

Штриховое кодирование и биометрия: состояние и развитие

Н. Казиева
Университет ИТМО,
Санкт-Петербург, Россия
kaznaz@list.ru

Н. А. Бурамбаева
Евразийский национальный университет
им. Л. Н. Гумилева
Астана, Республика Казахстан
nursaule.burambaeva.54@mail.ru

Н. Л. Щеголева
Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)
nlschegoleva@etu.ru

Аннотация. Рассматривается проблема штрихового кодирования в биометрии и ее приложениях. Представлен обзор существующих решений штрихового кодирования в биометрии по ее основным модальностям. Показана динамика роста емкости штрих-кодов за последние 30 лет, определен выбор их типов для использования в лицевой биометрии, приведены примеры новых решений на базе цветных QR кодов.

Ключевые слова: биометрия и ее модальности; штриховое кодирование; линейные; двумерные и цветные штрих-коды

I. ВВЕДЕНИЕ

Совершенно неожиданно в нашу жизнь «ворвались» штриховые коды: мы встречаемся с ними на информационных сайтах и рекламных щитах; мы видим их на чеках в магазинах и платежных поручениях в банках, на бирках одежды и наклейках багажа, используем в регистрационных талонах и бейджах и т.д. При этом штрих-коды, «живя своей самостоятельной жизнью», стремительно развиваются дальше и «захватывают» всё

новые и новые области приложений. Сначала простые линейные штрих-коды (1977 г.) трансформировались в композитные (составленные из нескольких линейных/1981 г.), потом в двумерные штрих-коды (читаемые в любых направлениях/1991 – 1994 гг.), а в настоящее время уже появились цветные трехслойные и цветные многослойные штрих-коды (2013 г.). Примеры таких штрих-кодов из работ [7, 15] приведены на рис. 1.

Среди применений штрихового кодирования, интерес представляют биометрия и ее приложения – медицина и криминалистика. Так в медицине штриховое кодирование используется в информационных системах для регистрации, учета и сопровождения пациентов медучреждений, составления медкарт и направлений на процедуры, выписок справок и рецептов. При этом идентификация пациентов по штрих-кодам, поиск и составление всех документов по ним – реализуется очень быстро. В тоже время в биометрии, и особенно, в лицевой биометрии и связанной с ней криминалистике, штриховое кодирование практически не используется. А существующие по этой проблеме решения – можно «считать по пальцам».



Рис. 1. Пример линейных, составных, 2D и цветных 2D штрих-кодов

Благодарности. Исследования выполнены за счет стартового финансирования Университета ИТМО (074-U01)

При этом необходимость использования штрих-кодов в биометрии отмечалась с конца прошлого века, чему примером является статья, написанная более 20 лет назад [1].

С учетом изложенного, в настоящей статье представлен обзор известных решений по проблеме штрихового кодирования в биометрии по ее основным модальностям (ДНК, радужной оболочке глаза, лицу и его фенотипу, отпечаткам пальцев, голосу) и определены задачи на пути решения проблем штрихового кодирования в лицевой биометрии.

II. ОБЗОР РЕШЕНИЙ ШТРИХОВОГО КОДИРОВАНИЯ В БИОМЕТРИИ

На рис. 2 показаны примеры штрих-кодов из нескольких информационных систем (ИС).

Первый из них используется в ИС авиакомпаний для регистрации пассажиров и их багажа. Второй – в ИС реестра уникальных идентификаторов ученых (ORCID), для быстрого нахождения информации (или сайта) об ученом. Третий – в ИС торгового предприятия для фиксации факта покупки и создания отчетного документа об этом. Четвертый штрих-код содержит номер карты пациента и используется в ИС медицинского учреждения. Эти примеры связаны с мобильностью людей, их профессиональной деятельностью и текущими делами. И, хотя, здесь штрих-коды используются для регистрации и учета людей, но это никак не связано с биометрией.

Решения штрихового кодирования, «прямо связанные с биометрией», представлены на рис. 3 и описаны ниже. Первое применение линейного штрих-кода для идентификации человека в момент выполнения им электронной транзакции было представлено в работе [2]. Линейный штрих-код был нанесен на руку человека, но по факту он не являлся его биометрическим идентификатором. И, тут следует отметить, что биометрическая информация о человеке является достаточно объемной по размеру и специфической по способу ее получения и представления. Поэтому ее запись и использование в рамках первых линейных штрих-кодов была достаточно проблематичной.

Отметим, что проблема получения биометрической информации о человеке и уменьшения объема этой информации и сейчас еще актуальна, о чем свидетельствуют практически все публикации, представленные нами в списке литературы. И, возможно, именно эта проблема являлась своеобразным тормозом для широкого использования штрихового кодирования в биометрии и ее приложениях. Так, например, авторы работы [3] планировали записать информацию о форме и фенотипе лица человека в рамках двумерного штрих-кода. Однако, даже в этом случае потребовалось решать задачу существенного упрощения

всей информации о фенотипе лица. О практической реализации метода [3] ничего не известно.

Следующий пример использования штрих-кода в биометрии возьмем из работы [4]. Авторы этой работы представили подход к идентификации личности человека в ограниченной популяции людей на основе генетического штрих-кода. Способ кодирования последовательности нуклеотидов (по факту ДНК) показан на рис. 3.1. Способ не стандартный и, поэтому авторы статьи [15] дополнили последовательность нуклеотидов из [4] необходимой информацией и записали все это в QR-код, который показан с правой стороны. При этом следует отметить, что вся информация (включая и последовательность нуклеотидов) легко читается из QR-кода мобильными устройствами с встроенными в них программами чтения QR-кодов.

В общем же случае, идентификационная часть ДНК человека может включать несколько сотен нуклеотидов, что может затруднить ее представление в форме штрих-кода. И здесь может возникнуть новая проблема – как уменьшить идентификационную часть ДНК человека? И, возможно ли это в принципе?

Пример «прямой трансформации» отпечатка пальца в линейный штрих-код показан в работе [5] и представлен на рис. 3.2. И, хотя решения [5] оригинальны, но они не связаны с использованием стандартных штрих-кодов и, очевидно, поэтому не получили дальнейшего развития.

В [6] представлен способ трансформации подписи человека в формат эталона подписи и записи этого эталона в QR-код (рис. 3.3). Отмечается высокая эффективность использования такого подхода даже в условиях изменения динамических параметров подписи. О дальнейшем развитии подхода информации нет.

В работе [7] авторы развили идею «биологического штрих-кода человека» и показали способ записи фенотипа лица человека в форме линейного штрих-кода EAN-8 и EAN-13 (рис. 3.4). Это позволило идентифицировать лицо каждого человека даже в условиях изменения его динамики (экспрессии) и возраста.

Однако решения, предложенные в [7], не получили дальнейшего развития ввиду ограниченности емкости кодов EAN-8 и EAN-13 и невозможности записи буквенной информации и специальных знаков. Минусом использования кодов EAN-8 и EAN-13 является также необходимость использования первых трех знаков штрих-кода как служебной информации (принадлежности к стране изготовителя товара) или, как свободного штрих-кода с «префиксом» 200-299.



Рис. 2. Примеры штрих-кодов некоторых информационных систем

Развитие этого подхода можно ожидать с применением Code 128, а также цветных линейных и двумерных штрих-кодов, что отмечается в [15].

В [8] показан способ записи в QR-код триплетов особых точек (минуций) отпечатка пальца. Очевидно, что такой способ имеет перспективу, поскольку является традиционным для идентификации людей по отпечаткам пальцев и, при этом, использует стандартный способ записи информации в QR-код. Идею этого способа представляет рис. 3.5.

В [9] обсуждается идея компактного представления радужной оболочки глаза (после сжатия) в форме нестандартных штрих-кодов. Пример этого подхода представлен на рис. 3.6. Однако, широко известно, что радужная оболочка глаза легко трансформируется в «собственный штрих-код» на основе ее представления в развернутой полярной системе координат, поэтому перспектив использования этого подхода, по-видимому, не будет.

В [10] показан способ кодирования речевого сигнала с записью его в QR-код. Пример этого подхода показан на рис. 3.7. Неизвестно, однако, как широко применяется этот подход на практике.

В работе [11], показано представление полноразмерных изображений лиц и отпечатков пальцев (320×240 и 300×300 пикселей) в младших битах черных штрихов PDF417, представленных тремя слоями. Запись реализуется по методу водяного знака. Однако адреса пикселей штрих-кода PDF417 для записи и считывания в них встраиваемой информации надо также передавать или вычислять снова на «приемном конце», что существенно усложняет использование подхода [11].

Характеристики перечисленных выше штрих-кодов, можно найти на сайте [12]: «Barcode Comparison Chart» – <http://www.makebarcode.com/specs/barcodechart.html>.

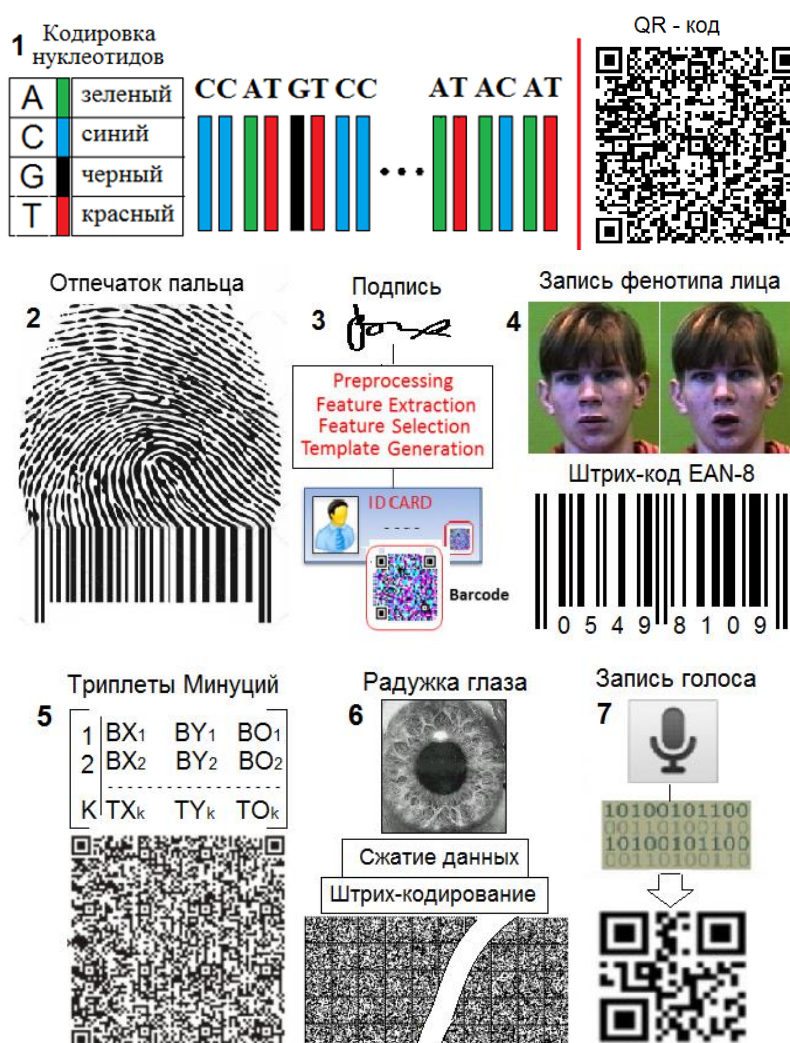


Рис. 3. Отображение модальностей биометрии в форме штрих-кода

В последнее время в технологии штрихового кодирования используются цветные двумерные штрих-коды (Color 2D barcode[13]), которые «решают проблему емкости штрих-кодов» и, таким образом, открывают новые возможности для использования штрихового кодирования в биометрии и ее приложениях. Цветные двумерные штрих-коды могут содержать 3 и более слоев. Например, цветной QR-код с тремя слоями является по факту цветным изображением, каждый слой которого является отдельным QR-кодом. Емкость такого ШК составит 3×7098 буквенно-цифровых знаков. В общем случае цветной QR-код и содержит хотя бы один слой с QR-кодом, а в оставшихся слоях – любую другую информацию (например, изображения в шкале GRAY).

На рис. 4 показаны шесть цветных штрих-кодов символики QR, названные в [15], как биометрические QR-коды (BIO QR-code). Каждый BIO QR-код содержит набор данных из состава: одно или два изображения лица в шкале GRAY, информацию о человеке, которому принадлежит лицо, и весь состав антропометрических точек лица (АПТ).



Рис. 4. Шесть биометрических QR-кодов [15]

На приемном конце, куда передан такой QR-код, можно исследовать морфологию лица по отношениям АПТ, построить модель 3D форм лица человека, распознать его как по лицу, так по АПТ и т.д.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье приведен обзор решений штрихового кодирования в биометрии по открытым публикациям. Исходя из представленного обзора, видно, что применение штрихового кодирования в биометрии не достигло высокого уровня. В статье вскрыты причины этого. Отмечается, что новые решения штрихового кодирования для биометрии, и связанных с ней задач, надо искать в использовании цветных штрих-кодов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Soldek J., Shmerko V., Phillips Phil, Kukharev G., Rogers W., Yanushkevich S. Image Analysis and Pattern Recognition in Biometric Technologies, Proceedings International Conference on the Biometrics: Fraud Prevention, Enhanced Service, Las Vegas, Nevada, USA, 1997. pp. 270–286.
- [2] Heeter T.W. Method for verifying human identity during electronic sale transactions. Patent US, no. 5878155, 1999.
- [3] Jung E., Kim J., Woo S., Kim S., Simplification of Face Image using Feature Points, SCIS & ISIS 2010, Dec. pp. 8-12, Okayama Convention Center, Okayama, Japan, 2010, pp. 1071-1073. Doi: <https://doi.org/10.14864/softscis.2010.0.1071.0>
- [4] Garafutdinov R.R., Chubukova O.V., Sahabutdinova A.R., Vakhitov V.A., Chemeris A.V., Genetic barcoding approach as to the identification of the person on the example of Russians of the Republic of Bashkortostan. Yu.A. Ovchinnikov bulletin of biotechnology and physical and chemical biology, 2012, Vol. 8, No 3, pp. (in Russian).
- [5] Bhattacharya S., Mali K., A Bar Code Design and Encoding for Fingerprints, International Conference on Computational Intelligence: Modeling Techniques and Applications (CIMTA) 2013, Procedia Technology 10, 2013, pp. 672–679.
- [6] Querini M., Gattelli M., Gentile V.M., Italiano G.F. Handwritten signature verification with 2D color barcodes, In Federated Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS), 2014, pp. 701–708. IEEE.
- [7] Kukharev G.A., Matveev Yu.N., Shchegoleva N.L., Express Method of Barcode Generation from Facial Images, Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics, 2014, №2 (90), pp. 99-106. (in Russian).
- [8] Sajan Ambadiyila, K S Soorej, V P Mahadevan Pillaic, Biometric based Unique ID Generation and One to One Verification for Security Documents, International Conference on Information and Communication Technologies (ICICT 2014), Procedia Computer Science 46, 2015, pp. 507–516.
- [9] Buchmann N., Rathgeb C., Wagner J., Busch C., Baier H., A Preliminary Study on the Feasibility of Storing Fingerprint and Iris Image Data in 2D-Barcodes. Biometrics Special Interest Group (BIOSIG) [2016 International Conference of the Biometrics Special Interest Group], 2016, pp. 281–288.
- [10] Jia Ru Lee, Shanq-Jang Ruan and Chang Hong Lin, VoiceCode: A 2D Barcode System for Digital Audio Encoding. 2016 IEEE 5th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2016), 2016, pp. 303-305
- [11] Noore A., Tungala N., and Houck M., Embedding biometric identifiers in 2d barcodes for improved security, Computers & Security, vol. 23, no. 8, pp. 679–686, 2004
- [12] Barcode Comparison Chart: // <http://www.makebarcode.com/specs/barcodechart.html> (accessed 4 February 2018)
- [13] Nesson C. Encoding Multi-layered Data into QR Codes for Increased Capacity and Security. Research Experience for Undergraduates, 2013, Final - Report4, 22 p.
- [14] Gonzalo J. Garateguy, et al. QR Images: Optimized Image Embedding in QR Codes, IEEE Transactions on Image Processing, vol. 23, No. 7, July 2014, pp. 2842–2853.
- [15] Kukharev G.A., Kaziyeva N., Tsymbal D.A. Barcoding technologies for facial biometrics: current status and new solutions. Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics, 2018, vol. 18, no. 1, pp. 72–86 (in Russian). doi: 10.17586/2226-1494-2018-18-1-72-86