

ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ВЫЯВЛЕНИЯ СУБЪЕКТОВ С ПОВЫШЕННЫМ РИСКОМ ДЕВИАНТНОГО ПОВЕДЕНИЯ

А.Г. Зимницкий, А.А. Остапенко

В данной работе рассматриваются реализация программно-технического комплекса распознавания эмоциональных состояний человека, выражающихся мимикой, с помощью методов машинного обучения и компьютерного зрения и расчёт риск-анализа, используя пороговые оценки, которые задаются в программном обеспечении для каждой эмоции в отдельности. Распознавание эмоций происходит с помощью системы кодирования лицевых мышц, представляющую собой анатомическую систему для описания всех визуально различимых движений лица. С помощью модели, предобученной на 1 млн. изображений, происходит анализ входного изображения (кадра), либо видеопотока. На выходе имеем гистограмму значений эмоций, определённых данным программным комплексом и риск-анализ поведения субъекта. Система не является автономной, поэтому результаты работы программно-технического комплекса должны проходить дополнительную аналитическую обработку профессионалами.

Ключевые слова: девиантное поведение, система распознавания эмоций, кинесика, риски.

Введение

Согласно статистике за 2021 год, было обнаружено около 3 тыс. террористической и экстремистской направленностей [1].

В то же время склонность человека к девиантному поведению сопровождается слабым уровнем самоконтроля, эмоциональной нестабильностью, колоссальным напряжением и подозрительностью [2]. Следовательно, можно понять, что для него актуально и волнует его в данный момент времени, в зависимости от эмоционального состояния человека [3]. Благодаря эмоциям возможно предсказать будущие события и оценить мотив личности.

Анализируя девиантные действия, можно обнаружить, что в промежутке между осознанием своих действий и попыткой замаскировать их, совершающий их субъект испытывает ряд эмоциональных реакций.

Исходя из выше сказанного, существует проблема мониторинга данных явлений, что приводит к необходимости реализации и интеграции механизмов социальной регуляции, конкретно правоохранительных, профилактических, коррекционных и т.д., чему способствует кинесика (от греч. «движение») – зрительно-воспринимаемые движения субъекта (мимика, поза, жесты), отражающиеся в процессе невербального

общения. Мимика является отражением внутреннего эмоционального состояния посредством лицевых мышц. С помощью анализа лицевых мышц можно получить данные об эмоциональном состоянии субъекта.

Мимические картины у разных людей, которые соответствуют основным эмоциям: печаль, радость, злость и др., будут иметь общие черты, что позволяет создавать автоматизированные системы мимического анализа.

Техническая составляющая

Реализация данной системы было основано на фреймворке MediaPipe в совокупности с инструментарием Py-Feat для анализа данных выражений лица с целью последующего риск-анализа.

Py-Feat — это библиотека с открытым исходным кодом, направленная на поддержку анализа данных выражений лица, что, в свою очередь, является набором следующих методов: детектирование выражений лица (эмоции, ориентиры лица, лицевые мышцы) на изображениях и видео, препроцессинг и анализ данных с целью последующей визуализации.

В основе анализа входного изображения находятся детекторы, одним из которых является многозадачная нейронная сеть [6], реализованная на CNN (Convolutional Neural

Network) - свёрточная нейронная сеть (СНС) для анализа входного изображения, а также деталей на нём, и отличий одних входных данных от других. [4]. Это свойство является одним из главных, почему CNN используется в Computer Vision.

Изображение представляется как матрица значений пикселей. Данная сеть лучше всего подходит для классификации изображений и обнаружению объектов, находящихся на них. Уменьшение размерности карты признаков, происходящее

в слое подвыборки, позволяет улучшить производительность за счёт уменьшения количества обучаемых коэффициентов. (рис. 1).

Свёрточная нейронная сеть (СНС) состоит из нескольких слоев, задачами которых являются: распознавание краёв, цвета, ориентаций (реализация функций низкого уровня) для составления отдельных элементов объекта (идентифицирующие признаки; реализация функций высокого уровня).

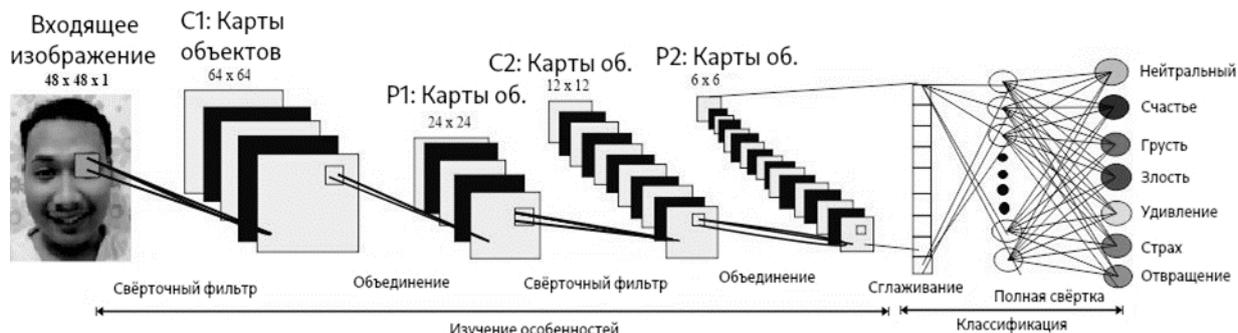


Рис. 1. Структура свёрточной нейронной сети

Для изучения принципа работы данной свёрточной нейронной рассмотрим выше приложенный рисунок, на котором отражен процесс работы СНС. Имеется входной кадр размерностью 48x48x1 (высота, ширина и количество цветовых каналов). Детектор признаков, также известный как ядро или фильтр, представлен квадратом на изображении лица размерностью 3x3, перемещается по полям изображения, проверяя, присутствует ли признак. Операция умножения матриц и перемещение на определённое значение называется свёрткой. При наличии нескольких каналов ядро будет иметь глубину, соответствующую входному изображению. Детектор признаков фактически скользит по входному изображению, выполняя операцию умножения значений в фильтре на исходные значения изображения. После чего, результаты суммируются, образуя сжатую функцию канала с одной глубиной.

Для реализации анализа выражений лица Py-Feat имеет набор предварительно обученных моделей (4к-1.1 млн. изображений на один набор данных) для детектирования лиц, лицевых мышц и эмоций.

Система кодирования лицевых мышц (FACS) представляет собой анатомическую

систему для описания всех визуально различимых движений лица, в основе которой лежит мускулатура лица. При использовании данной системы происходит разбиение выражений лица на отдельные компоненты, которые называются единицами действий (Action Unit).

Для описания той или иной эмоции используется кодирование через шаблоны AU, например, эмоция гнева характеризуется паттернами AU4+AU5+AU7+AU24. Существует связь между единицами действий и лицевыми мышцами. Данная система также позволяет различать, к примеру, искреннюю и неискреннюю улыбку, при первой происходит сокращение большего количества мышц, чем при последней.

Люди различаются по способу выражения эмоций поэтому и паттерны для отображения одной эмоции у разных людей могут быть различные, либо состоять из дополнительных AU [6].

Для классификации эмоций используется решение, основанное на 66 ключевых точках, привязанных к положению мимических мышц лица.

Большинство моделей поддерживают подмножество примерно из 25 AU, соответствующих именно лицевым мышцам.

Дополнительные AU являются частью системы FACS, но обычно не используются для обучения моделей.

В табл. 1 приведены данные системы кодирования лицевых движений, основных паттернов [6].

Таблица 1

Данные FACS

AU	FACS Name	Мышцы	Связанное выражение
AU1	Inner Brow Raiser	Лобная мышца (медиальная)	Печаль, удивление, страх
AU2	Outer Brow Raiser	Лобная мышца (боковая)	Удивление, страх
AU4	Brow Lowerer	Депрессор надбровных дуг	Печаль, страх, гнев
AU5	Upper Lid Raiser	Верхняя предплюсневая мышца	Удивление, страх, гнев
AU6	Cheek Raiser	Круговая мышца глаза (орбитальная)	Счастье, отвращение, презрение
AU7	Lid Tightener	Круговая мышца глаза (пальпебральная)	Страх, гнев
AU9	Nose Wrinkler	Мышца, поднимающая верхнюю губу и крыло носа	Отвращение
AU10	Upper Lip Raiser	Леватор верхней губы	
AU11	Nasolabial Deepener	Малый зигоматик	Отвращение, страх
AU12	Lip Corner Puller	Большой зигоматик	Счастье, презрение
AU14	Dimpler	Щёчная мышца	Презрение
AU15	Lip Corner Depressor	Мышца, опускающая угол рта	Печаль, отвращение
AU17	Chin Raiser	Подбородочная мышца	Отвращение
AU20	Lip Stretcher	Мышца смеха	Страх
AU23	Lip Tightener	Круговая мышца рта	Злость
AU24	Lip Pressor	Круговая мышца рта	
AU25	Lip Part	Депрессор нижней губы	Счастье, удивление, страх
AU26	Jaw Drop	Массетер, височная мышца, медиальная крыловидная мышца	Страх, удивление
AU43	Eyes Closed	Верхнее поднимающее веко	Расслабление

Для улучшения системы в выравненных в пространственной области точках вычисляют HOG (Histogram of Oriented Gradients) – дескриптор функции гистограммы ориентированного градиента, предназначенный для обнаружения объектов.

Алгоритм вычисления HOG таков:

- глобальная нормализация изображения для уменьшения влияния эффектов освещения;

- вычисление градиентного изображения по x и y (захватывается контур, силуэт и некоторая информация о текстуре,

обеспечивающая дополнительную устойчивость к изменениям освещения);

- вычисление гистограмм градиента;

- нормализация по блокам (обеспечивается лучшая инвариантность к освещению, затенению и контрасту краев);

- сведение в вектор признаков.

Автоматизированные методы обнаружения

Обнаружение эмоциональных состояний на лице человека происходит в 5 этапов:

- обнаружение лица непосредственно;

- обнаружение лицевых ориентиров по точкам;
 - предварительный расчет положения головы, лица в пространстве;
 - определение блока действий;
 - обнаружение эмоций.
- Структура модуля такова:
- детектор: один класс модулей, который объединяет несколько детекторов; основной инструмент для обработки изображений и видео;
 - файлообменник: единый класс, в котором хранятся выходные данные

детектора и высокоуровневая Python библиотека pandas, предназначенная для анализа данных с дополнительными методами расширенного статистического анализа и обработки;

- функции построения графиков и утилит: средства для визуализации выходных данных (гистограммы, сводные значения), к примеру, matplotlib, применяемый в программном комплексе.

Данная реализация имеет ряд аналогов (табл. 2).

Таблица 2

Аналоги решения распознавания лиц

Название	Ссылка	Преимущества (с точки зрения пользователя)	Недостатки (с точки зрения пользователя)	Отличия
Ntechlab	ntechlab.ru	Высокая точность, есть решение для принятия платежей через Face	SDK разработан на С, который имеет высокий порог вхождения	SDK разработан на Python
Allcontrol	allcontrol.rs	Широкий функционал, возможность применения OSINT для анализа данных	Иностраный сервис (проблемы при оплате), нет информации об SDK	Российский сервис, возможность интеграции в другие решения
Macroscop	macroscop.com	Поиск людей в видеоархиве по фотографиям; Отображение статистики распознавания;	Параметры камеры и угол обзора должны соответствовать определенным требованиям;	Наличие SDK, возможность интеграции в другие решения
Iss	iss.ru	Высокоточная обработка данных при наличии помех (отсутствия освещения, объект находится не под прямым углом)	Закрытый проект, отсутствие SDK, нельзя встроить в свои решения	Наличие SDK, возможность интеграции в другие решения

Структура и функционал программного комплекса

Лингвистическое обеспечение

Программно-технический комплекс для риск-анализа девиантного поведения был реализован при помощи языка программирования Python, обеспечивающий широкий инструментарий во многих областях, включая AI/ML. Из-за того, что Python — это интерпретируемый язык, возникает ряд ограничений, влияющих на

производительность программ, но, тем не менее, у него есть ряд положительных свойств, способствующих реализации данного программно-технического комплекса:

1. Данный язык является кроссплатформенным, что, в свою очередь, обеспечивает работоспособность с различными устройствами и важно для интеграции программно-технического комплекса в оборудование видеонаблюдения.

Это особенно актуально в нынешнее время, так как осуществляется глобальный переход государственных систем на операционные системы семейства Linux, которые являются безопасными.

2. Повышенная скорость разработки ПО. Python обладает следующими достоинствами, позволяющие раскрыть данное свойство: наличие нескольких парадигм и стилей программирования, богатая стандартная библиотека и экосистема, предоставляющая разработчику хорошо подготовленную основу для ускоренной разработки продукта. В данном программном комплексе это имеет особое значение для интеграции результатов анализа в СУБД и удобным взаимодействием с ними.

3. Расширенная визуализация. Для создания качественного программного комплекса крайне важно полное графическое отображение данных в удобном для пользователя виде. Python обладает рядом библиотек (Matplotlib, SciPy, Seaborn) создания чётких и полных отчётов данных, что используется непосредственно для визуализации выходных данных эмоционального состояния субъекта и риск-анализа.

4. Python обладает большим спросом среди пользователей, в следствие чего язык постоянно поддерживается разработчиками, вносится новый функционал, и совершенствуется старый. Большинство проблем, которые могут возникнуть в процессе разработки уже имеют решение на официальных форумах и других интернет-ресурсах разработчиков.

Функциональные библиотеки

Для реализации программного комплекса были использованы следующие инструменты языка программирования Python:

1. OpenCV – это набор алгоритмов компьютерного зрения, предназначена для анализа, классификации и обработки изображений. В данном программном комплексе используется для работы с изображением, полученным с веб-камеры устройства, и его предобработкой для дальнейших действий.

2. PyFeat – свободно распространяемая библиотека, предоставляющая набор инструментов и моделей для распознавания выражений лица по изображениям и видео, препроцессинга, анализа и визуализации данных о выражении лица.

3. OS – кроссплатформенный модуль для взаимодействия с операционной системой.

4. Time – модуль стандартной библиотеки Python, используется для решения задач, связанных со временем.

Технологическое обеспечение

Структура данного программного комплекса состоит из следующих частей:

1. Компонент «Получение кадра в режиме реального времени»;
2. Компонент «Анализ эмоциональных параметров кадра».

Структурно-функциональная схема программного комплекса

Данный программный комплекс состоит из следующих элементов, отображенных на блок-схемах рис. 2 и рис. 3:



Рис. 2. Блок-схема работы программного комплекса

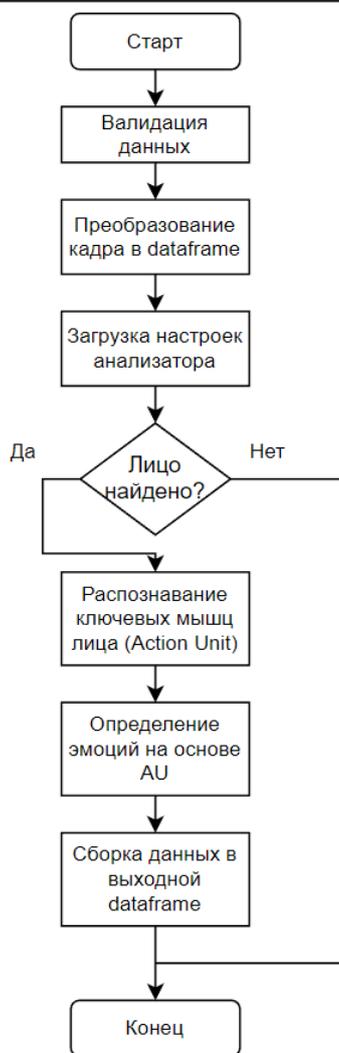


Рис. 3. Блок-схема модуля «Анализ эмоциональных параметров кадра»

Встроенный в модуль «Анализ эмоциональных параметров кадра» детектор позволяет проводить вычисления эмоциональных параметров кадра с помощью следующих подмодулей:

1. Action Unit detection (Лицевые движения);
2. Emotion detection (Эмоции);
3. Face detection (Лицо);
4. Facial landmark detection (Точки лица, ориентир);
5. Face/Head pose estimation (Точки частей тела).

Для анализа данных о лицевых мышцах используются следующие модули:

1. SVM – модель, обученная на гистограмме ориентированных градиентов, извлеченных из наборов данных BP4D, DISFA, CK+, UNBC-McMaster и AFF-Wild2 [7];

2. Logistic – это модель логистического классификатора, обученная на гистограмме ориентированных градиентов, извлеченной из наборов данных BP4D, DISFA, CK+, боли в плече UNBC-McMaster и AFF-Wild2 [6].

3. JAANET – совместное обнаружение лицевых движений и выравнивание лица с помощью адаптивного внимания, обученного с помощью BP4D и BP4D+ [6].

Для анализа данных об эмоциональном состоянии используются следующие модули:

1. SVM.
2. Fer – глубокая сверточная сеть.
3. ResMaskNet – распознавание выражения лица с помощью сети остаточной маскировки (Residual masking network).

Изображение с веб-камеры попадает на анализатор (рис. 2), после чего происходит преобразование кадра в DataFrame – многомерную структуру данных, далее происходит обнаружение лица на кадре с помощью загруженной модели в анализатор, при успешном результате данные пропускаются через остальные модули. В итоге, на выходе мы получаем конечный DataFrame, содержащий совокупность результатов работы подмодулей, который можно визуализировать при помощи Matplotlib.

Проведение тестирования программного комплекса на реальных данных

Исходный набор данных для анализа эмоционального состояния человека основан на 1,1 миллионе изображений, включая в себя широкий набор возрастов, национальностей.

Для тестирования программного комплекса были взяты три изображения из камер видеонаблюдения (рис. 4-9).



Рис. 4. Изображение для анализа

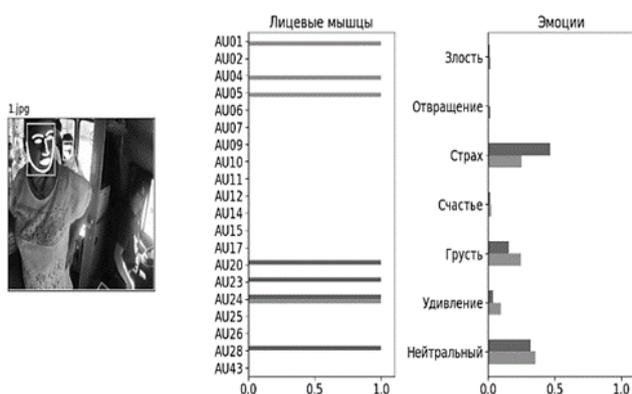


Рис. 5. Визуализация результатов анализа первого изображения



Рис. 6. Изображение для анализа

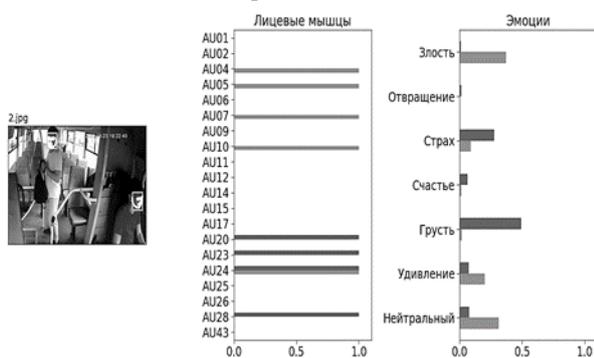


Рис. 7. Визуализация результатов анализа второго изображения



Рис. 8. Изображение для анализа

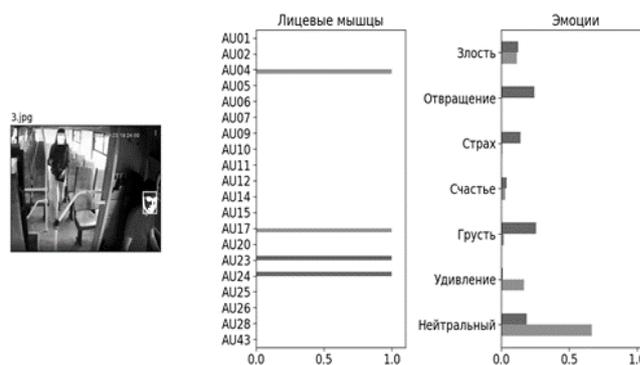


Рис. 9. Визуализация результатов анализа третьего изображения

Тестирование программного комплекса на различных типах данных

Перед применением программного обеспечения в реальных условиях, необходимо провести анализ производительности на тестовом оборудовании, после чего, можно сделать оценку о работе программного комплекса с различными данными.

Были произведены следующие типы тестирования:

- 1) Скорость работы ПО от количества изображений;
- 2) Скорость работы ПО от разрешения изображений;
- 3) Скорость работы ПО от количества лиц на 1 одном изображении (разрешение 1024x1024).

Тестирование производилось в следующих условиях:

IDE: PyCharm 2021.3.1;
 CPU: AMD Ryzen 5 3500U 2.10 GHz;
 RAM: 8GB DDR4 2400MGz;
 Video: Radeon Vega 8.

Имеет большое значение выбор моделей анализа для каждого анализируемого элемента (лицо, лицевые ориентиры, двигательные единицы, эмоции), рассмотрим результаты анализа производительности для каждого алгоритма [6] на рис. 10. На рис. 10 рассмотрены оценки распознавания каждой эмоции всеми алгоритмами на новых данных.

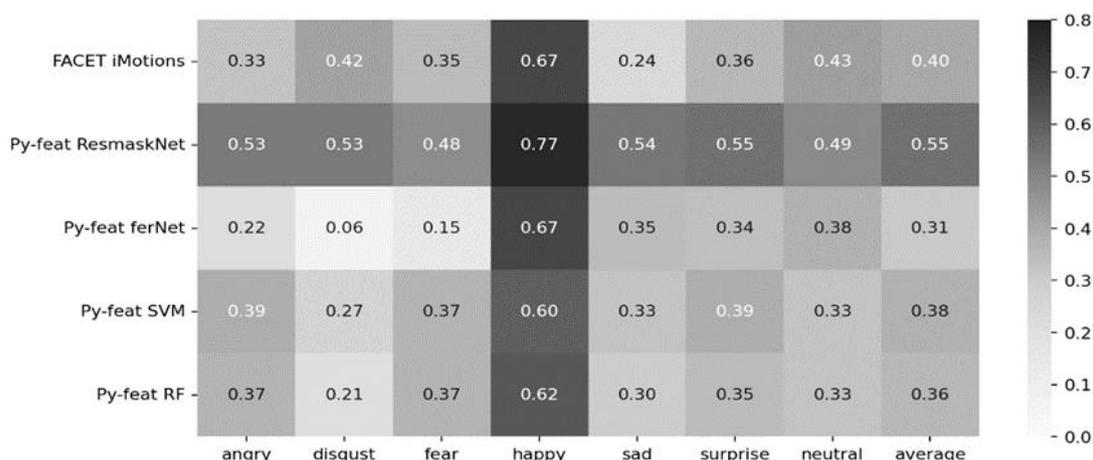


Рис. 10. Анализ производительности эмоций. Чем выше оценка определения эмоции, тем лучше производительность

Также были заданы следующие параметры анализатора:

- Face Model: RetinaFace;
- Landmark Model: MobileFaceNet;
- AU Model: SVM;

Эmotion Model: ResMaskNet. Результаты тестирования программного комплекса отображены на табл. 3 и на рис. 11-13.

Таблица 3

Результаты тестирования программного комплекса

Скорость работы от кол-ва изображений				Скорость работы от разрешения изображений				Скорость работы от кол-ва лиц на 1 изображении (один. разрешение)			
init	count	time	runtime	init	resolution	time	runtime	init	count	time	runtime
3.875	1	5.195	9.07	4.191	1916x1277	5.3	9.492	3.70	1	4.05	7.75
4.058	2	10.937	14.998	4.276	1847x1232	4.955	9.231	3.38	2	4.39	7.77
3.527	3	19.891	23.419	4.333	1732x1155	4.844	9.179	3.22	3	5.52	8.75
4.586	4	30.787	35.374	3.882	1386x924	4.589	8.514	3.48	4	5.79	9.28
9.82	5	33.236	43.059	3.67	1299x867	4.457	8.473	3.27	5	6.14	9.41
3.753	6	37.399	41.156	4.025	1040x693	4.487	8.398	3.18	6	6.92	10.10
4.273	7	49.003	53.279	3.806	975x651	4.59	8.129	3.37	7	7.60	10.97
4.225	8	52.996	57.224	3.863	732x489	3.983	7.848	3.63	8	7.93	11.57
4.25	9	46.751	51.006	3.671	549x367	4.213	7.886	3.60	9	8.51	12.11
3.733	10	63.515	67.252	3.701	412x276	3.703	7.405	3.21	10	9.09	12.29



Рис. 11. График зависимости скорости работы ПО от количества изображений

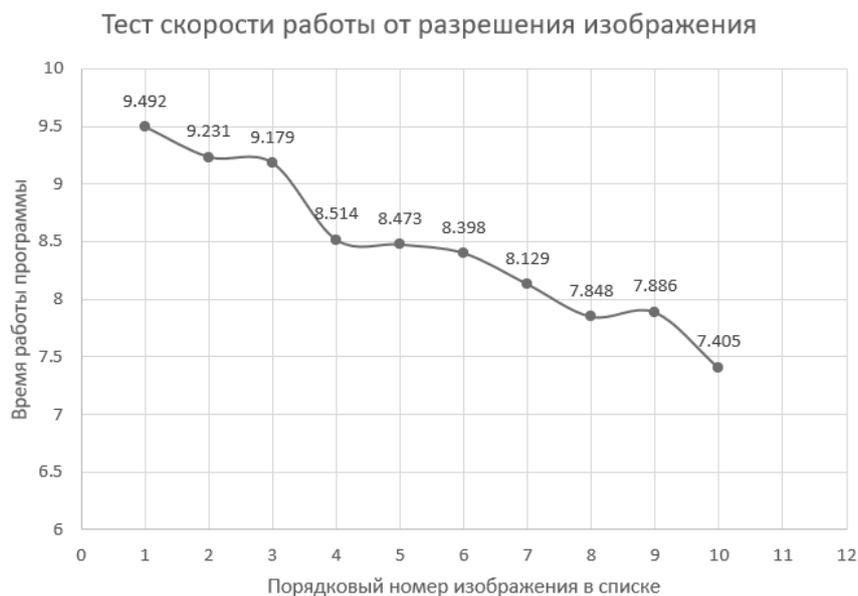


Рис. 12. График зависимости скорости работы ПО от разрешения изображения

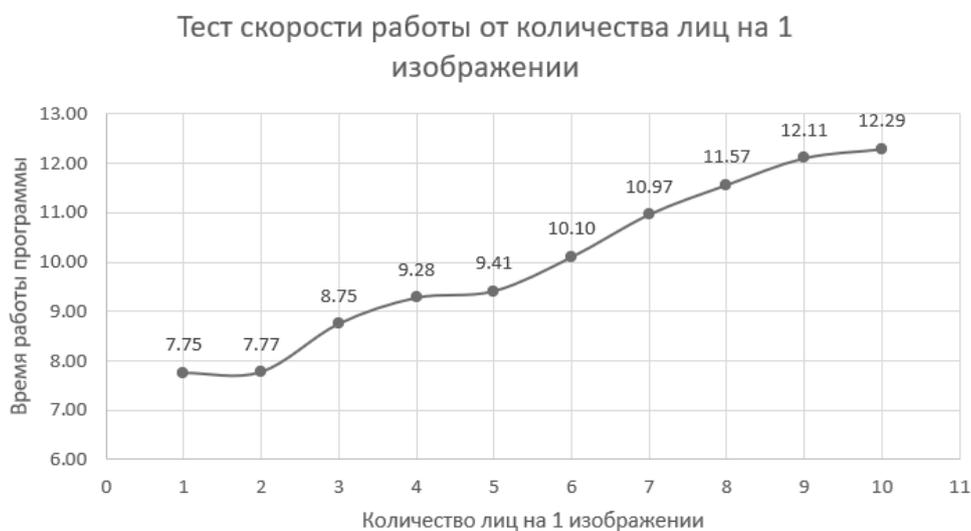


Рис. 13. График зависимости скорости работы ПО от количества лиц на одном изображении

Из этих данных следует вывод, что для применения данного программного комплекса в условиях реального времени необходима его оптимизация и применение на высокопроизводительном оборудовании (в данном случае, переход на высокопроизводительный язык программирования C++ с дальнейшей оптимизацией под конкретное оборудование).

Риск-анализ деструктивного поведения субъекта

Согласно общей теории напряжения (ОТН) в криминологии [9], преступления являются результатом эмоционального напряжения в жизни человека, которое приводит к негативным эмоциям, таким как печаль, тревога или гнев. Современные исследования показывают, что эмоция, которая с наибольшей вероятностью может привести к насилию — это гнев [8].

Страх и гнев имеют отрицательную гедонистическую ценность, негативно оцениваются и имеют немедленный характер. То есть, в контексте принятия решений, страх и гнев представляют собой немедленные реакции на событие, ситуацию, человека [8].

Гнев связан с ощущением, что человек, его интересы или цели находятся под угрозой. Гнев характеризуется чувством уверенности в том, что произошло, и представлением о контроле над ситуацией. В ответ на стимул, вызывающий гнев, лицо, принимающее решение в состоянии гнева, может быть мотивировано "навести порядок" и каким-то образом наказать или отомстить предполагаемой причине (причинам) своего гнева. На высоких уровнях интенсивности гнев может "завладеть" мыслями и направлять его действия вплоть до того, что они могут действовать прямо противоположно своим собственным интересам, чего человек в последствии может и не осознавать. Более того, сильный гнев может "выплеснуться" и быть направленным на другие вещи, кроме стимула, вызвавшего гнев. Гнев — это вторичная эмоция или реакция, в основе которой лежит страх. Глубоко деструктивные действия являются реакцией на страх и обиды [10].

Важно учитывать тот факт, что недостаточно проводить анализ по одной лишь эмоции страха во избежание ложных срабатываний, так как данная эмоция имеет свойство накапливаться и перерастать в гнев. Перед совершением деструктивного действия, преступник может ощущать страх, но в большей части присутствует гнев [8], поэтому крайне важно иметь оценки эмоционального состояния исследуемой личности.

Существующие программные продукты делают такие оценки по состоянию мышц лица (печаль, удивление, страх, гнев, счастье, отвращение, презрение, злость и др.). По совокупности вышеуказанных характеристик человеческой мимики можно прогнозировать или, по крайней мере, измерять опасность дальнейшего поведения исследуемого индивида. В осуществлении подобного риск-анализа могут быть полезны некоторые пороговые оценки. Допустим, нам удалось измерить i -ю эмоцию человека в некоторых условных единицах e_i . При этом нам известно пороговое значение эмоции E_i , за которым наступают асоциальное поведение индивида. В этом случае риск подобного явления можно оценить следующим выражением:

$$Risk(i) = \frac{E_i - e_i}{E_i} = 1 - \frac{e_i}{E_i}, \quad (1)$$

где для i -ой эмоции всегда имеет место

$$0 \leq Risk(i) \leq 1. \quad (2)$$

Чем опаснее ситуация, тем ближе риск к единице и это должно вызывать особое беспокойство администраторов тестирующей системы и других лиц, принимающих управленческое решение (ЛПР).

При этом, возможна интегральная оценка риска по совокупности эмоций (её состав задаёт ЛПР). В случае, если ЛПР определило степень значимости каждой эмоции k_i , причём $\sum_{i=1}^m k_i = 1$, где m — количество рассматриваемых эмоций, то суммарный риск возможно оценить следующим выражением:

$$Risk(\Sigma) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m k_i Risk(i), \quad (3)$$

где также $0 \leq Risk(\Sigma) \leq 1$. Автоматизация вышеуказанных оценок не составляет особого труда.

Пример реализации автоматизации вышеуказанных оценок можно видеть на рис. 14.

Введите пороговое значение эмоции злости и страха через пробел: 0.3 0.3

	Злость	Отвращение	Страх	Счастье	Грусть	Удивление	Нейтральный
0	0.623567	0.142467	0.005149	0.006695	0.019913	0.009691	0.192518
1	0.005192	0.000605	0.007131	0.313809	0.002541	0.024739	0.645983
2	0.002507	0.000306	0.001201	0.031595	0.025807	0.003662	0.934922

0 лицо имеет значение эмоции 'злость' выше пограничного
 0 лицо имеет следующие риски явления асоциального поведения (злость, страх): -1.0785578091939292, 0.9828356582050523
 1 лицо имеет следующие риски явления асоциального поведения (злость, страх): 0.9826939310878515, 0.9762314837425947
 2 лицо имеет следующие риски явления асоциального поведения (злость, страх): 0.9916424780773619, 0.9959968127465496

Рис. 14. Автоматизация расчёта риска асоциального поведения для определённой эмоции

На выходе мы видим двумерный массив значений эмоций для каждого найденного лица на изображении.

На вышеприведённом рисунке видны отрицательные значения риска для лица под номером 0. Это обуславливается заданием неверных пороговых значений. Пороги и оценки являются функцией времени. На рис. 15 можно увидеть значения риска для разных величин при одинаковом пороговом значении.

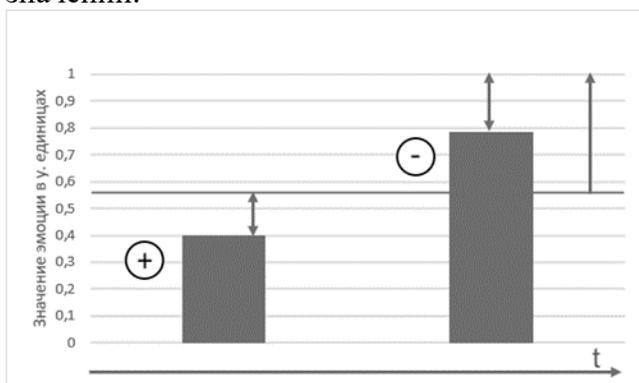


Рис. 15. Значение риска для разных величин

Таким образом, при установке неверных пороговых значений на выходе даёт аномальные значения риска. Коррекция порога возможна за счёт накопления статистики. Также важно понимать, что на выбор порогового значения влияет и контекст: для закрытого предприятия и общежития оно будет разным.

На рис. 16 видны реализация и расчёт суммарного риска с учётом степени значимости эмоции.

Введите степень значимости для эмоции агрессии и страха: 0.4 0.4

суммарный риск для 0 лица равен 0.029749841662123827
 суммарный риск для 1 лица равен 0.49254088570561558
 суммарный риск для 2 лица равен 0.4975190794793889

Рис. 16. Расчёт суммарного риска

Заключение

Если говорить о возможностях и перспективах реализации и развития разработанного прототипа программно-

технического комплекса (ПТК), уместно отметить следующее:

1. Необходима доработка ПТК под реальный масштаб времени анализа регистрируемых данных, что подразумевает под собою дополнительное тестирование на реальном оборудовании.

2. Потребуется совершенствование методического обеспечения ПТК с точки зрения социо-информационной психологии.

3. Открывается перспектива (из массивов регистрации данных) создания СУБД для отдельных пунктов контроля и организации в целом, в динамике, характеризующей контингент исследуемых индивидов со всеми вытекающими отсюда аналитическими возможностями по противодействию экстремизму и терроризму.

4. Представляется также возможность связать получаемых ПТК данные с технологией контент-мониторинга, дополнив параметры мимики индивида его интернет-портретом.

5. С точки зрения практической реализации ПТК его применение особенно актуально для анализа молодёжной аудитории с целью уменьшения риска девиантного поведения.

Список литературы

1. Состояние преступности в России за январь – декабрь 2021 года / М.: Министерство внутренних дел РФ ФКУ «Главный информационно-аналитический центр». 2021. 66 с.
2. Хусаинова, С.В. Исследование психологических особенностей личности склонной к девиантному поведению / С.В. Хусаинова, Р.Н. Хакимянов / Казанский педагогический журнал. 2019. № 6. С. 195-200.
3. Краснощёков, А.С. Эмоциональные

- факторы в системе личностных детерминант девиантного поведения подростков и юношей / А.С. Краснощёков, А.В. Печерский / Вестник ТГУ, вып. 10(90). 2010. С. 80-84.
4. A Comprehensive Guide to Convolutional Neural Networks — the ELI5 way – URL: <https://towardsdatascience.com/a-comprehensive-guide-to-convolutional-neural-networks-the-eli5-way-3bd2b1164a53> (Дата обращения 20.06.2022)
5. Zhiwen Shao, JAA-Net: Joint Facial Action Unit Detection and Face Alignment via Adaptive Attention / Zhiwen Shao, Zhilei Liu, Jianfei Cai, Lizhuang Ma / National Natural Science Foundation of China. 2020. 16 с.
6. Py-Feat: Python Facial Expression Analysis Toolbox – URL: <https://py-feat.org/pages/intro.html> (Дата обращения: 19.06.2022)
7. Emotions in Criminal Decision Making / Jean-Louis Van Gelder. 2016. 14 с.
8. Fear-Based Anger is the primary motive for violence – URL: <https://www.psychologytoday.com/us/blog/wicked-deeds/201707/fear-based-anger-is-the-primary-motive-violence> (Дата обращения: 03.09.2022)
9. General strain theory (Общая теория напряжения) – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/General_strain_theory (Дата обращения: 03.09.2022)
10. Solomon R. C. (1993). The Passions: Emotions and the Meaning of Life. Hackett Publishing.

Воронежский государственный технический университет
Voronezh State Technical University

Поступила в редакцию 25.10.22

Информация об авторах

Зимницкий Андрей Григорьевич – студент, Воронежский государственный технический университет, e-mail: mnac@comch.ru

Остапенко Александр Алексеевич – студент, Воронежский государственный технический университет, e-mail: mnac@comch.ru

SOFTWARE AND HARDWARE COMPLEX FOR SUBJECT IDENTIFICATION WITH INCREASED RISK OF DEVIANT BEHAVIOR

A.G. Zimnitsky, A.A. Ostapenko

In this paper we consider the implementation of software and hardware complex recognition of emotional states of a person expressing facial expressions using methods of machine learning and computer vision and calculation of risk-analysis, using thresholds that are set in the software for each emotion separately. Emotions are recognised using a facial muscle coding system, which is an anatomical system for describing all visually discernible facial movements. With the help of a model pre-trained on 1 million images, the input image (a frame) or a video stream is analysed. The output is a histogram of the values of emotions determined by the software package and risk-analysis of subject's behaviour. The system is not stand-alone, that is why the results of pro-software-technical complex should go through additional analytical processing by professionals.

Key words: deviant behaviour, emotion recognition system, kinesics, risks.

Submitted 25.10.22

Information about authors

Andrey G. Zimnitskiy – Student, Voronezh State Technical University, e-mail: mnac@comch.ru

Aleksandr A. Ostapenko – Student, Voronezh State Technical University, e-mail: mnac@comch.ru