

## ЛОКАЛЬНОЕ АДАПТИВНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ КОНТРАСТА ИЗОБРАЖЕНИЯ

Адаптивное улучшение контраста – один из методов изменения повышения контрастности изображения. В отличие от других методов подстройки контрастности, адаптивное изменение требует точной настройки, обладает достаточно большой вычислительной сложностью и, как следствие, характеризуется более длительным временем обработки.

В основе данного метода лежит адаптивное увеличение контрастности на основе локального контраста окрестности, который вычисляется по формуле:

$$C_z = \frac{|z - z_c|}{z + z_c}$$

Где  $z_c$  – средняя яркость некоторой окрестности пикселя яркостью  $z$ .

При этом нелинейное усиление контраста задается формулой

$$C_z^* = f(C_z)$$

Где  $f(C_z)$  – нелинейная монотонная функция, в качестве которой обычно используют степенную функцию. Тогда получим

$$C_z^* = C_z^n$$

Где  $n = 0.1 \dots 1.0$

Результирующая яркость центрального пикселя вычисляется по соотношениям:

$$z' = \begin{cases} z_c \frac{1 - C_z^*}{1 + C_z^*}, & z < z_c \\ z_c \frac{1 - C_z^*}{1 + C_z^*}, & z > z_c \end{cases}$$

Чем меньше  $n$ , тем больше  $C_z^*$  относительно  $C_z$  и тем больше увеличивается контрастность граничных пикселей соседних фрагментов с близкой яркостью, но яркости хорошо различимых фрагментов при этом не изменяются.

Примеры работы алгоритма:



Исходное изображение



$n = 0.8$

$n = 0.3$

Собственно, данный вариант метода адаптивного контраста не является в полной мере адаптивным. Для лучшего эффекта необходимо изменять степень  $n$  в зависимости от характеристик локальной окрестности, в качестве которых могут использоваться протяженность гистограммы  $H_z$ , энтропию или средне-квадратичное отклонение яркости.

$$n_z = n_{min} + (n_{max} - n_{min}) * k_n^s$$

Где  $n_z$  – степень для степенной функции усиления контраста,  $n_{min}$  и  $n_{max}$  – минимальное и максимальное значения степени.

На практике:  $n_{min} = 0.1 \dots 0.3$ ,  $n_{max} = 0.7 \dots 0.9$

$k_n^s$  – коэффициент адаптации, зависящий от характеристик локальной окрестности.

Далее будут рассмотрены различные способы вычисления коэффициента адаптации.

### СРЕДНЕ-КВАДРАТИЧНОЕ ОТКЛОНЕНИЕ ЯРКОСТИ

На мой взгляд, наиболее просто адаптивный вариант алгоритма реализуется с использованием СКО яркости.

$$\sigma_z = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1, N} (z_i - z_c)^2}$$

Где  $z_i$  – яркость пикселя из заданной окрестности,  $z_c$  – средняя яркость окрестности,  $N$  – число пикселей в окрестности.

При этом  $k_n^s$  вычисляется следующим образом:

$$k_n^s = \frac{\sigma_z - \sigma_{min}}{\sigma_{max} - \sigma_{min}}$$

Где  $\sigma_{max}$  и  $\sigma_{min}$  – максимальное и минимальное СКО окрестности для всего изображения.

Пример работы алгоритма:



## ПРОТЯЖЕННОСТЬ ГИСТОГРАММЫ ЛОКАЛЬНОЙ ОКРЕСТНОСТИ

Гистограмма яркости – функция  $H(L)$ , т.е. число пикселей в окрестности, имеющих яркость  $L$ .

$$H_z = \frac{L_{max} - L_{min}}{H_{max}}$$

Где  $L_{min}$  и  $L_{max}$  – минимальное и максимальное значение яркости в окрестности,  $H_{max}$  – максимальное значение гистограммы яркости.

Тогда

$$k_n^s = 1 - \exp \left[ -\frac{(H_z - a)^2}{2 \cdot 0.14^2} \right]$$

Хорошие результаты можно получить при  $a = 0.5$

Пример работы алгоритма:



## ЭНТРОПИЯ ОКРЕСТНОСТИ ПИКСЕЛЯ

$$\varepsilon_z = - \frac{\sum_{i=1,N} P_i \cdot \log_2 P_i}{\log_2 N}$$

Где  $P_i = \frac{H(L_i)}{N}$ ,  $H(L_i)$  – значение гистограммы яркости окрестности при  $L = L_i$ ,  $i$  – номер пикселя из окрестности  $z$ .

Тогда

$$k_n^s = \frac{\varepsilon_z - \varepsilon_{min}}{\varepsilon_{max} - \varepsilon_{min}}$$

Где  $\varepsilon_{max}$  и  $\varepsilon_{min}$  – максимальное и минимальное СКО окрестности для всего изображения.

Пример работы алгоритма:



Применение адаптивных методов повышения контраста позволяет повысить различимость мелких малококонтрастных деталей, но требует проведения предварительных экспериментов для подбора параметров.

## Руководство по работе с программой

Программа, реализующая алгоритм адаптивного локального контраста представляет собой утилиту командной строки со следующим списком параметров:

1. Путь к файлу изображения
2. n1 – размеры локальной окрестности
3. n2 – размеры локальной окрестности
4. m1 – размеры локальной окрестности
5. m2 – размеры локальной окрестности
6. Тип алгоритма
  - 6.1. std – средне-квадратичное отклонение
  - 6.2. hist – метод протяженности гистограммы
  - 6.3. entropy – метод энтропии окрестности пикселя
  - 6.4. 0.1 ... 1.0 – прямое указание степени n
7. n\_min (минимальная степень n)
8. n\_max (максимальная степень n)
9. a (для гистограммы)

Примеры запуска:

- ➔ `./contrast lenna.bmp 3 3 2 2 0.3 0.13 0.77 0`
- ➔ `./contrast lenna.bmp 3 3 2 2 0.8 0.13 0.77 0`
- ➔ `./contrast lenna.bmp 3 3 2 2 hist 0.13 0.77 0.5`
- ➔ `./contrast lenna.bmp 3 3 2 2 std 0.13 0.77 0`
- ➔ `./contrast lenna.bmp 3 3 2 2 entropy 0.13 0.77 0`