

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЛИЧНОСТИ ПО ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЮ В УСЛОВИЯХ НЕПОЛНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Основная область применения систем распознавания лиц сконцентрирована в области электронной идентификации пользователей. По данным аналитических отчетов за последние годы видно, что доля технологий распознавания лиц на рынке компьютерных систем биометрической идентификации имеет тенденцию значительного роста. Однако внедрение систем идентификации лиц в различные сферы деятельности выявляет новые проблемы, которые связаны с контекстом применения и степенью интеграции различных решений.

В рамках данной работы предлагается решение для авторизации пользователей по видеоизображению их лиц в условиях, когда нет возможности получить полную информацию о лице человека. В основе предлагаемого подхода положена реализация алгоритма распознавания лиц. Для распознавания лица на изображении необходимо извлечь его особые признаки (локальные или глобальные), такие как положение разных частей лица, их размеры и формы [1]. Особенностью предлагаемого решения является модификация существующих алгоритмов распознавания по лицу с целью распознавания лица человека, даже если часть его лица сокрыта. Например, лицо в маске.

Как и в большинстве известных алгоритмов обработки изображений для идентификации лиц, условно разделим процесс работы алгоритма на четыре этапа, рис.1: обнаружение лица на изображении, анализ лица, конвертация изображения в данные и поиск совпадений полученных данных с данными в базе отпечатков лиц [2].



Рисунок 1 – Схема работы алгоритмов распознавания лиц

В первую очередь, на этапе обнаружения лица, алгоритму необходимо найти лицо на изображении, будь то один человек или если он

находится в толпе людей. Для обнаружения лица был выбран алгоритм на основе глубокой нейронной сети (*Deep Neural Network, DNN*). Структура такой нейронной сети позволяет достичь высокой точности и скорости в определении нахождения лица как на статичном двумерном изображении, так и на видео в режиме реального времени. Этот метод в результате обучения способен находить лица даже если изображение имеет небольшую четкость, голова повернута под большим углом, или же часть лица скрыта.

Обучение нейронной сети предполагает ее тренировку. Для этого используется большой набор изображений. Анализируя их, нейронная сеть строит общую структуру признаков, которую впоследствии будет использовать для определения, что на изображении является лицом. В ходе обучения нейронная сеть также может использовать слои для обучения корректировке изображения в ходе распознавания, чтобы повысить точность и скорость обнаружения в дальнейшем. Данные слои могут хранить информацию и о посторонних объектах, наподобие медицинских масок или очков, которыми может быть скрыта часть лица.

На основе наборов данных, полученных в ходе обучения, нейронная сеть определяет на лице его признаки. Это позволит определить контуры лица, его части и положение лица в пространстве.

Далее формируется маска найденного лица для следующих шагов распознавания. Для построения маски выбран алгоритм триангуляции Делоне [3]. Данный алгоритм оптимизирует количество секторов в маске, убирая их избыточность. Этот процесс также очень важен, потому что он позволяет определить, какие части лица скрыты и не поддаются распознаванию. Триангуляция позволяет создать шаблоны для распространенных вещей, которыми может быть скрыто лицо, такие как очки или медицинская маска, чтобы в дальнейшем использовать для распознавания лица лишь те признаки, которые относятся напрямую к лицу человека. Хранящиеся в базе данных шаблоны подобных объектов позволят определить данный объект на изображении путем наложения шаблона на предполагаемую область, что позволит определить ряд признаков, которые следует исключить из рассмотрения в дальнейшем.

Последним шагом является поиск совпадений по базе данных. Обычно вычисляется единое значение числовых характеристик признаков лица для определенного человека, для которого и происходит поиск. При данном подходе успешность распознавания по одной только верхней половине лица на сегодняшний день составляет порядка 90% [4]. Однако в определенных условиях даже этот уровень может оказаться недостаточен.

Для увеличения уровня точности распознавания разрабатываемый в данной работе алгоритм предполагает распознавание лица не по вычислению единого значения на основе всех найденных признаков лица, а отдельно для каждой области признаков, полученной на предыдущем этапе. Данный подход позволит производить поиск значений по базе, как отдельных областей лица, так и их комбинации.

В большинстве известных алгоритмов в базе хранится результат вычислений алгоритмов распознавания в виде единого итогового значения для каждого лица на основе его признаков. То есть, на выходе получается своего рода ключ, который будет идентичен результату вычислений данным алгоритмом распознавания признаков лица того же человека. Однако при малейшем отклонении, например, при потере одного лишь признака результат вычислений будет отличаться от имеющегося уже в базе, что сделает невозможным распознавание человека, либо же слишком снизит точность распознавания, что может оказаться критичным в определенных ситуациях.

Разрабатываемый алгоритм хранит информацию о каждом признаке и области триангуляции, к которой он относится. Это позволяет определить, какие признаки лица скрыты и недоступны для распознавания, а также определить взаимосвязь между остальными для формирования цельных областей лица для упрощения поиска совпадений. Все признаки пронумерованы, а для хранения информации и последующего распознавания используются активные модели формы (*Active shape models, ASMs*) – статистические модели изображений, которые учитывают статистические связи между ключевыми точками и их взаимное расположение. Суть данных моделей заключается в том, что они могут многократно деформироваться для подгонки к объекту с обрабатываемого изображения. Они хранят относительные данные о форме даже после деформации, что позволяет сравнивать области признаков, даже если лицо на изображении повернуто.

Для ускорения процесса распознавания предлагается производить поиск не отдельно по каждой атомарной области, а для их комбинаций. Например, для начала берутся области признаков в районе глаз, и для них проводится вычисление результирующего значения, по которому будет производиться поиск в базе. Если совпадения не будет найдено, алгоритм может как произвести поиск по другим комбинациям областей, так и разбить текущую область на более мелкие, по которым в отдельности будет производиться поиск. Таким образом, есть возможность распознать человека по признакам верхней части лица, если его нижняя часть будет скрыта маской.

Однако такой подход увеличит объемы данных, которые будет необходимо хранить и обрабатывать. Это, несомненно, приведет к

увеличению нагрузки на базу данных и предполагает определенных мер по увеличению скорости выполнения запросов к базе.

Программная реализация информационной системы идентификации личности по видеоизображению в условиях неполной информации производится с использованием средств платформы *.NET*. В качестве языка для реализации решения используется *C#*, а также *C++* для написания отдельных модулей, которые требуют повышенного времени выполнения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Stan Z. Li, Anil K. Jain. Handbook of Face Recognition, Stan Z. Li, Anil K. Jain, Second Edition, Springer, 2011. – 699 с.
2. Земцов А. Н. Алгоритмы распознавания лиц и их применение в системах биометрического контроля доступа. LAP Academic Publishing, 2011. – 128 с.
3. Скворцов А. В. Триангуляция Делоне и её применение. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2002. – 128 с.
4. Elmahmudi A, Ugail H. Future Generation Computer Systems, Volume 99, October 2019. – 219 с.

УДК 624.132.3

М.К. Сукач, проф., д-р техн. наук (КНУСА, г. Киев)

## КОМПЛЕКС ДЛЯ ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Для выполнения измерений и управления экспериментом, создан тензометрический комплекс на основе аналого-цифрового преобразователя типа WAD-ADC16-32F [1]. Он позволяет измерять значения напряжения (или тока) по 32 каналам в произвольном порядке с электронным переключением коэффициента усиления и гальванической развязкой от электрических цепей компьютера; формировать аналоговые напряжения по двум независимым каналам, выводить 16 разрядные данные в схему гальванически развязанного вывода; осуществлять программный ввод/вывод по 24 неразвязанным линиям на основе микросхемы 580BB55; осуществлять автоматический режим работы модуля с использованием встроенных ОЗУ и таймера.

Модуль устанавливается в слот компьютера, не требует установки драйверов и программируется через порт шины ISA [2]. Разработанная программа Tensor, обеспечивает ряд функциональных возможностей:

1. *Работа в демонстрационном и нормальном режимах* (демонстрационный режим позволяет запустить программу на компь-