

# Система распознавания мимики человека

## Цель работы

Разработка системы распознавания мимики человека как экспрессивного компонента эмоций для обработки цифровых изображений лица

## Назначение

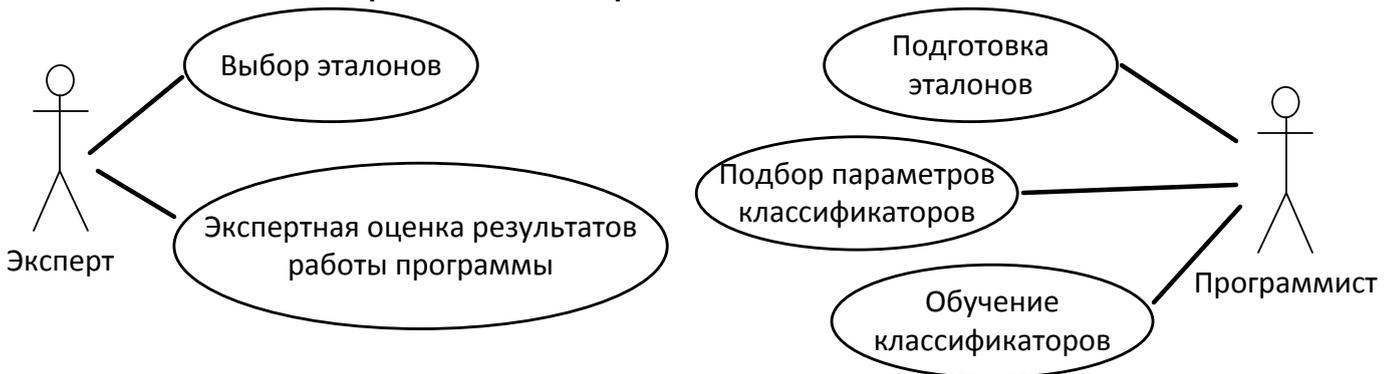
Система распознавания мимики человека является инструментом для проведения научных исследований, количественной и качественной оценки эмоций человека психиатрами, клиническими психологами, психофизиологами, другими специалистами и учеными, работающими в области изучения эмоций человека



## Задачи



## Разработка системы распознавания мимики человека



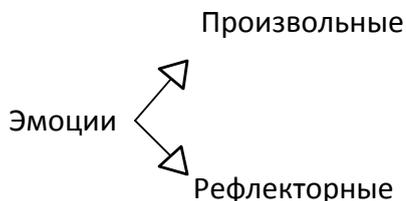
## Бизнес-процесс разработки системы



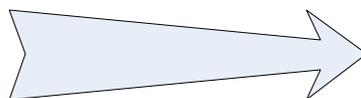
## Итоговая программа



## Предметная область



**Экспрессивная компонента** - степень выразительности эмоции, яркость мимической картины, изменение рельефа лица, уникальное текущее расположение складок на лице



- Сложность современных визуальных методик
- Отсутствие стандарта мимических картин
- Субъективность мнения эксперта
- Физиологические ограничения человека в восприятии микроэмоций

1. Необходимость создания инструмента для проведения исследований
2. Экспериментальное моделирование оценки эмоций
3. Обеспечение воспроизводимости результатов анализа мимики

### Сложности распознавания мимики как объекта

- Разное количество лицевых мышц
- Перенесенные травмы и операции
- Прихофизиологические особенности
- Возраст
- Пол
- Национальность
- Профессия
- Привычные выражения лица

### Особенности визуальных методов распознавания мимики

Сложность методик требует значительных затрат времени на обучение

Эксперт, как правило, изучает только одну методику

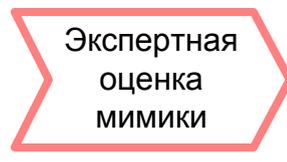
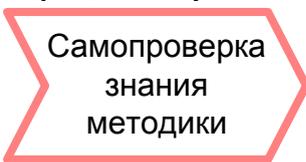
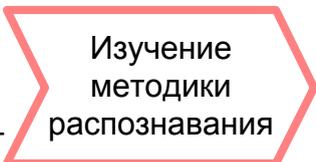
Пользователь не может произвести самостоятельную оценку мимики



### Сравнение анатомических систем распознавания мимики человека

Метод	Тип действия	Интенсивность действия	Время действия
Ekman & Friesen (1976, 1978)	Измерение всех мышечных движений; 44 единиц движений	Четыре действия по три контрольных точки интенсивности	Старт-стоп (начало, максимум, смещение)
Frois-Wittmann (1930)	28 описаний	Не описывает	Не описывает
Fulcher (1942)	отсутствие/наличие 16 мышечных движений	Рейтинг по объему движений в каждой области лица	Не описывает
Ermiane & Gergerian (1978)	Измерение всех видимых движений; 27 мышечных движений	Каждое действие оценивается по трех-бальной шкале	Не описывает
Landis (1924)	22 описания	Каждое действие измеряется по четырех-бальной шале	Не описывает

### Процесс визуального анализа мимики



# Автоматизированные системы распознавания эмоций

## Классификация автоматизированных систем распознавания эмоций

Тип	Метод		Предмет изучения	Ограничения	Примеры программ
	Объект	Модель			
1	Плотность потока, опорные точки	Скрытые модели Маркова	Фронтальное положение головы	Только основные мимические картины	mplab.ucsd.edu
2	Опорные точки, коэффициенты Колмогорова	Нейронные сети	Незначительные повороты	Основные и комбинированные мимические картины	www.seestorm.com/technologies/cv/
3	Опорные точки	Комбинированные методы	Любые видимые лицевые изменения	Движения лица в реальном времени	www.vicarvision.nl www.agisoft.ru/ru/projects/emotions.html

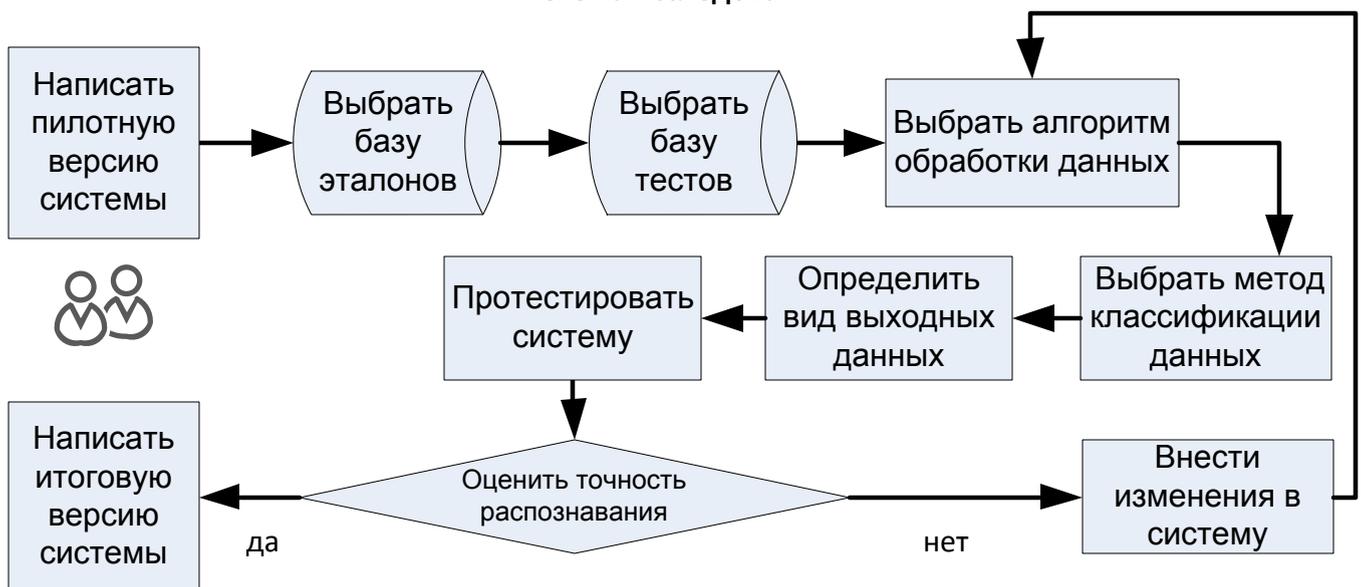
Шаги рабочего процесса



## Основные функции систем распознавания эмоций

- Отслеживание движений черт лица
- Установление соответствия мимической картины и значения
- Предоставление описательной характеристики эмоции
- Настройка системы распознавания
- Сбор статистических данных

## Схема исследования



## Порядок анализа тестируемого изображения

Предварительная обработка изображения



Распознавание эмоций



Представление результатов распознавания

# Предварительная обработка цифрового изображения

## Порядок предварительной обработки изображения

Выделение лица на панорамном изображении



Пропорциональное масштабирование и бинаризация цифрового изображения лица



Проверка валидности изображения для работы алгоритма классификации эмоций

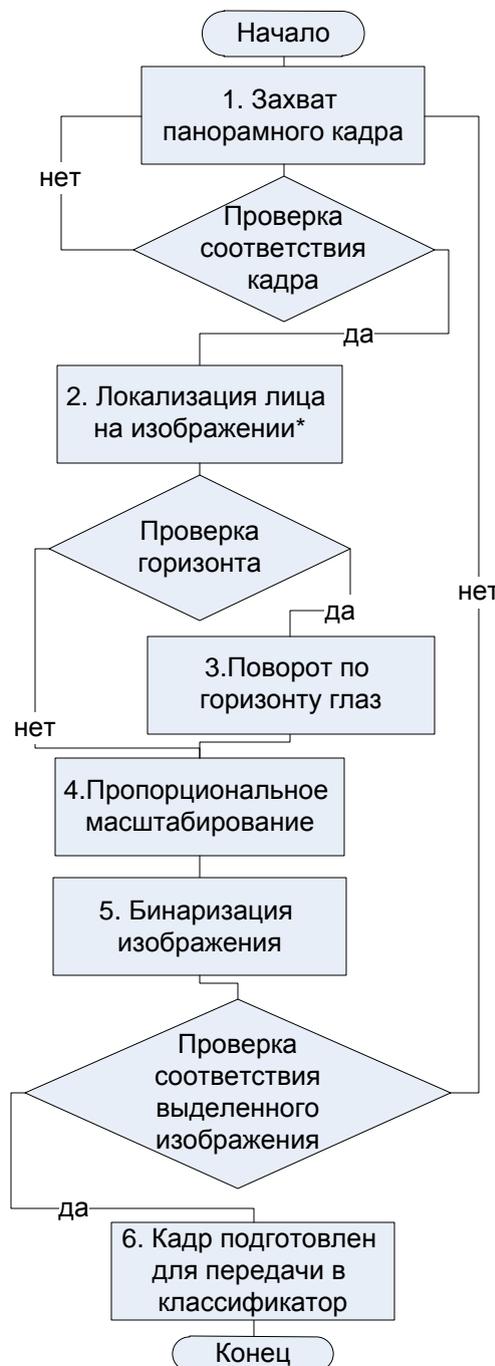
### Алгоритм анализа тестируемого кадра



### Алгоритм пропорционального масштабирования



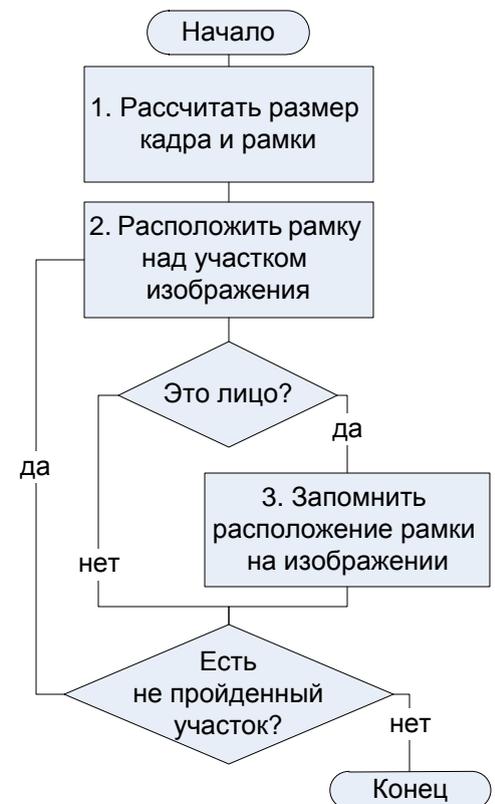
### Алгоритм бинаризации



### Алгоритм локализации лица на панорамном изображении



### Каскадный классификатор



\*Локализация лица на изображении по алгоритму Viola-Jones и Наар-каскадам

[G. Shakhnarovich, P. Viola, B. Moghaddam (FGR, 2002)]

Имплементация: использование функции CvHaarDetectObjects из библиотеки OpenCV

[<http://sourceforge.net/projects/opencvlibrary/>]

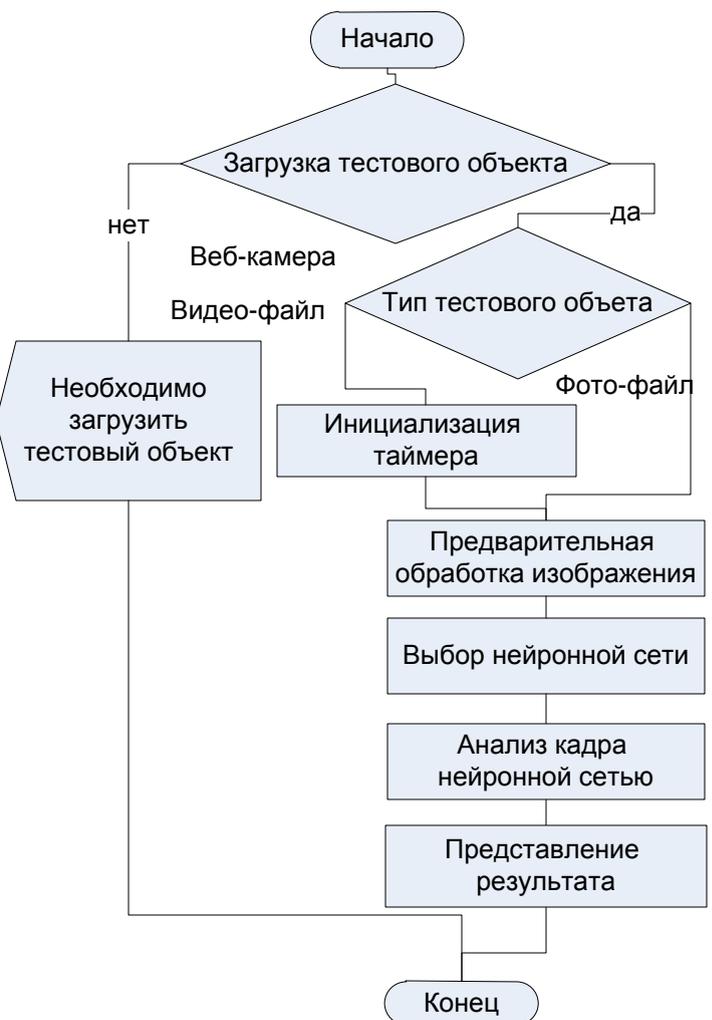
# Распознавание мимики

Задача распознавания делится на две подзадачи: подготовка классификатора и собственно распознавание. В качестве классификатора выбрана нейронная сеть, обученная по алгоритму обратного распространения ошибки. [Yafei Sun , Zhishu Li , Changjie Tang , Wangping Zhou , Rong Jiang, 2009]

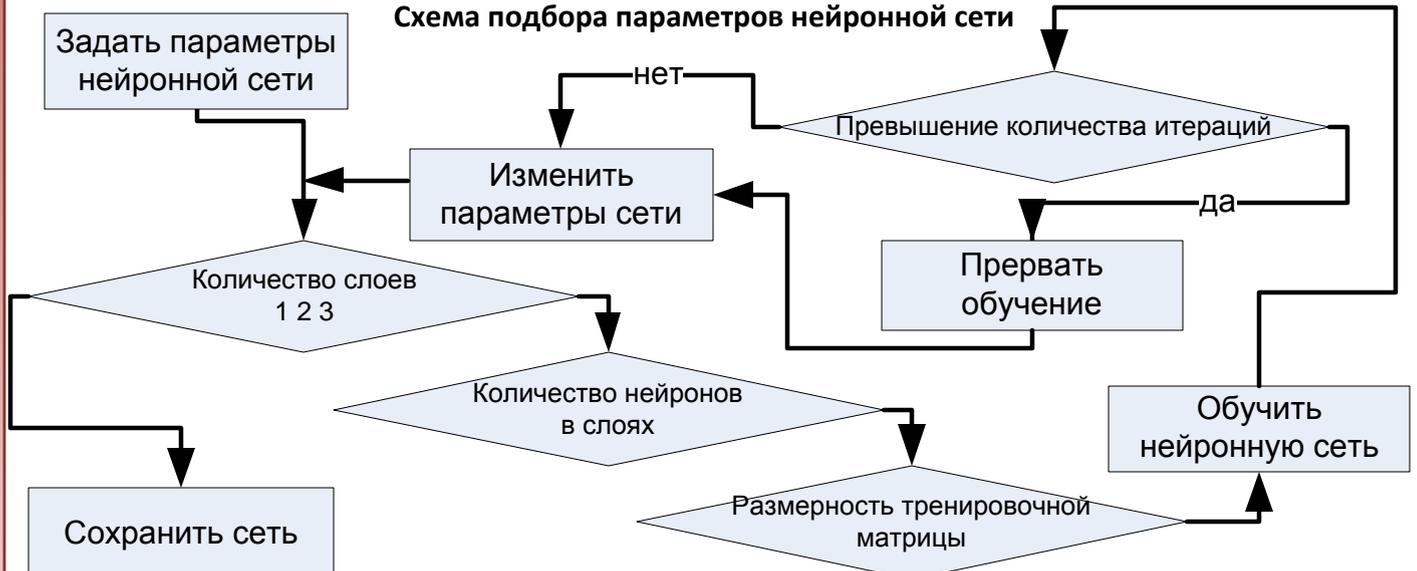
### Алгоритм обратного распространения ошибки



### Алгоритм распознавания

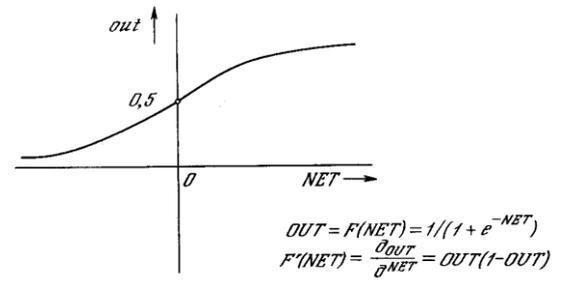
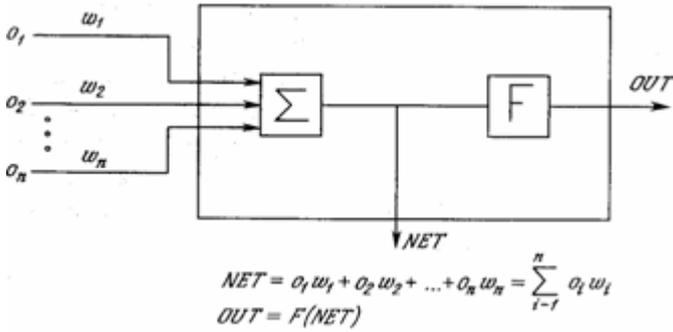


### Схема подбора параметров нейронной сети



# Классификатор

Ф. Уоссермен. *Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика*. Пер. на русс. яз., Ю.А.Зуев, В.А.Точенов, 1992



Сигмоидальная активационная функция

$$OUT = \frac{1}{1 + e^{-NET}}$$

где NET – сумма произведений сигнала на вес,

OUT– сумма, модифицированная сигмоидальной функцией

$$\frac{\partial OUT}{\partial NET} = OUT(1 - OUT)$$

Искусственный нейрон с активационной функцией

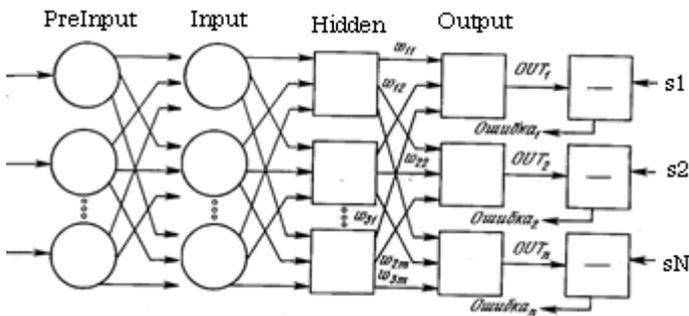
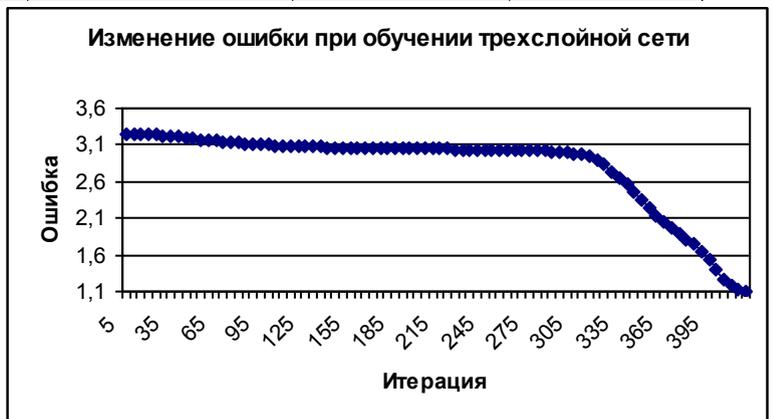
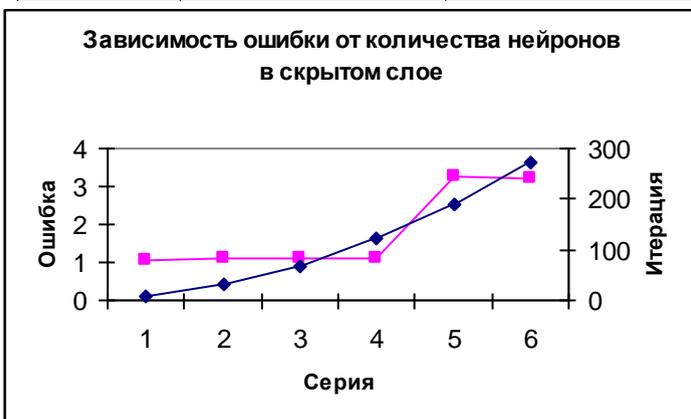


Схема обратного распространения

## Обучение трехслойной нейронной сети

№ серии	Число нейронов в 1.1 слое	Число нейронов в 1.2 слое	Число нейронов во 2 слое	Количество итераций	Ошибка
1	900	453	272	>100000	3,219
2	625	316	189	>100000	3,26
3	400	203	122	581	1,079
4	225	116	69	452	1,1
5	100	53	32	1232	1,098
6	25	16	9	5442	1,078



Обучающая выборка



Neutral

Anger

Surprise

Disgust

Happiness

Fear

Sadness

Базовые эмоции

[Paul Ekman, Wallace V. Friesen, Joseph C. Hager]

# Структура данных

## 1. Входные данные

- Фото-файл
- Видео-файл
- Видеопоток с веб-камеры
- Файл обученной нейронной сети \*.net

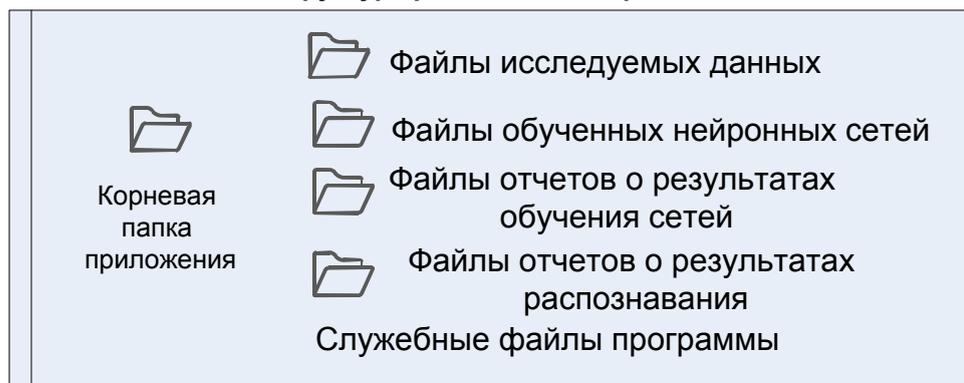
## Характеристики изображения

- ширина и высота
- яркость
- контрастность
- резкость
- освещенность
- соотношение размера лица к размеру панорамного изображения
- фронтальное положение головы

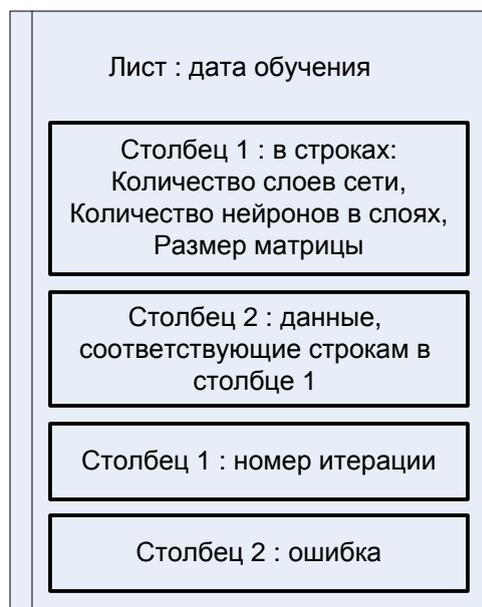
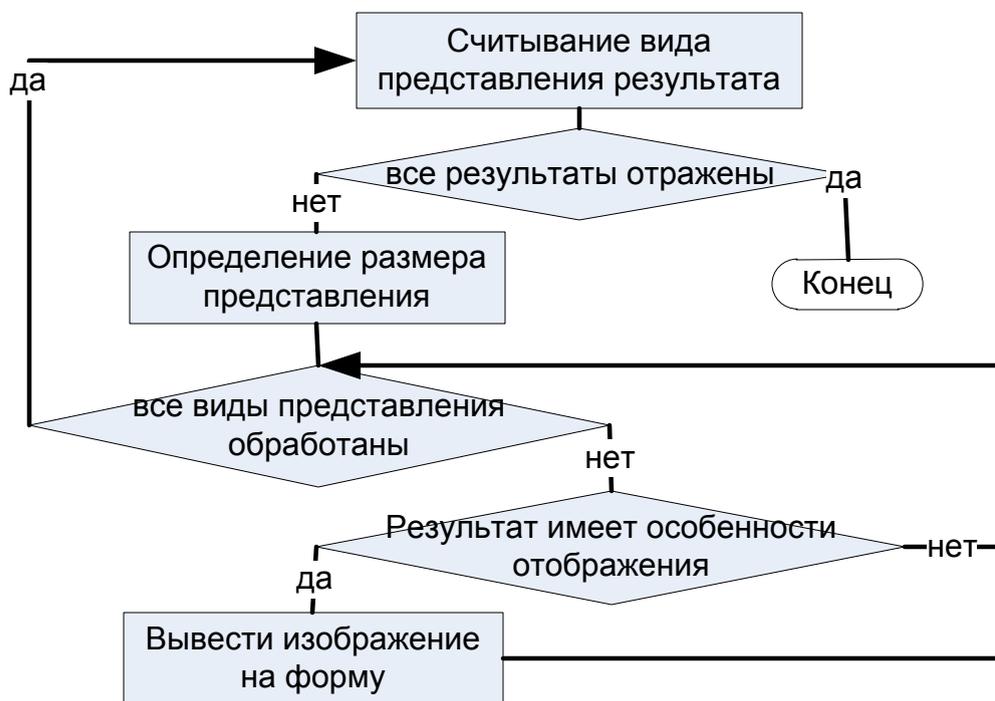
## 2. Выходные данные

- Диаграмма на форме
- Кадр на форме
- Файл обученной нейронной сети \*.net
- Результаты обучения сети в \*.csv

### Структура расположения файлов



### Демонстрация результатов распознавания



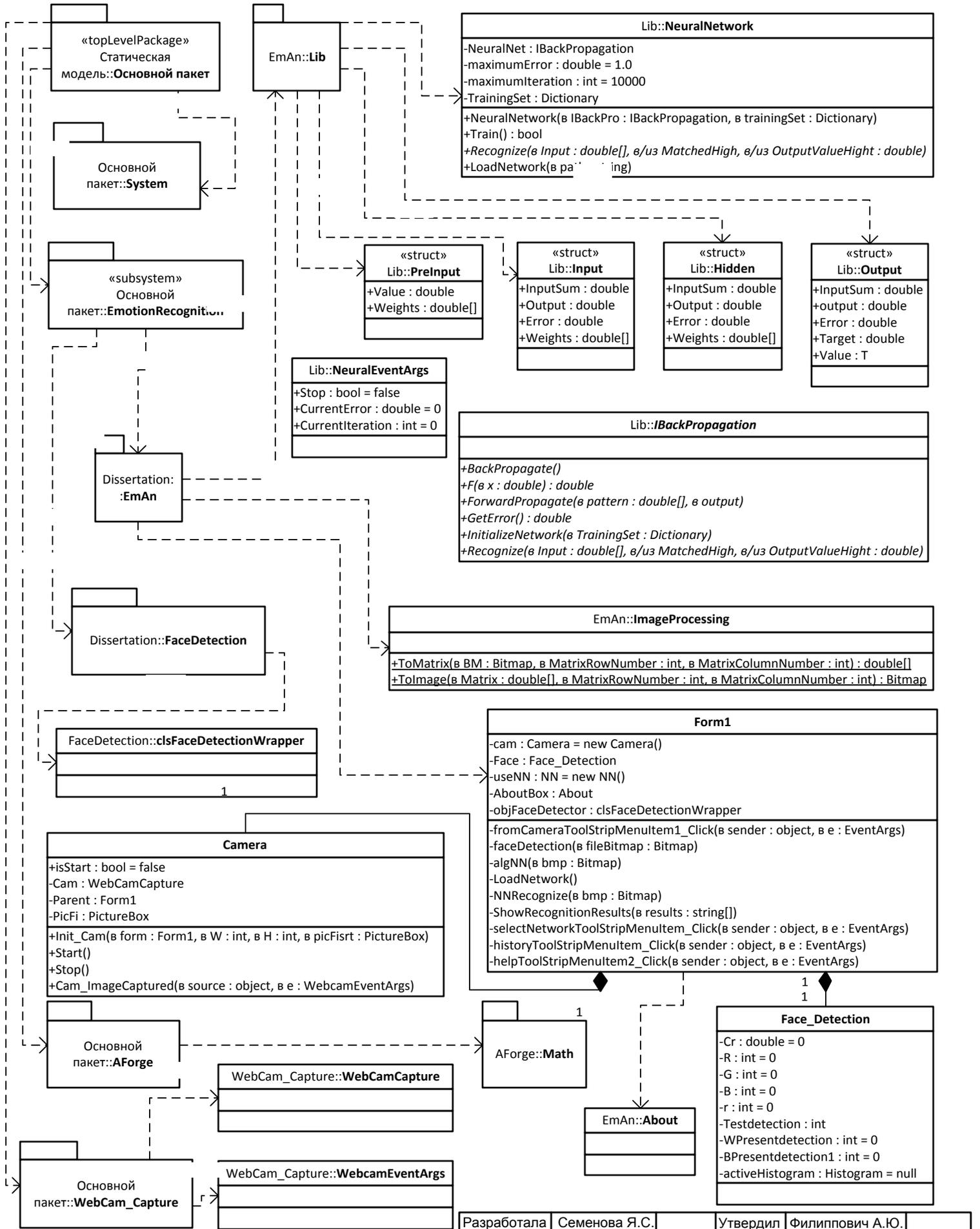
Результаты распознавания в \*.csv



### Имплементация

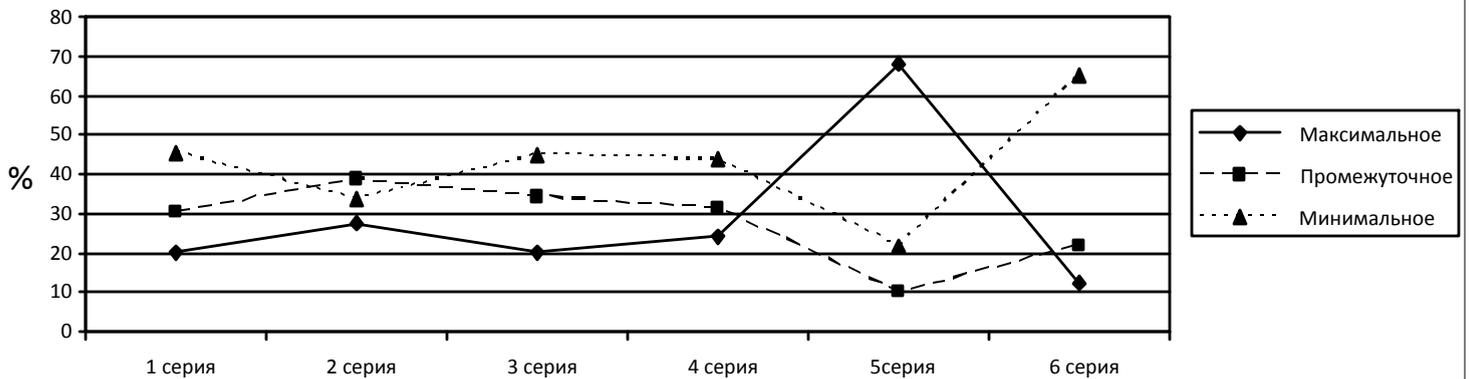
- Workstation: Intel® Core™2 Duo Processor E6420 (4M Cache, 2.13 GHz, 1066 MHz FSB)
- Операционная система: Windows XP SP 3
- Среда разработки: MS Visual Studio 2008
- GUI интерфейс пользователя, веб-проект, классификатор: C#
- Работа с графикой: C/C++, библиотека OpenCV 1.0 [http://sourceforge.net/projects/opencvlibrary/]
- Статистика: Проектов 4. Классов 30. Строчек кода 6543. Время разработки 1966 часов ( 1 Full Cycle Developer)

# Структура системы

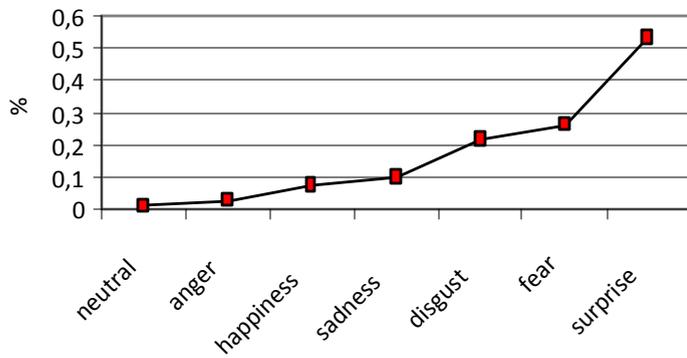


# Результаты серий экспериментов

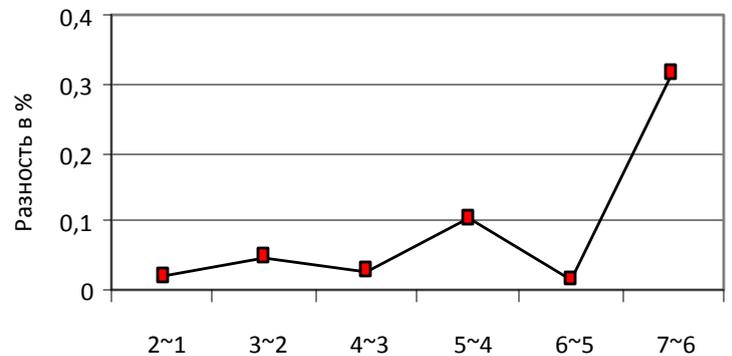
Результаты распознавания от min до max соответствия теста эталону



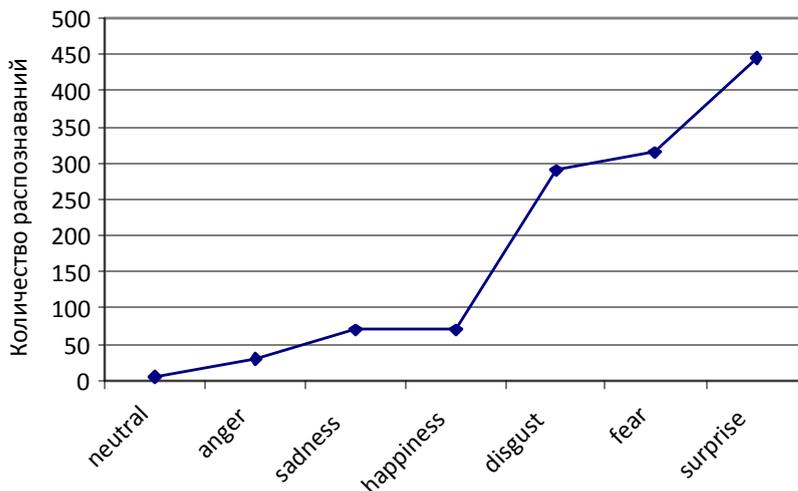
Результаты распознавания, %



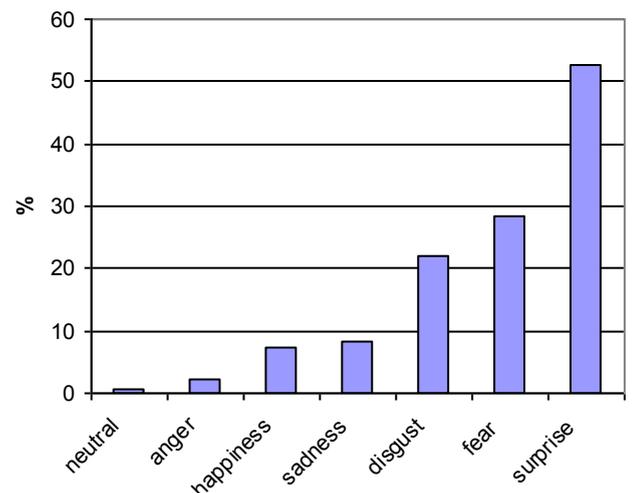
Расстояния между соседними выходами, %



Количество верных распознаваний



Частота определения эталона



## Развитие проекта

- Разработка программы экспертной оценки: работа с паттернами экспрессий в качестве эталонов
- Детализация описания мимической картины
- Гибридизация методов поиска соответствия теста эталонам для улучшения качества распознавания
- Добавление обработки звука, жестов, положения тела
- Сбор статистики, предоставление отчета в привычном для пользователя формате

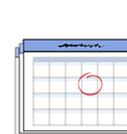
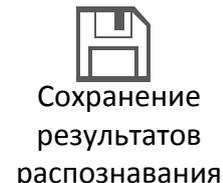
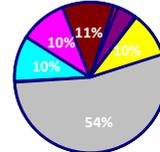
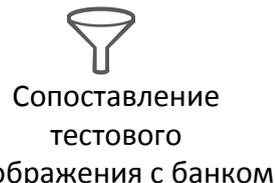
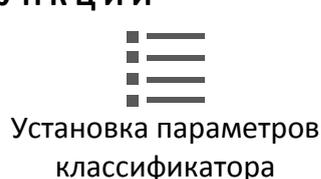
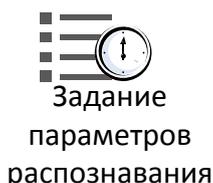
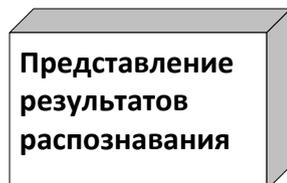
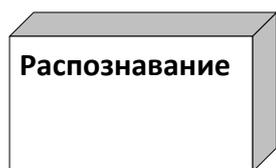
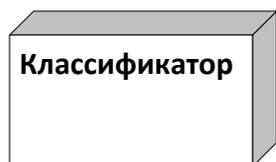
# Интерфейс и компоненты системы

## Варианты функционала системы для разных групп пользователей

		Экспертный	Комплексный	Любительский
Управление обучением	1. Создание банка эталонных изображений	да	да	нет
	2. Установка параметров нейронной сети	да	нет	нет
	3. Обучение нейронной сети	да	да	нет
Управление распознаванием	4. Захват тестового объекта	да	да	да
	5. Установка параметров распознавания	да	нет	нет
	6. Сохранение результатов распознавания	да	да	да
Представление результата		Таблицы, графики, диаграммы, словесное описание		Смайлики, картинки

## ФУНКЦИИ

КОМПОНЕНТЫ



Главная форма



Форма установок параметров НС

