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 изображений

Студент гр. 3331506/70401 Паньков И.С.

Преподаватель Варлашин В.В.

« »\_\_\_\_\_\_\_\_2020 г.

Санкт-Петербург

2020

Цель работы — программная реализация фильтров изображений.

# З а д а н и е

Разработать класс, предоставляющий возможности применения к бинарному изображению открывающего фильтра со структурообразующим элементом, представленным на рисунке 1, и заполнением граничных областей по методу border reflect.

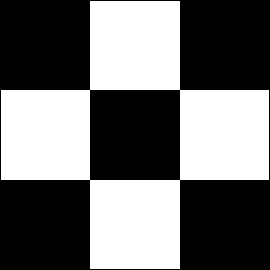


Рисунок 1 — Структурообразующий элемент

# Краткие теоретические сведения

Размыкание (открытие) — производная морфологическая операция, представляющая собой последовательное применение двух других операций — эрозии и дилатации (наращивания). Размыкание может быть записано в следующем виде:



где *A* и *B* — некоторые множества, а применимо к обработке цифровых изображений — изображение и структурообразующий элемент.

Операция эрозии полезна для удаления малых объектов и различных шумов, но у неё есть недостаток: все остающиеся объекты уменьшаются в размере. Этого эффекта можно избежать, если после операции эрозии применить операцию наращивания с тем же структурообразующим элементом. Размыкание отсеивает все объекты, меньшие чем структурный элемент, но при этом позволяет избежать сильного уменьшения размера объектов.

# Класс MorphologicalFilter

Для выполнения морфологических операций над изображениями был разработан класс MorphologicalFilter, предоставляющий возможности для бинаризации исходных изображений и структурообразующих элементов, методы-сеттеры и методы-геттеры для доступа к фильтруемому изображению, структурообразующему элементу и его якорной точке, а также методы для выполнения элементарных (эрозии и наращивания) и производных (замыкания и размыкания) морфологических операций.

На рисунке 2 представлен листинг класса MorphologicalFilter.

class MorphologicalFilter

{

public:

MorphologicalFilter() = default;

~MorphologicalFilter() = default;

void erode();

void dilate();

void open();

void close();

void setStructuringElement(const cv::Mat structuringElement);

cv::Mat getStructuringElement() const;

void setAnchor(const cv::Point2i anchor);

cv::Point2i getAnchor() const;

void setImage(const cv::Mat structure);

cv::Mat getImage() const;

private:

void fillBorders(cv::Mat& buffer);

bool compare(const cv::Mat& box, MorphologicalOperation operation);

cv::Mat binarize(const cv::Mat& image) const;

cv::Mat normalize(const cv::Mat& image) const;

cv::Mat m\_structuringElement;

cv::Point2i m\_anchor;

cv::Mat m\_image;

std::vector<int> m\_border;

};

Рисунок 2 — Листинг класса MorphologicalFilter

Морфологическая операция эрозии выполняется с помощью метода erode, листинг которого представлен на рисунке 3.

void MorphologicalFilter::erode()

{

if (m\_image.empty() == true)

{

return;

}

if (m\_structuringElement.empty() == true)

{

return;

}

if (m\_anchor.x < 0 || m\_anchor.x >= m\_structuringElement.cols)

{

return;

}

if (m\_anchor.y < 0 || m\_anchor.y >= m\_structuringElement.rows)

{

return;

}

auto cols = m\_image.cols + m\_border[LEFT] + m\_border[RIGHT];

auto rows = m\_image.rows + m\_border[TOP] + m\_border[BOTTOM];

auto buffer = Mat(rows, cols, CV\_8UC1);

m\_image.copyTo(buffer(Rect(m\_anchor.x, m\_anchor.y, m\_image.cols, m\_image.rows)));

fillBorders(buffer);

for (auto col = 0; col < m\_image.cols; col++)

{

for (auto row = 0; row < m\_image.rows; row++)

{

auto box = Mat(buffer, Rect(col, row,

m\_structuringElement.cols, m\_structuringElement.rows));

if (compare(box, MorphologicalOperation::EROSION) == true)

{

m\_image.at<uint8\_t>(row, col) = 1;

}

else

{

m\_image.at<uint8\_t>(row, col) = 0;

}

}

}

}

Рисунок 3 — Листинг метода erode

Морфологическая операция наращивания выполняется с помощью метода dilate, листинг которого представлен на рисунке 4.

void MorphologicalFilter::dilate()

{

if (m\_image.empty() == true)

{

return;

}

if (m\_structuringElement.empty() == true)

{

return;

}

if (m\_anchor.x < 0 || m\_anchor.x >= m\_structuringElement.cols)

{

return;

}

if (m\_anchor.y < 0 || m\_anchor.y >= m\_structuringElement.rows)

{

return;

}

auto cols = m\_image.cols + m\_border[LEFT] + m\_border[RIGHT];

auto rows = m\_image.rows + m\_border[TOP] + m\_border[BOTTOM];

auto buffer = Mat(rows, cols, CV\_8UC1);

m\_image.copyTo(buffer(Rect(m\_anchor.x, m\_anchor.y, m\_image.cols, m\_image.rows)));

fillBorders(buffer);

for (auto col = 0; col < m\_image.cols; col++)

{

for (auto row = 0; row < m\_image.rows; row++)

{

auto box = Mat(buffer, Rect(col, row,

m\_structuringElement.cols, m\_structuringElement.rows));

if (compare(box, MorphologicalOperation::DILATION) == true)

{

m\_image.at<uint8\_t>(row, col) = 1;

}

else

{

m\_image.at<uint8\_t>(row, col) = 0;

}

}

}

}

Рисунок 4 — Листинг метода dilate

# Тестирование работы программы

Тестирование работы алгоритма открывающего фильтра проводилось с помощью программы, листинг которой изображён на рисунке 5.

#include "morphological\_filter.h"

#include <iostream>

#include "opencv2/core.hpp"

#include "opencv2/highgui.hpp"

#include "opencv2/imgproc.hpp"

using namespace std;

using namespace cv;

int main()

{

auto filter = MorphologicalFilter();

auto image = imread("src/images/test.bmp");

auto structuringElement = imread("src/structuring\_elements/my\_filter.bmp");

imshow("Image", image);

filter.setImage(image);

filter.setStructuringElement(structuringElement);

filter.open();

auto myResult = filter.getImage();

imshow("My result", myResult);

auto kernel = Mat();

auto src = Mat();

auto openCVResult = Mat();

cvtColor(image, src, COLOR\_BGR2GRAY);

cvtColor(structuringElement, kernel, COLOR\_BGR2GRAY);

threshold(src, src, 0x7F, 0xFF, THRESH\_BINARY);

threshold(kernel, kernel, 0x7F, 1, THRESH\_BINARY\_INV);

morphologyEx(src, openCVResult, MORPH\_OPEN, kernel, Point(-1, -1), 1, BORDER\_REFLECT);

imshow("OpenCV Result", openCVResult);

auto diff = Mat();

absdiff(myResult, openCVResult, diff);

absdiff(diff, Mat(diff.rows, diff.cols, diff.type(), Scalar(0xFF)), diff);

imshow("Difference", diff);

while (waitKey() != 27);

return 0;

}

Рисунок 5 — Листинг программы тестирования алгоритма

На рисунке 6 представлены соответственно исходное изображение (а), результат действия алгоритма открывающего фильтра (б), результат действия встроенных функций OpenCV (в) и абсолютная разность двух предыдущих изображений, вычтенная из изображения с максимальной интенсивностью пикселей (г).



а)

б)

в)

г)

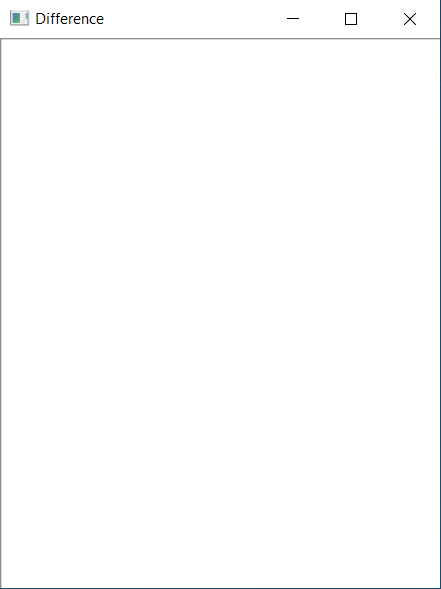


Рисунок 6 — Изображения: а) — исходное, б) — обработанное алгоритмом открывающего фильтра, в) — обработанное алгоритмами встроенных функций OpenCV, г) — абсолютная разность б) и в)

Нетрудно видеть, что результаты работы алгоритмов совпадают, однако значительно различается время их работы: если в случае со встроенными функциями OpenCV время их работы составляет величины порядка единиц миллисекунд, то в случае с реализованным алгоритмом — десятки миллисекунд в релизной сборке и сотни миллисекунд в отладочной сборке программы.