

УДК 681.84.083

М.Б. Гумен, канд. техн. наук

Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

**МЕТОДИ КОМП'ЮТЕРНОГО ОБРОБЛЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ
ТА СФЕРИ ЇХ РАЦІОНАЛЬНОГО ЗАСТОСУВАННЯ****Н.Б. Гумен**, канд. техн. наук

Национальный авиационный университет, г. Киев, Украина

**МЕТОДЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ОБЛАСТИ
ИХ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ****M.B. Humen**, Candidate of Technical Sciences

National Aviation University, Kyiv, Ukraine

**METHODS OF COMPUTER PROCESSING OF IMAGES AND AREA
OF THEIR RATIONAL USE**

Розглянуто методи комп'ютерного оброблення зображень та сфери їх раціонального застосування. Проаналізовано лінійне контрастування, корекцію динамічного діапазону, перетворення гістограм, фільтрацію зображень, виділення границь. Проаналізовано та виявлено основні недоліки та переваги кожного з методів комп'ютерного оброблення зображень.

Ключові слова: оброблення зображень, методи, характеристики зображень.

Рассмотрены методы компьютерной обработки изображений и области их рационального применения. Исследовано линейное контрастирование, коррекцию динамического диапазона, преобразование гистограмм, фильтрацию изображений, выделение границ. Проанализированы и выявлены основные недостатки и преимущества каждого из методов компьютерной обработки изображений.

Ключевые слова: обработка изображений, методы, характеристики изображений.

The methods of the computer processing of images and their rational application domain are considered in this article. Investigational linear contrasting, correction of dynamic range, transformation of histograms, filtration of images, selection of scopes. Analysed and exposed basic failings and advantages each of methods of the computer processing of images.

Key words: processing of images, methods, descriptions of images.

Вступ. Сьогодні важко уявити сферу діяльності, в якій можна обійтися без комп'ютерного оброблення зображень. Інтернет, мобільний телефон, відеокамера, фотоапарат, сканер, принтер стрімко увійшли в наш побут. Комп'ютерне оброблення зображень застосовується в задачах експертизи живопису неруйнівними методами, у промисловості, медицині, космічній галузі, під час управління процесами, автоматизації виявлення і супроводу об'єктів, розпізнаванні образів, під час аналізу місцевості, розвідці корисних копалин, у системах протипожежної безпеки, контролі якості виробленої продукції, для відновлення старих фільмів тощо.

Під час комп'ютерного оброблення зображень вирішується велика кількість завдань, таких як поліпшення якості зображень; вимірювання параметрів; спектральний аналіз багатовимірних сигналів; розпізнавання та стиснення зображень. Тому дуже важливо володіти сучасними комп'ютерними методами оброблення зображення та раціонально застосовувати їх в усіх сферах діяльності людей.

Методи та результати досліджень. У багатьох комп'ютерних системах результати оброблення даних подаються у вигляді зображення на екрані. При цьому одержувачем інформації є спостерігач. Процедуру, що забезпечує таке подання, називають візуалізацією. Бажано за допомогою оброблення надати виведеному зображенню такі якості, завдяки яким його сприйняття людиною було б по можливості комфортним. Для реалізації зазначеної мети застосовуються методи, в яких здійснюється тільки поелементне оброблення. У цьому випадку результат оброблення в будь-якій точці кадру залежить тільки від значення вхідного зображення в цій же точці. Очевидною перевагою таких процедур є їх гранична простота.

Поелементне оброблення означає, що існує однозначна функціональна залежність

$$g(n, m) = \varphi[f(n, m)], \quad (1)$$

де $f(n, m)$ і $g(n, m)$ – значення яскравості необробленого (вхідного) й одержуваного після оброблення (вихідного) зображень відповідно в точці кадру, що має декартові координати n (номер стовпця) і m (номер рядка).

Лінійне контрастування. Слабкий контраст – найбільш поширена властивість ТВ та ІЧ зображень, зумовлене умовами спостереження, обмеженням діапазону відтворюваної яскравості. Під час лінійного контрастування реалізується лінійне поелементне перетворення $g(n, m) = af(n, m) + b$. Для заданих значень мінімальної g_{\min} та максимальної g_{\max} вихідної яскравості

$$g(n, m) = [(f - f_{\min})(g_{\max} - g_{\min})] / (f_{\max} - f_{\min}) + g_{\min}, \quad (2)$$

де f_{\min} та f_{\max} – мінімальна і максимальна яскравості вхідного зображення.

Корекція динамічного діапазону. Відомо, що при недостатньому освітленні формуються зображення з обмеженим динамічним діапазоном. Корекція певного діапазону яскравості $[f_l, f_p]$ проводиться перетворенням, передатна характеристика якого має форму, зображену на рис. 1. При цьому інші ділянки виявляються представленими певним «сірим» фоном (мають яскравість, що відповідає рівню g_{\min}).

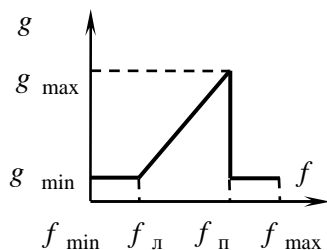


Рис. 1. Передатна характеристика

Перетворення гістограм. Під час поелементних перетворень відбувається зміна закону розподілу ймовірностей зображення. Лінійне контрастування зберігає вигляд функції щільності ймовірності, проте в загальному випадку змінює її параметри. Під час вирішення практичних задач оброблення зображень може бути поставлено завдання: за відомими функціями щільності ймовірностей $p(f)$ і $p(g)$ визначити потрібне перетворення $g = \varphi(f)$.

Встановлено, що для рівномірного закону розподілу

$$g(n, m) = (g_{\max} - g_{\min})p(f) + g_{\min}. \quad (3)$$

Таким чином, перетворення (3) передбачає знання закону розподілу вхідного зображення. Як правило, достовірних відомостей про нього немає. Тому на практиці перетворення розподілів виконують у два етапи. На першому етапі спочатку визначається гістограма вхідного зображення за шкалою його яскравості, а потім на її основі оцінка $p(f)$. На другому виконується саме нелінійне перетворення (3). Зазначимо, що процедури перетворення гістограм можуть застосовуватися як до зображення в цілому, так і до окремих його фрагментів.

Переважає більшість процедур оброблення для отримання результату в кожній точці кадру використовує вхідні дані з деякої безлічі точок вхідного зображення, що оточують оброблювану точку. Це методи непоелементного оброблення зображень.

Фільтрація зображень. Зображення здійснюється у просторовій і частотній областях. Застосування процедур фільтрації приводить до істотного зниження рівня шуму в зображенні. Під час просторової фільтрації перетворення виконується безпосередньо над значеннями відліків зображення. Ідеологія просторової фільтрації ґрунтується на використанні як даних для поточної точки, так і області навколо неї.

Як просторова фільтрація у практиці цифрового оброблення зображень широко застосовується маскова фільтрація. Як маски, використовується безліч вагових коефіцієнтів, заданих для всіх точок, що зазвичай симетрично оточують поточну точку кадру в певній області. Поширеною формою такої області є квадрат 3×3 з поточним елементом у центрі. Одним із варіантів є рівномірна маска, всі дев'ять вагових коефіцієнтів якої

дорівнюють $1/9$. Такий вибір коефіцієнтів відповідає умові збереження середньої яскравості.

Лінійна просторова фільтрація ґрунтується на операції двовимірної згортки імпульсної характеристики (ІХ) фільтра $h(s,t)$ із зображенням $f(x,y)$, де s – координата характеристики в горизонтальному напрямку вздовж осі x , $s \in [-n/2, n/2]$, t – координата характеристики у вертикальному напрямку вздовж осі y , $t \in [-m/2, m/2]$. Маскою такого фільтра є прямокутна область розміром $n \times m$, на якій задана імпульсна характеристика. Відгук фільтра $g(x,y)$ у цьому разі визначається сумою добутків відліків зображення на відповідні відліки дзеркального відображення ІХ. Лінійна фільтрація широко застосовується під час придушення шумів у зображенні, для компенсації нерівномірності чутливості, створення ефектів розмиття зображень, у задачах виділення контурів на зображенні, підкреслення верхніх просторових частот.

Нелінійна просторова фільтрація. В результаті застосування лінійних фільтрів відбувається послаблення шумів, але одночасно розмиваються межі між областями з різною амплітудою сигналу. Для підвищення чіткості границь розроблені різні нелінійні фільтри, які функціонують у ковзному вікні і виконують нелінійні перетворення відліків зображення за певною маскою фільтра. Так, у *сигма фільтрі* центральний елемент маски подається зваженим середнім значенням, яке обчислюється за амплітудами відліків яскравості, значення яких потрапляють в область S навколо центрального елемента:

$$S = \{(s,t) : |f(x-s, y-t) - f(x,y)| \leq k\sigma\},$$

де σ – середньоквадратичне відхилення (СКВ) шуму або СКВ у масці, або СКВ зображення.

Найбільш ефективними за сукупністю факторів: згладжування шуму на однорідних ділянках зображення, збереження стрибків змін яскравості, мінімального спотворення форми границь, послаблення імпульсного шуму, обчислювальної ефективності є *медіанні фільтри*.

Медіанний фільтр (МФ), запропонований Тьюкі в 1974 р., подає центральний елемент маски медіаною впорядкованої вибірки, сформованої з усіх амплітуд відліків, що покриваються маскою фільтра. Під час медіанної фільтрації використовується ковзне двовимірне вікно непарної розмірності $m \times n$. Відліки зображення, що опинилися в межах вікна, утворюють робочу вибірку поточного відліку. Для упорядкованої зростаючої послідовності $\{f_i, i = 1, \dots, mn\}$ медіаною буде той елемент вибірки, який займає середнє положення в ній. Цей елемент і визначає результат медіанної фільтрації для цієї точки кадру.

Звичайні МФ спричиняють приглушення ВЧ складової зображення, і, як наслідок, – розмивання країв і текстур. Застосування адаптивних МФ зі змінюваною ІХ залежно від локального значення сигналу зображення дає змогу видалити біполярну імпульсну заваду, забезпечити згладжування шумів і зменшити приглушення ВЧ у зображенні.

МФ фільтр відноситься до рангових фільтрів. Так, вибір мінімального відліку в масці (ранг дорівнює 1) дає змогу виконати ерозію, а максимального (ранг дорівнює mn) – дилатацію. Ці операції широко використовуються в морфологічному обробленні зображень.

Частотна фільтрація зображень забезпечується застосуванням частотних фільтрів із потрібною частотною характеристикою. Зазвичай, це фільтри Баттерворта, Чебишева, Лежандра, Бесселя тощо.

Виділення границь. Границі – це такі криві на зображенні, вздовж яких відбувається різка зміна яскравості або її похідних за просторовими змінними. Найбільш цікавими є зміни яскравості, які відображають важливі особливості зображуваної поверхні. До них відносяться місця, де орієнтація поверхні змінюється стрибкоподібно, або один

об'єкт загороджує інший, або розміщується границя тіні, або відсутня безперервність у відбивних властивостях поверхні тощо. У будь-якому разі потрібно локалізувати місця розривів яскравості, а отже і ділянки, де можна виявити фрагмент краю. Інтуїтивно краєм, зазвичай, є границя між двома областями, кожна з яких має приблизно рівномірну яскравість. Традиційними способами вирішення зазначеної проблеми є *градієнтні методи на прямій та площині*.

Комп'ютерне дослідження розглянутих методів покращення зображення в середовищі MATLAB дало змогу виробити певні рекомендації щодо їхнього застосування у системах цифрового оброблення зображень, використовуваних у різних сферах людської діяльності.

Так, у космічній галузі, зважаючи на те, що зображення, отримані за допомогою космічних засобів дистанційного зондування Землі, відіграють виключно важливу роль у наукових дослідженнях, промислових, господарських, військових сферах, доцільним є застосування таких методів покращення зображення, як контрастування, підкреслення границь, вирівнювання гістограми.

У медицині інтенсивно впроваджують різні електронні пристрої, які позитивно впливають на підвищення діагностики, лікування та профілактики захворювань. У більшості випадків, відеодані отримують за допомогою мікроскопії, рентгенографії, ангіографії, ультразвукових досліджень та томографії. Ці дані дають змогу виявляти пухлини, атеросклероз, оцінювати розміри органів, параметри кровообігу тощо. Цифрові системи оброблення зображень спрощують та прискорюють роботу, дають шанс скоротити час оброблення інформації, що може бути життєво важливим. Ось чому, наприклад, у медицині доцільно застосовувати такі методи покращення візуальної якості зображення, як підсилення локальних контрастів, фільтрацію, збільшення динамічного діапазону.

Для систем відеоспостереження, які функціонують, працюють у різних погодних умовах як вдень, так і вночі, часто при недостатньому освітленні для покращення зображення заслуговують на увагу методи вирівнювання гістограм, підкреслення границь, розширення динамічного діапазону, фільтрації, підсилення локальних контрастів.

Висновки. Комп'ютерне оброблення інформації – це один із найінтенсивніших напрямків розвитку, пов'язаний з автоматизацією систем, автоматичним аналізом отриманої інформації, що підвищує рівень безпеки та спрощує роботу людини. Значна частина задач оброблення інформації та аналізу даних пов'язана із зображеннями. Під час розгляду методів покращення зображень завжди гостро стоїть питання вибору критеріїв оцінювання якості їх перетворення.

Для покращення зображення у медицині доцільно застосовувати підсилення локальних контрастів, фільтрацію, збільшення динамічного діапазону, для аерокосмічних знімків – контрастування, підкреслення границь, вирівнювання гістограми, а у системах відеоспостереження – підкреслення границь, розширення динамічного діапазону, вирівнювання гістограм, фільтрації, підсилення локальних контрастів.

Список використаних джерел

1. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М. : Техносфера, 2005. – 1072 с.
2. Зубарев Ю. Б. Цифровое телевизионное вещание. Основы, методы, системы / Ю. Б. Зубарев, М. И. Кривошеев, И. Н. Красносельский. – М. : НИИР, 2001. – 568 с.
3. Телевидение : учебник для высших учебных заведений / А. А. Гоголь, В. Е. Джакония, Я. В. Друзин и др. – М. : Горячая линия – Телеком, 2007. – 616 с.