

ОСОБЕННОСТИ ЗАДАЧ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО АНАЛИЗА ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЙ. РАСПОЗНАВАНИЕ ЛИЦ

Волхонский Владимир Владимирович

*Национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики*

Последние годы все большую популярность приобретают возможности и методы автоматического (или автоматизированного) анализа видеоизображений и, в частности, технологии распознавания лиц. При всей привлекательности последней необходимо ясно понимать, что это не «панацея от всех бед», а лишь один из полезных и эффективных методов идентификации и решения некоторых других задач обеспечения безопасности, да и не только безопасности. Но использование этого метода требует учета ряда особенностей практического применения, которые могут оказывать существенное влияние на качество работы алгоритмов распознавания. Есть ряд опубликованных материалов общетеоретического характера, например [1], прикладного [2], нормативных документов [3]. Однако остается ряд проблем, с которыми сталкиваются пользователи и проектировщики систем ТВ-наблюдения, использующих видеоаналитику. Например, требования в упомянутом стандарте [3] ориентированы в значительной степени на получение эталонного изображения лица в идеальных условиях. Но на практике же условия могут существенно отличаться, тем не менее, задача распознавания лица должна решаться. Поэтому в данной работе уделено основное внимание ряду практических особенностей, связанных с получением видеоизображения лица, пригодного для идентификации.

ТИПОВЫЕ ЗАДАЧИ

Существует ряд типовых задач, в которых может применяться идентификация по изображению лица или решаться другие задачи, связанные с распознаванием лиц:

1. Идентификация известных лиц для получения ими допуска в какую-то зону или к какому-либо ресурсу – задача, типичная для СКУД.
2. Идентификация известных лиц для недопущения их в какую-то зону или к какому-либо ресурсу, например, задача поиска и задержания преступников

или недопущения некоторых болельщиков на стадион и т. д.

3. Обнаружение и видеофиксация лиц для создания базы данных лиц с привязкой ко времени, позволяющая в дальнейшем значительно ускорить процедуру поиска соответствующих фрагментов видеозаписей, на которых эти лица присутствовали.
4. Обнаружение лиц для классификации обнаруженного объекта наблюдения как субъекта.
5. Оценка каких-либо характеристик субъектов, например, эмоционального состояния, пола, возраста и т. п. признаков для различных задач, например, маркетинговых.

В первом случае можно говорить о том, что субъекты идентификации в основном будут стараться соблюдать определенные установленные в системе правила, чтобы обеспечить надежную идентификацию. Во втором – наоборот – стараться применить методы и способы маскировки и поведения, в максимальной степени препятствующие правильной идентификации. А в трех последних могут просто не обращать внимания на ведущую идентификацию и, как следствие, неосознанно не соблюдать условия, необходимые для надежной идентификации. При этом все упомянутые выше задачи требуют, предварительно, обнаружения лиц на видеоизображении контролируемой зоны.

ПРОЦЕДУРА РАСПОЗНАВАНИЯ

Задача распознавание лица по своей сути представляет из себя задачу распознавания образов. Наиболее распространенный (хоть и частный) прикладной случай – это задача идентификации. Идентификационной характеристикой при этом является изображение лица.

Достаточно типичный вариант решения рассматриваемой задачи происходит в несколько этапов:

- обнаружение лица по определенным признакам на видеоизображении некоторой зоны;

- сегментация изображения лица (выделение определенной области изображения для дальнейшей обработки);
- выделение на сегментированной части видеоизображения идентификационных признаков (обычно характерных фрагментов изображения или точек на изображении);
- определение набора идентификационных параметров, характеризующих эти признаки (координаты, относительные размеры и др.);
- сравнение полученного набора идентификационных параметров с эталонными;
- принятие решения о соответствии или несоответствии полученного набора эталонному по некоторому критерию.

На рисунке 1 (предоставленном компанией ITV|Axxonsoft) наглядно проиллюстрированы некоторые из перечисленных этапов: обнаружение и выделение признаков для оценки их параметров.

Таким образом, обнаруженное изображение лица, т. е. идентификационная характеристика, преобразуется в набор идентификационных признаков и, затем, в набор их параметров, который и используется для решения задачи идентификации. Другими словами, изображение преобразуется в вектор.

Ниже обсуждаются некоторые особенности практического применения методов идентификации по изображению лица, связанные, прежде всего, с формированием исходного изображения, влияющих на его качество и, как следствие, на надежность идентификации (вероятность правильной идентификации) или, как еще часто оценивают, – на вероятности ошибок первого и второго рода. А это, как известно, вероятности ошибочной идентификации, приводящей к предоставлению ложного доступа и ложного отказа в доступе в СКУД.

ИДЕНТИФИКАЦИОННЫЕ ПРИЗНАКИ

К числу наиболее типичных идентификационных признаков (характерных фрагментов изображения) можно отнести нижеследующие:

- радужная оболочка и зрачки;
- уголки глаз;
- уголки губ;
- характерные элементы формы носа;
- характерные элементы формы ушей;
- мочки ушей и т. д.

Эти идентификационные признаки можно характеризовать набором идентификационных параметров, например, таких как нижеперечисленные:

- размеры лица или элементов изображения лица – рта, носа и т. д.;
- координаты характерных точек (зрачков, уголков глаз, мочек ушей, уголков губ и т. п.);

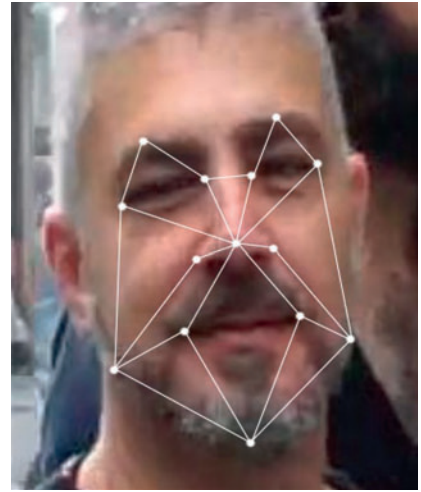
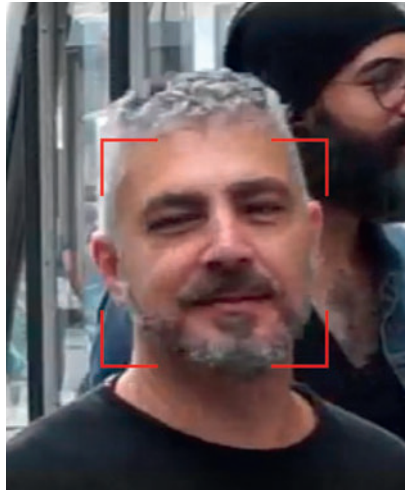


Рис. 1. Обнаружение лица и выделение идентификационных признаков

- расстояния между зрачками глаз, уголками глаз, мочками ушей, уголками губ и т. п. фрагментами изображения;
- площади фрагментов изображения;
- направления или угловые координаты касательных к форме глаза в уголках, касательных к форме губ в уголках и др.

Могут использоваться, конечно, и другие признаки, например, цвет глаз, волос, или признаки, характеризующие эмоциональное состояние или возраст, и др. Выбор зависит от решаемой задачи, к примеру, идентификации личности или обнаружения террористов по эмоциональному состоянию, или выявления нетрезвых пассажиров при посадке в самолет и т. п.

К выбору перечисленных признаков и их параметров нужно подходить внимательно, стараться выбирать признаки и их параметры, по возможности, максимально инвариантные к мимике, повороту головы и т. п. действиям, изменяющим, искажающим значения рассматриваемых параметров. А также к потенциальным возможностям скрыть или исказить идентификационные признаки и параметры.

Количество идентификационных признаков и параметров для эталонного и исходного изображений могут отличаться. Например, по разным причинам часть признаков и/или их параметров могут быть не обнаружены. Но, тем не менее, решение может приниматься и по части признаков с достаточной вероятностью.

Кроме того, надо учитывать точность измерения значений идентификационных параметров (допуски на точность оценки их значений), которые по разным причинам формируются с некоторой ошибкой и зависят от условий формирования исходного изображения. А также степень соответствия оценок параметров и значений эталонных параметров (т. е. пороги принятия решения о совпадении или несовпадении).

Все это приводит к ошибкам первого и второго рода – вероятности ложного отказа в доступе и ложного предоставления доступа.

Выбор в пользу того или иного значения ошибки первого или второго рода (точнее, их соотношения, поскольку они взаимосвязаны) может быть сделан на основе оценки важности и/или степени опасности той или иной ошибки. Например, важнее минимизировать опасность несанкционированного доступа на объект критической инфраструктуры. Даже если это усложняет условия идентификации – предъявляются более жесткие требования к условиям поведения субъектов в процессе формирования идентифицируемого изображения и снижается пропускная способность и т. д. С точки зрения работы алгоритма это будет соответствовать минимизации различий в количестве исходных и эталонных параметров, увеличению требований к точности оценки значений параметров и к выбору порогов принятия решений. Или другой случай, когда приоритетной является пропускная способность – важность не создать задержку или даже давку в точке доступа из-за ошибочного непредоставления доступа. В этом случае количественные отличия в наборах исходных и эталонных параметров можно увеличить, а также снизить требования к точности оценки и совпадения при сравнении.

ТРЕБОВАНИЯ К ИЗОБРАЖЕНИЮ

Как было отмечено выше, для корректного решения задачи распознавания лиц требуется набор значений параметров идентификационных признаков, определенных с заданной точностью. Для этого необходимо сформировать видеоизображение достаточно высокого качества, позволяющее измерить вышеуказанные значения. Очевидно, что в любом случае, при использовании



Рис. 2. Рекомендуемые области изображения лица с размерами в пикселях

разных алгоритмов обработки должны предъявляться определенные требования к изображению лица как идентифицируемого, так и эталонного, т. е. образца с которым происходит сравнение (точнее по которому определяется набор эталонных идентификационных признаков и их параметров).

Ясно, что когда речь идет о формировании эталонного изображения, можно достаточно просто обеспечить необходимые требования. Основные из них подробно описаны в стандарте ГОСТ Р ИСО/МЭК [3], поэтому нет смысла останавливаться на них. К примеру, на рисунке 2 показаны рекомендуемые области изображения лица с размерами в пикселях.

На практике в каждом конкретном случае могут предъявляться и свои собственные дополнительные требования и рекомендации. И эти требования должны учитываться как при выборе программного обеспечения для решения конкретной задачи, так и при практической реализации формирования видеоизображения (выборе и установке оборудования).

Упомянутый стандарт ориентирован на получения эталонного изображения лица в идеальных условиях. Но на практике же условия формирования исходного изображения могут существенно отличаться от установленных в стандарте, но задача распознавания лица должна решаться.

Заметим, что к использованию в рассматриваемой задаче программ так называемого «улучшения» качества изображения нужно относиться с осторожностью, поскольку подобные программы ориентированы на субъективное восприятие изображения человеком. Поэтому они приводят к тем или иным трудно прогнозируемым (с точки зрения оценки идентификационных параметров) изменениям изображения, включая измене-

ния значений самих идентификационных параметров. А это неизбежно приведет к снижению качества идентификации (увеличению вероятности ошибок).

ВЛИЯНИЕ ИСПОЛЬЗУЕМОГО ОПТИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНА

Как известно, для формирования видеоизображения используются несколько типов устройств, к основным из которых можно отнести следующие:

- телевизионные камеры;
- тепловизионные камеры;
- приборы ночного видения.

В свою очередь упомянутые выше устройства могут работать в следующих оптических диапазонах:

- видимом (с длинами волн 0,4-0,7 мкм), который обычно используется в цветных телекамерах;
- расширенном – видимом и части ближнего инфракрасного (0,4-0,9 мкм) – обычно в монохромных телевизионных камерах и в телекамерах типа «день/ночь»;
- инфракрасном ближнем (длина волны 0,7...1,5 мкм) для приборов ночного видения;
- тепловом инфракрасном (длина волны 7...15 мкм) в тепловизионных камерах.

Оптический диапазон, используемый для формирования видеоизображения, будет оказывать влияние, прежде всего, на восприятие сформированного видеоизображения человеческим глазом. Очевидно, что с этой точки зрения перечисленные выше устройства будут формировать существенно отличающиеся изображения.

Самыми существенными являются условия эталонного и реального изображения. Если они формируются устройством одного и того же типа и, тем более, в одинаковых условиях, то заметной разницы в качестве работы алгоритма не должно быть. Отличия могут быть обусловлены лишь типом, количеством и значением измеренных идентификационных параметров.

Если же для формирования эталона и рабочего изображения берутся устройства, использующие разные оптические диапазоны, то можно ожидать увеличения вероятностей ошибок. Например, при формировании эталонного изображения в хороших условиях освещенности цветной телекамерой типа «день/ночь», а идентифицируемого – такой же камерой, но при низкой освещенности. Тогда переход в режим «ночь» и соответствующее расширение используемого для формирования видеоизображения спектрального диапазона может привести к некоторому увеличению вероятностей ошибок идентификации. Это будет связано с возможными отличиями значений параметров идентификационных



Рис. 3. Видеоизображения, сформированные при естественном освещении и инфракрасной подсветке

признаков – к примеру, некоторого изменения координат характерных точек.

К вопросу используемого оптического диапазона в значительной степени относится и применение инфракрасной подсветки при низкой освещенности, приводящей к заметному изменению видеоизображения с точки зрения восприятия человеком (рис. 3) [2]. Однако обычно это не оказывает существенного влияния на работу алгоритмов идентификации. Поскольку упомянутые изменения относятся главным образом к изменениям соотношения яркости различных участков изображения. Но, как правило, мало меняют положение характерных точек и их параметров, таких как расстояние между зрачками, уголками губ и др.

СПОСОБЫ МАСКИРОВКИ

Поскольку для идентификации по изображению лица необходимо, прежде всего, его обнаружить, следует принимать во внимание возможные методы и способы маскировки, используемые для создания условий, при которых вероятности обнаружения и идентификации будут снижаться.

Рассмотрим основные виды и средства маскировки, которые могут использоваться и создавать проблемы при решении распознавания лиц. К ним можно отнести:

- Закрывающие характерные точки изображения, не дающие возможности определить их параметры и тем самым уменьшающие количество идентификационных параметров. К такому виду можно отнести солнцезащитные очки, парики, головные уборы и т. п. средства.
- Искажаящие положение и/или взаимное положение характерных точек. Это различного рода способы нанесения грима (например, увеличение видимого расстояния между уголками губ путем соответствующей прорисовки гримом или помадой, искажение видимой формы носа при нанесении грима разного цвета и тона и т. п.), использование контактных линз, визуально меняющих расстояния между зрачками и др.
- Визуальное искажение, деформация формы лица путем нанесения контрастного грима (например, яр-

кая контрастная раскраска лица на массовых спортивных или культурных мероприятиях) или грима, аналогичного средствам маскировки военнослужащих.

- Поведение, препятствующее правильной оценке идентификационных параметров, например, наклоны и/или поворот головы, быстрое передвижение и/или перемещение головы в зоне идентификации для достижения эффекта смазывания изображения.
- Использование того или иного вида муляжей, например, фотографий, масок и т. п. средств.

Какие-то из перечисленных выше способов могут применяться сознательно, а какие-то иметь место при неосознанном поведении субъектов.

Степень влияния используемых средств маскировки зависит от того, во-первых, какие идентификационные признаки и их параметры используются алгоритмом обработки и, во-вторых, как тот или иной способ влияет на возможность и точность измерения параметров идентификационных признаков.

Заметим, что если есть опасность использования муляжей, то необходимы дополнительные меры, позволяющие наряду с решением задачи идентификации обеспечить также и аутентификацию, т. е. оценку принадлежности исходного изображения живому субъекту.

В ряде случаев можно создать условия, исключающие возможность использования некоторых из перечисленных выше средств. Например, потребовать снять очки и головной убор, встать напротив телекамеры, глядя прямо в объектив на паспортном контроле.

Улучшить ситуацию по снижению возможного влияния маскировки можно, формируя и используя дополнительную информацию, к примеру, изображение лица и в инфракрасном тепловом диапазоне. Это позволит увеличить количество идентификационных признаков, в том числе и трудно изменяемых и практически не подделываемых, таких как рисунок кровеносных сосудов. В таком случае решается и задача аутентификации – определения принадлежности исходного изображения лицу живого человека – появляется возможность убедиться, что сформированное изображение это не фотография.

Кстати, возможность обнаружения явно выраженных признаков того, что используются средства маскировки, может оказаться полезной. Как пример, борода и длинные волосы у мужчины или темные очки в помещении, которые могут косвенно свидетельствовать о попытке избежать идентификации и требуют необходимости привлечь внимание оператора к этому субъекту. При этом не обязательно надо решать непосредственно

задачи распознавания таких образов, как очки или парик. Это можно определять по неполному набору обнаруженных идентификационных признаков. Например, таких как уши (которые могут быть закрыты париком) или несоответствующий размер глаз (обусловленный солнцезащитными очками).

Может быть полезной и возможность привлечения внимания персонала службы безопасности к ситуации, когда обнаружено слишком малое количество параметров идентификации – это тоже свидетельство об умышленной попытке избежать идентификации.

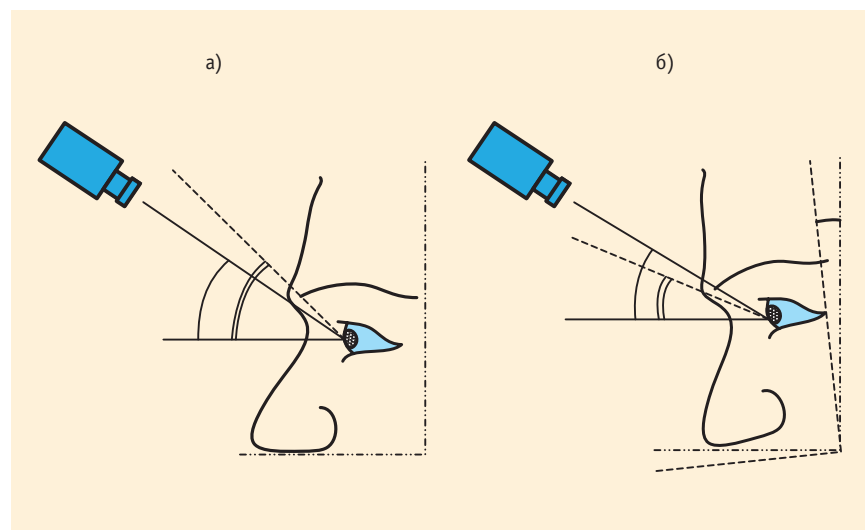
РАЗРЕШАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ

Прежде всего, необходимо отметить, что важно не разрешение телекамеры, а разрешение на субъекте или плотность пикселей [4]. Конечно, последние параметры напрямую зависят от разрешающей способности телевизионной камеры. Однако основным является параметр, характеризующий детальность воспроизведения исходного изображения. А она будет зависеть (кроме разрешающей способности телевизионной камеры), во-первых, от расстояния от телекамеры до субъекта и, во-вторых, от угла обзора.

Есть несколько подходов к оценке требуемой плотности пикселей:

- следовать рекомендациям, определяющим количество пикселей, приходящихся на размер головы или расстояние между глазами (рис. 3) [3];
- формировать изображение с определенным размером головы относительно размера экрана для определенного стандарта (PAL, HD, ...) [4];
- выполнить оценки требуемой плотности пикселей исходя из размеров элементов изображения лица, которые являются идентификационными признаками [4].

Рис. 4. Влияние наклона головы



ОСОБЕННОСТИ УСТАНОВКИ ТЕЛЕКАМЕР

К выбору положения и направления обзора телекамеры всегда надо относиться серьезно. А в рассматриваемой задаче этому надо уделять значительно больше внимания. На практике необходимо учитывать ряд особенностей, которые могут оказывать влияние на формируемое изображение лица и, следовательно, на ошибки распознавания. Рассмотрим некоторые из этих особенностей, связанных с взаимным положением телекамеры и субъекта наблюдения.

НАКЛОНЫ И ПОВОРОТ ГОЛОВЫ

Решая задачу формирования изображения лица для идентификации, надо учитывать возможные изменения положения головы и соответствующие углы поворота относительно вертикали и наклонов головы влево-вправо и вперед-назад, которые могут оказывать не просто существенное влияние на ошибки идентификации, но и приводить к ситуациям, когда задача не решается. Рассмотрим некоторые особенности этого вопроса.

Рисунок 4 иллюстрирует сказанное – возможность потери такого признака, как глаза при наклоне головы вперед. Если на рисунке 4 а камера формирует изображение глаз, то при наклоне головы вперед происходит загромождение глаз надбровными дугами.

Эта ситуация относится в полной мере и к повороту головы в горизонтальной плоскости, при котором может происходить, к примеру, загромождение одного из глаз переносицей.

Сказанное о таких характерных точках, как зрачки, полностью относится и другим – уголкам губ, мочкам ушей и т. п. Возможность их обнаружения и оценки параметров также будут зависеть от углов поворота и наклона головы.

Заметим, что поворот головы относительно камеры или смена положения (высоты установки, расстояния от камеры до субъекта) и направления обзора телекамеры относительно положения головы могут создавать одни и те же проблемы.

ИСКАЖЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ

В рассмотренных выше случаях (поворота и наклона головы) кроме проблемы загромождения возникают искажения формируемого изображения. Условно возникающие искажения можно разделить на линейные и нелинейные. Если первые, линейные, и некоторые виды нелинейных можно достаточно просто учесть и компенсировать при обработке, то многие нелинейные учесть либо невозможно, либо сложно, особенно при использовании двумерных изображений. Рассмотрим причины возникновения некоторых видов искажений.

Если ось телекамеры перпендикулярна плоскости лица – фронтальное расположение ТК1 на *рисунках 5 а и б*, – то реальное изображение как плоского, так и рельефного объекта (каковым является лицо) и его видимое изображение будут полностью совпадать (*рис. 6 в*).

Однако при отклонении оси телекамеры от перпендикуляра формируемое изображение будет отличаться от реального. На *рисунке 6 а, б*, в показаны три разные положения (ТК1 – ТК3) телекамер, установленных под разными углами к плоскости лица в вертикальной плоскости и фронтально расположенных в горизонтальной (ТК1, *рис. 5 б*). А на *рисунке 6 а, б* для примера показаны видимые изображения плоского объекта, изображенного на *рисунке 6 в*. Видно, что при увеличении высоты установки телекамеры или/и наклоне головы вперед, т. е. при увеличении угла между осью телекамеры и плоскостью лица, будет происходить сжатие

формируемого изображения тем больше, чем больше упомянутый угол (*рис. 6 а, б*). Эти искажения можно считать линейными для плоского изображения или когда идентификационные признаки лежат в одной плоскости. И, соответственно, такого рода искажения могут быть учтены при обработке.

При смещении телекамеры в сторону от оси направления движения субъектов (положения ТК4, ТК5 по сравнению с ТК1 на *рисунке 5 б*, т. е. при увеличении угла между осью камеры и перпендикуляром к плоскости лица в горизонтальной плоскости, будет возникать аналогичный эффект – происходит сжатие исходного изображения, но в другой плоскости, тем большее, чем больше упомянутый угол (*рис. 6 г, д*). Эти искажения также можно считать линейными для плоского изображения, или когда идентификационные признаки лежат в одной плоскости. И, соответственно, также могут быть учтены при обработке.

Рассмотренные искажения исходного изображения не всегда будут влиять на значения идентификационных параметров. Так, при вертикальных искажениях (*рис. 6 а, б*) не будут меняться относительные горизонтальные размеры (к примеру, расстояние между зрачками), а вертикальные будут уменьшаться. И наоборот – при горизонтальных искажениях (*рис. 6 г, д*) мало меняются вертикальные относительные размеры, например, расстояния между зрачками и уголками губ.

Величина таких искажений может характеризоваться коэффициентом $K(\gamma)$ линейных искажений равным соотношению видимого $D_{\text{Вид}}$ и реального $D_{\text{Реал}}$ размеров. Отличие будет зависеть от значения угла либо наклона головы, либо смещения оси телекамеры и будет равно $D_{\text{Вид}} \cong D_{\text{Реал}} \cos \gamma$. График, характеризующий распределение величины искажений изображения

$$K(\gamma) = \frac{D_{\text{Реал}} - D_{\text{Вид}}}{D_{\text{Реал}}}$$

как функцию угла γ наклона, изображен на *рисунке 7*.

Видно, что при значениях угла больших 20-25° искажения достаточно быстро возрастают, что необходимо учитывать при выборе как места расположения телевизионной камеры (высота установки и бокового смещения), так и возможного поворота или наклона головы.

Поскольку не всегда можно ожидать желаемое положение лица у субъекта в направлении на телекамеру и, в то же время, предполагать вероятный наклон головы, стоит использовать компенсацию рассмотренных видов искажений. Это можно сделать, используя для компенсации среднее значение предполагаемого положения головы.

Рис. 5. Ориентация сектора обзора в вертикальной и горизонтальной плоскостях

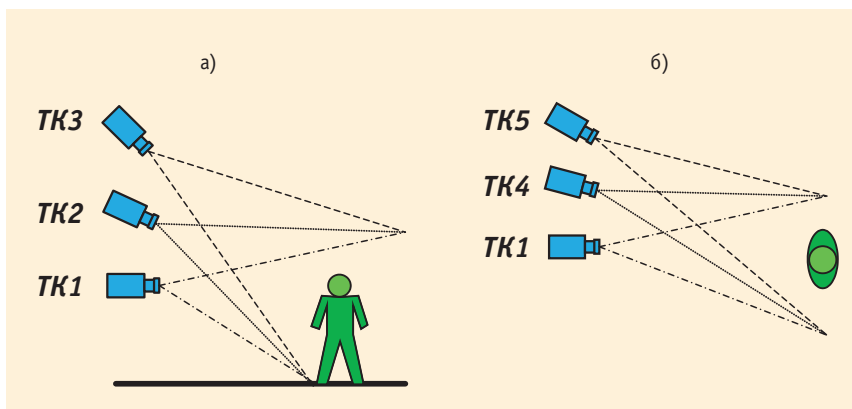


Рис. 6. Линейные искажения видимого изображения в вертикальной и горизонтальной плоскостях

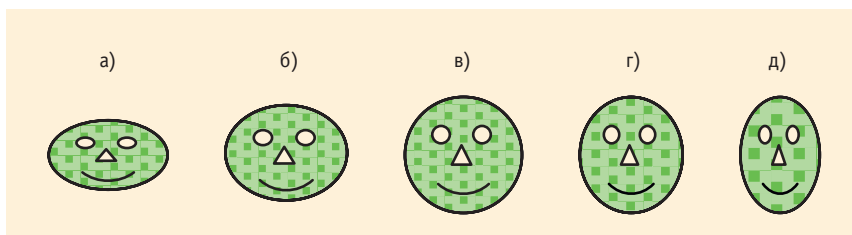
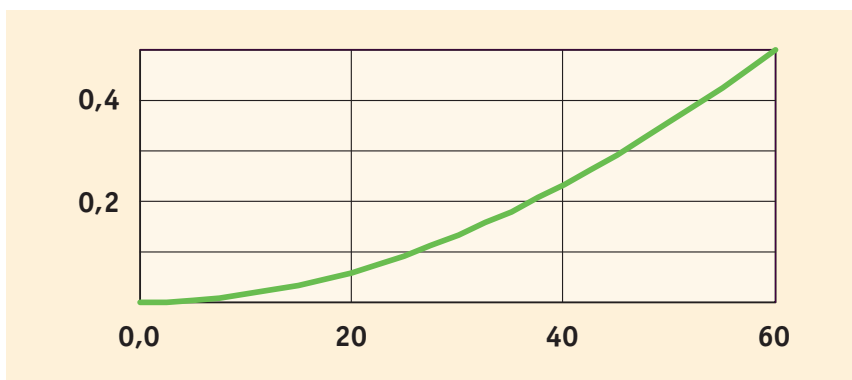


Рис. 7. Величина линейных искажений



Следует также внимательно учитывать все различные элементы объекта, где устанавливается телекамера для распознавания лиц, влияющие на поведение субъектов, такие как рекламный щит, привлекающий внимание. Так если, к примеру, при выходе из самолета наверху есть табло, указывающее дальнейшее направление движения пассажира, то практически все на него посмотрят, т. е. поднимут голову. И, наоборот, перед входом на эскалатор люди смотрят вниз, или перед турникетом все наклоняют голову вперед, глядя на считыватель.

ВЗАИМНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ КАМЕРЫ И СУБЪЕКТА

Искажения, подобные рассмотренным выше, будут возникать и при различном положении субъекта в разных частях сравнительно широкой зоны обзора (рис. 8 а). Рисунок 8 б, положение 2 поясняет упоминавшуюся выше взаимосвязь аналогичного влияния положения телекамеры относительно субъекта или поворота субъекта относительно оси зоны обзора.

Обсуждаемый эффект будет проявляться в большей степени и по мере приближения субъекта к телекамере.

ЗАГОРАЖИВАНИЕ

Одна из возможных проблем при формировании исходного изображения лица заключается в загромождении одного субъекта идентификации другим. Ясно, что подобная ситуация может быть как случайной, так и организованной: когда идущий позади сознательно прячется от телекамеры или, тем более, когда оба субъекта (и идущий впереди, и идущий позади) вместе создают ситуацию загромождения идущего сзади.

При правильно выбранной высоте установки телекамеры, как ТК1 на рисунке 9 а, если субъекты идут навстречу телекамере на достаточном расстоянии, то есть возможность видеть их лица (рис. 9 б), даже если они идут друг за другом.

Однако, либо при малой высоте установки телекамеры (ТК2, рис. 9 а), либо если расстояние между идущими мало (рис. 10 а), лица людей, идущих друг за другом (случайно или умышленно), на заднем плане могут частично или полностью закрываться впереди идущим (рис. 10 б).

Таким образом, увеличение высоты установки позволяет уменьшить опасность загромождения лиц впереди идущими. Однако очевидно, что при этом вследствие изменения ракурса появляются искажения изображения в вертикальной плоскости.

Поэтому нужен компромисс между упомянутыми критериями. Минимально требуемый угол наклона с точки зрения отсутствия загромождения может быть выбран следующим образом. Предположим, что субъекты наблюдения двигаются на расстоянии 1 м друг за другом, они одинакового роста и размер лица составляет 25 см. Тогда, из простейших геометрических рассуждений, угол наклона должен быть равен $\gamma_{min} = \arctg 0,25$. Т.е. составляет около 16°. Если предположить разницу в росте 15 см, то минимальный угол будет около 25°. Искажения при этом (рис. 7) сравнительно невелики. Поэтому можно рекомендовать значения угла наклона, не превышающие 20-25°.

В этих рассуждениях не учитывалась возможная разница в росте субъектов.

Подробнее с некоторыми другими нюансами установки телевизионных камер можно ознакомиться в статье [5].

Обязательно нужен и учет всех других факторов, которые потенциально могут влиять на возможность снизить вероятность идентификации в рассмотренных выше примерах. Например, непосредственно перед турникетом, где прикладывается идентификатор к считывателю. Там наклон головы будет выглядеть естественным, поэтому такие попытки избежать идентификации не будут привлекать внимание. Поэтому основная зона идентификации по изображению лица должна лежать по возможности после считывателя.

Рис. 8. Установка телекамеры на широкой, фиксированной по ширине зоне обзора

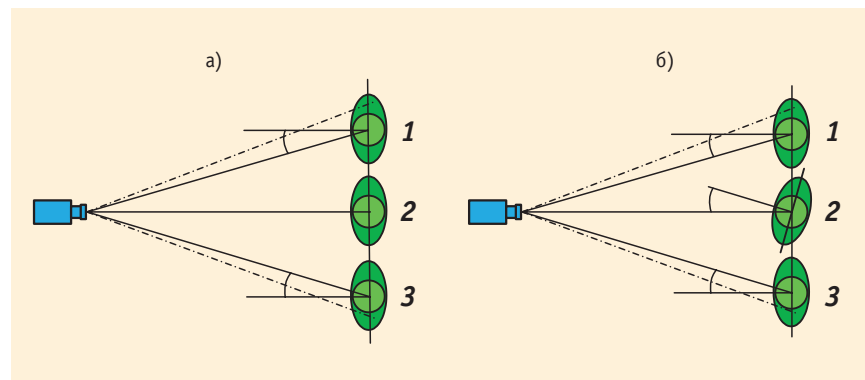


Рис. 9. Телевизионный контроль потока людей

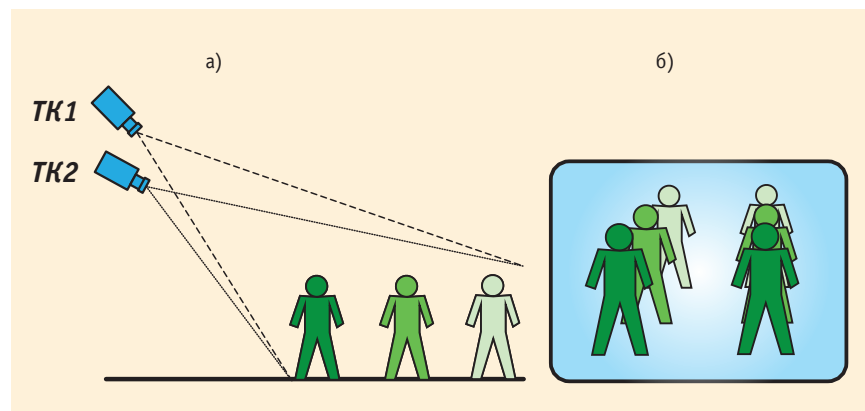
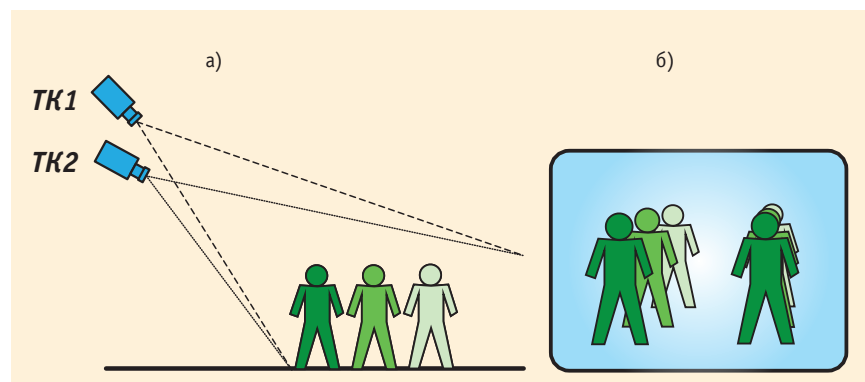


Рис. 10. Телевизионный контроль потока людей с большей высотой установки камеры



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДВУХ ТЕЛЕКАМЕР

Рассмотрим еще один вариант решения проблемы загромождения лиц – использование нескольких телекамер. *Рисунок 11* иллюстрирует различные варианты установки одной или двух телекамер и возможности возникновения рассматриваемой проблемы загромождения при ограниченной по ширине зоне обзора. На *рисунке 11 а* показана тень за идущим впереди при использовании одной телекамеры. Заметим, что чем больше ширина фиксированной зоны, тем сложнее избежать загромождения, особенно умышленного.

Увеличение расстояния от камеры до зоны видеоконтроля позволяет несколько снизить размер теневой зоны (*рис. 11 б*). Но конечно, при этом надо учитывать такой параметр, как глубина резкости. Хотя обычно в местах, где осуществляется идентификация, имеется достаточная освещенность.

Рисунок 12 поясняет возможность решения рассматриваемой проблемы путем использования двух телевизион-

ных камер. В таком случае, даже если лицо субъекта, идущего позади, заслоняет впереди идущий, вторая телекамера позволяет получить необходимое изображение.

Это еще раз подчеркивает важность ограничения размеров зоны прохода в системах контроля доступа, чтобы вынудить субъект идентификации двигаться в строго определенных ограниченных пределах без возможности изменить ситуацию, не привлекая к себе дополнительное внимание.

Рассмотренные выше вопросы затрагивают лишь часть особенностей решения задачи распознавания лиц. Но, в то же время, свидетельствуют о необходимости и важности внимательного и комплексного учета всех факторов при выборе оборудования и построении системы, как всех потенциальных особенностей поведения идентифицируемых субъектов, так и факторов, оказывающих влияние на качество формируемого изображения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лукьяница А. А., Шишкин А. Г. *Цифровая обработка видеоизображений*. М.: Ай-Эс-Эс Пресс, 2009.
2. *Технологии распознавания лиц. Мифы, задачи и решения* // <https://www.youtube.com/watch?v=vufWkj1gtwM&feature=youtu.be>. Дата обращения 18.01.17.
3. ГОСТ Р ИСО/МЭК 19794-5-2013. *Информационные технологии. Биометрия. Форматы обмена биометрическими данными. Часть 5. Данные изображения лица*. М.: Стандартинформ, 2015. Введен 1 января 2015.
4. Алексеев С. А., Волхонский В. В., Суханов А. В. *Телевизионные системы наблюдения. Особенности применения устройств*. СПб: Университет ИТМО, 2015.
5. Волхонский В. В. *Некоторые особенности выбора положения и ориентации телевизионных камер* // «Алгоритм безопасности». 2011. № 2. С. 20-26.

Рис. 11. Установка телекамеры на узкой зоне прохода, фиксированной по ширине зоне обзора

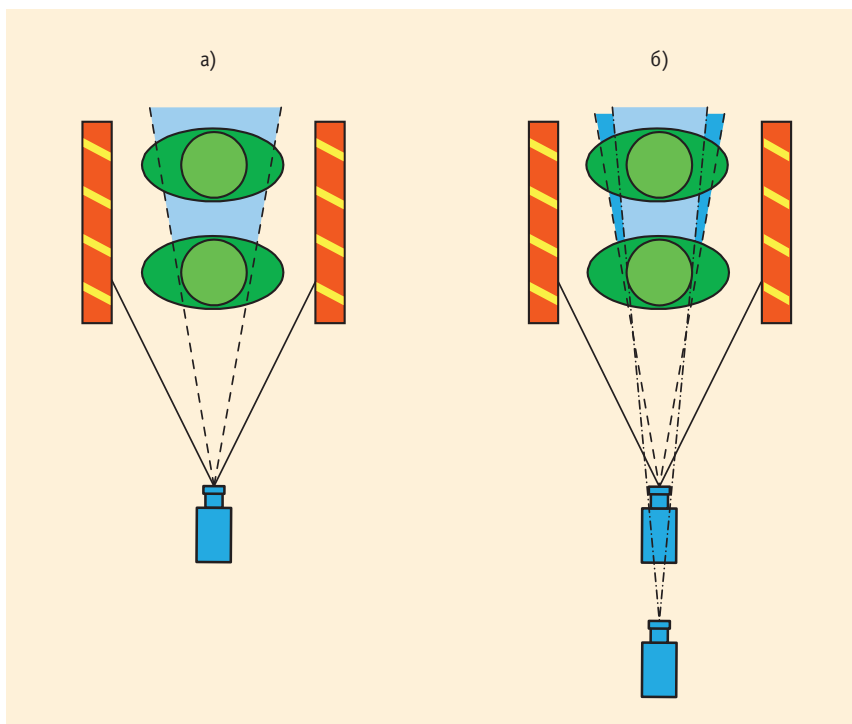


Рис. 12. Установка двух телекамер на узкой зоне прохода

