

Факультет компьютерных технологий и прикладной математики

Кафедра вычислительных технологий

02.03.02

Алгоритмы цифровой обработки мультимедиа

Лабораторная работа № 2

Методы фильтрации и размытия изображения. Работа с пикселями картинки.

Работа будет осуществляться средствами языка Python 3.10 и IDE PyCharm2022.1.2 с учебной лицензией. Для работы необходимо установить библиотеку `opencv`.

Размытие – один из базовых алгоритмов обработки изображения. Размытие строится из предположения, что каждый пиксель картинки по своему значению связан с предыдущим и не должен заметно от него отличаться. Если же так происходит, например, вокруг пикселя яркость 240, а в самом пикселе 12, то мы предполагаем, что данный пиксель – это шумы. И размытие картинки – один из главных способов нивелировать эти шумы. Базовый подход к фильтрации строится на том, что значение пикселя должно измениться под влиянием окружающих пикселей.

В данной лабораторной работе будет рассмотрен фильтр Гаусса, как базовая часть алгоритма выявления контуров объектов на изображении.

Для начала переведем изображение в черно-белый формат, в этом случае каждый пиксель представляет собой только одно целое неотрицательное значение длиной 8 бит – яркость. Далее рассмотрим изображение как двумерную матрицу размерности $h \times w$:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{1w} \\ a_{h1} & a_{hw} \end{pmatrix}$$

Теперь рассмотрим произвольный пиксель данной матрицы a_{ij} :

$$\begin{array}{ccc} a_{i-1j-1} & a_{i-1j} & a_{i-1j+1} \\ a_{ij-1} & a_{ij} & a_{ij+1} \\ a_{i+1j-1} & a_{i+1j} & a_{i+1j+1} \end{array}$$

Значение яркости данного пикселя будем менять с учетом всех указанных пикселей вокруг заданного. Для этого необходимо выполнить операцию свертки. Операция свертки заключается в преобразовании исходной матрицы B размерности $n \times n$ в числовое значение с помощью специальной матрицы ker размерности $n \times n$, называемой ядром свертки:

$$val = \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^n B[k, l] * ker[k, l] \quad (1)$$

Матрица ker берется с различными значениями для разных типов фильтрации, стандартное условие – данная матрица должна иметь сумму элементов близкую к единице.

Гауссовский фильтр построен на ядре свертки, полученной как значения функции Гаусса (плотность распределения) для двумерной случайной величины:

$$gauss[x, y] = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{(x-a)^2 + (y-b)^2}{2\sigma^2}}$$

Здесь a, b – математическое ожидание двумерной случайной величины. Для построения матрицы в качестве этих значений выбираем координаты центрального элемента матрицы, например, для матрицы 5×5 значения математического ожидания будут следующими: $a = 3, b = 3$. В качестве x, y выбираем все индексы всех элементов матрицы поочередно. Значение σ будем считать параметром размытия по Гауссу. При каждом новом значении σ результат размытия будет отличаться.

Размерность матрицы свертки – это другой возможный параметр фильтрации.

Далее применяем операцию свертки ко всем внутренним пикселям изображения и записываем вычисленное по формуле (1) число в качестве нового значения яркости пикселя.

Разберем, что означает словосочетание «внутренний пиксель».

Пусть у нас изображение размерности 480×600 лежит в матрице, нумерация индексов матрицы начинается с нуля. Допустим, мы применяем свертку размерности 21, тогда мы не можем обработать первые и последние 10 пикселей по горизонтали и по вертикали, значит мы будем обрабатывать пиксели с 10 по 469 и с 10 по 589.

Итого алгоритм кратко будет выглядеть следующим образом:

- установить размер матрицы свертки и среднее квадратичное отклонение;
- заполнить матрицу свертки значениями функции Гаусса с мат. ожиданием, равным координатам центра матрицы;
- нормировать матрицу так, чтобы сумма элементов равнялась 1;
- создать копию изображения;
- для каждого внутреннего пикселя копии рассчитать новое значение насыщенности пикселя по формуле (1) и ЗАПИСАТЬ это значение в пиксель нового изображения.

Работа с пикселями изображения осуществляется в openCV как с элементами двумерных матриц:

```
newGray[i][j] = new_value
```

В данном листинге в пиксель с соответствующими индексами записывается значение new_value.

Приведение изображения в черно-белый формат было разобрано в предыдущей лабораторной работе.

Задание 1. Реализовать фильтр Гаусса средствами языка python.

Задание 2. Применить данный фильтр для двух разных значений среднего квадратичного отклонения и двух разных размерностей матрицы свертки, сравнить результаты для ОДНОГО изображения.

Задание 3. Реализовать размытие Гаусса встроенным методом библиотеки OpenCV, сравнить результаты с Вашей реализацией.

Задание 4. (самостоятельно) Реализовать размытие Гаусса средствами любого другого языка программирования.

Контрольные вопросы

1. Опишите, в чем заключается принцип операции размытия изображения и зачем ее применяют?
2. Что такое операция свертки матрицы?
3. Каким образом строится матрица свертки в размытии по Гауссу?
4. Опишите алгоритм размытия по Гауссу.
5. Укажите известные Вам параметры размытия по Гауссу.
6. Каким образом производить фильтрацию по Гауссу средствами библиотеки OpenCV?