

Факультет компьютерных технологий и прикладной математики

Кафедра вычислительных технологий

02.03.02

Алгоритмы цифровой обработки мультимедиа

Лабораторная работа № 3

Методы фильтрации и размытия изображения.

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  $5 \times 5$  значения математического ожидания будут следующими:  $a = 3, b = 3$ . В качестве  $x, y$  выбираем все индексы всех элементов матрицы поочередно. Значение  $\sigma$  будем считать параметром размытия по Гауссу. При каждом новом значении  $\sigma$  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  $480 \times 600$  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:

1. установить размер матрицы свертки и среднее квадратичное отклонение;
2. заполнить матрицу свертки значениями функции Гаусса с мат. ожиданием, равным координатам центра матрицы;
3. нормировать матрицу так, чтобы сумма элементов равнялась 1;
4. создать копию изображения;
5. 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. Выполнить пункты 1 и 2 алгоритма, то есть построить матрицу Гаусса. Просмотреть итоговую матрицу для размерностей 3, 5, 7.

Задание 2. Нормировать полученную матрицу Гаусса. Протестировать результаты на матрицах из предыдущего пункта.

Задание 3. Реализовать фильтр Гаусса средствами языка python.

Задание 4. Применить данный фильтр для двух разных значений среднего квадратичного отклонения и двух разных размерностей матрицы свертки, сравнить результаты для ОДНОГО изображения.

Задание 5. Реализовать размытие Гаусса встроенным методом библиотеки OpenCV, сравнить результаты с Вашей реализацией.

Задание 6. (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?

Формат оценивания выполнения заданий на лабораторной работе:

- оценка «+» ставится на лабораторной работе, если студент выполняет задания 1, 2;
- оценка «удовлетворительно» ставится на лабораторной работе, если студент выполняет задания 1-3;
- оценка «хорошо» ставится на лабораторной работе, если студент выполняет задачи 1 - 5;
- оценка «отлично» ставится на лабораторной работе, если студент отвечает правильно на все теоретические вопросы.

Если студент сдаёт работу позже, то применяется формат оценивания, указанный в документе «Структура лаб АЦОМ», то есть необходим отчет, гит и полноценная защита лабораторной работы.