

УДК 004.931

И.В. Рубан, И.А. Хижняк

Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба, Харьков

АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЦ В СИСТЕМАХ КОНТРОЛЯ ДОСТУПА

Представлен анализ проблематики биометрической идентификации личности по радужной оболочке глаза. Выделены ключевые особенности радужной оболочки глаза, изложены основные принципы и дан краткий обзор существующих методов идентификации личности по радужной оболочке глаза. Определены перспективные направления дальнейших исследований в области распознавания радужной оболочки глаза.

Ключевые слова: системы контроля и управления доступом, биометрия, радужная оболочка глаза, биометрическая идентификация, идентификация по радужной оболочке глаза.

Введение

Постановка проблемы и анализ последних публикаций. В связи с возросшими требованиями к информационной безопасности получают широкое распространение методы биометрической верификации и идентификации человека [1]. Их использование облегчает деятельность специалистов по защите информации, обеспечивает существенный рост уровня информационной безопасности. Современные биометрические системы безопасности – системы контроля и управления доступом (СКУД) основаны на идентификации человека по уникальным биологическим признакам пользователя, таким как структура ДНК, рисунок радужной оболочки глаза, сетчатка глаза, геометрия и температурная карта лица, отпечаток пальца, геометрия ладони [2].

Технология распознавания личности по радужной оболочке глаза (РОГ) получила широкое распространение и применяется как в логическом доступе (доступ к компьютеру или базам данных), так и в физическом (доступ в военные учреждения, здания, комнаты) [3]. Особенно эффективно экспрестехнология идентификации по биометрическим параметрам применяется в сфере борьбы с преступностью. Также активно развивающимся сегментом этого рынка является внедрение и применение биометрических идентификационных документов.

Текстура РОГ чаще всего случайна. Чем выше степень случайности, тем больше возможность, что такая текстура будет единственной, уникальной в своём роде. Такая «случайность» определяется степенью свободы. Опытным путём установлено, что рисунок радужной оболочки имеет степень свободы 250, отпечатков пальцев – 35, а изображений лиц – 20 [4]. Поэтому применение рисунка РОГ для распознавания личности является наиболее перспективным.

В отличие от других систем контроля доступа идентификация по рисунку РОГ допускает полностью бесконтактную реализацию, кроме того изо-

бражение глаза возможно получить цифровым фотоаппаратом.

Радужная оболочка глаза является внутренним органом, защищённым от механического воздействия, при этом РОГ устойчива во времени. Очки и даже цветные контактные линзы, произведённые операции на глазах не влияют на процесс получения изображения [4].

Биометрическим технологиям присущ один общий недостаток: при установке в настройках системы идентификации высокой степени защиты от ошибок первого рода (FRR – False Rejection Rate), связанных с запрещением доступа законному пользователю вероятность появления ошибок второго рода (FAR – False Acceptance Rate) – предоставление доступа незаконному пользователю возрастает до неприемлемо высоких величин – нескольких десятков процентов. Напротив, идентификация по радужной оболочке глаза практически полностью избавлена от этого недостатка. В ней соотношение ошибок первого и второго родов является одним из лучших на сегодняшний день [2]. Так при вероятности возникновения ошибки первого рода в 0,001% (отличный уровень надёжности) вероятность появления ошибок второго рода составляет всего лишь 1% [3].

Алгоритмы, используемые в этой технологии столь точны и компактны, что позволили бы зарегистрировать жителей всей планеты в одной базе данных с очень приличными значениями FAR и FRR. Вероятность того, что два разных человека имеют один и тот же рисунок радужной оболочки глаза, равняется приблизительно 10^{-78} , в то время как всё население Земли составляет примерно 10^{10} [4]. Анализируя эти данные, можно прийти к выводу, что идентификация на основе рисунка РОГ является одним из самых надёжных биометрических методов.

Следует отметить, что для радужной оболочки можно увеличить точность системы практически квадратично, без потерь для времени, если усложнить систему, сделав её на два глаза. Практически единст-

венным недостатком биометрии радужной оболочки глаза является маленький размер радужки, что затрудняет применение этого метода идентификации.

Целью статьи является анализ существующих методов идентификации личности по радужной оболочке глаза, определение перспективных направлений дальнейших исследований в данной области.

Основной раздел

Технологии идентификации по радужной оболочке глаза являются технологиями распознавания образов, поэтому они включают стандартные блоки: получение изображений радужной оболочки глаза с сенсоров, предобработка изображений, вычисление информативных признаков, сравнение информативных признаков [3,5]. В последние годы активно разрабатываются всё более совершенные системы распознавания по РОГ [6]. На начальном этапе специализированной оптической системой выполняется регистрация глаза (специализация заключается в подсветке ближним инфракрасным излучением в определённом участке спектра). Далее анализируется подлинность и качество полученного изображения, в случае, если изображение удовлетворительного качества, выделяются границы РОГ. Большинство работающих в настоящее время систем и технологий идентификации личности по РОГ базируются на принципах, разработанных Дж. Даугманом в [7]. Они включают в себя следующие этапы:

I. На исходном полутоновом изображении глаза локализуется радужная оболочка глаза. РОГ имеет форму эллипса с неровными краями, которую можно с небольшой погрешностью, не существенно влияющей на результаты распознавания, аппроксимировать окружностью, поэтому в качестве геометрической модели РОГ используются неконцентрические окружности для представления внешней и внутренней границ [8]. Поиск трёх параметров положения окружности (две координаты центра и радиус) осуществляется при помощи интегродифференциального оператора:

$$\max_{r, x_0, y_0} \left| G_{\sigma}(r) * \frac{\partial}{\partial r} \oint_{r, x_0, y_0} \frac{I(x, y)}{2\pi r} ds \right|,$$

где $I(x, y)$ – изображение, $G_{\sigma}(r)$ – сглаживающий гауссиан с нулевым математическим ожиданием и дисперсией σ^2 . Оператор ищет область на изображении, где достигается максимум частной производной от нормализованного интеграла по r по направлению увеличения величины радиуса.

II. Выполняется нормализация РОГ с целью компенсировать расширение зрачка. В частном случае, когда центры граничных окружностей совпадают, нормализация является переводом в полярную систему координат.

III. Вычисляются информативные признаки и генерируется бинарный код РОГ. В [7] в качестве информативных признаков было предложено использовать локальную фазу ϕ изображения, получаемую свёрткой с ядром фильтра Габора:

$$z(r, \phi) = \iint_{\rho, \varphi} e^{-i\omega(\theta-\varphi)} e^{-(r-\rho)^2/\alpha^2} e^{-(\theta-\varphi)^2/\beta^2} I(\rho, \varphi) d\rho d\varphi,$$

$$e^{i\phi_{\omega}(r, \phi)} = z(r, \phi) / \|z(r, \phi)\|.$$

Фазовая информация квантуется, при этом в изначальном варианте использовалось 2 бита. В общем случае возможно использование большего количества бит. Таким образом, длина шаблона РОГ зависит от количества точек, в которых вычисляется фаза, и числа битов на кодирование фазы.

IV. Бинарный код ставится в соответствие конкретному пользователю и заносится в базу данных или используется для последующего сравнения в процедуре распознавания личности по РОГ.

При идентификации предъявленный шаблон РОГ побитно сравнивается с шаблонами, хранящимися в базе данных. В качестве меры различия (сходства) РОГ используется расстояние Хэмминга, которое принимает значение от 0 до 1.

Помимо классического метода исследовательской группы Даугмана в дальнейшем были предложены альтернативные методы, которые получили коммерческое распространение.

Обзор методов. Важной задачей при создании систем распознавания личности по изображениям РОГ является совершенствование способа вычисления кода РОГ и меры для сравнения полученных кодов РОГ. Согласно стандартам [8] изображение РОГ описывается двумя неконцентрическими окружностями и преобразуется в прямоугольное изображение фиксированного размера, называемое шаблоном. По полутоновому шаблону вычисляются признаки РОГ, при этом разные авторы используют различные способы вычисления признаков РОГ (табл. 1).

Таблица 1

Некоторые способы вычисления признаков РОГ

Авторы	Способ вычисления признаков РОГ
J. Daugman [7,10]	Двумерные вейвлеты Габора
Y. Chen [12]	Двумерные вейвлеты Габора
G. Gupta [13]	Построение матрицы совместной встречаемости
D. Monro [14]	Дискретное косинусное преобразование
W. Boles [15]	Одномерные вейвлеты на разных уровнях разрешения изображения РОГ
S. Lim [16]	Двумерные вейвлеты Хаара
R. Wildes [17]	Пирамида Лапласа (4 уровня разрешения)

Таким образом, большинство методов работает с изображениями в градациях серого либо картами яркости изображений, то есть цветовая составляющая является избыточной.

Актуальные направления и исследования. Основная цель исследований в области биометрической идентификации по изображению радужной оболочке глаза – это улучшить точность идентификации в неблагоприятных и некооперативных условиях, когда РОГ видна под углом. В данной области можно определить такие основные направления:

- развитие и совершенствование базовых средств идентификации по изображению РОГ, таких как локализация, кодирование и распознавание; наиболее перспективными являются средства для распознавания РОГ в видимом диапазоне и низком разрешении, а также в условиях, когда радужка видна под углом;

- создание методов и систем распознавания, работающих в оптическом диапазоне, без сотрудничества распознаваемого человека;

- построение и исследование новых моделей, поиск информационных признаков радужки, отличных от фазовой информации;

- разработка методов защиты от подделок;

- использование радужной оболочки глаза в приложениях, связанных с криптографией и защищённой идентификацией из-за высокой точности данной технологии;

- ускорение поиска в больших базах биометрических эталонов.

Практически все исследования ведутся на основе изображений, взятых из обширных баз CASIA (Chinese Academy of Sciences Institute of Automation) [18], которые содержат несколько разделов, каждый из которых используется для решения различных задач и исследований.

Выводы

Несмотря на имеющиеся недостатки, технология идентификации личности по радужной оболочке глаза является перспективной. Это обусловлено такими факторами, как высокая избирательность изображений радужной оболочки глаза, постоянство изображения во времени, удобная система информативных признаков. Наибольшим преимуществом технологии идентификации по РОГ является надёжность и наилучшее соотношение ошибок первого и второго рода для систем доступа к различным гражданским и военным объектам. Бесконтактный способ получения данных обладает простотой использования и перспективой внедрения в различные области СКУД.

Список литературы

1. Варфоломеев А.А. Основы информационной безопасности / А.А. Варфоломеев – М.: РУДН, 2008. – 412 с.

2. Болл Руд М. Руководство по биометрии / Болл Руд М., Коннел Джонатан Х., Панканти Шарат, Ратха Налини К., Сеньор Эндрю У. – М.: Техносфера, 2007. – 386 с.

3. Ворона В.А. Системы контроля и управления доступом / В.А. Ворона, В.А. Тихонов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2010. – 272 с.

4. Дегтярева А. Методы идентификации личности по радужной оболочке глаза / А. Дегтярева, В. Вежневцев // Компьютерная графика и мультимедиа. – 2004. – Вып. № 2(2) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cgm.computergraphics.ru/content/view/61>

5. Кухарев Г.А. Биометрические системы: методы и средства идентификации личности человека / Г.А. Кухарев. – СПб.: Политехника, 2001. – 240 с.

6. LG [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.irisid.com>.

7. Daugman J. High confidence visual recognition of persons by a test of statistical independence / J. Daugman // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. – 1993. – Vol. 15 – (11), – P. 1148–1161.

8. ГОСТ Р ИСО/МЭК 19794-6-2006 «Автоматическая идентификация. Идентификация биометрическая. Форматы обмена биометрическими данными. Ч. 6. Данные изображения радужной оболочки глаза». – 2007. – 28 с.

9. Третьяков И.Н. Алгоритм разграничения доступа по радужной оболочке глаза для решения задач контроля доступа к информационным ресурсам / И.Н. Третьяков, Н. Н. Минакова // Доклады ТУСУРа. – 2010. – № 1 (21). – С.100–102.

10. Пат. США 5291560. Biometric personal identification system based on iris analysis / J.G.Daugman.; заявитель и патентообладатель Iri Scan Incorporated (США). – № 07/729,638; заявл. 15.07.1991; опубл. 01.03.1994. – 24 с.

11. Грищенкова Н.П. Обзор методов идентификации человека по радужной оболочке глаза / Н.П. Грищенкова, Д.Н. Лавров // Математические структуры и моделирование. – 2014. – Вып. 1(29). – С. 43–64.

12. Chen Y. Localized iris image quality using 2D wavelet / Y. Chen, S.C. Dass, A.K. Jain // LNCS. – 2005. – Vol. 3832. – P. 373-381.

13. Gupta G. Iris Recognition Using Non Filter-based Technique / G. Gupta, M. Agarwal // Proceedings of Biometrics Symposium. – Arlington, VA, September, 2005. – P.45-47.

14. Monro D. DCT-Based Iris Recognition / D. Monro, S. Rakshit, D. Zhang // IEEE Transaction on pattern analysis and machine intelligence. – April 2007. – Vol. 29, № 4.

15. Boles W.W. A human identification technique using images of the iris and wavelets transform / W.W. Boles, B. Boashash // IEEE Trans. Signal Process. – 1998. – Vol. 46, № 4. – P. 1185-1188.

16. Lim S. Efficient Iris Recognition through Improvement of Feature Vector and Classifier / S. Lim, K. Lee, O. Byeon, T. Kim // ETRI J. – 2001. – Vol. 23, № 2. – P. 61-70.

17. Wildes R. A machine-vision system for iris recognition / R. Wildes, J. Asmuth, G. Green, S. Hsu, R. Kolczynski, J. Matey, S. McBride // Machine Vision and Applications. – 1996. – Vol. 9. – P. 1-8.

18. Chinese Academy of Sciences Institute of Automation. Iris image database, ver.3. (2005) Available from <http://www.cbsr.ia.ac.cn/IrisDatabase.htm>.

Поступила в редколлегию 16.11.2014

Рецензент: д-р техн. наук проф. Г.А. Кучук, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОСІБ У СИСТЕМАХ КОНТРОЛЮ ДОСТУПА

I.V. Ruban, I.A. Khizhnyak

Представлений аналіз проблематики біометричної ідентифікації особи за райдужною оболонкою ока. Відзначені ключові особливості райдужної оболонки ока. Викладені основні принципи і дано короткий огляд існуючих методів ідентифікації особи за райдужною оболонкою ока. Визначено перспективні напрями подальших досліджень у галузі розпізнавання райдужної оболонки ока.

Ключові слова: системи контролю та управління доступом, біометрія, райдужна оболонка ока, біометрична ідентифікація, ідентифікація по райдужній оболонці ока.

ANALYSIS OF APPROACHES FOR THE IDENTIFICATION OF PEOPLE AT THE ACCESS CONTROL SYSTEMS

I.V. Ruban, I.A. Khizhnyak

This article provides an overview of the iris biometric identification issues. Pointing out the key features of the iris. It provides the basic principles and a brief overview of existing iris identification methods. It also identifies promising areas for further research in the field of iris recognition.

Keywords: access control and management systems, a biometry, iris of the eye, biometric identification, identification based on iris of the eye.