

ОБНАРУЖЕНИЕ ЛИНИЙ НА ЗАШУМЛЕННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ НА ОСНОВАНИИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ХАФА

В.А. Лобанова

Научный руководитель: Ю.А. Иванова
Томский политехнический университет
val17@tpu.ru

Введение

Выделение объектов на изображении для их дальнейшей обработки может представлять собой сложность, если исходное изображение сильно зашумлено различного рода помехами. При данных обстоятельствах сначала необходимо применить к изображению ряд фильтров, только после этого появится возможность выделения объектов[1,2].

Поэтому целью работы являлось написание программного обеспечения, которое позволило бы находить линии на зашумленных изображениях на основании применения преобразования Хафа[3].

Описание алгоритма

Для реализации алгоритма обнаружения линий на зашумленных изображениях на основе преобразования Хафа был применен объектно-ориентированный подход на языке высокого уровня C#. Программа была реализована при помощи среды разработки Microsoft Visual C# 2010 Express.

К обрабатываемому изображению были последовательно применены следующие преобразования:

- перевод в оттенки серого;
- нормализация изображения на единицу;
- применение сглаживающего фильтра;
- применение оператора Собеля;
- применение преобразования Хафа;
- выделение отрезков из найденных прямых.

Для регулирования результатов различных этапов обработки была реализована возможность изменения коэффициентов для применяемых фильтров.

В качестве сглаживающего фильтра был выбран фильтр Гаусса, и была предоставлена возможность регулирования диаметра и коэффициента сглаживания. Для применяемого оператора Собеля была предоставлена возможность регулирования порогового значения, при преодолении которого пиксель соотносится с границей объекта на изображении. Для применяемого преобразования Хафа была предоставлена возможность регулирования шага наклона искомым прямым и порогового значения, при преодолении которого прямая соотносится с искомой прямой. Для выделения отрезков из найденных прямых была предоставлена возможность регулирования минимального промежутка между соседними пикселями, при котором они считаются принадлежащими одному отрезку, и минимальной длины отрезка.

После применения преобразования Хафа начинается обработка найденных прямых.

Обработка каждой найденной прямой производится отдельно. Сначала вычисляются точки пересечения с границами изображения. После нахождения данных точек выбирается направление перебора точек прямой: если угол наклона $\theta \in [-45^\circ; 45^\circ]$, то перебор происходит вдоль оси Oy, иначе - Ox.

Для соблюдения минимального разрыва между отрезками заводится массив, размерностью в 2 раза больше минимального промежутка между соседними пикселями. Для каждой перебираемой точки в данном массиве хранятся её координаты и флаг проверки соответствия контуру объекта.

Текущий проверяемый диапазон точек сформирован следующим образом:

- точки, находящиеся слева от проверяемой;
- текущая проверяемая точка;
- точки, находящиеся справа от проверяемой.

Для контроля отрезков используются флаг начала/конца отрезка.

Если выполняется совокупность условий:

- текущий пиксель является контуром объекта,
- все пиксели слева от текущего не являются контурами объекта,
- справа от текущего есть хотя бы один пиксель, являющийся контуром объекта,
- флаг начала отрезка не установлен,

то считается, что найдено начало нового отрезка. В отдельный массив сохраняются координаты начала данного отрезка, и устанавливается флаг начала отрезка.

Если выполняется совокупность условий:

- текущий пиксель является контуром объекта,
- все пиксели справа от текущего не являются контурами объекта,
- слева от текущего есть хотя бы один пиксель, являющийся контуром объекта,
- установлен флаг начала отрезка,

то считается, что найден конец данного отрезка. В отдельный массив сохраняются координаты конца отрезка, и флаг начала отрезка сбрасывается.

После нахождения отрезка, если его длина превышает минимальный заданный промежуток между соседними пикселями, то он заносится в список найденных отрезков.

Результат работы программы для зашумленного изображения представлен на рисунке 1, где последовательно расположены: изображение с переводом в оттенки серого и нормализацией изображения на единицу; изображение с применением сглаживающего фильтра; изображение с применением оператора Собеля; изображение с применением преобразования Хафа и выделением отрезков

из найденных прямых.

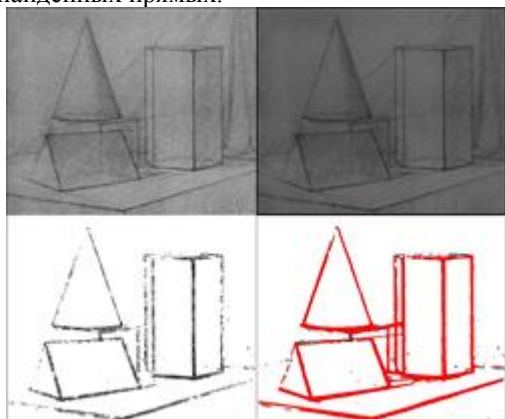


Рис. 1 Результат работы программы для зашумлённого изображения

Применение сглаживающего фильтра значительно уменьшило количество шумов на изображении. Однако остались выведенные отрезки, которые накладываются не на контуры объектов, а на оставшиеся шумы изображения.

Контуры объектов, границы которых представляют собой прерывистые линии, не были обнаружены, так как не было преодолено пороговое значение минимального разрыва между отрезками и/или минимальной длины отрезка.

Сравнение со средствами библиотеки OpenCV

Для сравнения разработанного алгоритма с уже существующими реализациями преобразования Хафа была реализована программа на языке высокого уровня C++ с использованием средств библиотеки OpenCV, подключённых к среде разработки Microsoft Visual C++ 2010 Express.

В данной программе были последовательно применены аналогичные функции библиотеки OpenCV. Однако выделение отрезков из найденных прямых является частью преобразования Хафа, что делает невозможным рассмотрение данного алгоритма. Сравнение можно провести только по результатам обработки изображений.

Результат работы программы для зашумлённого изображения с использованием средств библиотеки OpenCV представлен на рисунке 2, где последовательно расположены: изображение с переводом в оттенки серого и нормализацией изображения на единицу; изображение с применением сглаживающего фильтра; изображение с применением оператора Собеля; изображение с применением преобразования Хафа и выделением отрезков из найденных прямых.

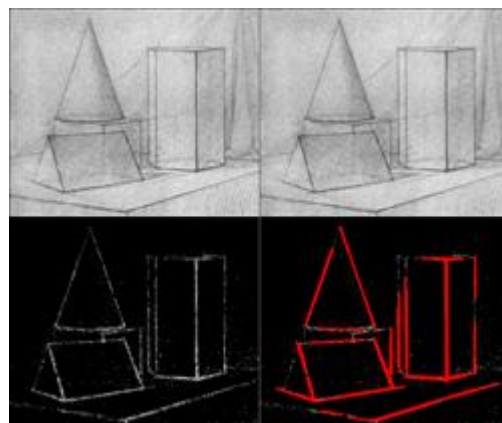


Рис. 2 Результат работы программы для зашумлённого изображения с использованием средств библиотеки OpenCV

Применение сглаживающего фильтра также уменьшило количество шумов на изображении. На изображении выводятся только те отрезки, которые накладываются на контуры объектов изображений.

Однако многие границы объектов были обнаружены не полностью и представляют собой прерывистые линии.

Заключение

В реализованной программе был применён разработанный алгоритм детектирования отрезков на основе преобразования Хафа, благодаря чему является возможным обнаружение контуров объектов на зашумлённых изображениях. Возможность изменения коэффициентов для применяемых фильтров позволяет вручную подбирать данные параметры для наилучшего результата обработки.

Сравнение результатов обработки одного изображения разработанной программой и средствами библиотеки OpenCV показывает, что удалось обнаружить те отрезки, что были пропущены функцией библиотеки OpenCV.

Список использованных источников

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. 3-е издание, исправленное и дополненное. - М.: Техносфера, 2012. - 1104 с.
2. Буй Т.Т.Ч. Анализ методов выделения краев на цифровых изображениях / Т.Т.Ч. Буй, В.Г. Спицын [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.tusur.ru/filearchive/reports-magazine/2010-2-2/221.pdf>.
3. Дегтярева А., Вежнев В. Преобразование Хафа. Компьютерная графика и мультимедиа. Выпуск №1(1)/2003.