

УДК 57.087

05.11.00

07, июль 2012

Проверка технических характеристик биометрических сканеров 2d изображений лица

Д.А. Бочаров⁽¹⁾, А.В. Леус⁽²⁾

Студент⁽¹⁾, магистр⁽²⁾

кафедра «Биомедицинские технические аппараты и системы»

Научный руководитель: И.Н. Спиридонов,

д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Биомедицинские технические аппараты и системы»

МГТУ им. Н.Э. Баумана

Bocharov23@ya.ru

leous_alexander@hotmail.com

В настоящее время все более актуальной становится задача интеграции биометрических технологий в системы безопасности и контроля доступа. Большинство подобных систем работают с физиологическими биометрическими характеристиками человека: изображением лица человека, отпечатками пальцев, радужной оболочкой глаза. Крайне важной является задача идентификации личности по изображению лица в местах массового скопления людей, в первую очередь, на объектах транспортной инфраструктуры, а так же в местах проведения культурных и спортивных мероприятий.

Обусловленное быстрым ростом мультимедийных видеотехнологий разнообразие технических средств регистрации лица человека – биометрических сканеров изображений 2D лица (далее - Сканер) и программных решений для биометрических систем идентификации личности, определяет низкую воспроизводимость результатов идентификации. Также, необходимо отметить, что при изменении условий регистрации, стабильность работы алгоритмов идентификации значительно снижается.

В настоящее время в РФ утвержден и вступил в действие стандарт, предоставляющий требования к двумерному изображению лица, используемому для создания биометрического шаблона. В данном стандарте представлены требования к следующим техническим характеристикам Сканеров:

- 1) Разрешающая способность;
- 2) Глубина резко изображаемого пространства;
- 3) Динамический диапазон интенсивности в области лица на изображении;
- 4) Число уровней градаций серого (число У.Г.С.) изображения;
- 5) Дисторсия изображения;

- 6) Расстояние в пикселях (включая граничные пиксели) между центрами
7) глаз на изображении.

По результатам проведенного обзора рынка биометрических систем распознавания личности по изображению лица, было установлено, что большинство производителей обеспечивают возможность применения в качестве Сканеров в своих системах идентификации IP-камеры ведущих производителей. Производители биометрических систем идентификации личности выделяют факт того, что важную роль в получении ошибок первого и второго рода при идентификации личности играет не только принцип работы алгоритма распознавания, но и технические характеристики Сканеров. Вероятность неверной идентификации увеличивается, к примеру, при недостаточной разрешенной способности Сканера, сильной дисторсии изображения, недостаточной глубине резко изображаемого пространства и т.д. Однако, не смотря на это, требования к Сканерам окончательно не сформированы и не конкретизированы.

Данные факты напрямую указывают на актуальность постановки задачи разработки перечня контролируемых технических характеристик Сканеров и программы и методики их проверки. При проверке технических характеристик Сканера целесообразно выделить в отдельные группы технические характеристики камеры (матрицы) и объектива.

В рамках ОКР «Разработка методики и аппаратуры для тестирования и проверки разнородных биометрических комплексов технических средств для идентификации лица человека в пассажиропотоке» разработан опытный образец Стенда для моделирования условий регистрации и проверки биометрических технологий распознавания лица и набор методического обеспечения, в состав которого входит программа и методика проверки технических характеристик биометрических сканеров 2D изображений лица.

В процессе разработки программы и методики проверки технических характеристик Сканеров, сформирован перечень контролируемых параметров Сканеров и определён диапазон их допустимых значений. Перечень контролируемых параметров представлен в Таблице 1.

Разрешающая способность Сканера определяется разрешающими способностями входящих в его состав объектива и камеры (фоторегистратора). В связи с этим, целесообразно проводить проверку возможности совместного использования камеры и объектива.

Согласно стандартизированным требованиям к разрешающей способности Сканера, биометрический 2D сканер лица должен обеспечивать разрешение деталей лица размером, по крайней мере, 2 мм на рабочем расстоянии Сканера [1]. Для этого необходимо, чтобы предмету размером 2 мм соответствовало не менее 5 пикселей в пространстве изображений.

Для обеспечения этого требования необходимо выполнение следующего условия:

$$f' \cdot B_1 \geq N_1 \cdot a \cdot z, \quad (1)$$

где f' – фокусное расстояние объектива, миллиметр;

$B_1 = 2$ мм – размер предмета;

$N_1 = 5$ – количество пикселей, на которые проецируется предмет размером 2 мм;

a – размер пиксела, мм;

z – дистанция съёмки, мм.

Для обеспечения расстояния между центрами изображений глаз, которое соответствует 60, или более, пикселям фоторегистратора, необходимо выполнение следующего условия [1]:

$$f' \cdot B_2 \geq N_2 \cdot a \cdot z, \quad (2)$$

где $B_1 = 65$ мм – расстояние между глазами человека;

$N_1 = 60$ - количество пикселей между центрами изображений глаз.

Таблица 1 – Перечень контролируемых параметров

Контролируемый параметр	Единица измерения	Диапазон допустимых значений
Возможность совместного использования объектива и фоторегистратора	–	–
Баланс белого	–	–
Разрешающая способность	мм ⁻¹	0,5/β, не менее
Глубина резко изображаемого пространства	мм	100, не менее
Дисторсия	%	5, не более
Динамический диапазон интенсивности на изображении в области лица	бит	7, не менее
Формат представления цвета пикселей изображения	–	RGB, или 8-битное монохромное цветовое пространство, или YUV422

Для обеспечения требуемого линейного поля в пространстве предметов необходимо выполнение следующих условий:

$$h_{\text{пи}} \cdot z \geq h \cdot f', \quad (3)$$

$$g_{\text{пи}} \cdot z \geq g \cdot f', \quad (4)$$

где h – вертикальный размер линейного поля в пространстве предметов, миллиметр;

g – горизонтальный размер линейного поля в пространстве предметов, миллиметр;

$h_{\text{ПИ}}$ – высота чувствительной площадки фоторегистратора, миллиметр;

$g_{\text{ПИ}}$ – ширина чувствительной площадки фоторегистратора, миллиметр.

Положительным результатом проверки является выполнение условий (1), (2), (3) и (4).

Для обеспечения адекватной цветопередачи необходимо с помощью программного обеспечения сканера 2D лица установить баланс белого, соответствующий условиям освещения объекта.

Критерием корректности установки баланса белого является равенство интенсивностей цветовых составляющих изображения. Разность интенсивностей не должна превышать 10 единиц:

$$|I_R - I_G| \leq 10, \quad (5)$$

$$|I_R - I_B| \leq 10, \quad (6)$$

$$|I_B - I_G| \leq 10, \quad (7)$$

где I_R – интенсивность красной составляющей изображения, единица;

I_G – интенсивность зеленой составляющей изображения, единица;

I_B – интенсивность синей составляющей изображения, единица.

Положительным результатом испытания является выполнение условий (5), (6) и (7).

Проверку разрешающей способности, глубины резко изображаемого пространства и дисторсии осуществляют с помощью разработанного специального набора мер.

Для разрешения на лице деталей размером 2 мм необходимо, чтобы функция передачи модуляции (ФПМ) Сканера на пространственной частоте, вычисляемой по формуле:

$$T_{0,5} = \frac{0,5}{\beta_{\text{скан}}}, \quad (8)$$

$M_{0,5}$ составляла не менее 0,5, а на пространственной частоте, вычисляемой по формуле:

$$T_{1,0} = \frac{1}{\beta_{\text{скан}}}, \quad (9)$$

$M_{1,0}$ составляла не менее 0,2.

Согласно стандартизированным требованиям к глубине резко изображаемого пространства изображения лица, все точки полученного изображения от носа до ушей должны быть в фокусе [1]). Для выполнения данного требования глубина резкости биометрического 2D сканера лица должна составлять не менее 100 мм [2].

Плоскости, ограничивающие то пространство, которое изображается еще резко при фокусировке на плоскость наводки, должны находиться на расстояниях не менее 50 мм в одну и в другую сторону относительно плоскости наводки. Положительным результатом проверки является выполнение условий $M_{0,5} > 0,5$ и $M_{1,0} > 0,25$ для каждого положения мер.

Допускается наличие небольших искажений на изображении, если они не могут быть замечены при визуальном анализе [1]. Искажение формы изображения определяется дисторсией. Дисторсия незаметна при визуальном анализе изображения, если значение относительной дисторсии не превосходит 5% [2].

Положительным результатом проверки является выполнение условий: вертикальная и горизонтальная дисторсия не превышает 5%.

Проверка динамического диапазона интенсивности на изображении в области лица, полученном испытуемым биометрическим 2D сканером лица осуществляется с помощью изображения лица, полученного Сканером.

Динамический диапазон интенсивности на изображении в области лица определяется как разница максимальной и минимальной интенсивности пикселей содержащихся в данной области, УГС.

Динамический диапазон интенсивности на изображении в области лица в битах вычисляется по формуле:

$$DR = \log_2 (I_{\max} - I_{\min}), \quad (10)$$

Цвета пикселей изображения должны быть представлены в одном из следующих форматов [1]:

- 24-битное цветовое пространство RGB;
- 8-битное монохромное цветовое пространство;
- YUV422 цветовое пространство.

По разработанной программе и методике проверки технических характеристик биометрических 2D сканеров лица проведены испытания Сканера, в состав которого входит камера Arecont Vision AV1115 и объектив Computar M0814. Результаты проверки технических характеристик Сканера представлены в Таблице 2.

Таблица 2 – Результаты проверки технических характеристик Сканера (камера Arecont Vision AV1115 ; объектив Computar M0814)

Возможность совместного использования объектива и фоторегистратора	Единица измерения	Диапазон допустимых значений	Соответствие требованиям/ Фактическое значение
Возможность совместного использования объектива и фоторегистратора	—	—	Соответствует
Баланс белого	—	—	Соответствует
Разрешающая способность	мм ⁻¹	0,5/φ, не менее	Соответствует
Глубина резко изображаемого	мм	100, не менее	Соответствует

пространства			
Дисторсия	%	5, не более	Соответствует/ 2,4
Динамический диапазон интенсивности на изображении в области лица	бит	7, не менее	Соответствует/ 7,8
Формат представления цвета пикселей изображения	—	RGB; 8-битное монохромное цветное пространство; YUV422	Соответствует

Список используемой литературы

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 19794-5—2006 «Автоматическая идентификация. Идентификация биометрическая. Форматы обмена биометрическими данными. Часть 5. Данные изображения лица».
2. ISO/IEC 19794-5 Amendment 1 - Information technology -- Biometric data interchange formats -- Part 5: Face image data - Conditions for taking photographs for face image data
3. Иванова Т.В. Введение в прикладную и компьютерную оптику. Конспект лекций. СПб., 2002.