

## ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ И ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ СИСТЕМ РАСПОЗНАВАНИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЦ ПО ВИДЕОФИКСАЦИИ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

Юрко И.В.

*студент 2-го курса магистратуры МГУ (МИРЭА)*

Алдобаева В.Н.

*студентка 2-го курса магистратуры МГУ (МИРЭА)*

#### Аннотация

Повсеместное внедрение систем видеонаблюдения вызвало появление спроса на системы распознавания и идентификации по видеофиксации. Такие системы основаны на технологии, использующие методы компьютерного зрения для автоматизированного получения различной информации на основании анализа последовательности изображений, поступающих с видеокамер в режиме реального времени. Другими словами, такая технология основана на методах и алгоритмах распознавания образов и обработки изображения в результате анализа видеопотока.

Современные системы распознавания и идентификации по видеофиксации способны без участия человека способно обнаружить и отследить в реальном времени заданные цели (например, автомобиль, группа людей) или потенциально опасные ситуации (например, задымление, возгорание, несанкционированный доступ), после чего своевременно выдать тревожный сигнал. Еще одним преимуществом применения таких систем является значительное снижение нагрузки на коммуникационные каналы и архивную базу за счет фильтрации видеопотока в режиме реального времени.

Любые системы распознавания и идентификации по видеофиксации базируются на определенном алгоритме выявления соответствия считываемых характеристик заранее заданному шаблону. Видео камера транслирует видеопоток на сервер в режиме реального времени, система распознавания и идентификации определяет соответствие хранящейся в базе данных информации, а идентификация происходит с учетом заранее определенных в системе факторов (например, усов или головных уборов).

**Ключевые слова:** система распознавания, идентификация по видеофиксации.

APPLICATIONS AND PRINCIPLES OF OPERATION OF SYSTEMS OF RECOGNITION AND IDENTIFICATION OF PERSONS IN VIDEO SURVEILLANCE IN REAL TIME

Yurko I.V., Aldobaeva V.N.

#### Abstract

The widespread introduction of video surveillance systems has led to the emergence of demand for recognition and identification systems for video recording. These systems are based on technologies that use computer vision techniques to automatically obtain a variety of information based on the sequence analysis of images coming from cameras in real time. In other words, this technology is based on the methods and algorithms of image recognition and image processing as a result of the analysis of the video stream.

A modern system of recognition and identification on video capable without human intervention can detect and track in real time the performance objectives (e.g., car, group of people) or potentially hazardous situation (e.g., smoke, fire, unauthorized access), and then timely give an alarm signal. Another advantage of using such systems is a significant reduction in the load on the communication channels and the archive base by filtering the video stream in real time.

Any system of recognition and identification based on video recording based on a specific algorithm for determining the compliance of the characteristics of the read predetermined pattern. The video camera broadcasts the video stream to the server in real time, the recognition and identification system determines the correspondence of the information stored in the database, and the identification takes place taking into account the factors previously defined in the system (for example, mustaches or hats).

**The Key Words:** recognition system, identification by video

#### Введение

На сегодняшний день в современных системах видеонаблюдения реализован функционал не только по записи видеопотока и вывода изображения на экран, но и по обеспечению различных аналитических функций. Как правило, такие функции заключаются в автоматизации анализа видеoinформации. Одной из наиболее востребованных функций является распознавание и идентификация лиц в зоне контроля. В таких системах в качестве физических параметров используются ключевые особенности человеческого лица, по которым его можно отличать от множества других.

### **Основная часть**

Определим перечень задач, решаемых системами распознавания и идентификации лиц по видеофиксации в реальном времени:

1. Верификация. Система распознавания и идентификации лиц по видеофиксации в реальном времени может подтверждать личность человека путем сравнения предъявляемого образца с эталонным образцом, записанным в систему ранее. Фактически, выполняется сравнение по схеме «один к одному».

2. Идентификация на закрытом множестве. Система распознавания и идентификации лиц по видеофиксации в реальном времени сопоставляет полученное из видеопотока изображение с множеством записанных ранее шаблонов различных людей с целью установления личности, которой принадлежит этот образец. Данная задача может быть решена с учетом того, что персона, которой принадлежит образец, присутствует в базе. В этой задаче выполняется сравнение образцов по схеме «один ко многим». [1]

Определим область применения подобных систем в следующем перечне:

1. Распознавание лиц нарушителей и злоумышленников в общественных местах или на крупных мероприятиях. Системы распознавания и идентификации лиц по видеофиксации получают в режиме реального времени данные из систем видеонаблюдения различных хозяйствующих субъектов и камер, установленных в городе. На основании полученной информации проводится поиск нарушителей или преступников с целью последующей передачи данных правоохранительным органам.

Сегодня в России существуют крупные проекты, направленные на распознавание и идентификацию объектов по видеофиксации в режиме реального времени. С сентября 2017 года часть из 170 000 камер видеонаблюдения в Москве подключили к системе распознавания лиц. Существующая сеть объединяет подъездные видеокамеры, камеры на территории и в зданиях школ и детских садов, стадионах, остановках общественного транспорта и автовокзалах, в парках, подземных переходах и других общественных мест. Благодаря такому подходу появился дополнительный инструмент поиска преступников и нарушителей. [2]

Распознавание лиц людей по всему городу предоставляет уникальные возможности сотрудникам правоохранительных органов. Доступ к системе городского наблюдения получили около 16 тыс. сотрудников правоохранительных органов, государственных и муниципальных организаций. Система располагает разграничением уровня доступа для различных групп пользователей, что позволяет сохранить конфиденциальность действий жителей города.

2. Обеспечение контроля управления доступа. В этом случае видеонаблюдения интегрировано в систему безопасности и управляет контроллерами на турникетах.

Такая система может быть применена как в качестве основной (принимающей решение о пропуске субъекта на закрытую территорию), так и дублирующей. Неопознанные посетители не получают доступа на закрытую территорию, а их фото будет сохранено в базе с целью последующей обработки данного инцидента службой безопасности. [3]

Обычно такие системы устанавливаются на больших предприятиях, где от уровня безопасности зависит эффективность работы компании (например, разработка передовых технологий). Система автоматически распознает всех сотрудников и сравнивает с базой данных. В случае несоответствия или отсутствия человека в системе, система активизирует протоколы безопасности и оповестит сотрудников службы безопасности.

Преимуществом такого применения является минимизация человеческого участия в процессе, повышение трудовой дисциплины сотрудников и снижение издержек хозяйствующих субъектов на оплату труда.

3. Противодействие кражам в гипермаркетах и торговых центрах. Проблема систематических хищений стоит перед каждым крупным магазином с большими торговыми площадями. Дело в том, что существующие системы видеонаблюдения не эффективны в части предотвращения кражи и обычно используется только для получения доказательств уже совершенной кражи, когда ущерб уже нанесен. Системы распознавания и идентификации лиц по видеофиксации способны выявлять повторные потенциальные кражи в случаях, когда в базу данных будут введены данные по нарушителям и средства видеоаналитики выявят потенциального злоумышленника еще на входе в магазин.

4. Организация фейс-контроля в общественных заведениях. Использование системы распознавания лиц с выводением тревожной информации на удаленное устройство сотрудника службы безопасности поможет снизить или полностью пресечь нахождение в общественном заведении нежелательных лиц.

5. Организация продаж и целевой рекламы. На основе распознавания и идентификации лица человека, можно определить его пол, возраст и показать рекламу, которая будет потенциально интересна клиенту. Вместе с тем, на основе полученной

информации можно списать денежные средства со счета клиента в случае его согласия на ту или иную покупку без участия человека.

Независимо от алгоритма обработки видеопотока программная функция распознавания и идентификации лиц работает по принципу сравнения отсканированного изображения с эталонами, имеющимися в базе. При этом сканирование происходит на ходу, посетителю достаточно повернуть лицо к сканеру во время движения.

По сути, системы распознавания являются компьютерными программами, которые анализируют изображения лиц людей в целях их идентификации. Программа берет изображение лица и измеряет такие его характеристики, как расстояние между глазами, длина носа, угол челюсти, на основе чего создается уникальный файл, который называется "шаблон". Используя шаблоны, программа сравнивает данное изображение с другими изображениями в базе, а затем оценивает, насколько изображения являются похожими друг на друга. Обычными источниками изображений для использования при идентификации по лицу являются сигналы от видеокамер или ранее полученные фотографии, наподобие тех, что хранятся в базе данных водительских удостоверений. [4]

Такой подход обуславливает наличие определенных требований к изображению, полученному из видеопотока. Хорошим показателем эффективности и быстродействия считается, если система способна идентифицировать человеческое лицо с расстояния не менее 10 метров от видеокамеры. При этом, распознавание должно успешно реализовываться даже при изменении определенных физических параметров: изменение прически, появление бороды, и т.д. Промежуток времени, в течение которого должно происходить распознавание и идентификация не должен превышать определенного значения, например подхода объекта видеоконтроля от входной двери турникетам. Еще одним требованием являются характеристики оборудования по видеонаблюдению. В зависимости от решаемых задач используется несколько типов ip камер, обладающих требуемыми характеристиками.

В связи с тем, что вышеописанные требования довольно серьезно влияют на процесс идентификации и распознавания, процент ложного распознавания и идентификации довольно высок. Проблема такого высокого значения показателя ложного распознавания связан также с тем, что в отличие от отпечатков пальцев или радужной оболочки, наши лица меняются с течением времени. Системы распознавания легко ошибаются из-за изменения прически, растительности на лице или веса тела, из-за применения человеком каких-то простейших средств изменения внешности, а также из-за проявления последствий старения.

В качестве примера приведём исследование, проведенное Национальным институтом стандартов и технологий (NIST), по результатам которого было установлено, что уровень

ложной идентификации субъектов, чьи фотографии были сделаны всего 18 месяцев назад, равен 43%. При этом фотографии, использованные в исследовании, были отсняты в идеальных условиях, что весьма важно, так как программы распознавания по лицу очень плохо справляются с оценкой изменения освещенности или угла наклона камеры.

Изображение лица, записанное в шаблоне, подвержено воздействию ряда факторов, которые определяют ограничения и возможности систем идентификации и распознавания лиц. В первую очередь, это условия освещения и различные окклюзии, например очки или маска, а также углы поворота, наклона и отклонения. На рисунке 1 представлены угловые положения головы, которые необходимо учитывать в процессе распознавания и идентификации лица.



Рисунок 1 - Угловые положения головы

Функционирование системы распознавания и идентификации лиц по видеофиксации в реальном времени начинается с разработки шаблонов людей. Как правило, шаблоны представляют собой двумерные изображения или кадры, распакованные из видеопотока. На рисунке 2 схематично представлен процесс регистрации нового шаблона в системе распознавания и идентификации лиц.

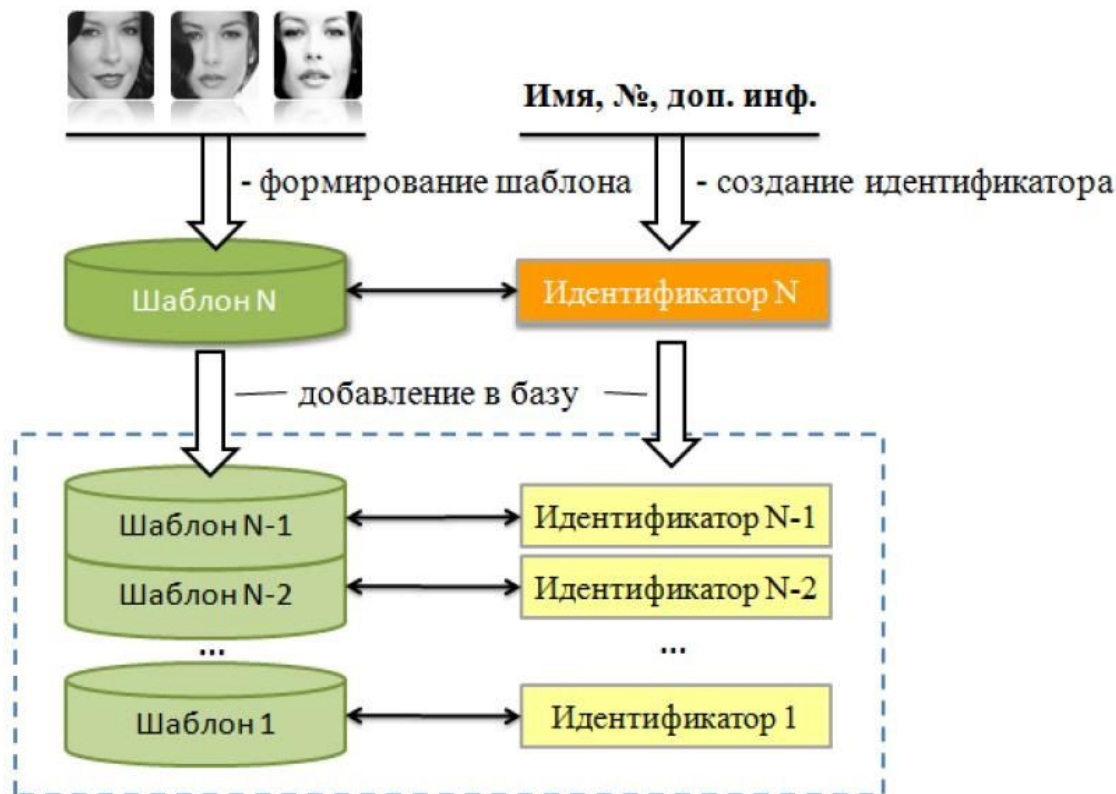


Рисунок 2 – Схематичное представление процесса регистрации нового шаблона в системе распознавания и идентификации лиц

В последнее время все чаще применяются трёхмерные модели, использующие триангуляцию при обработке двумерных изображений или трехмерные образцы, когда к RGB-массиву добавляется матрица глубины  $D$ , получаемая с помощью инфракрасного сенсора. Трёхмерные модели могут быть получены также за счет метода триангуляции, применяемого к фотоснимкам, полученным специальной техникой. [5]

Способ построения шаблона зависит от методов, применяемых в системе распознавания и идентификации лиц, формата исходных данных, или задач, решаемых системой. Наиболее общие этапы, которые описывают формирование шаблона для системы распознавания и идентификации лиц представлены на рисунке 3



Рисунок 3 – Процесс формирования шаблона на примере системы распознавания и идентификации лиц.

1. На этапе предобработки осуществляется детектирование лиц и трансформация выделенных областей к определенному виду: вращение (выравнивание), масштабирование, преобразование каналов и т.п.

2. Второй этап может включать в себя как поиск ключевых точек, так и представление пиксельной матрицы лица в пространстве признаков. Под признаками в данном случае понимаются произвольные дескрипторы изображения, полученные в результате обработки исходных данных.

3. На последнем этапе происходит кодирование и запись шаблона в базу моделей. Сформированная база шаблонов впоследствии используется как набор эталонов.

Представим схематичное изображение принципа идентификации и распознавания лиц на рисунке 4, в котором отражены следующие обозначения:

1. Передача системе изображения из видеопотока.
2. Идентификация образца среди имеющихся в базе шаблонов.
3. Верификация наиболее близкого образца из списка и предъявляемого на вход системы.

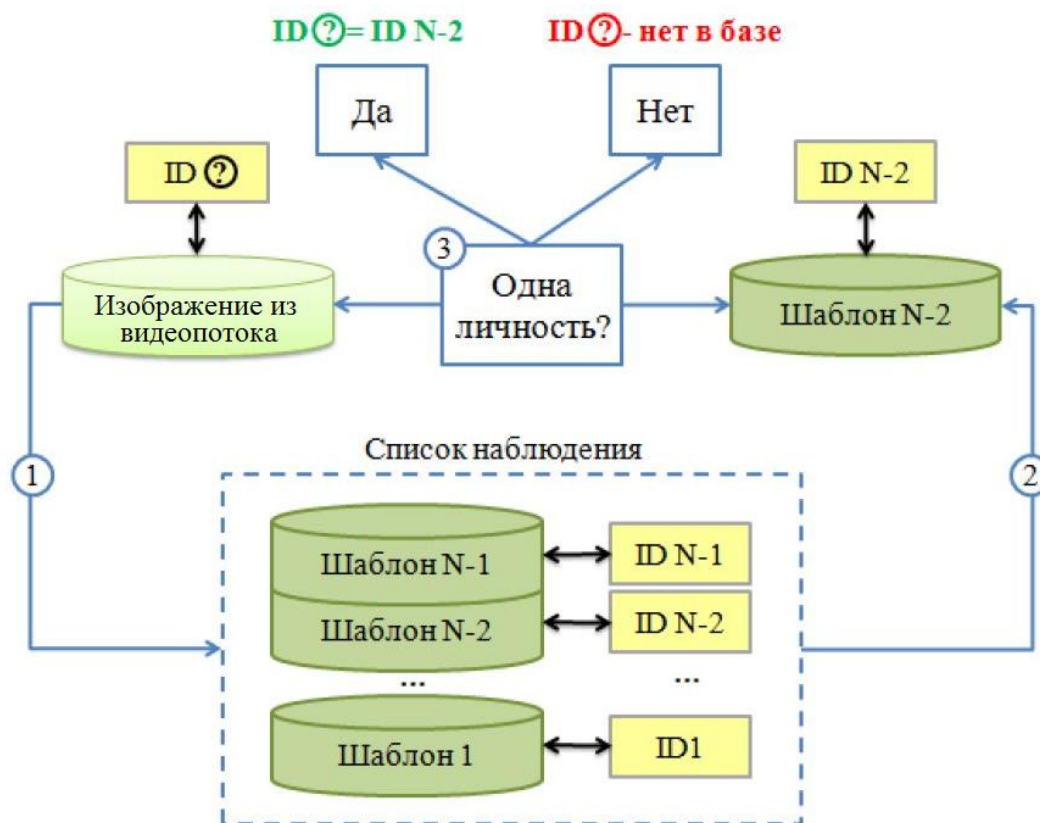


Рисунок 4 – Схематичное изображение принципа идентификации и распознавания лиц

Если процесс идентификации проходит успешно, система возвращает положительный результат, заключающийся в соответствии человека на изображении из видеопотока идентифицированному субъекту.

Таким образом, системы распознавания и идентификации лиц по видеофиксации в реальном времени имеют широкую область применения и функционируют в условиях ряда ограничений, накладываемых на получаемые изображения. В рамках дальнейшего исследования проведем анализ существующих решений в области распознавания и идентификации лиц по видеофиксации в режиме реального времени.

Сегодня область применения систем распознавания и идентификации по видеофиксации затрагивает практически каждую сферу деятельности человека. Одним из ключевых направлений применения является охранная деятельность, а основными объектами распознавания являются лица людей и номерные знаки транспортных средств. Однако на сегодняшний день существуют тенденции роста востребованности более сложных функций — детектирование движения и оставленных предметов, отслеживание траекторий движения, многокамерный трекинг, классификация и идентификация объектов, распознавание ситуаций, анализ поведения людей и т. д.

В качестве критически важной области применения систем распознавания и идентификации по видеофиксации можно определить борьбу с терроризмом и криминалом. В случаях, когда изображения лиц преступников хранятся в базе данных, а в местах массового скопления людей (например, аэропорты, вокзалы, ТРЦ, спортивные учреждения) ведется съемка в режиме реального времени, использование подобных систем является эффективным методом выявления лиц, находящихся в розыске.

Таким образом, проблематика данного исследования заключается в существовании ряда нерешенных проблем в отношении устойчивости алгоритмов распознавания к воздействию внешних условий и вычислительных требований, наряду со стремительным развитием области применения систем распознавания и идентификации по видеофиксации в режиме реального времени. Необходимо разработать современный проект эффективной системы видеофиксации в части распознавания и идентификации лиц в режиме реального времени, способный оказывать качественную поддержку для успешного применения исследуемой технологии.

Исходя из актуальности и выявленной проблематики, можно сделать вывод о целесообразности разработки проекта эффективной системы видеофиксации в части распознавания и идентификации лиц в режиме реального времени.

Список литературы



1. Брилюк Д.В., Старовойтов В.В. Распознавание человека по изображению лица нейросетевыми методами. – Минск, 2002. – 54 с. (Препринт / Ин-т техн. кибернетики НАН Беларуси; № 2).
2. Кулябичев Ю.П., Пивторацкая С.В. Обзор методов идентификации людей на основе изображений лиц с учетом особенностей визуального распознавания
3. Рогозин О.В., Кладов С.А. Сравнительный анализ алгоритмов распознавания лиц в задаче визуальной идентификации МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 105005, Россия
4. Шерстобитов А.И., Федосов В.П., Приходченко В.А., Тимофеев Д.В. Распознавание лиц на групповых фотографиях с использованием алгоритмов сегментации
5. Face Recognition by Elastic Bunch Graph Matching Laurenz Wiskott , Jean-Marc Fellous , Norbert Kruger , and Christoph von der Malsburg,