

Полезная модель относится к инфокоммуникационным технологиям и может быть использована для распознавания лиц с помощью сверточной нейронной сети.

Процесс, который использует видеокамеру или камеру для сбора изображений или видеопотоков на человеческом лице и аутентифицирует определенные лица, называется технологией распознавания лиц.

Распознавание лиц на основе видео стало одной из наиболее активных областей исследований распознавания лиц. Распознавание лиц — это компьютерная технология, которая позволяет идентифицировать личность путем анализа визуальных характеристик человеческих лиц. Распознавание лиц в широком смысле включает в себя ряд связанных технологий, таких как обнаружение лиц, представление лиц, идентификация лиц, анализ выражений и физическая классификация, тогда как распознавание лиц в узком смысле определяется как технология или система, которая может проводить подтверждение личности, сравнение идентичностей и поиск идентичности по характеристикам человеческих лиц.

Наиболее близким аналогом по технической сущности к заявленной полезной модели является система распознавания лиц на основе нейронной сети, включающая видеокамеры и сервера для обработки и хранения данных, база данных и модули распознавания лиц и сбора данных, обучения распознавателя, в котором создается набор данных (датасет), в котором хранятся группы фотографий серого цвета с той частью, которая использовалась для распознавания лиц. Набор из 30 выборок для каждого идентификатора можно считать оптимальным. На этапе обучения берутся все пользовательские данные из набора данных и библиотеки OpenCV – Recognizer instructor. Чтобы обучить модель распознавания лиц с помощью глубокого обучения, каждая выборка данных включает в себя три изображения: якорь (текущее лицо); положительное изображение (изображение человека с той же идентичностью, что и якорь); отрицательное изображение (не имеет той же идентификации, что и якорь). Нейронная сеть вычисляет 128-мерный вектор признаков для каждого изображения грани, а затем настраивает веса сети. На этапе распознавания распознаватель (Recognizer) выполнит обработку /Система распознавания лиц на основе нейронной сети, Балецкий М.И., материалы 58-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, 2022 г., https://libelddoc.bsuir.by/bitstream/123456789/47494/1/Baletskiy_Sistema.pdf/.

К недостаткам данного аналога относятся уменьшение качества распознавания при ухудшении освещенности, изменении положения головы или угла.

Задачей полезной модели является разработка новой усовершенствованной системы

распознавания лиц на основе нейронной сети с улучшенными техническими характеристиками.

Техническим результатом заявляемой полезной модели является высокая скорость аппроксимации и высокая степень распознавания, а также повышение точности и эффективности распознавания, сокращение времени распознавания при условии соблюдения определенного уровня точности распознавания.

Это достигается тем, что система распознавания лиц на основе нейронной сети, включающая видеокамеру и сервер для обработки и хранения данных, базу данных и модули распознавания лиц и сбора данных, обучения распознавателя, согласно полезной модели, видеокамера посредством проводной или беспроводной связи интернета связана с сервером, на котором размещена база данных изображений лиц, причем сервер выполнен с возможностью получения данных с видеокамеры посредством своих последовательно сообщенных модулей последовательности изображений, предварительной обработки изображения, выравнивания и отслеживания лица, извлечения признаков и классификации входных данных в блок распознавания лица сервера, сервер также выполнен с возможностью отправления данных посредством своих последовательно сообщенных модулей изображения тестового набора, предварительной обработки изображения, считывания данных в обученную нейронную сеть сервера, которая в свою очередь связана с обучающей нейронной сетью сервера и посредством модуля последовательности контрольных точек тестового набора с блоком распознавания лица сервера, при этом обучающая нейронная сеть сервера связана с модулем классификации входных данных.

На фигуре 1 изображена наглядная блок-схема способа распознавания лиц на основе нейронной сети, на которой обозначены следующие позиции:

1 – видеокамера; 2 – модуль последовательности изображений; 3 – модуль предварительной обработки изображения; 4 – модуль выравнивания и отслеживания лица; 5 – модуль извлечения признаков; 6 – модуль классификации входных данных; 7 – модуль изображения тестового набора; 8 – модуль предварительной обработки; 9 – модуль считывания данных; 10 – обученная нейронная сеть Yolo V5; 11 – модуль последовательности контрольных точек тестового набора; 12 – обучающая нейронная сеть Yolo V5; 13 – сервер; 14 – база данных изображений лиц; 15 – блок распознавания лица. Система распознавания лиц включает в себя следующее:

видеокамеры (1) и сервер (13) для обработки и хранения данных, база данных (14) и модули распознавания лиц и сбора данных, обучения распознавателя, видеокамера (1) посредством проводной или беспроводной связи интернета связана с сервером (13), на котором размещена база данных изображений лиц (14), причем сервер (13) выполнен с возможностью получения данных с видеокамеры (1) посредством своих последовательно сообщенных модулей

последовательности изображений (2), предварительной обработки изображения (3), выравнивания и отслеживания лица (4), извлечения признаков (5) и классификации входных данных (6) в блок распознавания лица (15) сервера (13), сервер (13) также выполнен с возможностью отправления данных посредством своих последовательно сообщенных модулей изображения тестового набора (7), предварительной обработки изображения (8), считывания данных (9) в обученную нейронную сеть (10) сервера (13), которая в свою очередь связана с обучающей нейронной сетью (12) сервера (13) и посредством модуля последовательности контрольных точек тестового набора (11) с блоком распознавания лица (15) сервера (13), при этом обучающая нейронная сеть (12) сервера (13) связана с модулем классификации входных данных (6).

Процесс распознавания идет в режиме реального времени. Кроме фокусного расстояния и разрешения, на качество распознавания влияют количество источников света, адаптация камеры к плохому освещению, место ее установки, угол обзора и средства защиты от негативных проявлений окружающей среды.

Система включает в себя: устройство сбора видео, которое собирает видеосигналы кандидатов на протяжении всего процесса в режиме реального времени и кодирование. Устройство преобразует собранные видеосигналы в режиме реального времени в сигналы, которые можно использовать для связи, передачи и хранения. Система сетевой передачи обеспечивает передачу и вызов всех видеосигналов между модулями; для хранения и резервного копирования видеосигналов.

Настоящая полезная модель работает следующим образом.

Пример.

Как показано на фигуре 1, система распознавания лиц при воспроизведении видео, в частности, включает в себя: модуль обнаружения лиц, модуль обучения Yolo v5, модуль совместной классификации распознавания лиц. Модуль обнаружения лиц подключен к обучающему модулю CNN и модулю совместной классификации распознавания лиц соответственно, а обучающая модуль Yolo v5 подключен к модулю совместной классификации распознавания лиц.

Модуль обнаружения лиц используется для обнаружения лиц на основе глубокого обучения на входном видео и извлечения черт лица. Модуль построения библиотеки образцов в основном используется для создания разнообразной библиотеки лиц на основе непрерывного преобразования во временной области следующее:

1. Модуль обнаружения лиц создает короткую видеотеку из n человек. Каждый человек содержит хотя бы одно короткое видео, а короткое видео содержит лица с разными ракурсами и разными выражениями. В каждом коротком видео модуль обнаружения лиц обнаруживает лицо.

2. Модуль обнаружения лиц подтверждает первый кадр лица текущего человека, определяет первый

кадр лица текущего человека в видео и сохраняет его в библиотеке образцов.

3. Модуль обнаружения лиц продолжает обнаруживать следующий кадр лица и сравнивает характеристики обнаруженного второго кадра лица с лицами в библиотеке. Если он превышает пороговый диапазон система связывает распознанное в кадре лицо с персоной из базы данных, в противном случае текущий кадр будет удален. Лица сохраняются в базе данных для формирования новой базы данных лиц.

4. Система повторяет пункт 3, чтобы постоянно обновлять базу данных лиц текущего человека до тех пор, пока не будет воспроизведено видео.

5. Система объединяет данные объектов текущего человека, хранящиеся в базе данных, чтобы сформировать базу данных функций текущего человека со многими аспектами и выражениями, которые постоянно преобразуются во временной области.

Обучающий модуль Yolo v5 в основном используется для улучшения сети извлечения черт лица с глубоким обучением и обучения модели глубокого обучения на основе изменений во временной области. Конкретные шаги заключаются в следующем:

1. Входными данными является непрерывное изображение с выравниванием лица, которое непрерывно преобразуется во временной области;

2. Улучшите модель глубокого обучения и измените полностью связанный слой для извлечения признаков в слой `gdconv`, который может эффективно изучать черты лица в различных областях и уменьшать сложность модели.

Модуль совместной классификации распознавания лиц в основном используется для распознавания лиц путем объединения выделения признаков и классификации. В частности, он включает в себя следующие этапы:

1. Модуль совместной классификации распознавания лиц использует сверточную нейронную сеть для выделения и классификации признаков. Выделение признаков используется для сравнения объектов, а классификация `softmax` используется на уровне классификации.

2. Модуль совместной классификации распознавания лиц сравнивает базу данных черт лица с непрерывным временным разнообразием различий

3. Модуль совместной классификации распознавания лиц сравнивает сходство черт лица в текущем кадре и лиц в базе данных объектов, чтобы выполнить распознавание черт лица;

4. Модуль совместной классификации распознавания лиц классифицирует и подтверждает лицо в текущем кадре, выполняет сквозную классификацию на основе сверточной нейронной сети и использует `softmax` для получения прогнозируемой личности и прогнозируемого значения;

5. Модуль совместной классификации распознавания лиц объединяет результаты

сравнения функций и результаты классификации, чтобы подтвердить текущую идентичность лица.

Настоящее изобретение раскрывает способ распознавания лиц при воспроизведении видео, включающий этапы:

А) Создание разнообразной базы данных лиц на основе непрерывного преобразования во временной области.

В) Улучшение сети глубокого обучения для извлечения признаков лица и обучения на основе модели глубокого обучения с переменной временной областью

С) Сочетание извлечения признаков и классификации моделей для распознавания лиц.

Способ распознавания лиц при воспроизведении видео по настоящему изобретению снижает влияние отклонения угла лица, выражения, освещения и т. д. на извлечение особенностей изображения лица путем построения библиотеки постоянно меняющихся образцов разнообразия временных рядов и добавления глубокой нейронной сети Yolo v5. Совместные методы сопоставления признаков и классификации моделей дополнительно подтверждают идентификационную информацию, что может эффективно повысить точность распознавания лиц на видео.

Применение этого технического решения может повысить точность распознавания лиц и повысить эффективность распознавания. По сравнению с существующей технологией способ распознавания лиц на основе нейронных сетей, имеет высокую скорость аппроксимации и высокую степень распознавания. При условии соблюдения определенного уровня точности распознавания время распознавания является коротким.

Принцип работы систем распознавания лиц можно описать так. Под системой обычно понимают не только саму нейронную сеть, а весь набор компонентов до и после нее, которые задействованы в процессе.

1. Сбор данных: Видео и последовательность изображений. На вход системы поступает закодированный видеопоток с камеры, представляющий из себя последовательность кадров, на которых могут быть лица. Данные поступают в так называемый декодер, который декодирует видеопоток в отдельные кадры для их дальнейшей обработки детектором. Далее детектор на каждом кадре определяет наличие в принципе каких-либо объектов в кадре, похожих на лицо. В систему поступают исходные данные-фотографии или видеозаписи обрабатываемых лиц. Зашифрованный видеопоток с камеры (1) поступает на вход системы, представляющий собой последовательность изображений (2). Последовательность изображений видеопотоков представляет собой набор кадров, которые воспроизводятся один за другим, создавая иллюзию движения. Videопоток можно рассматривать как серию статических изображений, которые быстро сменяют друг друга. Основные задачи, связанные с обработкой видеопотоков, включают: анализ и обработка изображений: Извлечение информации из

каждого кадра; слежение за объектами: Определение и отслеживание движущихся объектов; поиск и распознавание: Идентификация объектов или событий в видеопотоке.

2. Обработка изображений и анализ: Предобработка изображений. Полученное изображение предварительно обрабатывается (3), включая шумоподавление, нормализацию освещения и выравнивание лиц. Изображения приводятся к стандартному формату (размер, ориентация). Это улучшает качество изображения и облегчает последующий анализ. Происходит процесс выравнивания лица, отслеживания лица (4). В системе используется метод сверточной нейронной сети YOLO v5, чтобы найти и выделить лица на изображении. Обучающая сверточная нейронная сеть YOLOv5. Система использует технологии глубокого обучения для повышения точности распознавания путем обучения работе с большими наборами данных. Сверточная нейронная сеть (CNN-Convolutional neural network) - контролируемая модель глубокой нейронной сети со сверточной структурой. Применение сверточных слоев уменьшает объем памяти, занимаемой глубокими сетями, и позволяет ядру свертки извлекать изображения. Далее происходит процесс извлечения признаков (5). Система анализирует ключевые точки на лице (глаза, нос, рот) и создает вектор признаков, представляющих особые характеристики лица. После этого происходит скоринг детектированных объектов, определяются ключевые точки, позволяющие определить угол поворота лица и его качество. На основе этого лицам проставляются оценки. Объекты, оцененные, как не лица, выкидываются полностью. На детектированных лицах с набора последовательных кадров строится треклет одного лица (например, когда один и тот же человек прошел в кадре из одного конца помещения в другой и попал в систему сразу на 100 кадрах), исключается дублирование и определяется несколько наилучших из треклета лиц (наивысшая оценка), которые будут участвовать в распознавании. Объекты, отнесенные к лицам, но плохо подходящие для распознавания (например, система понимает, что в кадре лицо, но оно сильно повернуто и для качественного распознавания видимой части лица не хватит) получают низкую оценку.

3. Сравнение и идентификация: Извлеченные данные, векторы сравниваются с базой данных известных лиц с использованием различных методов (например, расстояние Евклида или косинусное сходство). И, если разница не превышает заданного порогового значения (от 0,6 до 0,85), система связывает распознанное в кадре лицо с персоной из базы данных. Если превышает — формируется новая отдельная персона. Идентификация или верификация: Система решает, является ли лицо известным (идентификация) или подтверждает личность (верификация). Отобранные лица обрабатываются нейронной сетью, с них определяется так называемый вектор фич —

извлеченный нейросетью уникальный набор признаков, характерный только этой персоне, по сути формирующий уникальный код лица. Далее происходит распознавание лица.

4. База данных: База данных (БД) — это набор информации, которая хранится упорядоченно в электронном виде. Далее распознанные лица через уникальный код лица, сравниваются с базой данных персон в системе. И, если разница не превышает заданного порогового значения, система связывает распознанное в кадре лицо с персоной из базы данных. Если превышает — формируется новая отдельная персона. На этапе распознавания система сравнивает извлеченные признаки с базой данных известных лиц, а затем сопоставляет их на основе сходства между ними (14).

5. Сервер: Сервер — сетевой компьютер, обрабатывающий запросы от других компьютеров в локальной или глобальной сети. Как правило, сервер выделен из всей группы компьютеров, подключенных к единой сети, работает автономно, без участия человека, за исключением первичной настройки. Сервер принимает видеопоток или изображения с камер наблюдения. Эти данные поступают в закодированном виде. Обнаруженные лица обрабатываются нейронной сетью, которая извлекает уникальные признаки каждого лица, формируя так называемый вектор признаков. Векторы признаков сравниваются с эталонными векторами в базе данных для идентификации личности. Для эффективной работы сервер распределяет вычислительные задачи между CPU и GPU, что позволяет обрабатывать больше видеопотоков одновременно (13).

6. Нейронная сеть: Нейронные сети играют ключевую роль в распознавании образов благодаря своей способности обучаться и обобщать данные. Нейронная сеть получает на вход данные, которые могут быть изображениями, текстом или любым другим типом информации (7). Входные данные проходят через несколько слоев нейронов (8). Каждый нейрон применяет к данным определенные веса и функции активации, чтобы преобразовать их (9). Во время обучения сеть корректирует свои веса и параметры, чтобы минимизировать ошибку в предсказаниях. Это достигается с помощью алгоритмов оптимизации, таких как градиентный спуск (10). После обучения нейросеть способна распознавать и классифицировать новые данные, даже если они не были частью обучающей выборки. Это позволяет ей эффективно работать с неполными или искаженными данными (12). Нейронная сеть выдает результат, который может быть классификацией изображения, предсказанием текста или другим типом ответа (11). Отобранные лица из трека обрабатываются нейронной сетью, с них определяется так называемый вектор фич — извлеченный нейросетью уникальный набор признаков, характерный только этой персоне, по сути формирующий уникальный код лица.

7. Вывод результатов: Система предоставляет результат — ID номер человека и другую информацию (15).

8. Этические аспекты:

- Конфиденциальность данных;
- Возможные предвзятости в алгоритмах;
- Правовые нормы использования технологии.

Эта система требует тщательной настройки и постоянного обновления для достижения высокой точности, и надежности.

К преимуществам заявленной системы относятся:

1) это один из лучших алгоритмов распознавания и классификации изображений;

2) по сравнению с полностью подключенной нейронной сетью (например, сенсорным восприятием), настраиваемых весов гораздо меньше, поскольку одно ядро шкалы используется полностью для всего изображения, а не для создания собственных весов для каждого пикселя входного изображения. Это приводит к тому, что нейронные сети объединяют информацию, отображаемую во время обучения вместо того, чтобы сохранять каждый пиксель изображения за раз с бесчисленными весовыми коэффициентами, как это делает сенсорное восприятие;

3) простота распараллеливания вычислений, следовательно, возможность реализации сетевых алгоритмов и алгоритмов обучения на графических процессорах;

4) относительная стабильность вращения и преобразования распознаваемого изображения.

Распознавание лиц относится к категории искусственного интеллекта и использует компьютерную оптику, акустику, физические датчики, биологические статистические принципы и передовые математические методы для создания моделей, которые превращают физиологические характеристики человека в идентифицируемые. Распознавание лиц можно широко использовать во многих сценариях, таких как аэропорты, живописные места, отели, железнодорожные вокзалы и другие места.

Операция распознавания лиц поддерживает изображения, отвечающие следующим требованиям: формат JPEG, PNG, GIF (первый кадр) или BMP; размер файла составляет от 1 КБ до 6 МБ; размер изображения составляет от 36 x 36 пикселей до 4096 x 4096 пикселей. На вероятность правильного распознавания изображения оказывают существенное влияние следующие факторы: разрешение (размер): самое стабильное (критическое разрешение) между лучшим разрешением и наименьшим разрешением; яркость; освещение; угол захвата.

Сверточные нейронные сети (CNN) являются наиболее часто используемым типом метода глубокого обучения для распознавания лиц. Основное преимущество метода глубокого обучения заключается в том, что для обучения можно использовать большой объем данных, чтобы получить надежное представление об изменениях, происходящих в обучающих данных. Этот метод не требует разработки конкретных характеристик, которые устойчивы к различным типам различий в классе (таким как освещение, осанка, выражение лица, возраст и т.д.), но могут быть извлечены из

данных обучения. Основным недостатком методов глубокого обучения является то, что для обучения им необходимо использовать очень большие наборы данных, и эти наборы данных должны содержать достаточное количество изменений, чтобы их можно было обобщить на образцы, которые никогда раньше не видели. Некоторые крупномасштабные наборы данных о лицах, содержащие изображения естественных лиц, были обнародованы и могут быть использованы для обучения моделей CNN. В дополнение к изучению функций распознавания нейронные сети также могут уменьшать размерность и могут быть обучены классификаторам или использовать метрические методы обучения. CNN считается сквозной обучаемой системой, и ее не нужно комбинировать с какими-либо другими конкретными методами.

Компьютерная система распознавания образов в основном состоит из трех взаимосвязанных, но четко дифференцированных процессов, а именно генерации данных, анализа образов и классификации образов. Генерация данных заключается в преобразовании исходной информации входного шаблона в вектор и придании ему формы, которую легко обрабатывать компьютеру. Анализ шаблонов - это обработка данных, включая выбор объектов, извлечение объектов, сжатие данных по размерам и определение возможных категорий. Классификация изображений заключается в использовании информации, полученной в результате анализа изображений, для обучения компьютера формулировать критерии распознавания с целью классификации изображений распознавания.

Модель распознавания лиц представлена ниже. Определим множество изображений лиц в базе данных $X_1, X_2, X_3 \dots X_L$. Множества делятся на L классов, где каждый класс соответствует зарегистрированному человеку. Для каждого изображения определим вектор из K значений:

$$\mu = (\mu_1, \mu_2, \mu_3, \dots, \mu_K)^T, \quad (1)$$

где τ - оператор транспонирования.

Для каждого изображения (1) определим функцию расстояния. Функции расстояния $d(\mu_i, \bar{\mu})$ для вектора признаков при наибольшем расстоянии $\bar{\mu}$ - входная форма относится классу X_L ,

$$d(\mu_i, \bar{\mu}) > d(\mu_j, \bar{\mu}), l \neq j, l, j = 0, 1, \dots, L-1. \quad (2)$$

Для функции расстояния (2) для класса X_L должна превышать заранее вычисленное пороговое значение $d(\mu_i, \bar{\mu}) > \tau_c$. Входными данными алгоритма распознавания лиц является изображение, а выходными данными - последовательность координат кадра лица (0 кадров лица или 1 кадр лица или несколько кадров лиц). Как правило, выходная рамка координат лица представляет собой обращенный вверх квадрат, но существуют также некоторые технологии обнаружения лиц, которые выводят обращенный

вверх прямоугольник или прямоугольник с направлением вращения. Обычный алгоритм обнаружения лиц представляет собой в основном процесс «сканирования» и «различения», то есть алгоритм сканирует диапазон изображений, а затем поочередно определяет, является ли область-кандидат лицом. Следовательно, скорость вычислений алгоритма обнаружения лиц связана с размером изображения и содержимым изображения. Входными данными алгоритма регистрации лица являются «изображение лица» плюс «кадр координат лица», а на выходе последовательность координат ключевых точек черт лица. Количество ключевых точек черт лица является заданным фиксированным значением, которое может быть определено в соответствии с различной семантикой (обычно это 5 точек, 68 точек, 90 точек и т. д.).

С помощью математической модели для определения интегрального изображения можно найти координаты лица (алгоритм Виолы и Джонса):

$$I_i(x, y) = \sum_{x'=0}^{x,y} i(x', y'), \quad (3)$$

где $I_i(x, y)$ - значение i -го элемента интегрального изображения с координатами (x, y) , $i(x', y')$ - яркость пикселя рассматриваемого изображения с координатами (x', y') . Интегральное изображение (3) вычисляется независимо от размера или местоположения изображения и используется для быстрого расчета яркости заданных частей изображения.

Знаки s_i - сумма яркости пикселей, лежащих в белых областях, вычитается из суммы интенсивностей пикселей, лежащих в черных областях:

$$s_i = \sum_{i=0}^{y,x} r_{i,k} - \sum_{i=0}^{y,x} r_{i,f}, \quad (4)$$

где $\sum_{i=0}^{y,x} r_{i,k}$, $\sum_{i=0}^{y,x} r_{i,f}$ - суммы яркости пикселей.

Чем ближе (4) к 0, тем ниже яркость, а чем ближе значение к 255, тем выше яркость. Предположим, что существует n обучающих выборок $(x_1, y_2), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$, где $x_i \in X, y_i \in Y$, соответствующих отрицательным и положительным примерам выборок. В обучающей выборке существует m образцов отрицательных случаев и l образцов положительных случаев. В то же время существует набор весов w_i , $1 \leq i \leq n$, соответствующий каждой выборке.

Выражение для этого классификатора с пороговым значением τ_c имеет вид:

$$w = \begin{cases} 1, & f_i \geq \tau_c; \\ -1, & f_i < \tau_c. \end{cases}, \quad (5)$$

Вычисляется «наилучший» сильный классификатор из фиксированного числа слабых классификаторов. Выражение для сильного классификатора выглядит следующим образом:

$$W = \begin{cases} 1, & \sum_{c=1}^c a_c w_c \geq \frac{1}{2} \sum_{c=1}^c a_c \\ 0, & \sum_{c=1}^c a_c w_c < \frac{1}{2} \sum_{c=1}^c a_c \end{cases} \quad (6)$$

$$a_c = \log \frac{1}{\beta_c} \quad (7)$$

где w_c – слабый классификатор; a_c, β_c – весовые коэффициенты слабого классификатора; c – номер текущего слабого классификатора, $C = \overline{1, C}$ – количество слабых классификаторов. Итерационный алгоритм, реализующий "сильный" классификатор (6), (7), который позволяет достичь классификаторы на основе "слабых" (5) составов для обучения произвольным меньшим ошибкам. Изображений объекта до подсветки и после можно описать следующим образом:

$$q_j(x, y) = \frac{g_{0,j}(x, y)}{g_{1,j}(x, y) + 1} \quad (8)$$

где j – номер текущего значения последовательности $Y, g_{b,j}(x, y)$ – значение яркости пикселя массива $I_{b,j}$, соответствующего изображению лица пользователя, b – идентификатор массива пикселей, обозначающий режим подсветки, при котором производилась подготовка массива, $b = \{0, 1\}$, x и y координаты рассматриваемого пикселя, $x = 0, 1, \dots, W - 1, y = 0, 1, \dots, H - 1, W$ и H – количество пикселей, соответствующих ширине и высоте массива $I_{b,j}$.

Следует оценить меру рассеивания всех значений (8). Для описания рассеяний значений числовой характеристики выборки (9) вводится суммарная характеристика дисперсии выборки и математическое ожидание (10) по среднему значению \bar{q}_j . Для оценки степени рассеивания относительно среднего значения (математического ожидания) вычисляют дисперсию:

$$D(I_{0,j}, I_{1,j}) = \frac{1}{WH} \sum_{x=0}^{W-1} \sum_{y=0}^{H-1} (q_j(x, y) - \bar{q}_j)^2 \quad (9)$$

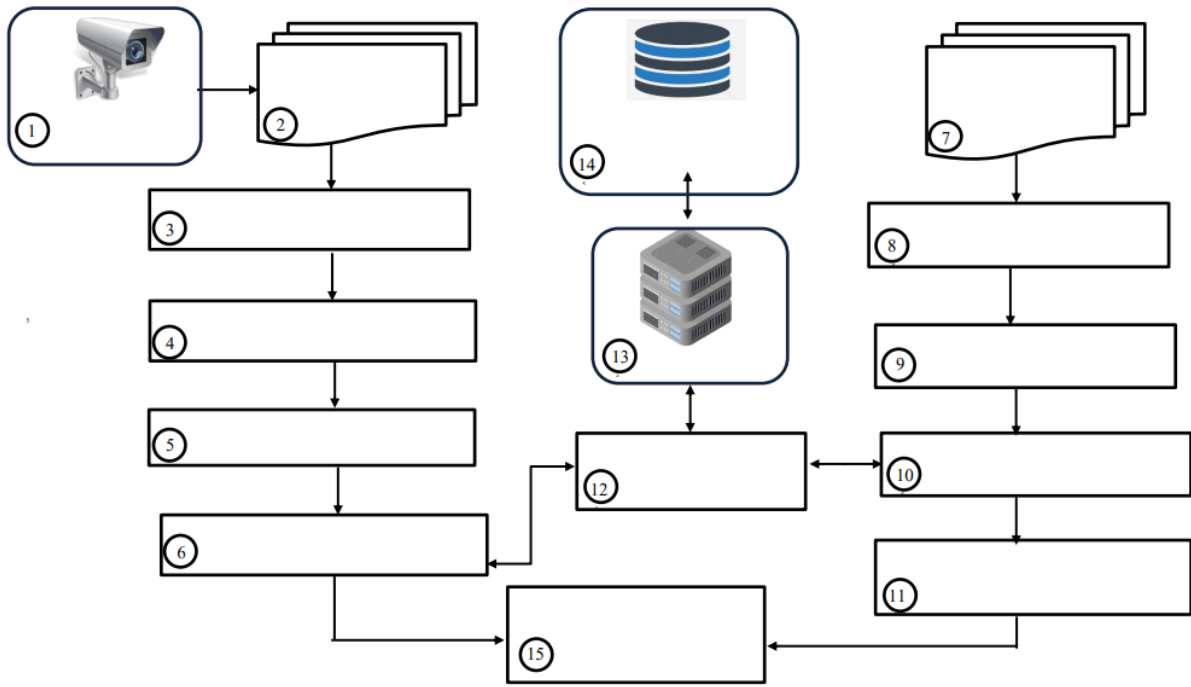
где \bar{q}_j – среднее значение или математическое ожидание дискретной случайной величины $q_j(x, y)$, которое вычисляется по формуле:

$$\bar{q}_j = \frac{1}{WH} \sum_{x=0}^{W-1} \sum_{y=0}^{H-1} q_j(x, y) \quad (10)$$

Приведенное выше изложение выявленных проблем можно найти во многих публикациях, посвященных идентификации пользователей по изображениям лиц и моделированию информационных систем.

ФОРМУЛА ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ

1. Система распознавания лиц на основе нейронной сети, включающая видеокамеру и сервер для обработки и хранения данных, базу данных и модули распознавания лиц и сбора данных, обучения распознавателя *отличающаяся* тем, что видеокамера посредством проводной или беспроводной связи интернета связана с сервером, на котором размещена база данных изображений лиц, причем сервер выполнен с возможностью получения данных с видеокамеры посредством своих последовательно сообщенных модулей последовательности изображений, предварительной обработки изображения, выравнивания и отслеживания лица, извлечения признаков и классификации входных данных в блок распознавания лица сервера, сервер также выполнен с возможностью отправления данных посредством своих последовательно сообщенных модулей изображения тестового набора, предварительной обработки изображения, считывания данных в обученную нейронную сеть сервера, которая в свою очередь связана с обучающей нейронной сетью сервера и посредством модуля последовательности контрольных точек тестового набора с блоком распознавания лица сервера, при этом обучающая нейронная сеть сервера связана с модулем классификации входных данных.



Фигура 1