

Порядок сдачи контрольных мероприятий

1. Демонстрация кода и работоспособности АРМа разработчика алгоритмов обработки изображений.
2. Демонстрация аддитивного и импульсного шумов различной мощности.

Формирование аддитивного шума

Изображение искажается аддитивным или импульсным шумом, т.е. формируется $f_{иск}(x, y)$.

Уровень шумовой помехи есть величина, равная

$$\eta = \frac{B_{ш}}{B_{исх}}$$

где $B_{ш}$ - энергия шума, $B_{исх}$ - энергия исходного (неискаженного) изображения.

Алгоритмы сглаживания изображений моделируются при следующих значениях: $\eta = 0.25, 0.5, 0.75$.

Аддитивная шумовая составляющая (аддитивный шум) изображения формируется следующим образом:

а. При помощи датчика случайных чисел определяются значения шумовой помехи $f_{ш}(x, y)$ всех элементов матрицы 512 x 512.

Процедура RANDOMIZE инициализирует датчик случайных чисел. Функция RANDOM (RANGE): <целочисленный тип> является датчиком случайных чисел с равномерным законом распределения последних в диапазоне $0 \leq X < \text{RANGE}$.

б. Вычисляется математическое ожидание изображения «шумовое поле»

$$MO_{ш} = \frac{1}{N^2} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f_{ш}(x, y) \quad (1)$$

с. Яркость элемента изображения, искаженного аддитивным шумом с заданным уровнем энергии, рассчитывается следующим образом:

- Первоначально величина ошибки $v_err = 0$;
- Далее для каждого элемента изображения рассчитывается величина

$$pix = f_{исх}(x, y) + \eta * (f_{ш}(x, y) - MO_{ш}) + v_err.$$

- если $(pix \geq 0 \text{ и } pix \leq 255)$ тогда $f_{иск}(x, y) = pix$
- если $pix > 255$ тогда $f_{иск}(x, y) = 255$ и $v_err := pix - 255$

- если $pix < 0$ тогда $f_{ИСК}(x, y) = 0$ и $v_err := -pix$.

Формирование импульсного шума

Под высококонтрастным импульсным шумом будем понимать некоторое количество изолированных элементов изображения с максимальным уровнем яркости или нулевым. Импульсный шум подразделяют на точечный и строковый.

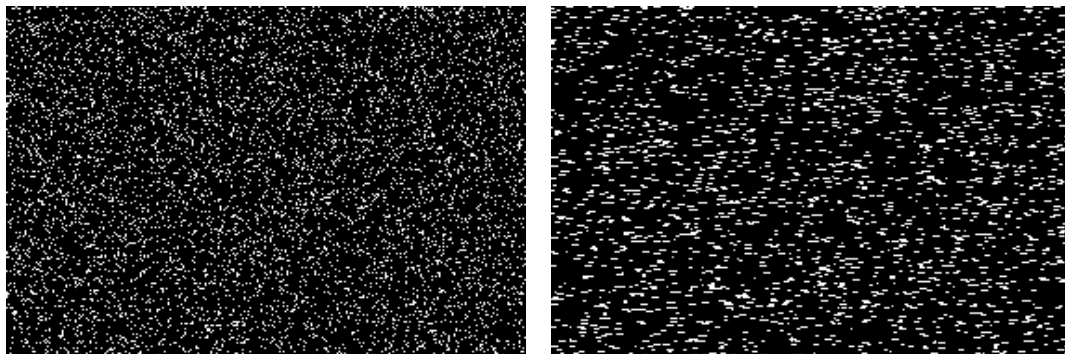


Рис. 1. Иллюстрация импульсного шума

На изображении такие помехи выглядят изолированными контрастными точками или линиями (рис. 2).



Рис. 2. Виды импульсных помех

Импульсный шум моделируется при следующих значениях: $\eta = 0.25, 0.5, 0.75$.

Импульсная шумовая составляющая (импульсный шум) изображения формируется следующим образом:

1. Первоначально задается один из трех видов импульсного шума: «соль», «перец» или «соль и перец» и его интенсивность – «точечный» или «строковый».

- 1.1. Если выбран вид шума «соль» и интенсивность – «точечный».

- а) При помощи датчика случайных чисел формируются координаты (x_k''', y_k''') местоположения точечной импульсной помехи. Величина яркости

пикселя импульсной помехи на исходном изображении = 255. Общее количество пикселей импульсной помехи (KOL), которые необходимо сформировать, должно удовлетворять соотношению

$$\eta = \frac{\sum_{k=1}^{KOL} [255 - f_{ИСХ}(x_k^u, y_k^u)]^2}{B_{ИСХ}}, \quad (2)$$

б) Для интенсивности «строковый» при помощи датчика случайных чисел формируются координаты (x_k^u, y_k^u) местоположения начальной точки строковой импульсной помехи на исходном изображении. Длина строковой помехи произвольно задается из диапазона от 2 до 5 пикселей. Все элементы строкового шума имеют яркость = 255. Переменная KOL также определяется с помощью соотношения (2).

1.2. Если выбран вид шума «перец» и интенсивность – «точечный».

с) При помощи датчика случайных чисел формируются координаты местоположения (x_k^u, y_k^u) точечной импульсной помехи. Величина яркости пикселя импульсной помехи на исходном изображении = 0. Общее количество пикселей импульсной помехи (KOL), которые необходимо сформировать, должно удовлетворять соотношению

$$\eta = \frac{\sum_{k=1}^{KOL} [f_{ИСХ}(x_k^u, y_k^u)]^2}{B_{ИСХ}}, \quad (3)$$

д) Для интенсивности «строковый» при помощи датчика случайных чисел формируются координаты (x_k^u, y_k^u) местоположения начальной точки строковой импульсной помехи. Длина строковой помехи произвольно задается из диапазона от 2 до 5 пикселей. Все элементы строкового шума имеют яркость = 0. Переменная KOL определяется с помощью соотношения (3).

1.3. Если выбран вид шума «соль и перец».

При помощи датчика случайных чисел формируются координаты местоположения (x_k^u, y_k^u) точечной импульсной помехи и интенсивность пикселя – «точечный» или начало «строковой» линии. Величина яркости пикселя импульсной помехи на исходном изображении определяется следующим образом:

$$f_{ИСХ}(x_k^u, y_k^u) = 256 \text{ при } f_{ИСХ}(x_k^u, y_k^u) < MO_{ш}$$

$$\text{и } f_{ИСХ}(x_k^u, y_k^u) = 0 \text{ при } f_{ИСХ}(x_k^u, y_k^u) > MO_{ш}.$$

Для «строковой» помехи яркость линии будет определяться первым пикселем.

Общее количество пикселей импульсной помехи (KOL), которые необходимо сформировать, должно удовлетворять соотношению

$$\eta = \frac{\sum_{k=1}^{KOL} [MO_{ш}]^2}{B_{ИСХ}}, \quad (4)$$

3. Обработка изображений сглаживающими фильтрами:

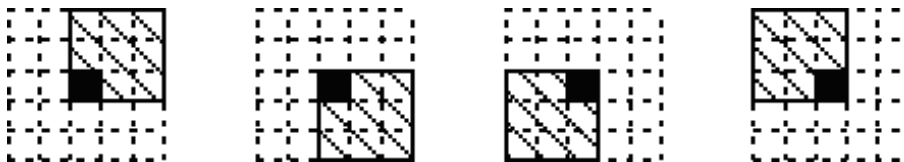
- Сглаживание изображений маской

1	1	1
1	1	1
1	1	1

- Сглаживание изображений методом К-ближайших соседей.

Маска 5 x 5, K = задается в диалоге

- Сглаживание изображений по наиболее однородной области



Примеры модифицированных областей усреднения

Форма окон делается одинаковой и равной 3x3 пикселя. Вместо дисперсии в качестве показателя однородности рассчитывается величина

$$V(k) = \sum_{l=1}^9 |f_{ИСХ}(x, y) - f_k(l)|$$

Здесь $f_{ИСХ}(x, y)$ – яркость центральной точки большого окна 5x5; $f_k(l)$ – яркость l -ой точки k -го малого окна (3x3). Как и в предыдущем случае, $f_{ИСХ}(x, y)$ заменяется средним уровнем яркости в пределах окна с минимальным значением $V(k)$, $k = \overline{1, 4}$.

4. Обработка изображений фильтрами подчеркивания контуров

На рис. 3,а и 3,б показаны, соответственно, исходное изображение, состоящее из областей различной яркости, и его графический вариант, состоящий только из границ этих областей.

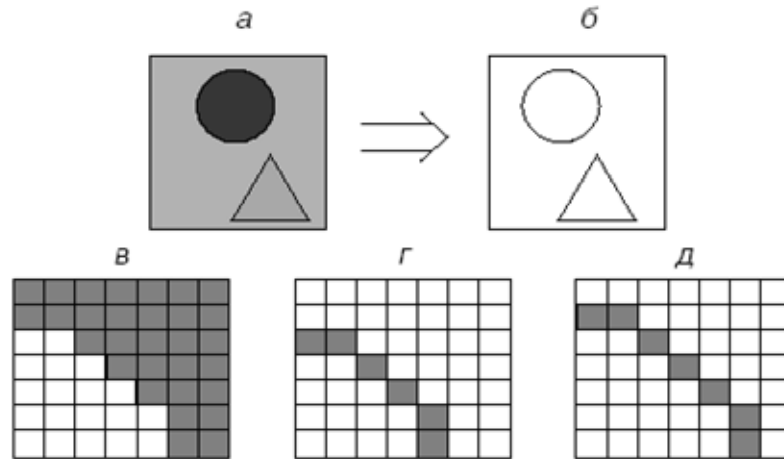


Рис. 3. К определению понятия контура

Контуром изображения будем называть совокупность его пикселей, в окрестности которых наблюдается скачкообразное изменение функции яркости. Поскольку при цифровой обработке изображение представлено как функция целочисленных аргументов, то контуры представляются линиями шириной, как минимум, в один пиксель. При этом линии контура могут быть как внутренние, так и внешние, как это показано на рис. 3,г и 3,д для исходного изображения с перепадом яркости (рис. 3,в).

-1	-1	-1
-1	9	-1
-1	-1	-1

Маска фильтра, используемая для реализации дискретного лапласиана

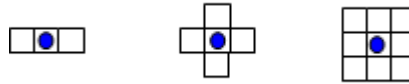
Процедура, называемая *нерезким маскированием*, выражается формулой

$$f_s = Af(x, y) - \bar{f}(x, y),$$

где $A \geq 1$, $f_s(x, y)$ обозначает изображение с повышенной резкостью, полученное нерезким маскированием, $\bar{f}(x, y)$ - расфокусированная копия исходного изображения $f(x, y)$.

Расфокусированное изображение $\bar{f}(x, y)$ формируется масками 3x3, 5x5 и 7x7. Размер маски задается в диалоге. Параметр A также задается в диалоге.

5. Обработка изображений медианными фильтрами



Виды окон (масок) медианных фильтров. Размер апертуры маски задается в диалоге

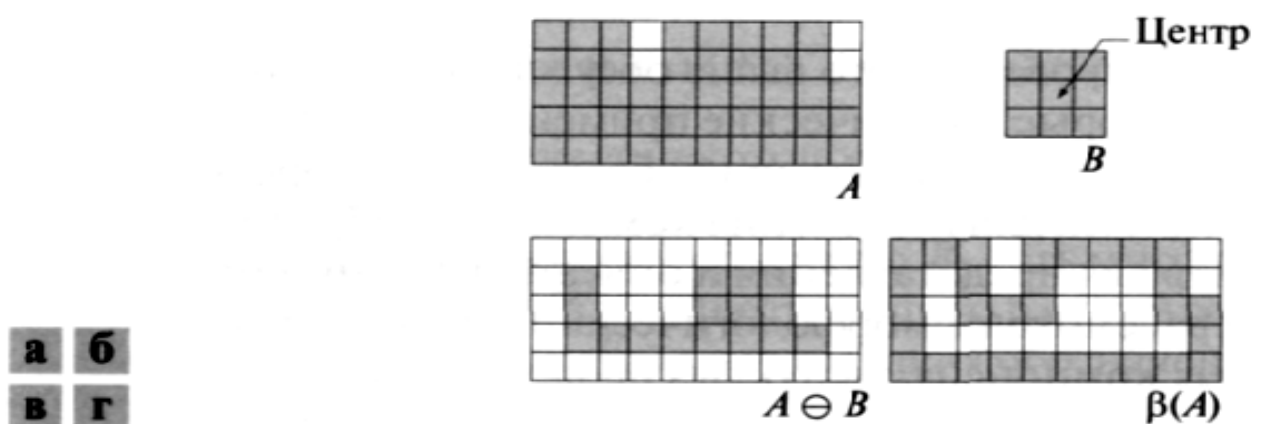
6. Морфологические преобразования.

Дилатация, эрозия. Построение внешнего и внутреннего контуров бинарной области. В качестве примитива – квадратная матрица или крест.

Граница множества A , которую будем обозначать $\beta(A)$, может быть выделена путем выполнения сначала операции эрозии A по B , а затем получения разностного множества между A и результатом его эрозии, т.е.

$$\beta(A) = A \setminus (A \ominus B),$$

где B — подходящий примитив.



(а) Множество A . (б) Примитив B . Эрозия A по B . (г) Граница, полученная вычитанием из исходного множества A результата операции эрозии. Полученную таким образом границу будем называть «внутренняя».

Аналогичным образом получить «внешнюю» границу, если первоначально произвести операцию дилатации и из полученного изображения вычесть исходное.

Реализация БПФ. Длина преобразования $N = 512$.

Процедура фильтрации в частотной области

1. Элементы изображения $F(x,y)$ умножаются на $(-1)^{x+y}$. Этим достигается в дальнейшем расположение центра спектра Фурье в середине изображения.
2. Вычисляется прямое ДПФ $F(u,v)$ при помощи алгоритма БПФ с заданной структурой разложения длины N на произведение сомножителей.
- 3.а. Высокочастотная фильтрация. Элементам квадратного окна в центральной части спектра Фурье присваивается 0. Размер окна задается в диалоге.
- 3.б. Низкочастотная фильтрация. Элементам спектра Фурье, расположенным по его периметру присваивается 0. Ширина полосы обработки элементов спектра задается в диалоге.
4. Вычисляется обратное ДПФ
5. Выделяется вещественная часть
6. $\ast (-1)^{x+y}$