

Введение в фотограмметрию

Детектирование проводов

Фотограмметрия. Лекция 15

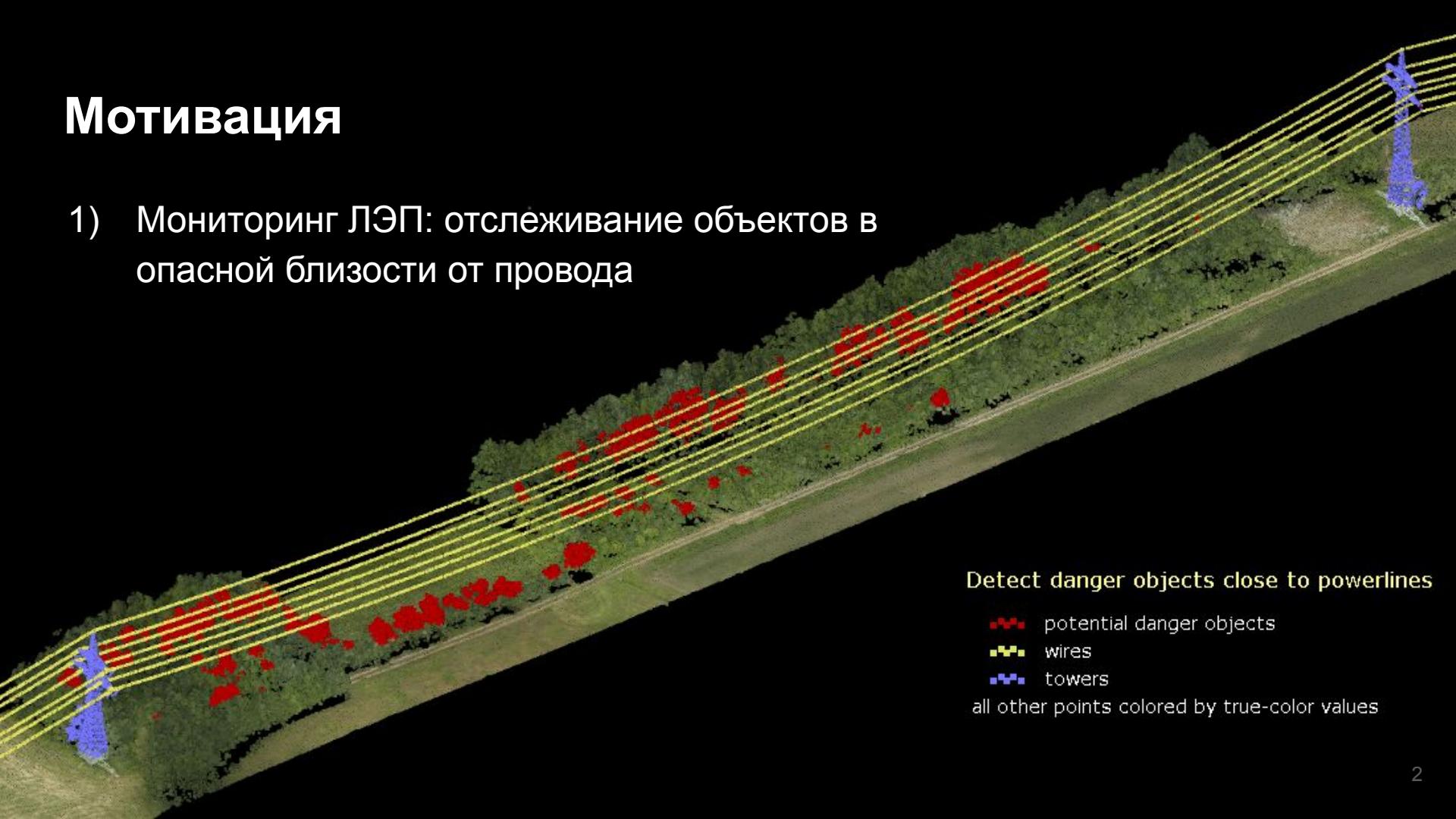


- Детектирование проводов на изображениях
- Hough lines, catenary curve
- 3D реконструкция

Симиутин Борис
simiyutin.boris@yandex.ru

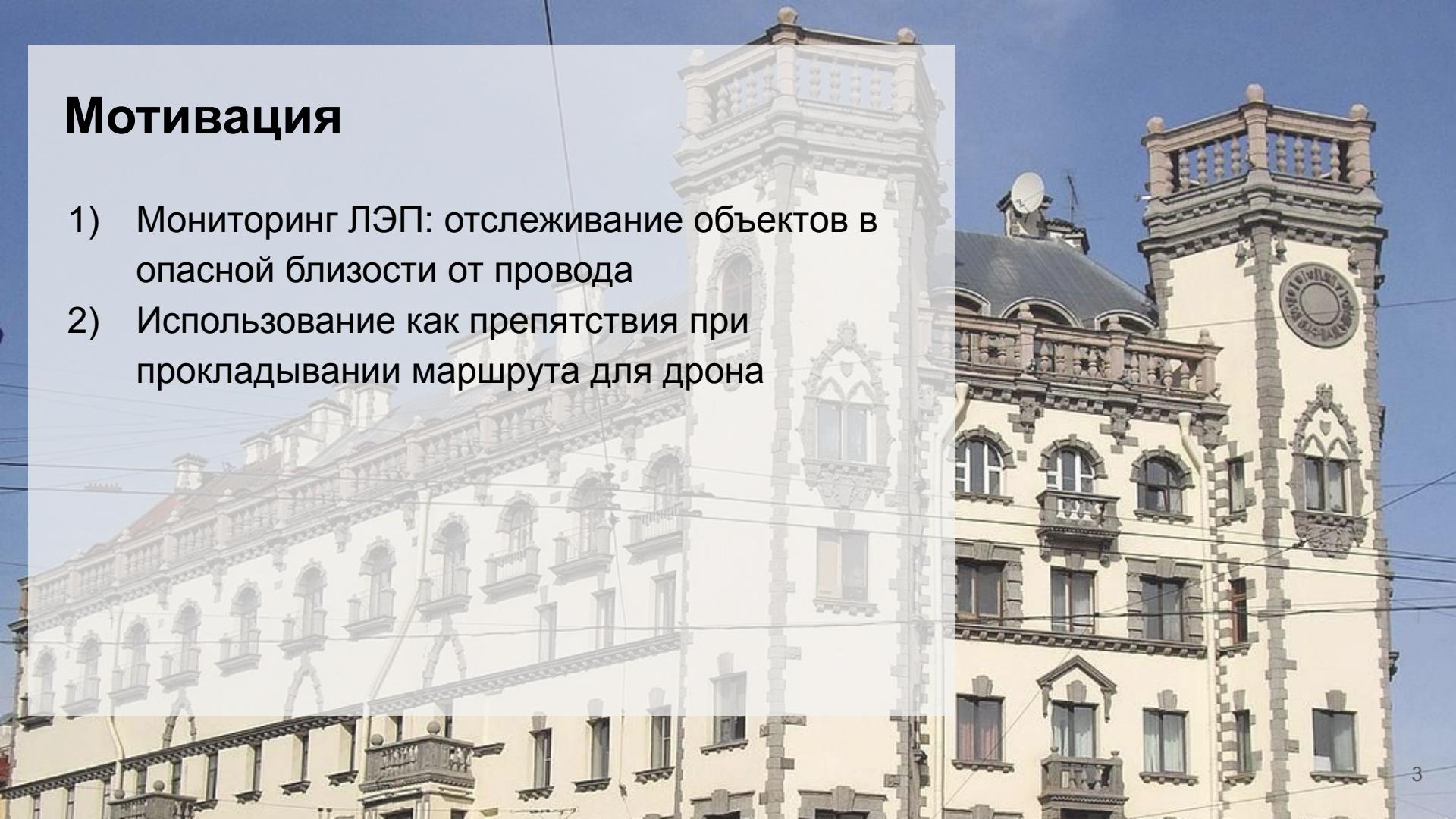
Мотивация

- 1) Мониторинг ЛЭП: отслеживание объектов в опасной близости от провода



Мотивация

- 1) Мониторинг ЛЭП: отслеживание объектов в опасной близости от провода
- 2) Использование как препятствия при прокладывании маршрута для дрона



Мотивация

- 1) Мониторинг ЛЭП: отслеживание объектов в опасной близости от провода
- 2) Использование как препятствия при прокладывании маршрута для дрона
- 3) [Line SFM \(github\)](#)



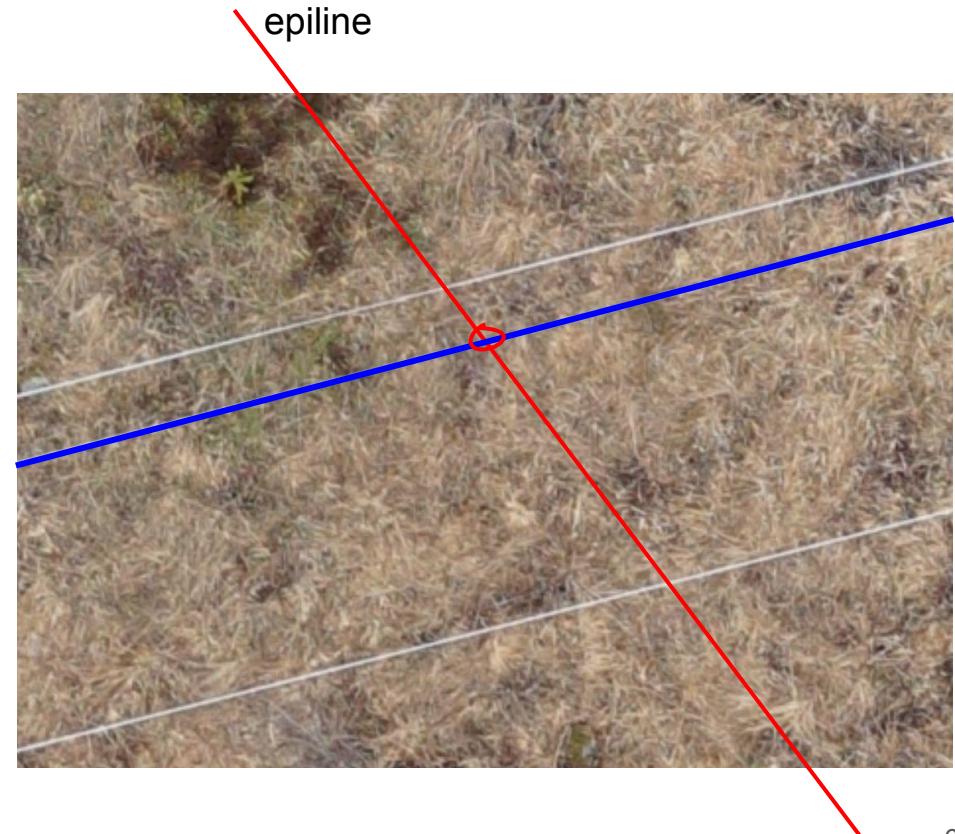
Способы детектирования

- 1) Традиционная фотограмметрия?
 - a) скольжение вдоль



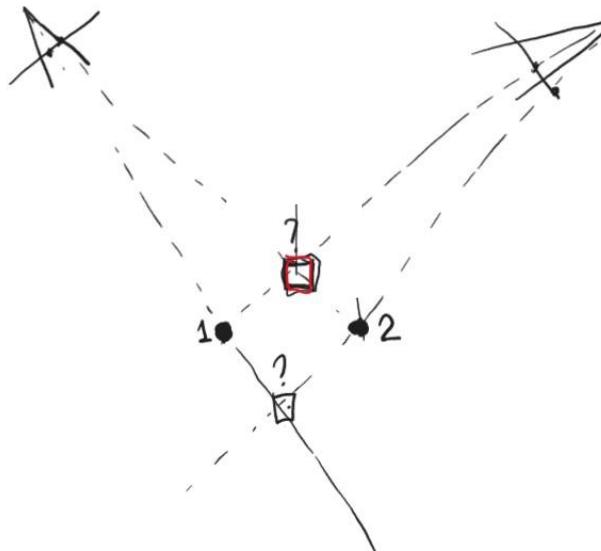
Способы детектирования

- 1) Традиционная фотограмметрия?
 - a) скольжение вдоль - эпиполярные линии!



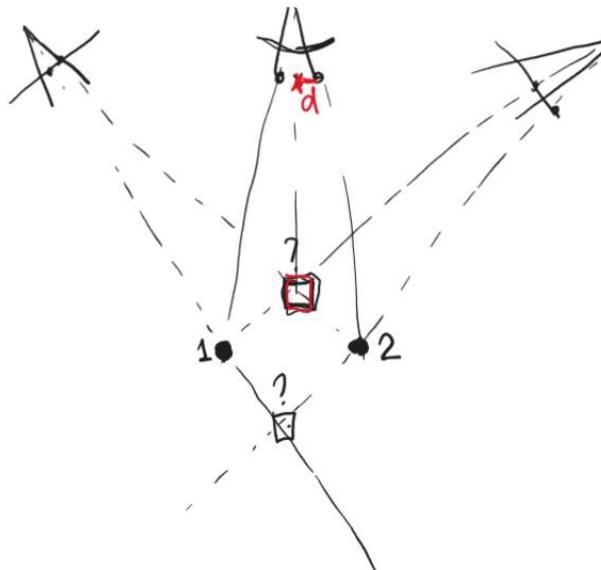
Способы детектирования

- 1) Традиционная фотограмметрия?
 - a) скольжение вдоль - эпиполярные линии!
 - b) неоднозначность вдоль линии



Способы детектирования

- 1) Традиционная фотограмметрия?
 - a) скольжение вдоль - эпиполярные линии!
 - b) неоднозначность вдоль линии - больше наблюдений (патчматч)



Способы детектирования

- 1) Традиционная фотограмметрия?
 - a) скольжение вдоль - эпиполярные линии!
 - b) неоднозначность вдоль линии - больше наблюдений (патчматч)
 - c) убивание фильтрацией

(из лекции про фильтрацию карт глубины)

2. Удалим всех чья нормаль не согласована с глубинами вокруг:



Способы детектирования

- 1) Традиционная фотограмметрия?
 - a) скольжение вдоль - эпиполярные линии!
 - b) неоднозначность вдоль линии - больше наблюдений (патчматч)
 - c) убивание фильтрацией - ослабляем критерий фильтрации по нормали!



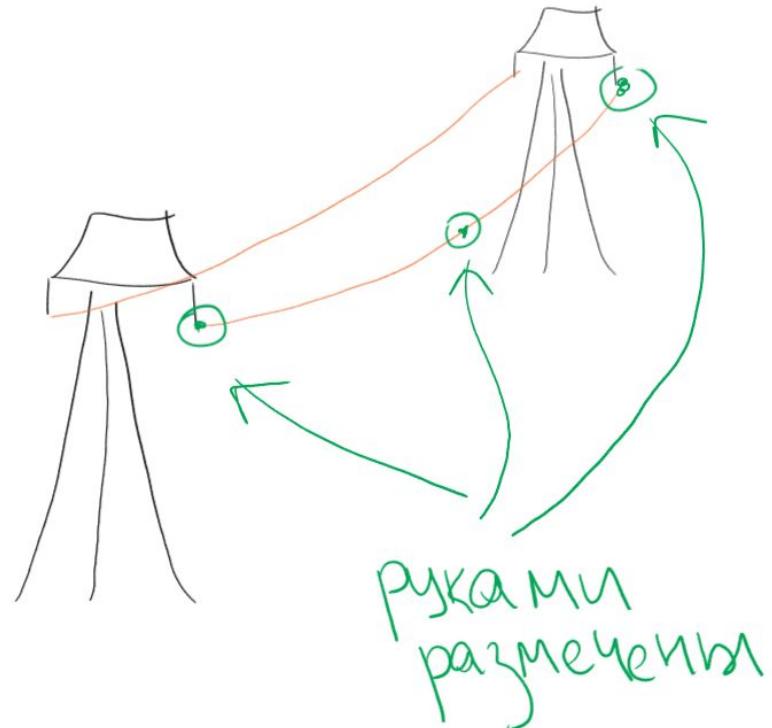
Способы детектирования

- 1) Традиционная фотограмметрия?
 - a) скольжение вдоль - эпиполярные линии!
 - b) неоднозначность вдоль линии - больше наблюдений (патчматч)
 - c) убивание фильтрацией - ослабляем критерий фильтрации по нормали!
 - d) скорость - приходится строить карты глубины по оригинальному разрешению - не помогает coarse-to-fine



Способы детектирования

- 1) Традиционная фотограмметрия - сложно и медленно
 - 2) Полуавтоматика - по трем точкам можно провести провод
 - а) просто но долго



Способы детектирования

- 1) Традиционная фотограмметрия -
сложно и медленно
- 2) Полуавтоматика - просто но
долго
- 3) Lidar
 - a) очень высокое качество
 - b) очень дорого



[link](#)

Способы детектирования

- 1) Традиционная фотограмметрия -
сложно и медленно
- 2) Полуавтоматика - просто но
долго
- 3) Lidar
 - a) очень высокое качество
 - b) очень дорого (но становится
дешевле)



[link](#)

Способы детектирования

- 1) Традиционная фотограмметрия -
сложно и медленно
- 2) Полуавтоматика - просто но
долго
- 3) Lidar - дорого

Способы детектирования

- 1) Традиционная фотограмметрия -
сложно и медленно
- 2) Полуавтоматика - просто но
долго
- 3) Lidar - дорого
- 4) Хочется быстро и дешево
 - a) задетектируем 2D провода на
фотографиях
 - b) триангулируем в 3D

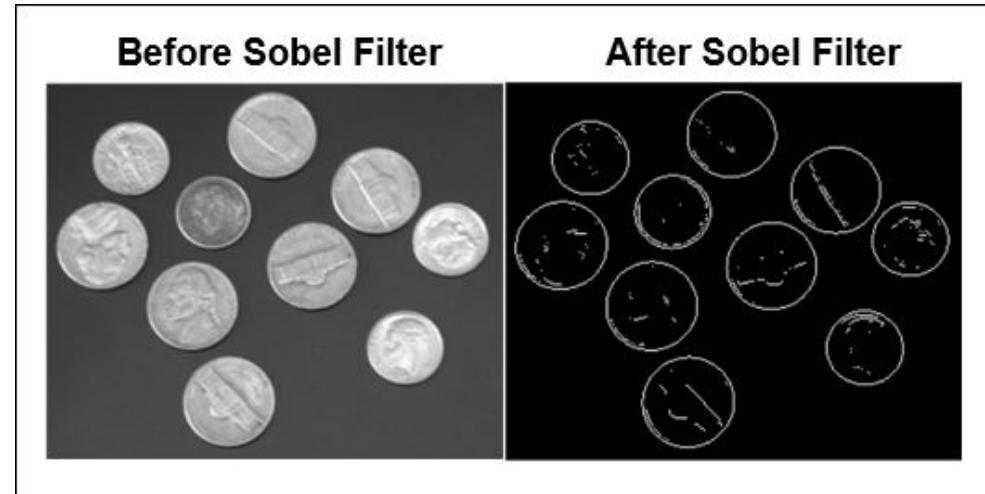
Детектирование проводов на фотографиях

- 1) Как задетектировать линию на фотографии?

Детектирование проводов на фотографиях

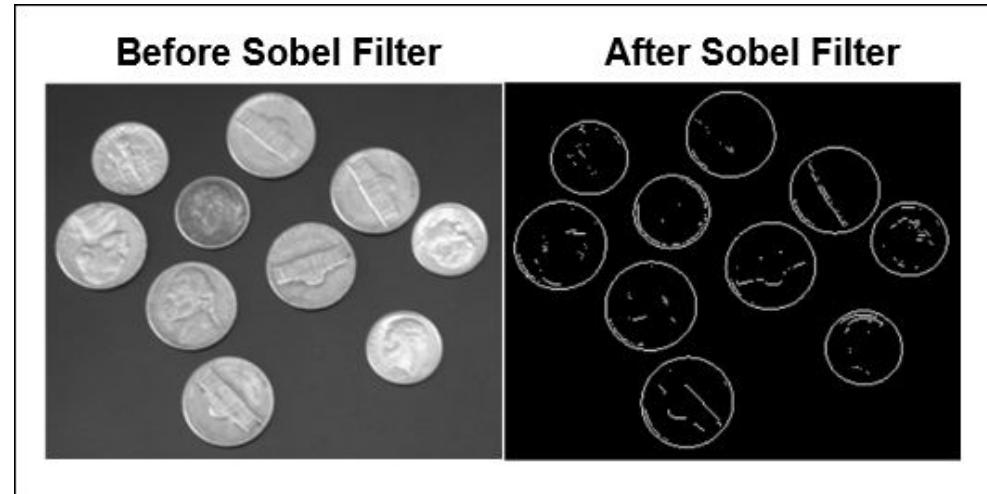
1) Как задетектировать линию на фотографии?

а) собель



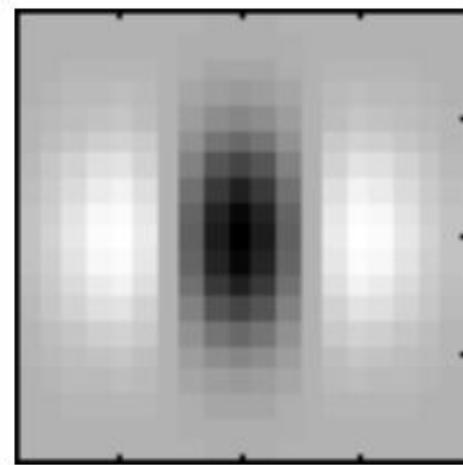
Детектирование проводов на фотографиях

- 1) Как задетектировать линию на фотографии?
 - а) собель - найдет левую и правую границы провода а не серединку



Детектирование проводов на фотографиях

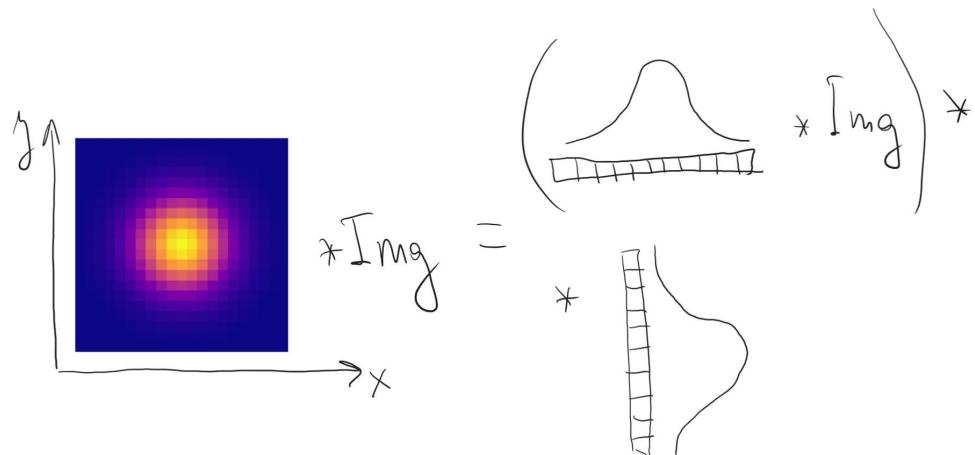
- 1) Как задетектировать линию на фотографии?
 - a) собель
 - b) производные гауссовой функции



Детектирование проводов на фотографиях

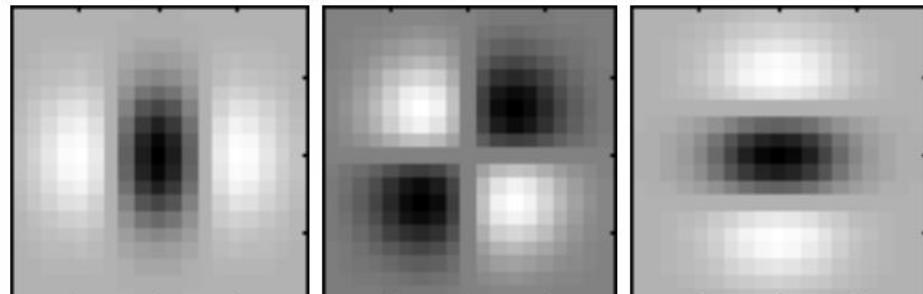
1) Как задетектировать линию на фотографии?

- a) собель
- b) производные гауссовой функции
- c) сепарабельные ядра свертки



Детектирование проводов на фотографиях

- 1) Как задетектировать линию на фотографии?
 - a) собель
 - b) производные гауссовой функции
 - c) сепарабельные ядра свертки
 - d) steerable ridge detector



$$\cos^2(\theta)$$

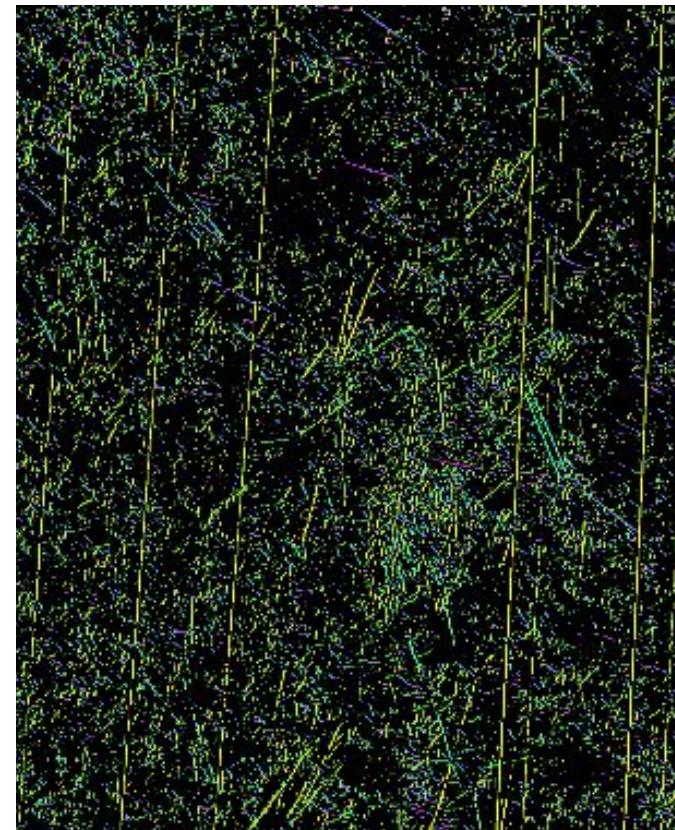
$$-2 \cos(\theta) \sin(\theta)$$

$$\sin^2(\theta)$$

$$K(\theta) = \lambda_1 K_1 + \lambda_2 K_2 + \lambda_3 K_3$$

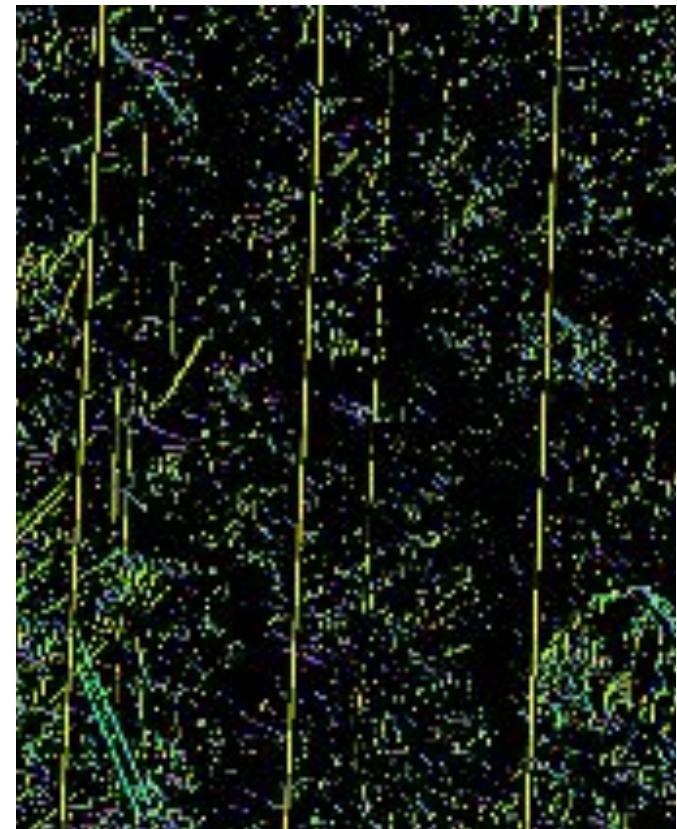
Детектирование проводов на фотографиях

- 1) Steerable ridge detector
- 2) Извлечение линий:



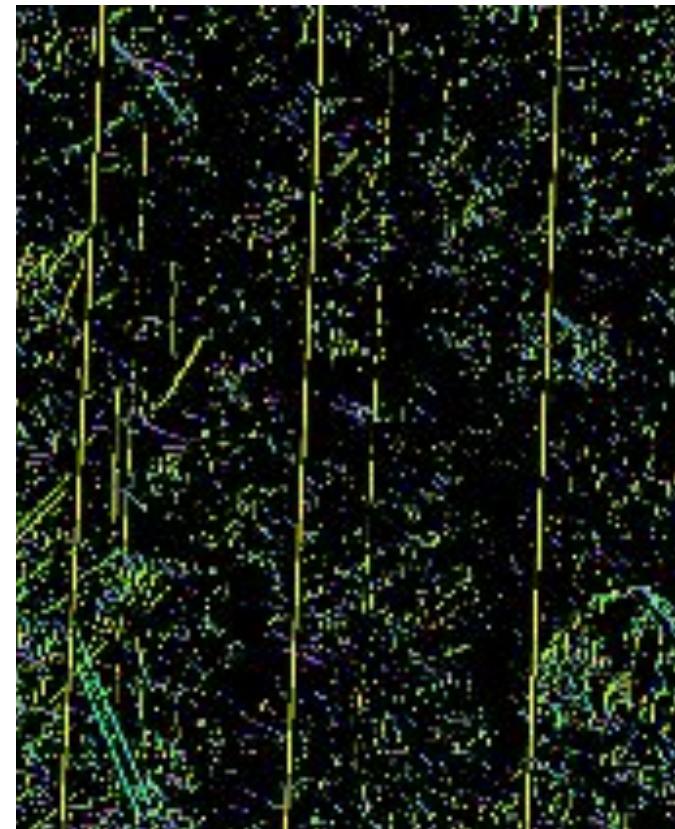
Детектирование проводов на фотографиях

- 1) Steerable ridge detector
- 2) Извлечение линий:



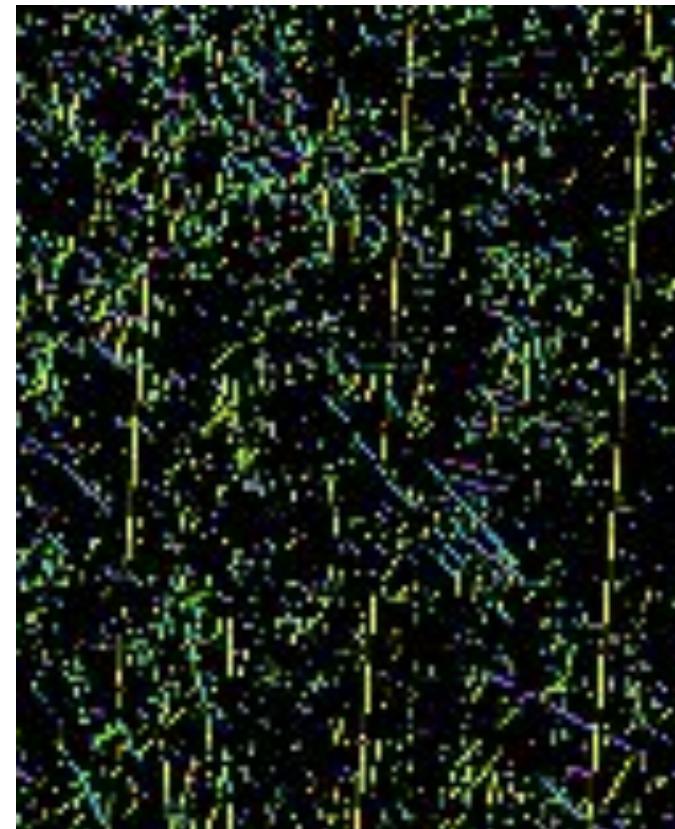
Детектирование проводов на фотографиях

- 1) Steerable ridge detector
- 2) Извлечение линий:
 - a) BFS



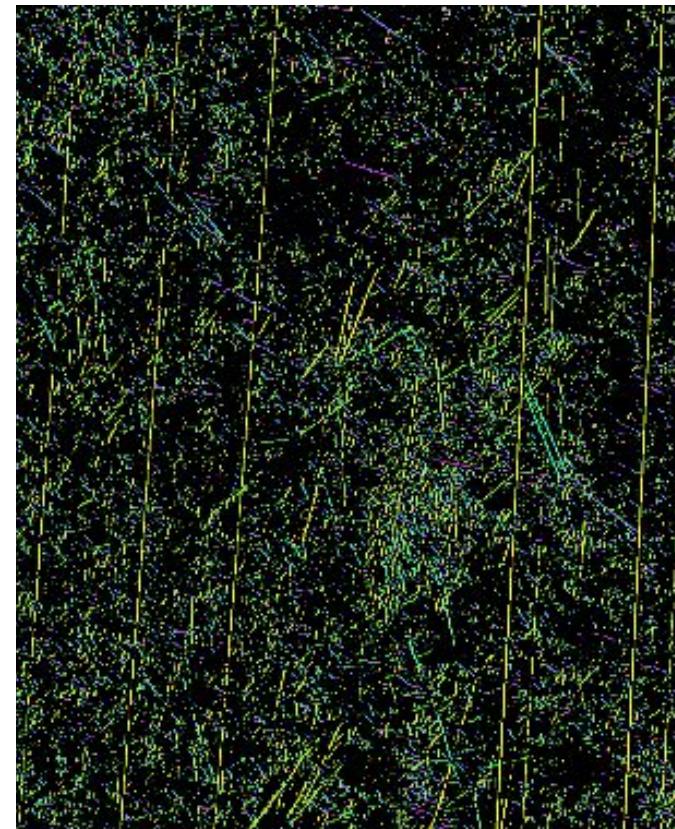
Детектирование проводов на фотографиях

- 1) Steerable ridge detector
- 2) Извлечение линий:
 - a) BFS



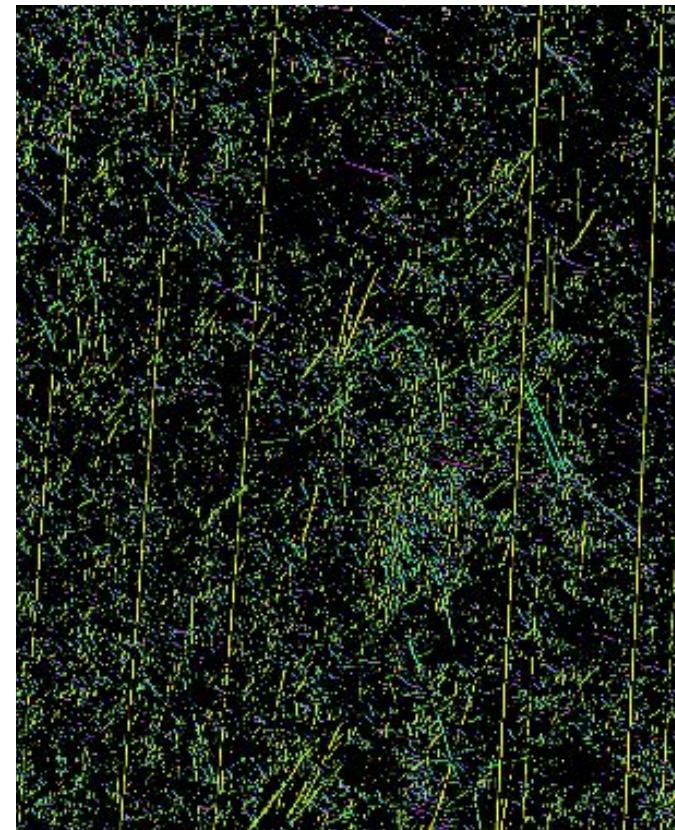
Детектирование проводов на фотографиях

- 1) Steerable ridge detector
- 2) Извлечение линий:
 - a) BFS
 - b) RANSAC



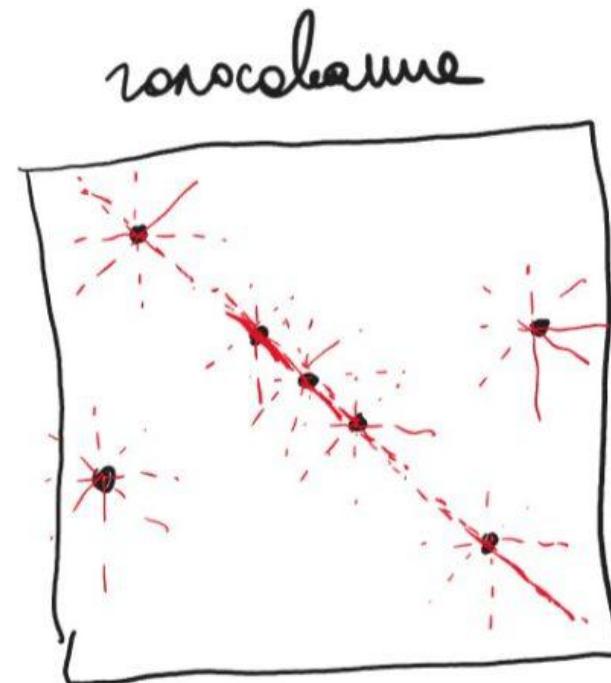
Детектирование проводов на фотографиях

- 1) Steerable ridge detector
- 2) Извлечение линий:
 - a) BFS
 - b) RANSAC - слишком много шума



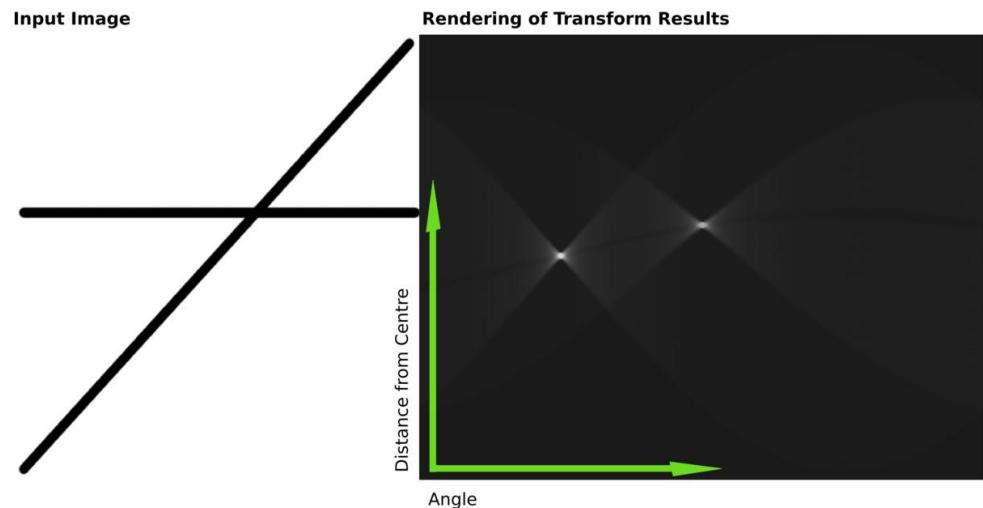
Детектирование проводов на фотографиях

- 1) Steerable ridge detector
- 2) Извлечение линий:
 - a) BFS
 - b) RANSAC
 - c) Hough transform



Детектирование проводов на фотографиях

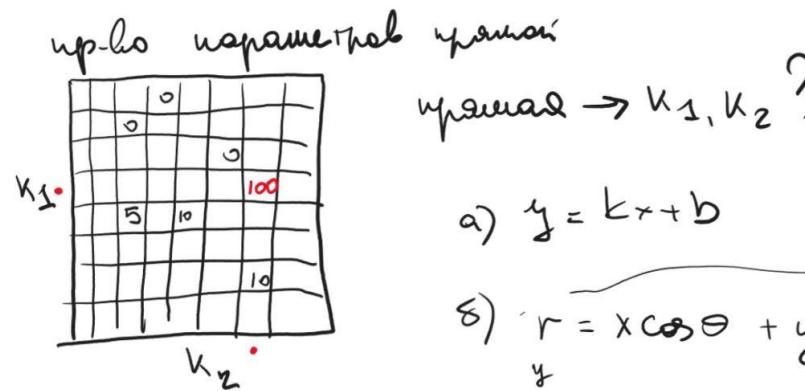
- 1) Steerable ridge detector
- 2) Извлечение линий:
 - a) BFS
 - b) RANSAC
 - c) Hough transform



[link](#)

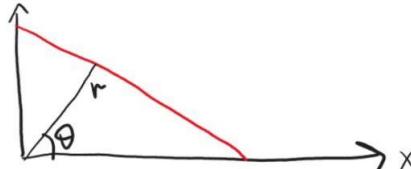
Детектирование проводов на фотографиях

- 1) Steerable ridge detector
- 2) Извлечение линий:
 - a) BFS
 - b) RANSAC
 - c) Hough transform



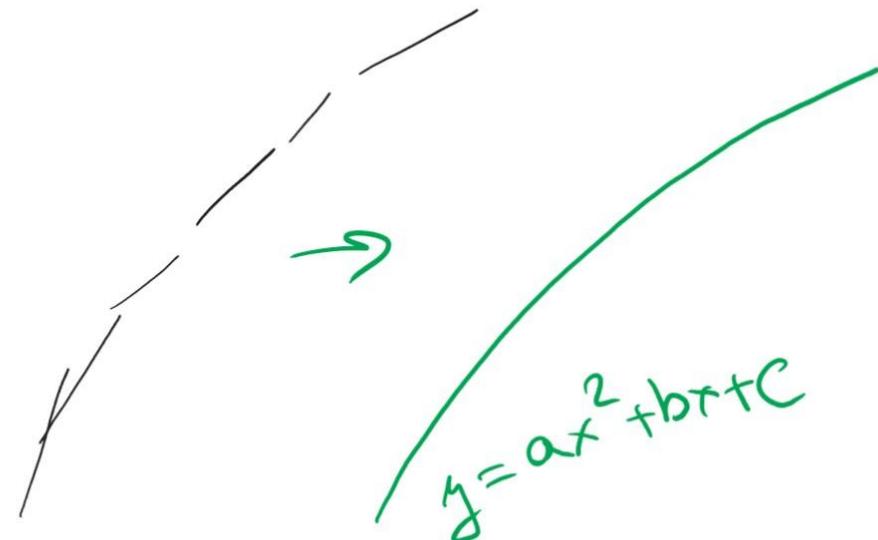
b) $r = x \cos \theta + y \sin \theta$

$k_1 = r$
 $k_2 = \theta$



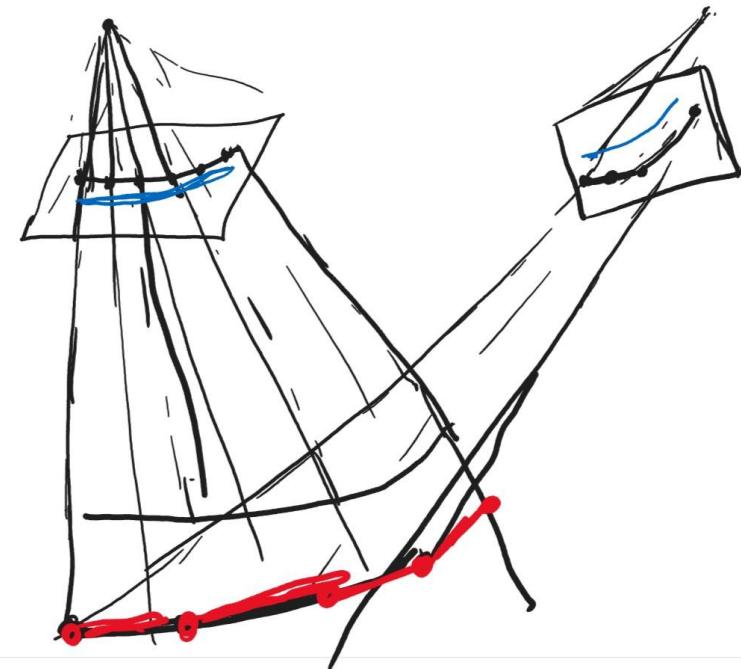
Детектирование проводов на фотографиях

- 1) Steerable ridge detector
- 2) Hough transform
 - a) + детекция на маленьких кусочках картинки
 - b) + объединение кусочков прямых (в параболы, RANSAC)
 - c) используем угол от ridge для ускорения и устойчивости



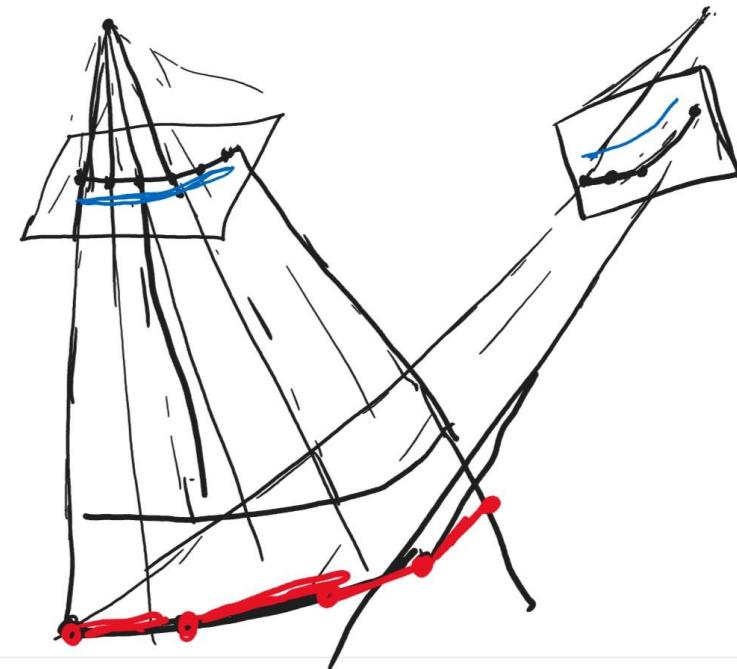
Реконструкция проводов в 3D

- 1) Имеем выровненные камеры и размеченные 2D провода
- 2) Как найти в 3D?



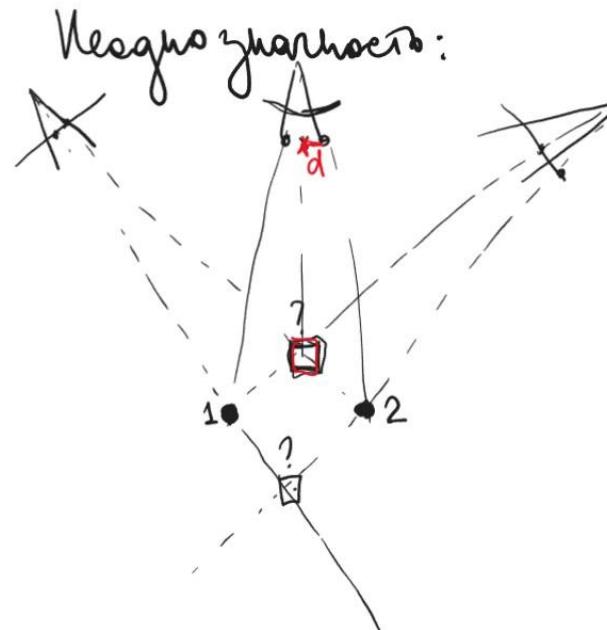
Реконструкция проводов в 3D

- 1) Имеем выровненные камеры и размеченные 2D провода
- 2) Как найти в 3D?
 - a) триангулируем пары линий с помощью эпиполярных линий



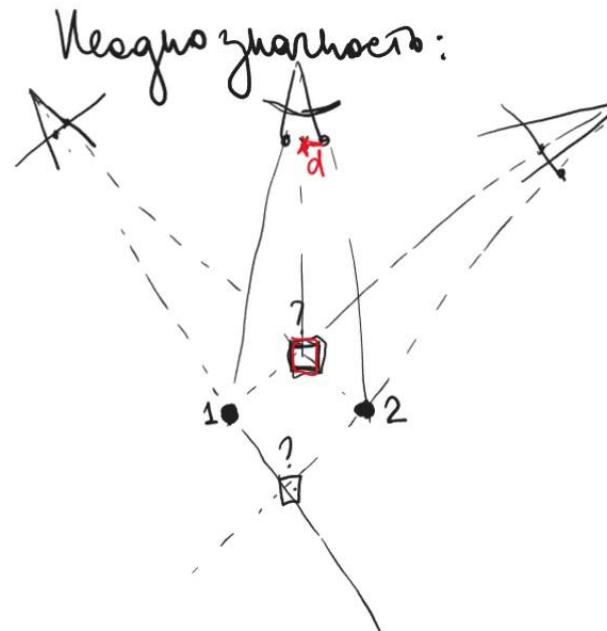
Реконструкция проводов в 3D

- 1) Имеем выровненные камеры и размеченные 2D провода
- 2) Как найти в 3D?
 - a) триангулируем пары линий с помощью эпиполярных линий
 - b) разрешаем неоднозначность с помощью дополнительных камер



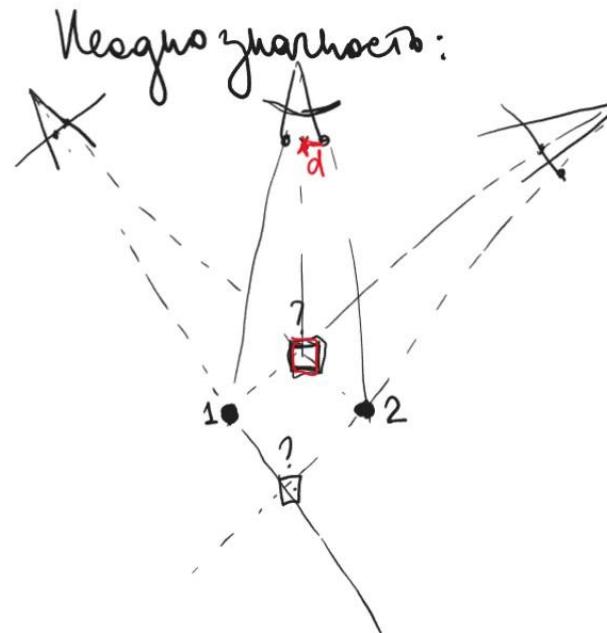
Разрешение неоднозначностей

1) Жадное...



Разрешение неоднозначностей

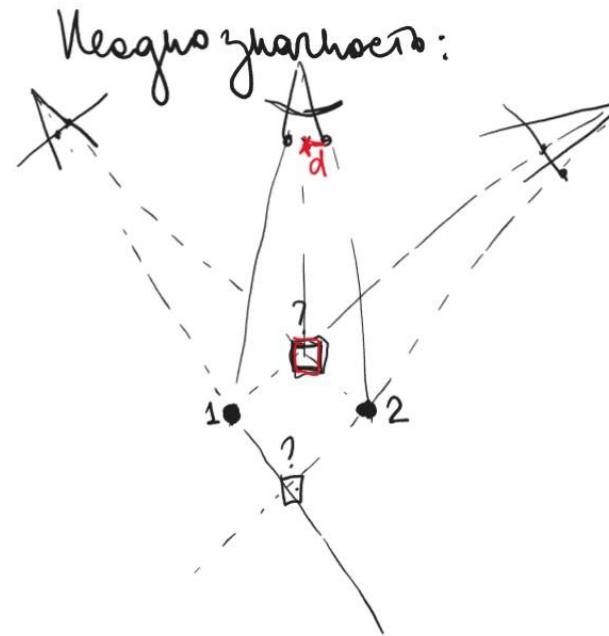
- 1) Жадное...
- 2) Patch-match



Разрешение неоднозначностей

- 1) Жадное...
- 2) Patch-match
- 3) Полный перебор

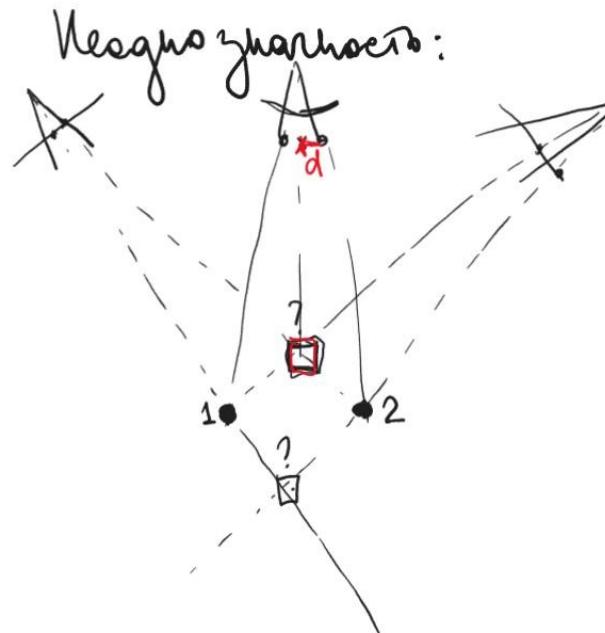
Полный перебор: хотим максимизировать количество покрытых проекций проводов минимальным количеством 3д кандидатов. Пример с этой картинкой: когда только две камеры, ситуация неразличима. Когда добавляем третью камеру, вертикальная пара покрывает проекции только на двух камерах, а горизонтальная - на трех



Разрешение неоднозначностей

- 1) Жадное...
- 2) Patch-match
- 3) Полный перебор
 - a) + метод ветвей и границ

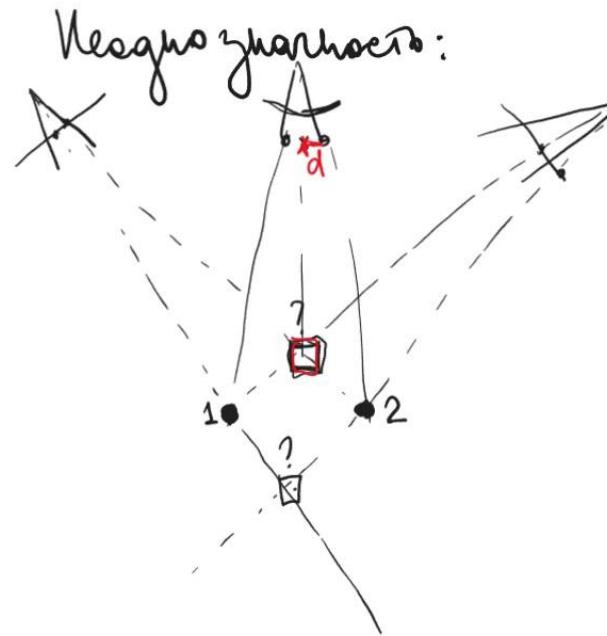
Метод ветвей и границ: чтобы ускорить полный перебор, можем не идти в те ветви дерева, которые берут те кандидаты, что более одного раза покрывают проекцию. Если граф кандидатов и проекций хорошо связный, то это очень сильно ускоряет и убирает экспоненту из асимптотики



Разрешение неоднозначностей

- 1) Жадное...
- 2) Patch-match
- 3) Полный перебор
 - a) + метод ветвей и границ

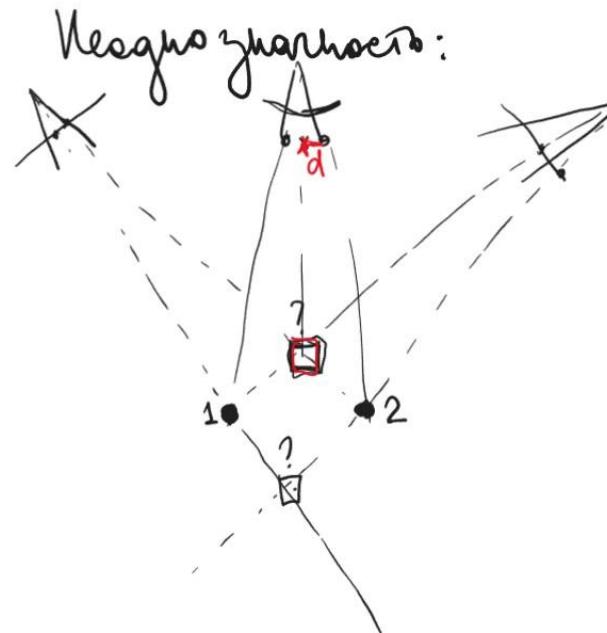
Метод ветвей и границ: чтобы ускорить полный перебор, можем не идти в те ветви дерева, которые берут те кандидаты, что более одного раза покрывают проекцию. Если граф кандидатов и проекций хорошо связный, то это очень сильно ускоряет и убирает экспоненту из асимптотики



- часто применяется для ускорения точного решения NP-полных задач

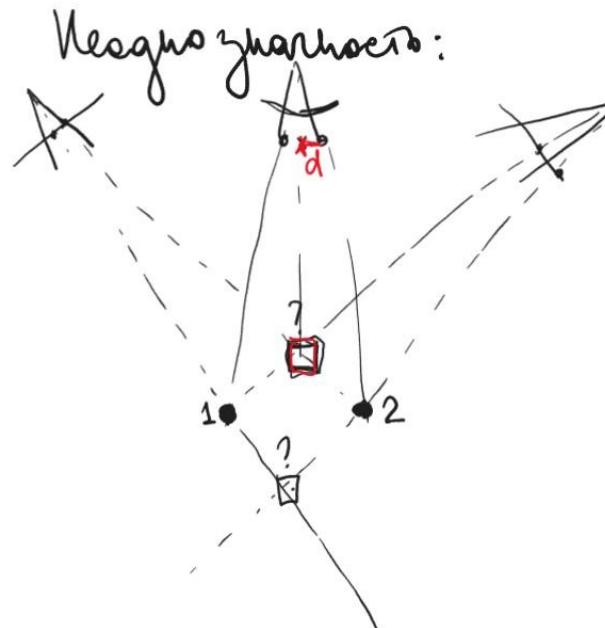
Реконструкция проводов в 3D

- 1) Имеем выровненные камеры и размеченные 2D провода
- 2) Как найти в 3D?
 - a) триангулируем пары линий с помощью эпиполярных линий
 - b) разрешаем неоднозначность с помощью дополнительных камер



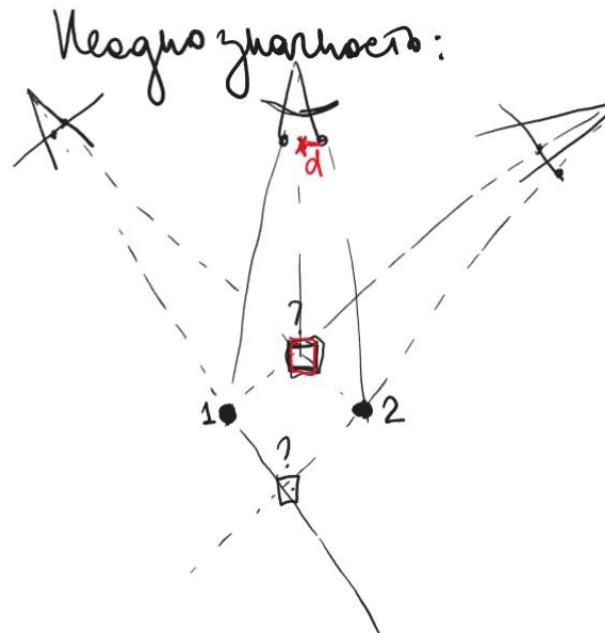
Реконструкция проводов в 3D

- 1) Имеем выровненные камеры и размеченные 2D провода
- 2) Как найти в 3D?
 - a) триангулируем пары линий с помощью эпиполярных линий
 - b) разрешаем неоднозначность с помощью дополнительных камер
 - c) длинные провода наблюдаются камерами не полностью, как сшить кусочки?



Реконструкция проводов в 3D

- 1) Имеем выровненные камеры и размеченные 2D провода
- 2) Как найти в 3D?
 - a) триангулируем пары линий с помощью эпиполярных линий
 - b) разрешаем неоднозначность с помощью дополнительных камер
 - c) длинные провода наблюдаются камерами не полностью, как сшить кусочки? RANSAC, но с какой моделью?



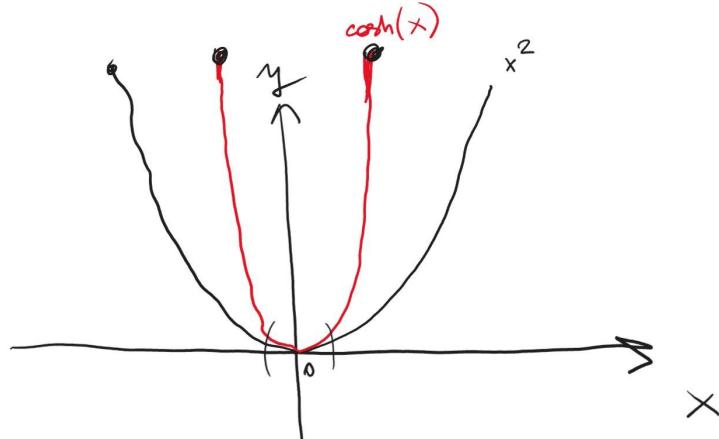
Цепная линия

- 1) Трос, натянутый между двумя точками, висит как гиперболический косинус
- 2) RANSAC
- 3) Оптимизируем параметры с помощью Levenberg-Marquardt



Цепная линия

- 1) Трос, натянутый между двумя точками, висит как гиперболический косинус
- 2) RANSAC
- 3) Оптимизируем параметры с помощью Levenberg-Marquardt



$$y = a \cosh\left(\frac{x}{a}\right) = a \frac{e^{\frac{x}{a}} + e^{-\frac{x}{a}}}{2}$$

Цепная линия

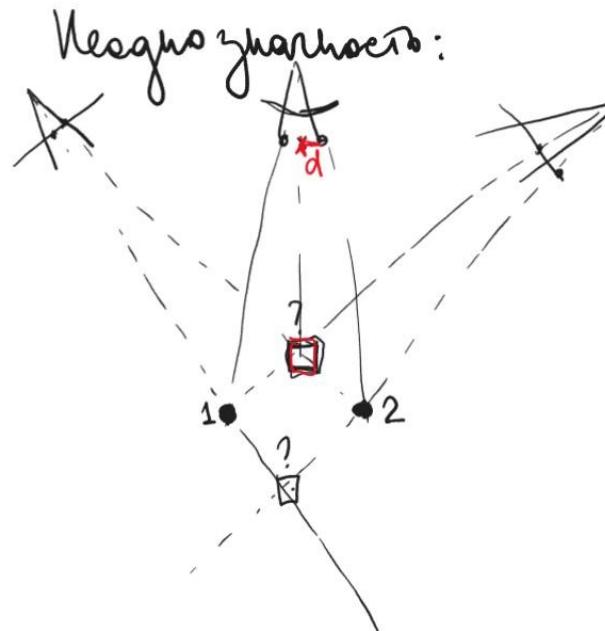
- 1) Трос, натянутый между двумя точками, висит как гиперболический косинус
- 2) RANSAC
- 3) Оптимизируем параметры с помощью Levenberg-Marquardt

$\mathcal{B} \ni \mathcal{Z} \ni D:$

$\hookrightarrow \begin{pmatrix} x = t \\ y = a \cosh\left(\frac{t}{a}\right) \\ z = 0 \end{pmatrix} \xrightarrow{R, T} \begin{pmatrix} \tilde{x} \\ \tilde{y} \\ \tilde{z} \end{pmatrix}$

Реконструкция проводов в 3D

- 1) триангулируем пары линий с помощью эпиполярных линий
- 2) разрешаем неоднозначность с помощью дополнительных камер
- 3) сшиваем длинные провода цепными линиями + RANSAC + LM
- 4) фильтруем шумы, соединяем провода





Вопросы?



Симиутин Борис

simiyutin.boris@yandex.ru⁵⁰