

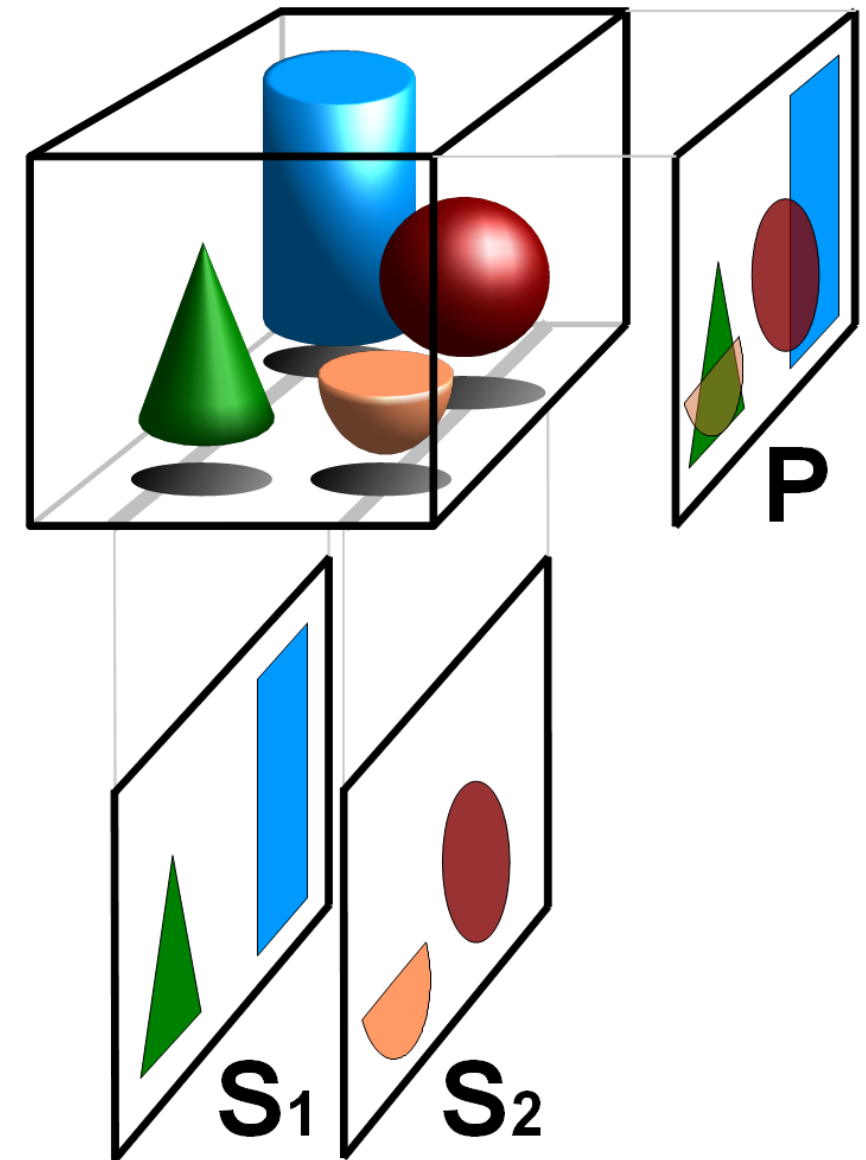
Распознавание отдельных видов биологических тканей по результатам компьютерной томографии

Студент: Бакланова А.Д. ИУ9-51Б
Руководитель курсового проекта: Домрачева А.Б.

г. Москва, 2019

Описание предметной области

- Томография — метод послойного исследования внутренней структуры объекта, который при этом не предполагает каких-либо его разрушений, путем многократного просвечивания под различными ракурсами.
- Томографическим снимком назовем результат записи данных, полученных в результате компьютерной томографии. Именно такие снимки будут использоваться для анализа тканей и выделения границ.



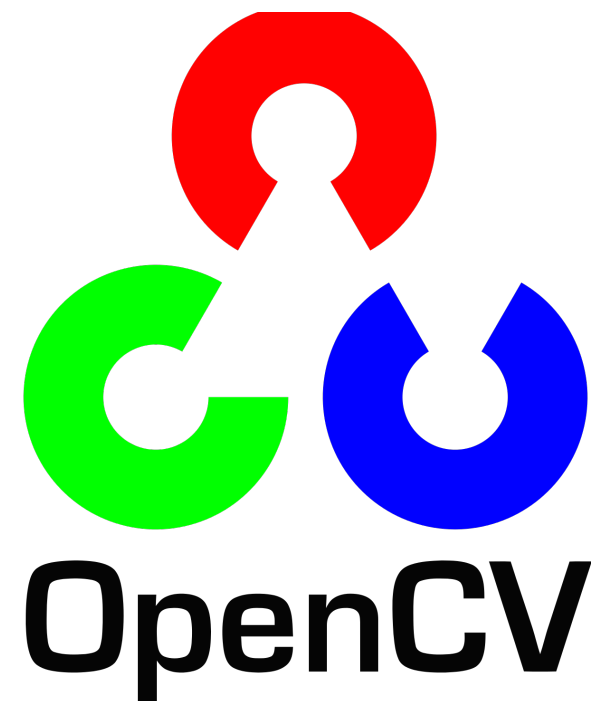
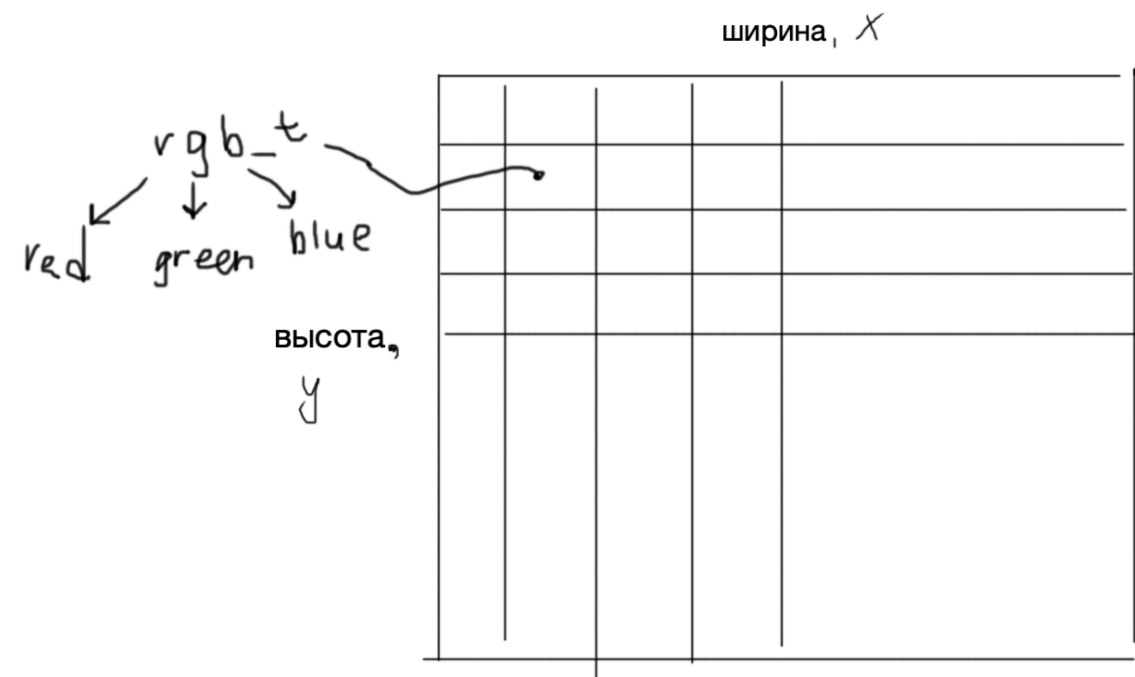
Цель работы

- Целью данной курсовой работы является изучение метода распознавания отдельных видов биологических тканей по результатам компьютерной томографии.
- Планируется рассмотреть алгоритм детектора границ Кэнни и протестировать его работу на рентгеновских снимках.



Вспомогательные средства

- Библиотека C++ Bitmap Library by Arash Partow. Данная библиотека очень удобна тем, что изображение в ней представляется в виде матрицы, в каждой ячейке которой лежит пиксель типа `rgb_t`. И от него можно взять нужный цвет.
- Библиотека OpenCV (Open Source Computer Vision Library) представляет собой библиотеку программного обеспечения для компьютерного зрения с открытым исходным кодом и машинного обучения.



Алгоритм детектора границ Кэнни

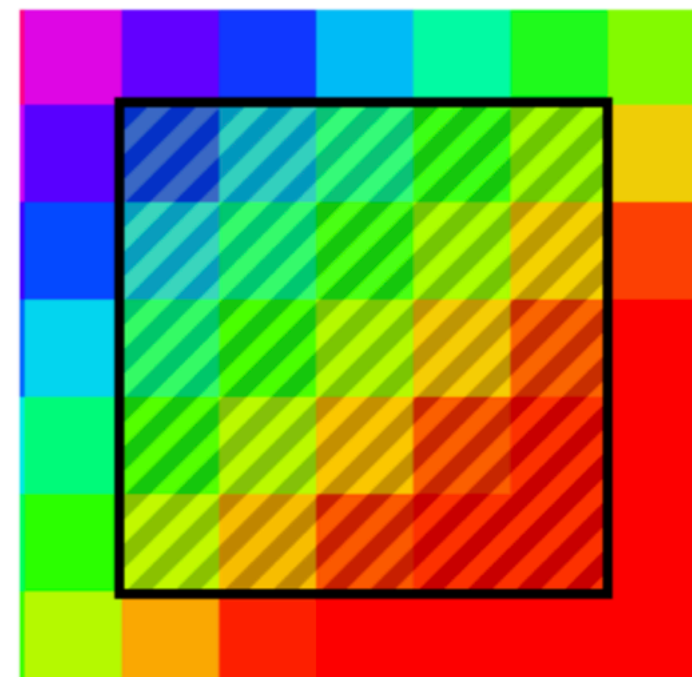
- Алгоритм Кэнни можно разделить на следующие ступени:
 - 1) Сглаживание изображения — размытие изображения для удаления шума;
 - 2) Поиск градиентов — границы отмечаются там, где градиент изображения приобретает максимальное значение
 - 3) Подавление немаксимумов — только локальные максимумы отмечаются как границы
 - 4) Двойная пороговая фильтрация — потенциальные границы определяются порогами;
- Детектор должен реагировать на границы, но при этом игнорировать ложные, точно определять линию границы без её фрагментирования и реагировать на каждую границу только один раз, что позволяет избежать восприятия широких полос изменения яркости как совокупность границ.

Сглаживание изображения

- Фильтр обнаруживает и устраняет найденные разрывы, применяя перемещаемую по изображению маску, которую зачастую также называют ядром, представляющим из себя квадратную матрицу. Элементами такой матрицы будут являться пиксели, над которыми в момент времени находится маска. Согласно значениям яркости этих пикселей, изменяется яркость пикселя под центром маски.

$$G(x, y, \sigma) = \frac{1}{2\pi \cdot \sigma^2} \cdot e^{\frac{-(x^2 + y^2)}{2\sigma^2}}$$

$$B = \frac{1}{159} \begin{bmatrix} 2 & 4 & 5 & 4 & 2 \\ 4 & 9 & 12 & 9 & 4 \\ 5 & 12 & 15 & 12 & 5 \\ 4 & 9 & 12 & 9 & 4 \\ 2 & 4 & 5 & 4 & 2 \end{bmatrix}$$



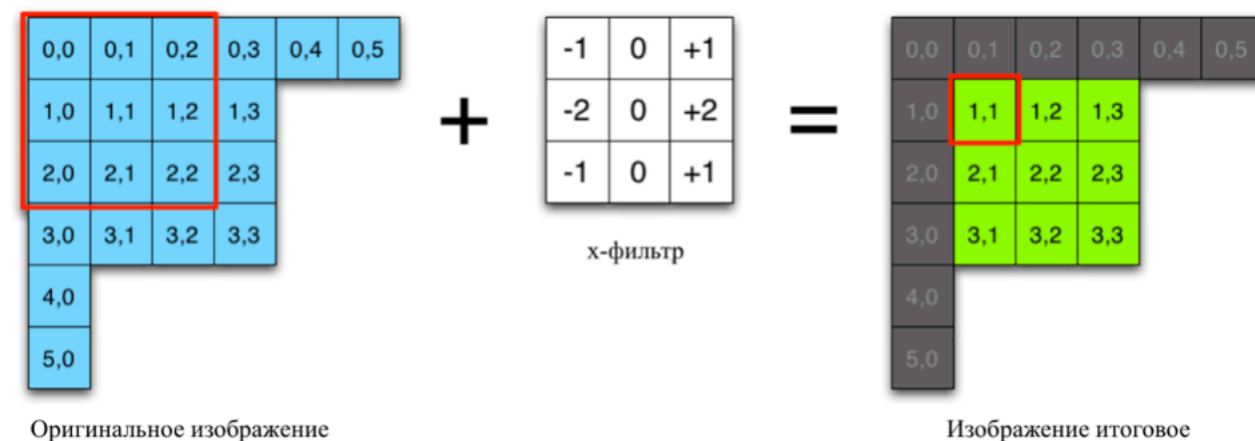
Поиск градиентов

- Очень часто в алгоритмах выделения границ используется оператор Собеля. Это дискретный дифференциальный оператор, вычисляющий приближенное значение градиента яркости изображения. Результатом применения оператора Собеля для каждой точки изображения будет являться вектор градиента в этой точке. Алгоритм основан на свёртке изображения небольшими целочисленными фильтрами в вертикальном и горизонтальном направлениях

$$MG_x = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{pmatrix}$$

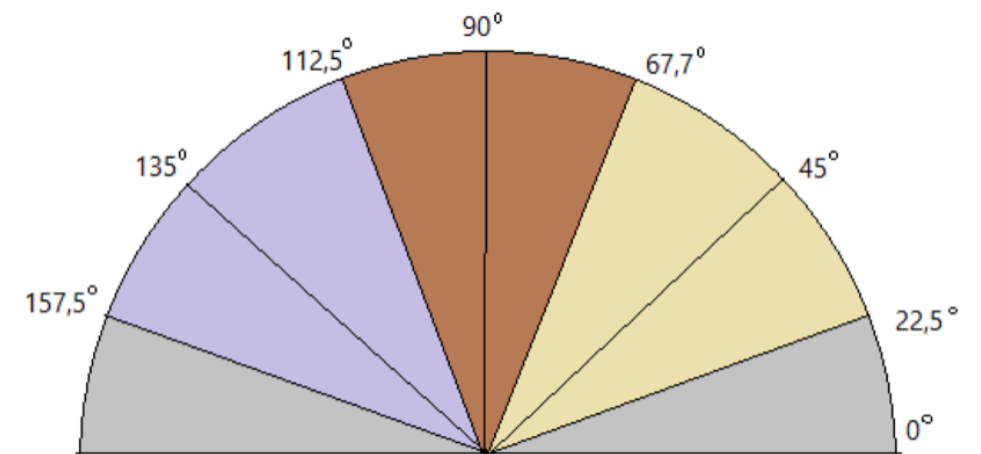
$$MG_y = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{pmatrix}$$

$$G = \sqrt{GX^2 + GY^2}$$

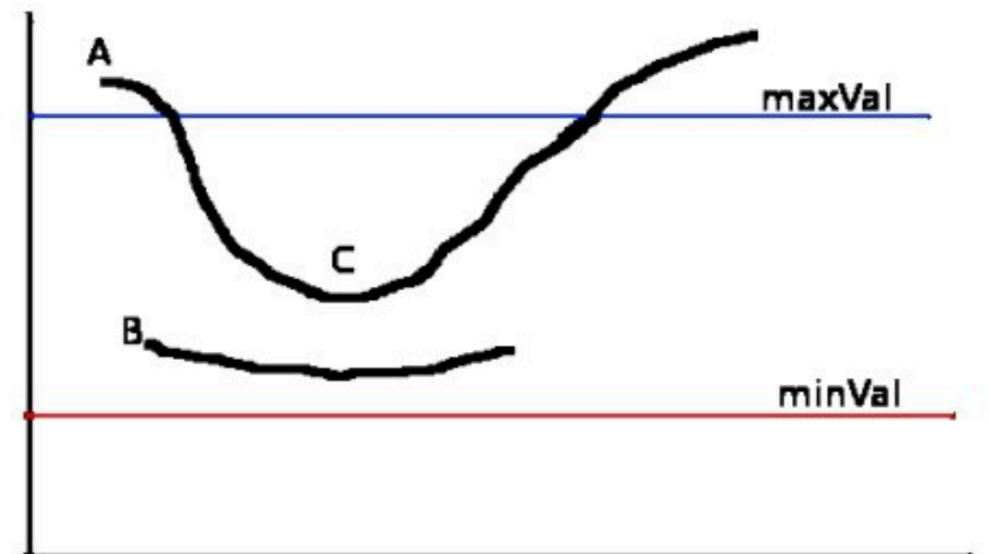


Подавление немакимумов и двойная пороговая фильтрация

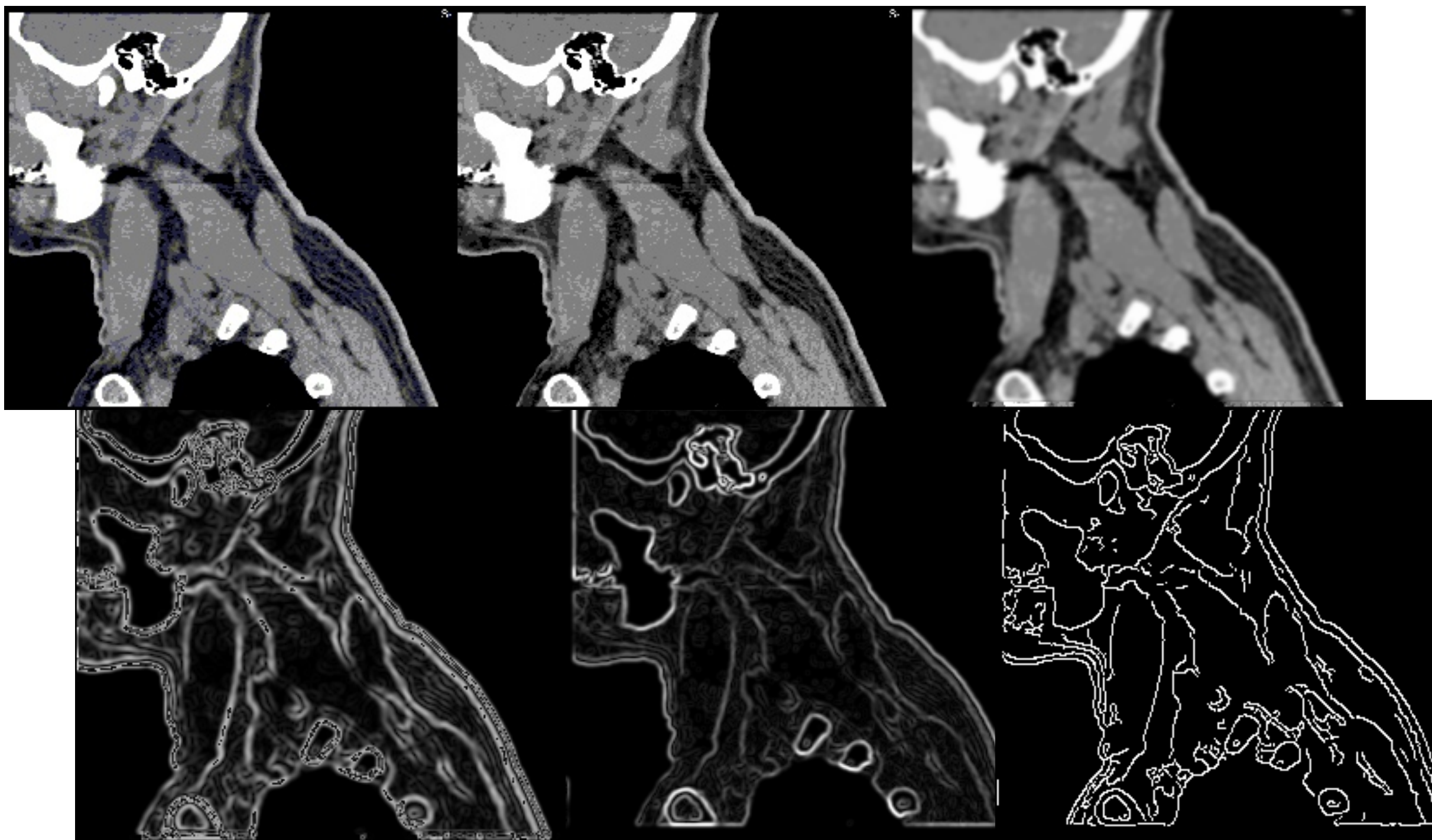
- Направление градиента есть направление максимального возрастания функции. На этом основана процедура подавления немакимумов. Пиксель считается максимальным тогда и только тогда, когда длина градиента в нем максимальна среди всех длин градиентов пикселей отрезка. Граничными можно признать все максимальные пиксели с длинами градиента больше некоего порога.
- Предпоследним шагом алгоритма Кэнни является применение порога. Он нужен для определения нахождения границы в данной точке изображения. Чем меньше порог, тем больше границ будет находиться, но тем более восприимчивым к шуму станет результат, выделяя лишние данные изображения. Высокий порог может проигнорировать слабые края или получить границу фрагментами, что приведет к потере целостности снимка



$$Angle(\theta) = \tan^{-1} \left(\frac{G_y}{G_x} \right)$$



Результаты



Достоинства алгоритма

- Достоинствами данного алгоритма можно назвать слабую чувствительность к шумам и ориентации границ областей. Также алгоритм достаточно четко выделяет границы объектов, что в свою очередь позволяет лучше выявлять внутреннюю структуру объекта и исключает ошибочное обнаружение контура там, где объектов нет, что является хорошим качеством при использовании этого алгоритма в медицинских целях. Так как по снимкам впоследствии врач сможет увидеть возможные опухоли и принять решение о лечении или хирургических вмешательствах.

Недостатки алгоритма

- Чем меньше порог, тем больше границ будет находиться, но тем более восприимчивым к шуму станет результат, выделяя лишние данные изображения. Высокий порог может проигнорировать слабые края или получить границу фрагментами, что приведет к потере целостности снимка. Из-за этого возникает потребность подбора пороговой границы к каждому изображению в отдельности.
- Определение пороговых значений может зависеть от многих факторов: яркость картинки, количество пикселей одной яркости, распределение объектов по изображению, а также в какой-то мере размер самого изображения.



Заключение

- На основе проведенного исследования был изучен алгоритм детектора границ Кэнни, выявлены его сильные и слабые стороны. В медицине, а особенно в диагностике заболеваний очень важна точность для досконального понимания где именно и в каком состоянии находится интересующий врача орган. Алгоритм Кэнни же позволяет точно определить границы, не порождая лишние несуществующие линии там, где их быть не должно. Благодаря этому можно увидеть реальное состояние внутренних объектов.
- В итоге выполнения работы были изучены способы работы со сложной обработкой изображений, основы контурного анализа и численных методов. Также были изучены полезные алгоритмы, широко используемые в области компьютерного зрения.
- В результате реализации поставленных задач была разработана программа для обработки снимков, полученных с томографа. Также в папке проекта сохраняются все промежуточные выводы изображения после каждого из отработавших алгоритмов.