Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Институт машиностроения, материалов и транспорта
Высшая школа автоматизации и робототехники

Отчёт

по лабораторной работе №2

Дисциплина: Техническое зрение

Тема: Фильтрация изображения с использованием библиотеки OpenCV

Студент гр. 3331506/70401 Коновалов В.А.

Преподаватель Варлашин В.В.

« »_____2020 г.

Санкт-Петербург

2020

Задание

Реализовать адаптивный пороговый фильтр с использованием средневзвешенных значений с параметрами: размер ядра 5×5, якорная точка в правом нижнем углу, обработка границ методом отражения (border_reflect_101).

Математическое описание

Согласно заданию дано ядро 5×5 с якорной точкой в правом нижнем углу

$$\begin{pmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} & C_{14} & C_{15} \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} & C_{24} & C_{25} \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} & C_{34} & C_{35} \\ C_{41} & C_{42} & C_{43} & C_{44} & C_{45} \\ C_{51} & C_{52} & C_{53} & C_{54} & \boxed{C_{55}} \end{pmatrix},$$

где C_{ij} – веса, $\boxed{C_{ij}}$ – якорная точка.

По формуле 1 вычисляется порог фильтрации

$$T(x,y) = mean\big(P1(x - bsize, y + bsize), P2(x + bsize, y - bsize)\big) - C \quad (1)$$

где C – константа, задаваемая пользователем.

Согласно формуле 2, сравнивается значение интенсивности якорной точки с пороговым значением и определяется интенсивность соответствующей точки выходного изображения.

$$dst(x,y) = \begin{cases} maxValue, & if\ src(x,y) > T(x,y) \\ 0 & otherwise \end{cases} \quad (2)$$

Обработка границ осуществляется методом отражения (*border_reflect_101*). Расширение исходного изображения происходит отображением интенсивностей пикселов от края сначала по горизонтали, а потом по вертикали.

Для реализации адаптивного порогового фильтра был создан класс *AdaptiveThreshold*, представленный на листинге 1.

Листинг 1 – Класс *AdaptiveThreshold*

```
#pragma once

#include <iostream>
#include "opencv2\core.hpp"
#include "opencv2\highgui.hpp"

using namespace cv;
using namespace std;

class AdaptiveThreshold
{
public:
    AdaptiveThreshold() = default;
    AdaptiveThreshold(int m_maxValue, int m_constant, int m_positionOfAnchor);
    ~AdaptiveThreshold() = default;

    void adaptiveThreshold(Mat& inputImage, Mat& outputImage);
    float meanValue(Mat& image, int row, int col);

private:
    int m_maxValue;
    int m_constant;
    int m_positionOfAnchor;

};
```

Переменная *m_positionOfAnchor* отражает позицию якоря (1 – верхний левый угол, …, 25 – правый нижний угол).

Основные функции

1) Функция *meanValue*( )

Реализация функции *meanValue*( ), которая возвращает средневзвешенное значение, представлена на листинге 2.

Листинг 2 – Функция *meanValue*( )

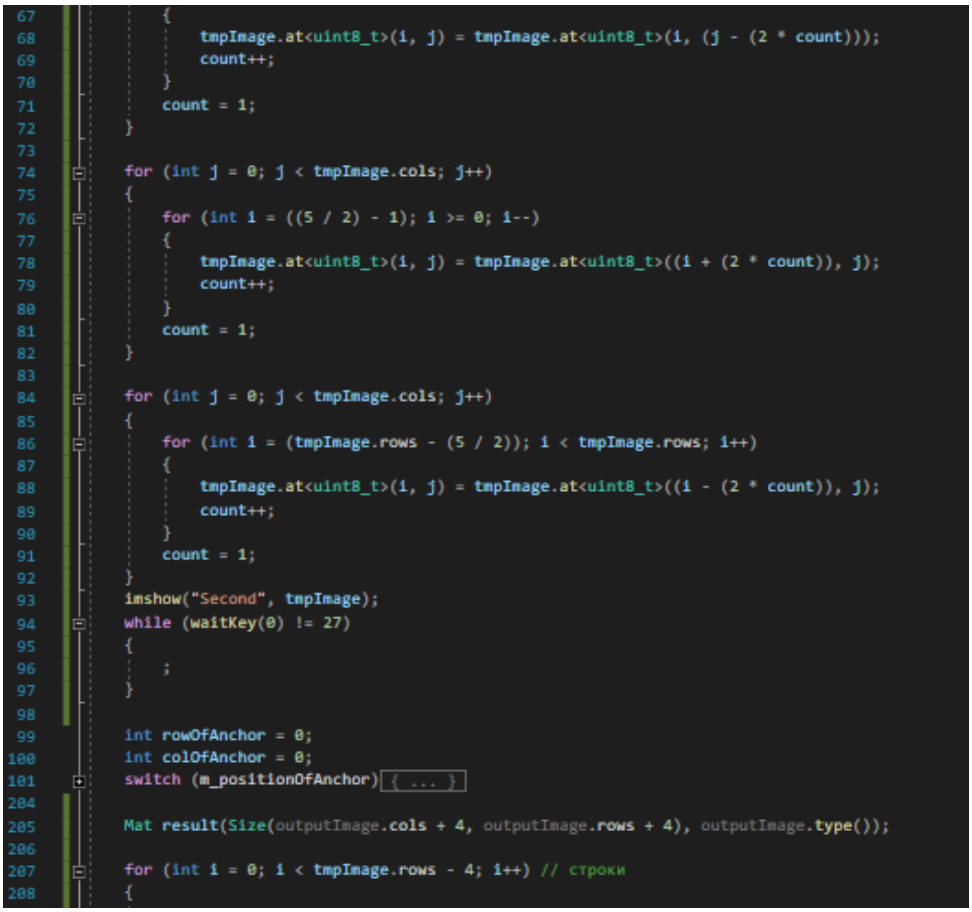
```
float AdaptiveThreshold::meanValue(Mat& image, int row, int col)
{
	float mean = 0;
	mean = (image.at<uint8_t>(row - 2, col - 2) + image.at<uint8_t>(row - 2, col - 1) +
	image.at<uint8_t>(row - 2, col) + image.at<uint8_t>(row - 2, col + 1) +
	image.at<uint8_t>(row - 2, col + 2) + image.at<uint8_t>(row - 1, col - 2) +
	image.at<uint8_t>(row - 1, col - 1) + image.at<uint8_t>(row - 1, col) +
	image.at<uint8_t>(row - 1, col + 1) + image.at<uint8_t>(row - 1, col + 2) +
	image.at<uint8_t>(row, col - 2) + image.at<uint8_t>(row, col - 1) +
	image.at<uint8_t>(row, col) + image.at<uint8_t>(row, col + 1) +
	image.at<uint8_t>(row, col + 2) + image.at<uint8_t>(row + 1, col - 2) +
	image.at<uint8_t>(row + 1, col - 1) + image.at<uint8_t>(row + 1, col) +
	image.at<uint8_t>(row + 1, col + 1) + image.at<uint8_t>(row + 1, col + 2) +
	image.at<uint8_t>(row + 2, col - 2) + image.at<uint8_t>(row + 2, col - 1) +
	image.at<uint8_t>(row + 2, col) + image.at<uint8_t>(row + 2, col + 1) +
	image.at<uint8_t>(row + 2, col + 2)) / 25 - (double)m_constant;
	return mean;
}
```

2) Функция *adaptiveThreshold*( )

В функции *adaptiveThreshold*( ) осуществляется обработка границ методом *border_reflect_101*, соответственно, происходит расширение изображения. Затем считывается значение переменной *m_positionOfAnchor*, после чего выполняется сравнение значения интенсивности якорной точки с пороговым значением, заполнение выходного изображения и обрезка границ. Реализация функции *adaptiveThreshold*( ) представлена на рисунка 1, 2 и 3.

```
31  void AdaptiveThreshold::adaptiveThreshold(Mat& inputImage, Mat& outputImage)
32  {
33      Mat tmpImage(Size(inputImage.cols + 4, inputImage.rows + 4), inputImage.type(), Scalar(255));
34
35      //Copy src
36      for (int i = (5 / 2); i < (tmpImage.rows - (5 / 2)); i++)
37      {
38          for (int j = (5 / 2); j < (tmpImage.cols - (5 / 2)); j++)
39          {
40              tmpImage.at<uint8_t>(i, j) = inputImage.at<uint8_t>((i - (5 / 2)), (j - (5 / 2)));
41          }
42      }
43
44      imshow("First", tmpImage);
45      while (waitKey(0) != 27)
46      {
47          ;
48      }
49
50      //border_reflect_101
51      //left -> right -> top -> bottom
52      int count = 1;
53
54      for (int i = (5 / 2); i < (tmpImage.rows - (5 / 2)); i++)
55      {
56          for (int j = ((5 / 2) - 1); j >= 0; j--)
57          {
58              tmpImage.at<uint8_t>(i, j) = tmpImage.at<uint8_t>(i, (j + (2 * count)));
59              count++;
60          }
61          count = 1;
62      }
63
64      for (int i = (5 / 2); i < (tmpImage.rows - (5 / 2)); i++)
65      {
66          for (int j = (tmpImage.cols - (5 / 2)); j < tmpImage.cols; j++)
67          {
```

Рисунок 1 – Фрагмент реализации функции *adaptiveThreshold*( )



```
            {
                tmpImage.at<uint8_t>(i, j) = tmpImage.at<uint8_t>(i, (j - (2 * count)));
                count++;
            }
            count = 1;
        }

        for (int j = 0; j < tmpImage.cols; j++)
        {
            for (int i = ((5 / 2) - 1); i >= 0; i--)
            {
                tmpImage.at<uint8_t>(i, j) = tmpImage.at<uint8_t>((i + (2 * count)), j);
                count++;
            }
            count = 1;
        }

        for (int j = 0; j < tmpImage.cols; j++)
        {
            for (int i = (tmpImage.rows - (5 / 2)); i < tmpImage.rows; i++)
            {
                tmpImage.at<uint8_t>(i, j) = tmpImage.at<uint8_t>((i - (2 * count)), j);
                count++;
            }
            count = 1;
        }
        imshow("Second", tmpImage);
        while (waitKey(0) != 27)
        {
            ;
        }

        int rowOfAnchor = 0;
        int colOfAnchor = 0;
        switch (m_positionOfAnchor) { ... }

        Mat result(Size(outputImage.cols + 4, outputImage.rows + 4), outputImage.type());

        for (int i = 0; i < tmpImage.rows - 4; i++) // строки
        {
```

Рисунок 2 – Фрагмент реализации функции *adaptiveThreshold*( )

```
            for (int j = 0; j < tmpImage.cols - 4; j++) // столбцы
            {
                if ((double)tmpImage.at<uint8_t>(i + rowOfAnchor, j + colOfAnchor) > meanValue(tmpImage, i + 2, j + 2))
                {
                    result.at<uint8_t>(i + rowOfAnchor, j + colOfAnchor) = m_maxValue;
                }
                else
                {
                    result.at<uint8_t>(i + rowOfAnchor, j + colOfAnchor) = 0;
                }
            }
        }

        Rect rectangle2(colOfAnchor, rowOfAnchor, inputImage.cols, inputImage.rows);
        result(rectangle2).copyTo(outputImage);
    }
```

Рисунок 3 – Фрагмент реализации функции *adaptiveThreshold*( )

Результат обработки

Первоначальное изображение и пример обработки изображения с ядром 5×5 и якорем в правом нижнем углу представлен на рисунках 4 и 5 соответственно.

Рисунок 4 – Первоначальное изображение

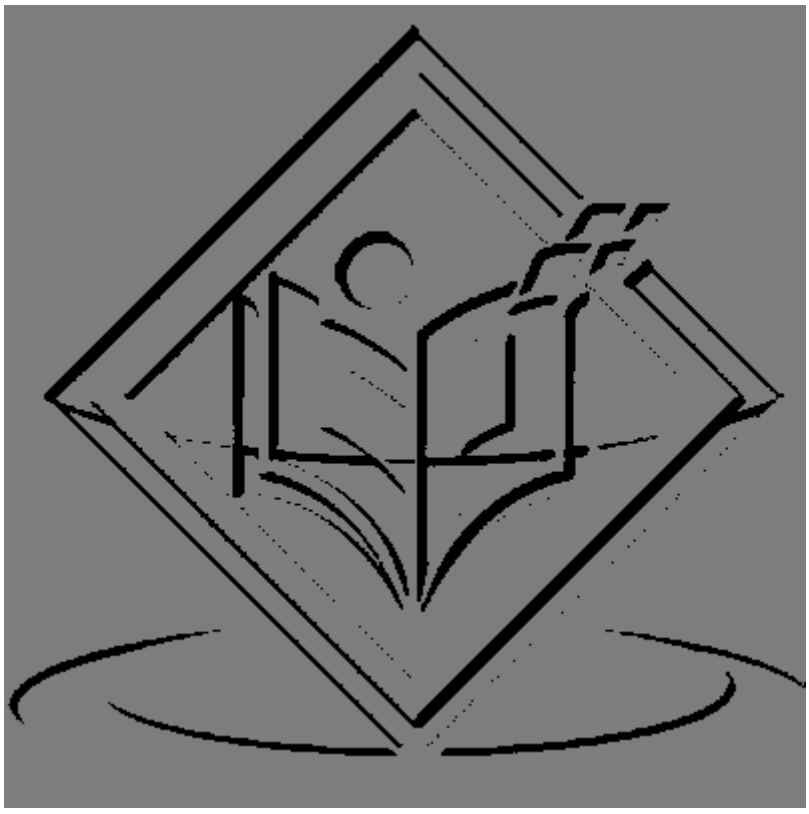


Рисунок 5 – Пример обработки изображения при значении $maxValue = 125$, константы C = 10 и якорем в правом нижнем углу

Сравнение с аналогичной функцией из OpenCV

1) Сравнение качества обработки

В библиотеке OpenCV есть функция *adaptiveThreshold*. При сравнении с ней использовано ядро 5×5 с якорем в центральной точке. Результат обработки функцией, реализованной в ходе работы, представлен на рисунке 6, а функцией из OpenCV – на рисунке 7.

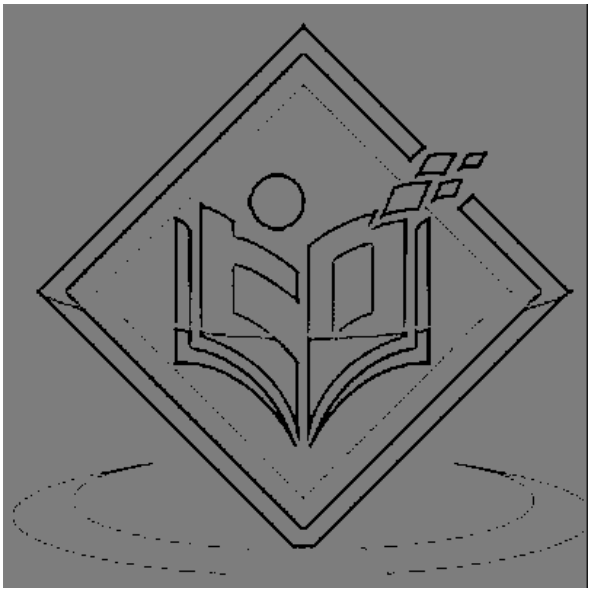


Рисунок 6 – Адаптивный пороговый фильтр, реализованный в ходе работы

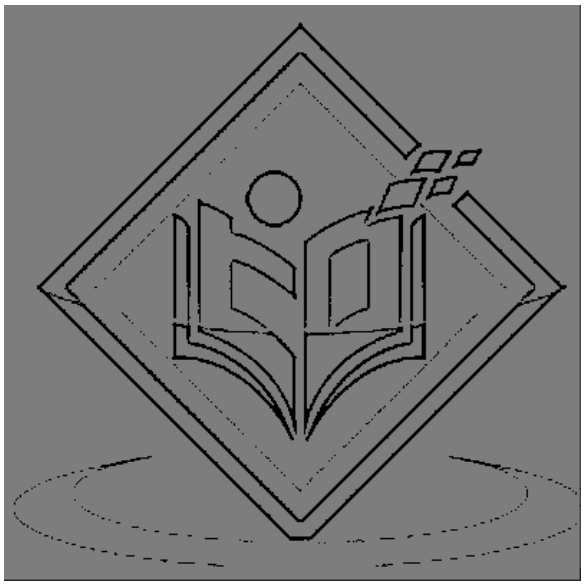


Рисунок 7 – Адаптивный пороговый фильтр из OpenCV

Для оценки найдём среднеквадратичное отклонение при помощи функции *absdiff*. Оно составило $S \approx 0{,}2$.

2) Сравнение времени работы

Для сравнения времени выполнения обработки используем функцию *clock* из библиотеки *time.h*.

В результате сравнения времени выполнения определено, что скорость работы функции из библиотеки OpenCV выше примерно в 30 раз, что связано с неоптимальным с точки зрения скорости написанием кода в собственной реализации адаптивного порогового фильтра.

Вывод

В ходе роботы изучены принципы работы заданного фильтра. Выполнена его реализация и проведено сравнение с аналогичным алгоритмом из библиотеки OpenCV. Отличия в качестве обработки связаны с округлением значений в ходе работы.