

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

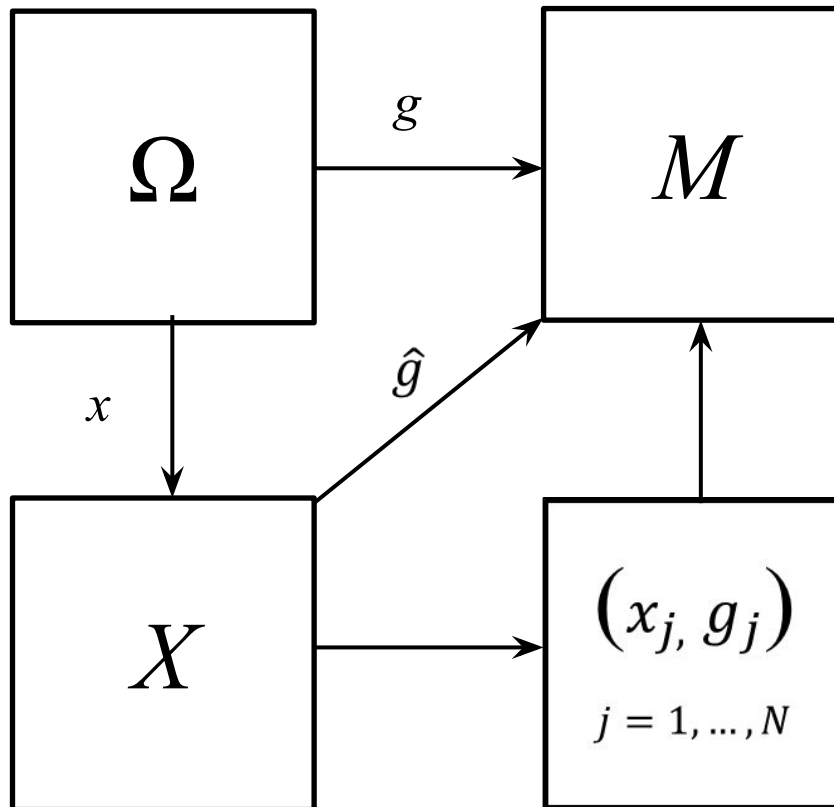
Распознавание образов – это научная дисциплина, целью которой является классификация объектов по нескольким категориям или классам.

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



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

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

Пространство образов

Ω – множество объектов (пространство образов)

ω : $\omega \in \Omega$ – объект (образ)

$g(\omega) : \Omega \rightarrow M, M = \{1, 2, \dots, m\}$ – индикаторная функция, разбивающая пространство образов Ω на m непересекающихся классов $\Omega^1, \Omega^2, \dots, \Omega^m$

Индикаторная функция $g(\omega)$ неизвестна наблюдателю.

Признаковое пространство

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

$x : \Omega \rightarrow X$ – функция, ставящая в соответствие каждому объекту ω точку $x(\omega)$ в пространстве признаков.

Вектор $x(\omega)$ – это образ объекта, воспринимаемый наблюдателем.

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

Цифровое изображение

Матрица из точек

Пиксель – **picture's element**

Каждая точка характеризуется яркостью и цветом.

1. Полутоновое – 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

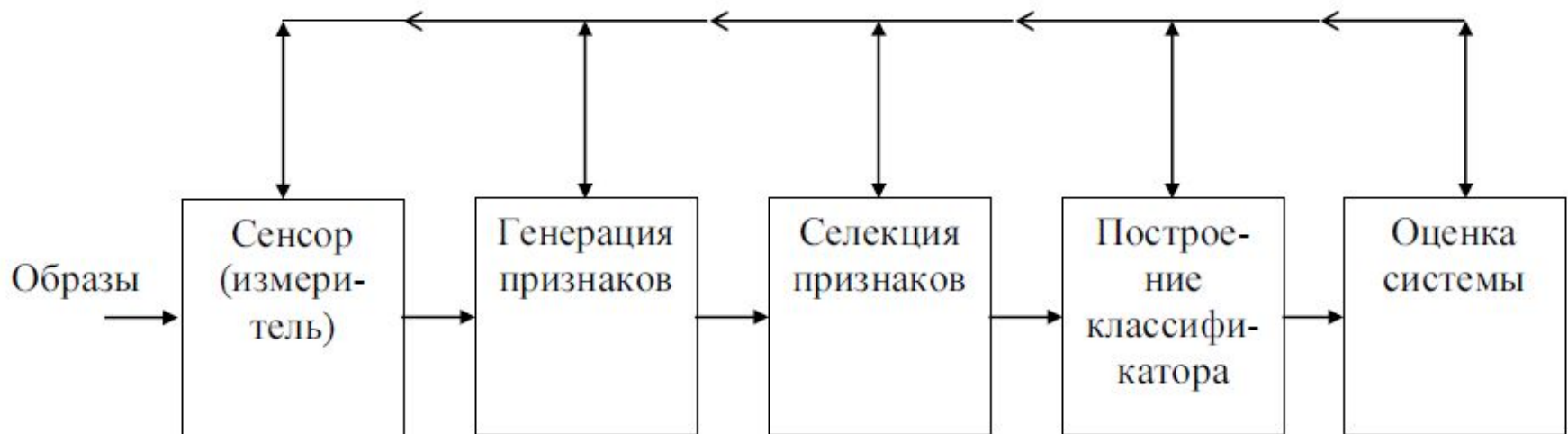
2. Обработка изображений (преобразование)

изображение → изображение

3. Распознавание изображений

изображение → описание (текст)

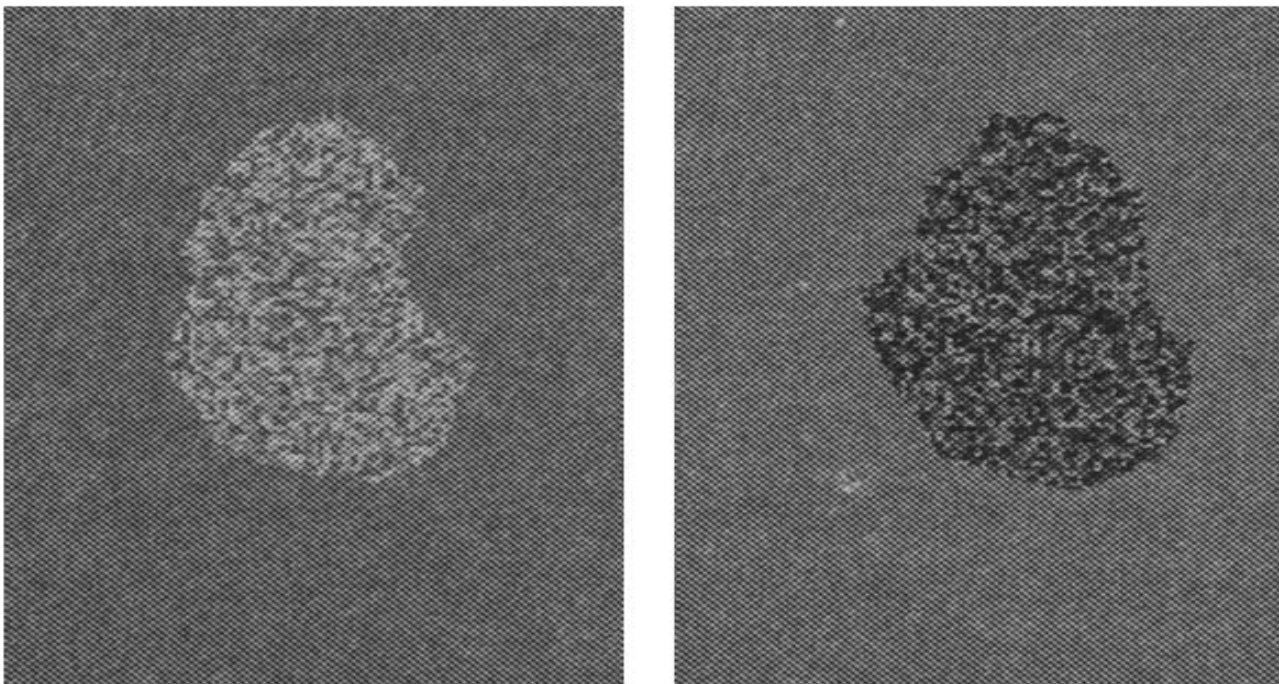
Построение системы распознавания образов



Особенности задачи распознавания изображений

1. Генерация признаков
2. Построение классификатора

Пример: диагностика печени



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

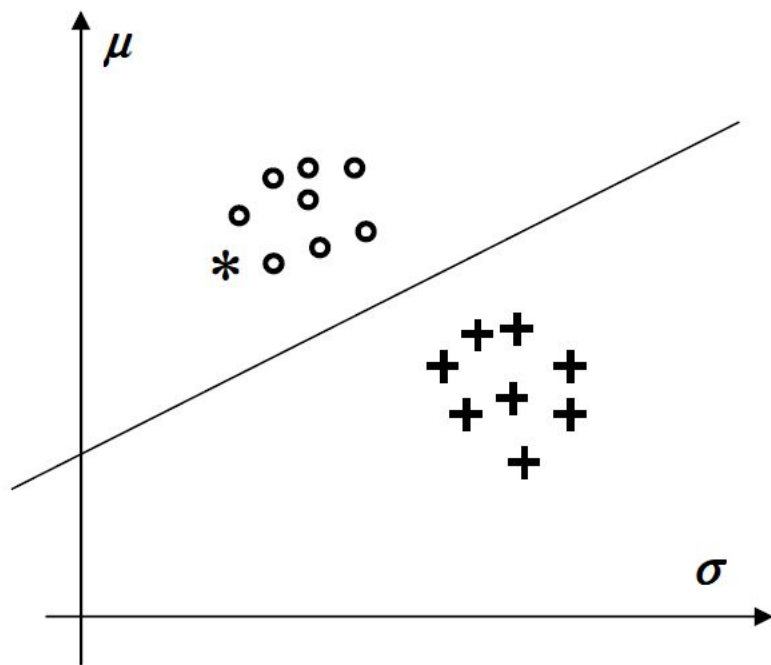
Имеется несколько препаратов-прецедентов в базе данных, про которые известна их принадлежность к классам А и В (правильная классификация).

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 (σ, μ) 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.

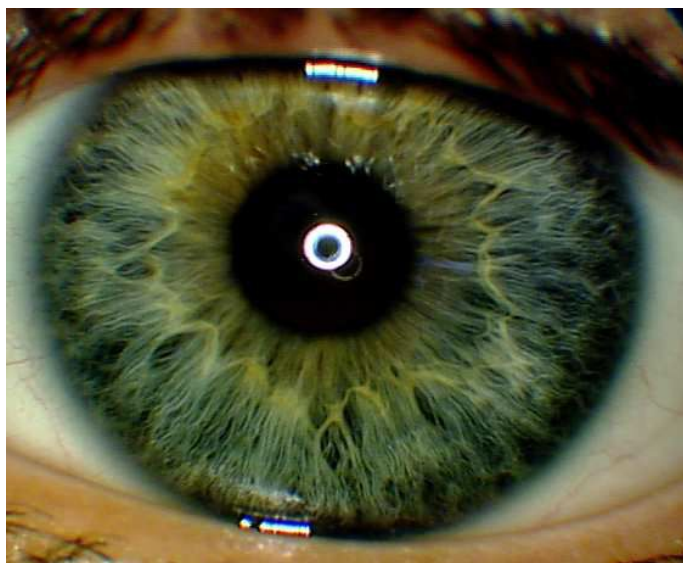
4) Геология.

5) Биометрическая идентификация.

Способы биометрической идентификации



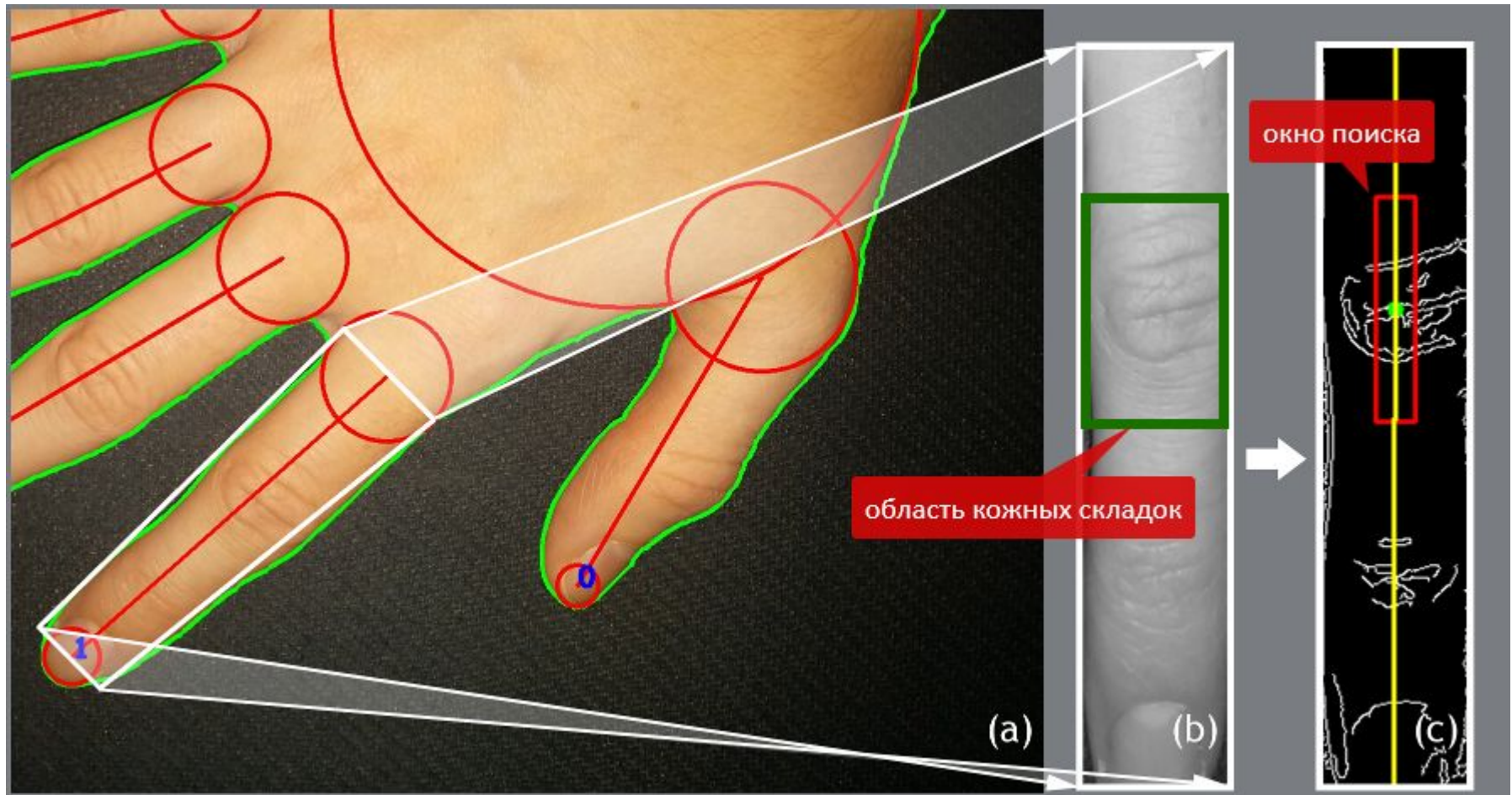
*Модель - не цель, а средство есть
Натуру мыслью охватить,
Её законы изжить
И упущенья проучесть!*



Биометрическая идентификация по ладони

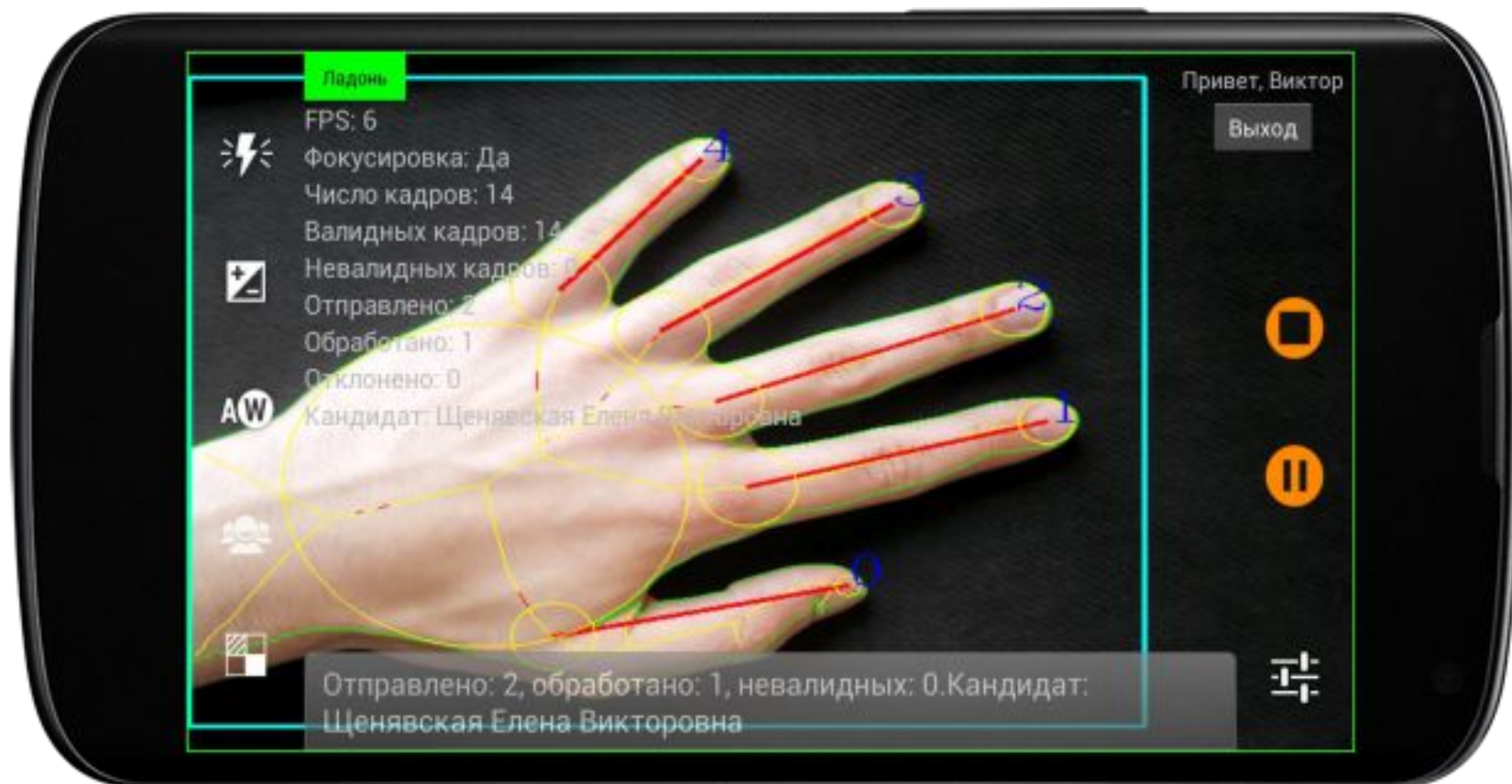


Локализация области кожных складок пальца



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).

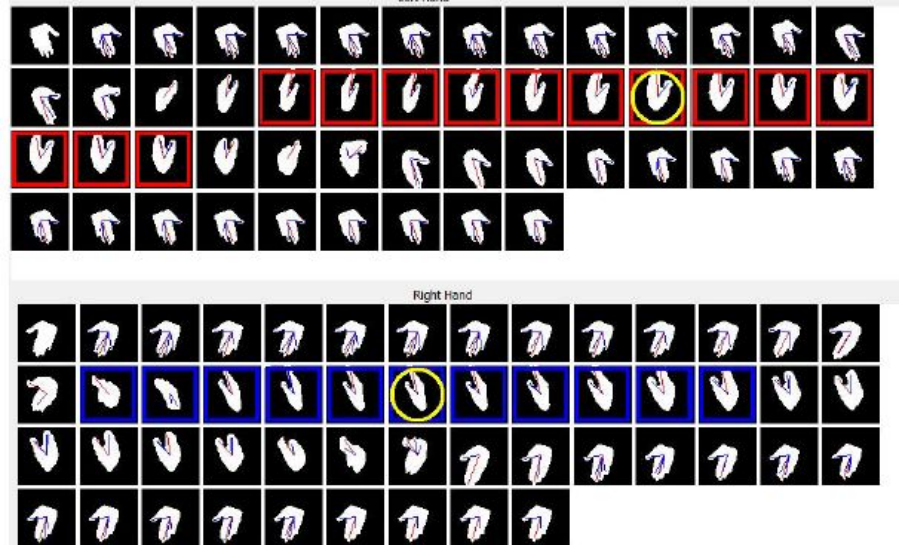
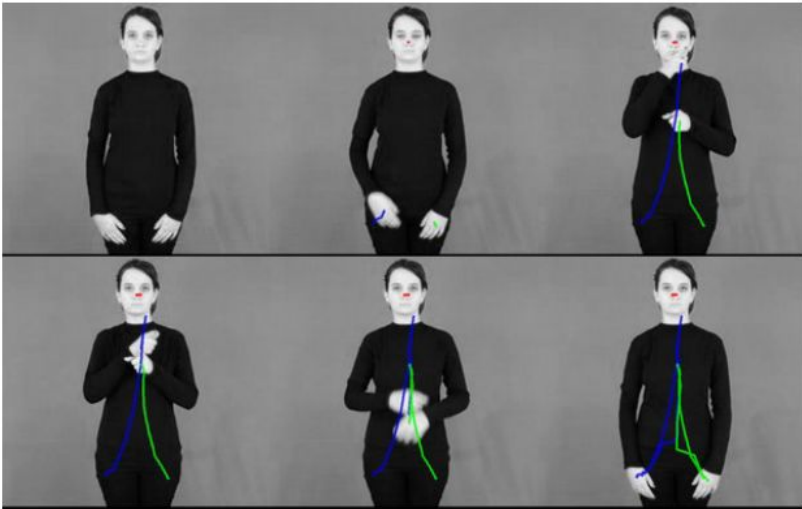
Экран мобильного приложения во время сессии идентификации



Распознавание жестов



Определение траекторий и динамической формы ладоней



Распознавание рукописных архивных документов

И друзья мои сказали:
"Горь много, счастья мало."
И душа закрыла лицо...
Потеряла и кобыло.
И друзья мои сказали:
"Мы кобыло всегда искали,
На дорогах, на пещерах,
И мучаю соню на луцке."
И догнав меня во алии
Тот же кто был друзей сими
Уговаривал меня
Подозреватьature для.
А совету удивилась
И на поити рассердилась
Что жила его паче.
И на что вы мне нужны
Только любви сити.
Друзья предг друзей похвалился
Да зватьи сюда поити!"
Велик вельва уходит.

1
Видать, во время оно,
В сказочной краю
Противился конной
Снежно по реке.
Он спешил на селу,
А в снежной ночи
Мечной лес навошречу
Отрастил вдали.
Ночью река вое,
И...

Распознавание пола дрозофилы



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