

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ УЛУЧШЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Черногорова Юлия Викторовна

Студентка магистратуры

кафедры Прикладной математики и математического моделирования

Северо-Кавказский федеральный университет, г.Ставрополь

Аннотация. Одной из основных проблем, возникающих при обработке изображений, является улучшение качества изображения, в частности, повышение различимости отдельных фрагментов. В данной статье рассматриваются основные методы, используемые для улучшения различных типов изображений, которые могут использоваться как отдельно друг от друга, так и в совокупности.

Ключевые слова: цифровая обработка сигналов, улучшение изображений, гистограмма, пространственная фильтрация.

Основная цель улучшения изображения – получение наиболее пригодного результата, для данного конкретного употребления. Однако общей теории улучшения изображений не существует. Когда изображение обрабатывается для визуальной интерпретации, только наблюдатель может судить о том, насколько хорошо действует тот или иной метод.

Множество подходов к усовершенствованию изображений распадается на две большие категории: методы обработки в пространственной и в частотной областях. Термин пространственная область относится к плоскости изображения как таковой. Данная категория объединяет подходы, основанные на прямом манипулировании пикселями изображения. Методы обработки в частотной области основываются на модификации сигнала, формируемого путем применения к изображению преобразования Фурье [1,3].

К числу наиболее простых и общедоступных методов улучшения изображений относится улучшение с помощью функции градационного преобразования. Оно основывается на трех основных типах преобразований: линейном, логарифмическом и степенном.

Преобразование графической картины в негатив (линейное преобразование) с яркостями в диапазоне $[0, L - 1]$ определяется выражением

$$s = L - 1 - r,$$

где s и r – значения пикселей до и после обработки.

Подобный переворот уровней яркости изображения создает эквивалент фотографического негатива. Этот способ наиболее эффективен в случае, когда на преобладающе темном фоне необходимо выделить светлые детали.

Общий вид логарифмического преобразования можно описать выражением:

$$s = c \times \log(1 + r),$$

где c – константа и $r \geq 0$. Вся суть логарифмического преобразования основывается на том, что оно преобразует узкий диапазон яркостей на исходном изображении в более широкий выходных значений. Для больших значений входного сигнала верно обратное.

Степенные преобразования имеют вид:

$$s = c \times r^\gamma,$$

где c и γ константы.

Преобразования такого вида имеют те же особенности, что и логарифмические, различие состоит лишь в том, что здесь возникает целое семейство кривых возможного преобразования, получаемых простым изменением параметра γ . Для наилучшего результата необходимо проводить гамма-коррекцию, в противном случае изображения могут выглядеть или как выбеленные, или, что более вероятно, как слишком темные.

Подходом, дополняющим методы, рассмотренные выше, является использование кусочно-линейных функций, чьи главные преимущества состоят в том, что их форма может быть сколь угодно сложной и будет иметь много параметров. Главными способами ее применения являются усиление контраста, вырезание диапазона яркостей и битовых плоскостей.

Гистограммой цифрового изображения с уровнями яркости в диапазоне $[0, L-1]$ называется дискретная функция $h(r_k) = n_k$, где r_k – k -й уровень яркости, n_k – число пикселей в изображении, имеющих яркость r_k , а L – максимально допустимое число уровней яркости. Гистограммы являются основой для многочисленных методов пространственной обработки и достаточно просты для аппаратной реализации. Их преимущество выражается тем, что получая на вход изображение, процедура эквализации гистограммы (автоматическое нахождение функции преобразования, которая стремится сформировать выходное изображение с равномерной гистограммой) сводится к выполнению преобразований по формуле: $s_k = \sum_{j=0}^k \frac{n_j}{n}$,

где $k = 1, 2, \dots, L-1$, что базируется лишь на информации, которая может быть извлечена непосредственно из обрабатываемого изображения без указания каких либо дополнительных параметров.

В отношении изображений, арифметико-логические операции определяются, как поэлементные преобразования над двумя и более изображениями. Например, сумма изображений дает новое, значение каждого пикселя которого, является суммой соответствующих пикселей исходных [2,3]. Как и для обычных чисел, здесь логические

операции AND, OR и NOT составляют функционально полный класс, способный реализовать любую другую логическую операцию. Что касается арифметических операций, то из известных нам вычитания, сложения, умножения и деления, наиболее часто используются первые два, причем разность (сумма) двух изображений $f(x, y)$ и $h(x, y)$ выражается как:

$$g(x, y) = f(x, y) \pm h(x, y)$$

Также, важной арифметической операцией является усреднение изображений, проводимое с целью уменьшения шума. Оно достигается путем суммирования серии зашумленных изображений, с нулевым средним значением шума. Логично предположить, что с увеличением количества изображений, уровень шума в каждом из них будет уменьшаться.

Некоторые локальные преобразования оперируют одновременно как со значениями пикселей в окрестности, так и с соответствующими им значениями некоторой матрицы, имеющей те же размеры, что и окрестность. Такую матрицу называют маской изображения. Операция фильтрации, выполняемая непосредственно над элементами изображения называется пространственной фильтрацией. Сам процесс фильтрации основан на простом перемещении маски фильтра от точки к точке изображения, в каждой точке (x, y) отклик R фильтра вычисляется с использованием предварительно заданных связей [1,4].

Фильтрация изображения $f(x, y)$ имеющего размеры $M \times N$, с помощью фильтра размером $m \times n$ задается выражение общего вида:

$$g(x, y) = \sum_{s=-a}^a \sum_{t=-b}^b w(s, t) f(x + s, y + t)$$

где $a = (m - 1) / 2$ и $b = (n - 1) / 2$. Для фильтрации всего изображения данная формула должна быть вычислена для всех сочетаний $x = 1, 2, \dots, M - 1$ и $y = 1, 2, \dots, N - 1$.

В случае, если интерес представляет только значение отклика R по маске $m \times n$ в точке (x, y) то используют следующее выражение:

$$R = w_1 z_1 + w_2 z_2 + \dots + w_{mn} z_{mn} = \sum_{i=1}^{mn} w_i z_i$$

где w_i значение коэффициенты маски, z_i – значения пикселей, соответствующих данным коэффициентам, а mn – общее число коэффициентов в маске.

Схема действия нелинейной фильтрации не обязательно должна использовать коэффициенты линейной комбинации, как это было в формулах для $g(x, y)$ и R . Подавление шума может быть реализовано например, путем вычисления медианы значений элементов анализируемой окрестности, а также некоторыми другими способами [1].

Выше были рассмотрены каждый из методов улучшения изображения в отдельности. Однако на практике, при решении конкретных задач могут потребоваться несколько

дополняющих друг друга методов, а их последовательность зависит от характера конкретной задачи. Наиболее применимы комбинации методов в медицине, астрономии, полиграфии, судебной медицине, микроскопии, системах слежения, а также во многих других областях, где главной целью улучшения является получение изображения с более высоким содержанием видимых деталей [5].

Область обработки и улучшения изображений динамично развивается. Необходимо искать все более эффективные и простые в применении методы. Однако представленные в этой статье способы являются фундаментальными, позволяющими дать мощный старт для бурного развития этой области.

Список литературы

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка сигналов //М.: Техносфера. – 2005.
2. Смит С. Цифровая обработка сигналов. – М. : Додэка-XXI, 2008.
3. Белоусов А. А., Спицын В. Г. Двухэтапный метод улучшения изображений. – 2009.
4. Gonzalez R. C., Woods R. E., Eddins S. L. Digital image processing using MATLAB. – Pearson Education India, 2014.
5. Tao L., Asari V. K. An efficient illuminance-reflectance nonlinear video stream enhancement model //Electronic Imaging 2006. – International Society for Optics and Photonics, 2016. – С. 60630I-60630I-12.