

ОБРАБОТКА И РАСПОЗНАВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Леонид Моисеевич Местецкий
профессор

кафедра математических методов
прогнозирования ВМК МГУ

кафедра интеллектуальных систем МФТИ

*Лекции - **28** часов + **2** лабораторные работы
+ экзамен*

Цель курса

Изучение математических методов распознавания образов, используемых для анализа и классификации изображений в системах компьютерного зрения.

Литература

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений.: Пер. с англ. – М.: Техносфера, 2006. – 1070 с. (3-е издание – 2012 – 1104 с.)
2. Шапиро Л., Стокман Дж. Компьютерное зрение.: Пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 752 с. (3-е издание – 2015 – 763 с.)
4. Местецкий Л.М. Непрерывная морфология бинарных изображений: формы, скелеты, циркуляры. М., Физматлит, 2009.

Предварительные знания

Курсы:

«Математические методы
распознавания образов»

«Компьютерная графика»

Расписание

- Лекция в понедельник в 16.20 – 15 пар
Февраль – 7, 14, 21, 28
Март – 7, 14, 21, 28
Апрель – 4, 11, 18, 25
Май – 2, **9**, 16
- Лабораторные работы – 2
март, апрель
- Экзамен

Темы

Введение

Точечные процессы

Пространственные процессы

Алгебраические процессы

Морфологическая обработка

Преобразование Карунена-Лоева

Преобразование Фурье

Вейвлет-преобразование

Границы формы

Скелет формы

Нейронные сети

Распознавание образов

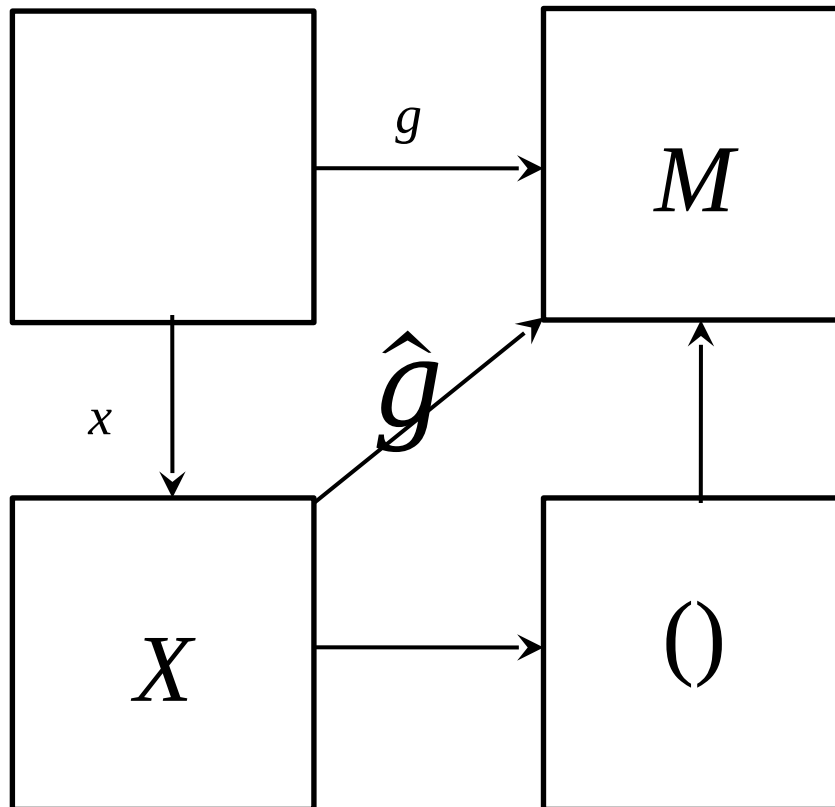
Распознавание образов – это научная дисциплина, целью которой является классификация объектов по нескольким категориям или классам.

Объекты называются образами.

Классификация основывается на прецедентах

- Прецедент – это образ, правильная классификация которого известна.
- Идея принятия решений на основе прецедентности – основополагающая в естественно-научном мировоззрении.

Распознавание – Задача классификации по прецедентам



$= ()$, $j=1,2,\dots,N$ –
доступная наблюдателю
информация (вектора
признаков).

$(,)$, $j=1,2,\dots,N$ – есть
множество прецедентов

Пространство образов

– множество объектов (пространство образов)

$\mathcal{U} : \mathcal{U} \text{ – объект (образ)}$

$g(\mathcal{U}) : M, M = \{1, 2, \dots, m\}$ – индикаторная функция, разбивающая пространство образов на m непересекающихся классов , , ...,

Индикаторная функция $g(\mathcal{U})$ неизвестна наблюдателю.

Признаковое пространство

X – пространство наблюдений,
воспринимаемых наблюдателем
(пространство признаков).

$x : X \rightarrow \mathcal{X}$ – функция, ставящая в соответствие
каждому объекту \mathcal{X} точку $x(\mathcal{X})$ в
пространстве признаков.

Вектор $x(\mathcal{X})$ – это образ объекта,
воспринимаемый наблюдателем.

$R: X \rightarrow M$ – решающее правило – оценка $R(x)$
для $g(\mathcal{X})$ на основании $x(\mathcal{X})$, т.е. $R(x) = R(x(\mathcal{X}))$

Цифровое изображение

Матрица из точек

Пиксель – **picture's element**

Каждая точка характеризуется
яркостью и
цветом.

1. Полутонное – grayscale
2. Цветное – RGB (Red, Green, Blue)
3. Бинарное – monochrome
4. Дальностное – RGB-D (distance map)
5. Видео последовательность

Науки о цифровых изображениях

1. Компьютерная графика (синтез)

описание (текст) изображение

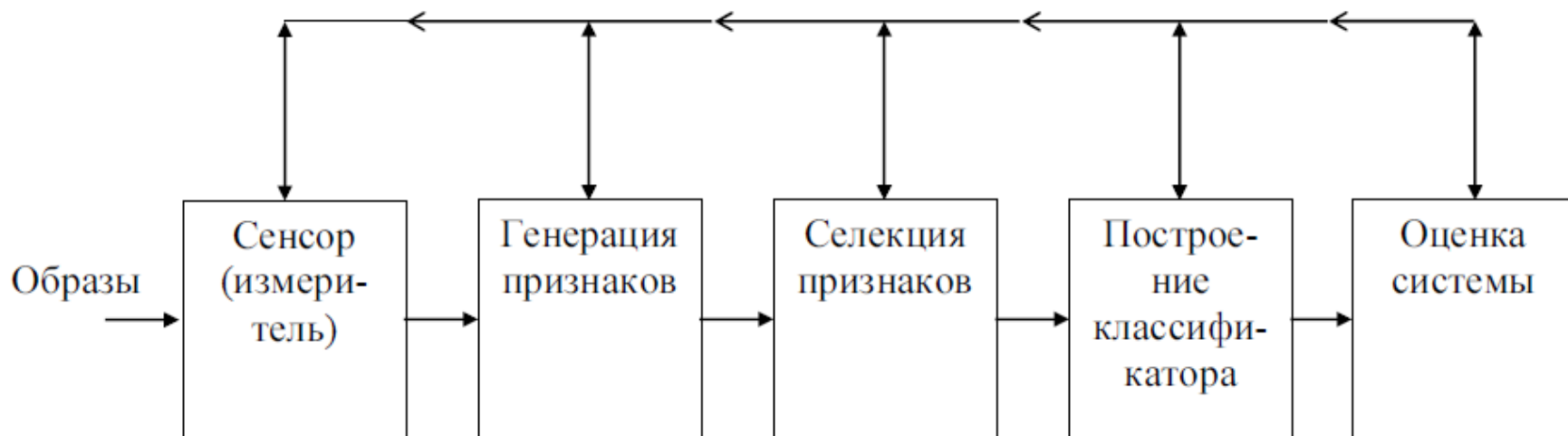
2. Обработка изображений
(преобразование)

изображение изображение

3. Распознавание изображений

изображение описание (текст)

Построение системы распознавания образов

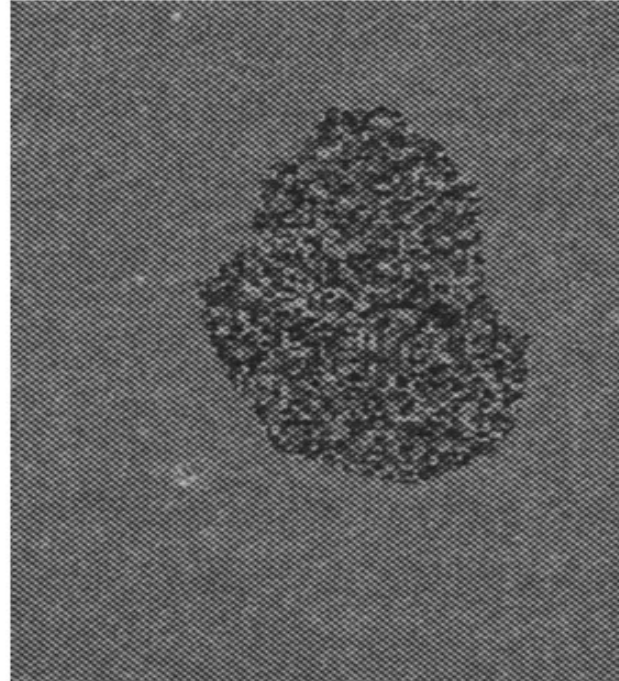
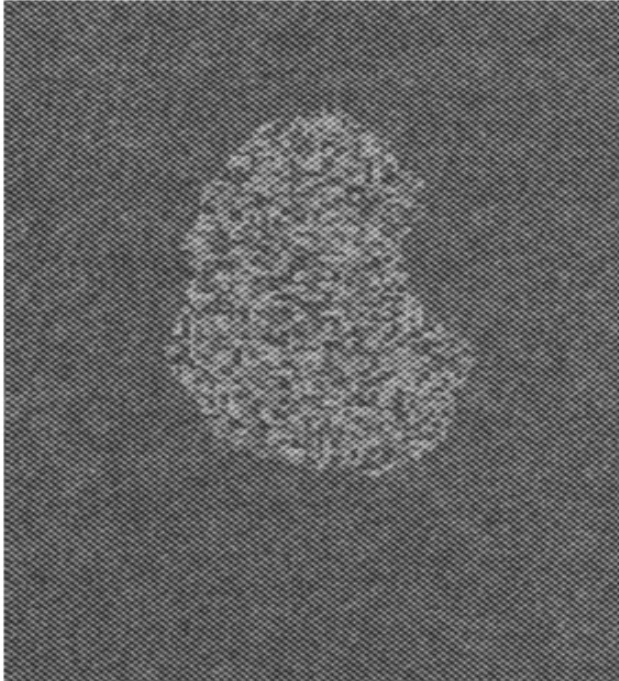


Особенности задачи распознавания изображений

1. Генерация признаков
2. Построение классификатора

Пример: диагностика

ПОСЛЕДНИЙ



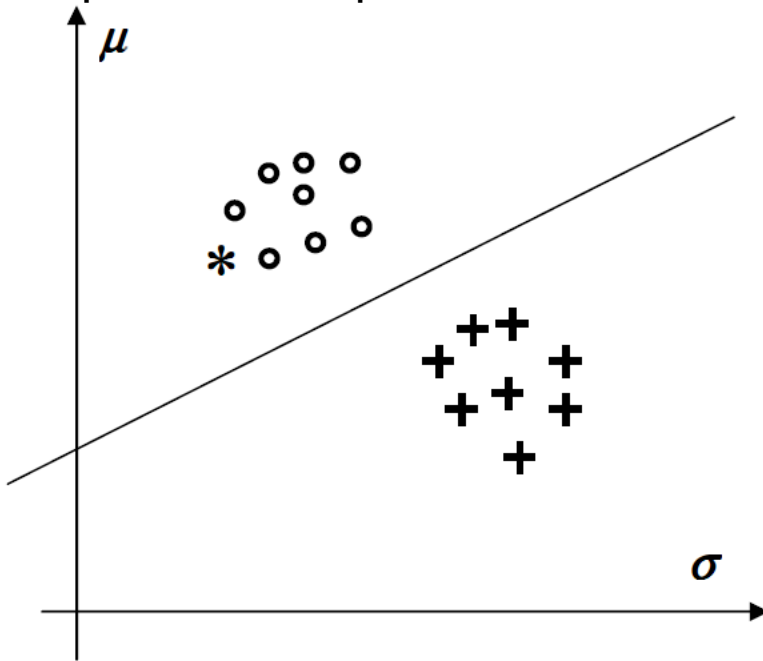
Доброкачественные (левый рисунок – класс А) и злокачественные (правый рисунок – класс В) изменения дают разную картину.

Имеется несколько препаратов-прецедентов в базе данных, про которые известна их принадлежность к классам А и В (правильная классификация).

Генерация признаков классификации

Очевидно, что образцы отличаются яркостью точек изображения. В качестве вектора признаков выберем пару параметров:

- μ - среднее значение яркости,
- σ - среднеквадратичное отклонение яркости.



- Распределение векторов признаков (μ , σ) прецедентов класса **A** (кружки) и класса **B** (крестики).
- Прямая линия разделяет вектора из разных классов.
- Звёздочкой обозначен пробный объект, который нужно классифицировать.

Приложения

1) Машинное зрение. Это системы, назначение которых состоит в получении изображения через камеру и составление его описания в символьном виде (какие объекты присутствуют, в каком взаимном отношении находятся и т.д.).

2) Символьное распознавание – это распознавание букв или цифр.

- Optical Character Recognition (OCR);
- Ввод и хранение документов;
- Обработка чеков в банках;
- Обработка почты.

3) Диагностика в медицине.

- Маммография, рентгенография;
- Электрокардиограмма.

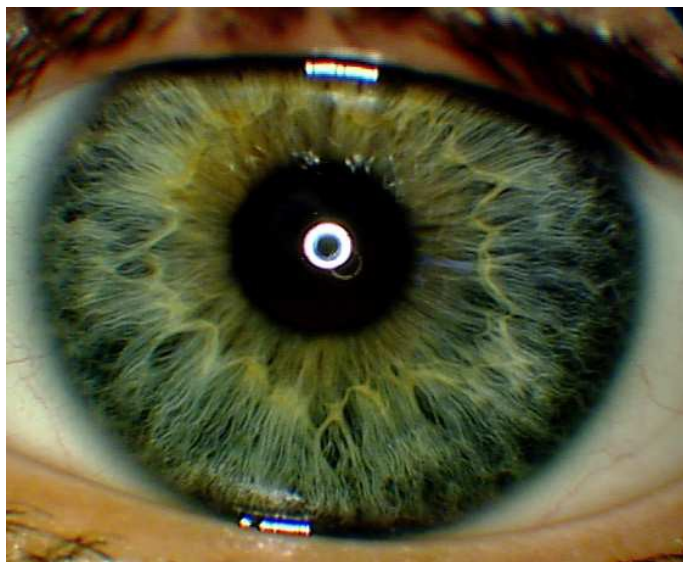
4) Геология.

5) Биометрическая идентификация.

Способы биометрической идентификации



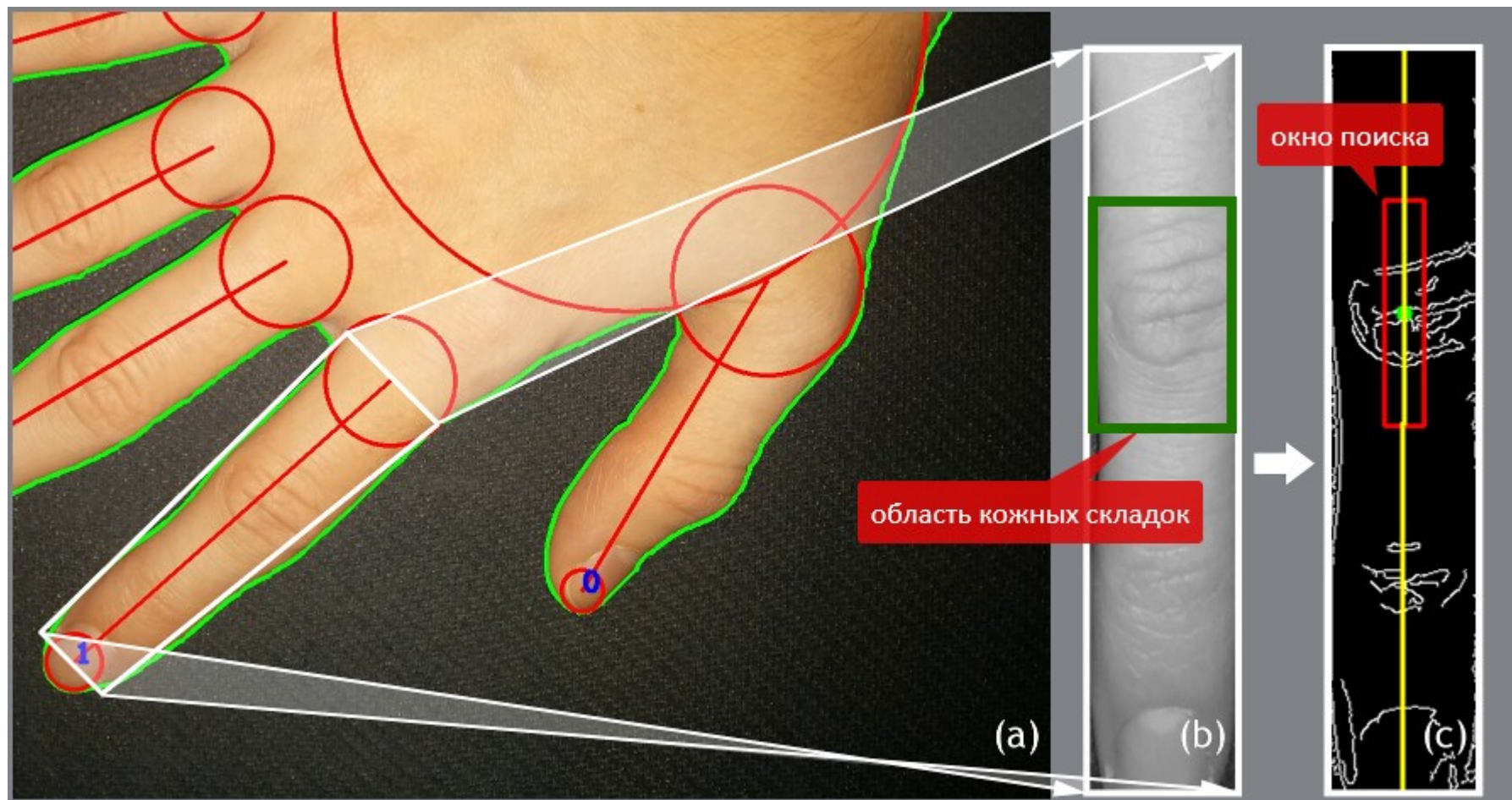
*Модель - не цель, а средство есть
Натуру мыслью охватить,
Её законы изжить
И упущенья проучесть!*



Биометрическая идентификация по ладони

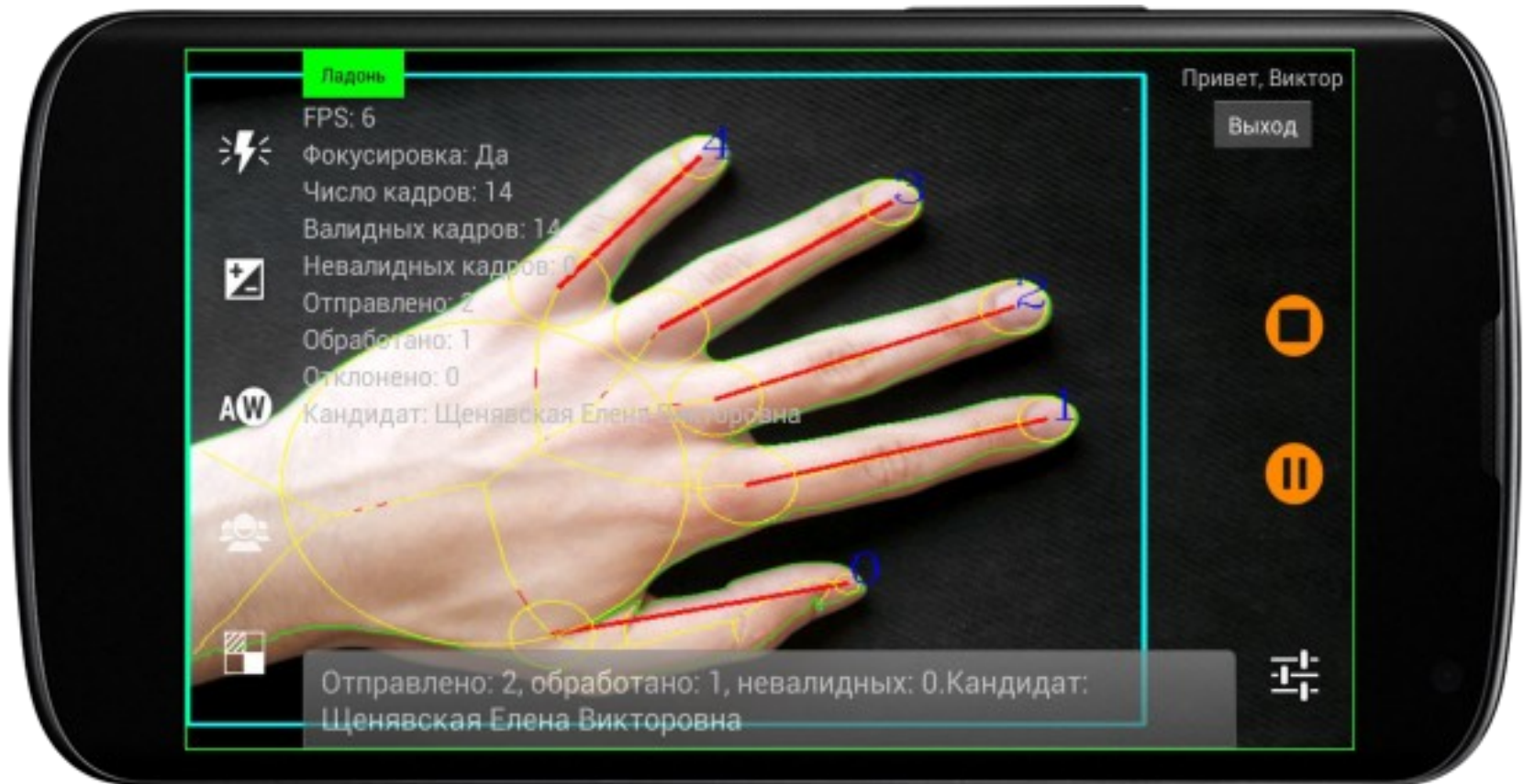


Локализация области кожных складок пальца



После проведения семантической разметки происходит выделение (a) и нормализация (b) области пальца. После предобработки и применения фильтра Канни скользящим окном ищется область наибольшей контрастности (c).

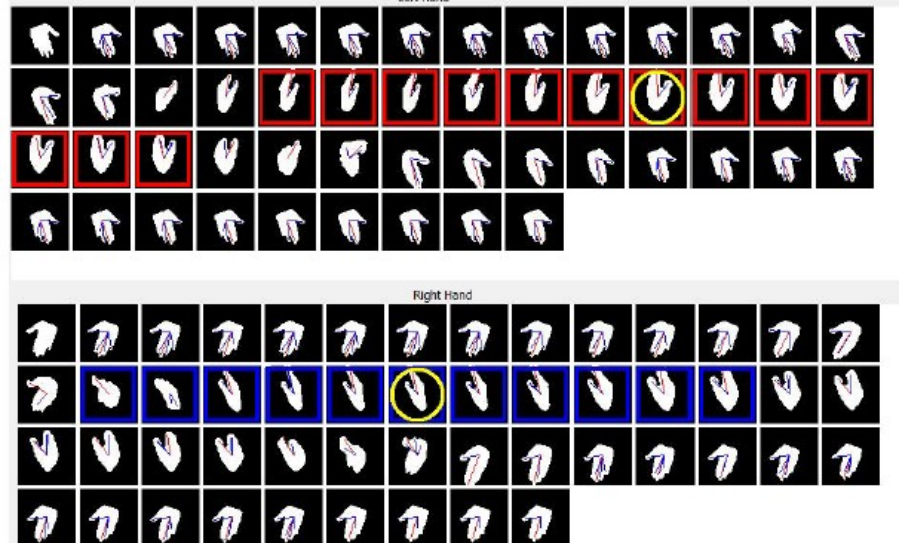
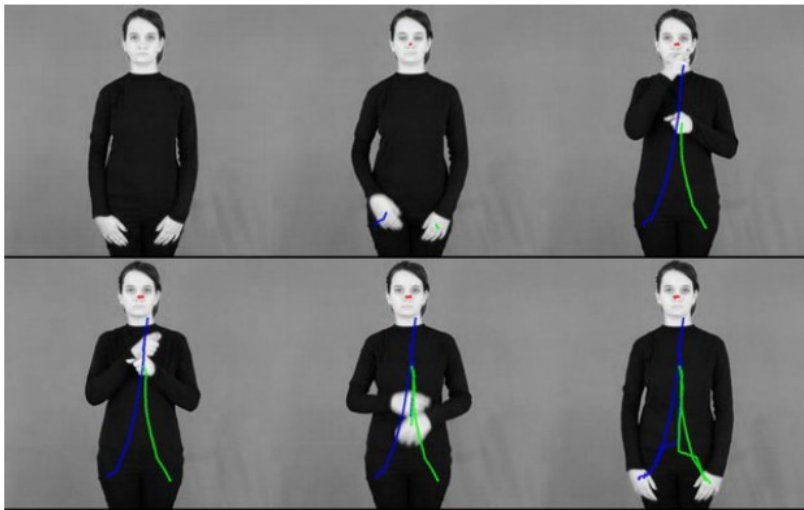
Экран мобильного приложения во время сессии идентификации



Распознавание жестов



Определение траекторий и динамической формы ладоней



Распознавание рукописных архивных документов

И друзья мои скажи:
"Горю много, счастья мало."
И душа закрывшись
Потеряла и колыбель.
И друзья мои скажи:
"Мы колыбель всегда искали,
На дорогах, на нескля,
И миги солнца на лугах."
И догнав меня во арии
Тот кто был другом с детства
Уговаривал меня
Подарить тебе дом.
А совет удивился
И на него рассердился
Что жила его неценка.
И на что вы мне нужны
Только любви и счастья
Друзья пред друзьями похвалялись
Да чтобы года неслись!
Всего вела уходит.

Вспомни, во время оно,
В сказочной стране
Пробирался вонючий
Снег по реке.
Он спешил по селу,
А в снежной ночи
Мелко все наводило
Отрастала вода.
Ночью река встала,
И...

Распознавание пола дрозофилы



Рис.1. Примеры фотографий дрозофил под микроскопом. Верхний ряд – самки, нижний ряд – самцы.