

ОСОБЕННОСТИ ПРОГРАММНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ В УСЛОВИЯХ НЕПОЛНОЙ ИНФОРМАЦИИ

На сегодня в мире существует множество систем распознавания человека по лицу, и данная область имеет тенденцию значительного роста. Однако с течением времени выявляются новые проблемы, связанные с контекстом применения и степенью интеграции различных решений. В данной работе предлагается решение для авторизации пользователей по видеоизображению в условиях, когда не удается получить полной информации о лице человека. В основе решения положена реализация известных алгоритмов распознавания по лицу с модификациями, которые позволили повысить точность идентификации.

Алгоритм распознавания лиц разбит на несколько этапов, каждый из которых реализован в виде отдельного проекта. Это позволило сделать решение каждого этапа легко заменяемым, что делает приложение более гибким и масштабируемым. Такая архитектура решения позволит в дальнейшем модернизировать алгоритм путем изменения или вообще замены отдельных проектов независимо от остальных.

На первом этапе распознавания лица выполняется его обнаружение на изображении. В качестве решения этой задачи используется алгоритм на основе глубокой нейронной сети (*Deep Neural Network, DNN*), который обладает высокой скоростью и точностью обнаружения лиц, позволяет обнаруживать лица на изображениях с небольшой четкостью, а также при разных поворотах головы [1].

Для реализации выявления лиц также использована библиотека *Emgu CV*, которая является кроссплатформенной оберткой для платформы *.NET* над библиотекой компьютерного зрения *Open CV*[2]. С помощью методов библиотеки вычисляются числовые координаты всех найденных лиц, которые были найдены на исходном изображении нейронной сетью.

На следующем этапе происходит формирование маски лица на основе признаков, полученных при обнаружении лиц на изображении. Этот процесс позволяет определить, какие именно части лица скрыты и не поддаются распознаванию, а также разбить набор признаков на сектора, что позволит установить взаимосвязь между признаками. Для реализации этой задачи был использован алгоритм триангуляции Делоне [3], который дает возможность произвести объединение призна-

ков с минимальной избыточностью, определить взаимосвязь между признаками лица для формирования цельных областей для упрощения поиска совпадений. Алгоритм триангуляции Делоне также имеет высокие скоростные характеристики обработки. Например, для набора точек с нормальным распределением он показывает временную сложность $O(N\log N)$. Триангуляция в том числе 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. Хранящие в базе данных шаблоны подобных объектов позволят определить данный объект на изображении, что поможет определить ряд признаков, которые следует исключить из рассмотрения в дальнейшем.

Для идентификации человека на последнем шаге выполняется поиск совпадений по базе данных. На сегодня успешность распознавания только по верхней половине лица составляет порядка 90% [4], что в определенных условиях может быть недостаточно точно. Для повышения уровня точности распознавания в реализуемом алгоритме выполняется распознавание лица сегментарно – отдельно для каждой области признаков, полученной на предыдущем этапе. Это позволит производить поиск значений по базе, как отдельных областей лица, так и их комбинации. Разрабатываемый алгоритм хранит информацию о каждом признаке и области триангуляции, к которой он относится. Также, 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.

Программная реализация выполнялась с применением средств .NET платформы. Графический интерфейс представляет собой настольное приложение, для написания которого использована технология *Windows Presentation Foundation*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брилюк Д.В., Старовойтов В.В. Распознавание человека по изображению лица нейросетевыми методами. – Минск, 2002. – 128 с.
2. ProjectEmgu CV. MainPage [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://www.emgu.com/> – Дата доступа: 01.04.2021
3. Скворцов А. В. Триангуляция Делоне и ее 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.