

ОБЗОР МЕТОДОВ КЛАССИФИКАЦИИ ЭМОЦИЙ ЧЕЛОВЕКА ДЛЯ ЗАДАЧ РАСПОЗНАВАНИЯ ЭМОЦИЙ

Е.Г. Русанова

rlena2554@gmail.com

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

Аннотация

Важным элементом социального взаимодействия является способность человека определять, какие эмоции испытывают другие люди. В работе проведен обзор существующих классификаций эмоций человека, рассмотрены их основные различия и особенности, выполнен литературный обзор подходов, объясняющих, что такое эмоция человека и чем они вызваны, рассмотрены ведущие на данный момент программы для распознавания эмоций по лицу человека и реализован их сравнительный анализ. Сделаны выводы о необходимости рассматривать не только базовые эмоции человека, но и такие аффекты, как интерес, боль, скука, разочарование и др. При увеличении числа категорий распознаваемых эмоций автоматизированные методы смогут преодолеть их нынешнее ограничение, связанное с классификацией небольшого набора меток эмоций, которых недостаточно для описания сложного, иногда экспрессивного поведения человека.

Ключевые слова

Эмоции, классификация эмоций, распознавание эмоций, спонтанные эмоции, статические эмоции, автоматические классификаторы, компьютерное зрение, интеллектуальные системы, машинное обучение

Поступила в редакцию 15.07.2022

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022

Введение. В последние годы быстрое развитие машинного обучения позволило наделять машины и компьютеры способностью понимать, распознавать и анализировать эмоции. Поэтому в наше время все большую популярность обретают коммерческие программы распознавания эмоций по лицу человека. Хотя в данный момент существует множество методов распознавания, мало что известно об их эффективности. Перед разработчиком таких программ стоит непростая задача разобраться в современных тенденциях психологии, выяснить, какие виды классификаций эмоций человека существуют, определить плюсы и минусы каждой и выбрать оптимальную.

В наше время множество усилий направлено на создание компьютерных систем, которые могут обнаруживать, классифицировать и интерпретировать эмоциональные состояния человека. Это включает в себя способность распознавать эмоциональные сигналы, которые можно считывать с лица человека по видеозаписям, а также в реальном времени с камеры видеонаблюдения. Благодаря заметному прогрессу в области компьютерного зрения и машинного обу-

чения на сегодняшний день разработаны конкурирующие вычислительные подходы, сосредоточенные на анализе мимики человека.

С точки зрения затрат времени и рабочей силы автоматическое распознавание эмоций по лицу имеет значительные преимущества по сравнению с анализом, проводимым человеком. Предполагается, что автоматическое распознавание эмоций даст начало многочисленным приложениям в столь разных областях, как безопасность, медицина, образование, телекоммуникации, автомобилестроение и маркетинг. В то время как компьютерное моделирование эмоциональных выражений представляет собой узкий, хотя и все более распространенный подход, конечной целью исследований является создание человеко-компьютерных интерфейсов, которые не только обнаруживают эмоциональные сигналы пользователя, но и реагируют на них. Для реализации этой цели компьютерные алгоритмы обычно следуют трем этапам классификации эмоций и поведения человека:

- 1) идентифицируют и отслеживают одно или несколько лиц в видеопотоке на основе внешних особенностей;
- 2) обнаруживают черты лица и оценивают их изменения с течением времени;
- 3) классифицируют конфигурацию ориентиров в соответствии с определенными метками, категориями или измерениями.

Важной частью исследований служит выбор метода, согласно которому будет делаться вывод об эмоциональном состоянии человека. Трудность выбора заключается в том, что не существует единого подхода классификаций эмоций, ведь их развитие имеет очень долгую историю: классифицировать эмоции начали еще в древней Греции, а новые теории появляются и в настоящее время. В данной статье представлены основные и самые популярные на данный момент методы классификаций эмоций, пригодные для их дальнейшего использования в программах распознавания.

Основные понятия. Эмоцию принято понимать либо как состояние, либо как процесс. Если понимать ее как состояние (например, страх и радость), то эмоция — это тип психического состояния, которое взаимодействует с другими такими же состояниями и вызывает определенное поведение. Если же понимать эмоцию как процесс, то можно выделить в ней два временных интервала. Первый промежуток времени — это интервал между восприятием стимула и срабатыванием тела. Второй промежуток времени — это реакция самого организма, например, изменение частоты сердечных сокращений, выражения лица или положения тела. Данного описания достаточно для того, чтобы начать анализ эмоций, однако оно не учитывает некоторые аспекты процесса, такие как субъективное осознание эмоций и поведение, которое, в свою очередь, является частью эмоциональной реакции (например, удар или бегство).

Первая часть процесса обычно представляет собой оценку поступившего стимула. Отсюда можно сделать вывод, что возникновение эмоций зависит от

того, как человек «понимает» этот самый стимул. Два разных человека могут реагировать на события совершенно по-разному, например, для одного переезд в другой город вызывает радость, для другого — грусть, все зависит от того, как человек оценивает это событие. Из-за наличия оценочного суждения можно сделать вывод, что эмоция не является просто прямой реакцией на стимул. Таким образом, эмоция отличается от рефлексов, таких как испуг или моргание, которые, в свою очередь, служат прямыми реакциями на стимулы определенного вида.

Отметим, что эмоции и настроение — не одно и то же. Эмоция, как было сказано выше, — это реакция на определенный стимул, который может быть и внешним, и внутренним (в роли внутреннего стимула могут выступать воспоминания или убеждения). Также известно, что эмоции обладают конкретным содержанием, они имеют отношение к чему-то, чаще всего к стимулу, который их вызвал. Настроение, как правило, не связано ни с чем, и иногда кажется, что оно не вызвано каким-то конкретным событием (стимулом). Эмоции имеют короткую продолжительность — порядка нескольких секунд или минут, тогда как определенное настроение длится куда дольше. Большинство теории поддерживают эти особенности эмоций.

Классификации эмоций. Развитие теории эмоций имеет долгую историю. Классифицировать их начали еще в древней Греции. Философ Аристотель выделял 11 эмоций: гнев, успокоение, любовь, ненависть, страх, стыд, благодарность, сострадание, зависть, возмущение, соревновательность. А представители стоицизма считали, что эмоции можно разделить на четыре страсти: печаль и страх, желание и радость. Времена шли, и по мере развития теории эмоций менялись, как и их классификации. Рассмотрим самые известные из них.

Классификация эмоций по П. Экману. Для начала рассмотрим классификацию эмоций по Полу Экману [1]. Американский психолог провел эксперимент, в котором показывал изображения лиц, выражающих различные эмоции, группе людей, живущих в разных странах и имеющих разную культуру и ценности. Так, люди, проживающие в Северной и Южной Америке, Японии, и даже представители народности форэ, проживающие в горах Папуа — Новой Гвинеи, идентифицировали эмоции одинаково. Также Экман проводил эксперименты, в которых жителям разных стран были показаны фильмы. Результатом этих экспериментов был вывод о том, что люди разных культур и национальностей выражают схожие эмоции, используя одинаковую мимику. На основе своих исследований Экман сделал вывод, что люди разных культур выражают эмоции одинаково, и предположил, что в основе подобной универсальности лежат эволюция, общие процессы развития или врожденные механизмы мозга.

Базовые эмоции, по мнению Экмана, появляются благодаря нейронным программам, с рождения заложенным в человеке. В свою очередь, комплексные социальные структуры и явления образуются на их основе. Базовыми эмоция-

ми, по Полу Экману, являются: радость, удивление, печаль, гнев, отвращение, презрение, страх.

Классификация эмоций по Э. Израду. Кэррол Эллис Изард, американский психолог, один из создателей теории дифференциальных эмоций, выделяет одиннадцать базовых, таких как: радость, печаль, гнев, отвращение, удивление, страдание (горе), волнение (интерес), презрение, смущение, стыд, вина. Каждая из эмоций проявляется уникальной комбинацией мышц лица человека, иными словами, определенной мимикой. Такая эмоция влечет за собой осознанное человеком переживание. Благодаря базовым эмоциям человек адаптируется к новой среде. Остальные виды эмоций являются составными или же производными.

Классификация эмоций по Б.И. Додонову. Далее рассмотрим классификацию эмоций по Борису Игнатьевичу Додонову, советскому психологу, который являлся специалистом в области психологии эмоций. Согласно его теории, эмоции для человека являются самой целью. Человек стремится к эмоциональному насыщению. Для каждого человека в зависимости от его воспитания, окружения и социума необходимы свои переживания, и именно в эти переживания являются для человека ценностью. Б.И. Додонов описал типы ценных эмоций: альтруистические, коммуникативные, глорические, практические, пугнические, романтические, гностические, эстетические, гедонистические, акизитивные [3].

Стремление человека к тем или иным эмоциональным ценностям способствует его социальному и профессиональному направлению, определяет его как личность.

Несмотря на разработанную Додоновым классификацию, отметим, что сам он убежден в невозможности создания универсальной классификации эмоций и уверен в том, что для конкретных задач требуются свои метод классификации.

Классификация эмоций по А.Н. Леонтьеву. Советский психолог, педагог и философ Алексей Николаевич Леонтьев в своих работах выделял группы эмоций по источнику их происхождения. Это эмоции, возникающие:

- когда человек испытывает презрение;
- при взаимоотношениях между людьми;
- когда личные потребности человека удовлетворены или, напротив, не удовлетворены;
- когда человек оценивает себя или окружающих людей согласно своим стандартам, убеждениям и ценностям;
- когда человек оценивает себя или окружающих людей согласно общественным нормам морали и поведения.

Леонтьев считал главной особенностью эмоций их способность отражать отношения между потребностями человека и его возможностями к успешной реализации деятельности, приводящей к их осуществлению. Психолог выделял три основных эмоциональных состояния: аффекты, эмоции и настроения [4].

Аффекты представляют собой кратковременные, сильные эмоциональные переживания, которые выражаются двигательными и висцеральными проявлениями, могут изменяться под влиянием воспитания и самовоспитания. Они могут вызываться факторами, которые затрагивают биологические потребности человека, его инстинкты. Особенностью аффектов является то, что они возникают в ответ на уже возникшую ситуацию и, можно сказать, являются как бы сдвинутыми к концу события; именно поэтому их регулирующая функция состоит в образовании специфического опыта — аффективных следов, определяющих избирательность последующего поведения по отношению к ситуациям и их элементам, которые прежде вызывали аффект. Также отметим, что при регулярном повторении ситуации, вызывающей отрицательный аффект, может произойти «аккумуляция аффекта», которая проявляется в бурном неуправляемом аффективном поведении — «аффективном взрыве».

Эмоции представляют собой более длительное состояние, которое редко проявляется во внешнем поведении. Они выражают оценочное отношение к сложившимся обстоятельствам, имеют выражено ситуационный характер. Эмоции способны предугадывать ситуацию, давать оценку еще не произошедшим событиям на основе предыдущего эмоционального опыта. Одной из важных особенностей эмоций является их способность к коммуникации и обобщению, именно поэтому эмоциональный опыт человека намного шире и может формироваться не только на основе индивидуальных переживаний, но и в результате эмоциональных сопереживаний людям, эмоциональной эмпатии к картинам, фильмам и другим элементам искусства. Собственно, эмоции находятся в ином отношении к личности и сознанию, чем аффекты. Первые воспринимаются субъектом как состояния личного «я», вторые — как состояния «во мне».

Чувства имеют отчетливый предметный характер и являются более условными и менее общепринятыми. Их редко выделяют как особый подкласс эмоциональных процессов. Основанием для выделения служит их отчетливо выраженный предметный характер. Основная особенность чувств состоит в том, что они образуют так называемый ряд уровней. Первый уровень — это чувства к конкретному объекту, а последний — высшие социальные чувства, относящиеся к социальным идеалам и ценностям. Эти различные уровни связаны и с разными по своей форме обобщениями объекта чувств: образами или понятиями, образующими содержание нравственного сознания человека. Главную роль в развитии и формировании высших человеческих чувств имеют социальные институты, в частности социальная символика.

Леонтьев в своей теории считал, что такая классификация говорит о том, что эмоции человека способны выполнять функцию своеобразных внутренних сигналов, при этом не выступая в роли психического отражения окружающей человека предметной действительности.

Классификация эмоций по С.Л. Рубинштейну. Советский психолог Сергей Леонидович Рубинштейн в своей теории утверждал, что во всем многообразии проявления человеческих эмоций можно выделить три основных уровня [5].

Первый уровень является самым низким, сюда входят физические удовольствия и неудовольствия, связанные с органическими потребностями. Подобные чувствования носят в какой-то мере специализированный местный характер, являются эмоциональной окраской или тоном отдельного процесса. Также они могут выражать общее органическое самочувствие индивида. Примером может служить чувство необоснованной тоски, радости или тревоги. Подобные чувства у человека могут вызывать предметы или события, но при этом сами чувства не направлены на это событие или предмет.

Следующий уровень — предметные чувства, соответствующие предметному действию и предметному восприятию. Тут в отличие от беспричинной тревоги мы испытываем определенные чувства, например, страх по отношению к определенным предметам. На первом уровне чувства отражали состояние организма независимо от внешних факторов, на втором уровне чувство является осознанным и выражает отношение человека к миру.

Последним, третьим уровнем, являются обобщенные чувства: чувство возвышенного, чувство юмора, иронии, трагического и т. д. Такие чувства имеют устойчивый характер, который заложен в мировоззренческих установках личности, а также, но более редко, как частные состояния, связанные с определенным случаем.

Таким образом, Рубинштейн говорит о том, что в развитии эмоций можно наметить три ступени:

- 1) элементарные чувствования;
- 2) разнообразные предметные чувства;
- 3) обобщенные мировоззренческие чувства.

Отметим, что в своих исследованиях Рубинштейн отделяет понятия настроения, аффекта и страсти, но отмечает, что они являются родственными вышеперечисленной классификации.

Классификация эмоций по В. Вундту. Немецкий врач, физиолог и психолог Вильгельм Вундт [6], интересовавшийся в первую очередь структурой чувственного опыта, обратил внимание и на проблему структуры эмоционального опыта. Он утверждал, что любое эмоциональное переживание можно разложить на три измерения:

- 1) удовольствие — неудовольствие;
- 2) напряжение — расслабление;
- 3) возбуждение — успокоение.

Согласно теории Вундта, многообразие человеческих переживаний и эмоций можно описать с помощью, предложенной им, системы координат (рис. 1).

Благодаря этой системе можно определить знак эмоции, оценить степень вызываемого ею возбуждения и напряжения. Однако в такой системе координат отсутствует длительность эмоциональной реакции, которая является очень важной характеристикой.

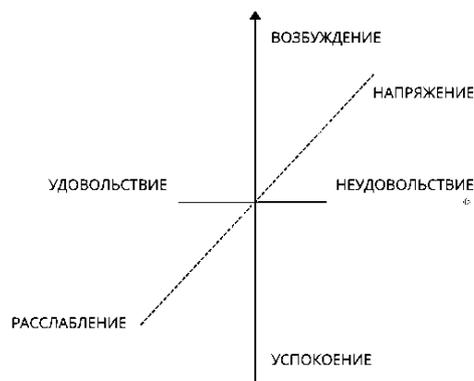


Рис. 1. Три измерения эмоциональных состояний и процессов по В. Вундту

Существенным моментом в понимании эмоций, по Вильгельму Вундту, выступает влияние чувств на течение представлений и влияние представлений на чувства. В свою очередь, телесные реакции вторичны — это лишь следствия эмоций. Вундт связывал целесообразность этих психических процессов с «внутренней духовной силой» — апперцепцией, обеспечивающей «высший синтез» прошлого опыта и актуальных впечатлений, переживаний. У Вундта душевная жизнь распадается на относительно самостоятельные элементы: представления, эмоции и апперцепцию как связующую их психическую функцию.

Измерения «возбуждение — успокоение» и «расслабление — напряжение» оказались противоречивыми, но все признали основное различие между приятными и неприятными эмоциональными состояниями. Однако Вундт понял: переживание эмоций — это нечто большее, чем просто вопрос хорошего или плохого самочувствия.

Статистический анализ. Технологии компьютерного зрения и остальных интеллектуальных систем уже многие годы быстрыми темпами внедряются в нашу жизнь. Существует большое количество готовых программ для решения задач детектирования лиц и распознавания эмоций как на фото, так и в видеопотоке. Такие технологии применяются повсеместно не только в качестве развлечений, но и в военной отрасли, в медицине, при контроле транспортных средств и т. д.

Задача распознавания эмоций является ответвлением задачи детектирования лиц. Коммерческие автоматические классификаторы для распознавания эмоций лица в последние годы привлекли к себе большое внимание. Несмотря

на то что сейчас существует несколько вариантов анализа динамических видеоданных, об относительной производительности этих классификаторов известно немного, в частности, когда выражения лица являются спонтанными, а не заданными. Рассмотрим некоторые наиболее популярные системы распознавания эмоций.

В 2020 г. международный научный журнал PLOS One опубликовал исследование [7], в котором было протестировано восемь программ для распознавания эмоций и выполнено сравнение их характеристик с показателями людей, которые выступали в роли наблюдателей. Из двух больших баз данных было отобрано 937 видеороликов, передающих шесть основных эмоций (счастье, печаль, гнев, страх, удивление и отвращение) в статической (BU-4DFE) [8] (рис. 2) и спонтанной (UT-Dallas) [9] форме (рис. 3).



Рис. 2. Пример изображения из базы данных BU-4DFE

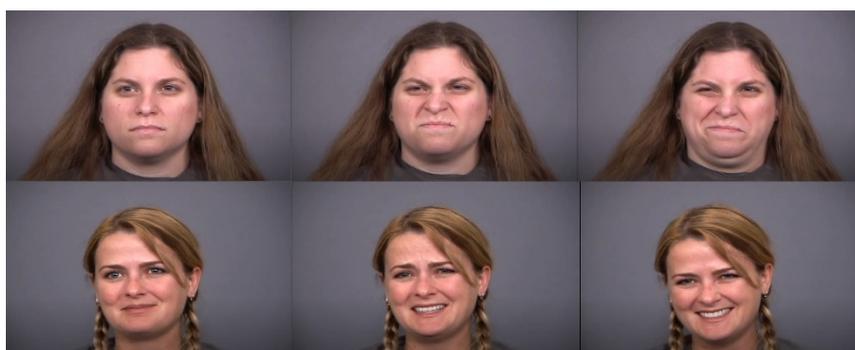


Рис. 3. Пример изображения из базы данных UT-Dallas

Базы BU-4DFE и UT-Dallas — это два набора данных, находящихся в открытом доступе. Эти наборы данных схожи, в них содержатся фронтальные снимки лица высокого качества с хорошо поставленным освещением.

Для дальнейшей работы рассмотрим различия между спонтанными и статическими выражениями эмоций. Они имеют разные временные и внешние признаки, однако технические характеристики, такие как угол, под которым ведется съемка, движение головы или освещение, остаются одинаковыми. Так, анализ только статических выражений лица может дать неточную классификацию. Анализ, основанный только на типовых проявлениях эмоций, будет значительно менее надежным, если необходимо распознать спонтанные эмоции. Данная проблема усугубляется тем, что сейчас повсеместно обучают алгоритмы классификации эмоции на основе статических выражений лиц, которые отличаются высокой интенсивностью проявления эмоций и однородностью.

База данных BU-4DFE содержит видеоматериалы, записанные 78 людьми, среди которых есть женщины и мужчины от 18 до 45 лет. Среди испытуемых встречаются люди разных национальностей. Каждому человеку было дано указание постепенно изображать шесть основных эмоций в определенной последовательности. База данных UT-Dallas значительно больше и состоит из спонтанных выражений эмоций, всего в съемках участвовали 292 человека. Видео записывали студенты мужского и женского пола в возрасте от 18 до 25 лет, среди испытуемых были люди разных национальностей. Каждый испытуемый просмотрел 10-минутное видео, включающее сцены из различных фильмов, далее эмоциональные реакции людей регистрировались и из них собиралась база данных [10].

В рассматриваемом исследовании в роли наблюдателей выступали 10 женщин и 4 мужчин. Участников проинструктировали, что все 937 роликов необходимо посмотреть с перерывами на отдых. Распознавание эмоций оценивали с помощью задания, в котором участнику для каждого видео необходимо было выбрать всего одну из шести представленных эмоций. Также, кроме оценки эмоций, испытуемым было предложено измерить подлинность увиденных эмоций по 7-бальной шкале эмоций, где 1 — неестественная, 7 — подлинная. Результаты показали, что участники чаще оценивали статичные эмоции как более неестественные, а спонтанные, напротив, более искренними.

Автоматическому анализу с помощью рассмотренных выше классификаторов Affectiva, MorphCast, FaceReader были подвергнуты всего 937 видеороликов (см. таблицу). Программа EmoDetect не участвовала в исследовании. Доверительный интервал для экспериментальной точности составил 95 %.

Результат экспериментов показал, что люди имеют преимущество в распознавании эмоций перед автоматической классификацией (72,48 %). Среди всех современных классификаторов наблюдается значительный разброс в точности распознавания — от 48 до 62 %. Последующий анализ показал, что точность наилучших из представленных классификаторов для статических выражений лица примерно соответствует результатам людей-наблюдателей, однако при

спонтанном выражении эмоций точность распознавания значительно падает и наблюдается большая разница между точностью программного распознавания и распознавания людьми. Такой результат свидетельствует о недостатках существующих классификаторов и подчеркивает необходимость создания больших баз данных со спонтанными выражениями лица, которые могут служить в качестве обучающей базы данных и для последующего тестирования обученных программных классификаторов.

Сравнительный анализ точности современных программ распознавания эмоций

Программа	Точность, заявленная разработчиком (в идеальных условиях), %	Экспериментальная точность, %
EmoDetect	80–85	—
FaceReader	95	57,31
MorphCast	97	48,56
iMotions	97	50,48

Заключение. В работе были рассмотрены основные методы классификации эмоций человека. В ходе исследования выяснилось, что самой распространенной классификацией эмоций на данный момент, используемой в большинстве программ для распознавания, является разделение эмоций на шесть базовых, таких как: счастье, печаль, гнев, страх, удивление и отвращение. Отметим, что такое разделение не всегда отражает реальную картину эмоций человека. Как правило, эмоциональное поведение людей в естественной среде включает в себя широкий спектр аффективных проявлений, которые охватывают множество эмоциональных состояний. Также нельзя однозначно предполагать, что между переживаниями и выражением эмоций на лице существует однозначное соответствие. Выражения лица охватывают большой диапазон психологических явлений; чтобы учесть это, необходимо рассматривать не только базовые эмоции. Расширяя число категорий эмоций, автоматизированные методы могут преодолеть их нынешнее ограничение, связанное с классификацией небольшого набора меток эмоций, которых недостаточно для описания нетривиального поведения человека.

Литература

- [1] Ekman P. An argument for basic emotions. *Cogn. Emot.*, 1992, vol. 6, no. 3/4, pp. 169–200. DOI: <https://doi.org/10.1080/02699939208411068>
- [2] Изард К.Э. Психология эмоций. СПб., Питер, 2008.
- [3] Додонов Б.И. Эмоция как ценность. М., Политиздат, 1978.
- [4] Леонтьев А.Н. Лекции по общей психологии. М., Академия, 2010.
- [5] Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии. СПб., Питер, 1999.

- [6] Вундт В. Очерк психологии. М., Терра, 2015.
- [7] Dupre D., Krumhuber E.G., Küster D. et al. A performance comparison of eight commercially available automatic classifiers for facial affect recognition. *PLoS ONE*, 2020, vol. 15, no. 4, art. e0231968. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231968>
- [8] Yin L., Chen X., Sun Y. et al. A high-resolution 3D dynamic facial expression database. Proceedings of the international conference on automatic face and gesture recognition. 8th *IEEE Int. Conf. on Automatic Face & Gesture Recognition*, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1109/AFGR.2008.4813324>
- [9] O'Toole A.J., Harms J., Snow S.L. et al. A video database of moving faces and people. *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, 2005, vol. 27, no. 5, pp. 812–816. DOI: <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2005.90>
- [10] Krumhuber E.G., Skora L., Küster D. et al. A review of dynamic datasets for facial expression research. *Emot. Rev.*, 2017, vol. 9, no. 3, pp. 280–292. DOI: <https://doi.org/10.1177/1754073916670022>

Русанова Елена Геннадьевна — студентка кафедры «Информационные системы и телекоммуникации», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

Научный руководитель — Локтев Даниил Алексеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные системы и телекоммуникации», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Русанова Е.Г. Обзор методов классификации эмоций человека для задач распознавания эмоций. *Политехнический молодежный журнал*, 2022, № 08(73).

<http://dx.doi.org/10.18698/2541-8009-2022-08-821>

REVIEW OF METHODS FOR CLASSIFYING HUMAN EMOTIONS FOR EMOTION RECOGNITION PURPOSES

E.G. Rusanova

rlena2554@gmail.com

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

Abstract

An important element of social interaction is a person's ability to determine what emotions other people are experiencing. In this paper a review of existing classifications of human emotions was carried out and their main differences and peculiarities were considered. A literature review of approaches explaining what human emotions are and the reasons for them was performed, the leading at the moment programs for recognizing emotions from a human face were considered and their comparative analysis was implemented. Conclusions are made about the need to consider not only the basic human emotions, but also affects such as interest, pain, boredom, frustration, etc. With an increase in the number of recognizable emotion categories, automated methods can overcome their current limitation of classifying a small set of emotion labels, which are insufficient to describe complex, sometimes expressive human behavior.

Keywords

Emotions, emotion classification, emotion recognition, spontaneous emotions, static emotions, automatic classifiers, computer vision, intelligent systems, machine learning

Received 15.07.2022

© Bauman Moscow State Technical University, 2022

References

- [1] Ekman P. An argument for basic emotions. *Cogn. Emot.*, 1992, vol. 6, no. 3/4, pp. 169–200. DOI: <https://doi.org/10.1080/02699939208411068>
- [2] Izard C.E. The psychology of emotions. Plenum Press, 1991. (Russ. ed.: *Psikhologiya emotsiy*. Sankt-Petersburg, Piter Publ., 2008.)
- [3] Dodonov B.I. *Emotsiya kak tsennost* [Emotion as a treasure]. Moscow, Politizdat Publ., 1978 (in Russ.).
- [4] Leontyev A.N. *Lektsii po obshchey psikhologii* [Lectures on general psychology]. Moscow, Akademiya Publ., 2010 (in Russ.).
- [5] Rubinshteyn S.L. *Osnovy obshchey psikhologii* [Basics of general psychology]. Sankt-Petersburg, Piter Publ., 1999 (in Russ.).
- [6] Vundt V. *Ocherk psikhologii* [Psychology sketch]. Moscow, Terra Publ., 2015 (in Russ.).
- [7] Dupre D., Krumhuber E.G., Küster D. et al. A performance comparison of eight commercially available automatic classifiers for facial affect recognition. *PLoS ONE*, 2020, vol. 15, no. 4, art. e0231968. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231968>
- [8] Yin L., Chen X., Sun Y. et al. A high-resolution 3D dynamic facial expression database. Proceedings of the international conference on automatic face and gesture recognition. *8th IEEE Int. Conf. on Automatic Face & Gesture Recognition*, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1109/AFGR.2008.4813324>

- [9] O’Toole A.J., Harms J., Snow S.L. et al. A video database of moving faces and people. *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, 2005, vol. 27, no. 5, pp. 812–816.
DOI: <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2005.90>
- [10] Krumhuber E.G., Skora L., Küster D. et al. A review of dynamic datasets for facial expression research. *Emot. Rev.*, 2017, vol. 9, no. 3, pp. 280–292.
DOI: <https://doi.org/10.1177/1754073916670022>

Rusanova E.G. — Student, Department of Information Systems and Telecommunications, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

Scientific advisor — Loktev D.A., Cand. Sc. (Eng.), Assoc. Professor, Department of Information Systems and Telecommunications, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

Please cite this article in English as:

Rusanova E.G. Review of methods for classifying human emotions for emotion recognition purposes. *Politekhnichestkiy molodezhnyy zhurnal* [Politechnical student journal], 2022, no. 08(73). <http://dx.doi.org/10.18698/2541-8009-2022-08-821.html> (in Russ.).