

УДК 004.04.046

DOI: 10.31673/2412-9070.2020.063335

І. М. КРИВЕНКО, студент;

О. Ю. ІЛЬІН, доктор техн. наук, професор;

І. С. ЩЕРБИНА, канд. техн. наук, доцент,

Державний університет телекомунікацій, Київ

УДОСКОНАЛЕННЯ АЛГОРИТМУ ФІЛЬТРАЦІЇ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ СПЛАЙНОВОГО ФІЛЬТРА В СЕРЕДОВИЩІ MATLAB

Запропоновано застосування сучасних технологій для відновлення зображень на прикладі медіанного та сплайнового фільтрів. Показано сучасні підходи для розв'язання даних проблем, їх переваги та недоліки.

Створено власний сплайновий та медіанний фільтри, за допомогою яких здійснюється фільтрація зашумлених зображень. На основі результатів фільтрацій проведено порівняння медіанного та сплайнового фільтрів.

Ключові слова: просторове оброблення; частотне оброблення; матриця; зображення; перетворення Фур'є; шум Гаусса; сплайнова фільтрація.

ВСТУП

Однією з фундаментальних проблем сучасності є проблема зорового сприйняття. Виникнувши дуже давно, вона залишається актуальною і в наш час, адже зображення є природним засобом спілкування людини і машини в будь-яких системах оброблення, аналізу і контролю.

Сьогодні набули широкого розвитку галузі науки і техніки, в яких застосовуються системи оброблення інформації з використанням даних у цифровому вигляді. Базові складові таких систем цифрового перетворення інформації призначено для переведення в цифровий вигляд природних або штучних об'єктів, які є носіями інформації в аналоговому вигляді. Дані у цифровому вигляді використовуються для збереження, передавання, аналізу й оброблення в системах цифрового оброблення інформації.

Комп'ютерна графіка має три основних напрямки: візуалізацію, оброблення зображень і розпізнавання образів [1]. Візуалізація — це створення зображення на основі деякого опису (моделі). Основна задача розпізнавання образів — отримання семантичного опису зображених предметів. Оброблення зображень відповідає за перетворення (фільтрацію) зображень. Розвиток сучасних засобів комп'ютерної техніки і інформаційних технологій сприяють широкому впровадженню в практику систем автоматичного оброблення зображень.

Першочергове завдання системи полягає в покращенні якості зображення. Проблема шумопридушення є однією з найбільш актуальних і поширених проблем щодо оброблення зображень. Найбільш відомі види шумів — це шуми Гаусса і імпульсні шуми, а також їх комбінації [2; 3].

ОСНОВНА ЧАСТИНА

Головна мета покращення полягає в такому обробленні зображення, щоб результат виявився

більш придатним з погляду конкретного застосування. Слово «конкретне» є тут важливим, оскільки воно з самого початку встановлює, що методи, які ми будемо застосовувати, значною мірою проблемно-орієнтовані. Так, наприклад, метод, який добре підходить для покращення рентгенівських зображень, не обов'язково є найкращим для оброблення знімків Марса, які були передані космічним апаратом.

Одним із основних типів інформаційних систем, що використовують цифрові дані, є рентгенографічні системи. Особливе, важливе значення мають методи оброблення рентгенівських зображень. Ефективність поставлення правильного діагнозу, виявлення на початкових стадіях тяжких хвороб значною мірою досягається завдяки якості цифрових матеріалів. Отже, основним завданням оброблення — це усунення дефектів, зменшення впливу спотворень і шумів, перетворення зображення в зручне для спостереження лікарем-рентгенологом.

Існуючі підходи для поліпшення цифрових зображень

Найвні підходи щодо розв'язання завдань поліпшення цифрового зображення та відновлення його структури поділяються на дві категорії:

1) методи оброблення в просторовій ділянці (просторові методи), які ґрунтуються на прямому маніпулюванні пікселями зображення;

2) методи оброблення в частотному діапазоні (частотні методи), які ґрунтуються на модифікації (фільтрації) сигналу.

Основи просторового оброблення цифрових зображень

Термін «просторова ділянка» належить до множини пікселів, які складають зображення. Просторові методи оброблення зображень опе-

рують безпосередньо значеннями цих пікселів. Більш того, може оперувати надпоследовністю вхідних зображень, наприклад, виконуючи поелементне підсумовування зображень для зменшення шуму.

Головний підхід у визначенні околу точки полягає у використанні квадратної або прямокутної ділянки — підмножини зображення, центрованої в точці. Центр такої підмножини пересувається від пікселя до пікселя, починаючи, наприклад, з верхнього лівого кута. Оператор виконується в кожній точці, даючи в результаті вихідне значення для даної точки. Процес використовує тільки пікселі всередині ділянки зображення, обмеженого деяким околom. Квадратні або прямокутні масиви є, безперечно, найбільш поширеними через простоту їх реалізації, хоча інколи застосовуються околі іншої форми, наприклад форми, близької до кола.

Методи цифрового оброблення зображень у частотному діапазоні

Оскільки цифрові зображення описують дво-мірними дискретними функціями, розглядатимемо дискретне перетворення Фур'є (ДПФ) саме для таких функцій.

Координатна система, задаючи аргументи частотними змінними i , називається частотним діапазоном. У цьому разі можна виявити аналогію із завданням аргументів просторовими змінними i . Навіть якщо зображення дійсне, його перетворення Фур'є, як правило, є комплексним. Основний метод візуального аналізу цього перетворення полягає в обчисленні його спектра і його відображення на дисплеї. Кожний елемент фур'є-образу містить усі відліки функції, помножені на значення експоненціальних членів, тому зазвичай неможливо встановити пряму відповідність між характерними деталями зображення і його образом. Проте можна зробити деякі спільні висновки щодо взаємозв'язку частотних складових фур'є-образу і просторових характеристик зображення. Наприклад, оскільки частота прямо пов'язана зі швидкістю зміни сигналу, то зрозуміло, що частоти у перетвореннях Фур'є пов'язані з варіацією яскравості на зображенні. Найбільш повільно змінювана (постійна) частотна складова збігається з середньою яскравістю зображення. Низькі частоти, що відповідають точкам поблизу початку координат фур'є-перетворення, відповідають змінним компонентам зображення. На зображенні кімнати, наприклад, вони можуть відповідати плавним змінам яскравості стін і підлоги. Із віддаленням від початку координат вищі частоти починають відповідати все більшим змінам яскравості деталей зображення та їх меж.

Відновлення зображень

Як і в разі покращення зображень, кінцевою метою їх відновлення є підвищення якості зображення в деякому попередньо визначеному сенсі. Незважаючи на перетин площин застосування методів обох класів, покращення зображень стає здебільшого суб'єктивним процесом, тоді як процес відновлення має об'єктивний характер. У процесі відновлення робиться спроба реконструювати або відтворити зображення, що було до цього спотворене, використовуючи апріорну інформацію про явище, яке спричинило погіршення зображення. Тому методи відновлення базуються на моделюванні процесів і застосуванні обернених процедур для відтворення початкового зображення.

Цей підхід зазвичай включає в себе розробку критеріїв якості, які дають можливість об'єктивно оцінити отриманий результат. Навпаки, методи покращення зображень в основному являють собою евристичні процедури, призначені для такого впливу на зображення, який дозволить потім використовувати переваги, пов'язані з психофізичними особливостями зорової системи людини. Наприклад, процедура підсилення контрасту розглядається як метод покращення, оскільки в результаті її застосування зображення, передусім, стає більш приємним для ока, тоді як процедура оброблення змазаного зображення базується на застосуванні оберненого оператора і розглядається як метод відновлення [4].

Розробка фільтрів зображень

Було розроблено медіанний та сплайновий фільтри зображень у середовищі MATLAB. Для застосування фільтрації зашумленого зображення було штучно додано шум в середовищі MATLAB (рис. 1).



Рис. 1. Зображення з штучно доданим гауссівським шумом

Тепер розглянемо зображення після фільтрації медіанним фільтром (рис. 2) і зображення після фільтрації сплайновим фільтром (рис. 3).

Рівень фільтрації (середньоквадратичне відхилення):

$Std2(X-D) = 9,9967$ — початкового і зашумленого зображення;

$Std2(X-F) = 4,3952$ — початкового і відфільтрованого зображення.

Із результатів випливає, що сплайнова фільтрація досить ефективна, а сплайновий фільтр все ж ефективніший за медіанний, хоча і не на багато.

ВИСНОВКИ

З огляду на сучасний стан у сфері відновлення зображень із шумами використання сплайнового фільтра є доцільним і більш ефективним, ніж використання медіанного фільтра.

Сплайновий фільтр є більш гнучким фільтром, оскільки дає можливість вибрати поліном, який найефективніше підходить для відновлення конкретного зображення.

Список використаної літератури

1. Гонсалес Р., Вудс Р. *Цифровая обработка изображений*. Москва: Техносфера, 2005. 1072 с.

2. *Цифровая обработка изображений в информационных системах: учеб. пособие* / И. С. Грузман, В. С. Киричук, В. П. Косых [та ін.]. Новосибирск: НГТУ, 2000. 168 с.

3. Богнер Р., Константинович А. *Введение в цифровую фильтрацию*. Москва: Мир, 1976. 216 с.

4. Файнзильберг Л. С. *Частотно-избирательная фильтрация в информационных технологиях обработки сигналов* // УСиМ. 2002. №2. С. 54–59.



Рис. 2. Відфільтроване зображення медіанним фільтром



Рис. 3. Відфільтроване зображення сплайновим фільтром

И. М. Кривенко, О. Ю. Ильин, И. С. Щербина

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АЛГОРИТМА ФИЛЬТРАЦИИ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ СПЛАЙНОВОГО ФИЛЬТРА В СРЕДЕ MATLAB

Предложено применение современных технологии для восстановления изображений на примере медианного и сплайнового фильтров. Показаны современные подходы для решения данных проблем, их преимущества и недостатки. Созданы собственные сплайновый и медианный фильтры, с помощью которых осуществляется фильтрация зашумленных изображений. На основе результатов фильтраций проведено сравнение медианного и сплайнового фильтров.

Ключевые слова: пространственная обработка; частотная обработка; матрица; изображение; преобразования Фурье; шум Гаусса; сплайновая фильтрация.

I. M. Kryvenko, O. Yu. Ilyin, I. S. Shcherbina

IMPROVEMENT OF DIGITAL IMAGE FILTERING ALGORITHM USING SPLINE FILTER IN MATLAB ENVIRONMENT

This article is about the use of modern technology for image recovery using the example of median and spline filters. Modern approaches to solving these problems, their advantages and disadvantages are shown. Custom spline and median filters have been created to filter out noisy images. Based on the filter results, a comparison of median and spline filters was made.

One of the fundamental problems of our time is the problem of visual perception. Having emerged a long time ago, it is relevant today, because the image is a natural means of communication between man and machine in any system of processing, analysis, and control.

Today, the field of science and technology, which uses information processing systems using digital data, has become widespread. The basic components of such digital information conversion systems are those designed to digitally transmit natural or artificial objects that are analog information carriers. Data in digital form is used for storage, transmission, analysis, and processing in digital information processing systems.

Computer graphics are divided into three main areas: visualization, image processing, and pattern recognition.

Improving image quality is a priority of the system. Noise suppression is one of the most urgent and common problems in image processing. The main purpose of the improvement is to process the image so that the result is more appropriate from the point of view of the particular application. One of the main types of information systems that use digital data is radiographic systems. The main task of processing is to eliminate defects, reduce the effects of distortions and noise, to transform the image into a convenient for observation by a radiologist. Of particular importance are X-ray image processing techniques. The efficiency of making the right diagnosis, detecting in the early stages of serious illness is largely achieved by the quality of digital materials.

Keywords: spatial processing; frequency processing; matrix; image; Fourier transform; Gaussian noise; spline filtration.