

ОБ ОДНОМ НЕЛИНЕЙНОМ МЕТОДЕ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Мелентьева О.В.¹, Абдуллаев А.Р.¹

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Пермь, Россия (614990, Пермский край, г. Пермь - ГСП, Комсомольский проспект, д. 29), e-mail:h.m@pstu.ru, lica90@mail.ru.

Данная статья посвящена проблеме обработки изображений. В работе предлагается новый нелинейный метод полной нелинейной обработки цифровых цветных и полутоновых изображений для улучшения качества. По сравнению с известным методом медианной фильтрации, который имеет ряд существенных недостатков, таких как размытие границ, потеря яркости и др., метод, предложенный в работе, позволяет лучше избавляться от нежелательных помех и шумовых составляющих: сохраняется четкость и контрастность, восстанавливаются мелкие детали изображения. Предложенный алгоритм является ориентированным. В статье приведен сравнительный анализ тестового применения программного продукта, реализующего описанный алгоритм. Также предложен новый объективный метод оценки качества обработки цифровых изображений, основанный на анализе значений дисперсий до и после обработки исследуемого объекта.

Ключевые слова: цифровая обработка изображений, медианный фильтр, оценка качества обработки.

THEN ONLI NEARMETHOD OF PICTURES REFINEMENT

Melentyeva O.V.¹, Abdullaev A.R.¹

¹Federal State Budgeted Education Institution for Higher Professional Education Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia (RF, Perm, Komsomolsky Av. 29, 614990), e-mail:h.m@pstu.ru, lica90@mail.ru.

This article deals with the problem of image processing. This paper proposes a new nonlinear method of full nonlinear processing of digital color and grayscale images to improve quality. Compared with the known method of median filtering, which has a number of disadvantages, such as blurring of boundaries, loss of brightness, etc., the method suggested in this paper, allows more efficiently to get rid of unwanted noise and noise components: sharpness and contrast are saved, restored fine detail. The proposed algorithm is oriented. The article is a comparative analysis of the test application software that implements the algorithm described above. Also proposed a new objective method of assessing the quality of digital images, based on the analysis of variance values before and after treatment of the object.

Key words: digital image processing, median filter, quality assessment process.

В последние десятилетия значительно возрос интерес специалистов к нелинейным методам обработки цифровых изображений. Это обусловлено тем, что нелинейные методы обладают рядом преимуществ, по сравнению с линейными методами[4]. В работе предлагается новый метод нелинейной обработки цифровых изображений и обсуждается вопрос об одном подходе оценки качества обработки изображений.

Пусть цифровое изображение представлено в виде трех составляющих матриц $R * G * B$, каждая из которых соответствует красной, зеленой и синей компонентам изображения. Предлагаемый алгоритм применяется к каждой компоненте (матрице) одинаково. Поэтому исходным объектом является конечномерная матрица, соответствующая монохромному растровому изображению. Схема метода предполагает построчную обработку матрицы, т.е. результат обработки, вообще говоря, будет зависеть от ориентации исходного изображения. Предполагается также, что цифровое изображение подвергнуто

предварительной обработке каким-либо методом с целью уменьшения влияния случайных составляющих. Приведем описание алгоритма в последовательности применяемых процедур обработки.

Пусть A - матрица порядка $N \times M$ с элементами $x_{ij} = x(i, j)$, где i - номер строки, j - номер столбца. Элементы матрицы принимают целочисленные значения в диапазоне $0 \dots 255$. Через $n \ll N$ обозначим длину скользящего отрезка обработки по строке матрицы. Величина n является внутренним параметром алгоритма, который может определяться как оператором, так и самой программой. В результате такой обработки остается две необработанные полосы матрицы, шириной не более n , крайняя левая и крайняя правая. Возможны различные варианты обработки элементов этих полос.

Зафиксируем определенную строку матрицы и положение окна обработки в этой строке. Окно обработки содержит $2n + 1$ элемента, а в результате обработки этого окна формируется новое значение y_n , соответствующее середине окна обработки. Также как и в случае медианного фильтра [1], значения, попавшие в окно, ранжируем по возрастанию (неубыванию). Положим:

$$x_1 \leq x_2 \leq x_3 \dots \leq x_{2n+1}.$$

Для альтернативного выполнения следующего этапа предполагается, что выбраны параметры $\omega > 0$ и $\alpha \in [0, 1]$. Сформируем вспомогательный вектор $\{\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_{2n}\}$, где $\delta_k = x_{k+1} - x_k$, $k = \overline{1, 2n}$. Если выполнено условие $\delta_k \leq \omega$ для всех k , то выходное значение формируется по формуле:

$$y_n = \alpha x_1 + (1 - \alpha)x_{2n+1}. \quad (1)$$

Если же $\delta_k > \omega$, где $k = \overline{1, 2n}$, то полагаем, что $y_n = x_n$. Это означает, что выходным значением является медианное, т.е. $med(x_1, \dots, x_n, \dots, x_{2n+1}) = x_n$. Через k_0 обозначим первый по возрастанию номер, для которого выполняется условие $\delta_k > \omega$. В зависимости от условия $n < k_0$ ($n > k_0$) берем левый (правый) из двух отрезков $[x_1, x_{k_0-1}]$, $[x_{k_0}, x_{2n+1}]$, на которые окно обработки разделяется значением k_0 . Далее выбранный отрезок обрабатывается аналогично (1). Например, если выбран левый отрезок, то полагаем, что $y_n = \alpha x_1 + (1 - \alpha)x_{k_0-1}$.

Выбор того или иного значения α может повлиять на яркость обработанного изображения, в представленном виде алгоритма выбор величины ω позволяет сохранять четкость границ между участками изображения. Отметим, что при применении линейных фильтров, как правило, наблюдается размазанность границ.

Как известно, особенности нелинейных методов обработки изображений обнаруживаются применением метода к ряду изображений с различными характеристиками. С целью оценки качества обработки изображений разработан программный комплекс, реализованный в среде Delphi 7.0. Программа содержит специальный блок, призванный оценить качество обработки. Приведем краткое описание идеи, примененной в упомянутом блоке. Блок формирует конечное число квадратных областей на исходном изображении, как правило, расположенных в областях по характеристикам, близким к сегментам обрабатываемого изображения. Число квадратов, размер, а также их фиксированные расположения на изображении определяются самой программой. Программа определяет дисперсию в выбранных квадратах до обработки и дисперсию после обработки в этих же квадратах. В оценке качества обработки, естественно, играет важную роль и визуальное сравнение исходного изображения с результатами обработки.

Приведем тестовый пример. В качестве исходного изображения (рис. 1 а-в) рассмотрим изображение картины до реставрации, где наблюдается изменение характеристик цветов, потеря контраста и яркости изображения, а также утрата участков и т.д.



Рис. 1а

Рис. 1б

Рис. 1в

Как показывает визуальный анализ, в результате обработки предложенным методом (рис. 1в) картина становится более четкой, восстанавливаются мелкие потерянные участки и, кроме того, сохраняется четкость границ. Для сравнения представлен также результат обработки медианным фильтром (рис. 1б). В таблице 1 представлены значения дисперсий по трем участкам.

Таблица 1 - Значения дисперсий по трем участкам (рис. 1)

	Рис.1а	Рис.1б	Рис.1в

Сегмент 1	4,2862	4,8090	3,4890
Сегмент 2	5,3515	3,8339	2,6944
Сегмент 3	3,5655	4,5577	2,9342

Как видно из таблицы, дисперсия после обработки предлагаемым методом значительно уменьшается. Общий анализ тестового применения программы позволяет сделать вывод, что предложенный алгоритм обладает рядом преимуществ в сравнении с известными методами обработки изображений.

Список литературы

1. Грузман И.С., Киричук В.С., Косых В.П., Перетягин Г.И., Спектор А.А. Цифровая обработка изображений в информационных системах: учебное пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002. - 352 с.
2. Курячий М.И. Цифровая обработка сигналов: учебное пособие / ТУСУР, кафедра ТУ. – Томск, 2012. – 172 с.
3. Бакут П.А. Сегментация изображений: методы выделения границ областей / П.А. Бакут, Г.С. Колмогоров // Зарубежная радиоэлектроника. - 1987. - №10. – С. 25–45.
4. Прэтт У. Цифровая обработка изображений. В 2-х т. / У. Прэтт; пер. с англ.; под ред. Д. С. Лебедева. - М.: Мир, 1982.
5. Хеминг Р.В. Цифровые фильтры/ пер. с англ.; под ред. А.М. Трахтмана. – М.: Сов.радио, 1980. – 224 с.

Рецензенты:

Егоров Михаил Юрьевич, доктор технических наук, профессор кафедры высшей математики Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь.

Гитман Михаил Борисович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры математического моделирования систем и процессов Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь.