

БУ ВО «Сургутский государственный университет»
Политехнический институт
Кафедра автоматизированных систем обработки информации и управления

ОТЧЕТ
ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 1
ПО ДИСЦИПЛИНЕ:
ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ
ПО ТЕМЕ:
ОПЕРАТОР СОБЕЛА

Выполнил:
Студент группы 606-12
Речук Дмитрий Максимович
Проверил:
Бобровская Ольга Павловна

Сургут 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ИСТОРИЯ МЕТОДА.....	4
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ МЕТОДА.....	5
ГОТОВЫЕ БИБЛИОТЕКИ С РЕАЛИЗАЦИЕЙ.....	6
ПРИМЕР ПРИМЕНЕНИЯ ОПЕРАТОРА СОБЕЛА.....	7
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ОПЕРАТОРА СОБЕЛА.....	8
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	9

ВВЕДЕНИЕ

Оператор Собела — это метод обработки изображений, используемый для выделения краев и выявления градиентов яркости на изображении. Основное назначение оператора Собела заключается в обнаружении границ объектов, что особенно важно в таких областях, как распознавание образов и компьютерное зрение. Применение оператора позволяет выделить изменения в яркости изображения в различных направлениях, что облегчает детекцию границ и контуров объектов. Оператор Собела является усовершенствованным вариантом метода разностного выделения краев и был предложен для уменьшения чувствительности к шуму за счет использования сглаживающих эффектов свертки с маской.

ИСТОРИЯ МЕТОДА

Оператор Собела был предложен в 1968 году Ирвином Собелем и Гэри Фильдманом, которые работали над методами компьютерного зрения в Стэнфордском университете. Их работа была частью более широкой программы по развитию технологий обработки изображений для задач искусственного интеллекта. Оператор Собела был впервые описан в статье "A 3x3 Isotropic Gradient Operator for Image Processing", где авторы предложили метод вычисления градиентов яркости изображения с использованием небольших сверток (или масок), что позволило значительно упростить процесс выделения краев объектов на изображении.

Библиографическая ссылка:

Sobel, I., Feldman, G. (1968). A 3x3 Isotropic Gradient Operator for Image Processing. Stanford Artificial Intelligence Project (SAIL).

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ МЕТОДА

Оператор Собела основывается на вычислении градиентов изображения по горизонтальному и вертикальному направлениям. Для этого используются два 3x3 ядра свертки, которые применяются к каждому пикселю изображения. Эти ядра чувствительны к изменению яркости в двух перпендикулярных направлениях: по оси x (горизонтально) и по оси y (вертикально).

Горизонтальное ядро (G_x):

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Вертикальное ядро (G_y):

$$G_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

Это ядро применяется к изображению для обнаружения вертикальных градиентов, т.е. изменений яркости вдоль оси y .

Процесс вычисления градиента

1. Каждый пиксель изображения подвергается свертке с обоими ядрами, что позволяет получить две величины градиента: G_x (горизонтальная составляющая) и G_y (вертикальная составляющая).
2. Величина градиента в каждом пикселе изображения вычисляется как:

$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$$

Эта величина показывает, насколько сильно изменяется яркость в этом пикселе. Пиксели с высокой величиной градиента указывают на наличие границ или краев.

3. Направление градиента вычисляется по формуле:

$$\theta = \text{atan2}(G_y, G_x)$$

Угол θ указывает направление наибольшего изменения яркости, что помогает идентифицировать ориентацию границы.

ГОТОВЫЕ БИБЛИОТЕКИ С РЕАЛИЗАЦИЕЙ

Оператор Собела реализован во многих популярных библиотеках для работы с изображениями и компьютерного зрения. Вот несколько распространенных библиотек с их функциями:

1. OpenCV (Python, C++):

Функция `cv2.Sobel()` реализует оператор Собела и может вычислять градиенты по горизонтали и вертикали.

Пример вызова: `cv2.Sobel(src, ddepth, dx, dy, ksize=3)`

OpenCV является одной из наиболее широко используемых библиотек для задач компьютерного зрения, благодаря высокой скорости выполнения и поддержке многих алгоритмов.

2. scikit-image (Python):

Функция `skimage.filters.sobel()` применяет оператор Собела для выделения краев на изображении.

В библиотеке `scikit-image` оператор Собела является частью более широкой экосистемы инструментов для обработки изображений.

3. Matlab:

Функция `fspecial('sobel')` возвращает ядра для свертки по Собелу, которые затем можно использовать для фильтрации изображения с помощью функции `imfilter`.

ПРИМЕР ПРИМЕНЕНИЯ ОПЕРАТОРА СОБЕЛА

В этом примере будет показано применение оператора Собела на изображении с помощью библиотеки OpenCV.

Код на Python:

```
import cv2
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

image = cv2.imread('image.jpg', cv2.IMREAD_GRAYSCALE)

# Применение оператора Собела для горизонтальных и вертикальных градиентов
sobel_x = cv2.Sobel(image, cv2.CV_64F, 1, 0, ksize=3) # Градиент по X
sobel_y = cv2.Sobel(image, cv2.CV_64F, 0, 1, ksize=3) # Градиент по Y

# Вычисление величины градиента
sobel_combined = cv2.magnitude(sobel_x, sobel_y)

# Применение порогового значения для выделения сильных границ
# Выделяем только те границы, где величина градиента превышает порог (например, 100)
_, thresholded = cv2.threshold(sobel_combined, 100, 255, cv2.THRESH_BINARY)

# Преобразование в формат uint8 для корректного отображения
thresholded = np.uint8(thresholded)

plt.figure(figsize=(12, 6))
plt.subplot(1, 2, 1)
plt.title('Исходное изображение')
plt.imshow(image, cmap='gray')
plt.subplot(1, 2, 2)
plt.title('Выделенные границы (Собел)')
plt.imshow(thresholded, cmap='gray')

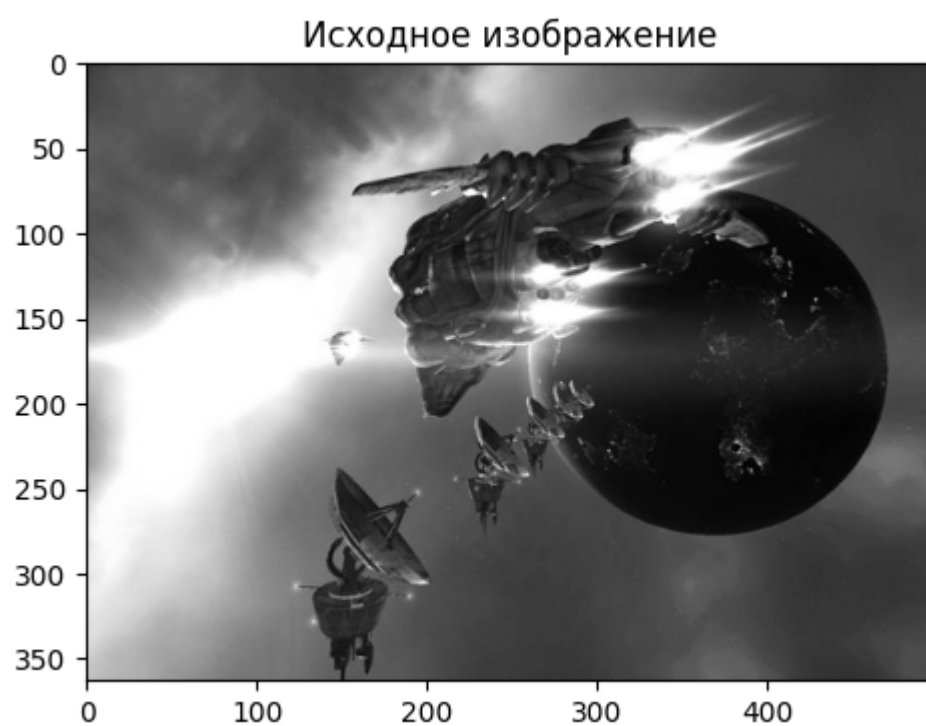
plt.show()
```

Описание кода:

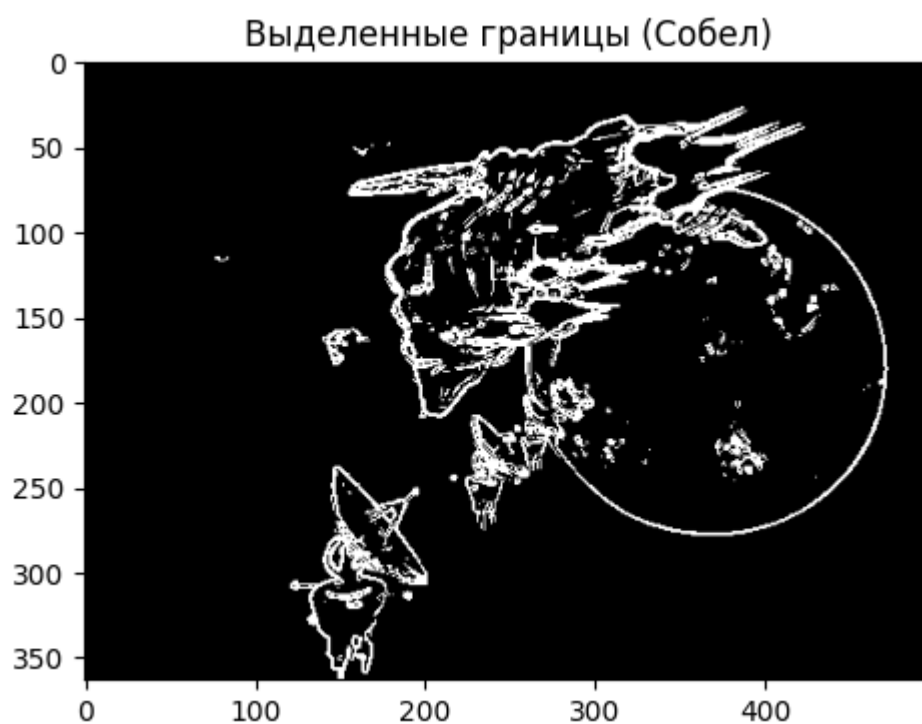
- Сначала загружается изображение в градациях серого.
- Затем вычисляются горизонтальные и вертикальные градиенты с использованием функции `cv2.Sobel()`.
- После этого происходит объединение градиентов по горизонтали и вертикали с помощью функции `cv2.magnitude()`, что дает общую картину изменения яркости на изображении.
- Результаты выводятся с помощью библиотеки `matplotlib`.

Скриншоты результатов:

Исходное изображение:



Выделенные границы:



РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ОПЕРАТОРА СОБЕЛА

Оператор Собела рекомендуется использовать в следующих случаях:

1. Предобработка изображений для распознавания объектов и контуров. Оператор Собела хорошо работает при необходимости быстрой детекции краев объектов на изображениях.
2. Устойчивость к шуму. Хотя оператор Собела чувствителен к шуму, он включает сглаживающие элементы (весовые коэффициенты 2), которые делают его более устойчивым к случайным изменениям яркости по сравнению с простыми центрально-разностными операторами. Однако для устранения шумов на изображении рекомендуется применять сглаживание, например, с помощью Гауссова фильтра перед применением оператора Собела.
3. Комбинация с другими методами. Оператор Собела может использоваться в сочетании с другими методами обработки изображений, такими как каннский детектор краев, который включает постобработку для удаления ложных краев и точек.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оператор Собела — это один из базовых, но чрезвычайно эффективных методов для выделения краев на изображениях. Благодаря своей простоте и скорости выполнения он используется во многих системах компьютерного зрения для предобработки изображений. Реализация оператора Собела доступна в большинстве популярных библиотек для работы с изображениями, что делает его доступным для широкого круга разработчиков и исследователей. В сочетании с другими методами обработки изображений, оператор Собела продолжает играть важную роль в современных приложениях компьютерного зрения.