

СИНТЕЗИРОВАНИЕ И РАСПОЗНАНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ОБРАЗОВ

А.С. Рычков

rychkov.alexey.s@gmail.com
SPIN-код: 4640-8028

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация

Аннотация

Биометрические данные на сегодняшний день активно используются для подтверждения личности. В связи с частым использованием биометрических данных появилась необходимость тестировать разнообразные алгоритмы распознавания, и для этого понадобилась большая база данных, создаваемая специальными программами. Рассмотрен метод получения синтезированных отпечатков на примере алгоритма программы SFinGe. Предложен вариант алгоритма определения синтезированного отпечатка. Алгоритм состоит из четырех последовательных действий (получение тонального изображения, фильтрация, получение изображения и гистограммы шума, анализ фона на гистограмме). Также рассмотрен вариант дальнейшего улучшения алгоритма.

Ключевые слова

Биометрический образ, метод генерации отпечатков пальцев, цифровое изображение, гистограмма, фильтрация, отпечаток пальца, алгоритм распознавания, шумы на цифровом изображении

Поступила в редакцию 17.01.2019

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019

Введение. На сегодняшний день биометрические данные активно применяются для подтверждения личности. В связи с активным использованием биометрии возникла необходимость в тестировании разнообразных алгоритмов распознавания, и для этого понадобилась большая база данных. Вскоре для тестирования алгоритмов стали применять синтезированные биометрические образы (например, SFinGe [1] для синтеза отпечатков пальцев). Для их синтеза в России разработан ГОСТ Р 52633.2–2010 «Требования к формированию синтетических биометрических образов, предназначенных для тестирования средств высоконадежной биометрической аутентификации» [2]. Но синтезированные отпечатки могут быть использованы также в разнообразной незаконной деятельности (например, проход через КПП с заранее созданной или измененной учетной записью пользователя; создание отпечатка, которого точно нет в базе данных). Физическое изготовление слоя кожи с папиллярными линиями на основе искусственного биометрического образа при нынешнем развитии технологий — задача не сложная. В связи с этим возникает потребность в определении синтезированных отпечатков [1–3].

В статье рассмотрены только цифровые образы искусственно синтезированных отпечатков пальцев.

Синтез искусственных отпечатков пальцев. На сегодняшний день с задачей создания искусственных отпечатков пальцев справляется программа SFinGe

(Synthetic Fingerprint Generator). Эта программа была создана для синтеза большой базы данных выборок, чтобы тестировать алгоритмы распознавания [4].

Метод генерации. Габоро-подобные пространственно-вариантные фильтры используют для итеративного расширения исходного пустого изображения, содержащего один или несколько источников. Для настройки фильтров применяют модель направленного изображения, входы которой являются числом и расположением сердечников и дельт отпечатков пальцев. Очень реалистичные изображения отпечатков пальцев получаются после финальной стадии шумоподавления и визуализации (рендеринга).

При генерации последовательно реализуются следующие этапы:

- 1) направленная генерация карт (выбор особенностей) (рис. 1, а);
- 2) формирование карты направлений (рис. 1, б);
- 3) создание рисунка хребта (рис. 1, в);
- 4) добавление шумов и визуализация (рис. 1, г).

На этапе 1, начиная с позиций ядер и дельт, используется математическая модель потока для создания согласованной карты направлений. На этапе 2 на основе некоторых эвристических критериев формируется карта плотности. На этапе 3 рисунок линии гребня и миниатюры создаются с помощью пространственно-вариантной линейной фильтрации; выход представляет собой почти двоичное очень четкое изображение отпечатка пальца. На этапе 4 добавляется некоторый специфический шум и создается реалистичное представление отпечатка пальца в градациях серого [1].

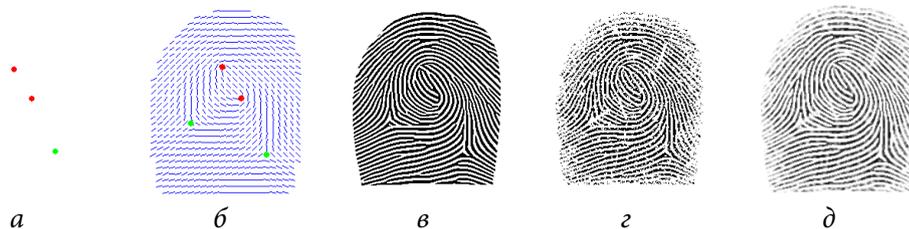


Рис. 1. выбор особенностей (а); формирование карты направлений (б); создание рисунка хребта (в); добавление шумов и визуализация (г); итоговый результат (д)



Рис. 2. Синтезированный зашумленный отпечаток

Алгоритм определения синтезированных отпечатков пальцев. Приведем пример алгоритма для определения синтезированного отпечатка пальца и результаты его применения. Рассмотрим образ, синтезированный в программе SFinGe (рис. 2).

Определение синтезированного отпечатка выполним за несколько этапов.

1. Получим полутоновое изображение. В качестве исходного изображения возьмем рис. 5 (это изображение уже полутоновое).

2. Выполним фильтрацию. Поскольку на изображе-

нии присутствует несколько видов шумов, необходимо провести несколько фильтров или адаптивную фильтрацию [5].

3. Построим гистограммы шумов. Для этого вычтем из полутонового изображения результаты фильтрации. Идеально отфильтровать не получится, поэтому на изображении шумов будет не только шум.

Для пояснения на рис. 3 приведена гистограмма шума. Если изначально изображение биометрического образа близко к идеалу, то на гистограмме мы увидим только максимум в нуле. Но так как в реальности разные шумы накладываются друг на друга (при создании синтезированного отпечатка пальца шумы то же накладываются друг на друга), останется фон на гистограмме.

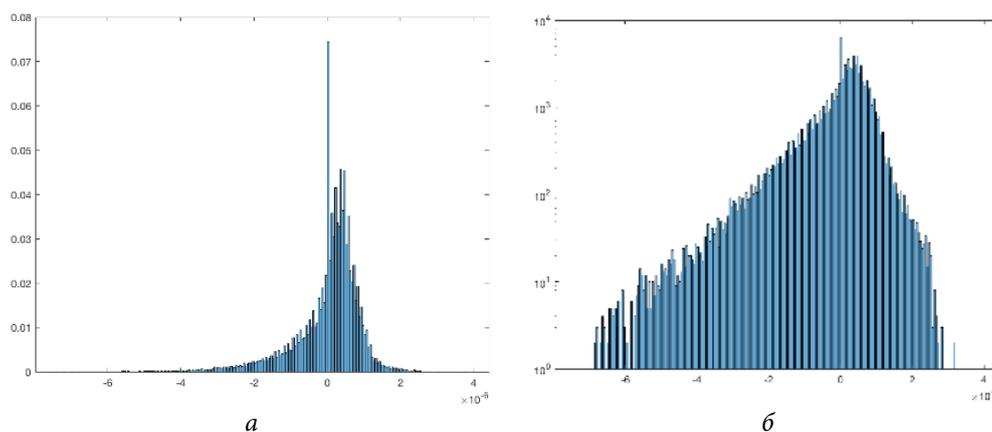


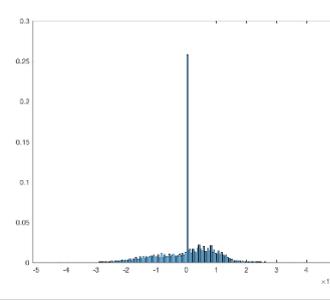
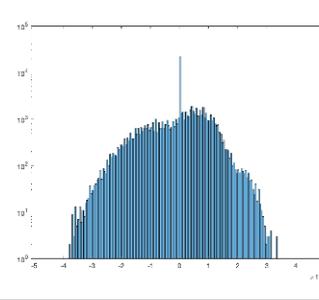
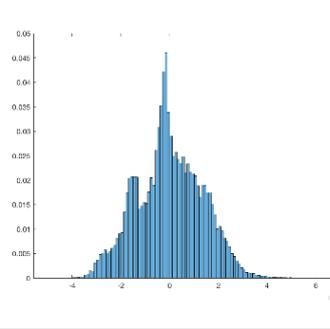
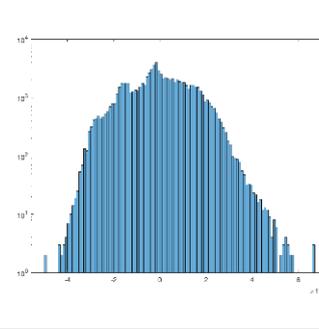
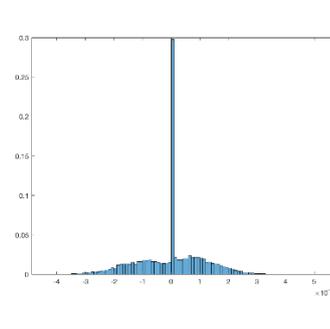
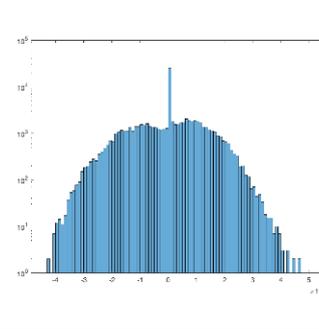
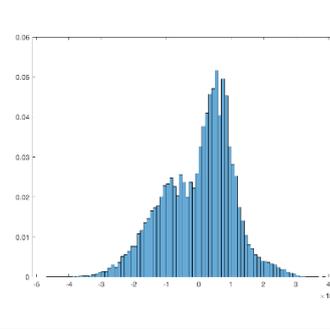
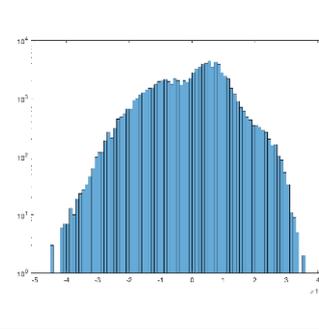
Рис. 3. Гистограммы шума в обычном (а) и логарифмическом масштабе (б)

4. Анализ фона на гистограмме. Теперь нужно оценить фон на гистограмме. Ошибки величины и формы фона складывается из неправильного выбора фильтров, неправильно выбранных коэффициентов фильтров, плохого качества исходного изображения и т. д. Вследствие этого можно говорить о достоверности отпечатка пальца только с некой долей вероятности.

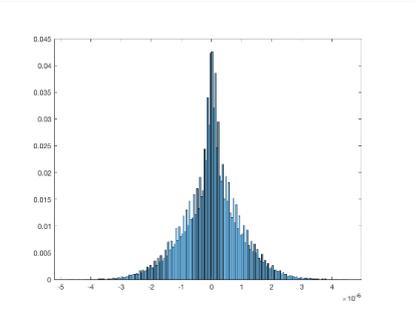
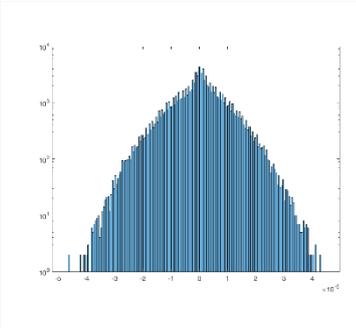
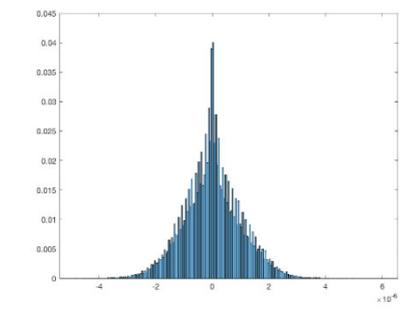
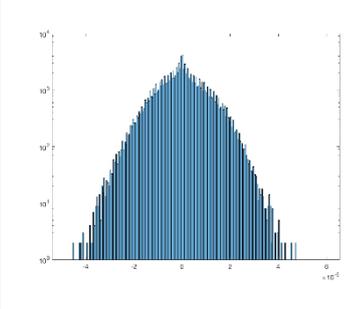
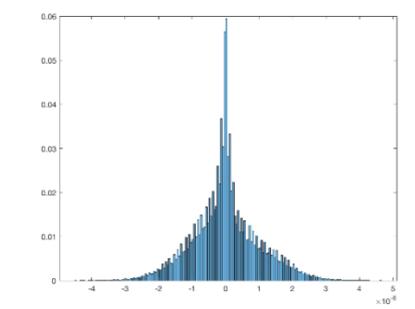
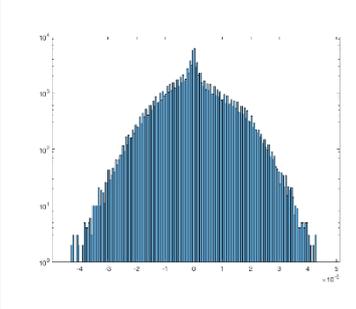
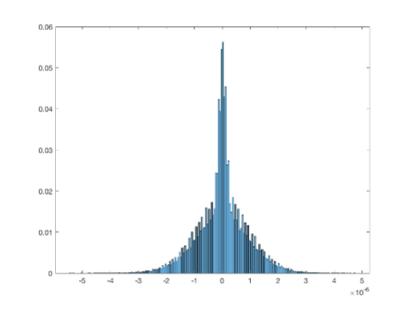
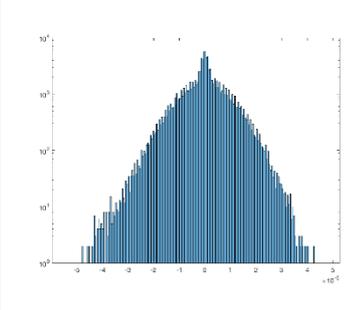
Применим алгоритм для естественных отпечатков и синтезированных отпечатков. Для наглядности представлены четыре синтезированных образа (табл. 1) и четыре естественных (табл. 2). Все синтезированные отпечатки созданы со случайными параметрами. Естественные отпечатки получены с помощью сканера SLK20R [7].

При сравнении данных табл. 1 и 2 видно, что гистограммы отличны по форме, вследствие чего можно заключить, что определение синтезированных образов возможно, но с некоторой долей вероятности, она зависит от условий сбора отпечатков, ошибок сканера (оптическая система и электронный тракт), фильтрации и т. д. [8–10].

Синтезированные отпечатки пальцев и их гистограммы

Отпечаток	Гистограмма	Гистограмма в логарифмическом масштабе
		
		
		
		

Естественные отпечатки пальцев и их гистограммы

Отпечаток	Гистограмма	Гистограмма в логарифмическом масштабе
		
		
		
		

Наблюдаемый уровень шума на гистограммах естественных отпечатков свидетельствует о том, что большая часть вносимых искажений приходится на оптическую систему сканера. А поскольку для синтезированных образов были

выбраны случайные параметры, на гистограммах синтезированных отпечатков можно наблюдать разный фон, в связи с чем можно заключить, что алгоритм на данной стадии подходит в тех случаях, когда имеется контролируемая среда (известны условия сбора и параметры сканера).

Литература

- [1] Biometric System Laboratory: веб-сайт. URL: <http://biolab.csr.unibo.it/home.asp> (дата обращения: 20.07.2018).
- [2] ГОСТ Р 52633.2-2010. Защита информации. Техника защиты информации. Требования к формированию синтетических биометрических образов, предназначенных для тестирования средств высоконадежной биометрической аутентификации. М., Изд-во стандартов, 2010.
- [3] Cappelli R. Fingerprint sample synthesis. *Encyclopedia of biometrics*. Springer, 2015.
- [4] Kanich O. Fingerprint damage simulation. LAP LAMBERT Academic Publ., 2014.
- [5] Джиган В.И. Адаптивная фильтрация сигналов: теория и алгоритмы. М., Техносфера, 2013.
- [6] Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М., Техносфера, 2012.
- [7] SLK20R. *ZKTeco.com*: веб-сайт. URL: https://www.zkteco.com/en/product_detail/243.html (дата обращения: 20.07.2018).
- [8] Турыгин И.А. Прикладная оптика. М., Машиностроение. 1966.
- [9] Мирошников М.М. Теоретические основы оптико-электронных приборов. СПб., Лань, 2010.
- [10] Ишанин Г.Г., Челибанов В.П. Приемники оптического излучения. СПб., Лань, 2014.

Рычков Алексей Сергеевич — магистрант кафедры «Информационная безопасность», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

Научный руководитель — Басараб Михаил Алексеевич, доктор физико-математических наук, заведующий кафедрой «Информационная безопасность», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

SYNTHESIS AND RECOGNITION OF ARTIFICIAL BIOMETRIC IMAGES

A.S. Rychkov

rychkov.alexey.s@gmail.com

SPIN-code: 4640-8028

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

Abstract

Today biometric data are actively used to confirm identity. In connection with the frequent use of biometric data, it became necessary to test a variety of recognition algorithms, and this required a large database created by special programs. The method of obtaining synthesized fingerprints is considered using the example of the SFinGe program algorithm. An option of the algorithm for determining the synthesized fingerprint is proposed. The algorithm consists of four consecutive actions (obtaining a halftone image, filtering, image acquisition and noise histograms, analysis of the background on the histogram). Also considered the option to further improve the algorithm.

Keywords

Biometric image, fingerprint generation method, digital image, histogram, filtering, fingerprint, recognition algorithm, noise on a digital image

Received 17.01.2019

© Bauman Moscow State Technical University, 2019

References

- [1] Biometric System Laboratory: website URL: <http://biolab.csr.unibo.it/home.asp> (accessed: 20.07.2018).
- [2] GOST R 52633.2-2010. Zashchita informatsii. Tekhnika zashchity informatsii. Trebovaniya k formirovaniyu sinteticheskikh biometricheskikh obrazov, prednaznachennykh dlya testirovaniya sredstv vysokonadezhnoy biometricheskoy autentifikatsii [State standard R 52633.2-2010. Information protection. Information protection technology. Requirements for creation procedures for bases of synthetic biometric images, intended for high-reliability biometric authentication means testing]. Moscow, Izd-vo standartov Publ., 2010 (in Russ.).
- [3] Cappelli R. Fingerprint sample synthesis. *Encyclopedia of biometrics*. Springer, 2015.
- [4] Kanich O. Fingerprint damage simulation. LAP LAMBERT Academic Publ., 2014.
- [5] Dzhigan V.I. Adaptivnaya fil'tratsiya signalov: teoriya i algoritmy [Adaptive signal filtering: theory and algorithms]. Moscow, Tekhnosfera Publ., 2013 (in Russ.).
- [6] Gonzales R.C., Woods R.E. Digital image processing. Boston, MA Addison-Wesley, 2001. 823 p. (Russ. ed.: Tsifrovaya obrabotka izobrazheniy. Moscow, Tekhnosfera Publ., 2012.)
- [7] SLK20R. ZKTeco.com: website. URL: https://www.zkteco.com/en/product_detail/243.html (accessed: 20.07.2018).
- [8] Turygin I.A. Prikladnaya optika [Applied optics]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1966 (in Russ.).
- [9] Miroshnikov M.M. Teoreticheskie osnovy optiko-elektronnykh priborov [Theoretical basis of optoelectronic devices]. Sankt-Petersburg, Lan' Publ., 2010 (in Russ.).
- [10] Ishanin G.G., Chelibanov V.P. Priemniki opticheskogo izlucheniya [Optical detectors]. Sankt-Petersburg, Lan' Publ., 2014 (in Russ.).

Rychkov A.S. — Master's Student, Department of Information Security, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

Scientific adviser — M.A. Basarab, Dr. Sc. (Physic. and Mat.), Head of the Department Information Security, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.