

Санкт-Петербургский Государственный Университет

Кафедра системного программирования

Кутуков Сергей Евгеньевич

Выделение границ однородных рельефных поверхностей на примере протектора шин

Курсовая работа

Научный руководитель:
ст.пр. М. Н. Смирнов

Санкт-Петербург
2017

Оглавление

Введение	3
1. Актуальные проблемы	4
1.1. Инспекция дорог и зданий	4
1.2. Анализ археологических артефактов	4
1.3. Контроль качества керамической пластины	4
2. Постановка проблемы	5
3. Метод оценки	7
4. Метод решения задачи	10
4.1. Поляризационная съемка	10
4.2. Mumford-Shah функционал + Canny фильтр	11
4.3. Non-local means + Утонченная регуляризация	11
5. Результаты	14
Заключение	15
Список литературы	16

Введение

С одной стороны, выделение границ однородных рельефных поверхностей была одной из основных проблем в области компьютерного зрения с первых дней своего существования. В других задачах компьютерного зрения основные проблемы возникают из-за динамического, неравномерного освещения или плохого качества съемки. Для задачи распознавания однородных рельефных поверхностей источник проблемы сохраняется. В данной курсовой работе с одной стороны проблема решалась аппаратно применением съемки с поляризационным фильтром, с другой стороны алгоритмически получение сглаженного изображения минимизируя Мумфорд-Шелл функционал. Если съемка была проведена камерой с высоким разрешением и при равномерном освещении, то при правильно подобранных параметрах задача может быть решена и последовательным применением сверткок и линейных фильтров. Но в данной курсовой ставилась задача не просто выделить рисунок протектора, а сделать это в максимально некомфортных условиях. Возможным решением может стать нелинейный подход и применением подсветки. Проблема с одной стороны решалась аппаратно применением съемки с поляризационным фильтром, с другой стороны алгоритмически получение сглаженного изображения минимизируя Мумфорд-Шелл функционал.

1. Актуальные проблемы

1.1. Инспекция дорог и зданий

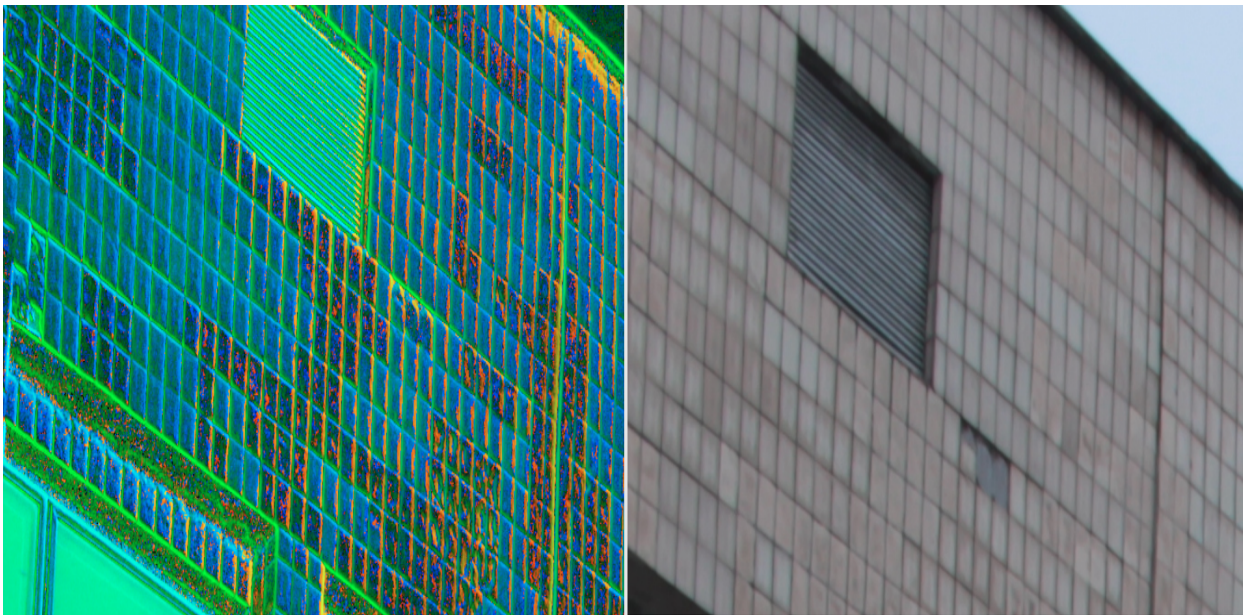


Рис. 1: Поляризационная съемка здания.

1.2. Анализ археологических артефактов

Анализ археологических артефактов, таких как керамические сосуды, каменные инструменты, монеты, печати. [1][2] рис.2,3

1.3. Контроль качества керамической пластины

Контроль качества керамической пластины. рис.4

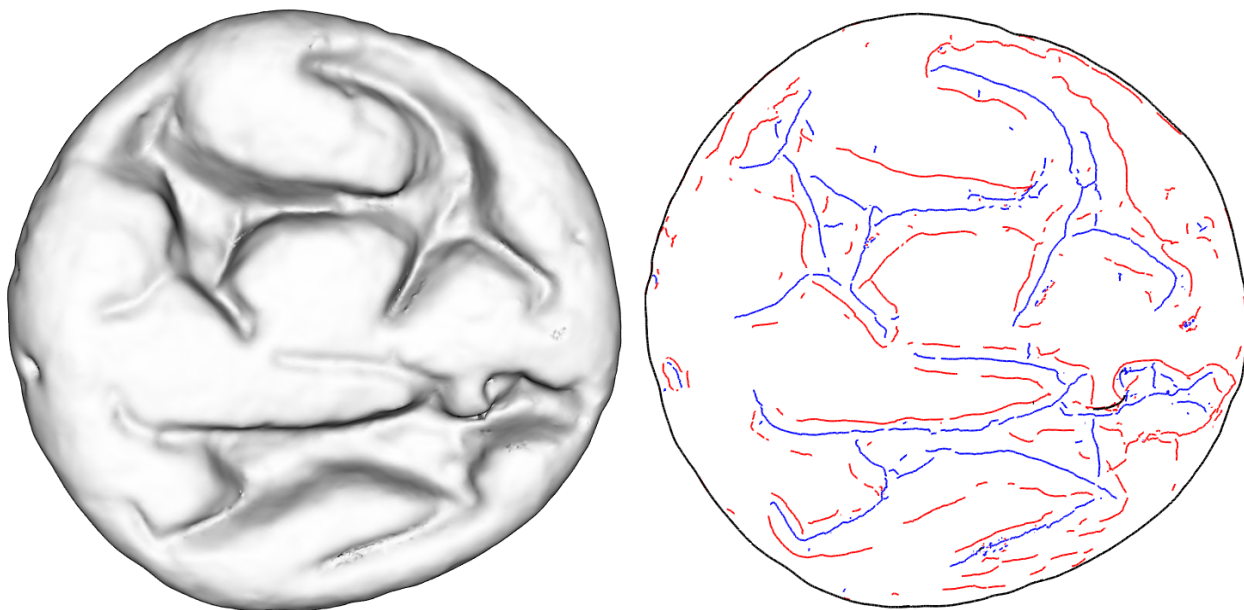


Рис. 2: Выделение хребтов и равнин.



Рис. 3: Разграничение кривые и уточнение краев.

2. Постановка проблемы

В рамках данной курсовой примером выступала шина автомобиля, как общедоступная и сложная для распознавания однородная поверхность.

Задачи, которые ставились в этой работе:

1. Выделить границы рисунка протектора шины и границы марки-

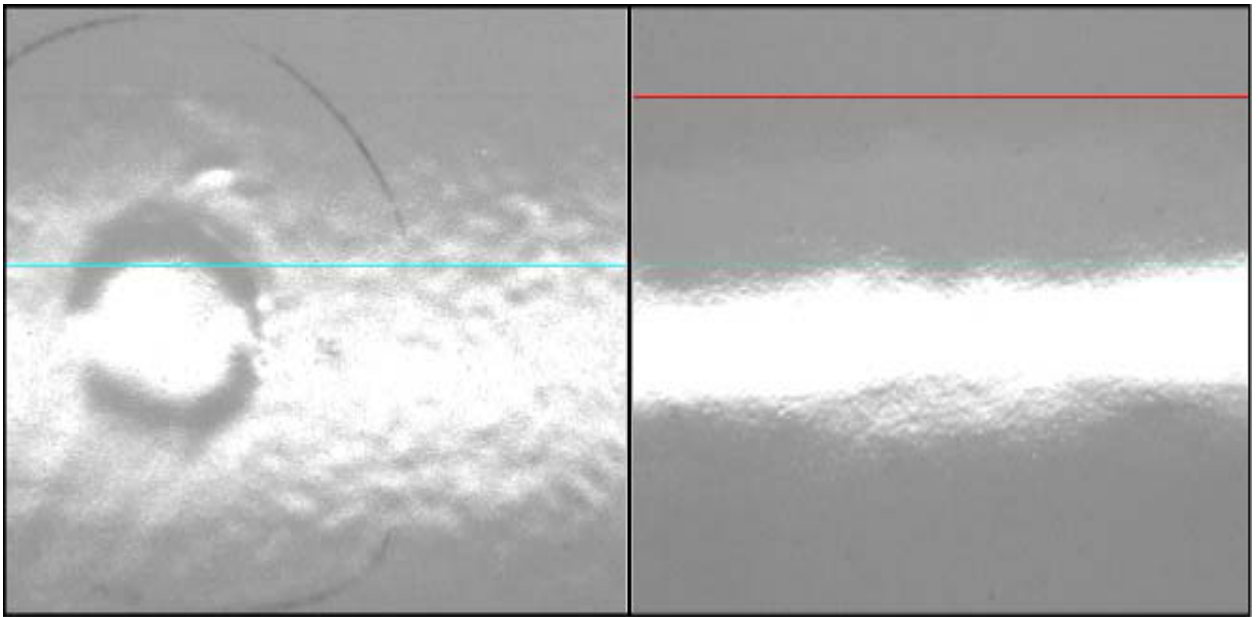


Рис. 4: Поиск дефектов на керамической поверхностях.

ровки шины

2. Классифицировать рисунок протектора

3. Применить поляризационную съемку для выделения границы

На шине выгравированы различные показатели шины например ширина, высота профиля, диаметр диска, индекс нагрузки и скорости. Также рельефной поверхностью является протектор шины.

Так как шина имеет однотонный черный цвет, то результат распознавания сильно чувствителен к качеству съемки и освещению. На следующих примерах демонстрируется попытка выделить рисунок протектора и маркировку шины при студийной и обычной съемке. Следующие примеры демонстрируют сложности при попытке распознать рисунок протектора и маркировку применяя CANNY фильтр к изображениям.



Рис. 5: Маркировка шины.

3. Метод оценки

Для сравнения работы методов был подготовлен human view сет из отснятых изображений и фотографий из интернет-ресурсов. Для оценки поляризационной съемки невозможно использовать фотографии из интернет-ресурсов. Было подсчитано из сколько пикселей состоит граница human view изображения. Изначально human view изображение отрисовывается толщиной 10 пикселей. Дальше программно границы human view изображения отрисовываются толщиной 1 пиксель. Обозначим количество белых пикселей у получившегося изображения как true. Дальше у результата работы метода обозначим количество пикселей, которые отклонились от границы не больше чем на 5 пикселей как true_positive и количество пикселей, которые отклонились больше как

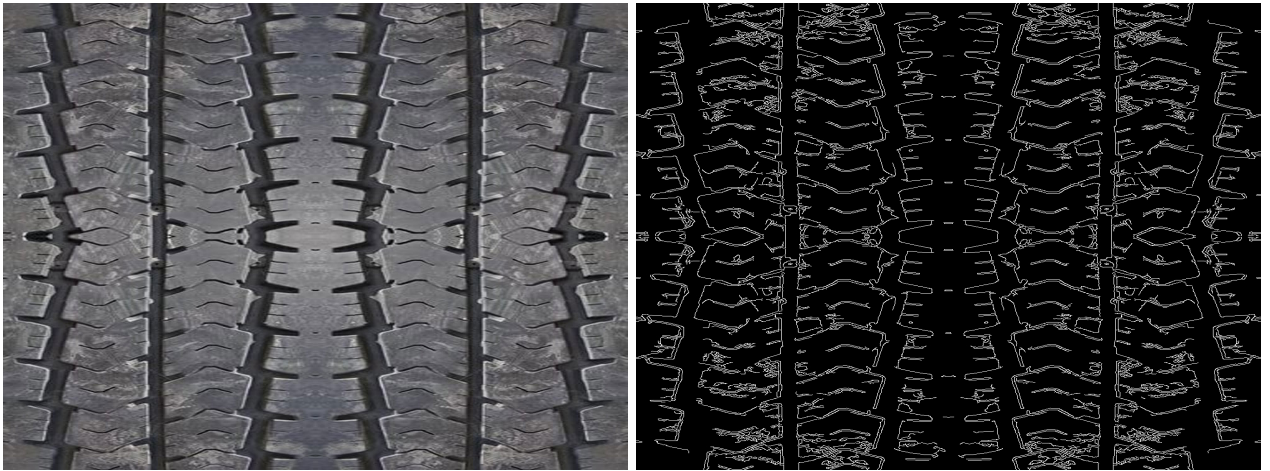


Рис. 6: Студийная съемка протектора.



Рис. 7: Обычная съемка протектора.



Рис. 8: Студийная съемка боковой части шины.



Рис. 9: Обычная съемка боковой части шины.

false_positie. Для оценки подскитывались показатели recal и precicion.

$$precicion = \frac{true_positive}{true}$$

$$recal = \frac{false_positie}{true_positive}$$

4. Метод решения задачи

4.1. Поляризационная съемка

В качестве первого подхода для решения задачи распознавания рисунка протектора и маркировки шины была попробована съемка с помощью поляризационного фильтра. Рисунок протектора шины получался применением CANNY фильтра. Результаты поляризационной съемки.рис.10 Слева на право оридинал,поляризационная съемка,результат CANNY фильтра,human view.

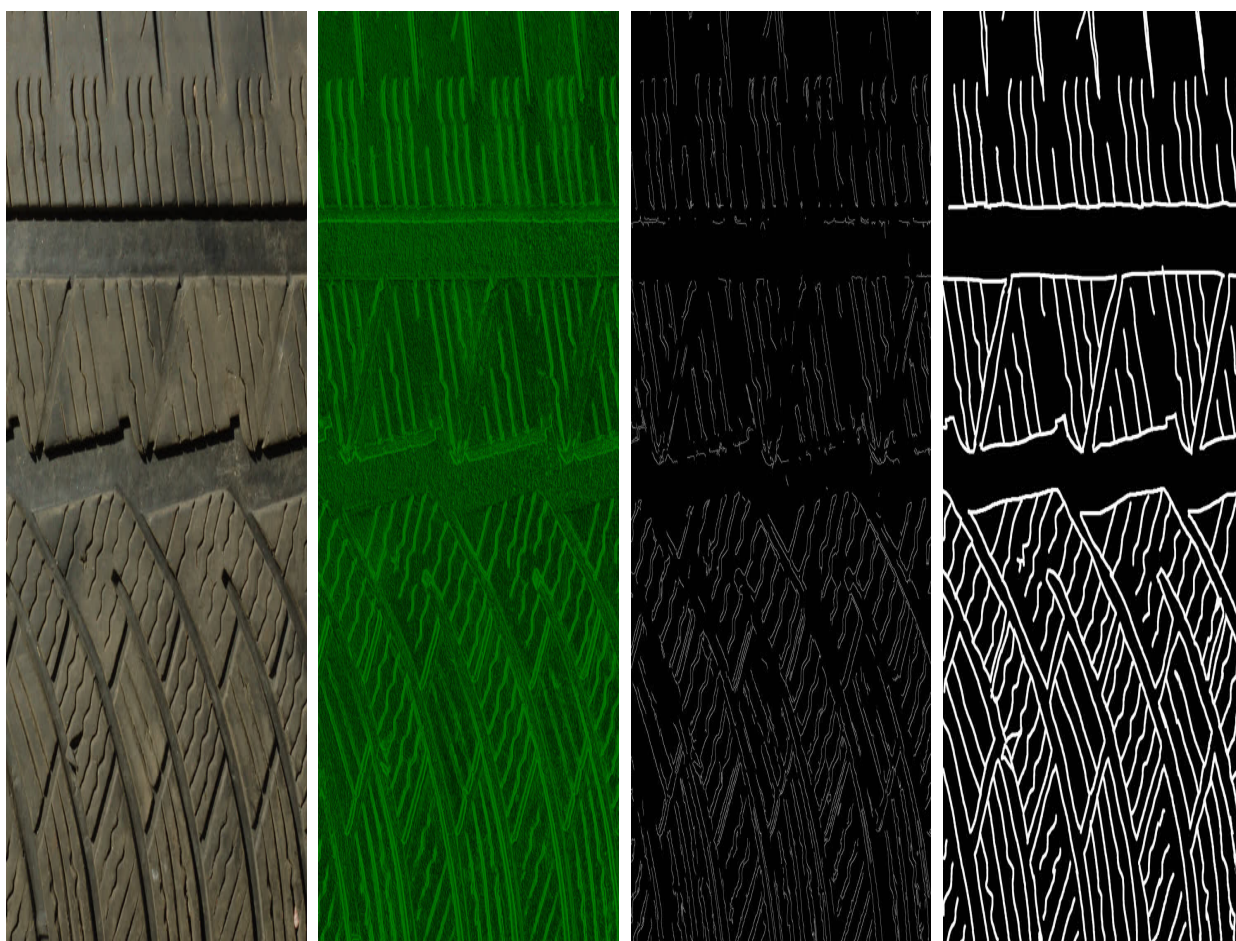


Рис. 10: Результаты поляризационной съемки.

4.2. Mumford-Shah функционал + Canny фильтр

1. Минимизация Mumford-Shah функционала [3]

$$E(f) = \iint_{R^2} |u-f|^2 dx dy + \alpha \iint_{R^2} (1-s^2) |\nabla u| dx dy + \lambda \iint_{R^2} \epsilon |\nabla s| + \frac{1}{4\epsilon^2} dx dy \quad (1)$$

, где u сглаженное изображение.

2. применение CANNY фильтра.

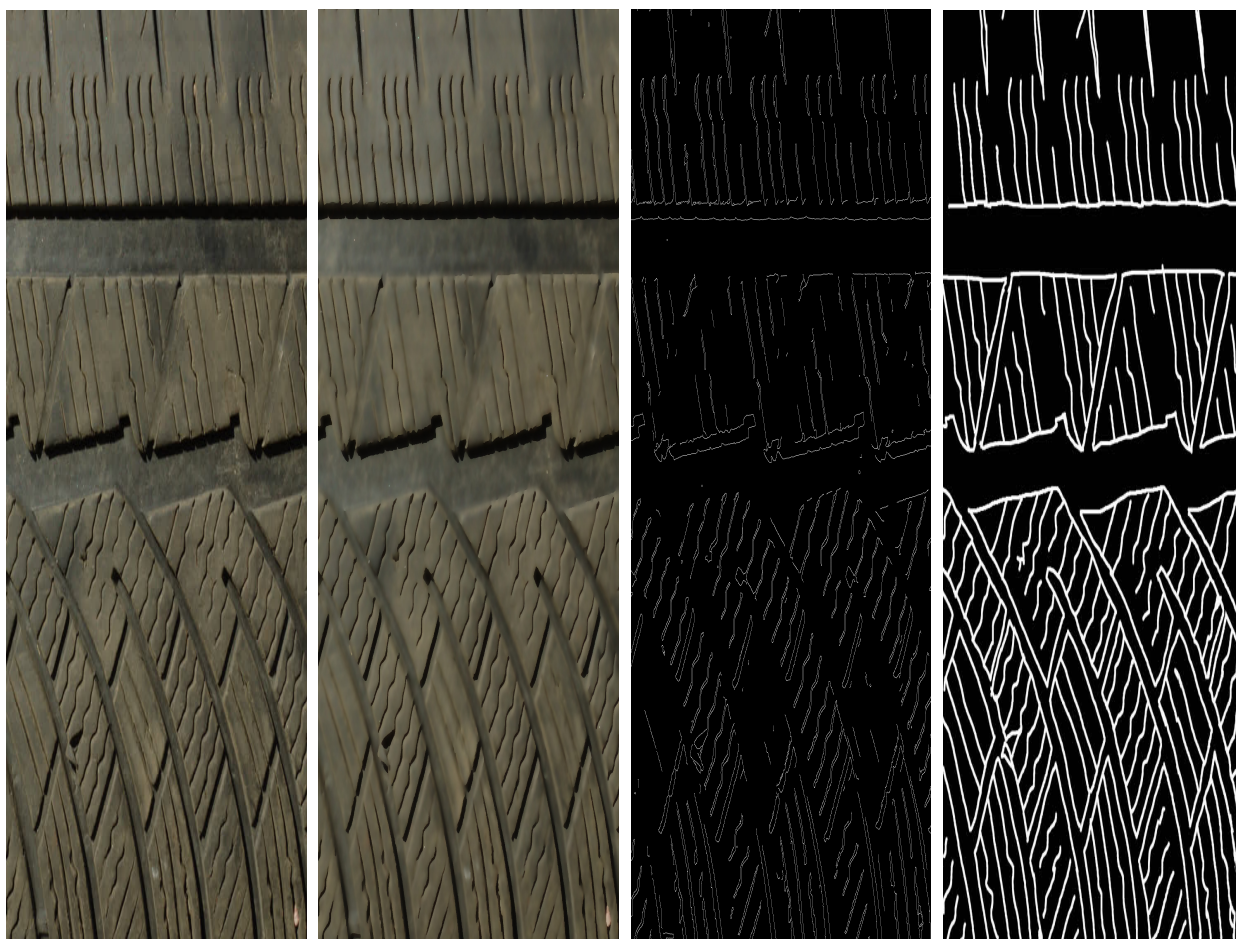


Рис. 11: Результаты Mumford-Shah + Canny $\alpha = 20$ $\lambda = 0.1$

4.3. Non-local means + Утонченная регуляризация

1. Применение Non-local means фильтра для улучшения сходимости уточненной регуляризации.

2. Применение уточненной регуляризации для получения границ. [4]

Алгоритм уточненной регуляризации:

1. Минимизация функционала энергии мембраны

$$E(f) = \iint_{R^2} (src(x, y) - g(x, y))^2 dx dy + \lambda \iint_{R^2} |\nabla g(x, y)| dx dy \quad (2)$$

, где g - сглаженное изображение, src - исходное изображения.

2. Вычисление ошибки.

$$er(x, y) = src(x, y) - g(x, y) \quad (3)$$

3. Вычисление дисперсии шума

$$\sigma = \frac{\sum_{j=1} \sum_{k=1} (er(x, y))^2}{cols * rows} \quad (4)$$

, где $cols$ - ширина изображения в колонках, $rows$ - высота изображения в строчках.

4. Вычисление контрольного сигнала

$$control(x, y) = [|er(x, y) * h| - \sigma] * h \quad (5)$$

, где $*$ - свертка

5. Вычисление величины zero crossing.

$$shr(x, y) = max(zce^h, zce^v); \quad (6)$$

$$zce^h = \begin{cases} |er(x-1, y) - er(x+1, y)| & \text{если } er(x-1, y) * er(x+1, y) < 0 \\ 0 & \text{иначе} \end{cases}$$

$$zce^v = \begin{cases} |er(x, y+1) - er(x, y-1)| & \text{если } er(x, y-1) * er(x, y+1) < 0 \\ 0 & \text{иначе} \end{cases}$$

$$zce(x, y) = \max(zce^h, zce^v); \quad (7)$$

6. Вычисление границ

$$edge(x, y) = \begin{cases} zce(x, y) & \text{если } zce(x, y) > tr \text{ control}(x, y) > 0 \\ 0 & \text{иначе} \end{cases}$$

,где tr порог.

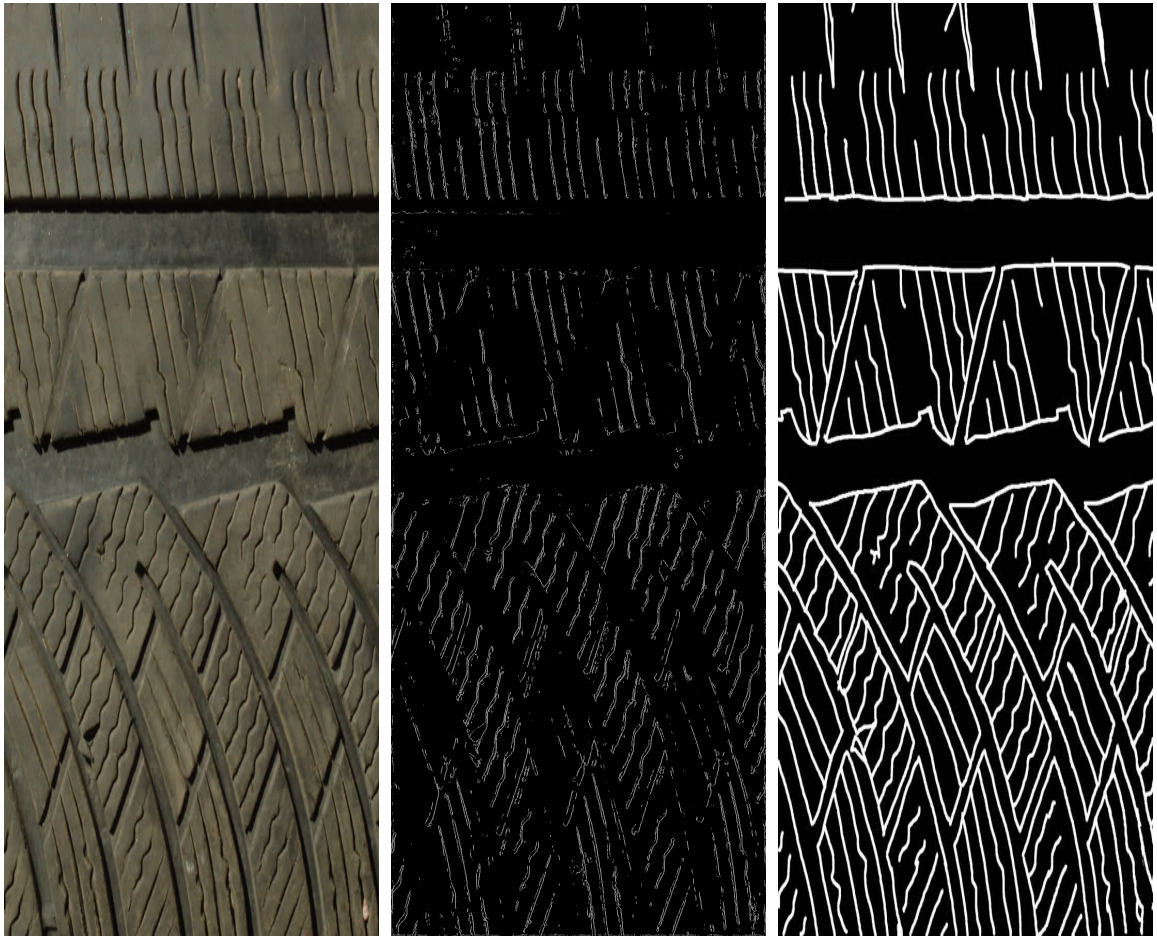


Рис. 12: Результаты Non-local means + Утонченная регуляризация

5. Результаты

В рамках курсовой работы для решения задачи выделения рисунка протектора шины было попробовано несколько методов и отрисован human view сет изображений для оценки качества результатов работы методов и подсчитаны показатели Recall и Precision. Была проведена съемка с использованием поляризационного фильтра и оценена способность подавления шумов с ее помощью. Таблица 1. Была найдена реализация минимизация Mumford-Shah функционала, переписана с OpenCV 2.4 на OpenCV 3.2 и с его помощью были получены сглаженные изображения с подавленными шумами к которым применялся CANNY фильтр для выделения границ. Таблицы 2,3,4. Был реализован метод уточенной регуляризации. Таблица 5.

Таблица 1: Результаты поляризационной съемки

Метод	Precision	Recal
Поляризационная съемка	83%	18%

Таблица 2: Результаты Mumford-Shah + Canny, $\lambda = 2$

α	Precision	Recal
20	2%	16%
10	35%	7%
5	65%	8%

Таблица 3: Результаты Mumford-Shah + Canny, $\lambda = 0.1$

α	Precision	Recal
20	68%	9%
10	62%	8%
5	67%	7%

Таблица 4: Результаты Mumford-Shah + Canny, $\lambda = 0.05$

α	Precicion	Recal
20	12%	6%
10	35%	7%
5	65%	8%

Таблица 5: Результаты Non-local means + Утонченная регуляризация

Метод	Precicion	Recal
NL means + Утонченная регуляризация	80%	19%

Заключение

В процессе курсовой работы были проведены попытки получить рисунок протектора и маркировки шины различными методами. В результате можно отметить, что выделение рисунка протектора менее чувствительно к качеству изображения и освещению, в отличие от распознавания маркировки протектора. Был рассмотрен экстремальный сценарий, при котором качество изображения оставляет желать лучшего, а освещение неравномерное, опробованы некоторые варианты подсветки и фильтры для сглаживания шумов для улучшения качества распознавания.

Список литературы

1. Kolomenkin M. Shimshoni I. Tal A. On Edge Detection on Surfaces // In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'09). — 2009.
2. Kolomenkin M. Shimshoni I. Tal A. Multi-scale Curve Detection on Surfaces // The IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). — 2013.
3. E. Strekalovskiy D. Cremers. Real-Time Minimization of the Piecewise Smooth Mumford-Shah Functional // European Conference on Computer Vision (ECCV). — 2014.
4. Muhittin Gokmen Ching-Chung Li. Edge Detection and Surface Reconstruction Using Refined Regularization // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. — 1993. — Vol. 15, no. 5. — P. 492–499.