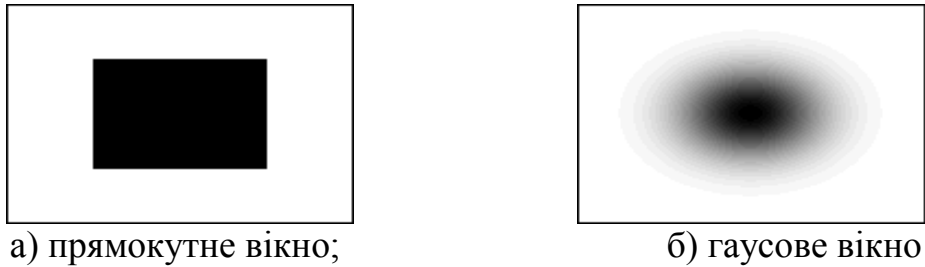
де $C(n_x, n_y)$ – одержувані Фур'є-гармоніки зображення; N_x – розмір зображення по осі x в пікселях; N_y – розмір зображення по осі y в пікселях.

Далі слідує фільтрація отриманих гармонік $C(n_x, n_y)$ низькочастотним, високочастотним або смуговим фільтром в одному або обох напрямках. Відфільтровані гармоніки піддаються зворотному двовимірному дискретному перетворенню Фур'є (синтезу):

$$F(n_x, n_y) = \sum_{m_y=-N_y/2+1}^{+N_y/2} \sum_{m_x=-N_x/2+1}^{+N_x/2} C(m_x, m_y) \times \\ \times \exp\left(\frac{2\pi i n_x m_x}{N_x}\right) \exp\left(\frac{2\pi i n_y m_y}{N_y}\right).$$

Незважаючи на зовнішню простоту, існує ряд проблем, які необхідно подолати в ході реалізації методики поліпшення зображень. Однією з них є вибір алгоритму фільтрації гармонік зображення. Існує безліч способів фільтрації. Найпростішим є віконне зважування з використанням відповідного частотного вікна. Серед усіх відомих частотних вікон найбільш простими є прямокутне і гаусове. Перше полягає в зануленні всіх гармонік,

частоти яких в одному і іншому напрямках виходять за межі вікна, в той час як гармоніки, частоти яких лежать в межах вікна, залишаються без змін. Схематично одне з таких вікон (низькочастотне) показано на рис. 1, а.



а) прямокутне вікно;

б) гаусове вікно

Рис. 1. Типові частотні вікна

Чорний колір на рис. 1 відповідає максимуму функції. Іншим часто використовуваним вікном є гаусове (експоненціально-квадратичне, рис. 1, б). Воно зменшує амплітуди вихідних гармонік на величину, пропорційну експоненті квадрата їх номера в спектрі (або сумі квадратів номерів по обох напрямках). Наприклад, для низькочастотного вікна така залежність може бути виражена формулою:

$$C_f(n_x, n_y) = C(n_x, n_y) \exp\left(-\sigma \frac{n_x^2 + n_y^2}{N_x^2 + N_y^2}\right),$$

де $C_f(n_x, n_y)$ – амплітуда гармоніки після фільтрації; σ – коефіцієнт ширини вікна. При малому коефіцієнті σ експонента у формулі загасає повільно, і вікно виходить широким. При великому σ вікно стає вузьким. Перевагою гаусового вікна в порівнянні з прямокутним є те, що гармоніки «обриваються» не стрибком, а поступово (рис. 1, б), в результаті чого зменшуються небажані крайові ефекти.

В доповіді розглянуто результати застосування різноманітних алгоритмів низькочастотної фільтрації для покращення якості кольорових та чорно-білих зображень як художнього, так і наукового застосування. Встановлено, що з точки зору візуального сприйняття кращі результати дають гаусові вікна. Однак при технічному аналізі зображень (наприклад, з метою обробки числових даних скануючої зондової мікроскопії) більш перспективними є такі вікна, що дозволяють керувати об'ємом інформації.

Література: 1. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии. Уч. пособие. – Н. Новгород: Институт физики микроструктур РАН, 2004. – 114 с.