

Лабораторная работа № 1.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ. УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА И ПРЕПАРИРОВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ.

Краткие теоретические сведения

Линейное повышение контраста

Изображения, вводимые в компьютер, часто оказываются малоконтрастными, то есть у них изменения функции яркости малы по сравнению с её средним значением (рис.1а). При этом яркость меняется не от чёрного до белого, а от серого до чуть более светлого серого. То есть реальный динамический диапазон яркости оказывается намного меньше допустимого (шкалы яркости). Задача повышения контраста заключается в "растягивании" реального динамического диапазона на всю шкалу (рис.1б).

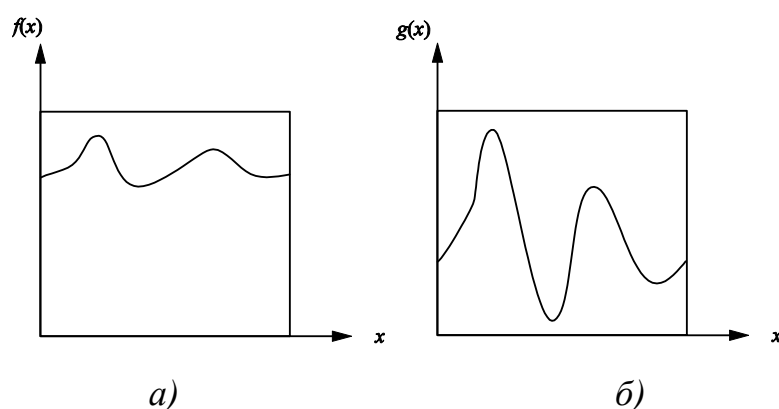


Рис. 1. *Линейное повышение контраста изображения*

Эту задачу можно решить при помощи поэлементного преобразования – *линейного контрастирования*: $g = a f + b$, $g(n_1, n_2) = a f(n_1, n_2) + b$, где a , b – постоянные. Диапазон $[f_{min}, f_{max}]$ преобразуется в диапазон $[g_{min}, g_{max}]$. То есть имеет место система:
$$\begin{cases} g_{min} = a f_{min} + b, \\ g_{max} = a f_{max} + b. \end{cases}$$
 Откуда получается:

$$a = \frac{g_{max} - g_{min}}{f_{max} - f_{min}}; \quad b = \frac{g_{min} f_{max} - g_{max} f_{min}}{f_{max} - f_{min}}.$$

Очевидно, здесь нужно предварительно оценить f_{min}, f_{max} .

Преобразование гистограмм

Ещё одна процедура повышения контраста заключается в приведении плотности распределения яркости к некоторому "стандартному" виду. Она реализуется при помощи нелинейного поэлементного преобразования, которое строится по экспериментально полученной гистограмме исходного распределения яркости (поэтому эта процедура и называется преобразованием *гистограмм*). Как найти вид функции поэлементного преобразования? Пусть случайная величина f имеет плотность распределения $p_f(f)$. И пусть преобразованная величина $g=g(f)$ (тоже случайная) должна иметь плотность распределения $p_g(g)$. Будем предполагать, что $g(f)$ – *монотонно возрастающая* функция.

Введём в рассмотрение интегральные функции распределения:

$$P_f(f) = \int_{-\infty}^f p_f(\xi) d\xi, \quad P_g(g) = \int_{-\infty}^g p_g(\eta) d\eta.$$

Если случайная величина x принимает значение $x < x_0$, то вероятность этого события $P[f < f_0] = P_f(f_0)$. В силу монотонности функции поэлементного преобразования одновременно с указанным неравенством будет выполняться и другое соотношение: $g < g_0 = g(f_0)$. Вероятность этого события: $P[g < g_0] = P_g(g_0)$. Указанные события жёстко связаны (являясь следствием друг друга, они наступают одновременно), их вероятности, естественно, равны: $P[f < f_0] = P[g < g(f_0)]$. Отсюда, отбрасывая ненужный индекс, получаем $P_f(x) = P_g(g(f))$. Зная требуемый вид плотности распределения $p_g(g)$, а значит и $p_g(g)$, из данного соотношения можно выразить функцию поэлементного преобразования.

Покажем, как это делается на примере очень популярной процедуры - *эквализации* (выравнивания) *гистограммы*. В данном случае требуется получить такое изображение, у которого все значения яркости в пределах заданного динамиче-

ского диапазона $[g_{min}, g_{max}]$ равновероятны: $p_g(g) = \frac{1}{g_{max} - g_{min}}$ для $g_{min} \leq g \leq g_{max}$.

Интегральная функция распределения на указанном интервале линейна:

$$P_g(g) = \frac{g - g_{min}}{g_{max} - g_{min}}. \quad \text{Отсюда} \quad P_f(f) = \frac{g(f) - g_{min}}{g_{max} - g_{min}} \quad \text{и, следовательно,}$$

$$g(f) = (g_{max} - g_{min})P_f(f) + g_{min}.$$

Чтобы избежать нежелательных эффектов, функцию преобразования строят не по истинной, а по сглаженной гистограмме. Правда при этом само преобразование гистограмм становится приближённым.

Пороговая обработка

В ряде случаев требуемый графический препарат удаётся получить в результате пороговой обработки полутонового изображения. Она заключается в разделении всех отсчётов изображения на два класса по признаку яркости: объект и фон. Например, в выполнении поэлементного преобразования вида:

$$g(n_1, n_2) = \begin{cases} 1 & \text{при } f(n_1, n_2) \geq f_0, \\ 0 & \text{при } f(n_1, n_2) < f_0, \end{cases}$$

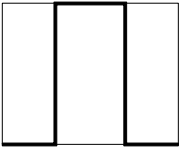
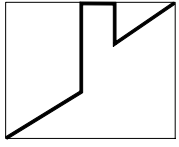
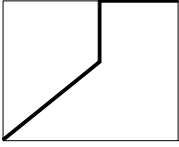
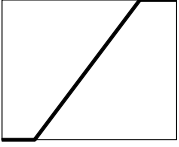
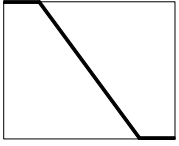
где f_0 – некоторое "пороговое" значение яркости. Основной проблемой здесь является выбор порога.

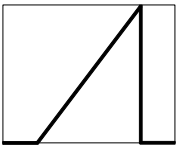
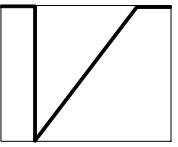
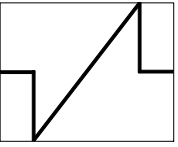
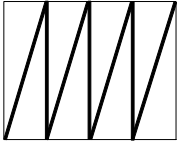
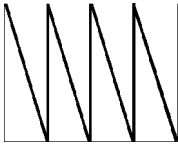
Препарирование

Широкий класс процедур обработки называется препарированием изображений. Оно заключается в приведении изображения к такому виду, который, возможно, весьма далек от естественного, но удобен для визуальной интерпретации или дальнейшего машинного анализа. Многие операции препарирования могут осуществляться при помощи поэлементных преобразований специальных видов. Так, частным случаем препарирования является пороговая обработка, рассмотренная выше. Используется и много других функций поэлементного преобразования для препарирования. В чём их основные особенности? Во-первых, все они несколько искусственны, трудно дать им строгую физическую интерпретацию, ско-

рее речь здесь идёт просто об эмпирическом подборе функции преобразования в интересах решения конкретной задачи. *Во-вторых*, препарирование обычно производится в интерактивном (диалоговом) режиме обработки изображений, поэтому соответствующие функции преобразования должны быть легко "управляемыми", то есть определены с точностью до небольшого числа параметров, смысл которых понятен пользователю (оператору) системы (как порог при пороговой обработке).

Варианты заданий

№ варианта	Вид функции
1	
2	
3	
4	
5	

№ варианта	Вид функции
6	
7	
8	
9	
10	

Примечание: значения точек излома, наклона линейных участков функций и прочие параметры функций подбираются студентом самостоятельно.

Задание на лабораторную работу

1. По гистограмме входного изображения определить значение порога яркостей, обеспечивающего оптимальное разделение объекта и фона. Осуществить пороговую обработку входного изображения с найденным пороговым значением.
2. Определить динамический диапазон входного изображения. Осуществить линейное контрастирование входного изображения в заданный динамический диапазон яркостей.
3. Осуществить препарирование изображения с заданной препарирующей функцией. Виды препарирующих функций для каждого варианта определены ранее.

Содержание отчета

Отчет по работе должен содержать:

- Титульный лист отчета с наименованием учебного заведения, фамилией студента и номером группы.
- Вариант задания.
- Текст программы с комментариями.
- Отчет о ходе работы, исходные изображения, результирующие обработанные изображения, снабженные необходимыми комментариями, результаты сравнений с теоретическими расчетами.
- Выводы и заключение о проделанной работе.

Контрольные вопросы

1. Изображение. Основные понятия и определения. Представление изображений в компьютере.
2. Гистограмма. Основные понятия, способы построения гистограмм.
3. Поэлементные преобразования изображений.
4. Пороговая обработка изображений.
5. Линейное контрастирование. Динамический диапазон яркостей.
6. Препарирование изображений. Препарирующая функция.