ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО/МЭК 29794-6— 2018

Информационные технологии

БИОМЕТРИЯ

Качество биометрического образца

Часть 6

Данные изображения радужной оболочки глаза

(ISO/IEC 29794-6:2015, Information technology — Biometric sample quality — Part 6: Iris image data, IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2018

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Некоммерческим партнерством «Русское общество содействия развитию биометрических технологий, систем и коммуникаций» (Некоммерческое партнерство «Русское биометрическое общество») и Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации и сертификации в машиностроении» (ВНИИНМАШ) на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4, при консультативной поддержке Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (МГТУ им. Н.Э. Баумана)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 098 «Биометрия и биомониторинг»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 ноября 2018 г. № 1039-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО/МЭК 29794-6:2015 «Информационные технологии. Качество биометрического образца. Часть 6. Данные изображения радужной оболочки глаза» (ISO/IEC 29794-6:2015 «Information technology — Biometric sample quality — Part 6: Iris image data», IDT).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2012 (пункт 3.5).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные и межгосударственный стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА.

Дополнительные сноски в тексте стандарта, выделенные курсивом, приведены для пояснения текста оригинала

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

6 Некоторые элементы настоящего стандарта могут быть объектами патентных прав. Международная организация по стандартизации (ИСО) и Международная электротехническая комиссия (МЭК) не несут ответственности за установление подлинности каких-либо или всех таких патентных прав

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© ISO, 2015 — Все права сохраняются
© Стандартинформ, оформление, 2018

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Соответствие . . . 1
3 Нормативные ссылки . . . 2
4 Термины и определения . . . 2
5 Сокращения . . . 3
6 Метрики качества изображения РОГ . . . 3
6.1 Общие положения . . . 3
6.2 Обязательные метрики качества изображения РОГ, рассчитанные для одного изображения . . . 4
6.3 Рекомендуемые метрики качества изображения РОГ, рассчитанные для одного изображения . . . 11
6.4 Метрики качества изображения РОГ, рассчитанные для пары изображений . . . 13
6.5 Единый (обобщенный) показатель качества . . . 14
7 Качество получения изображения РОГ . . . 15
7.1 Общие положения . . . 15
7.2 Освещенность . . . 15
7.3 Функция передачи модуляции . . . 16
7.4 Частота пространственной дискретизации . . . 16
7.5 Оптические искажения . . . 16
7.6 Соотношение длин сторон пикселя . . . 16
7.7 Отношение сигнал/шум датчика . . . 17
8 Запись данных о качестве изображения РОГ . . . 17
8.1 Двоичное кодирование . . . 17
8.2 XML-кодирование . . . 20
Приложение А (обязательное) Тестовые утверждения для проведения испытаний на соответствие . . . 21
Приложение В (справочное) Качество изображения РОГ . . . 22
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным и межгосударственному стандартам . . . 26
Библиография . . . 27

Введение

Оценка качества биометрического образца путем расчета метрик качества может быть использована для прогнозирования результирующей точности биометрического распознавания в рамках конкретной биометрической системы. Правильное применение метрик качества может расширить функциональность биометрической системы. Например, они могут обеспечить обратную связь о целостности собранных биометрических данных в процессе биометрической регистрации или биометрической идентификации.

Настоящий стандарт определяет термины и количественные методы, имеющие практическую значимость для оценки качества изображений радужной оболочки глаза, и возможности их использования для принятия решений о биометрическом совпадении с высокой степенью достоверности.

В ИСО/МЭК 19784-1 и ИСО/МЭК 19785-1 определены запись данных о качестве и допустимый диапазон значений показателя качества изображений радужной оболочки глаза на основании информации о качестве. В ИСО/МЭК 19794-6 включено справочное приложение, устанавливающее требования к субъекту сбора биометрических данных, и приведены рекомендации по качеству изображения радужной оболочки глаза. Однако данные международные стандарты не устанавливают специфические требования к количественной оценке метрик качества изображения радужной оболочки глаза или их интерпретации. Настоящий стандарт устанавливает обязательные требования к допустимым диапазонам значений ковариат в случаях, когда получены точные эмпирические данные для обоснования данных диапазонов значений. В остальных случаях допустимые диапазоны значений ковариат определены как необязательные.

Настоящий стандарт имеет следующую структуру. Первые пять разделов определяют область применения, соответствие, нормативные ссылки, термины и определения и сокращения. В разделе 6 приведен набор метрик качества для оценки качества изображений радужной оболочки глаза. Некоторые из этих метрик качества определены как обязательные, так как их влияние на вероятность биометрического распознавания оценено количественно, а другие — только как справочные, так как их использование может предоставить полезную информацию для дальнейших этапов распознавания в биометрической системе. Некоторые из метрик качества, определенных в разделе 6, используют для анализа одиночных изображений, тогда как другие применимы для оценки информативности пары изображений для взаимного сравнения.

В разделе 7 представлено руководство для изготовителей биометрических сканеров радужной оболочки глаза, в котором определены параметры качества, которые должны быть использованы для получения приемлемых изображений радужной оболочки глаза.

В разделе 8 определено кодирование записи данных о качестве изображения радужной оболочки глаза.

В приложении А приведены тестовые утверждения для проведения испытаний на соответствие.

В приложении В приведена информация о ковариатах изображения радужной оболочки глаза.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Информационные технологии

БИОМЕТРИЯ

Качество биометрического образца

Часть 6

Данные изображения радужной оболочки глаза

Information technology. Biometrics. Biometric sample quality. Part 6. Iris image data

Дата введения — 2019—08—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает:

- методы количественной оценки качества изображений радужной оболочки глаза (далее — РОГ);
- обязательные требования к программному и аппаратному обеспечению для получения изображений РОГ;
- обязательные требования к программному и аппаратному обеспечению для вычисления информативности изображений РОГ;
- термины и определения для количественной оценки качества изображений РОГ;
- стандартизованные методы кодирования данных о качестве изображения РОГ.

Определение эксплуатационных характеристик алгоритмов оценки качества изображений РОГ выходит за рамки применения настоящего стандарта.

2 Соответствие

Изображение РОГ имеет достаточную информативность, если измерения, определенные в 6.2.1.3, 6.2.2.3, 6.2.3.3 и 6.2.4.3, удовлетворяют требованиям к диапазону допустимых значений/порогов, установленным в 6.2.1.4, 6.2.2.4, 6.2.3.4 и 6.2.4.4.

Пара изображений РОГ имеет достаточную информативность, если она удовлетворяет требованиям 6.4. В частности, изображения РОГ должны удовлетворять требованиям к диапазону допустимых значений/порогов, установленным в 6.4.2.4, полученным методом расчета, установленным в 6.4.2.3.

Запись данных о качестве изображения РОГ удовлетворяет требованиям настоящего стандарта, если ее структура и значения данных отвечают требованиям раздела 8 к формату обмена биометрическими данными, а метрики качества вычислены с использованием методов, указанных в 6.2.1.3, 6.2.2.3, 6.2.3.3 и 6.2.4. Соответствие требованиям раздела 8 реализует полное соответствие требованиям уровня 1 и уровня 2, определенным в приложении А ИСО/МЭК 19794-1:2011. Соответствие требованиям 6.2.1.3, 6.2.2.3, 6.2.3.3 и 6.2.4 удовлетворяет соответствие требованиям уровня 3, определенного в приложении А ИСО/МЭК 19794-1:2011.

Биометрический сканер РОГ соответствует настоящему стандарту, если он отвечает требованиям раздела 7.

Расчет информативности изображения РОГ должен соответствовать требованиям 6.2, в частности следует использовать методы расчета, описанные в 6.2.1.3, 6.2.2.3, 6.2.3.3 и 6.2.4. Расчет информативности пары изображений должен быть выполнен в соответствии с требованиями 6.4, в частности должны использоваться методы расчета, описанные в 6.4.1.3 и 6.4.2.3.

Издание официальное

Если одна или несколько метрик качества, определенных в настоящем стандарте, имеют недопустимое (низкое) значение, необходимо повторно провести попытку получения изображения РОГ субъекта. Попытки получения изображения РОГ следует повторять до тех пор, пока:

- не получено полностью соответствующее требованиям изображение РОГ;
- не установлено, что повторные попытки получения биометрических данных не могут обеспечить достаточное значение метрик качества (например, правильную биометрическую регистрацию) в рамках ограниченного времени данного приложения. В этом случае выбирают одно наиболее приемлемое изображение РОГ и сохраняют как наилучший возможный вариант.

3 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты. Для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного стандарта. Для недатированных ссылок применяют последнее издание ссылочного стандарта, включая все изменения к нему:

ISO/IEC 19794-1:2011, Information technology — Biometric data interchange formats — Part 1: Framework (Информационные технологии. Форматы обмена биометрическими данными. Часть 1. Структура)

ISO/IEC 19794-6:2011, Information technology — Biometric data interchange formats — Part 6: Iris image data (Информационные технологии. Форматы обмена биометрическими данными. Часть 6. Данные изображения радужной оболочки глаза)

ISO/IEC 29794-1, Identification cards — Biometric sample quality — Part 1: Framework (Информационные технологии. Качество биометрического образца. Часть 1. Структура)

4 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ИСО/МЭК 19794-6:2011 и ИСО/МЭК 29794-1, а также следующие термины с соответствующими определениями.

4.1 **ковариата** (covariate): Переменная или параметр, который либо непосредственно, либо при взаимодействии с другими ковариатами влияет на точность биометрического распознавания изображения РОГ.

Примечания

1 В качестве синонимов используют термины: «переменная», «независимая переменная» и «параметр качества».

2 Точность допускается определять с точки зрения вероятности ложноотрицательной биометрической идентификации, вероятности ложноположительной биометрической идентификации, вероятности ложного несовпадения, вероятности ложного совпадения, вероятности отказа биометрической регистрации или вероятности отказа получения биометрических данных.

4.2 **дефокусировка** (defocus): Ухудшение качества изображения из-за расположения РОГ вдоль оптической оси камеры вне плоскости или поверхности наилучшего фокуса, что, как правило, приводит к снижению резкости (размытости) и уменьшению контрастности изображения.

4.3 **глубина резкости** (depth of field): Диапазон расстояний, связанный с входной апертурой биометрического сканера РОГ, в котором изображение РОГ имеет наилучшее качество по отношению к фокусу.

4.4 **центр РОГ** (iris centre): Центр окружности, проходящей по границе между РОГ и склерой.

4.5 **радиус РОГ** (iris radius): Радиус окружности, проходящей по границе между РОГ и склерой.

4.6 **метрика** (metric): Количественная оценка ковариаты с использованием установленного метода.

4.7 **модуляция** (modulation): Форма сигнала с максимальным, max, и минимальным, min, значением, которая рассчитывается по формуле $100 \cdot (\max - \min)/(\max + \min)$, %.

4.8 **функция передачи модуляции** (modulation transfer function): Отношение модуляции изображения к модуляции объекта на заданных пространственных частотах.

4.9 **нормированное изображение** (normalised image): Часть изображения, содержащая РОГ, представленная в полярной системе координат, в которой радиальная координата, находящаяся между внутренней и внешней границами РОГ, вдоль любого углового луча, проведенного из центра РОГ, нормируется и принимает значение между 0 и 1 с целью обеспечения инвариантности обеих координат к размеру РОГ, а также к степени расширения зрачка.

4.10 **центр зрачка** (pupil centre): Центр окружности, проходящей по границе между РОГ и зрачком.

Примечание — Такое определение дает более надежную оценку положения центра зрачка по сравнению с определением по ИСО/МЭК 19794-6:2011, поскольку оно менее чувствительно к окклюзии на границе между

РОГ и зрачком. В ИСО/МЭК 19794-6:2011 центр зрачка определен как среднее арифметическое значение координат всех пикселей, лежащих на границе зрачка и РОГ.

4.11 **сегментация** (segmentation): Процесс определения на изображении, содержащем РОГ, границы между зонами, содержащими и не содержащими видимые ткани РОГ.

Примечание — Этот процесс предшествует локализации РОГ и, как правило, сопровождается кадрированием или скрытием областей, которые не являются тканями РОГ.

4.12 **частота пространственной дискретизации** (spatial sampling rate): Число элементов изображения (пикселей) на единицу длины в плоскости объекта или на единицу угла в системе формирования изображения.

5 Сокращения

В настоящем стандарте применено следующее сокращение:
ФПМ — функция передачи модуляции (Modulation Transfer Function).

6 Метрики качества изображения РОГ

6.1 Общие положения

В настоящем разделе установлены требования к оценке качества изображения РОГ (6.2 и 6.3) и пары изображений РОГ, которые сравниваются (6.4). Метрики качества изображения, рассчитанные для одиночного изображения (далее — метрики качества), используют с целью определения пригодности полученного изображения для биометрического сравнения. Метрики качества изображения, рассчитанные для пары изображений (далее — взаимные метрики качества), имеют практическую значимость для обеспечения достоверности результата сравнения двух изображений. Взаимные метрики качества показывают, как разница между ковариатами двух изображений РОГ влияет на ожидаемые результаты сравнения.

В 6.2 определены нормативные требования к качеству изображения РОГ достаточной информативности. Метрики качества, определенные в 6.2, упорядочены с точки зрения их влияния на вероятность ошибки биометрического распознавания [11]; при этом в первую очередь указана та метрика качества, которая оказывает наибольшее влияние на эксплуатационные характеристики процесса биометрического распознавания.

В 6.3 определены рекомендуемые требования к качеству изображения РОГ. Приведенные метрики качества влияют на точность биометрического распознавания, но либо их влияние на точность биометрического распознавания, либо методы их вычисления не были количественно проверены на надежность или совместимость. Таким образом, данные метрики качества не являются обязательными в рамках настоящего стандарта.

В 6.4 определены требования к взаимным метрикам качества, включая единицы измерения, метод расчета и допустимый диапазон значений взаимных метрик качества двух изображений РОГ, которые сравнивают.

Обязательные или рекомендуемые требования к значениям или границам диапазона, установленные в 6.2.1.4, 6.2.2.4, 6.2.3.4, 6.2.4.4 и 6.4.2.4, основаны на эмпирических исследованиях [11], [12]. Если одна или несколько метрик качества, определенных в настоящем стандарте, имеют недопустимое (низкое) значение, необходимо повторно провести попытку получения изображения РОГ субъекта. Попытки получения изображения РОГ следует повторять до тех пор, пока:

- не получено полностью соответствующее требованиям изображение РОГ; или
- не установлено, что повторные попытки получения биометрических данных не могут обеспечить достаточное значение метрик качества (например, правильную биометрическую регистрацию) в рамках ограниченного времени данного приложения. В этом случае выбирают одно наиболее приемлемое изображение РОГ и сохраняют как наилучший возможный вариант.

Примечание — В 6.2.1.4, 6.2.2.4, 6.2.3.4, 6.2.4.4, 6.3.1.4 и 6.3.2.4 приведено руководство оператору, проводящему биометрическую регистрацию, как исправить данную проблему.

В приложении В приведена информация о ковариатах изображения РОГ, которые влияют на качество изображения и, следовательно, на точность биометрического распознавания. В приложении В приведены различия между ковариатами, основанными на неизменных параметрах, зависящих от конструкции биометрического сканера РОГ или его работы (В.2), и ковариатами субъекта сбора биометрических данных (В.3).

6.2 Обязательные метрики качества изображения РОГ, рассчитанные для одного изображения

6.2.1 Полезная площадь РОГ

6.2.1.1 Описание

USABLE_IRIS_AREA представляет часть изображения РОГ, которая не закрыта веками, ресницами или бликами. USABLE_IRIS_AREA рассчитывают как зону без окклюзий между двумя окружностями — проходящей по границе между РОГ и склерой и проходящей по границе между РОГ и зрачком, %.

Цветные контактные линзы скрывают ткани РОГ, поэтому их необходимо снимать при получении изображений РОГ.

Примечания

1 На рисунке 1 показаны примеры изображений РОГ с различными окклюзиями.

2 Полезная площадь РОГ, рассчитанная для одного изображения, обеспечивает необходимую информативность изображения. Поэтому процесс биометрической регистрации субъекта сбора биометрических данных должен быть нацелен на максимизацию данной ковариаты для соответствующего субъекта. Между тем оценка общей полезной площади РОГ двух изображений РОГ, которые сравнивают, также имеет практическую значимость, поскольку область изображения, используемая для биометрического сравнения, состоит из областей, которые не имеют окклюзий ни в одном изображении. См. 6.4.1.

6.2.1.2 Единицы измерения

USABLE_IRIS_AREA является безразмерной величиной.

6.2.1.3 Метод расчета

USABLE_IRIS_AREA вычисляют после сегментации РОГ и обнаружения всех окклюдированных пикселей в части изображения с РОГ, для чего выполняют следующую процедуру:

1) аппроксимируют границу между РОГ и склерой и границу между РОГ и зрачком двумя окружностями;

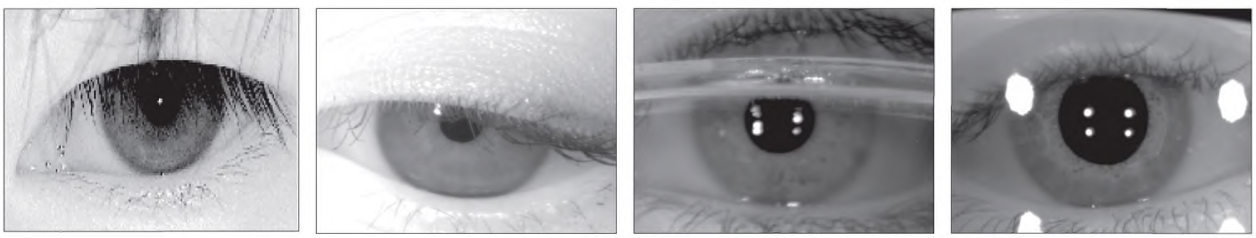
2) рассчитывают число пикселей между этими двумя окружностями N_{iris};

3) рассчитывают число пикселей между этими двумя окружностями, закрытыми веками, ресницами или бликами $N_{occluded}$;

4) вычисляют USABLE_IRIS_AREA как

$$\left(1-\frac{N_{iris}}{N_{occluded}}\right)\cdot 100.$$

Примечание — Области РОГ, закрытые ресницами, могут быть исключены путем применения пороговой обработки к гистограмме пикселей сегментированной части изображения с РОГ между обнаруженными веками [2].



a) Ресницы b) Веко c) Оправа очков d) Блики

Рисунок 1 — Примеры изображений РОГ с различными окклюзиями

6.2.1.4 Диапазон значений/порог

USABLE_IRIS_AREA должен иметь значение 70 или больше [11].

Необходимо обнаруживать наличие артефактов, таких как цветные контактные линзы. В случае их обнаружения соответствующая информация должна быть занесена в запись данных о качестве, а при вычислении значения USABLE_IRIS_AREA они должны быть рассмотрены как окклюзии (шаг 3 в 6.2.1.3).

Примечание — В случае если изображение РОГ имеет недопустимое значение USABLE_IRIS_AREA, могут быть проведены дополнительные попытки получения изображения РОГ после того, как субъекту сбора биометрических данных будет предложено открыть шире глаза, поднять длинные ресницы и смотреть прямо в камеру.

6.2.2 Контраст между РОГ и склерой

6.2.2.1 Описание

IRIS_SCLERA_CONTRAST отражает характеристики изображения на границе между РОГ и склерой. Достаточный контраст между РОГ и склерой необходим во многих реализациях алгоритмов сегментации РОГ. Низкое или недостаточное значение контраста может привести к невозможности обработки изображения РОГ при извлечении биометрических признаков.

Примечания

1 Внутренний показатель контраста между РОГ и склерой варьируется для различных РОГ. На контраст между РОГ и склерой на изображении влияют как внутренний показатель контраста, так и внешние условия, такие как длина волны источника света и другие характеристики устройства сбора биометрических данных.

2 Данная метрика качества отличается от GREY_SCALE_UTILISATION.

6.2.2.2 Единицы измерения

IRIS_SCLERA_CONTRAST является безразмерной величиной, %.

6.2.2.3 Метод расчета

IRIS_SCLERA_CONTRAST рассчитывают следующим образом:

1) аппроксимируют границу между РОГ и склерой и границу между РОГ и зрачком двумя окружностями;

2) нормируют координаты таким образом, чтобы значение радиуса границы между РОГ и склерой равнялось 1,0;

3) выбирают все пиксели в кольце, внешний радиус которого равен 0,9, а внутренний радиус находится на середине между границей между РОГ и зрачком и границей между РОГ и склерой, которые не закрыты веками, ресницами, бликами или границами жестких контактных линз. Обозначают их пикселями РОГ;

4) задают *iris_value* в качестве медианы пикселей РОГ;

5) выбирают все пиксели, которые не закрыты веками, ресницами или бликами, в кольце с внутренним радиусом 1,1 и внешним радиусом 1,2. Обозначают их пикселями склеры;

6) задают *sclera_value* в качестве медианы пикселей склеры;

7) вычисляют IRIS_SCLERA_CONTRAST как

$$0, \text{ если } pupil_value \geq iris_value \text{ или } pupil_value \geq sclera_value$$

$$\frac{|sclera_value - iris_value|}{sclera_value + iris_value - 2 \cdot pupil_value} \cdot 100, \text{ в остальных случаях.}$$

Примечание — Данный расчет может быть выполнен, даже если аппроксимирующие окружности неконцентрические.

Расчет значения *pupil_value* приведен в 6.2.3.3.

6.2.2.4 Диапазон значений/порог

IRIS_SCLERA_CONTRAST должен иметь значение больше 5.

Примечание — В случае если изображение РОГ имеет недопустимое значение IRIS_SCLERA_CONTRAST, могут быть проведены дополнительные попытки получения изображения РОГ, возможно, после удаления постороннего источника света. Если проблема сохраняется, можно использовать другую камеру. Как правило, увеличение освещенности или замена камеры на другую, с более высоким качеством, может способствовать увеличению значения IRIS_SCLERA_CONTRAST.

6.2.3 Контраст между РОГ и зрачком

6.2.3.1 Описание

IRIS_PUPIL_CONTRAST отражает характеристики изображения на границе между РОГ и зрачком. Достаточный контраст между РОГ и зрачком необходим во многих реализациях алгоритмов сегментации РОГ. Низкое или недостаточное значение контраста может привести к невозможности обработки изображения РОГ при извлечении биометрических признаков.

Примечания

1 Внутренний показатель контраста между РОГ и зрачком варьируется для различных РОГ. На контраст между РОГ и зрачком на изображении влияют как внутренний показатель контраста, так и внешние условия, такие как длина волны источника света и другие характеристики устройства сбора биометрических данных.

2 Внутренний показатель контраста может отличаться у изображений РОГ, освещенной источником света видимого диапазона, и изображений РОГ, освещенной источником света ближнего инфракрасного диапазона.

3 Данная метрика качества отличается от GREY_SCALE_UTILISATION.

6.2.3.2 Единицы измерения

IRIS_PUPIL_CONTRAST является безразмерной величиной.

6.2.3.3 Метод расчета

IRIS_PUPIL_CONTRAST рассчитывают следующим образом:

1) аппроксимируют границу между РОГ и зрачком и границу между РОГ и склерой двумя окружностями;

2) нормируют координаты таким образом, чтобы значение радиуса границы между РОГ и зрачком равнялось 1,0;

3) выбирают все пиксели внутри окружности радиусом 0,8, которые не закрыты веками, ресницами или бликами. Обозначают их пикселями зрачка;

4) задают *pupil_value* в качестве медианы пикселей зрачка;

5) выбирают все пиксели в кольце, внутренний радиус которого равен 1,1, а внешний радиус находится на середине между границей между РОГ и зрачком и границей между РОГ и склерой, которые не закрыты веками, ресницами, бликами или границами жестких контактных линз. Обозначают их пикселями РОГ;

6) задают *iris_value* в качестве медианы пикселей РОГ;

7) вычисляют

$$weber_ratio = \frac{|iris_value - pipil_value|}{20 + pupil_value};$$

8) вычисляют IRIS_PUPIL_CONTRAST как

$$\frac{weber_ratio}{0{,}75 + weber_ratio} \cdot 100.$$

Примечания

1 Ресницы могут закрывать зрачок, как показано на рисунке 1 а).

2 Если зрачок черного цвета, тогда значение контраста Михельсона IRIS_PUPIL_CONTRAST всегда будет 100 %. Поэтому более информативно нормированное значение контраста Вебера.

6.2.3.4 Диапазон значений/порог

IRIS_PUPIL_CONTRAST должен иметь значение 30 или больше.

Примечание — В случае если изображение РОГ имеет недопустимое значение IRIS_PUPIL_CONTRAST, тогда могут быть проведены дополнительные попытки получения изображения РОГ, возможно, после удаления постороннего источника света. Если проблема сохраняется, можно использовать другую камеру. Как правило, увеличение освещенности или замена камеры на другую, с более высоким качеством, может способствовать увеличению значения IRIS_PUPIL_CONTRAST.

6.2.4 Округлость границы зрачка

6.2.4.1 Описание

PUPIL_BOUNDARY_CIRCULARITY отражает округлость границы между РОГ и зрачком.

Примечания

1 Отклонение от округлости границы между РОГ и зрачком может повлиять на точность сегментации. Влияние данной метрики качества на эксплуатационные характеристики зависит от чувствительности алгоритма сегментации к отклонению от округлости границы между РОГ и зрачком.

2 Отклонение от округлости может быть вызвано либо естественным анатомическим изменением, либо нефронтальным взглядом, либо и тем и другим.

3 Определенные заболевания или лечение могут вызывать сильное отклонение зрачка от округлости.

6.2.4.2 Единицы измерения

PUPIL_BOUNDARY_CIRCULARITY является безразмерной величиной.

6.2.4.3 Метод расчета

PUPIL_BOUNDARY_CIRCULARITY рассчитывают как суммарный модуль (сумма квадратов коэффициентов) действительной и мнимой частей разложения границы зрачка в ряд Фурье по радиусу как функции угла поворота вокруг центра. В частности [2]:

1) вычисляют разложение в ряд Фурье N равномерно распределенных угловых выборок данных радиального градиента на границе $\{r_\theta\}$ для значений θ от 0 до $N-1$ в интервале $[0,2\pi]$.

Множество M дискретных коэффициентов Фурье $\{C_k\}$, $k = 0, ..., M-1$, где $M << N$, получают из последовательности данных $\{r_\theta\}$ по формуле

$$C_k = \sum_{\theta=0}^{N-1} r_\theta e^{-2\pi i l \theta / N};$$

2) вычисляют PUPIL_BOUNDARY_CIRCULARITY как

$$\max\left(0{,}100 - \frac{1}{N}\sum_{k=1}^{M-1}\left\|C_k\right\|^2\right).$$

Вышеприведенные расчеты должны включать только неокклюдированные пиксели на границе между РОГ и зрачком. M — число коэффициентов ряда Фурье, которое определяет степени свободы модели формы. M должно иметь значение 17 для определения истинной границы зрачка с соответствующей точностью [2].

Примечание — В случае действительно круглой границы все частотные коэффициенты, большие по значению, чем DC (нулевой член C_0), в этом ряду Фурье будут равны 0, а C_0/N будет радиусом этой идеальной окружности. В тех случаях, когда частотные компоненты, большие по значению, чем DC, имеют ненулевые коэффициенты, граница является некруглой. Суммарный модуль показывает это отклонение от округлости.

6.2.4.4 Диапазон значений/порог

PUPIL_BOUNDARY_CIRCULARITY будет иметь значение 100 для окружности и значение в диапазоне [0,100) в остальных случаях.

Примечание — Отклонение от округлости зрачка глаза, изображение которого необходимо получить, может быть врожденным и, следовательно, не может быть исправлено.

6.2.5 Использование градаций серого

6.2.5.1 Описание

GREY_SCALE_UTILISATION анализирует значения пикселей изображения РОГ для представления распределения значений интенсивности части изображения, содержащей РОГ. Изображение РОГ должно иметь динамический диапазон, включающий в себя 256 уровней серого; значение интенсивности должно занимать как минимум 8 битов, причем минимум 6 битов должны содержать полезную информацию. «Недоэкспонированное» изображение будет иметь слишком мало пикселей с высоким значением интенсивности, а «переэкспонированное» изображение — слишком много. Высокое значение данной метрики качества указывает на правильно экспонированное изображение с хорошо распределенными значениями интенсивности.

6.2.5.2 Единицы измерения

GREY_SCALE_UTILISATION измеряют в битах.

6.2.5.3 Метод расчета

Для каждого уровня серого, присутствующего на изображении, вычисляют вероятность p_i его появления. Таким образом, p_i — это отношение общего числа пикселей со значением уровня серого i к общему числу пикселей на изображении. Энтропию H гистограммы пикселей в битах определяют по формуле

$$H = -\sum_i p_i \log_2 p_i.$$

Примечание — Когда $x \to 0$ и $x\log_2 x \to 0$, значения пикселей, которые никогда не встречаются на изображении, могут не учитываться при вычислении энтропии.

6.2.5.4 Диапазон значений/порог

Энтропия гистограммы пикселей должна иметь значение 6 битов или более.

Примечание — В случае если изображение РОГ имеет недопустимое значение GREY_SCALE_UTILIZATION, могут быть проведены дополнительные попытки получения изображения РОГ, возможно, после удаления постороннего источника света. Если проблема сохраняется, можно использовать другую камеру. Как правило, увеличение освещенности или замена камеры на другую, с более высоким качеством, может способствовать увеличению значения GREY_SCALE_UTILIZATION.

6.2.6 Радиус РОГ

6.2.6.1 Описание

IRIS_RADIUS — это радиус окружности, аппроксимирующей границу между РОГ и склерой.

Примечание — Среднее значение радиуса РОГ человека составляет 5,9 мм с диапазоном значений от 5,1 до 6,5 мм [10].

6.2.6.2 Единицы измерения

IRIS_RADIUS измеряют в пикселях.

6.2.6.3 Метод расчета

IRIS_RADIUS вычисляют как радиус окружности, аппроксимирующей границу между РОГ и склерой.

Примечание — Данную метрику качества рассчитывают после сегментации.

6.2.6.4 Диапазон значений/порог

IRIS_RADIUS должен иметь значение как минимум 80 пикселей для РОГ человека с наименьшим возможным радиусом 5,1 мм.

6.2.7 Расширение зрачка

6.2.7.1 Описание

PUPIL_IRIS_RATIO отражает степень расширения или сужения зрачка.

6.2.7.2 Единицы измерения

PUPIL_IRIS_RATIO является безразмерной величиной.

6.2.7.3 Метод расчета

PUPIL_IRIS_RATIO вычисляют как

$$\frac{\text{PUPIL_RADIUS}}{\text{IRIS_RADIUS}} \cdot 100.$$

PUPIL_RADIUS вычисляют как радиус окружности, аппроксимирующей границу зрачка. *DC* (нулевой член C_0) в разложении границы зрачка в ряд Фурье (6.2.4.3) дает значение радиуса зрачка.

IRIS_RADIUS вычисляют в соответствии с 6.2.6.3.

Примечание — Данную метрику качества рассчитывают после сегментации.

6.2.7.4 Диапазон значений/порог

PUPIL_IRIS_RATIO должен иметь значение от 20 до 70.

Примечания

1 Это единственная метрика качества, для которой не применяется правило, что чем больше значение метрики качества, тем выше качество изображения.

2 В случае если значение PUPIL_IRIS_RATIO находится вне допустимого диапазона значений, после регулировки уровня освещенности для уменьшения или увеличения степени расширения зрачка могут быть проведены дополнительные попытки получения изображения РОГ.

6.2.8 Концентричность РОГ и зрачка

6.2.8.1 Описание

IRIS_PUPIL_CONCENTRICITY отражает степень нахождения центра зрачка и центра РОГ в одной точке.

Примечание — Зрачок и РОГ никогда не расположены точно концентрично. Сильно выраженное отклонение от концентричности может вызывать ошибку сегментации. И наоборот, сильно выраженная измеренная неконцентричность может указывать на ошибку сегментации.

6.2.8.2 Единицы измерения

IRIS_PUPIL_CONCENTRICITY является безразмерной величиной.

6.2.8.3 Метод расчета

IRIS_PUPIL_CONCENTRICITY вычисляют как отношение евклидова расстояния между центром РОГ и центром зрачка к радиусу РОГ в соответствии с формулой

$$100 \cdot \max\left\{1 - \frac{\sqrt{\left(X_{pupil} - X_{iris}\right)^2 + \left(Y_{pupil} - Y_{iris}\right)^2}}{\text{IRIS_RADIUS}}, 0\right\},$$

где (X_{iris}, Y_{iris}) и (X_{pupil}, Y_{pupil}) — координаты центра РОГ и центра зрачка соответственно.

Примечание — Данную метрику качества рассчитывают после сегментации.

6.2.8.4 Диапазон значений/порог

IRIS_PUPIL_CONCENTRICITY должен иметь значение 90 или более.

Примечание — Неконцентричность РОГ и зрачка может быть врожденной для глаза, изображение которого необходимо получить, и в этом случае не может быть исправлена. Может быть проведена дополнительная попытка получения изображения после того, как субъекту сбора биометрических данных будет предложено взглянуть прямо в камеру и широко открыть глаза.

6.2.9 Достаточность отступов

6.2.9.1 Описание

MARGIN_ADEQUACY численно оценивает степень, в которой часть изображения, содержащая РОГ, центрирована относительно краев всего изображения. Максимальное значение данной метрики качества должно соответствовать требованиям ИСО/МЭК 19794-6:2011 к значениям отступов.

6.2.9.2 Единицы измерения

MARGIN_ADEQUACY является безразмерной величиной.

6.2.9.3 Метод расчета

Существует четыре различных значения отступа: LEFT_MARGIN, RIGHT_MARGIN, UP_MARGIN и DOWN_MARGIN.

Значения отступов вычисляют в соответствии с формулами

$$\mathrm{LM} = \frac{X_{iris} - \mathrm{IRIS_RADIUS}}{\mathrm{IRIS_RADIUS}},$$

$$\mathrm{RM} = \frac{\mathrm{IMAGE_WIDTH} - \left(X_{iris} + \mathrm{IRIS_RADIUS}\right)}{\mathrm{IRIS_RADIUS}},$$

$$\mathrm{DM} = \frac{\mathrm{IMAGE_HEIGTH} - \left(Y_{iris} + \mathrm{IRIS_RADIUS}\right)}{\mathrm{IRIS_RADIUS}},$$

$$\mathrm{UM} = \frac{Y_{iris} - \mathrm{IRIS_RADIUS}}{\mathrm{IRIS_RADIUS}},$$

$$\mathrm{LEFT_MARGIN} = \max\left\{0, \min\left\{\frac{\mathrm{LM}}{0{,}6}\right\}\right\},$$

$$\mathrm{RIGHT_MARGIN} = \max\left\{0, \min\left\{\frac{\mathrm{RM}}{0{,}6}\right\}\right\},$$

$$\mathrm{UP_MARGIN} = \max\left\{0, \min\left\{\frac{\mathrm{UM}}{0{,}2}\right\}\right\},$$

$$\mathrm{DOWN_MARGIN} = \max\left\{0, \min\left\{\frac{\mathrm{DM}}{0{,}2}\right\}\right\},$$

где (X_{iris}, Y_{iris}) — центр РОГ в горизонтальном и вертикальном направлениях;

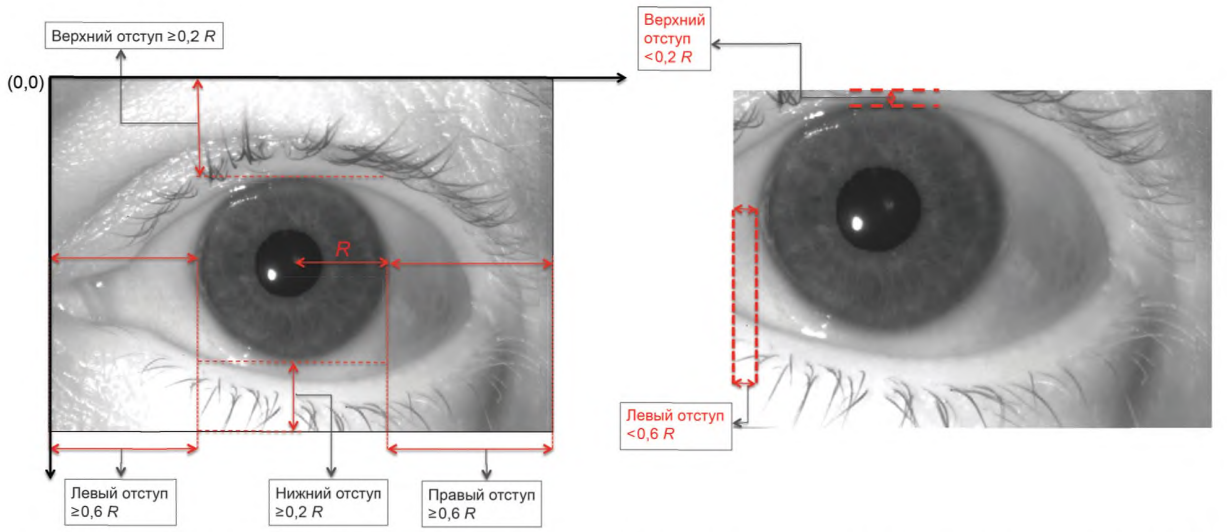
(0,0) — верхний левый угол изображения (см. рисунок 2).

IMAGE_WIDTH, IMAGE_HEIGHT и IRIS_RADIUS измеряются в пикселях.

MARGIN_ADEQUACY рассчитывают по формуле

$$100 \cdot \min\{\mathrm{LEFT_MARGIN}, \mathrm{RIGHT_MARGIN}, \mathrm{UP_MARGIN}, \mathrm{DOWN_MARGIN}\}.$$

Примечание — Данная метрика качества может быть рассчитана после грубой сегментации.



a) Изображение РОГ с достаточными отступами. Начало отсчета (0,0) находится в верхнем левом углу изображения

b) Изображение РОГ, где LEFT_MARGIN и UP_MARGIN имеют недостаточные значения

Рисунок 2 — Примеры изображений РОГ с достаточными и недостаточными отступами

6.2.9.4 Диапазон значений/порог

MARGIN_ADEQUACY должен иметь значение больше 80.

Примечания

1 Значение метрики качества 100 означает, что все четыре значения отступов соответствуют требованиям, установленным в ИСО/МЭК 19794-6:2011, а именно, что отступ от границы РОГ к ближайшему краю изображения данной РОГ должен быть не менее 0,6IRIS_RADIUS в горизонтальном направлении и 0,2IRIS_RADIUS в вертикальном направлении.

2 В случае если изображение РОГ имеет недопустимое значение MARGIN_ADEQUACY, тогда может быть проведена дополнительная попытка получения изображения РОГ после того, как субъекту сбора биометрических данных будет предложено взглянуть прямо в камеру.

6.2.10 Резкость

6.2.10.1 Описание

SHARPNESS отражает степень фокусировки изображения [3], [5], [6], [7]. Резкость вычисляют как функцию спектра мощности после фильтрации с использованием оператора лапласиан гауссиана.

6.2.10.2 Единицы измерения

SHARPNESS является безразмерной величиной.

6.2.10.3 Метод расчета

Вычисление резкости изображения определяют мощностью, получаемой при фильтрации изображения с использованием ядра лапласиан гауссиана (стандартное отклонение гауссиана равно 1,4).

1) Ядро свертки (F) определяют как

$$F = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 1 & 2 & 2 & 2 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 2 & 4 & 5 & 5 & 5 & 4 & 2 & 1 \\ 1 & 4 & 5 & 3 & 0 & 3 & 5 & 4 & 1 \\ 2 & 5 & 3 & -12 & -24 & -12 & 3 & 5 & 2 \\ 2 & 5 & 0 & -24 & -40 & -24 & 0 & 5 & 2 \\ 2 & 5 & 3 & -12 & -24 & -12 & 3 & 5 & 2 \\ 1 & 4 & 5 & 3 & 0 & 3 & 5 & 4 & 1 \\ 1 & 2 & 4 & 5 & 5 & 5 & 4 & 2 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 2 & 2 & 2 & 1 & 1 & 0 \end{vmatrix};$$

2) если $I(x, y)$ — интенсивности пикселей изображения, то взвешенную сумма $I(x, y)$ по F вычисляют для каждой четвертой строки и столбца $I(x, y)$. Обозначим $I_F(x, y)$ для представления результата после фильтрации. Таким образом

$$I_F(x, y) = \sum_{i=-4}^{4} \sum_{j=-4}^{4} I(x+i, y+j) F(i+5, j+5) \forall x \in [1{,}5 \ldots w], y \in [1{,}5 \ldots h],$$

где w и h — ширина и высота $I(x, y)$ соответственно;

3) вычисляют сумму квадратов (*ss*) $I_F(x, y)$

$$ss = \sum_{\forall x, y \in I_F(x,y)} I_F(x,y)^2;$$

4) вычисляют мощность $I_F(x, y)$ через *ss*

$$power = ss/(w_F \cdot h_F),$$

где w_F и h_F — ширина и высота $I_F(x, y)$ соответственно;

5) вычисляют значение SHARPNESS через мощность

$$\text{SHARPNESS} = 100 \cdot \frac{power^2}{power^2 + c^2},$$

где значение c было выбрано эмпирически и равно 1 800 000.

6.3 Рекомендуемые метрики качества изображения РОГ, рассчитанные для одного изображения

6.3.1 Подъем фронтального взгляда

6.3.1.1 Описание

FRONTAL_GAZE_ELEVATION отражает в относительных единицах, насколько подъем взгляда отклоняется от идеального направления взгляда, то есть полностью находящегося на одной оси с камерой.

Подъем взгляда представляет собой угол между оптической осью глаза и оптической осью камеры в вертикальной плоскости, измеренный в градусах по абсолютной величине (без знака).

Примечания

1 На рисунке 3 представлены примеры изображений РОГ, расположенной на оси и вне оси камеры.

2 Угол подъема взгляда может принимать значения в диапазоне от 0° до 90°.

6.3.1.2 Единицы измерения

FRONTAL_GAZE-ELEVATION является безразмерной величиной.

6.3.1.3 Метод расчета

FRONTAL_GAZE-ELEVATION вычисляют как

$$\left(1 - \frac{eyegaze_elevation}{90}\right) \cdot 100.$$

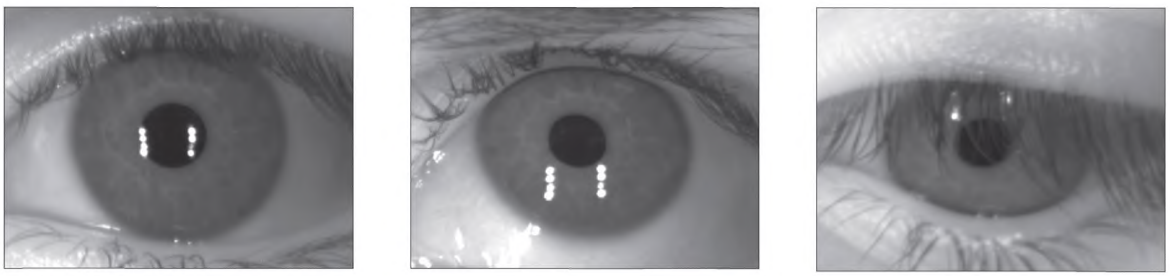
Примечание — Возможный метод оценки угла подъема взгляда приведен в [2].

6.3.1.4 Диапазон значений/порог

Теоретический допустимый диапазон значений FRONTAL_GAZE_ELEVATION составляет от 0 до 100, где 0 — наихудшее значение, а 100 — наилучшее.

FRONTAL_GAZE-ELEVATION имеет значение 100 в случае, когда угол подъема взгляда равен 0° (то есть он расположен на одной оси с камерой).

Примечание — В случае если изображение РОГ имеет недопустимое значение FRONTAL_GAZE_ELEVATION, тогда может быть проведена дополнительная попытка получения изображения РОГ после того, как субъекту сбора биометрических данных будет предложено взглянуть прямо в камеру.



a) Нейтральное положение (высокое качество)

b) Взгляд вверх (низкое качество)

c) Взгляд вниз (низкое качество)

Рисунок 3 — Примеры изображений РОГ с высокими и низкими значениями метрики качества подъема взгляда

6.3.2 Азимут фронтального взгляда

6.3.2.1 Описание

FRONTAL_GAZE_AZIMUTH отражает в относительных единицах, насколько азимут взгляда отклоняется от идеального направления взгляда, то есть полностью находящегося на одной оси с камерой. Азимут взгляда представляет собой угол между оптической осью глаза и оптической осью камеры в горизонтальной плоскости, измеренный в градусах по абсолютной величине (без знака).

Примечания

1 На рисунке 4 представлены примеры изображений РОГ, расположенной на оси и вне оси камеры.

2 Азимут взгляда представляет собой горизонтальную составляющую угла поворота взгляда относительно положения камеры. Эта мера включает в себя как углы поворота головы относительно фронтального положения, так и углы отклонения взгляда относительно головы.

3 Азимут взгляда может принимать значения в диапазоне от 0° до 90°.

4 Комплексный подход к определению направления взгляда не предназначен для репрезентативной оценки возможных трудностей сегментации РОГ из-за нефронтального положения головы. Следовательно, два изображения с одинаковым значением FRONTAL_GAZE_AZIMUTH, но значительно отличающиеся друг от друга углом наклона головы вперед или назад от фронтального положения (что приводит к различным значениям FRONTAL_GAZE_ELEVATION), могут по-разному сегментироваться, и/или для них могут быть использованы разные алгоритмы сравнения.

6.3.2.2 Единицы измерения

FRONTAL_GAZE_AZIMUTH является безразмерной величиной.

6.3.2.3 Метод расчета

FRONTAL_GAZE_AZIMUTH вычисляют как

$$\left(1-\frac{eyegaze_azimuth}{90}\right)\cdot 100.$$

Примечания

1 Эллиптическая форма зрачка может указывать на то, что получено внеосевое изображение. Поэтому метод определения FRONTAL_GAZE_AZIMUTH может быть основан на оценке удлинения и ориентации данного эллипса.

2 Возможный метод оценки азимута взгляда приведен в [2].

6.3.2.4 Диапазон значений/порог

Теоретический допустимый диапазон значений FRONTAL_GAZE_AZIMUTH составляет от 0 до 100, где 0 — наихудшее значение, а 100 — наилучшее.

FRONTAL_GAZE_AZIMUTH имеет значение 100 в случае, когда азимут взгляда равен 0° (то есть он расположен на одной оси с камерой).

Значение метрики качества 0 соответствует значению азимута взгляда 90°, что недостижимо.

Примечание — В случае если изображение РОГ имеет недопустимое значение FRONTAL_GAZE_AZIMUTH, тогда может быть проведена дополнительная попытка получения изображения после того, как субъекту сбора биометрических данных будет предложено взглянуть прямо в камеру.



a) Нейтральное положение (высокое качество)

b) Взгляд влево (низкое качество)

c) Взгляд вправо (низкое качество)

Рисунок 4 — Примеры изображений РОГ с высоким и низким значениями метрики качества азимута взгляда

6.3.3 Размытие изображения при движении

6.3.3.1 Описание

MOTION_BLUR отражает степень искажения изображения из-за движения.

6.3.3.2 Метод расчета

Возможный метод представления MOTION_BLUR — это относительная амплитуда и направление движения изображения, измеренные в пикселях, и угол направления движения (значение 0° означает горизонтальное движение).

Примечание — В случае если изображение РОГ имеет недопустимое значение MOTION_BLUR, тогда может быть проведена дополнительная попытка получения изображения РОГ после того, как субъекту сбора биометрических данных будет предложено взглянуть прямо в камеру и оставаться неподвижным.

6.4 Метрики качества изображения РОГ, рассчитанные для пары изображений

6.4.1 Общая полезная площадь РОГ

6.4.1.1 Описание

COMMON_USABLE_IRIS_AREA является мерой общей площади РОГ, представленной на обоих сравниваемых изображениях. Область РОГ, фактически используемая для биометрического сравнения, представляет собой пересечение наборов полезных пикселей двух изображений РОГ. Поэтому для пары изображений, подлежащих сравнению, определяется общая полезная площадь РОГ или ее дополнение, площадь РОГ с различными окклюзиями. Оба изображения РОГ должны быть нормированы для коррекции разницы размеров изображений РОГ или степени расширения зрачков.

6.4.1.2 Единицы измерения

COMMON_USABLE_IRIS_AREA является безразмерной величиной.

6.4.1.3 Метод расчета

COMMON_USABLE_IRIS_AREA вычисляют как

$$\mathrm{MAX}_{\Phi}\left(\frac{\left|N\left(iris^{(1)}(r,\theta+\Phi)\cap N\left(iris^{(2)}(r,\theta)\right)\right)\right|}{F\left(\left|N\left(iris^{(1)}(r,\theta+\Phi)\right)\right|,\left|N\left(iris^{(2)}(r,\theta)\right)\right|\right)}\right),$$

где θ и Φ — углы поворота РОГ, которые учитывают при расчете, потому что сравниваемые изображения РОГ обычно получены под разными углами поворота;

$|N(.)|$ — число полезных пикселей нормированного изображения РОГ;

$F(.)$ — общее число пикселей нормированного изображения РОГ без окклюзий, которое определяется стандартизированным форматом, используемым для обоих сравниваемых изображений РОГ.

6.4.2 Постоянство степени расширения зрачка

6.4.2.1 Описание

DILATION_CONSTANCY отражает схожесть степени расширения зрачка в двух сравниваемых изображениях РОГ. Данную метрику качества следует использовать только на этапе сравнения.

6.4.2.2 Единицы измерения

DILATION_CONSTANCY является безразмерной величиной.

6.4.2.3 Метод расчета

DILATION_CONSTANCY вычисляют как

$$\frac{100-\max\left(D^{(1)},D^{(2)}\right)}{100-\min\left(D^{(1)},D^{(2)}\right)},$$

где $D^{(1)}$ и $D^{(2)}$ — значения PUPIL_IRIS_RATIO первого и второго изображений РОГ, как определено в 6.2.7.3.

Примечания

1 Эта формула может быть скорректирована в терминах радиуса РОГ и радиуса зрачка двух изображений:

$$\text{DILATION_CONSTANCY} = \left(\frac{R_I^{(1)}-R_P^{(1)}}{R_I^{(2)}-R_P^{(2)}}\right)\left(\frac{R_I^{(2)}}{R_I^{(1)}}\right)\cdot 100,$$

где первый член в произведении представляет собой отношение радиальных толщин, а второй член является коэффициентом масштабирования получаемого изображения камерой, при условии что анатомически РОГ имеет постоянный размер.

2 Логарифм вероятности ложноотрицательной биометрической идентификации подвергают лианеризации с DILATION_CONSTANCY для многих алгоритмов распознавания.

6.4.2.4 Диапазон значений/порог

Максимальное значение DILATION_CONSTANCY равняется 100 (идеальное совпадение), а минимальное значение — 80.

Примечания

1 Для типичного значения PUPIL_IRIS_RATIO, равного 36, данный нижний предел подразумевает, что значение PUPIL_IRIS_RATIO другой РОГ должно быть выше 20 или ниже 49.

2 Исходя из допустимых значений степени расширения зрачка в диапазоне от 20 до 70, как определено в 6.2.7.4, теоретический нижний предел значений DILATION_CONSTANCY равен 37.

6.4.3 Схожесть освещенности

6.4.3.1 Описание

ILLUMINATION_SIMILARITY представляет собой величину разницы освещенности (если она присутствует) на паре изображений РОГ от источника света системы получения изображения. Влияние данной метрики качества на эксплуатационные характеристики зависит от чувствительности сегментации или алгоритма распознавания РОГ к разнице в интенсивности освещения при получении изображения и длине волны источника света, при котором были получены изображения во время процесса биометрической регистрации и процесса биометрического распознавания. Таким образом, данная метрика качества обеспечивает совместимость изображений РОГ, когда процесс биометрической регистрации и процесс биометрического распознавания реализуют с использованием различных камер.

6.5 Единый (обобщенный) показатель качества

6.5.1 Общие положения

Метрики качества, определенные в 6.2 и 6.3, могут быть скомбинированы для вычисления одного скалярного обобщенного показателя качества РОГ, который является используемым на практике предиктором ожидаемых эксплуатационных характеристик изображения РОГ. Примерами возможных методов являются метод взвешенных сумм, нейронных сетей или опорных векторов. Наилучшим предиктором эксплуатационных характеристик являются степенные функции, поскольку они позволяют учитывать возможность исключения и уровни значимости. Важность возможности исключения заключается в том, что можно не учитывать некоторые аспекты качества (такие как резкость), компенсируя другие непоправимые дефекты изображения, например сильно окклюдированную РОГ. Линейные комбинации функций регрессии не используют, поскольку они слишком легко допускают неправильные компенсации. Экспоненты степенных функций позволяют учитывать соответствующие уровни значимости метрик качества.

6.5.2 Метод расчета

OVERALL_QUALITY вычисляют следующим образом:

1) каждая из L метрик качества q_i, указанных в 6.2 (и 6.3, если данная метрика качества рассчитана), представляют в диапазоне значений [0,1] путем следующего нормирования

$$n_i = q_i^2 / \left(q_i^2 + c_i^2\right),$$

где c_i — коэффициент, который должен быть выбран для распределения значений по диапазону [0,1]. Данная формула использует значение q_i с плавающей запятой до целочисленного округления, необходимого для хранения значений в записи данных о качестве изображения;

2) вычисляют обобщенный, используемый на практике показатель качества путем комбинации нормированных метрик качества как произведения различных степенных функций

$$\text{OVERALL_QUALITY} = \prod_{i=1}^{L} q_i^{\alpha_i},$$

где L — это число определенных или рассчитанных метрик качества;

3) коэффициенты α_i и c_i определяют по нелинейной регрессии, которая максимизирует прогностическую мощность OVERALL_QUALITY.

Примечание — Существует простейший случай всех линейных степеней ($\alpha_i = 1$ для $i = 1, ..., L$), но он не учитывает соответствующие уровни значимости.

7 Качество получения изображения РОГ

7.1 Общие положения

Качество получения изображения РОГ включает в себя условия, необходимые для достижения: 1) удовлетворительных значений разрешения и резкости, 2) достаточного контраста РОГ для извлечения информации и создания биометрического контрольного шаблона и 3) позиционирования РОГ субъекта в поле зрения камеры с хорошим фокусом при минимизации или устранении дефектов, таких как блики.

В настоящем разделе определены требования к ковариатам, связанным с проектированием и применением биометрического сканера РОГ и окружающей средой.

Биометрический сканер РОГ позволяет получать изображения высокой информативности, как определено в настоящем стандарте, если помимо соответствия требованиям, изложенным в разделе 7, не менее 900 из 1000 полученных изображений РОГ соответствуют требованиям 6.2. Изображения РОГ должны представлять репрезентативную совокупность пользователей, насколько это возможно.

7.2 Освещенность

7.2.1 Описание

Для источников света ближнего инфракрасного диапазона длина волны должна находиться в диапазоне от 700 до 900 нм.

Примечания

1 См. В.7 ИСО/МЭК 19794-6:2011.

2 Точность биометрического распознавания может быть измерена в соответствии с ИСО/МЭК 19795-4:2008.

3 Настоящий стандарт не устанавливает требования к использованию источника света видимого диапазона при получении изображения РОГ.

7.2.2 Единицы измерения

Спектральный состав освещения является безразмерной величиной.

7.2.3 Метод расчета

Спектральный состав освещения измеряют с использованием спектрометра, разрешение длины волны которого имеет значение 10 нм или выше, а отношение сигнал/шум должно быть 40 дБ или выше, в интервале от 680 до 920 нм.

7.2.4 Диапазон значений/порог

С учетом измеренного спектра мощности $P(\lambda)$ (7.2.3), следует выполнять следующие условия

$$\frac{\int_{700}^{900} P(\lambda)d\lambda}{\int_{680}^{920} P(\lambda)d\lambda} \geq 0{,}9 \text{ и } \frac{\int_{800}^{900} P(\lambda)d\lambda}{\int_{700}^{920} P(\lambda)d\lambda} \geq 0{,}35.$$

В целях безопасности удельная мощность не должна превышать значения максимально допустимой экспозиции, как определено в МКО С 009/Е:2002/МЭК 62471:2006.

7.3 Функция передачи модуляции

7.3.1 Описание

MODULATION_TRANSFER_FUNCTION (ФПМ) — это отношение модуляции изображения к модуляции объекта как функция пространственной частоты. График ФПМ отражает изменение контраста изображения в зависимости от пространственной частоты объекта.

7.3.2 Единицы измерения

ФПМ является безразмерной величиной.

7.3.3 Метод расчета

Измерение ФПМ требует измерения коэффициента передачи контраста синусоидальных тест-объектов, пространственные частоты которых охватывают весь целевой диапазон, который обычно составляет несколько октав пространственно-частотной модуляции в синусоидальных тест-объектах градаций серого. В качестве альтернативы можно использовать тест-объекты прямоугольного сигнала, имеющие диапазон повторяющихся частот (пар линий/мм).

7.3.4 Диапазон значений/порог

Биометрические сканеры РОГ должны позволять получать изображения, ФПМ которых имеет значение более 50 % при частоте 2 пары линий/мм, с использованием соответствующих тест-объектов.

Если используются тест-объекты прямоугольного сигнала (пары линий), соответствующий верхний предел затухания составляет $0{,}5(4/\pi)$, что на 2 дБ меньше затухания при отношении амплитуды прямоугольного сигнала к амплитуде основного компонента Фурье (синусоиды), равном $-20\log10(\pi/4) = 2$ дБ. Данная взаимосвязь может быть использована для демонстрации различий между значениями контраста для тестовых объектов прямоугольного сигнала и синусоидальных тест-объектов, только если ФПМ третьей и более высоких гармоник пренебрежимо мала.

Примечание — Информация с высоким значением частоты (более 2 пар линий/мм) имеет практическую значимость при расчете элементов качества, но требования к ФПМ высокочастотных данных в настоящем стандарте не указаны.

7.4 Частота пространственной дискретизации

7.4.1 Описание

SPATIAL_SAMPLING_RATE представляет собой меру числа элементов изображения (пикселей) на единицу длины в плоскости объекта или на единицу угла в системе получения изображения.

7.4.2 Единицы измерения

SPATIAL_SAMPLING_RATE измеряют в пикселях/мм.

7.4.3 Метод расчета

SPATIAL_SAMPLING_RATE измеряют как число пикселей на единицу длины (мм) в плоскости объекта.

7.4.4 Диапазон значений/порог

Цифровое изображение РОГ должно иметь значение SPATIAL_SAMPLING_RATE как минимум 15,7 пикселей/мм.

Примечание — Исходя из указанного диапазона значений радиуса РОГ человека от 5,1 до 6,5 мм [15] и выбрав людей с наименьшим размером РОГ (то есть радиусом 5,1 мм), получим, что минимальный радиус РОГ составляет 80 пикселей и соответствует минимальной частоте дискретизации 15,7 пикселей/мм.

7.5 Оптические искажения

Любой тип оптических искажений, включая сферическую аберрацию, хроматическую аберрацию, астигматизм и кому, которые могут проявляться на изображении РОГ, не должен приводить к значительному ухудшению эксплуатационных характеристик биометрического сканера РОГ.

7.6 Соотношение длин сторон пикселя

7.6.1 Описание

PIXEL_ASPECT_RATIO представляет собой отношение ширины и высоты пикселя прямоугольной формы.

Биометрический сканер РОГ должен позволять получать изображение РОГ, состоящее из пикселей квадратной формы, то есть прямоугольной формы с соотношением длин сторон 1 : 1.

7.6.2 Единицы измерения

PIXEL_ASPECT_RATIO является безразмерной величиной.

7.6.3 Метод расчета

PIXEL_ASPECT_RATIO вычисляют как отношение линейной пространственной протяженности *N* пикселей в горизонтальном направлении к линейной пространственной протяженности *N* пикселей в вертикальном направлении. Значение *N* должно быть как можно большим, чтобы минимизировать погрешность измерения.

7.6.4 Диапазон значений/порог

Значение PIXEL_ASPECT_RATIO должно быть в диапазоне между 0,99 и 1,01.

7.7 Отношение сигнал/шум датчика

7.7.1 Описание

Чувствительность камеры представляет собой минимально различимый сигнал, который может быть обнаружен. Чувствительность камеры всегда ограничена шумом датчика, например шумом при считывании изображения, фотонным шумом и артефактами, связанными с драйверами устройства.

7.7.2 Единицы измерения

SENSOR_SIGNAL_TO_NOISE_RATIO измеряют в дБ.

7.7.3 Метод расчета

Шум датчика следует оценивать путем получения изображения однородного тест-объекта или интегрирующей сферы, которые обеспечивают равномерную интенсивность изображения. Тест-объект должен иметь значения коэффициента модуляции и коэффициент отражения, аналогичные РОГ. Допустимое значение коэффициента отражения РОГ находится в диапазоне от 12 до 15 %. Значение *signal_to_noise_ratio*, дБ, рассчитывают как $20\log(\mu/\sigma)$, где μ — выборочные средние значения интенсивности, а σ — стандартное отклонение значений интенсивности. μ и σ рассчитывают для локальной области площадью не менее 16 пикселей по горизонтали и 16 пикселей по вертикали.

Примечание — Неравномерность в области анализируемого изображения будет приводить к заниженной оценке отношения сигнал/шум.

7.7.4 Диапазон значений/порог

SENSOR_SIGNAL_TO_NOISE_RATIO в области изображения глаза должен иметь значение, большее или равное 36 дБ.

Примечание — В [4] установлено, что допустимое значение SENSOR_SIGNAL_TO_NOISE_RATIO должно быть больше 36 дБ. Значение 36 дБ было получено при допущении, что в основном на изображении представлены шумы квантования и что используется только 6 из 8 битов ($6 \cdot 6$ дБ = 36 дБ).

8 Запись данных о качестве изображения РОГ

8.1 Двоичное кодирование

Двоичная запись о качестве изображения РОГ должна содержать значения данных в формате, представленном в таблице 1.

Значение каждого показателя качества на основе метрик качества, определенных в 6.2, 6.3 и 6.5, если он рассчитан, должно быть закодировано в 5-байтовом блоке «Качество», как определено в ИСО/МЭК 19794-1:2011 и ИСО/МЭК 29794-1.

Первый байт 5-байтового блока «Качество» должен содержать значение показателя качества.

Второй и третий байты должны содержать идентификатор биометрической организации ЕСФОБД, алгоритм которой был использован для вычисления показателя качества. Идентификатором биометрической организации ЕСФОБД, назначенным для ИСО/МЭК СТК 1/ПК 37 «Биометрия», является 257 или 0x0101; он должен быть использован только в том случае, если для вычисления значений стандартных метрик качества, описанных в 6.2, 6.3 и 6.5, применена утвержденная ИСО/МЭК СТК 1/ПК 37 «Биометрия» эталонная реализация.

Четвертый и пятый байты должны содержать числовой идентификатор метрики качества, которая была вычислена для данного представления. Идентификаторы для стандартных метрик качества изображения РОГ принимают значения от 1 до 15, как описано в таблице 2.

Идентификатором биометрической организации ЕСФОБД, назначенным для ИСО/МЭК СТК 1/ПК 37 «Биометрия», является 257, и он зарегистрирован МАБИ*.

---

* *Международная ассоциация биометрии и идентификации (International Biometrics + Identity Association, IBIA).*

Значение показателя качества 255 (0xFF) указывает на то, что попытка расчета показателя качества не была выполнена.

Таблица 1 — Структура записи данных о качестве изображения РОГ

	№ байта	Поле	Длина, байт	Допустимые значения	Примечание
Длина записи	0	Число блоков «Качество»	1	От 0 до 255	Поле «Число блоков «Качество» должно содержать число 5-байтовых блоков «Качество». Значение «ноль» (0) означает, что оценка качества не проводилась; соответственно, блоки «Качество» отсутствуют
5-байтовый блок «Качество» (от 0 до 15)	1	Показатель качества	1	От 0 до 100, 255	Поле «Показатель качества» определяется ИАОК, закодированным в байтах 4 и 5 блока «Качество». Значение 255 (0xFF) указывает на неудачную попытку вычисления показателя качества. В таблице 2 представлены допустимые значения стандартных метрик качества
	2—3	Идентификатор разработчика алгоритма оценки качества (ИРАОК)	2	От 0 до 65535; 257 (0x0101) должен быть использован, если идентификатор алгоритма оценки качества (ИАОК) имеет значение в диапазоне от 1 до 14 и для расчета значений стандартных метрик качества, определенных в таблице 2, используется утвержденная ИСО/МЭК СТК 1/ПК 37 «Биометрия» эталонная реализация	Поле «ИРАОК» должно содержать идентификатор разработчика, алгоритм которого был использован для вычисления показателя качества. ИРАОК должен быть зарегистрирован МАБИ или другим разрешенным регистрационным органом в соответствии с процедурой регистрации по ИСО/МЭК 19785-2*. Значения «ноль» (0) означают, что разработчик алгоритма оценки качества не определен. ИРАОК ИСО/МЭК СТК 1/ПК 37 «Биометрия» (257 или 0x0101) должен быть использован, только если для расчета значений стандартных метрик качества, указанных в 6.2, 6.3 и 6.5, используется утвержденная ИСО/МЭК СТК 1/ПК 37 «Биометрия» эталонная реализация. ИАОК стандартных метрик качества определены в таблице 2
	4—5	ИАОК	2	От 1 до 65535 идентификаторы для стандартных метрик качества изображения РОГ принимают значения от 1 до 15, как описано в таблице 2	ИАОК должен быть закодирован в двух байтах. Значения «ноль» (0) не допускаются. Для кодирования стандартных метрик качества с использованием методов расчета, определенных в 6.2, 6.3 или 6.5, должны использоваться идентификаторы метрик качества, определенные в таблице 2. Стандартные метрики качества описаны в 6.2, 6.3 и 6.5, а их ИАОК указаны в таблице 2

* *Деятельность по присвоению уникальных идентификаторов биометрическим организациям, осуществляющим деятельность на территории Российской Федерации, и биометрическим продуктам, разрабатываемым и/или серийно выпускаемым и/или реализуемым на территории Российской Федерации, а также ведение соответствующих реестров осуществляет Некоммерческое партнерство «Русское биометрическое общество», официально зарегистрированное Международной ассоциацией биометрии и идентификации (The International Biometrics & Identification Association, IBIA) в качестве ведущей организации ЕСФОБД.*

Таблица 2 — Идентификатор метрики качества

Идентификатор метрики качества	Метрика качества	Длина, байт	Допустимые значения	Допустимый диапазон для обеспечения высокой информативности	Ссылки, описание и примечания
1	Обобщенный показатель качества	1	От 0 до 100, 255		Обобщенный показатель качества должен отражать предполагаемые эксплуатационные характеристики процесса биометрического распознавания. Показатель качества должен быть закодирован в одном байте в виде целого числа без знака. Допустимыми значениями являются числа от 0 до 100, где наибольшее значение отражает более высокое качество. См. 6.5
2	Полезная площадь РОГ	1	От 0 до 100, 255	От 70 до 100	6.2.1
3	Контраст между РОГ и склерой	1	От 0 до 100, 255	От 5 до 100	6.2.2
4	Контраст между РОГ и зрачком	1	От 0 до 100, 255	От 30 до 100	6.2.3
5	Округлость границы зрачка	1	От 0 до 100, 255		6.2.4
6	Использование градаций серого	1	От 0 до 20, 255	От 6 до 20	6.2.5
7	Радиус РОГ	1	От 0 до 254, 255	От 80 до 253	6.2.6
8	Отношение радиуса зрачка к радиусу РОГ	1	От 0 до 100, 255	От 20 до 70	6.2.7
9	Концентричность РОГ и зрачка	1	От 0 до 100, 255	От 90 до 100	6.2.8
10	Достаточность отступов	1	От 0 до 100, 255	От 80 до 100	6.2.9
11	Резкость	1	От 0 до 100, 255	От 0 до 100	6.2.10
12	Подъем фронтального взгляда	1	От 0 до 100, 255		6.3.1
13	Азимут фронтального взгляда	1	От 0 до 100, 255		6.3.2
14	Размытие изображения при движении	1	От 0 до 100, 255		6.3.3
15	Номер флага наличия аномалий	1	От 0 до 3	1	6.2.1.4 Значение — Описание 0 — Попыток обнаружить наличие искусственных артефактов произведено не было или не кодируется 1 — Артефакт отсутствует 2 — Артефакт присутствует 3 — Заболевание

8.2 XML-кодирование

########## Начало копирования в XML-схему ##########

```
<xs:simpleType name="QualityScoreType">
    <xs:restriction base="xs:unsignedByte">
        <xs:maxInclusive value="100"/>
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>

<xs:complexType name="RegistryIDType">
    <xs:sequence>
        <xs:element name="Organization" type="xs:unsignedShort"/>
        <xs:element name="Identifier" type="xs:unsignedShort"/>
    </xs:sequence>
</xs:complexType>

<xs:complexType name="IrisImageQualityType">
    <xs:sequence>
        <xs:element name="QualityAlgorithm" type="RegistryIDType" />
        <xs:element name="OverallQualityScore" type="QualityScoreType" />
        <xs:element name="UsableIrisArea" type="QualityScoreType" />
        <xs:element name="IrisScleraContrast" type="QualityScoreType" />
        <xs:element name="IrisPupilContrast" type="QualityScoreType" />
        <xs:element name="PupilBoundaryCircularity" type="QualityScoreType" />
        <xs:element name="GreyScaleUtilisation" type="QualityScoreType" />
        <xs:element name="IrisSize" type="QualityScoreType" />
        <xs:element name="PupilIrisRatio" type="QualityScoreType" />
        <xs:element name="IrisPupilConcentricity" type="QualityScoreType" />
        <xs:element name="MarginAdequacy" type="QualityScoreType" />
        <xs:element name="Sharpness" type="QualityScoreType" />
        <xs:element name="FrontalGazeElevation" type="QualityScoreType" />
        <xs:element name="FrontalGazeAzimuth" type="QualityScoreType" />
        <xs:element name="MotionBlur" type="QualityScoreType" />
        <xs:element name="Artefact" type="QualityScoreType" />
    </xs:sequence>
</xs:complexType>
```

########## Конец копирования в XML-схему ##########

В XML-схеме определен следующий элемент:

```
<xs:element name="IrisImageQuality" type="IrisImageQualityType" />
```

Пример XML-схемы:

```
<IrisImageQuality>
    <QualityAlgorithm>
        <Organization>257</Organization>
        <Identifier>3</Identifier>
    </QualityAlgorithm>
    <QualityScore>87</QualityScore>
    <UsableIrisArea>72</UsableIrisArea>
    <IrisScleraContrast>45</IrisScleraContrast>
</IrisImageQuality>
```

Приложение А
(обязательное)

Тестовые утверждения для проведения испытаний на соответствие

А.1 Общие положения

Настоящий стандарт определяет термины и методы количественной оценки качества изображений РОГ и возможности их использования для принятия решений о биометрическом совпадении с высокой степенью достоверности.

Цель настоящего стандарта не может быть в полной мере достигнута, пока биометрические продукты не пройдут испытания на соответствие требованиям настоящего стандарта. Соответствие реализаций требованиям стандарта является необходимым условием для достижения совместимости между реализациями, поэтому существует необходимость в стандартизированной методологии испытаний на соответствие, тестовых утверждениях и методиках испытаний применительно к конкретным биометрическим модальностям, которые рассмотрены в настоящем стандарте. Тестовыми утверждениями проверяют большинство требований, установленных в практической части настоящего стандарта (проверяют наиболее важные характеристики), таким образом, соответствие результатов, полученных с помощью тестовых последовательностей для проведения испытаний на соответствие, отражает степень соответствия реализаций требованиям настоящего стандарта к записям данных о качестве изображения РОГ. Все это является стимулирующим фактором разработки данной методологии испытаний на соответствие.

Настоящее приложение предназначено для определения элементов методологии испытаний на соответствие, тестовых утверждений и методик испытаний в соответствии с настоящим стандартом.

Приложение В
(справочное)

Качество изображения РОГ

В.1 Общие положения

В ИСО/МЭК 29794-1 качество определено как предиктор эксплуатационных характеристик, таких как вероятность получения корректного решения о совпадении. При этом рассматриваются три компонента качества, такие как качество источника, точность и информативность. Примером низкого качества источника РОГ является блефароптоз (опущение века), а примером низкой точности изображения РОГ является высокая степень сжатия изображения РОГ. Любое ухудшение качества источника или точности приводит к низкой информативности, что связано с ошибкой биометрического распознавания. Другим важным компонентом качества РОГ является качество съемки (или отображения), которое учитывает характеристики биометрического сканера РОГ (например, длину волны источника света, артефакты, связанные с драйверами устройств и так далее) и окружающей среды, в которой производят получение изображения (например, расстояние между субъектом сбора биометрических данных и камерой).

Выражение качества отражает предполагаемый положительный или отрицательный вклад отдельного биометрического образца в обобщенные эксплуатационные характеристики биометрической системы. Для контроля эксплуатационных характеристик разработчику алгоритмов следует создать показатели качества, с помощью которых можно моделировать известные режимы отказа или изменять чувствительность алгоритма сегментации РОГ, компаратора РОГ или группы компараторов. В дальнейшем для достижения некоторой степени общности показатель качества должен быть основан на наборе чувствительностей, которые были бы общими для алгоритма сегментации РОГ, компаратора или группы компараторов. В то время как ухудшение качества источника или точности изображения РОГ влияет на информативность РОГ, степень их влияния на информативность РОГ (и, следовательно, на ошибку распознавания) зависит от успеха методов улучшения изображения, которые применяют для устранения (или уменьшения) дефекта или чувствительности компаратора к ухудшению. Например, внеосевой взгляд может быть скорректирован путем оценки двух углов взгляда относительно камеры и применения аффинного преобразования, предполагая, что РОГ является плоской (хотя на самом деле она имеет кривизну) и роговица не искажает изображение РОГ при внеосевом взгляде. Любое из этих предположений или оба предположения могут быть неверными [1], [2]. Тем не менее то, как эксплуатационные характеристики ухудшаются из-за внеосевого угла, зависит от возможностей метода улучшения изображения фиксировать взгляд.

Классификация ковариат связана:

1) с проектированием и внедрением биометрического сканера РОГ и условий внешней среды (В.2);

2) факторами, специфическими для конкретного субъекта сбора биометрических данных или подверженными влиянию/контролируемыми субъектом сбора биометрических данных (В.3).

В.2 Ковариаты получения изображения РОГ

В.2.1 Общие положения

Настоящий раздел дополняет 6.2 и раздел 7, предоставляя справочную информацию.

В.2.2 Дефокусировка

Дефокусировка должна быть минимизирована путем помещения субъекта сбора биометрических данных на глубину резкости камеры. Дефокусировка уменьшает резкость и контрастность изображения. Нерезкость при дефокусировке обычно проявляется, когда РОГ субъекта (плоскость объекта) находится за пределами глубины резкости камеры. Дефокусировка количественно определяется SHARPNESS (см. 6.2.10).

Примечания

1 Либо субъект сбора биометрических данных можно расположить так, чтобы РОГ находилась на глубине резкости камеры, либо камеру можно отрегулировать так, чтобы она соответствовала положению субъекта.

2 Глубина резкости зависит от размера апертуры оптической системы (чем меньше апертура, тем больше глубина резкости).

В.2.3 Плотность распределения градаций серого

Функции и конструкция биометрического сканера РОГ направлены на получение подходящего изображения РОГ, которое должно иметь динамический диапазон 256 уровней серого, а значение интенсивности должно занимать как минимум 8 битов. Эта величина должна быть вычислена после обнаружения и удаления бликов на изображении. См. 6.2.5.

Примечание — При анализе некадрированного изображения (необработанного изображения с камеры), кадрированного изображения или кадрированного изображения со скрытой областью могут быть различия.

В.2.4 Размытие изображения при движении

Характеристики биометрического сканера РОГ, которые контролируют размытие изображения при движении (например, выдержку и так далее), должны быть способны минимизировать размытие изображения при движении

до уровня, который не вызывает значительного ухудшения показателей ошибки для сконструированной конфигурации, такой как стационарная установка или ручная.

Размытие изображения при движении вызывает искажение изображения и количественно определяется MOTION_BLUR (6.3.3).

Примечание — Размытие изображения при движении возникает из-за того, что перемещается либо РОГ (например, движение субъекта сбора биометрических данных или глаза субъекта), либо биометрический сканер РОГ (например, если он содержит активные отслеживающие устройства). Размытие изображения при движении более вероятно, если субъект сбора биометрических данных (или его глаз) перемещается в направлении, ортогональном к оптической оси камеры, а не при движении объекта по направлению к камере.

B.2.5 Окклюзия из-за бликов

Биометрический сканер РОГ должен контролировать на изображении блики от установленных источников света, чтобы минимизировать их наложение на области изображения, содержащие ткани РОГ. Окклюзия количественно определяется USABLE_IRIS_AREA (6.2.1).

Примечания

1 Граница между РОГ и зрачком может быть перекрыта бликами от источников света. Эти окклюзии могут уменьшить точность сегментации внутренней границы РОГ. Неточности в сегментации РОГ и зрачка могут увеличить ошибку распознавания.

2 Окклюзия может быть вызвана бликами от установленных источников света, внешних источников света и бликов от очков или носа субъекта сбора биометрических данных. Веки и ресницы (характеристики субъекта сбора биометрических данных) могут перекрывать РОГ (B.3.7). USABLE_IRIS_AREA отражает окклюзию, вызванную всем вышеперечисленным.

B.2.6 Шум датчика

Чувствительность камеры представляет собой минимально различимый сигнал, который может быть обнаружен. Чувствительность камеры всегда ограничена шумом датчика, например шумом при получении изображения, фотонным шумом, битыми пикселями и артефактами, связанными с драйверами биометрического сканера РОГ.

Шум датчика должен оцениваться путем получения изображения однородного тест-объекта или интегрирующей сферы, которые обеспечивают равномерную интенсивность изображения.

Примечание — Неравномерность в области анализируемого изображения будет приводить к заниженной оценке отношения сигнал/шум.

B.3 Ковариаты РОГ субъекта

B.3.1 Общие положения

Настоящий раздел характеризует ковариаты субъекта сбора биометрических данных (характер или поведение), которые влияют на информативность изображения РОГ для биометрического сравнения.

B.3.2 Цвет глаз

Получение изображения РОГ не должно зависеть от цвета глаз. Однако значение контраста между РОГ и склерой может быть меньше для глаз со светлой (например, голубой, зеленой, светло-коричневой) РОГ. Этого снижения контраста можно избежать, по крайней мере частично, за счет использования источника света более коротких длин волн в диапазоне от 700 до 900 нм (7.2).

Примечание — Хотя считается, что использование монохромной камеры с 8-битным разрешением по уровням серого обеспечивает достаточно информации для успешного биометрического распознавания, цветное изображение может предоставить дополнительную информацию.

B.3.3 Очки и контактные линзы

Известно, что очки могут негативно влиять на качество полученных изображений РОГ. По возможности источники света системы получения изображений должны располагаться таким образом, чтобы большая часть очков не давала бликов на РОГ. Иногда возможно попросить субъекта сбора биометрических данных снять очки.

При наличии непрозрачных цветных контактных линз или жестких контактных линз они должны быть выявлены.

Примечания

1 Наличие очков может вызывать блики.

2 Программное обеспечение может обнаружить границу только жестких контактных линз, но не мягких контактных линз.

3 При наличии непрозрачных цветных контактных линз они должны быть выявлены [9].

4 Жесткие контактные линзы должны быть центрированы при возможности, что может потребовать нескольких попыток получения изображения.

B.3.4 Внутренний показатель контраста между РОГ и зрачком

Эта ковариата определяется IRIS_PUPIL_CONTRAST (6.2.3). Более высокое значение контраста между РОГ и зрачком (внутреннего или внешнего) обеспечивает более точную сегментацию.

Примечания

1 Внутренний показатель контраста между РОГ и зрачком варьируется для различных РОГ. На контраст между РОГ и зрачком на изображении влияют как внутренний показатель контраста, так и внешние условия, такие как длина волны источника света и другие характеристики устройства сбора биометрических данных.

2 Некоторые медицинские заболевания, такие как катаракта, или наличие интраокулярных линз могут влиять на значение контраста между РОГ и зрачком.

B.3.5 Внутренний показатель контраста между РОГ и склерой

Эта ковариата определяется IRIS_SCLERA_CONTRAST (6.2.2). Более высокое значение IRIS_SCLERA_CONTRAST обеспечивает точную сегментацию.

Примечания

1 Внутренний показатель контраста между РОГ и склерой варьируется для различных РОГ. На контраст между РОГ и склерой на изображении влияют как внутренний показатель контраста, так и внешний показатель контраста (характеристика биометрического сканера РОГ).

2 Некоторые медицинские заболевания, такие как альбинизм, являются причиной низкого значения внутреннего показателя контраста между РОГ и склерой.

B.3.6 Форма РОГ и зрачка

РОГ человека представляет собой кольцо с внутренней и внешней границами, которое при фронтальном взгляде представляется более или менее округлой формы. Исследования показали, что внутренняя и внешняя границы редко имеют правильную форму окружности. Кроме того, форма этих границ изменяется, когда угол обзора смещается от фронтального.

Отклонение от округлости границы между РОГ и склерой или границы между РОГ и зрачком может повлиять на точность сегментации. Эта ковариата определяется PUPIL_BOUNDARY_CIRCULARITY (6.2.4).

Примечание — Некоторые медицинские заболевания связаны с сильным отклонением формы зрачка от округлости.

B.3.7 Окклюзия из-за ресниц/век

Для достижения оптимального качества изображения РОГ окклюзия, вызванная ресницами и веками, должна быть сведена к минимуму. Эта ковариата оценивается количественно USABLE_IRIS_AREA (6.2.1).

Примечания

1 Веки часто закрывают верхнюю и нижнюю часть РОГ. Ресницы могут закрывать часть РОГ или зрачка. Эти окклюзии не только уменьшают видимую часть РОГ (и, следовательно, количество доступной для сравнения информации), но также могут снижать точность определения внутренней и внешней границ РОГ. Неточности в определении и маркировке внутренней и внешней границ РОГ увеличивают ошибку распознавания.

2 Окклюзия из-за ресниц и век может быть вызвана поведенческим фактором, таким как моргание или косоглазие, или она может быть частью характера субъекта сбора биометрических данных из-за генетических факторов или медицинских заболеваний, таких как опущение века.

B.3.8 Внеосевая ориентация — вращение головы

Субъект сбора биометрических данных должен смотреть прямо в камеру без вращения головы (поворот головы, наклон головы или отклонение головы под нулевым углом) для наилучшего качества изображения РОГ и минимальной окклюзии РОГ.

Примечание — Большинство алгоритмов распознавания РОГ имеют возможность корректировать допустимую степень поворота головы.

B.3.9 Внеосевая ориентация — направление взгляда

Субъект сбора биометрических данных должен смотреть прямо в камеру для получения наилучшего качества изображения РОГ.

Эта ковариата определяется количественно с помощью FRONTAL_GAZE-ELEVATION (6.3.1) и FRONTAL_GAZEAZIMUTH (6.3.2).

Примечания

1 Современные биометрические сканеры РОГ требуют, чтобы субъект сбора биометрических данных смотрел в камеру так, чтобы его оптическая ось и оптическая ось камеры были выровнены. Отклонение от этого выравнивания увеличит вероятность несовпадения.

2 Некоторые медицинские заболевания, такие как косоглазие и «ленивый глаз», могут затруднить или исключить возможность субъекту сбора биометрических данных смотреть не под углом, даже если он смотрит прямо в камеру здоровым глазом.

3 Внеосевые изображения могут быть скорректированы [1], [2].

B.3.10 Расширенный зрачок

Чрезмерно расширенный зрачок может повлиять на качество биометрического образца. Кроме того, неестественно суженный зрачок может стать причиной ошибки при определении границы между РОГ и зрачком. Радиус

зрачка измеряется как радиус окружности, аппроксимирующей форму зрачка. В случае если зрачок действительно имеет форму окружности, *DC* (нулевой член C_0) в разложении границы зрачка в ряд Фурье (6.2.4.3) дает значение радиуса зрачка.

Примечания

1 В ИСО/МЭК 19794-6:2011 определено требование к значению радиуса зрачка 3,5 мм или менее. Это значение, как правило, считается верхним пределом нормального размера зрачка, хотя за счет введения препаратов, расширяющих зрачок, он может иметь больший радиус.

2 Сильно расширенные зрачки приведут к большим значениям отношения области зрачка к области РОГ. Предполагается, что методы нормирования, например используемые во время представления в полярной системе координат, которые пытаются учитывать и корректировать изменения в степени расширения зрачка, могут быть неточными из-за неточности модели «резинового листа», которая предполагает сохранение биометрических признаков РОГ, несмотря на сжатие в радиальном направлении или уменьшения числа эффективных пикселей в радиальном направлении по мере расширения зрачка. Следовательно, возможность сравнить два изображения РОГ может быть отражена качественным коэффициентом, связывающим два изображения таким образом, что два изображения с одинаковой степенью расширения зрачка будут иметь максимальное качество для этого коэффициента. См. 6.4.2.

3 Во время биометрической регистрации можно попытаться определить наиболее подходящую точку, в которой зрачок субъекта сбора биометрических данных может приспособиться к определенному диапазону освещенности, который может быть повторен как можно точнее во время процесса биометрической верификации/идентификации [8].

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным и межгосударственному стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального, межгосударственного стандарта
ИСО/МЭК 19794-1:2011	IDT	ГОСТ ISO/IEC 19794-1—2015 «Информационные технологии. Биометрия. Форматы обмена биометрическими данными. Часть 1. Структура»
ИСО/МЭК 19794-6:2011	IDT	ГОСТ Р ИСО/МЭК 19794-6—2014 «Информационные технологии. Биометрия. Форматы обмена биометрическими данными. Часть 6. Данные изображения радужной оболочки глаза»
ИСО/МЭК 29794-1	IDT	ГОСТ Р ИСО/МЭК 29794-1—2018 «Информационные технологии. Качество биометрического образца. Часть 1. Структура»
Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов: - IDT — идентичные стандарты.		

Библиография

[1] Dorairaj V., Schmid N., Fahmy G. Performance evaluation of non-ideal iris based recognition system implementing global ICA encoding, in Proc. IEEE ICIP, 2005, vol. 3, p. 285—288 (Оценка эксплуатационных характеристик неидеальной системы распознавания радужной оболочки глаза, реализующей глобальное кодирование ICA. Труды IEEE ICIP. 2005. Том 3. С. 258—288)

[2] Daugman J. New methods in iris recognition, IEEE Trans. Systems, Man. Cybernetics B. 2007, 37, p. 1167—1175 (Новые методы распознавания радужной оболочки глаза. Транзакции IEEE по системам, человеку и кибернетике. 2007. 37. С. 1167—1175)

[3] Kalka N.D., Zuo J., Schmid N.A., Cukic B. Estimating and Fusing Quality Factors for Iris Biometric Images. IEEE Trans. Syst. Man Cybern. A Syst. Hum. 2010, 40, p. 509—524 (Оценка и объединение факторов для биометрических изображений радужной оболочки глаза. Транзакции IEEE по системам, человеку и кибернетике. 2010. 40. С. 509—524)

[4] Mobile ID Device Best Practice Recommendation. Version 1.0 — NIST Special Publication 500-280, 2009. (Рекомендации по использованию мобильного ID-устройства. Версия 1.0 — Специальная публикация НИСТ 500-280, 2009)

gost.e-ecolog.ru

[5] Daugman J. How Iris Recognition Works. IEEE Trans. Circ. Syst. Video Tech. 2004 January, 14 (1). p. 29 [Как работает распознавание по радужной оболочке глаза. Транзакции IEEE на схемах и системах для видеотехнологий. Январь. 2004. 14 (1). С. 29]

[6] Wildes R. A system for automated iris recognition, Applications of Computer Vision, 1994, Proceedings of the Second IEEE Workshop 1994, p. 121—128 (Система автоматизированного распознавания радужной оболочки глаза, приложения компьютерного зрения, 1994. Труды второго семинара IEEE 1994. С. 121—128)

[7] Wildes R. Iris recognition: an emerging biometric technology. Proc. IEEE. 1997, 85, p. 1348—1363 (Распознавание радужной оболочки глаза: появление новой биометрической технологии. Труды IEEE. 1997, 85. С. 1348—1463)

[8] Rakshit S. & Monro D.M. Medical Conditions: Effect on Iris Recognition, Proc. IEEE International Workshop on Multimedia Signal Processing, Oct 2007 (Медицинские заболевания: влияние на распознавание радужной оболочки глаза, тезисы докладов международного семинара IEEE по обработке мультимедийных сигналов. Октябрь. 2007)

[9] Pacut A. & Czajka A. Aliveness detection for iris biometrics, Proc. IEEE International Carnahan Conference on Security Technology, 40th Annual Conference, October 17—19, Lexington, Kentucky, 2006 (Обнаружение живучести радужной оболочки глаза, тезисы докладов международной конференции IEEE по технике безопасности, 40-я ежегодная конференция, 17—19 октября. Лексингтон, Кентукки, 2006)

[10] Caroline A. The effect of corneal diameter on soft lens fitting, part 1. Contact Lens Spectrum. 2002, 17, p. 56 (Влияние диаметра роговицы на мягкую контактную линзу. Часть 1. Спектр контактных линз. 2002. 17. С. 56)

[11] Tabassi E., Grother P., Salamon W. Performance of Iris Image Quality Assessment Algorithms, NIST Interagency Report 7820, September 30, 2011 (Эксплуатационные характеристики алгоритмов оценки качества изображения радужной оболочки глаза, межведомственной отчет НИСТ 7820. 30 сентября 2011)

[12] Grother P. IREX III, NIST Interagency Report 7836, April 2012 (АЙРЕКС III, межведомственной отчет НИСТ 7836. Апрель 2012)

[13] CIE S 009/E:2002/IEC 62471:2006 — Photo-biological safety of lamps and lamp systems (МКО С 009/Е:2002/МЭК 62471:2006 Фотобиологическая безопасность ламп и ламповых систем)

[14] ISO/IEC 2382-37, Information technology — Vocabulary — Part 37: Biometrics (ИСО/МЭК 2382-37 Информационные технологии. Словарь. Часть 37. Биометрия)*

* *В Российской Федерации действует ГОСТ ISO/IEC 2382-37—2016 «Информационные технологии. Словарь. Часть 37. Биометрия».*

УДК 004.93'1:006.86:006.354 ОКС 35.040

Ключевые слова: информационные технологии, биометрия, качество биометрического образца, радужная оболочка глаза, данные изображения радужной оболочки глаза, метрика качества, показатель качества, алгоритм оценки качества

БЗ 12—2018/13

Редактор *Н.В. Таланова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Е.И. Рычкова*
Компьютерная верстка *Д.В. Кардановской*

Сдано в набор 30.11.2018. Подписано в печать 25.12.2018. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 2,98.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ИД «Юриспруденция», 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 11.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

Создано в единичном исполнении ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru