

Задание 3. Детектирование контуров

Обязательная часть задания

Должны быть реализованы следующие алгоритмы:

- Вычисление модуля градиента, используя свёртки с производными функции Гаусса.
- Подавление немаксимумов модуля градиента (составная часть алгоритма Канни).
- Конечный результат алгоритма детектирования контуров Канни.

Модуль градиента должен быть отнормирован таким образом, чтобы максимальное значение модуля градиента стало равно 255: после вычисления модуля градиента стоит найти максимальное значение g_{\max} и умножить результат на $255 / g_{\max}$.

Результатом работы алгоритма Канни является бинарная маска: значения пикселей должны принимать значения только 0 или 255.

В алгоритме Канни должны быть корректно реализованы все его вспомогательные этапы: вычисление модуля градиента, подавление немаксимумов и гистерезис. Входными параметрами алгоритма Канни являются три числа: параметр фильтра Гаусса (сигма), используемый для вычисления производных, и два пороговых значения, задаваемых в виде коэффициентов относительно g_{\max} — максимального значения модуля градиента на изображении.

Дополнительная часть задания

Должен быть реализован следующий алгоритм:

- Выделение сосудов на изображениях глазного дна с помощью алгоритма детектирования хребтовых структур (ridge detection).

Алгоритм ridge detection реализуется аналогично алгоритму Канни с той разницей, что:

- Вместо модуля градиента берётся максимальное по модулю собственное значение матрицы Гессе.
- В качестве направления для подавления немаксимумов берётся собственный вектор для данного собственного значения.

Сосуды на обрабатываемых изображениях темнее фона, поэтому пиксели, в которых наибольшее по модулю собственное значение является отрицательным, должны быть исключены из результата.

Проверку на "хребтовость" ($|L1| > |L2|$) можно опустить.

Результат подавления немаксимумов должен быть отнормирован до диапазона $[0, 255]$ аналогично обязательной части задания.

Результатом выделения сосудов является объединение отнормированных изображений после подавления немаксимумов, полученных для различных значений параметра фильтра Гаусса (сигма). Рекомендуется использовать значения 2, 3 и 4. Объединение представляет собой попиксельное взятие максимума.

Рекомендации

- Частой ошибкой при вычислении градиента изображения является свёртка с производной одномерной функции Гаусса. Правильно брать двумерную функцию Гаусса и вычислять производные двумерной функции.

Формат параметров командной строки

Программа должна поддерживать запуск из командной строки со строго определённым форматом команд:

```
python main.py (command) [parameters...] (input_image) (output_image)
```

Список команд:

<code>grad (sigma)</code>	Вычисление модуля градиента
<code>nonmax (sigma)</code>	Результат немаксимального подавления
<code>canny (sigma) (thr_high) (thr_low)</code>	Детектирование границ с помощью алгоритма Канни. Первый параметр — сигма для вычисления градиента, следующие два параметра — вещественные числа — больший и меньший пороги соответственно
<code>vessels</code>	Детектирование сосудов согласно предложенному алгоритму