

## ВЫБОР ИЗОБРАЖЕНИЙ БАЗЫ ДАННЫХ MMI DATABASE С ДВИГАТЕЛЬНЫМИ ЕДИНИЦАМИ, СООТВЕТСТВУЮЩИМИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫМ ЭМОЦИЯМ

А.Ю. Коваленко

arlx@mail.ru

SPIN-код: 2330-2608

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация

---

### Аннотация

Создание системы для определения эмоционального состояния человека по видеоизображению лица является актуальной задачей. При определении эмоционального состояния по изображению лица с использованием двигательных единиц для обучения классификаторов достаточно часто применяют базу данных MMI Database. При детальном знакомстве с MMI Database выявлен ряд проблем, связанных с некорректным аннотированием изображений базы. Рассмотрены основные способы устранения выявленных недостатков. В результате работы сформирована выборка изображений, на которых будут проводиться дальнейшие эксперименты при обучении разрабатываемого классификатора для определения эмоции по детектированным двигательным единицам.

### Ключевые слова

Изображение лица, система кодирования лицевых движений, двигательные единицы, эмоции, база данных MMI, аннотирование

Поступила в редакцию 19.02.2018

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018

---

**Введение.** На современном этапе развития информационных технологий разработка методов автоматического определения эмоционального состояния человека по определенным двигательным единицам является достаточно актуальной: автоматическое распознавание эмоций позволяет решить ряд экономических, социальных и бытовых проблем и, кроме того, играет важную роль в обеспечении безопасности людей. Подобные методы находят широкое применение в медицине при проведении психологической диагностики [1, 2], в маркетинговых исследованиях при определении отношения покупателей к товарам, в качестве канала информации в детекторах лжи и др. Сканер эмоций может найти широкое применение в различных учреждениях для определения взаимосвязи выражения эмоций с личностью человека, изучения психологических основ эмоциональных состояний [3].

Для выделения признаков лица исследователи в основном применяют так называемые двигательные единицы (ДЕ) лица, входящие в систему кодирования лицевых движений (СКЛиД). В задачах оценки эмоционального состояния для обеспечения безопасности основное внимание уделяют детекции отрицательных эмоций (гнев, отвращение, страх, печаль). Указанные отрицательные эмоции наиболее часто сопровождаются двигательными единицами AU04, AU17, AU25, AU26 [3, 4].

Поскольку психологическое значение телесных проявлений нестабильно, наиболее информативным является изменение двигательных единиц, которое особенно явно характеризует состояние личности в конкретной ситуации. Использование СКЛид делает возможным создание системы для определения эмоционального состояния по информации об определенных ДЕ.

Разработка и тестирование подобных систем подразумевает использование баз данных верифицированных изображений с указанными ДЕ и/или эмоциональным состоянием. В качестве такой базы наиболее часто применяют MMI Database. В статье рассмотрена задача отбора изображений базы данных MMI, содержащих ДЕ, соответствующие отрицательным эмоциям [2].

**Анализ существующих баз данных изображений лица.** К аннотированным базам данных изображений лица, используемым для разработки и тестирования алгоритмов детекции ДЕ и классификации эмоционального состояния, относятся базы данных EmotiW, Cohn-Kanade AU, MMI Database, JAFFE Database, Belfast Naturalistic Database [5–9]. Характеристики указанных баз данных представлены в табл. 1.

Для дальнейшей работы была выбрана база данных изображений лица MMI Facial Expression Database.

MMI Database имеет следующие преимущества по сравнению с другими базами данных:

- большее количество видеоданных и изображений;
- приемлемое разрешение;
- соответствие частоты кадров установленным требованиям;
- удобный интерфейс, позволяющий выбрать определенные параметры, которые необходимы для решения поставленной задачи.

Обращение к базе данных MMI осуществляется с помощью web-интерфейса, который состоит из двух основных областей: области для задания условий поиска и окна результатов поиска.

Фильтр включает в себя 12 параметров, которые можно задавать исходя из необходимых требований:

- номер сессии (представляет собой видеофайл или ряд изображений, которым присваивается порядковый номер от 1 до 2 903);
- идентификатор субъекта (в сборе базы данных участвовало 88 человек, каждому из которых присвоен идентификатор от 1 до 88);
- согласие на публикацию данных (4 субъекта не подтвердили согласие на публикацию данных, поэтому в дальнейших исследованиях их изображения и видеоданные не используются);
- пол (мужской/женский);
- наличие усов или бороды;
- наличие очков;
- тип материала (видеофайл или изображение);
- наличие двигательных единиц на протяжении всего видеоряда;
- аннотация сессии путем указания интенсивности проявления эмоций;
- наличие определенной двигательной единицы;
- наличие определенной базовой эмоции.

Таблица 1

## Характеристики баз данных

Свойства изображения	Базы данных				
	EmotiW	Cohn-Kanade AU	MMI Database	(JAFPE) Database	Belfast Naturalistic Database
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Суммарное количество субъектов	Нет данных	100	75	10	125
Количество изображений / видео	961	486	2 900	213	Более 250
Вид (статическое изображение / видео)	Только видео	Только видео	Изображения и видео	Изображения	Видео
Цветность (полутоновое/цветное)	Цветное	Полутоновое, глубина кодирования 8 бит	Цветное	Полутоновое, глубина кодирования 8 бит	Цветное
Разрешение	Нет данных	640 × 480	720 × 576	256 × 256	Нет данных
Ориентация лица	Различные варианты ориентации лица	Только изображение анфас	Изображение анфас или двойной вид (анфас и изображение в профиль)	Изображение анфас	Различные варианты ориентации лица
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Выражения лица	6 базовых эмоций	23 выражения лица	79 выражений лица	6 базовых эмоций	Широкий спектр выражений
Описание выражений лиц	Клипы из фильмов и пр.	Постановочная мимика	Постановочная мимика	Постановочная мимика	Постановочная мимика, спонтанные выражения лица
Частота кадров	Нет данных	12 кадров в секунду	24 кадра в секунду	Нет данных	Нет данных
Базовые данные	Метка выражения лица для каждого видео	Метки двигательных единиц на последнем кадре	Метки двигательных единиц	Метки идентификации объектов	Идентификация объектов, эмоциональные дескрипторы каждой последовательности



Рис. 1. Web-интерфейс фильтра поиска

Web-интерфейс, реализующий фильтр поиска, представлен на рис. 1.

После ввода значений параметров в окне результатов выводятся все сессии, удовлетворяющие указанным значениям. Сессия может быть загружена для дальнейшей работы. Окно результатов поиска представлено на рис. 2.

**Работа с MMI Database и двигательными единицами.** Основное внимание уделяется детекции отрицательных эмоций (гнев, отвращение, страх, печаль), поскольку использование данной технологии лежит в сфере обеспечения безопасности. Анализ частоты встречаемости двигательных единиц при различных эмоциях представлен в табл. 2. Рассмотренные отрицательные эмоции наиболее часто

сопровождаются двигательными единицами AU04, AU17, AU25, AU26. В табл. 2 число 1 обозначает наличие двигательной единицы при положительной эмоции, число -1 — при отрицательной эмоции. В последних двух строках подсчитано, сколько раз двигательная единица принимала участие в проявлении положительной или отрицательной эмоции.

Session Id	Subject id	Consent	Gender	Modality	FACS	OAO FACS	Action Units
1	1	Yes	Female	Video	Yes	Yes	45 5
2	1	Yes	Female	Video	Yes	Yes	10 25
3	1	Yes	Female	Video	Yes	Yes	10 11 25
4	1	Yes	Female	Video	Yes	Yes	10 11 17 18 25 38
5	1	Yes	Female	Video	Yes	No	10 11 25 38

Рис. 2. Окно результатов поиска

Таким образом, двигательные единицы AU04, AU17, AU25 и AU26 участвуют в проявлении отрицательных эмоций чаще всего, а именно 3 раза.

Таблица 2

Эмоция	Двигательные единицы														
	AU1	AU2	AU3	AU4	AU5	AU6	AU7	AU8	AU9	AU10	AU11	AU12	AU13	AU14	AU15
Anger (гнев)				-1	-1		-1			-1					
Disgust (отвращение)									-1	-1					-1
Fear (страх)	-1	-1		-1	-1										
Happiness (счастье)						1						1			
Sadness (печаль)	-1			-1		-1					-1				-1
Surprise (удивление)	1	1			1										
Положительные	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Отрицательные	2	1	0	3	2	1	1	0	1	2	1	0	0	0	2
Anger (гнев)		-1						-1	-1	-1	-1				
Disgust (отвращение)	-1	-1								-1	-1				
Fear (страх)					-1					-1	-1	-1			
Happiness (счастье)															
Sadness (печаль)		-1													
Surprise (удивление)											1	1			
Положительные	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Отрицательные	1	3	0	0	1	0	0	1	1	3	3	1	0	0	0

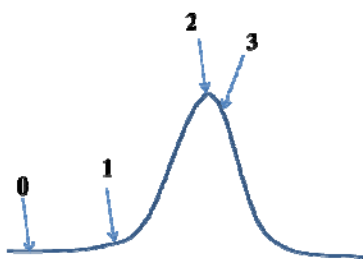


Рис. 3. График интенсивности эмоции с соответствующими значениями маркеров

При детальном знакомстве с MMI Database был выявлен ряд проблем, связанных с некорректным аннотированием изображений базы.

Каждый видеофайл сопровождается документом, содержащим информацию о номере кадра, начиная с которого установлен маркер соответствующего вида (0, 1, 2, 3 — см. рис. 3). Расшифровка значений маркеров приведена в табл. 3 и на рис. 3.

Таблица 3

**Расшифровка маркеров при проявлении эмоций**

Маркер	Значение маркера
0	Отсутствие проявления эмоции
1	Начало эмоции
2	Пик эмоции
3	Переход эмоции в стадию затухания

```

<Metatag Value="7" Name="Emotion"/>
<Metatag Value="MMI Database" Name="Aucoder"/>
- <ActionUnit Number="2">
  <Marker Type="0" Frame="1"/>
  <Marker Type="1" Frame="6"/>
  <Marker Type="2" Frame="10"/>
  <Marker Type="3" Frame="41"/>
  <Marker Type="0" Frame="46"/>
</ActionUnit>
- <ActionUnit Number="5">
  <Marker Type="0" Frame="1"/>
  <Marker Type="1" Frame="2"/>
  <Marker Type="2" Frame="22"/>
  <Marker Type="3" Frame="41"/>
  <Marker Type="1" Frame="45"/>
  <Marker Type="3" Frame="48"/>
  <Marker Type="0" Frame="53"/>
</ActionUnit>
- <ActionUnit Number="25">
  <Marker Type="0" Frame="1"/>
  <Marker Type="1" Frame="2"/>
  <Marker Type="2" Frame="12"/>
  <Marker Type="3" Frame="41"/>
</ActionUnit>
- <ActionUnit Number="26">
  <Marker Type="0" Frame="1"/>
  <Marker Type="1" Frame="5"/>
  <Marker Type="2" Frame="12"/>
  <Marker Type="3" Frame="41"/>
  <Marker Type="0" Frame="54"/>
</ActionUnit>
- <ActionUnit Number="27">
  <Marker Type="0" Frame="1"/>
  <Marker Type="1" Frame="2"/>
  <Marker Type="2" Frame="14"/>
  <Marker Type="3" Frame="40"/>
  <Marker Type="0" Frame="63"/>
</ActionUnit>
- <ActionUnit Number="45">
  <Marker Type="0" Frame="1"/>
  <Marker Type="1" Frame="45"/>
  <Marker Type="2" Frame="47"/>
  <Marker Type="3" Frame="48"/>
  <Marker Type="0" Frame="61"/>
</ActionUnit>
</ActionUnitCoding>
    
```

Рис. 4. Файл аннотации для сессии № 1 864

При сборе базы кадров был использована программа VirtualDub — свободно распространяемое программное обеспечение для захвата, монтажа и редактирования видеопотока для платформы Windows [10]. В отличие от многих других редакторов, в программе VirtualDub пользователь имеет полный контроль над режимом работы. Кроме того, VirtualDub имеет достаточно высокую скорость работы. Каждый файл аннотации проходил проверку на корректность и при выявлении несоответствий подвергался исправлению.

Рассмотрим пример устранения неточности с аннотированием ДЕ 25 (губы разведены) сессии № 1 864. Аннотация к данному видеофайлу представлена на рис. 4.

В данном случае маркер 0 установлен на кадре 1, маркер 1 — на кадре 2, маркер 2 — на кадре 12, маркер 3 — на кадре 41.

Область интереса лежит в пределах маркеров 1–3, поскольку именно в них находятся изображения с информативными признаками, которые необходимы для последующего анализа и обучения классификаторов, а следовательно, кадры с маркером 0 в отобранную выборку кадров включены не будут.

Проявление 25 ДЕ по аннотации начинается со второго кадра. Однако при анализе обнаружено, что губы разогнулись только на кадре 6, следовательно, необходимо присвоить ему маркер 1. Также необходимо внимательно отследить положение маркера 3, поскольку все кадры, где отсутствуют проявления эмоций, не должны попасть в формируемую базу изображений. Мероприятия по проверке позволят создать качественный материал, при котором ошибка неправильного определения ДЕ будет минимизирована.

Пример исправления некорректного аннотирования изображений представлен на рис. 5.

Итоговое число полученных изображений представлено в табл. 4.

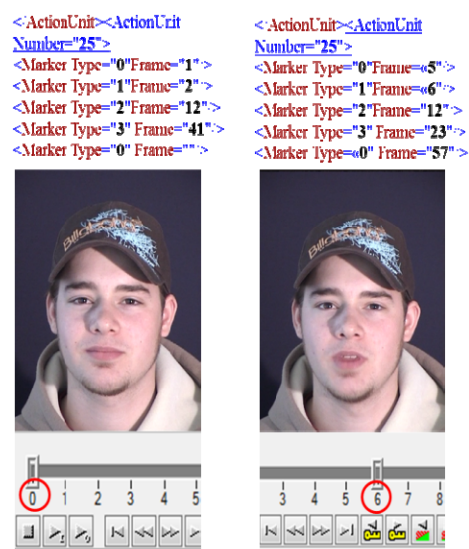


Рис. 5. Пример некорректного аннотирования изображений базы MMI и вариант его исправления

Таблица 4

Число изображений, соответствующих различным двигательным единицам

Номер ДЕ	Идентификатор сессии (ID)	Количество изображений (кадров)
4	1831	108
	1859	42
	1874	58
	1931	58
	1973	97
17	1964	67
25	1864	52
	1865	53
	1973	5
26	1864	51
	1865	52
	1973	8
<i>Итого</i>		651

Таким образом, при детальном знакомстве с базой MMI Database был установлен и устранен ряд проблем, связанных с некорректным аннотированием изображений базы. Собран 651 кадр, на которых будут проводиться дальнейшие эксперименты при обучении разрабатываемого классификатора для определения эмоции по детектированным ДЕ.

---

## Литература

- [1] Заболева-Зотова А.В. Развитие системы автоматизированного определения эмоций и возможные сферы применения. *Открытое образование*, 2011, № 2, с. 59–62.
- [2] Friesen W., Ekman P. EMFACS–7: emotional facial action coding system. Unpublished manual, University of California, California, 1983, pp. 1–2.
- [3] Бойко А.А., Пилипенко М.Н., Спиридонов И.Н. Определение двигательных единиц по видеоизображению процесса психологического тестирования по методике Р.Б. Кеттела. *Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии. XII Международной научной конференции*. Владимир, ВлГУ, 2016, с. 42–46.
- [4] Пилипенко М.Н., Латышева Е.Ю., Бойко А.А., Спиридонов И.Н. Исследование алгоритмов автоматического обнаружения двигательных единиц по изображению лица. *Биотехносфера*, 2016, № 6(48), с. 8–12.
- [5] Facial expressions in the wild. URL: <https://cs.anu.edu.au/few/> (дата обращения 28.11.2017).
- [6] Cohn-Kanade AU-coded expression database. URL: <http://www.pitt.edu/~emotion/cksread.htm> (дата обращения 28.11.2017).
- [7] MMI facial expression database. URL: <http://mmifacedb.eu/> (дата обращения 28.11.2017).
- [8] The Japanese female facial expression image database. URL: <http://www.kasrl.org/jaffe.html> (дата обращения 28.11.2017).
- [9] Idiap Research Institute. URL: <http://www.idiap.ch/> (дата обращения 28.11.2017).
- [10] Virtualdub. URL: <http://www.virtualdub.org/> (дата обращения 28.11.2017).

**Коваленко Алексей Юрьевич** — магистрант кафедры «Биомедицинские технические системы», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

**Научный руководитель** — Бойко Андрей Алексеевич, ассистент кафедры «Биомедицинские технические системы», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.



## SELECTING THE MMI DATABASE IMAGES WITH THE MOTOR UNITS CORRESPONDING TO BAD EMOTIONS

A.Yu. Kovalenko

arlx@mail.ru

SPIN-code: 2330-2608

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

---

### Abstract

*Developing a system for defining the emotional state of a person by the video image of the face is a vital task. MMI Database is frequently used to identify the emotional state by the face video image using the motor units for teaching the classifiers. During further detailed analysis of MMI Database we found out a number of problems referring to the incorrect database image annotation. The article considers the main ways of eliminating the identified shortcomings. As a result of the work we have formed the selection of the images that will be further used for the experiments when teaching the developed classifier to identify the emotion by means of the detected motor units.*

### Keywords

*Image of the face, Facial Action Coding System, motor units, emotions, MMI Database, annotation*

© Bauman Moscow State Technical University, 2018

---

### References

- [1] Zaboleeva-Zotova A.V. Emotional facial action coding system development and possible areas of its application. *Otkrytoe obrazovanie* [Open Education], 2011, no. 2, pp. 59–62.
- [2] Friesen W., Ekman P. EMFACS–7: emotional facial action coding system. Unpublished manual, University of California, California, 1983, pp. 1–2.
- [3] Boyko A.A., Pilipenko M.N., Spiridonov I.N. Opredelenie dvigatel'nykh edinit po video-obrazheniyu protsessa psikhologicheskogo testirovaniya po metodike R.B. Kettela [Action units detection using video of psychological testing according to R.B. Cattell]. *Fizika i radioelektronika v meditsine i ekologii. XII Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii* [Physics and radioelectronics in medicine and ecology. XII Int. Sci. Conf.]. Vladimir, VISU publ., 2016, pp. 42–46.
- [4] Pilipenko M.N., Latysheva E.Yu., Boyko A.A., Spiridonov I.N. Research of algorithms for action units' automatic detection using facial image. *Biotekhnosfera*, 2016, no. 6(48), pp. 8–12.
- [5] Facial expressions in the wild. Available at: <https://cs.anu.edu.au/few/> (accessed 28 November 2017).
- [6] Cohn-Kanade AU-coded expression database. Available at: <http://www.pitt.edu/~emotion/ckspread.htm> (accessed 28 November 2017).
- [7] MMI facial expression database. Available at: <http://mmifacedb.eu/> (accessed 28 November 2017).
- [8] The Japanese female facial expression image database. Available at: <http://www.kasrl.org/jaffe.html> (accessed 28 November 2017).
- [9] Idiap Research Institute. Available at: <http://www.idiap.ch/> (accessed 28 November 2017).
- [10] Virtualdub. Available at: <http://www.virtualdub.org/> (accessed 28 November 2017).

**Kovalenko A.Yu.** — Master's Degree Student, Department of Biomedical Engineering Systems, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

**Scientific advisor** — Boyko A.A., Assist. Professor, Department of Biomedical Engineering Systems, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.