

В итоге оказалось, что анализ зашумлённости не применим в данной классификации контейнеров. Однако, этот анализ можно применить для проверки качества встраивания сообщений. Для этого необходимо учитывать количество изменённых битов и их разряд.

### *Литература*

1. Н. П. Варновский и др. - Современные направления стеганографии [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://cryptography.ru/wp-content/uploads/2014/09/steganography.pdf>. – Дата доступа: 17.12.2019
2. Требования к стегосистемам [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://lektsii.org/2-89045.html>. – Дата доступа: 17.12.2019
3. Грибунин В.Г, Оков И. Н., Туринцев И. В. - Цифровая стеганография [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://litresp.ru/chitat/ru/%D0%93/gribunin-vadim-gennadjevich/cifrovaya-steganografiya#sec\\_4](https://litresp.ru/chitat/ru/%D0%93/gribunin-vadim-gennadjevich/cifrovaya-steganografiya#sec_4). – Дата доступа: 19.12.2019

УДК 004.4

### **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭМОЦИЙ ПО ИЗОБРАЖЕНИЮ ЛИЦА**

студент 4 курса Курицкий В. Ю.

*Научный руководитель - ассистент Садов С. В.*

Белорусский государственный университет

Минск, Беларусь

Эмоциональная аналитика представляет собой интересную смесь психологии и технологий. Многие инструменты обнаружения выражений лица объединяют человеческие эмоции (согласно исследованиям Пола Экмана) в 7 основных категориях: радость, грусть, гнев, страх, удивление, презрение и отвращение. При обнаружении эмоций на лице программные решения находят, во-первых, лица на фотографиях или в видео, во-вторых, распознают микровыражения, анализируя отношения между точками на лице на основе баз данных.

В последние годы наблюдается интерес к системам, позволяющим распознавать эмоционально-психическое состояние человека. Входными данными для задач распознавания эмоционально-психического состояния человека могут быть либо статические изображения, либо последовательности изображений. Количество реально работающих программ распознавания эмоций еще очень невелико (проект «Оксфорд», FaceReader, система eMotion Software и сайт GladOrSad.com, PrrallelDots API, облачный инструмент SkyBiometry, Face ++, российская программа EmoDetect, продукты российских компаний Neurodata Lab, Sightcorp, американский сервис Emovu; приложение Nicola, созданное польской компанией Facemetrics; продукты американской компании Affective Computing Research Group, iMotions, британской фирма CrowdEmotion), а методы распознавания требуют совершенствования.

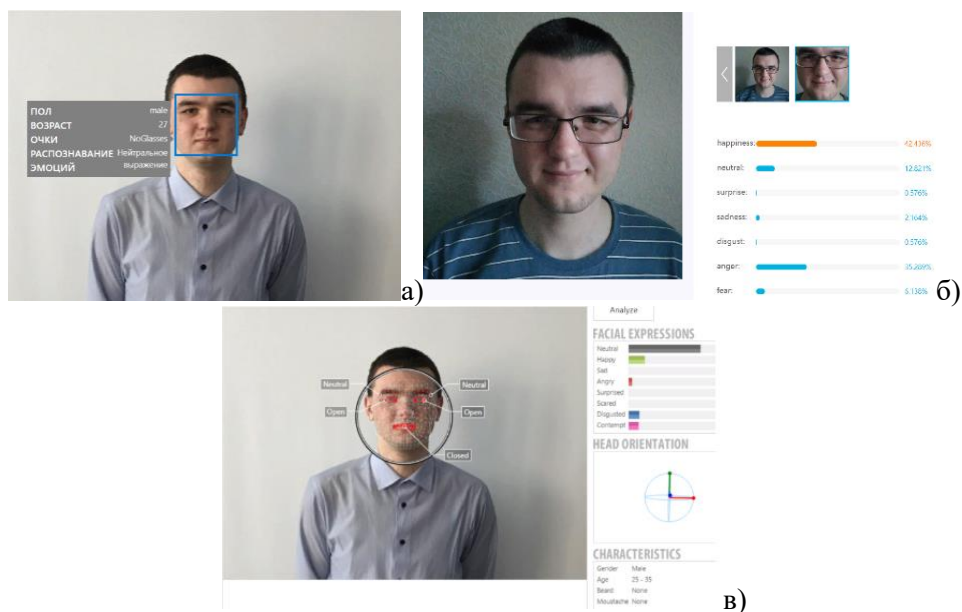


Рис. 1 Распознавание эмоций: а) проект «Оксфорд», б) Face ++, в) FaceReader.

Но при большом разнообразии решений они имеют недостатки. Не распознаются эмоции на фотографиях в профиль, в полутеневых фотографиях, в фотографиях людей с бородой и в очках, в фотографиях людей в масках и другими с нестандартными помехами, на негативах, на фото групп людей (5 и более).

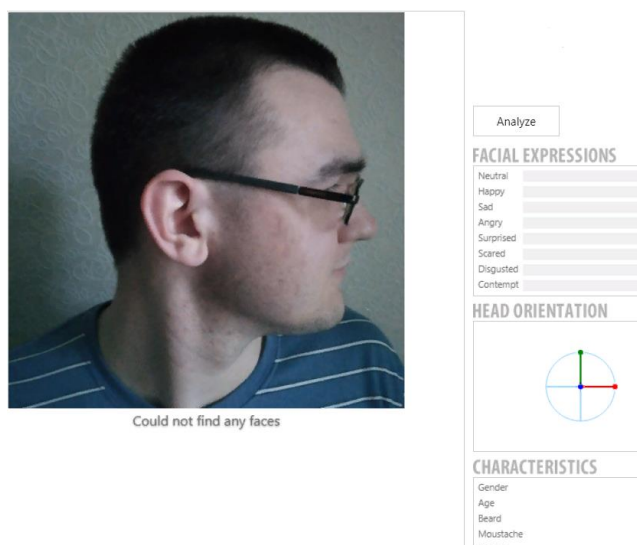


Рис 2. FaceReader не распознаёт повернутое лицо.

Цель настоящей работы – построить математическую модель процесса определения эмоций по изображению лица.

Задачами работы являются исследование программных разработок в сфере определения человеческих эмоций, определение их достоинств и недостатков, разработка модели эмоциональных состояний человека, создание математической модели распознавания эмоций по изображению лица.

Модель эмоционального состояния можно построить с помощью нечёткой логики, используя алгоритм Мамдами (рис 3).

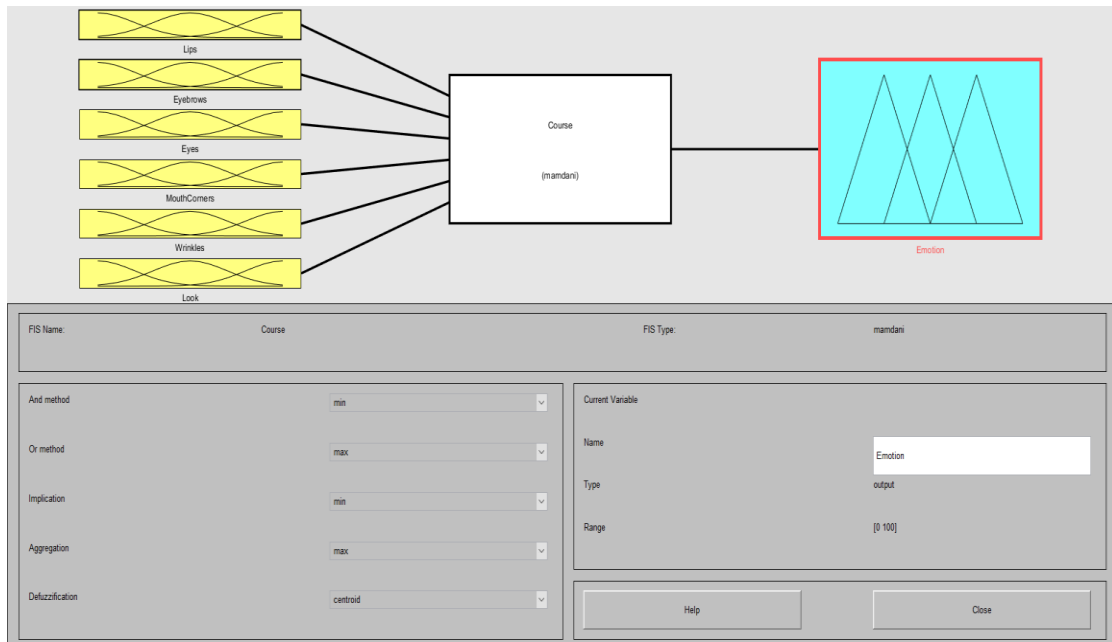


Рис 3. Модель определения эмоционального состояния созданная с помощью алгоритма Мамдами.

Данный алгоритм описывает несколько последовательно выполняющихся этапов. При этом каждый последующий этап получает на вход значения, полученные на предыдущем шаге. На вход поступают количественные значения, на выходе они же. На промежуточных этапах используется аппарат нечеткой логики и теория нечетких множеств. Можно манипулировать привычными числовыми данными, но при этом использовать гибкие возможности, которые предоставляют системы нечеткого вывода.

В модели (рис 4) используются 6 входных параметров (губы, уголки рта, глаза, направление взгляда, брови, расположение морщин).



Рис. 4. Определение эмоционального состояния по заданным параметрам.

Их комбинации записаны как правила и в результате на выходе модели получается одна из 12 эмоций. Всё это представлено в таблице.

Таблица 1.

	Губы (Рот)	Уголки рта	Глаза	Взгляд	Брови	Морщины
Радость	Закрыты	Оба вверх		Прямо	Прямые	У глаз или нет
Удивление	Открыты		Расширены	Прямо	Приподняты	На лбу или нет
Отвращение	Закрыты			Прямо	Опущены и сведены	Между бровями
Презрение	Закрыты	Один вверх	Прищурены	Прямо	Приподняты	Нет
Страх	Открыты	Оба вверх	Расширены	Прямо	Прямые	На лбу или нет
Гнев	Сжаты	Оба вниз		Прямо	Опущены и сведены	Нет
Грусть	Закрыты	Оба вниз		Вниз	Приподняты и сведены	Нет
Нейтральное	Закрыты			Прямо	Прямые	Нет
Недовольство	Закрыты	Оба вниз		Прямо	Опущены и сведены	нет
Возмущение	Сжаты	Оба вниз		Прямо	Опущены и сведены	Между бровями
Уныние	Закрыты	Оба вниз		Вниз	Опущены	Нет
Решимость	Сжаты			Вверх		Нет

При создании математической модели распознавания эмоций по изображению лица вначале необходимо обнаружить лицо, а потом классифицировать его выражение по семи эмоциям.

Каскады (прямоугольные признаки-примитивы) Хаара и метод Виолы-Джонса помогают найти на чёрно-белом изображении лицо. При выполнении этой задачи используется библиотека OpenCV языка программирования Python.

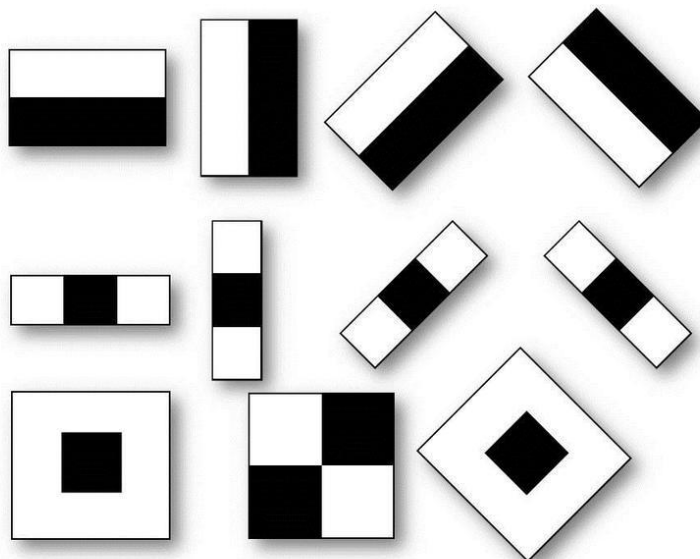


Рис 5. Примитивы Хаара.

Классификация выражения лица по семи эмоциям осуществляется с помощью обученной многослойной свёрточной нейронной сети.

```
Model: "sequential_6"
```

Layer (type)	Output Shape	Param #
conv2d_31 (Conv2D)	(None, 46, 46, 64)	640
conv2d_32 (Conv2D)	(None, 44, 44, 64)	36928
max_pooling2d_16 (MaxPooling)	(None, 22, 22, 64)	0
dropout_29 (Dropout)	(None, 22, 22, 64)	0
conv2d_33 (Conv2D)	(None, 20, 20, 128)	73856
conv2d_34 (Conv2D)	(None, 18, 18, 128)	147584
max_pooling2d_17 (MaxPooling)	(None, 9, 9, 128)	0
dropout_30 (Dropout)	(None, 9, 9, 128)	0
conv2d_35 (Conv2D)	(None, 7, 7, 256)	295168
conv2d_36 (Conv2D)	(None, 5, 5, 256)	590080
max_pooling2d_18 (MaxPooling)	(None, 2, 2, 256)	0
dropout_31 (Dropout)	(None, 2, 2, 256)	0
flatten_6 (Flatten)	(None, 1024)	0
dense_22 (Dense)	(None, 1024)	1049600
dropout_32 (Dropout)	(None, 1024)	0
dense_23 (Dense)	(None, 1024)	1049600
dropout_33 (Dropout)	(None, 1024)	0
dense_24 (Dense)	(None, 1024)	1049600
dense_25 (Dense)	(None, 7)	7175

Рис 6. Структурная схема нейросети.

Для обучения нейросети использовался набор данных fer2013. Он содержит в себе 35427 фотографии 7 видов эмоций:

- 0: -4593 изображения-гнев
- 1: -547 изображений-отвращение
- 2: -5121 изображения-страх
- 3: -8989 изображения-радость
- 4: -6077 изображений-грусть
- 5: -4002 изображения-удивление
- 6: -6198 изображений-нейтральное

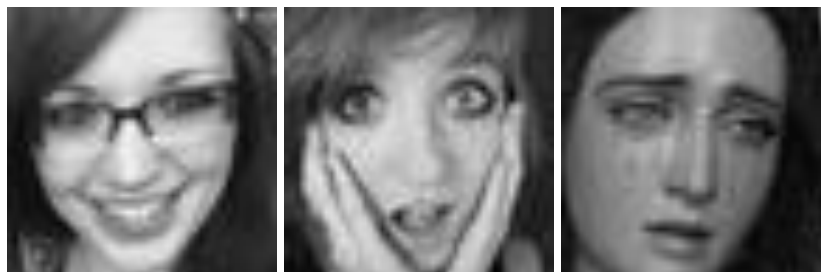


Рис 7. Фото из набора fer2013.

Для создания нейронной сети используется библиотека Keras языка программирования Python.

Таким образом, после исследования разработок в сфере определения человеческих эмоций, определения достоинств и недостатков этих программ была создана модель эмоциональных состояний человека, разработана математическая модель распознавания эмоций по изображению лица. Данная математическая модель распознаёт эмоции, если используется фронтальная или с отклонением до 30 градусов фотография лица и оно ничем не скрыто. Полученная модель имеет точность распознавания эмоций 59%.

### *Литература*

1. About facereader [Electronic resource] / Noldus Information Technology– Netherlands, 2016. – Mode of access: <https://www.noldus.com/facereader/measure-your-emotions>. – Date of access: 20.05.2019.
2. Documentation facereader [Electronic resource] / Noldus Information Technology – Netherlands, 2017. – Mode of access: <https://facereader-online.com/case-studies>. – Date of access: 20.05.2019.
3. Как технологии распознают наши эмоции и почему это так перспективно [Электронный ресурс] / Neurodata Lab – Россия, 2017. – Режим доступа: <https://rb.ru/opinion/tehnologii-i-emptsii/>. – Дата доступа: 20.05.2019.
4. Эмоциональное состояние: виды и особенности переживаний человека [Электронный ресурс] – Россия, 2017. – Режим доступа: <https://classicalhypnosis.ru/statio-gipnoze/emotsionalnoe-sostoyanie.html>. – Дата доступа: 20.05.2019.
5. About iMotions [Electronic resource] / iMotions – UNITED STATES, 2016. – Mode of access: <https://imotions.com/facial-expressions/>. – Date of access: 20.05.2019.
6. Базовые эмоции: теоретические подходы и критерии выделения. Критика идеи базовых эмоций с позиций социального конструктивизма [Электронный ресурс] – Россия, 2015. – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/4346427/>. – Дата доступа: 20.05.2019.
7. Общая психология: учебник / Л.А. Вайнштейн, В.А. Поликарпов, И.А. Фурманов. - Минск: Соврем. Шк. 2009. - 512 с.
8. Emotion Recognition apis That Will Leave You Impressed, and Concerned 2015 [Electronic resource] – USA, 2016. – Mode of access: - <https://nordicapis.com/20-emotion-recognition-apis-that-will-leave-you-impressed-and-concerned/>. – Date of access: 20.05.2019.
9. Deep Learning [Electronic resource] / Affectiva – USA, 2018. – Mode of access: - <https://www.affectiva.com/how/deep-learning-at-affectiva/>. – Date of access: 20.05.2019.
10. Dataset fer2013 [Electronic resource] / Kaggle – USA, 2018. - <https://www.kaggle.com/deadskull7/fer2013>. – Date of access: 20.10.2019.

УДК 004.4

## **НЕЗРЯЧИЕ ЛЮДИ МОГУТ ОРИЕНТИРОВАТЬСЯ ДАЖЕ В МЕТРОПОЛИТЕНЕ**

студент Маскалик С.Д.

*Научный руководитель – Щетько Н.Н.*

Белорусский государственный университет

Минск, Беларусь

Проблема ориентации незрячих людей вовсе не нова. Существуют уже давно сформировавшиеся организации в помощи слепым людям. Да и сами незрячие люди уже более приспособлены в ориентации в пространстве, чем это было раньше. Однако сложностей в ориентации осталось куда больше чем то, что удалось преодолеть.