

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
Московский государственный университет имени  
М.В.Ломоносова

## Векторизация изображения

Работу выполнил  
Преподаватель

студент 224 группы Лобанов Петр Дмитриевич  
Почеревин Роман Владимирович

Москва, 2022

# Содержание

<b>Постановка задачи</b>	<b>2</b>
<b>Реализация</b>	<b>2</b>
Используемые библиотеки . . . . .	2
Алгоритм . . . . .	2
<b>Примеры</b>	<b>4</b>

## Постановка задачи

Программа получает растровое изображение, она должна векторизовать его и вывести в формате pdf.

## Реализация

### Используемые библиотеки

- Numpy
- OpenCV
- PyX

### Алгоритм

Выделяем границу изображения. Для этого используется оператор Собеля.

С помощью свёрток  $G_x = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$   $G_y = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$  Находим градиенты яркости в каждой точке.

Используя порог, отбрасываем точки, модуль градиента которых, ниже определённого значения. Оставшиеся точки составляют границу изображения.



Рис. 1: Начальное изображение



Рис. 2: Граница

С помощью поиска в глубину пробегаемся по границе, отбираем опорные точки, по которым будем строить кривые. Будем брать каждый пятый пиксель как опорную точку. В качестве кривых будем брать кривые Безье, задаваемые многочленами третьего порядка, проходящие через опорные точки.

$$B_k(t) = Q_k(1-t)^3 + 3A_k t(1-t)^2 + 3B_k t^2(1-t) + Q_{k+1} t^3, \quad Q_k, A_k, B_k \in \mathbb{R}^2 \quad 0 \leq t \leq 1$$

Коэффициенты  $Q_k$  и  $Q_{k+1}$  известны - это две соседние опорные точки, коэффициенты  $A_k$  и  $B_k$  надо определить. Потребуем чтобы первая и вторая производная кривых в точках склейки совпадали.

$$\dot{B}_k(0) = \dot{B}_{k-1}(1)$$

$$\ddot{B}_k(0) = \ddot{B}_{k-1}(1)$$

Получим соотношения:

$$B_{k-1} + A_k = 2Q_k$$

$$A_{k-1} - 2B_{k-1} + 2A_k - B_k = 0$$

Здесь  $2n$  неизвестных и  $2n - 2$  уравнений, чтобы решение было единственным потребуем, чтобы первая и вторая производная в начальной и конечной точках равнялись нулю.

$$2A_0 - B_0 = Q_0$$

$$2B_{n-1} - A_{n-1} = Q_n$$

Решив эту систему, сможем построить кривые. На рис. 3 красными метками обозначены опорные точки, кривая проходит через все особые точки и является дважды дифференцируемой во всех точках.

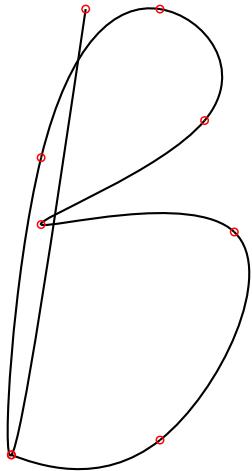


Рис. 3: Пример работы

## Примеры



Рис. 4: Начальное изображение



Рис. 5: Результат



Рис. 6: Начальное изображение



Рис. 7: Результат



Рис. 8: Начальное изображение

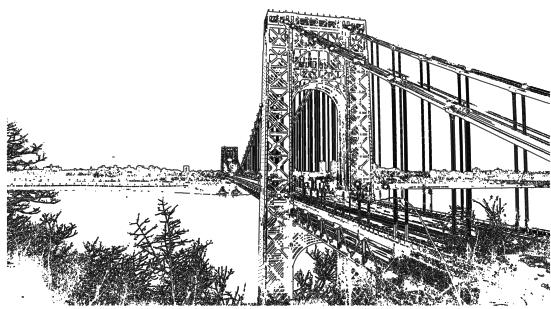


Рис. 9: Результат