

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА БАЗЕ ПАКЕТА PCLAB

Апальков И.В., Бекренев В.А., Соколенко Е.А., Хрящев В.В.

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

150000, Россия, Ярославль, ул. Советская, 14.

Тел. (4852) 79-77-75. E-mail: dcslab@uniyar.ac.ru

Введение

В связи с наблюдающимся ростом применения алгоритмов цифровой обработки изображений в различных приложениях (телекоммуникации, цифровое видео, радиоастрономия, медицина, гранулометрия), актуальной задачей является разработка пакетов прикладных программ для решения научных и практических задач, а также для подготовки специалистов в данной области. Вместе с тем, возрастающая сложность появляющихся алгоритмов требует новых, более наглядных методов их визуализации [1,2].

Для выполнения научных и практических задач, а также лабораторных работ по курсу “Цифровая обработка изображений”, читаемого студентам физического факультета Ярославского государственного университета (ЯрГУ), обучающихся по специальностям “Радиофизика и электроника” и “Телекоммуникации” разработан пакет прикладных программ по цифровой обработке изображений Picture Laboratory (PCLAB). На сегодняшний день в программе поддерживаются три основных формата графических файлов: BMP, JPEG, а также его модифицированный вариант JPEG 2000 [3]. Для корректного сравнения различных алгоритмов обработки пакет PCLAB содержит набор наиболее известных тестовых изображений (рис. 1). При работе с алгоритмами существует возможность предварительного просмотра результатов обработки, ограничения действия алгоритма выделенной областью на обрабатываемом изображении, реализована многоязыковая поддержка. Важной особенностью пакета PCLAB является возможность анализа алгоритма обработки изображения как с точки зрения объективных критериев (отношение сигнал/шум (ОСШ), среднеквадратичная ошибка и др.), так и с точки зрения субъективных визуальных оценок (имеется возможность печати результатов исследований с автоматическим оформлением в соответствии с выбираемым шаблоном). Ниже приводятся краткие описания основных блоков обработки, реализованных в пакете PCLAB (рис. 2).



Рис. 1. Тестовые изображения

Блок геометрических преобразований

Выполняет горизонтальное и вертикальное отражение изображения, поворот на 90° по часовой и против часовой стрелки, а также поворот на 180° . Реализованы алгоритмы поворота изображения на произвольный угол и масштабирования с произвольными коэффициентами по горизонтали и вертикали. При этом поддерживаются несколько функций интерполяции: линейная, бикубическая, триангулярная.

Блок добавления аддитивного шума

Позволяет добавлять к изображению аддитивный шум со следующими функциями распределения плотностей вероятности: постоянное, гауссовское (нормальное), экспоненциальное. Кроме того, к изображению можно добавлять импульсный шум двух моделей: с фиксированными или случайными значениями

амплитуды импульсов [4]. При этом в диалоговом окне отображается график и выражение для плотности распределения вероятностей, а также предварительно вычисленное значение ошибки.

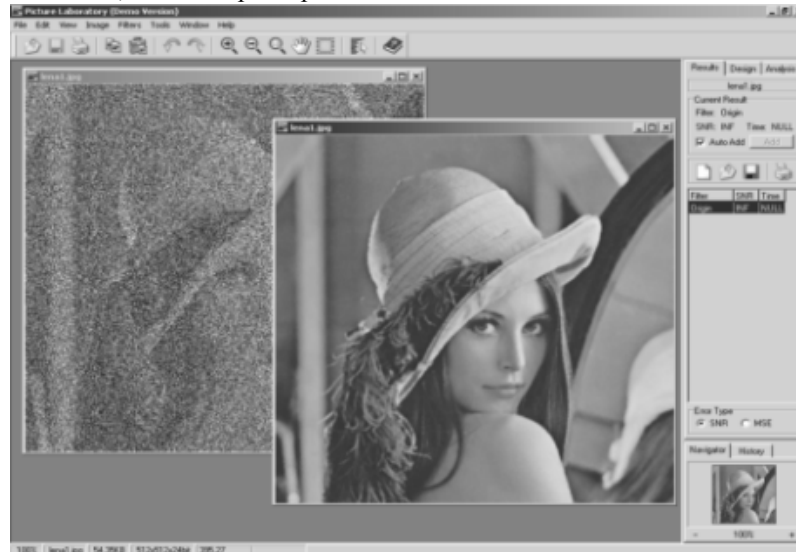


Рис. 2. Восстановление сильно зашумленного изображения

Блок улучшения изображений

Содержит следующие алгоритмы линейной и нелинейной обработки изображений [5]:

- линейная фильтрация в пространственной области, как с произвольной маской, так и с предустановленными настройками (ФВЧ, ФНЧ, фильтр выделения границ и т.д.);
- линейная фильтрация в частотной области;
- гомоморфная обработка;
- метод гистограмм с возможностью задания произвольной корректирующей функции;
- гамма-коррекция.

Блок восстановления изображений

Включает в себя широкий набор алгоритмов ранговой статистики различных типов с возможностью гибкой настройки параметров. Так, например, для всех фильтров блока за исключением адаптивных алгоритмов можно задавать маски как стандартных типов (прямоугольник, диск, кольцо, крест и т.д.), так и произвольные маски любой формы с произвольными коэффициентами при помощи редактора масок. Также существует возможность настройки специфических для каждого типа параметров. В блоке поддерживаются следующие виды медианных фильтров [3,4]:

- стандартная медианная фильтрация (рекурсивная / нерекурсивная);
- взвешенная медианная фильтрация;
- пороговая взвешенная медианная фильтрация;
- адаптивная медианная фильтрация с изменяющимся размером маски в зависимости от локальной статистики;
- адаптивная медианная фильтрация с изменяющимися коэффициентами маски в зависимости от локальной статистики;
- медианная фильтрация с прогрессивной экспертной системой обнаружения импульсов;
- линейные комбинации медиан;
- прогрессивный медианный фильтр с нейросетевым детектором.

Блок морфологической обработки

Реализованы основные алгоритмы математической морфологии для бинарных и полутоновых изображений, позволяющие извлекать полезную информацию, такую как границы, некоторые структуры и т.д. Перечислим эти фильтры: эрозия (erode), расширение (dilation), закрытие (close), открытие (open), градиент (gradient), лапласиан (laplacian), морфологическое размытие (smooth) и морфологическая резкость (sharpness) [6]. Как и в блоке восстановления изображений реализована гибкая настройка параметров фильтров, в том числе и задание произвольных масок.

Использование пакета в учебном процессе

На сегодняшний день программа курса “Цифровая обработка изображений” рассчитана на выполнение студентами четырех лабораторных работ, которые проводятся в среде пакета PicLab:

- обработка изображений линейными фильтрами;
- фильтрация методом гистограмм и гамма-коррекция изображений;
- восстановление изображений усредняющими фильтрами;
- подавление аддитивного шума методами ранговой статистики.

В связи с быстрым развитием данной области обработки сигналов, нам представляется важным знакомить студентов с современными алгоритмами обработки цифровых изображений. В соответствии с этим планируется включение в курс следующих работ:

- удаление мультипликативного шума;
- анализ алгоритмов сжатия изображений;
- нелинейная полиномиальная фильтрация;
- особенности обработки цветных изображений.

В настоящее время в лаборатории “Цифровые цепи и сигналы” над пакетом ведется активная работа, по расширению его функциональных возможностей, инструментальных средств, набора алгоритмов обработки и тестовых изображений, а также по составлению документации.

Литература

1. Цифровая обработка телевизионных и компьютерных изображений. Под ред. Ю.Б. Зубарева и В.П. Дворковича. – М. 1997.
2. Приоров А.Л., Ганин А.Н, Хрящев В.В. Цифровая обработка изображений: Учеб. пособие / Ярославль, 2001.
3. Гонзалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. Москва: Техносфера, 2005.
4. Быстрые алгоритмы в цифровой обработке изображений. Под ред. Т.С. Хуанга. – М.: Радио и связь, 1984.
5. Цифровое преобразование изображений. Под ред. Р.Е. Быкова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2003.
6. Dougherty E., Astola J. Nonlinear Filters for Image Processing. SPIE/IEEE, 1999.

COMPARATIVE ANALYSIS OF DIGITAL IMAGE PROCESSING ALGORITHMS BASED ON PICLAB SOFTWARE

Apalkov I., Bekrenev V., Sokolenko E., Khryashchev V.

Yaroslavl State University

14 Sovetskaya st., Yaroslavl, Russia 150000. Phone: (4852) 797775. dcslab@uniyar.ac.ru

In view of the expansion of digital image processing applications (telecommunications, digital video, radio-astronomy, medicine images, etc.), the actual problem is to design software packages for solving scientific and practical tasks and also for training specialists in this sphere. At the same time growing complexity of the modern algorithms requires new, more illustrative methods for their visualizations.

To perform scientific and practical tasks and also for educational purposes the digital image processing software package (“Picture Laboratory” (PICLAB)) was designed. It is used for conducting lab exercises within the course of Digital Image Processing at the physics faculty of the Yaroslavl State University. The important feature of the PicLab is the possibility to analysis image from different points of view, both from objective estimates (like signal/noise ratio, mean square error etc.), and also from visual criteria (there is the function for printing image processing results with automatically forming, according the several templates). An overview of some base blocks of the PicLab is given below.

Geometrical Transformations Block

This block is used to perform horizontal and vertical flipping, rotating an image in 90-degree increments left or right or in the amount of degrees. It also provides resizing an image to any dimensions. Resizing and rotating can be used with a several interpolation functions: linear, bicubic, triangular.

Additive Noise Adding Block

This block performs adding additive noise with several standard density functions to an image. It also provides two models of impulse noises: with fixed and random impulse value.

Image Enhancement Block

Block contains linear and non-linear image processing algorithms: space-domain 2D linear filters with arbitrary mask or with predefined settings, frequency-domain 2D linear filters, homomorphic processing, histogram method with possibility to assign arbitrary correction function and gamma-correction.

Image Restoration Block

Block includes several algorithms based on order statistics:

- standard median filter (recursive / non-recursive);
- weighted median filter with integer and real weight coefficients;
- threshold weighted median filter;
- adaptive median filter;
- progressive switching median filter;
- linear combinations of weighted medians.

Morphology Processing Block

The basic algorithms of mathematical morphology for binary and gray-scaled image processing are realized in this block: erosion, dilation, closing, opening, morphology gradient, morphology laplacian, morphology smoothness and morphology sharpness. They permit to extract some useful information like outlines, boundaries, etc. The mask and other specific parameters as in order-statistics filters can be arbitrary assigned.

