

Распознавание двух- и трехмерных жестов ладони на основе анализа скелетного представления ее силуэта

Куракин Алексей Владимирович
Московский Физико-Технический Институт
alekseyvk@yandex.ru

Местецкий Леонид Моисеевич
*Московский Государственный Университет
им. Ломоносова*
[//.l.mestl.mest@l.mest@ru.l.mest@ru.l.mest@ru.n
et](mailto://.l.mestl.mest@l.mest@ru.l.mest@ru.l.mest@ru.n
et)

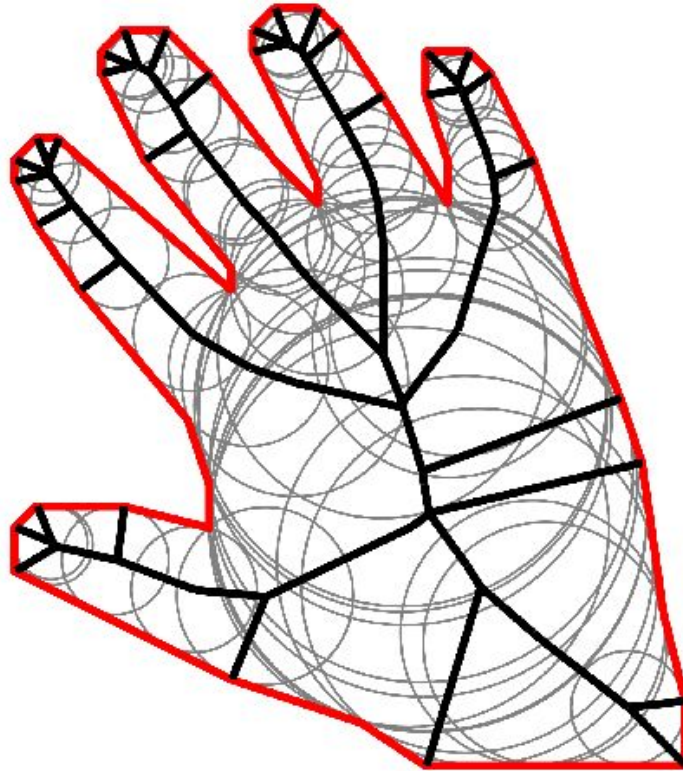
План презентации

- Понятие скелета
- Анализ формы руки посредством скелета
 - Выделение пальцев
 - Распознавание жестов
- Анализ формы в 3д
 - Восстановление 3д модели трубчатых объектов
 - Трекинг 3д положения руки

План презентации

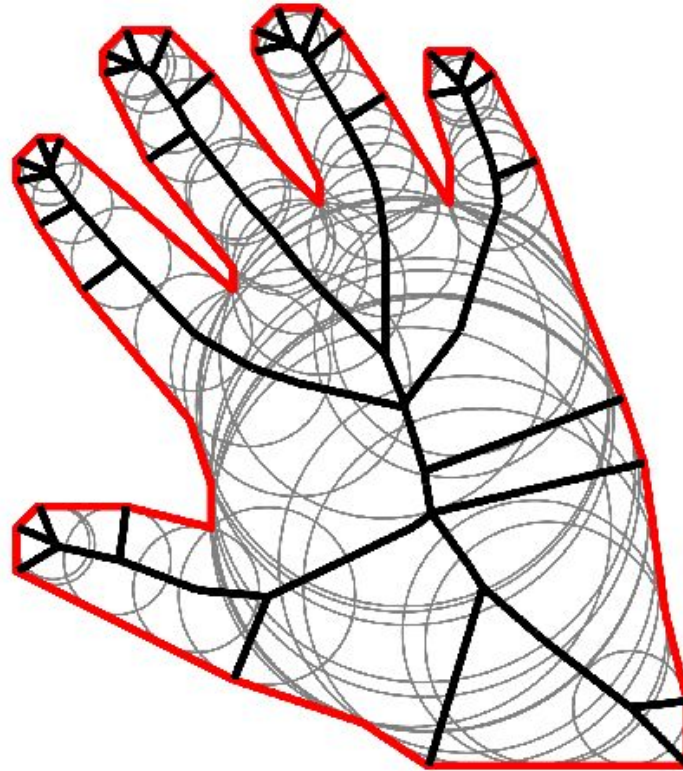
- **Понятие скелета**
- Анализ формы руки посредством скелета
 - Выделение пальцев
 - Распознавание жестов
- Анализ формы в 3д
 - Восстановление трубчатых объектов
 - Трекинг 3д положения руки

Скелет фигуры



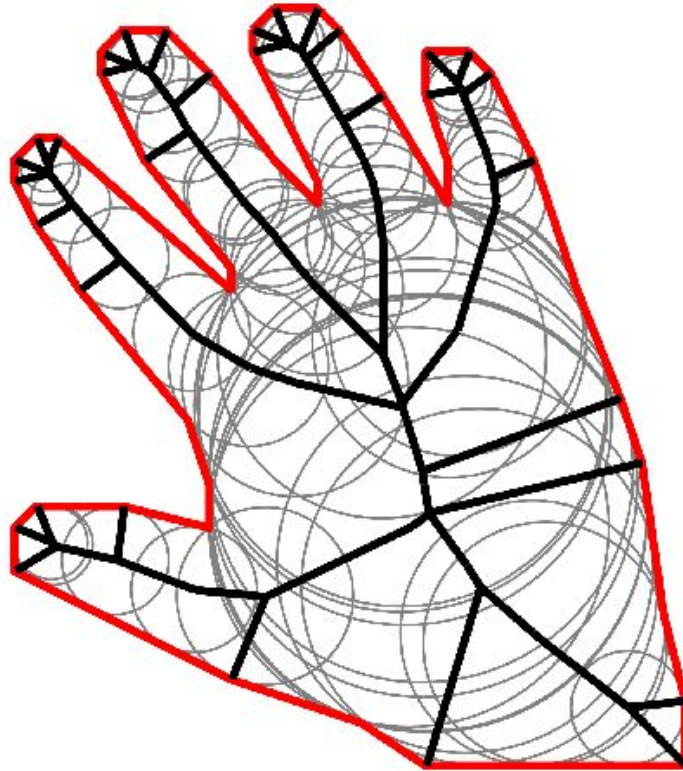
Скелет (или **серединные оси)** фигуры – множество центров и радиусов вписанных в фигуру кругов.

Скелет фигуры



Скелет = центры и радиусы максимальных вписанных кругов

Скелет фигуры



Рассматриваем только скелеты
многоугольников

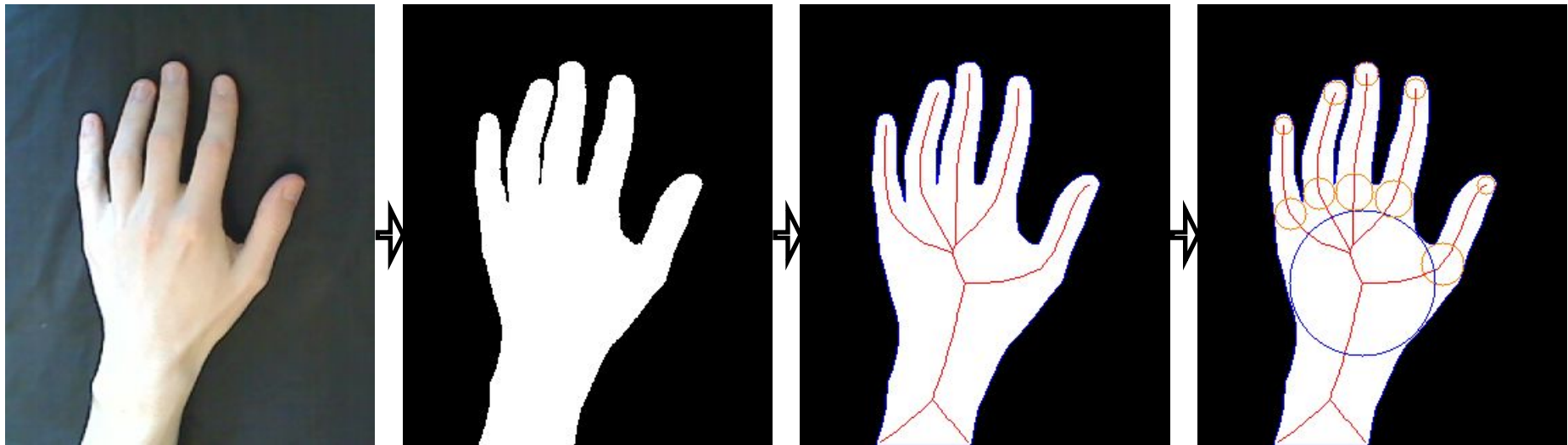
Эффективный алгоритм имеет
вычислительную сложностью $O(N \log N)$ где N

План презентации

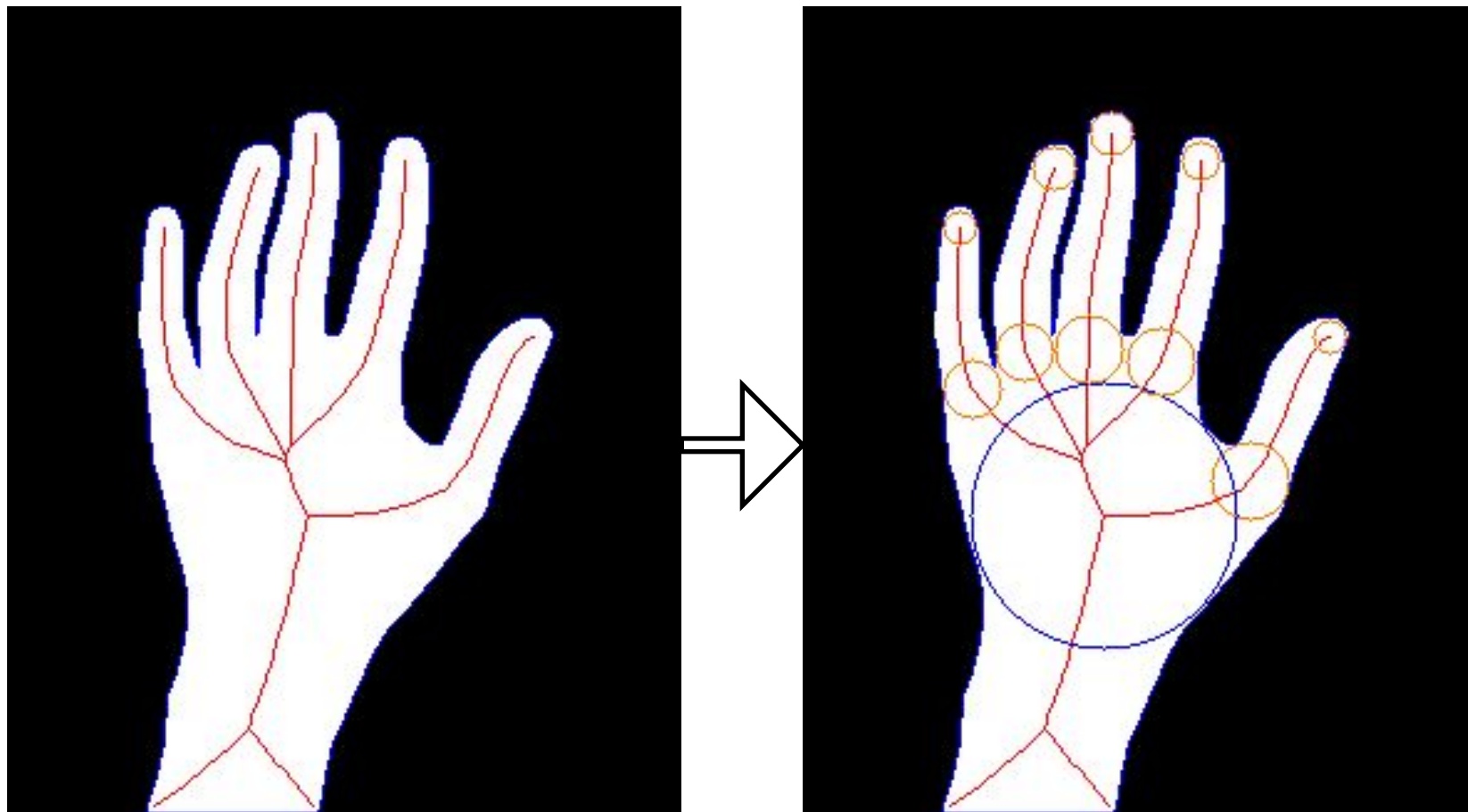
- Понятие скелета
- Анализ формы руки посредством скелета
 - Выделение пальцев
 - Распознавание жестов
- Анализ формы в 3д
 - Восстановление трубчатых объектов
 - Трекинг 3д положения руки

Анализ формы руки

1. Бинаризация исходной картинки
2. Построение скелета
3. Анализ скелета и выделение пальцев

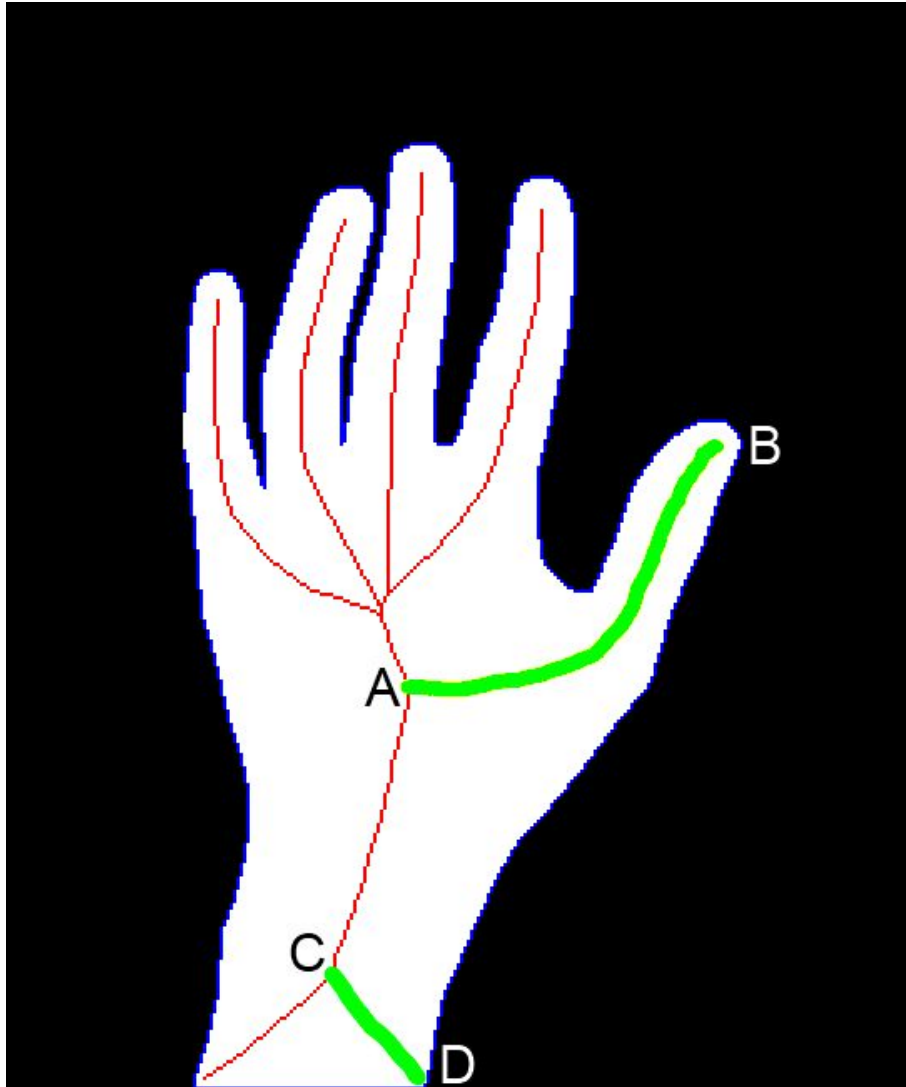


Анализ скелета



**Цель: выделить пальцы и центр
руки**

Ветвь скелета

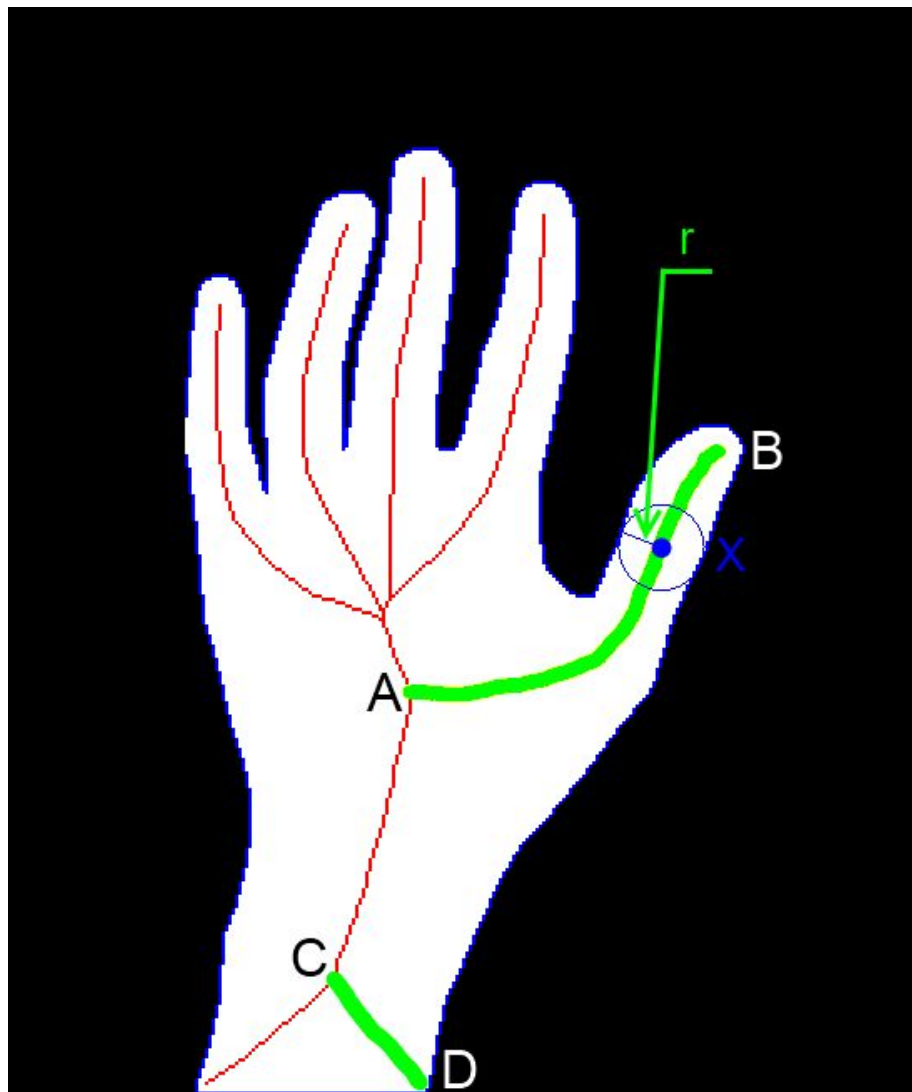


Ветвь скелета – часть скелета составляющая непрерывную кривую

Ветвь AB ->
палец

Ветвь CD -> не
палец

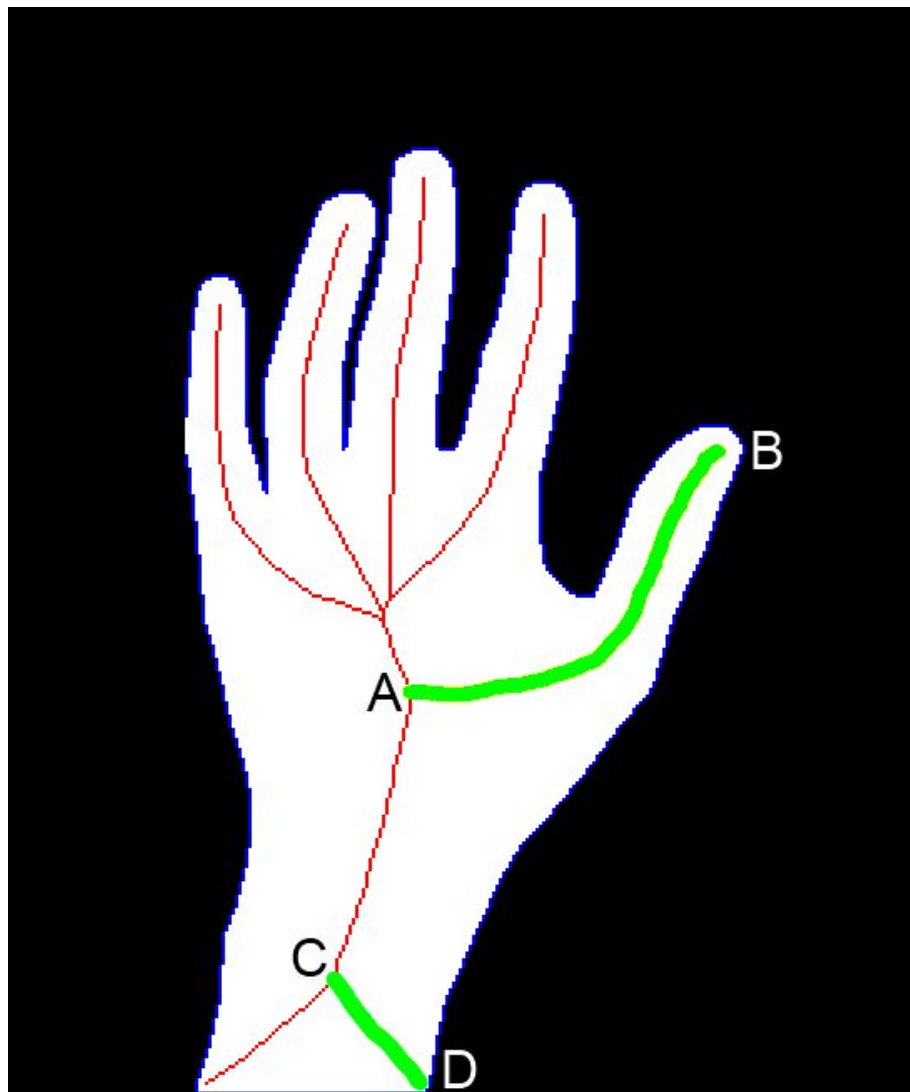
Функция радиуса вдоль ветви



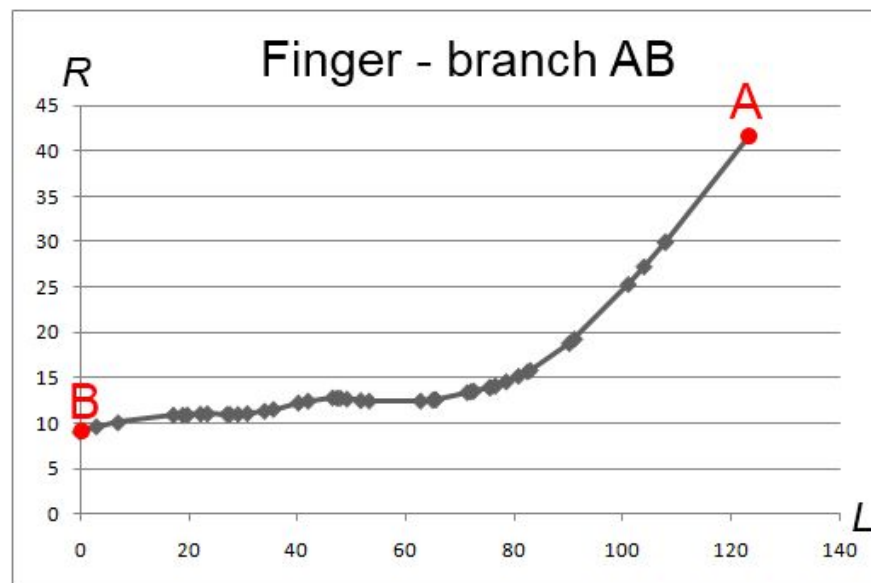
**Функция радиуса
вдоль ветви –**
зависимость радиуса
вписанного круга от
расстояния до конца
ветви

$R_{AB}(|BX|) = r$ -
значение функции
радиуса вдоль AB в
точке X

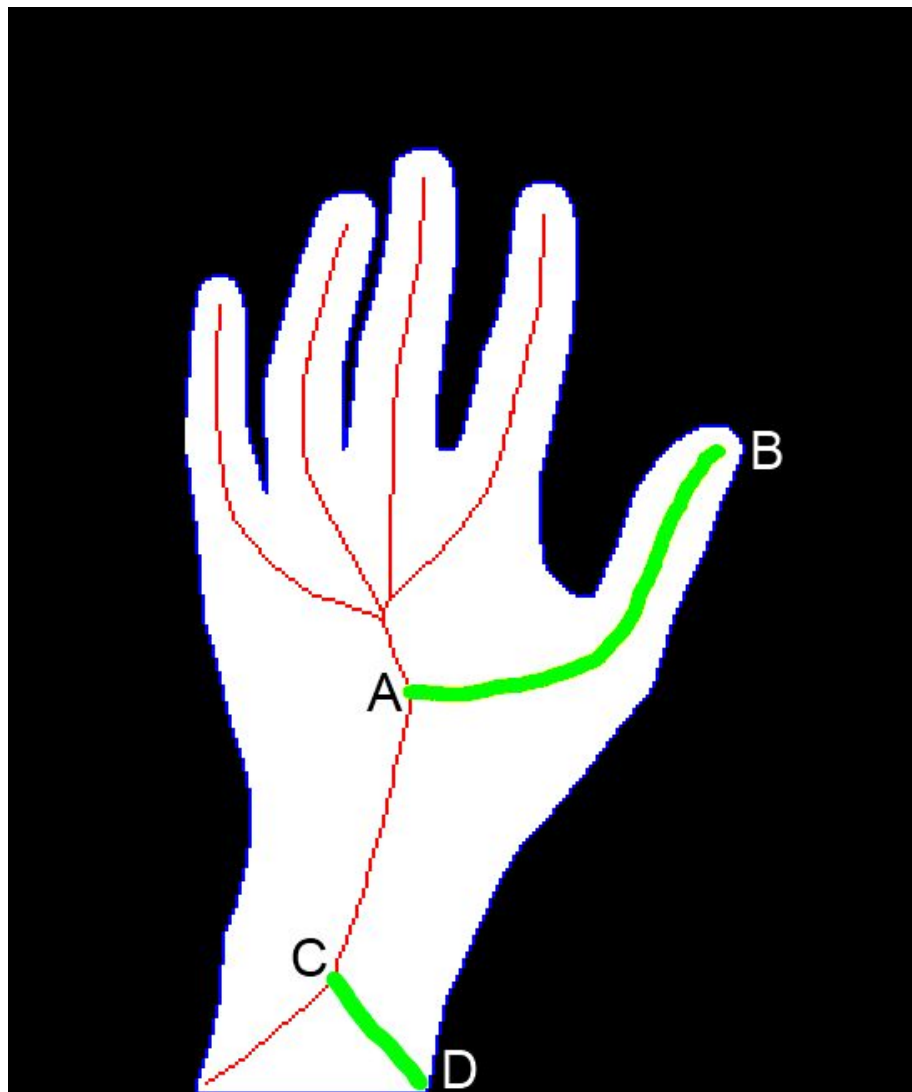
Функция радиуса вдоль ветви



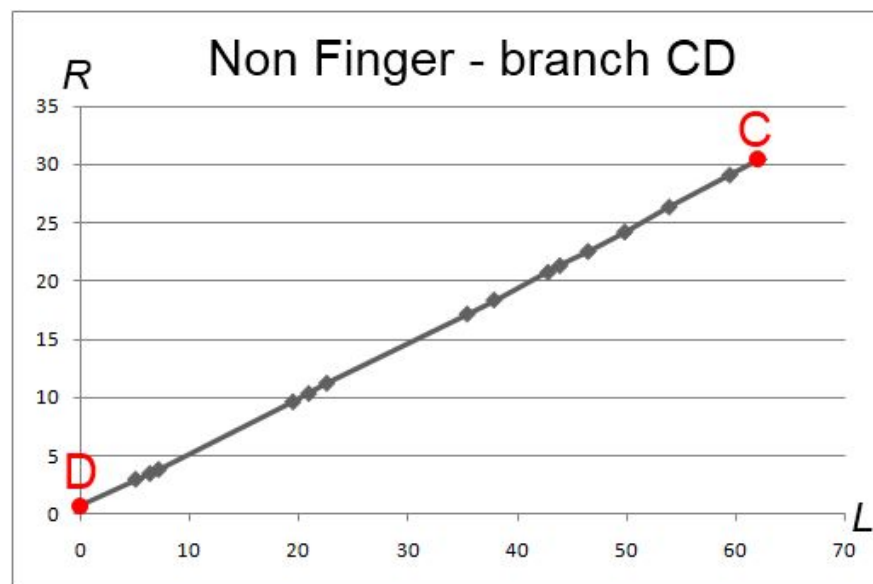
Функция радиуса для
ветви-пальца



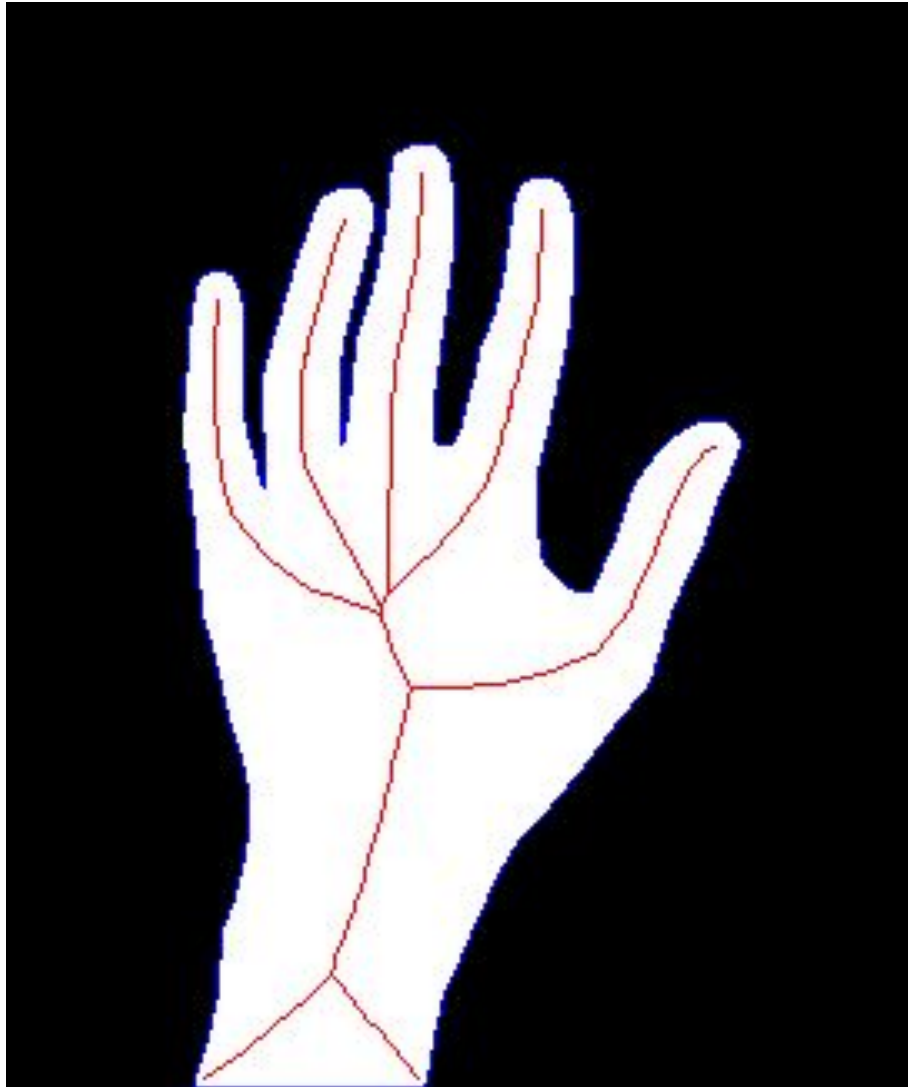
Функция радиуса вдоль ветви



Функция радиуса для
ветви не пальца



Анализа форми на основе скелета



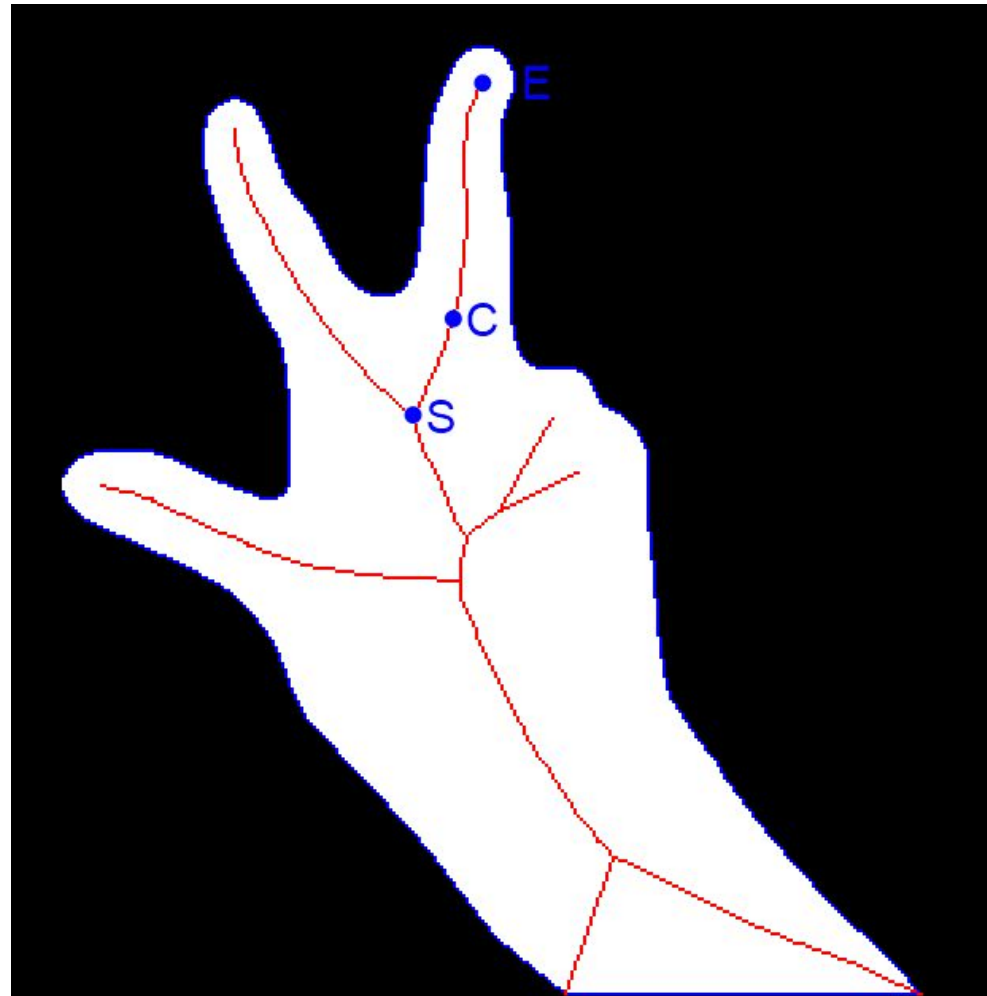
Инструменты анализа формы:

- Структура и топология скелета
- Значение функции радиуса

Анализ формы руки

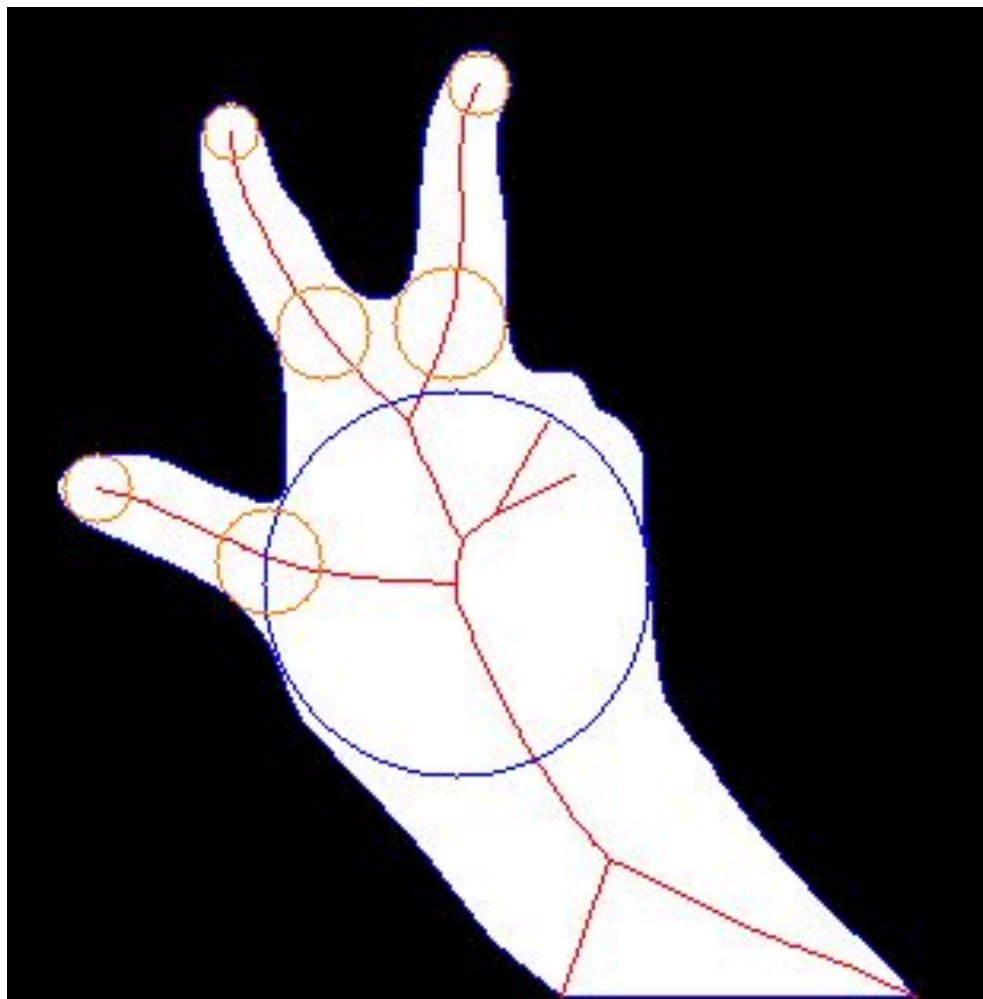
Для каждой терминальной ветви скелета:

- Поиск наиболее вероятной точки С – соединения пальца и пясти
- Проверка условий на геометрические параметры ветви



Пример результата анализа

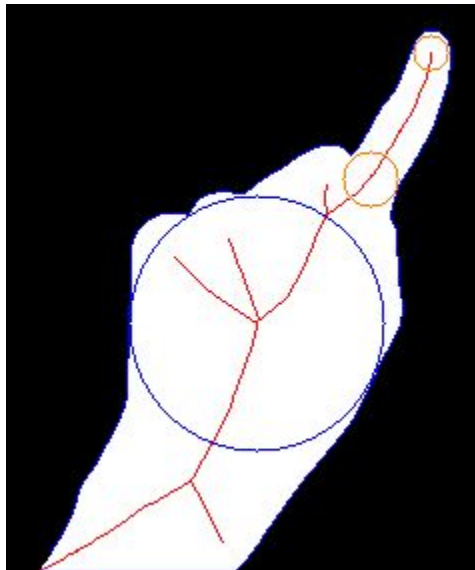
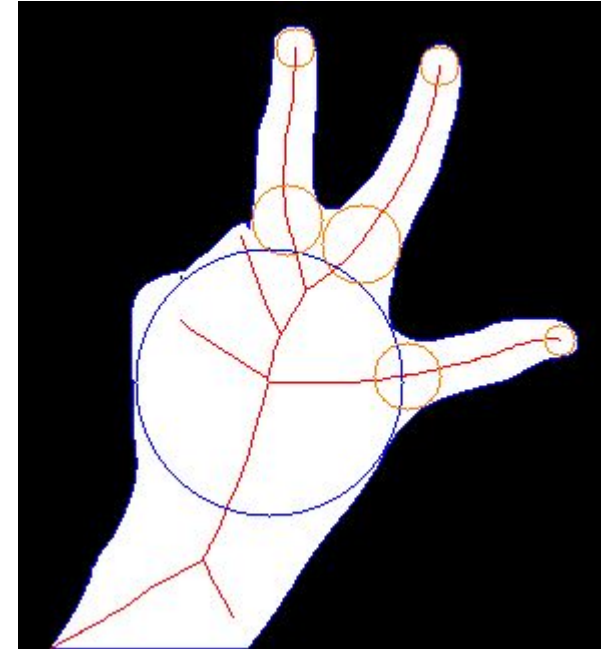
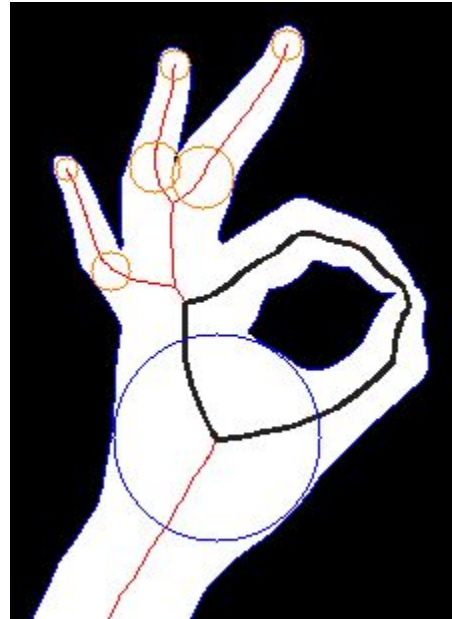
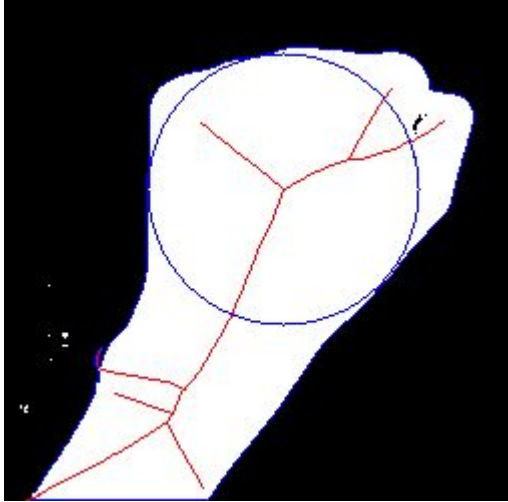
Найдены все 3
пальца



План презентации

- Понятие скелета
- Анализ формы руки посредством скелета
 - Выделение пальцев
 - Распознавание жестов
- Анализ формы в 3д
 - Восстановление трубчатых объектов
 - Трекинг 3д положения руки

2Д жесты руки



С помощью скелета легко определить:

- Количество видимых пальцев
- Положения кончиков пальцев
- Наличие копыца

Экспериментальная установка

- Веб-камера над однородной темной поверхностью
- Однородная поверхность для упрощения бинаризации

Алгоритм обработки:

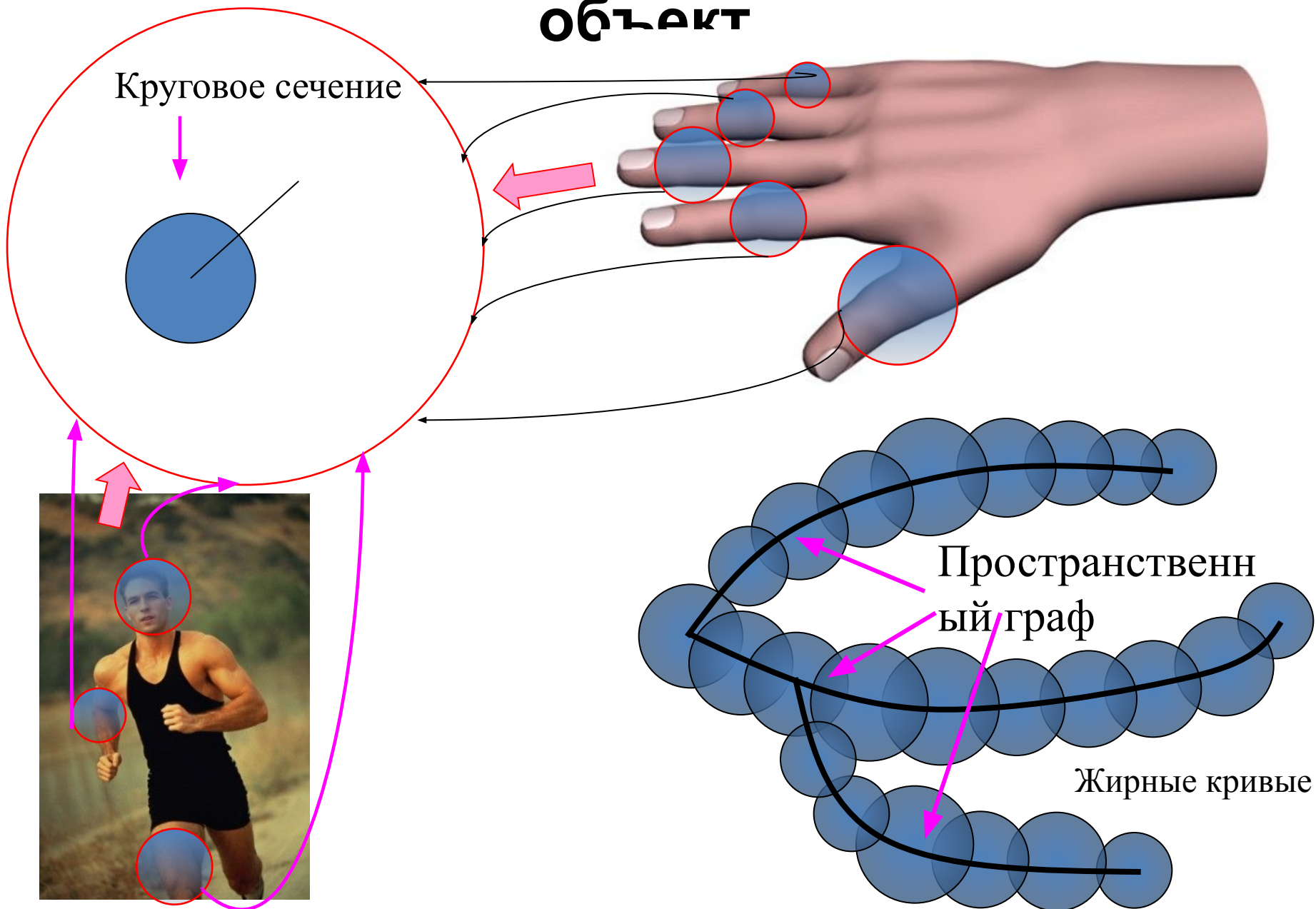
- Бинаризация картинки
- Анализ формы ладони
- Распознавание жестов



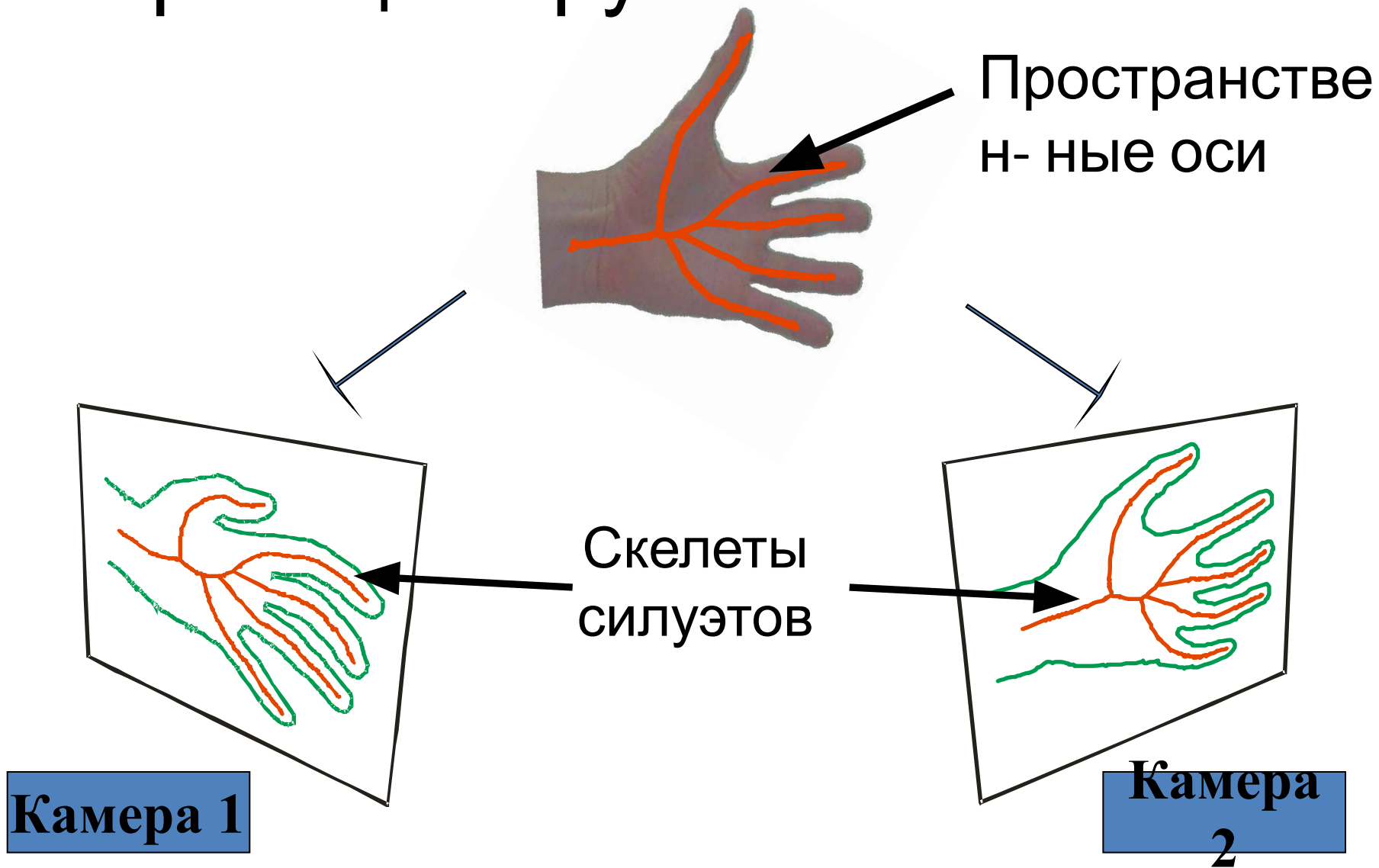
План презентации

- Понятие скелета
- Анализ формы руки посредством скелета
 - Выделение пальцев
 - Распознавание жестов
- Анализ формы в 3д
 - Восстановление трубчатых объектов
 - Трекинг 3д положения руки

Трубчатый (локально симметричный) объект



Проекции трубчатого объекта



Восстановление проволочной модели

- Получение стереопары силуэтов
- Построение скелетов для каждого силуэта
- Сопоставление ветвей скелетов
- Стереотриангуляция и восстановление 3д модели

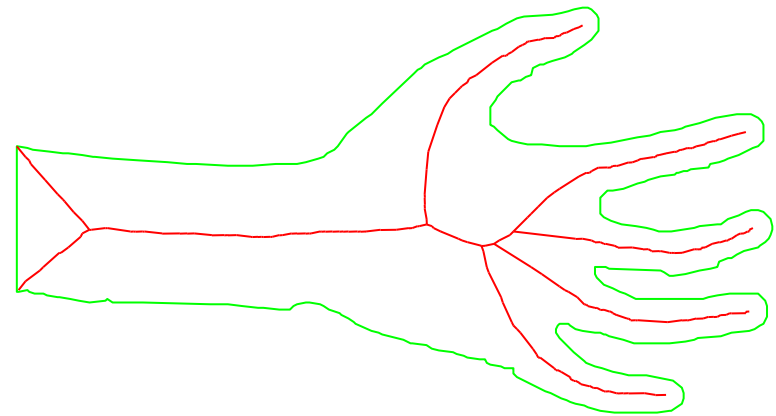
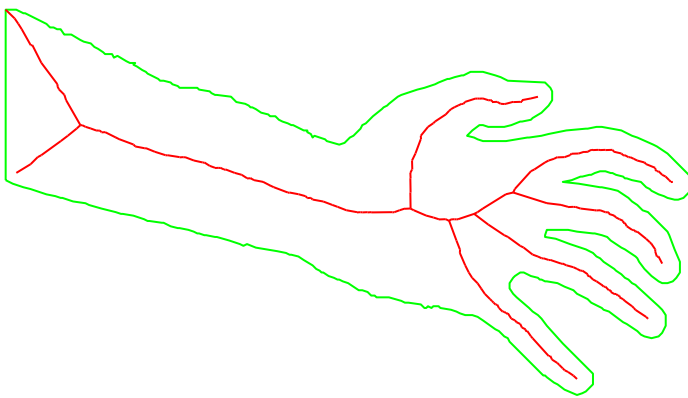
Восстановление проволочной модели

- Получение стереопары силуэтов
- Построение скелетов для каждого силуэта
- Сопоставление ветвей скелетов
- Стереотриангуляция и восстановление 3д модели



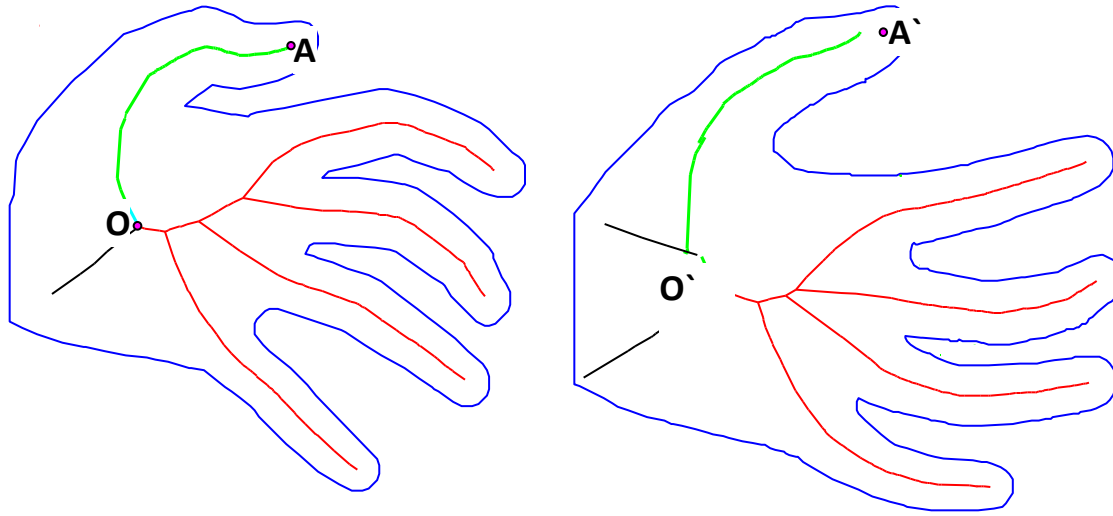
Восстановление проволочной модели

- Получение стереопары силуэтов
- Построение скелетов для каждого силуэта
- Сопоставление ветвей скелетов
- Стереотриангуляция и восстановление 3д модели



Восстановление проволочной модели

- Получение стереопары силуэтов
- Построение скелетов для каждого силуэта
- **Сопоставление ветвей скелетов**
- Стереотриангуляция и восстановление 3д модели

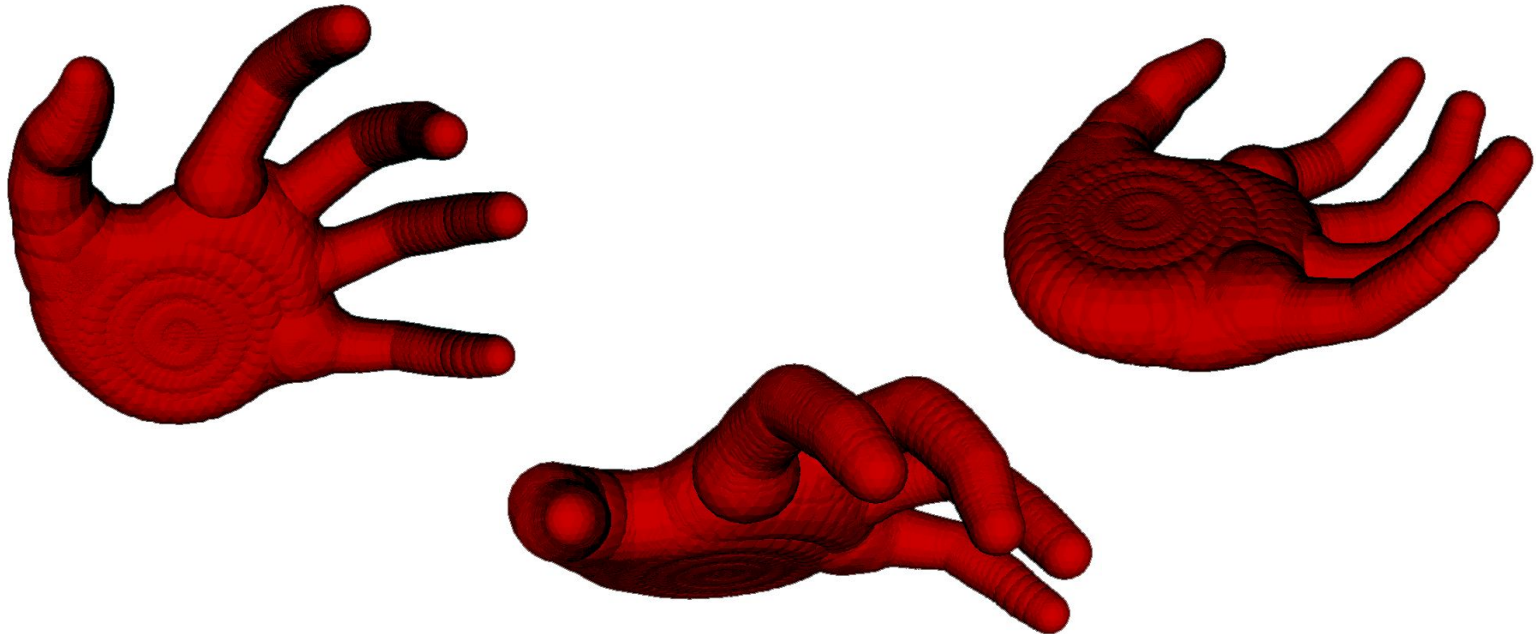


$OA \leftrightarrow$

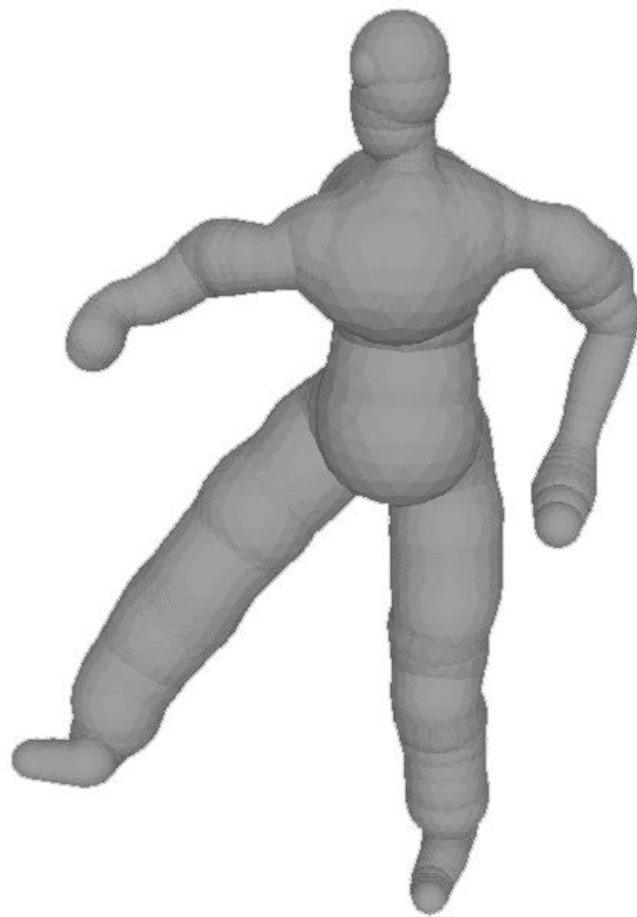
$O'A'$

Восстановление проволочной модели

- Получение стереопары силуэтов
- Построение скелетов для каждого силуэта
- Сопоставление ветвей скелетов
- Стереотриангуляция и восстановление 3д модели

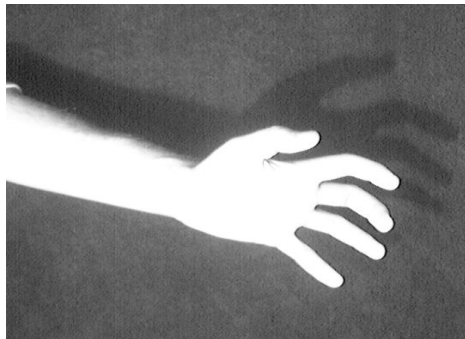


Пример реконструкции



Восстановление проволочной модели

- Не требуется построение карты глубины
- Скелет позволяет образовывать стереопары из невидимых точек
- Применимо для картинок низкого качества, где невозможно точное сопоставление по текстуре



План презентации

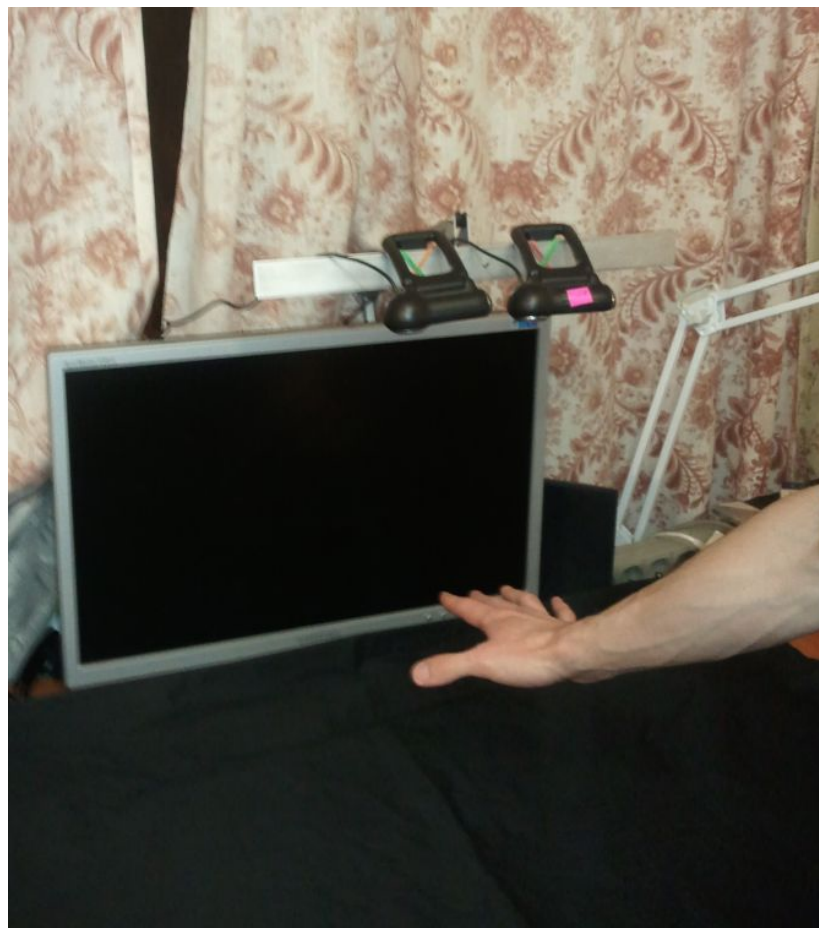
- Понятие скелета
- Анализ формы руки посредством скелета
 - Выделение пальцев
 - Распознавание жестов
- Анализ формы в 3д
 - Восстановление трубчатых объектов
 - Трекинг 3д положения руки

Экспериментальная установка

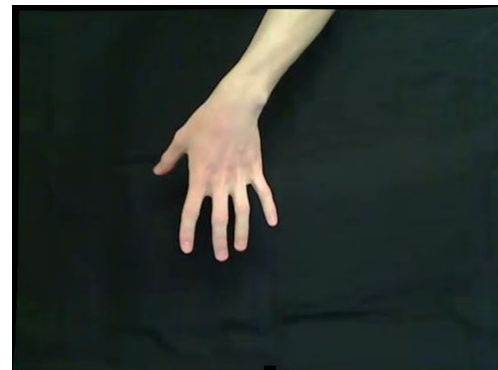
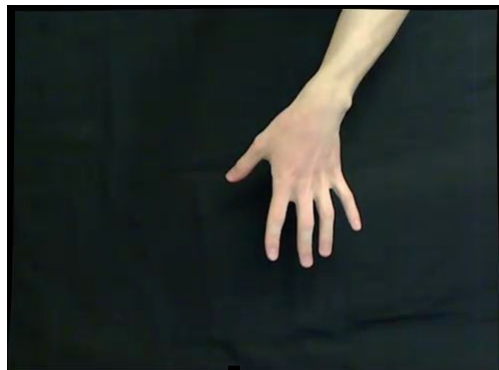
- 2 откалиброванных веб-камеры над однородной темной поверхностью
- Однородная поверхность для упрощения бинаризации

Алгоритм обработки:

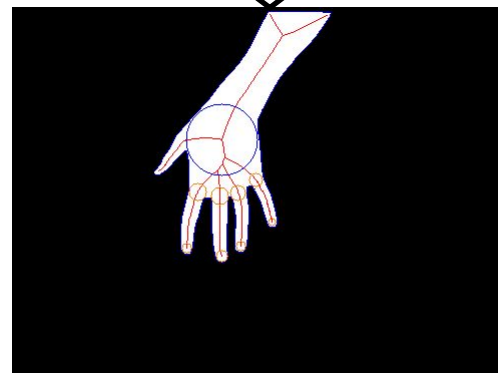
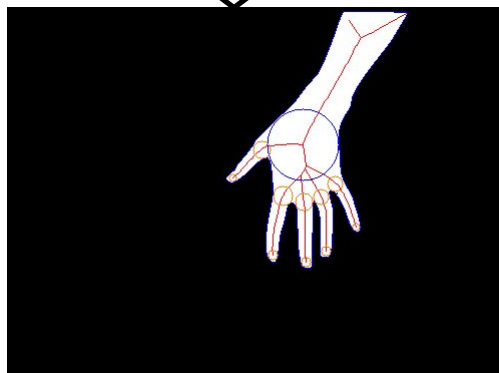
- Бинаризация картинки
- Анализ формы ладони
- Стерео сопоставление
- Распознавание жестов



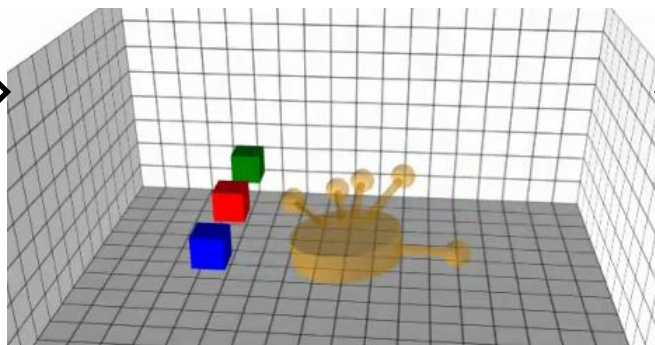
Слежение за рукой в 3Д



Стереопара
изображений



Бинаризация,
построение и
анализ скелета



Определени
е 3д
координат

Заключение

- Скелет – богатый дескриптор формы
 - Легкий анализ 2Д формы руки
 - Распознавание жестов руки
- Анализ скелета на стереопаре
 - Восстановление 3д проволочной модели объекта, даже в тех случаях когда обычное стерео сопоставление затруднительно
 - Распознавание 3д жестов
- Все алгоритмы работают в реальном времени

Спасибо за внимание!

Вопросы?