

**ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ МОДЕЛИ РАСПОЗНАВАНИЯ
ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ АНТРОПОГЕННЫХ УГРОЗ В РАМКАХ
«УМНОГО ГОРОДА»**

Е.М. Косарева

Научный руководитель Д.В. Лихачевский

*Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники, Минск, Беларусь, kksrvvv@gmail.com*

Под термином «антропогенные угрозы» подразумевается группа потенциальных угроз «умного города», реализующихся в виде социальной опасности отдельных лиц или групп лиц. В качестве инструмента для распознавания данного типа угроз используются интеллектуальные системы распознавания, оценивающие потенциальную опасность лиц на основании определенных факторов. В [1, с. 168] предложено оценивать потенциальную опасность лица на основании двух факторов: предыдущего криминального опыта и текущего психоэмоционального состояния лица.

Для оценки перечисленных факторов обученная модель, лежащая в основе интеллектуальной системы, должна решать две задачи:

- задачу распознавания лица;
- задачу оценки психоэмоционального состояния.

В результате обучения была получена модель, решающая обе поставленные задачи. Для наглядного описания системы представим два уровня интерпретации. Во-первых, используем схематическую блок-диаграмму, на которой изображены структурные компоненты системы:

- входной видеопоток от камеры;
- блок детекции лиц (dlib);
- модуль распознавания эмоций (FER + постобработка);
- модуль сравнения лиц (face descriptors с порогом 0.6);
- интерфейс визуализации (см. рис. 1).

Также приведём графики точности распознавания эмоций в зависимости от числа эпох при дообучении. На графиках (рис. 2) изображены кривые обучения (training accuracy vs. validation accuracy) и кривые потерь. Данные графики иллюстрируют, как модель «учится» и после какой эпохи достигается плато точности.

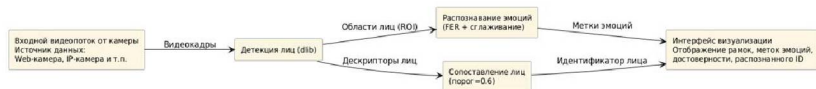


Рис. 1. Схематическая блок-диаграмма потока данных

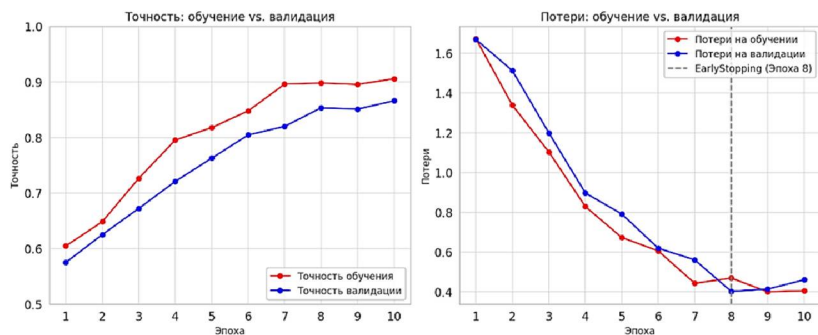


Рис. 2. Графики точности и потерь при дообучении модели FER

Для проверки качества распознавания психоэмоционального состояния потенциально опасного лица была сформирована тестовая выборка из примерно 300 изображений, в которой сбалансиро-

ванно представлены все семь классов эмоций. Каждое изображение было «размечено» вручную, то есть было указано, какая эмоция на самом деле представлена на изображении.

Процесс тестирования включал следующие шаги:

- автоматическая детекция лиц в каждом тестовом изображении;
- распознавание эмоции (через `detect_emotions()`);
- сопоставление предсказания и эталонной разметки;
- подсчёт метрик (Accuracy, Precision, Recall, F1-score).

Для идентификации лиц использовалась отдельная методика сравнения дескрипторов. В демонстрационной среде модель сравнивала полученные векторы с примерами. Если евклидово расстояние оказывалось меньше 0.6, лицо считалось «найденным».

В процессе тестирования были получены следующие результаты:

1. Средняя точность (Accuracy) распознавания эмоций по тестовой выборке (300 снимков) достигла около 87–90%.
2. Наиболее достоверно определялись эмоции happy и neutral. В то же время, такие категории, как fear и surprise, иногда путались, что отражено в матрице ошибок (рис. 3).
3. Дополнительное дообучение на собственном наборе (fine-tuning) позволило повысить точность на 2–4 %, особенно в условиях нестандартного освещения или наклона лица.



Рис. 3. Матрица ошибок (confusion matrix) для семи классов эмоций с целыми значениями

На рис. 4 изображена нормированная матрица ошибок, где элементы каждой строки представлены в виде долей (или процентов) от общего числа объектов данного класса.

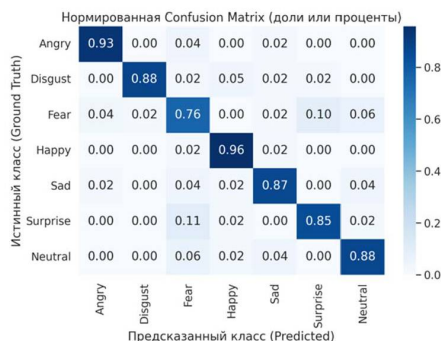


Рис. 4. Нормированная матрица ошибок (confusion matrix) для семи классов эмоций

Также полученная модель тестировалась на точность идентификации лиц. В рамках эксперимента использовали фотографии 50 уникальных людей (по 5—10 фотографий каждого в различных ракурсах). Для каждого из людей извлекались дескрипторы, и в процессе сравнения реальных кадров системы (или тестовых фото) с этой базой были получены следующие результаты:

- общая точность идентификации ~92 % при фронтальном виде лица;
- при значительных поворотах головы в профиль точность падала до 80—85 %;
- порог 0.6 подобран эмпирически: при уменьшении до 0.55 — растёт доля пропусков, когда модель не узнаёт человека, хотя он есть в базе.

Таким образом, было экспериментально подтверждено, что полученная модель успешно идентифицирует семь базовых эмоций человека в реальном времени, демонстрируя высокую точность. Параллельно реализован алгоритм сравнения лиц на основе дескрипторов dlib, который позволяет узнавать человека. Подводя итог, полученная модель позволяет оценить оба фактора, определяющие потенциальную опасность лица:

1. Текущее психоэмоциональное состояние лица оценивается посредством распознавания эмоций по их мимическим проявлениям.
2. Предыдущий криминальный опыт оценивается путем сравнения изображения лица человека с базой данных лиц, ранее совершавших противоправные действия.

На основании данных, полученных из данной модели возможно рассчитать результирующий показатель потенциальной опасности лица как одной из антропогенных угроз в рамках «умного города».

Список источников

1. Косарева Е. М., Лихачевский Д. В. Признаки потенциально опасных лиц как одной из угроз в системах «умного» города // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций. 2024. № 7. С. 168.