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.l.mestl.mest@l.mest@ru.l.mest@ru.net

Техническое зрение в системах управления, 2011

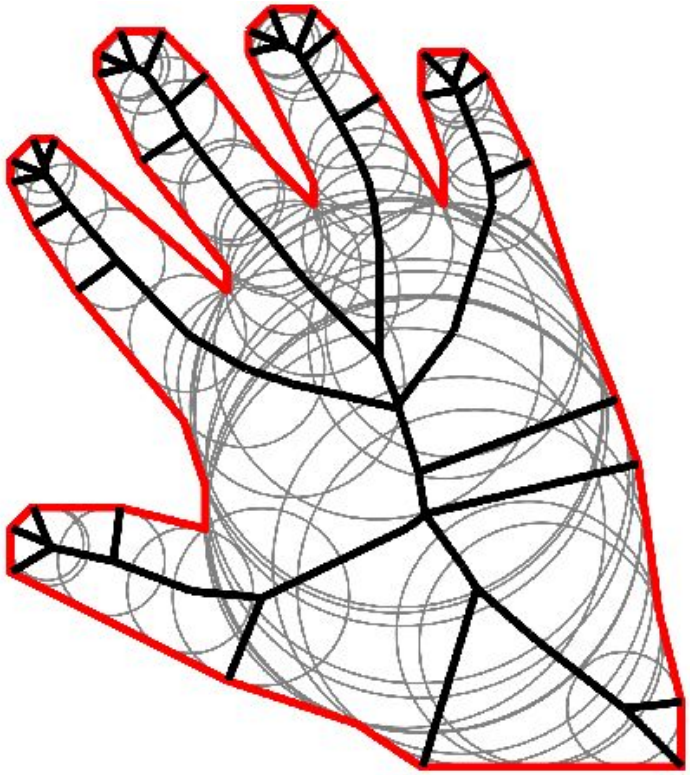
План презентации

- 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

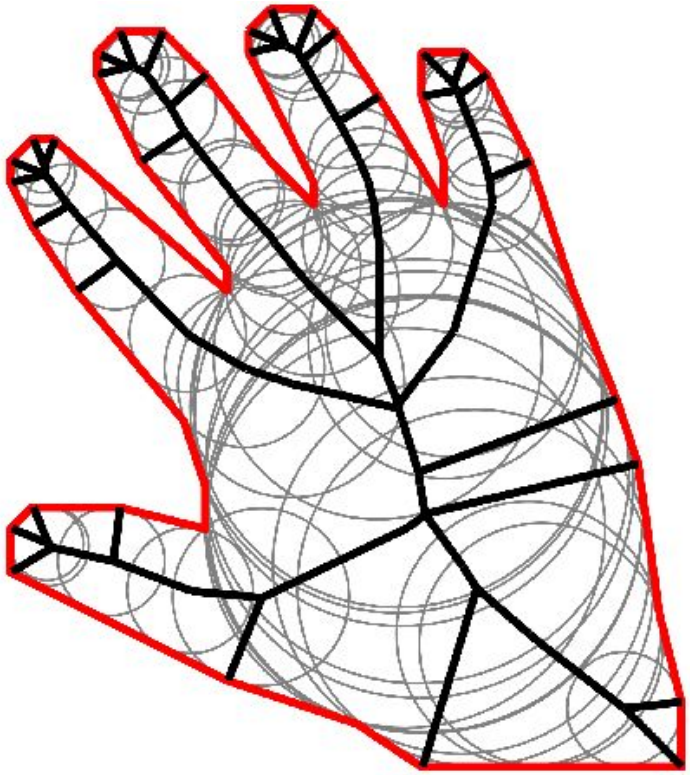
- Понятие скелета
- Анализ формы руки посредством скелета
  - Выделение пальцев
  - Распознавание жестов
- Анализ формы в 3д
  - Восстановление трубчатых объектов
  - Трекинг 3д положения руки

Скелет фигуры



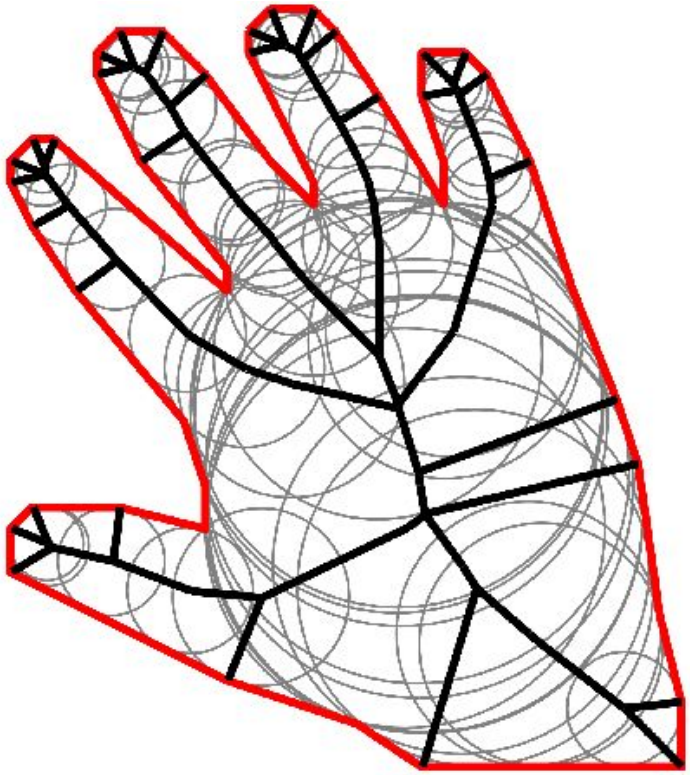
Скелет (или **серединные оси**) фигуры – множество центров и радиусов вписанных в фигуру кругов.

Скелет фигуры



Скелет = центры и радиусы максимальных вписанных кругов

Скелет фигуры



Рассматриваем только скелеты многоугольников

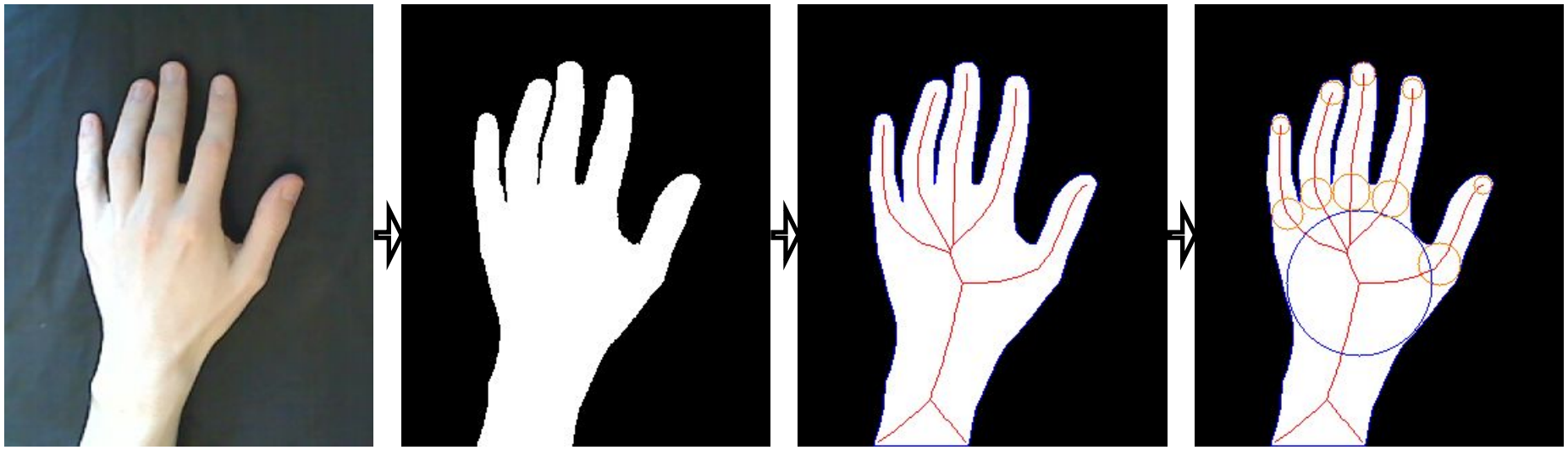
Эффективный алгоритм имеет вычислительную сложность O(N log N), где N

План презентации

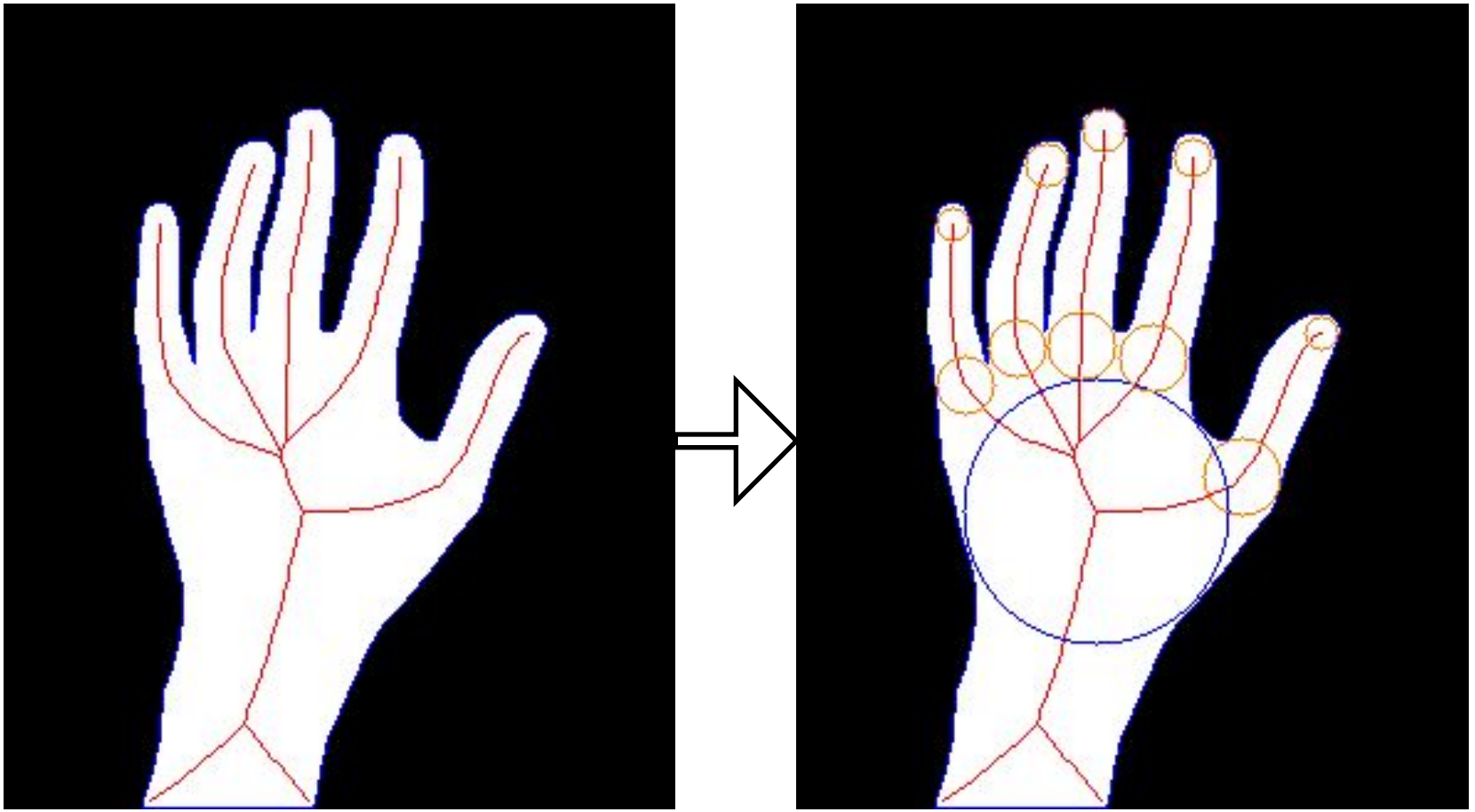
- Понятие скелета
- Анализ формы руки посредством скелета
  - Выделение пальцев
  - Распознавание жестов
- Анализ формы в 3д
  - Восстановление трубчатых объектов
  - Трекинг 3д положения руки

Анализ формы руки

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

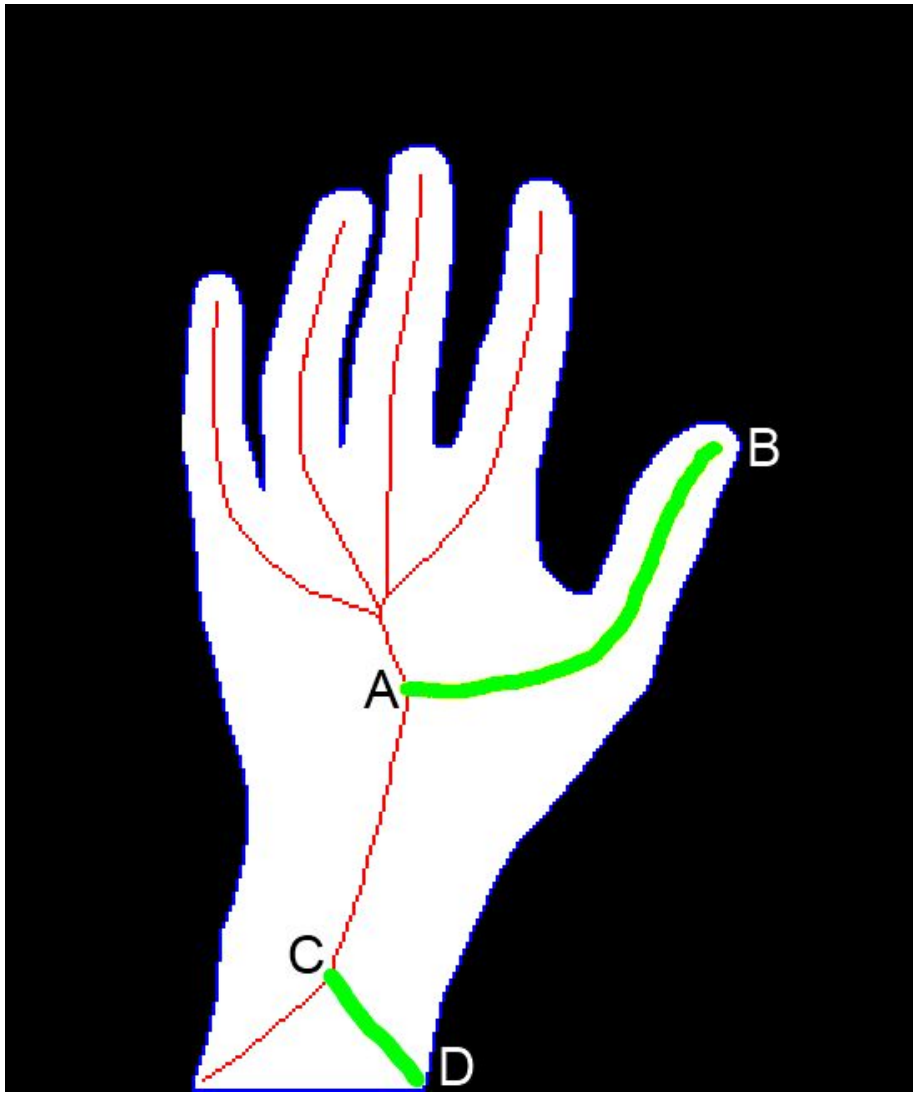


Анализ скелета



Цель: выделить пальцы и центр руки

Ветвь скелета

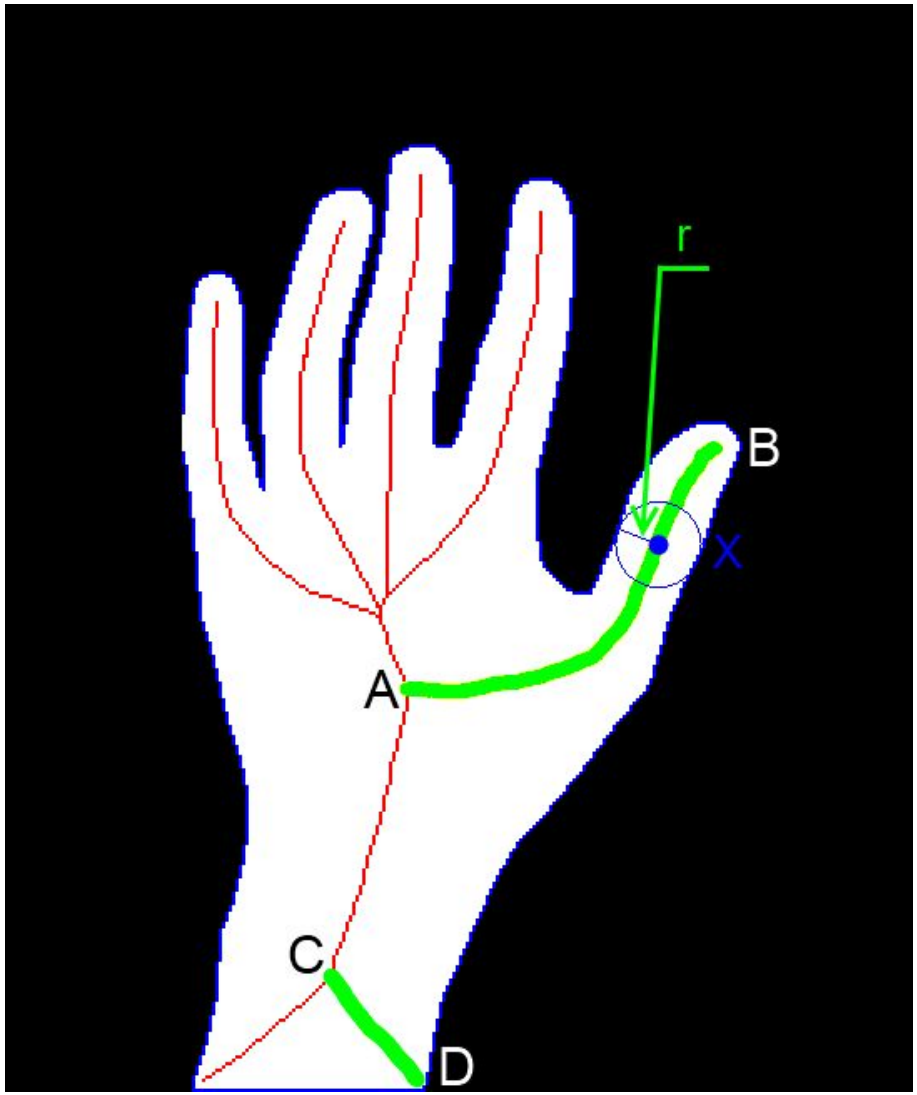


Ветвь скелета – часть скелета составляющая непрерывную кривую

Ветвь AB -> палец

Ветвь CD -> не палец

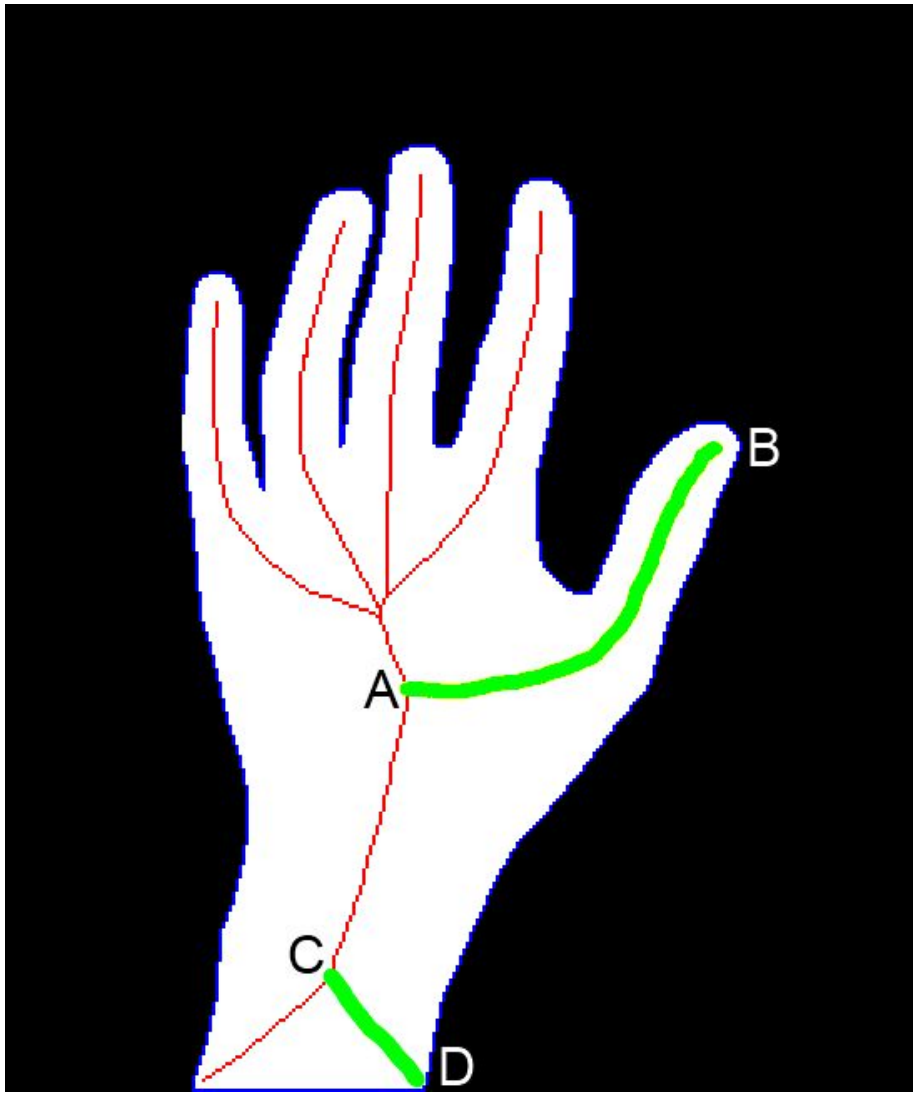
Функция радиуса вдоль ветви



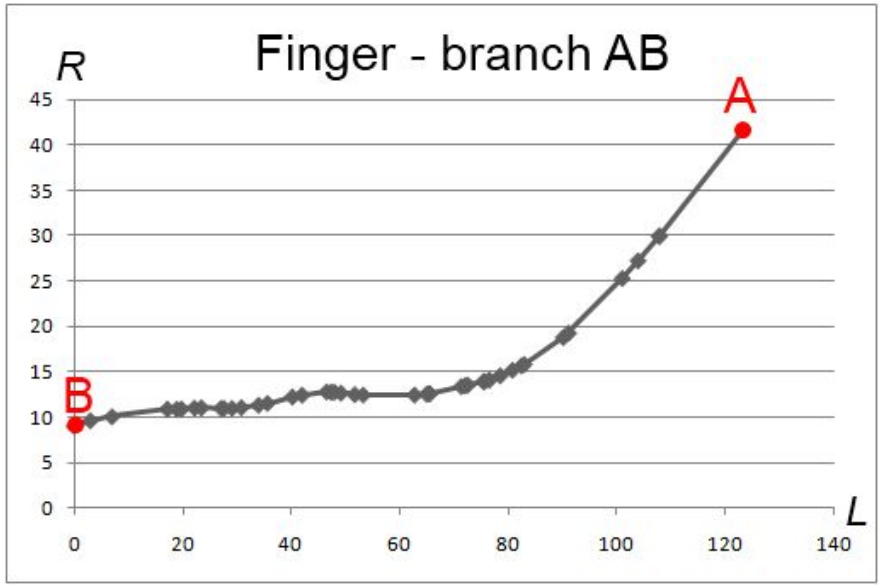
Функция радиуса вдоль ветви – зависимость радиуса вписанного круга от расстояния до конца ветви

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

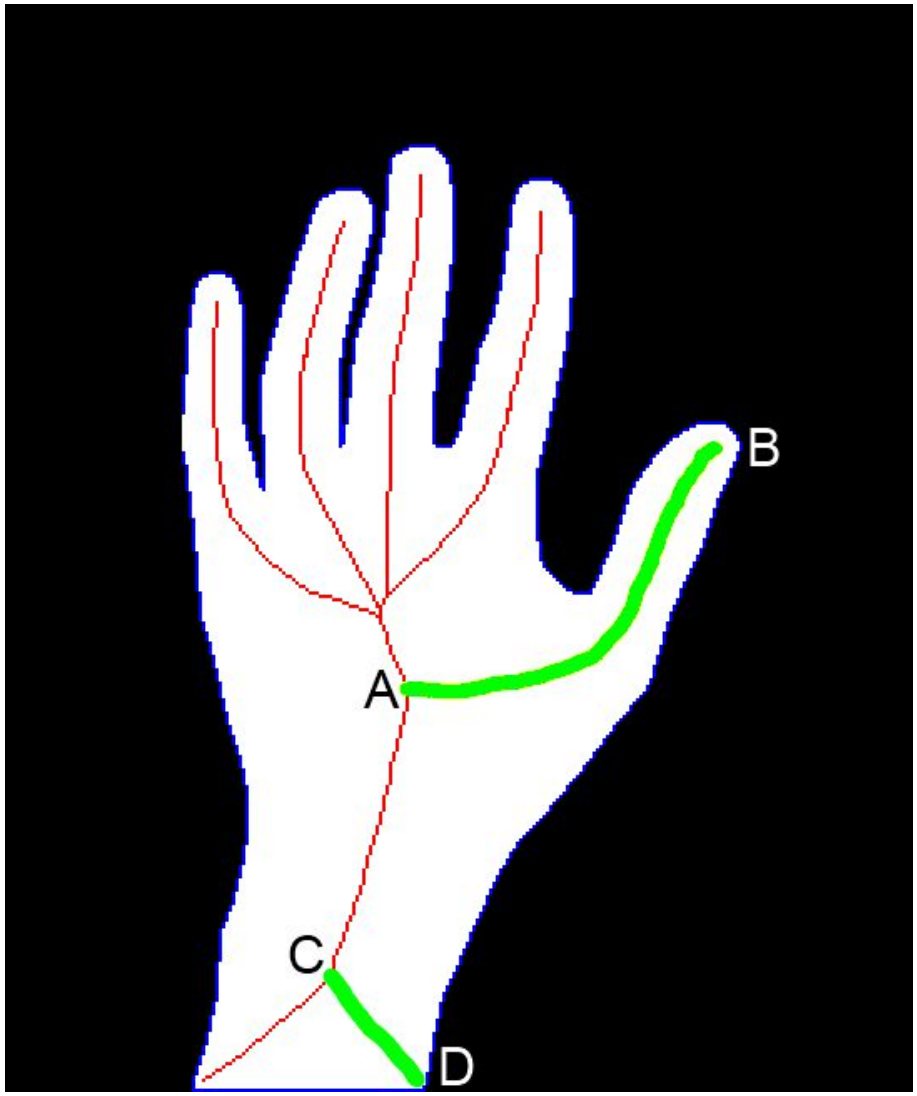
Функция радиуса вдоль ветви



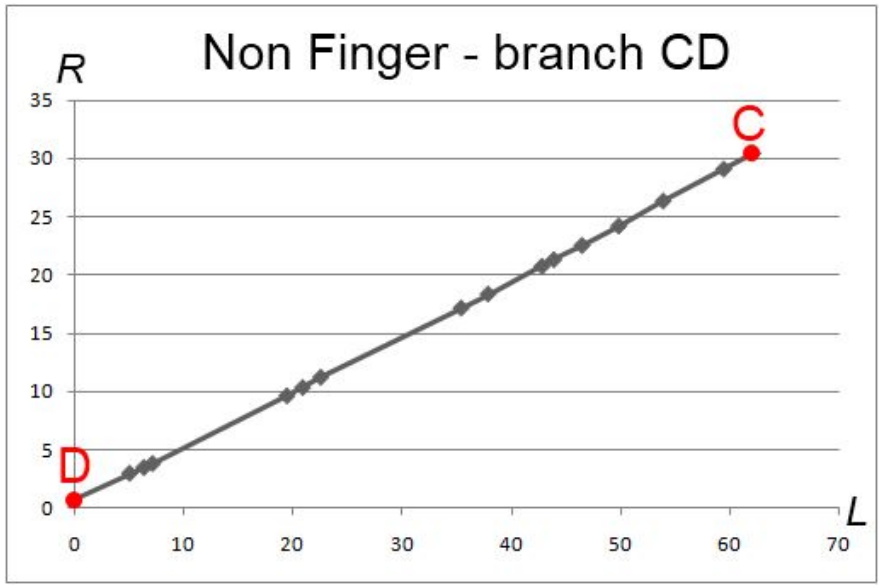
Функция радиуса для ветви-пальца



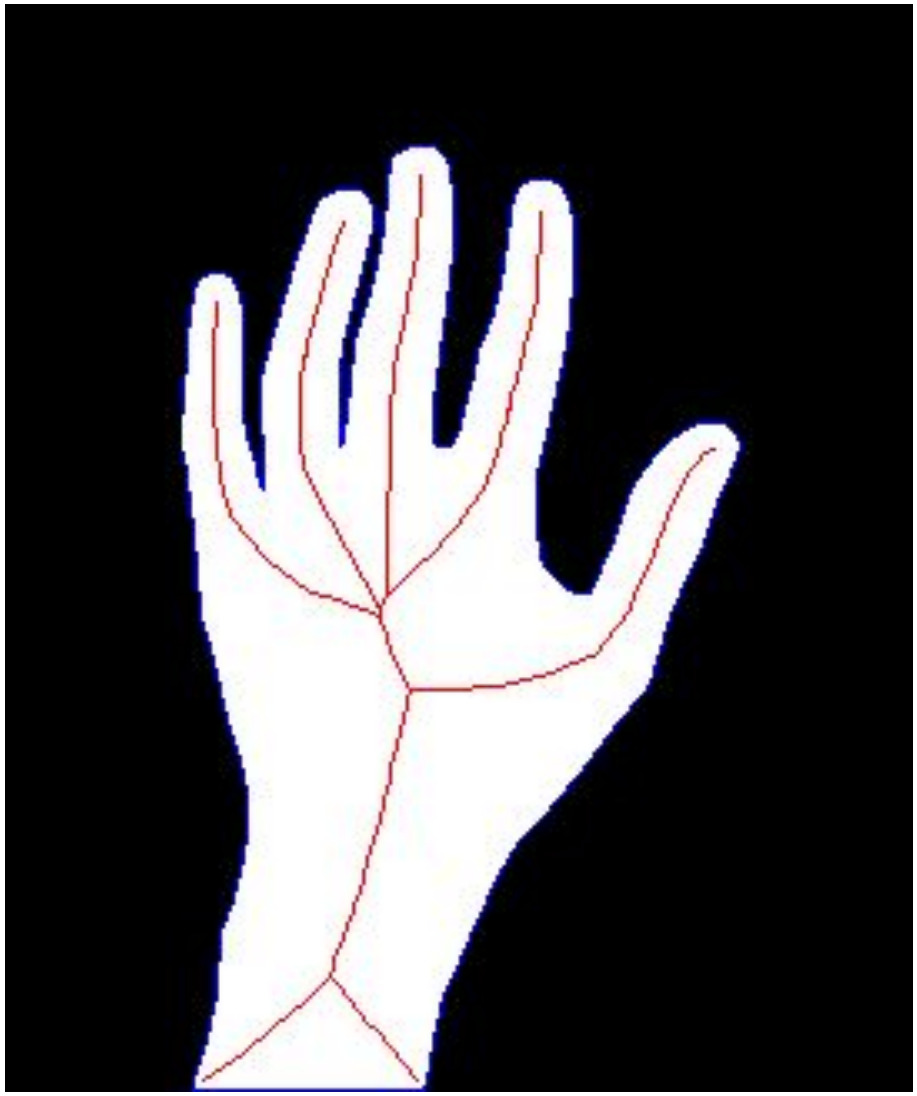
Функция радиуса вдоль ветви



Функция радиуса для ветви не пальца



Анализа формы на основе скелета



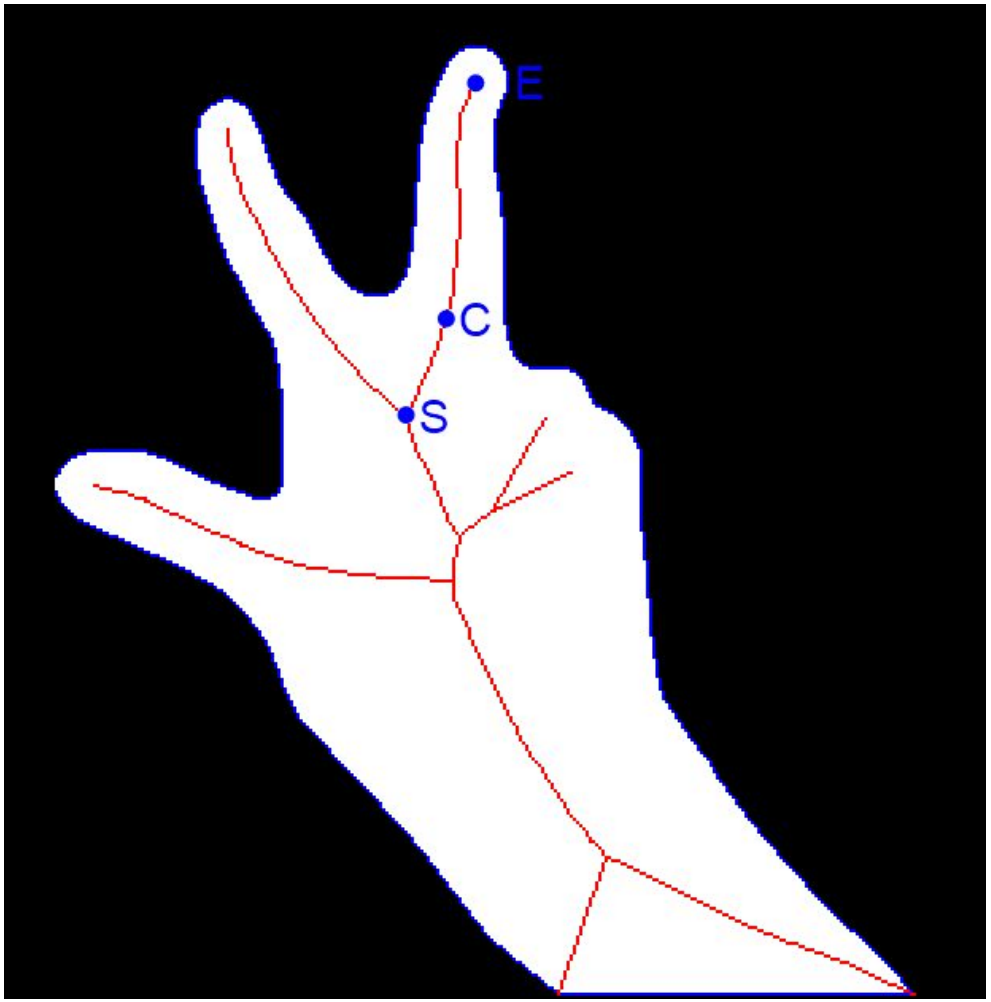
Инструменты анализа формы:

- Структура и топология скелета
- Значение функции радиуса

Анализ формы руки

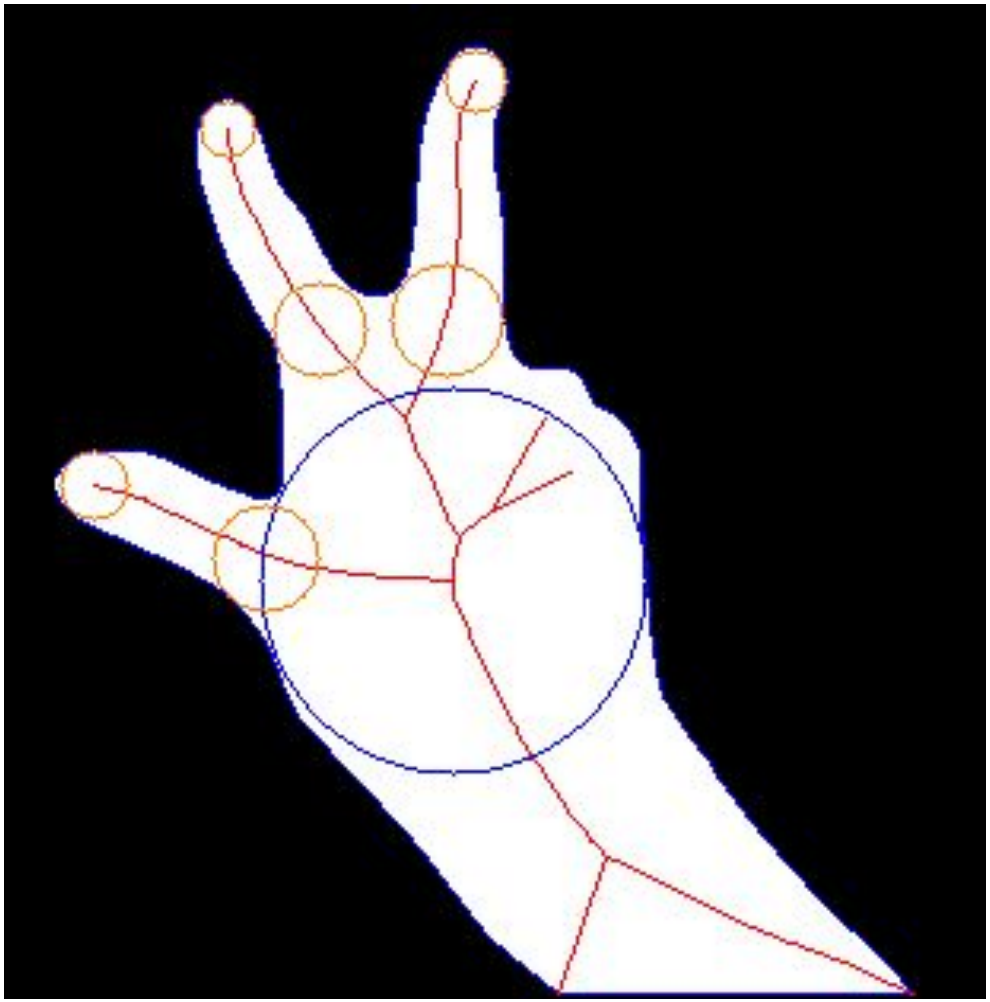
Для каждой терминальной ветви скелета:

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



Пример результата анализа

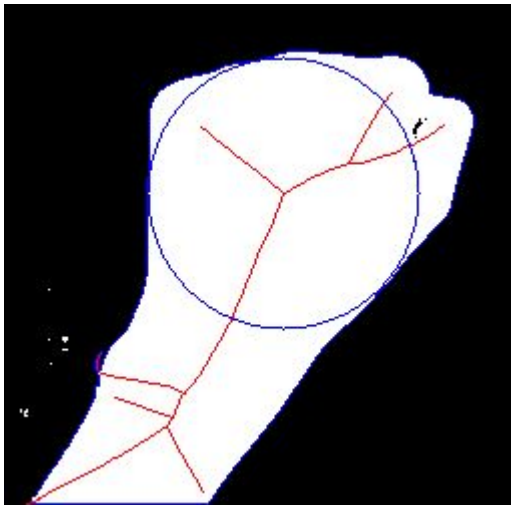
Найдены все 3 пальца

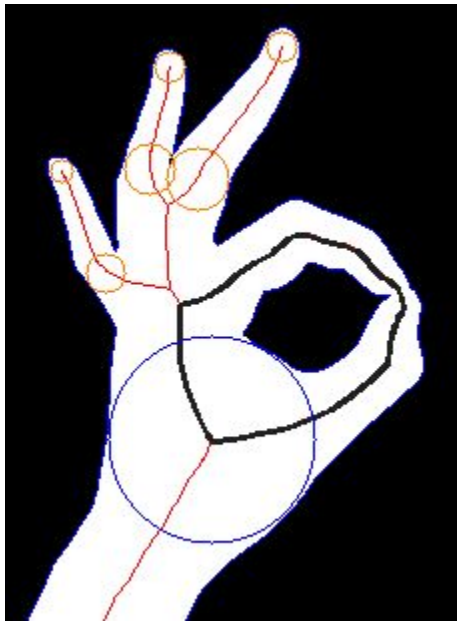


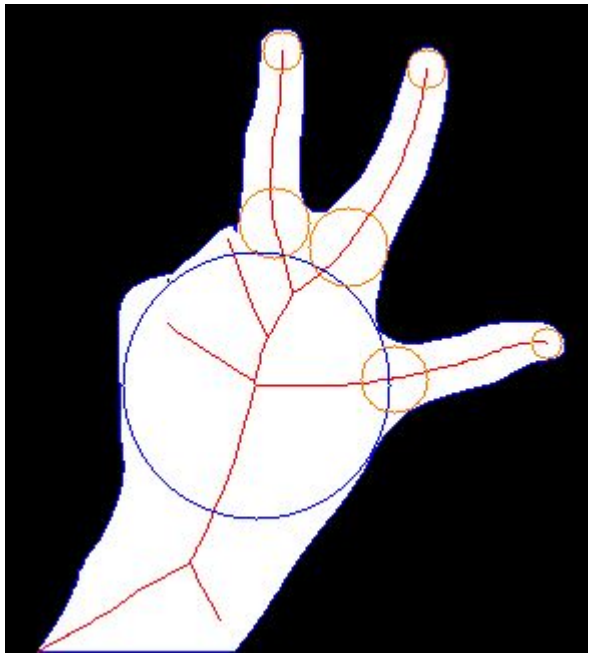
План презентации

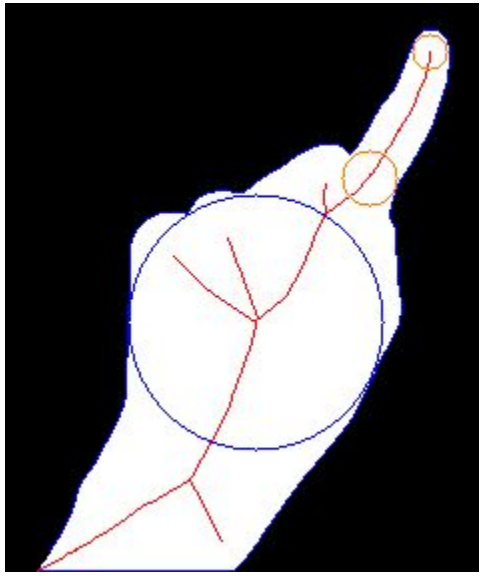
- Понятие скелета
- Анализ формы руки посредством скелета
  - Выделение пальцев
  - Распознавание жестов
- Анализ формы в 3д
  - Восстановление трубчатых объектов
  - Трекинг 3д положения руки

2Д жесты руки









С помощью скелета легко определить:

- Количество видимых пальцев
- Положения кончиков пальцев
- Наличие кольца

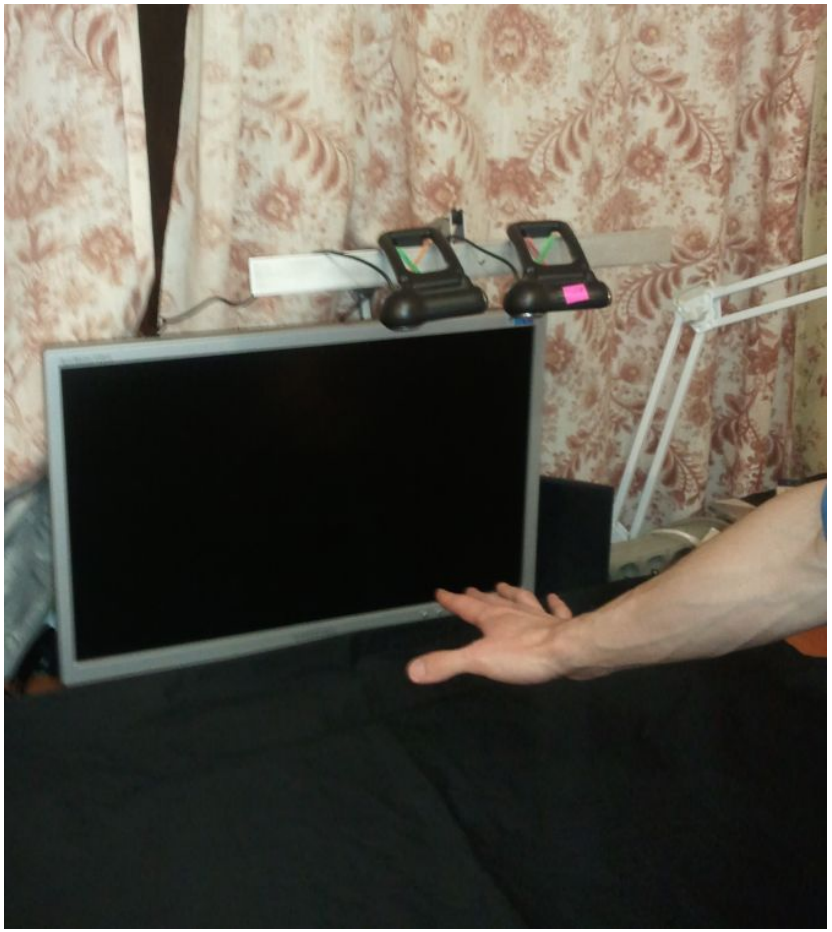
Экспериментальная установка

- Веб-камера над однородной темной поверхностью

- Однородная поверхность для упрощения бинарзации

Алгоритм обработки:

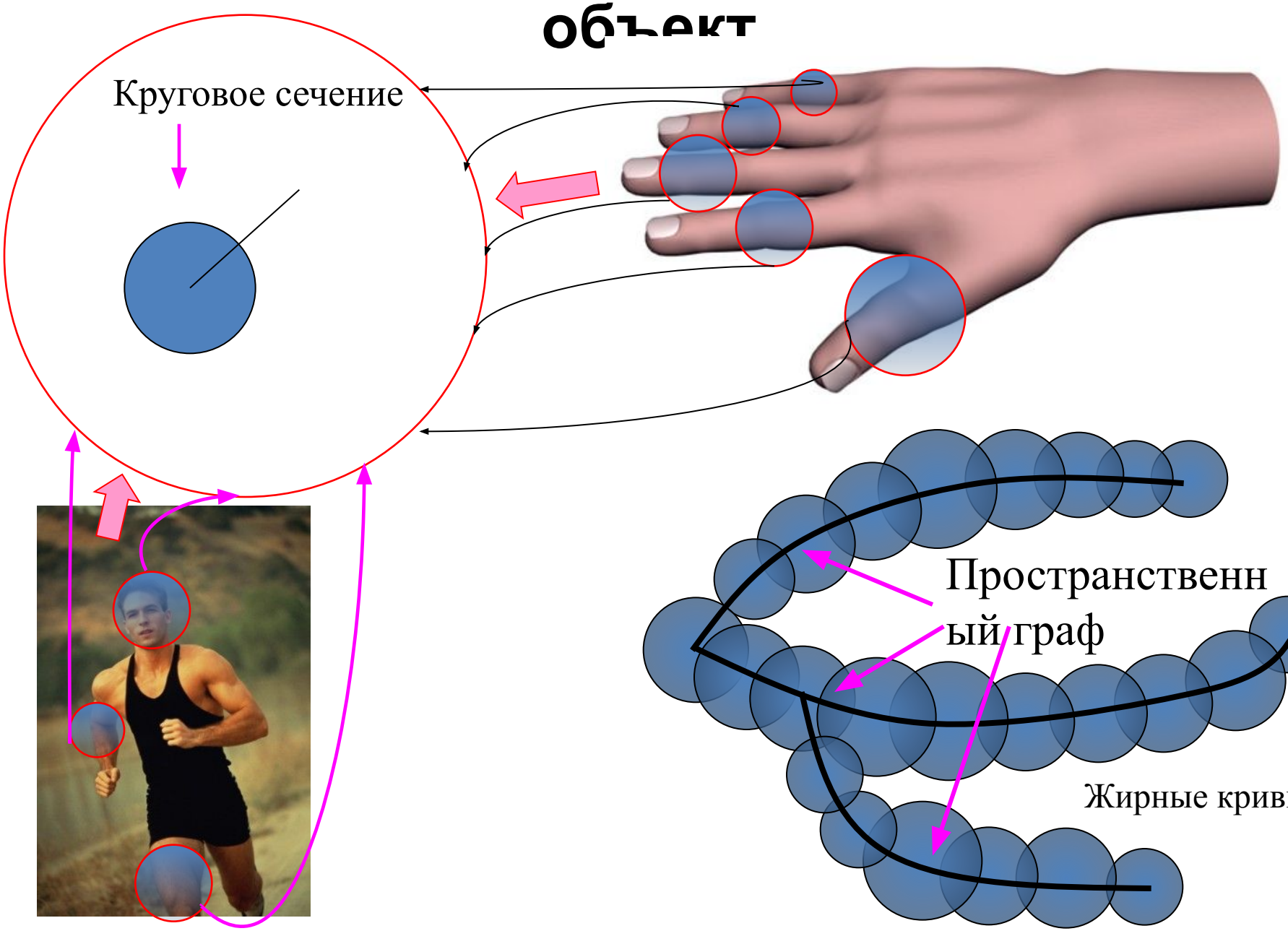
- Бинаризация картинки
- Анализ формы ладони
- Распознавание жестов



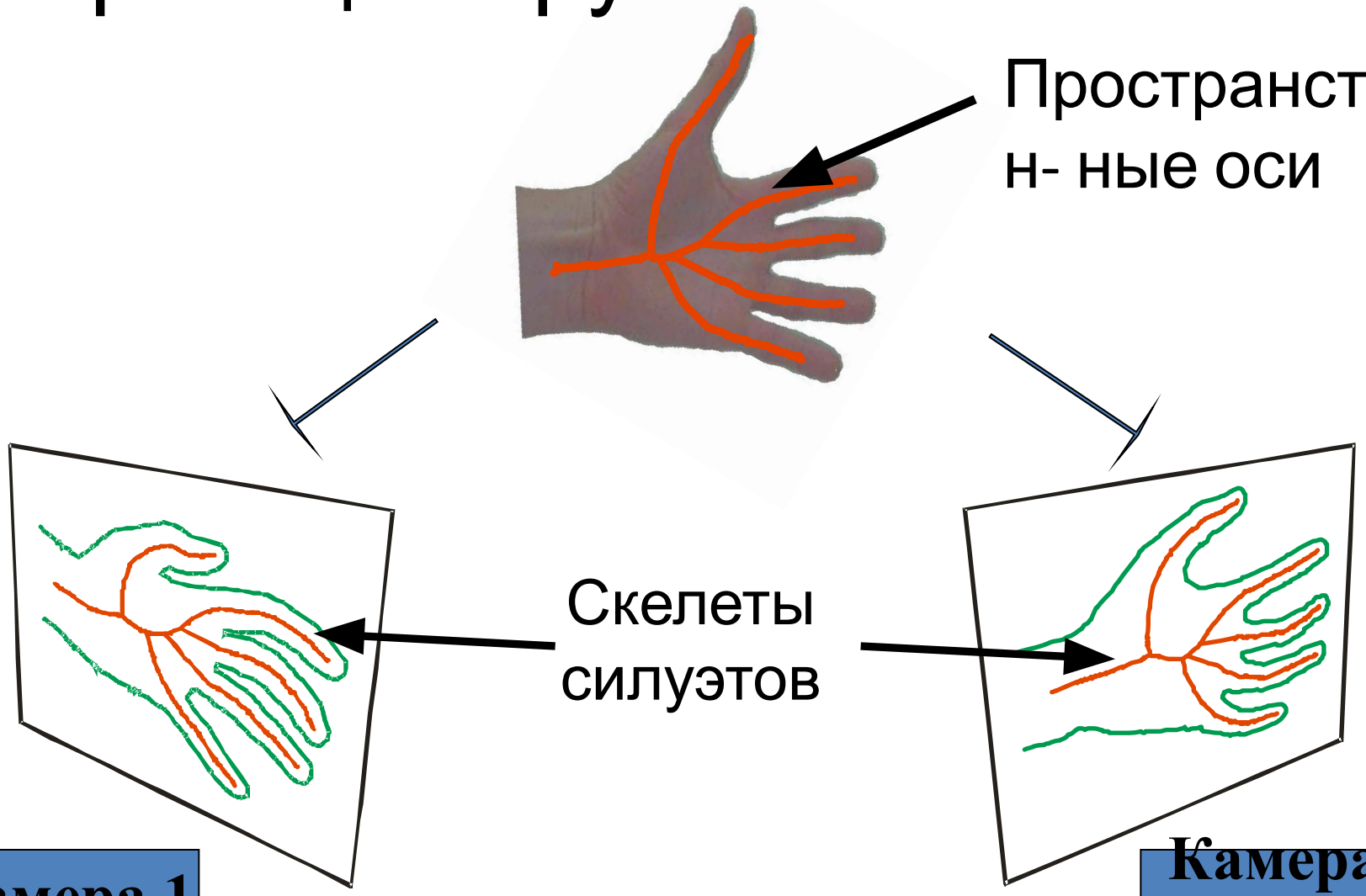
План презентации

- 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

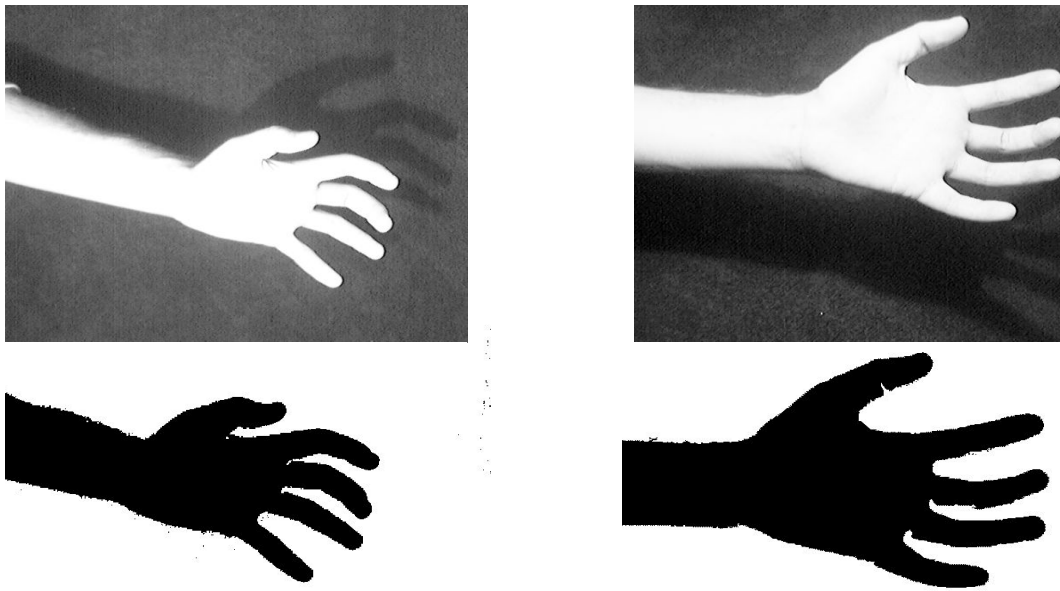


Восстановление проволочной модели

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

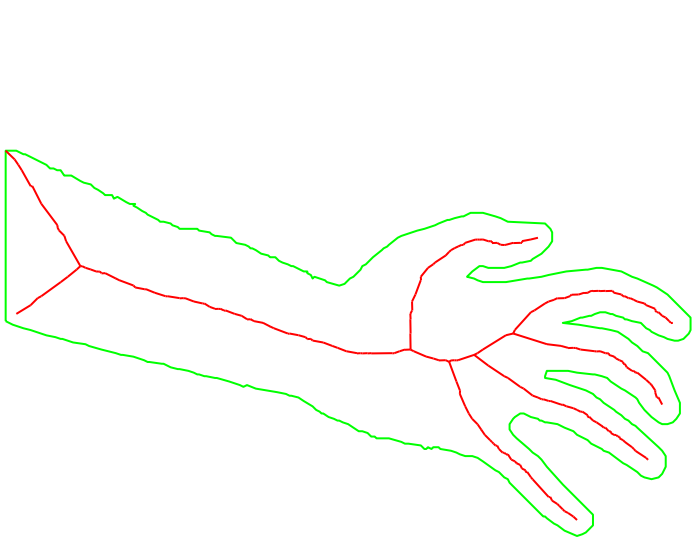
Восстановление проволочной модели

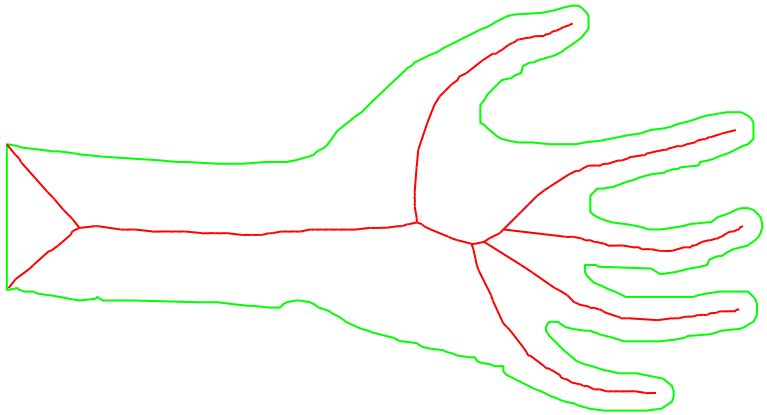
- Получение стереопары силуэтов
- Построение скелетов для каждого силуэта
- Сопоставление ветвей скелетов
- Стереотриангуляция и восстановление 3д модели



Восстановление проволочной модели

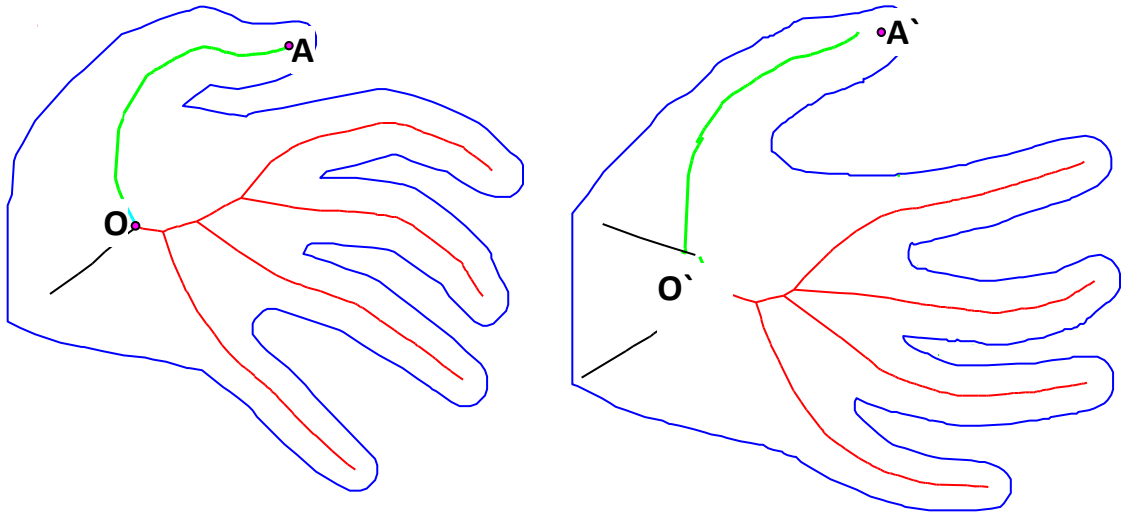
- Получение стереопары силуэтов
- Построение скелетов для каждого силуэта
- Сопоставление ветвей скелетов
- Стереотриангуляция и восстановление 3д модели





Восстановление проволочной модели

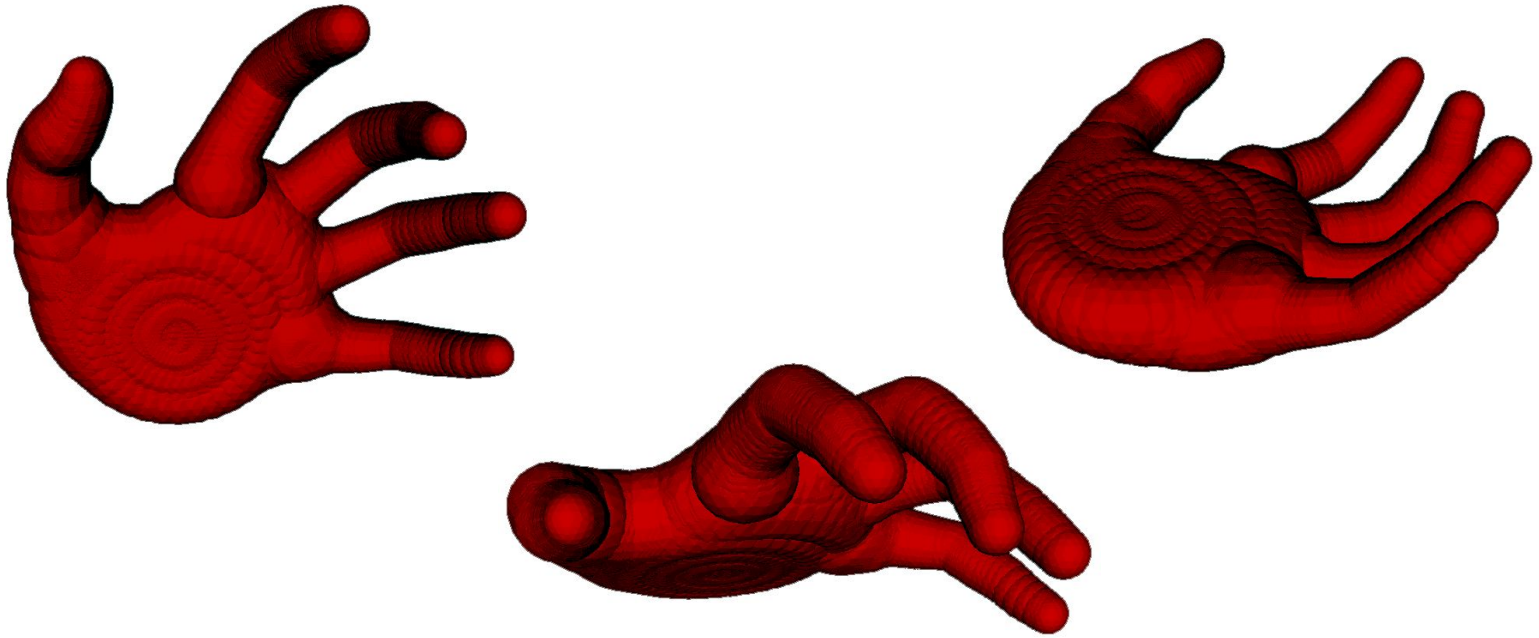
- Получение стереопары силуэтов
- Построение скелетов для каждого силуэта
- Сопоставление ветвей скелетов
- Стереотриангуляция и восстановление 3д модели



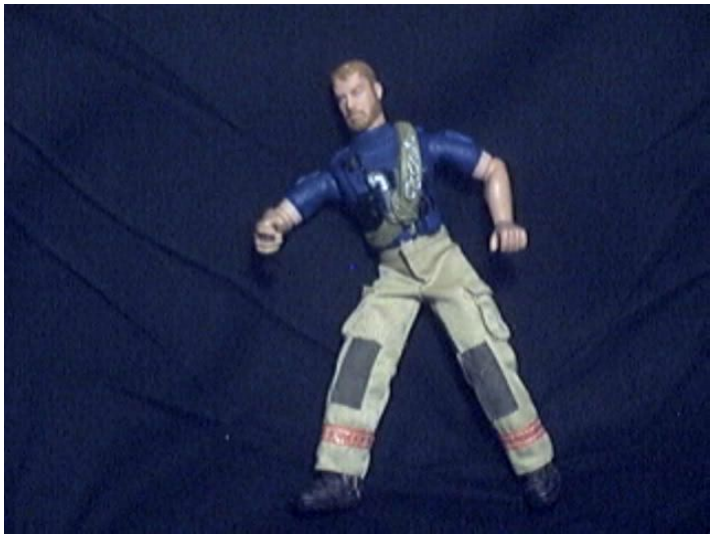
OA <->
O’A’

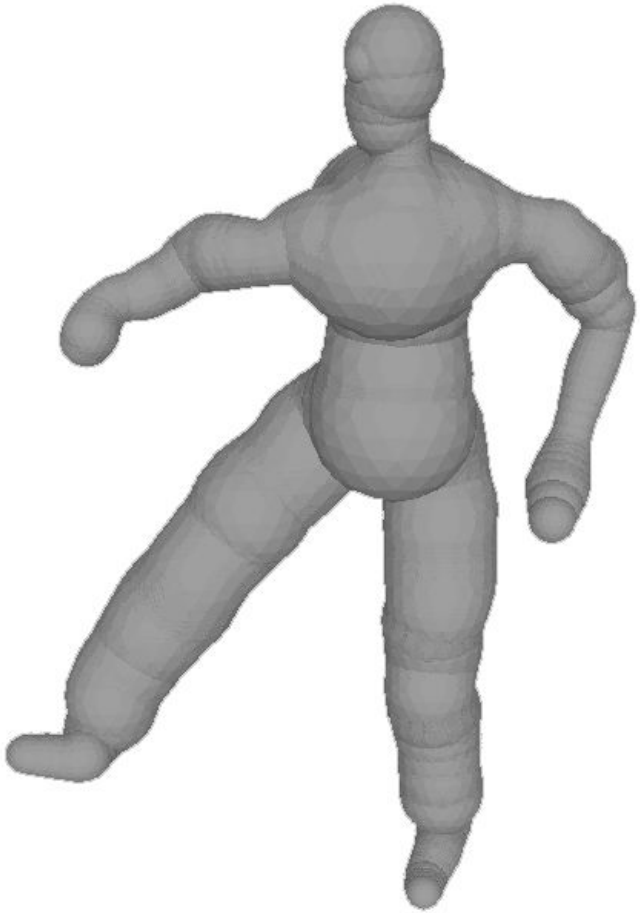
Восстановление проволочной модели

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



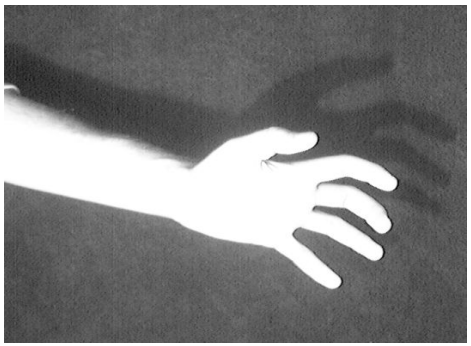
Пример реконструкции





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

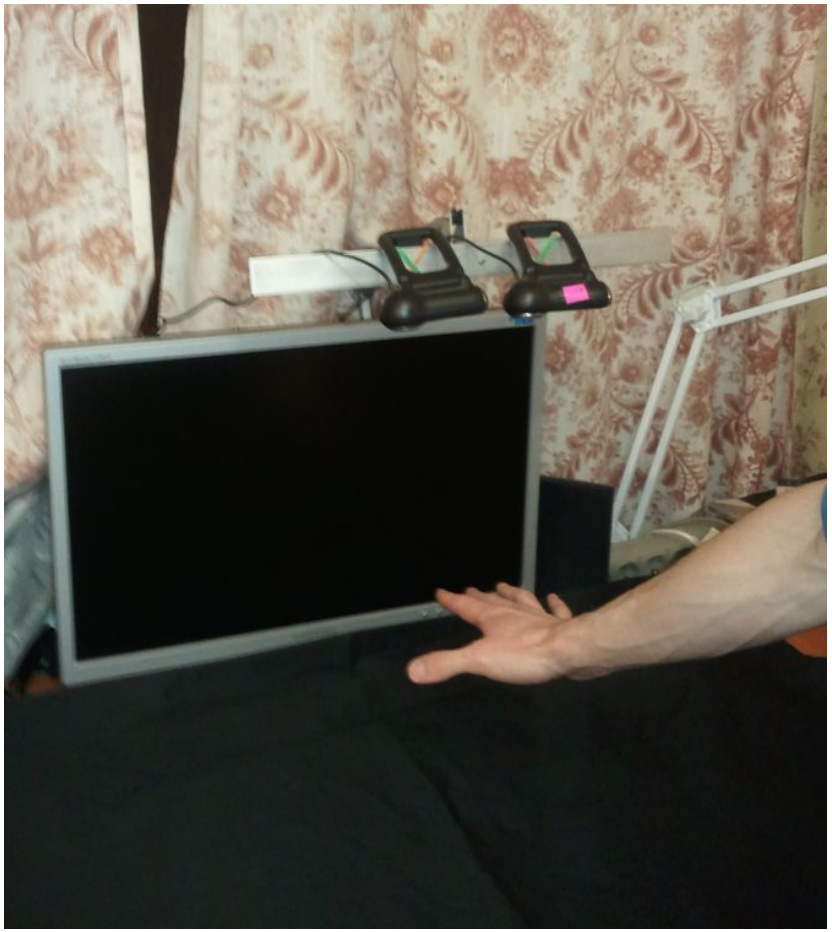
Экспериментальная установка

- 2 откалиброванных веб-камеры над однородной темной поверхностью

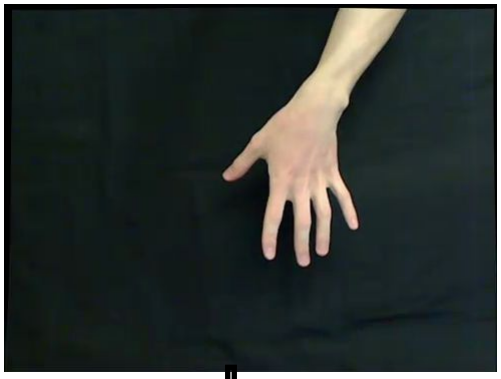
- Однородная поверхность для упрощения бинарзации

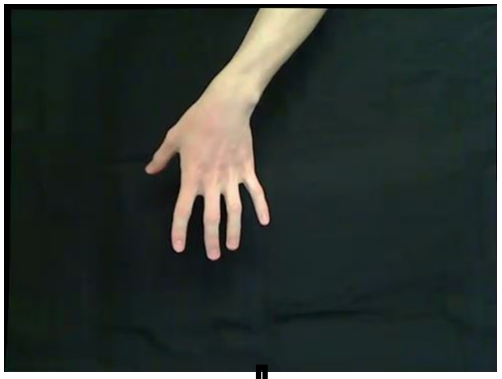
Алгоритм обработки:

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

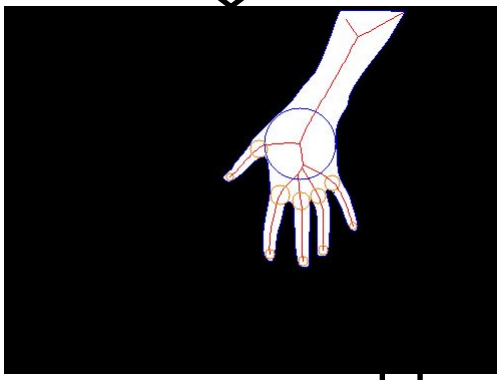


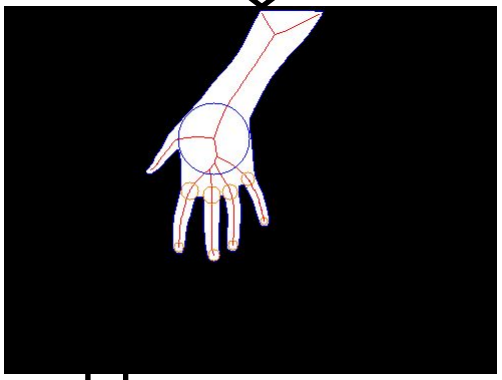
Слежение за рукой в 3Д



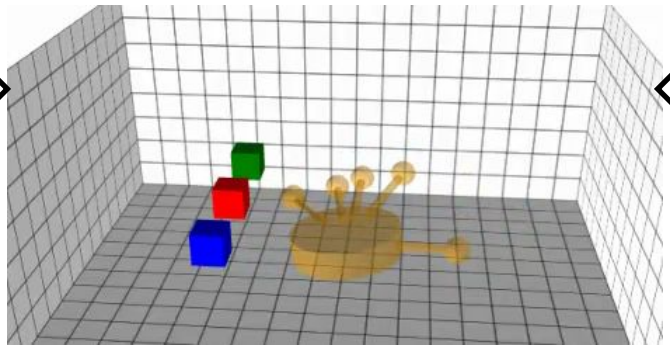


Стереопара изображений





Бинаризация, построение и анализ скелета



Определение 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 случая когда обычное стерео сопоставление затруднительно
  - Распознавание 3д жестов
- Все алгоритмы работают в реальном времени

Спасибо за внимание!

Вопросы?