



Встроенное прикладное программное обеспечение
«Интерфейс поддержки
биометрических алгоритмов FingerCell
в JaCarta OS»

Описание программы

RU.АЛДЕ.01.03.012 13 01

Содержание

О документе	3
Введение.....	4
1. Формирование шаблона.....	5
1.1 Предварительная обработка изображения	5
1.2 Нормализация изображения	5
1.3 Вычисление поля направлений и поля когерентности	6
1.4 Вычисление G Image	7
1.5 Фильтрация изображения.....	7
1.6 Финальная обработка изображения.....	8
1.7 «Скелетизация» изображения и извлечение контрольных точек	8
1.8 Контрольные точки.....	9
2. Сравнение шаблонов.....	11
2.1 Поиск сопряжённых контрольных точек	11
2.2 Сравнение сопряжённых контрольных точек.....	12

О документе

Документ содержит описание работы встроенного прикладного программного обеспечения
«Интерфейс поддержки биометрических алгоритмов FingerCell в JaCarta OS»
RU.АЛДЕ.01.03.012

Введение

Встроенное прикладное программное обеспечение «Интерфейс поддержки биометрических алгоритмов FingerCell в JaCarta OS» RU.АЛДЕ.01.03.012 обеспечивает интерфейс биометрических алгоритмов аутентификации и идентификации.

Встроенное прикладное программное обеспечение «Интерфейс поддержки биометрических алгоритмов FingerCell в JaCarta OS» обеспечивает реализацию следующих алгоритмов:

- формирование шаблона (Fingerprint Extractor) (п. 1) – обработка изображения, полученного со сканера отпечатка пальцев, извлечение из изображения контрольных точек, используемых для формирования шаблона;
- сравнение шаблонов (Fingerprint Matcher) (п. 2) – сравнение двух шаблонов (эталонного и сформированного на основе предъявляемого пользователем отпечатка пальца – шаблона-кандидата).

1. Формирование шаблона

Встроенное прикладное программное обеспечение «Интерфейс поддержки биометрических алгоритмов FingerCell в JaCarta OS» выполняет преобразование изображения отпечатка пальца в следующей последовательности:

1. Предварительная обработка изображения;
2. Нормализация изображения;
3. Вычисление поля направлений и качества изображения;
4. Вычисление G Image;
5. Фильтрация изображения;
6. Финальная обработка изображения;
7. «Скелетизация» изображения и извлечение контрольных точек.

1.1 Предварительная обработка изображения

На данном этапе выполняются следующие действия:

1. Масштабирование исходного изображения до разрешения 385 dpi (точек на дюйм), масштабирование производится методом билинейной интерполяции.
2. Повышение контрастности исходного изображения методом эквализации гистограмм
3. Сглаживание изображения, используется метод усреднения с помощью фильтра 3x3 – формула преобразования приведена в описании функции.



Рисунок 1 – Исходное изображение

1.2 Нормализация изображения

Дальнейшее преобразование предварительно обработанного изображения выполняется в 2 этапа:

1. Сглаживание изображения, используется метод скользящего прямоугольного фильтра – формула преобразования (аналогично, используемого на этапе предварительной обработки).
2. Нормализация изображения (устранение размытия), используется сглаженное значение пикселя и среднее значение дисперсии пикселей – формула преобразования приведена в описании функции.



Рисунок 2 – Сглаженное изображение



Рисунок 3 – Нормализованное изображение

Нормализованное изображение впоследствии используется для двух целей:

1. Бинаризация нормализованного изображения, бинаризованное изображение используется для последующей обработки. Бинаризованное изображение представляет собой чёрно-белую версию исходного изображения (каждый пиксель, значение которого превышает установленный порог, становится чёрным, или в обратном случае - белым). Бинарное изображение разделяет пиксели изображения на гребни и впадины;
2. Дополнительное сглаживание нормализованного изображения для последующего вычисления поля направлений. С помощью дополнительного параметра производит сглаживание изображения, не меняя значение младшего бита.

1.3 Вычисление поля направлений и поля когерентности

На базе нормализованного изображения вычисляются два дополнительных изображения:

1. Поле направлений (orientation image) – определяет направление гребней на изображении отпечатка пальца. Рассчитывается на основе градиента изображения (перепада цветов от белого к чёрному): градиент изображения перпендикулярен линиям гребней (полю направлений);
2. Поле когерентности (coherence image) (strength of orientation). Когерентность является вещественным числом от 0 до 1, которое определяет степень согласованности направлений градиентов в некоторой области. Рассчитывается на основе поля направлений и используется для выделения на изображении отпечатка пальца фрагментов, не относящихся к отпечатку (загрязнённые, зашумлённые участки).

Исходное изображение разделяется на передний план (foreground, гребни и впадины) и задний план (background, bad area, область, не содержащая изображения отпечатка). Задний план вычисляется на основе полей направлений и когерентности. Информация о заднем плане сохраняется в старшем бите изображения, содержащего поле направлений. Функция также вычисляет значение (усреднённое значение когерентности для переднего плана), которому ставится в соответствие число от 0 до 100, характеризующее качество входного изображения отпечатка пальца. Формула для вычисления приведена в описании функции.

Далее, изображение обрабатывается с использованием направленных фильтров.



Рисунок 4 – Поле когерентностей

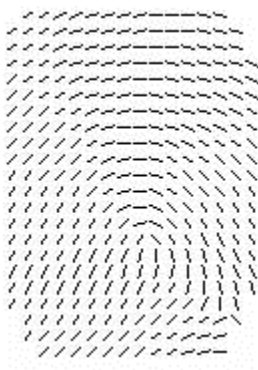


Рисунок 5 – Поле направлений



Рисунок 6 – Сглаженное
ориентированное изображение

1.4 Вычисление G Image

G Image (содержит плотность гребней) вычисляется на базе сглаженного ориентированного изображения в несколько этапов:

1. Бинаризация сглаженного ориентированного изображения.
2. Вычисление G Image на основе переднего плана полученного бинаризованного изображения. Функция вычисляет среднюю плотность гребней на переднем плане изображения. Формула для вычисления приведена в описании функции.
3. Бинаризация исходного сглаженного ориентированного изображения с использованием полученного G Image



Рисунок 7 – Бинаризованное изображение



Рисунок 8 – G Image

1.5 Фильтрация изображения

Формирование шаблона может выполняться в двух режимах: стандартном и быстром. В быстром режиме шаг фильтрации изображения пропускается.

В стандартном режиме выполняется дополнительное сглаживание изображения (Orientation smoothed image). Затем снова выполняется бинаризация изображения.



Рисунок 9 – Бинаризованное изображение, полученное на базе ориентированного изображения

1.6 Финальная обработка изображения

На данном этапе происходит бинарное сглаживание полученного на предыдущем шаге бинаризованного изображения.

Передний план изображения, содержащий гребни и впадины, обновляется путём сравнения финального бинаризованного изображения и бинаризованного изображения, полученного на этапе нормализации изображения (закодированного в младшем бите).



Рисунок 10 – Финальное бинаризованное изображение

1.7 «Скелетизация» изображения и извлечение контрольных точек

Финальное бинаризованное изображение используется для извлечения контрольных точек.

Внутри данной функции последовательно выполняются следующие операции:

1. «Скелетизация» изображения – получение из бинарного изображения остова с толщиной линий в один пиксель.
2. Корректировка остова.
3. Извлечение контрольных точек и заполнение их характеристик.



Рисунок 11 – «Скелетизированное» изображение



Рисунок 12 – Исходное изображение с наложенными контрольными точками

1.8 Контрольные точки

Контрольные точки возвращаются в виде массива.

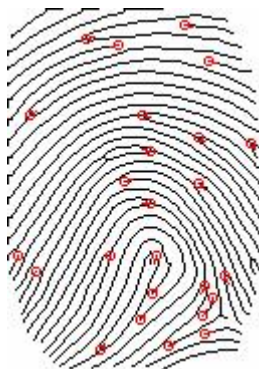


Рисунок 13 – «Скелетизированное» изображение с наложенными контрольными точками

Встроенное прикладное программное обеспечение «Интерфейс поддержки биометрических алгоритмов FingerCell в JaCarta OS» для формирования и сравнения контрольных точек используют два типа контрольных точек:

- Окончание гребня;
- Бифуркация гребня (раздвоение).

Структура контрольных точек содержит следующие поля:

- Координаты контрольной точки на изображении (x, y);
- Тип контрольной точки;
- Направление контрольной точки (измеряется относительно горизонтальной оси против часовой стрелки);
- Плотность гребней в контрольной точке – данная информация хранится только в проприетарном формате шаблона;
- Кривизна гребней в контрольной точке – данная информация хранится только в проприетарном формате шаблона;
- Информация о качестве контрольной точки – данная информация хранится только в проприетарном формате шаблона.



Рисунок 14 – Координаты изображения

Финальный массив контрольных точек вычисляется из двух множеств и далее объединяются в одно:

1. Контрольные точки, извлечённые из финального бинарного изображения;
2. Контрольные точки, извлечённые из инвертированного бинарного изображения.

В процессе объединения неверно определённые контрольные точки удаляются из результирующего массива;

Далее получаем контрольные точки, наложенные на изображение, отмасштабированное в самом начале преобразований до разрешения 385 dpi. Если исходное изображение со сканера имело другое разрешение, то производится обратное масштабирование.

Далее получаем контрольные точки в виде структуры, содержащей все извлечённые контрольные точки.

Последним шагом создания шаблона является преобразование этой структуры в один из доступных форматов шаблонов:

1. Стандартный шаблон формата ГОСТ Р ИСО/МЭК 19794-2-2013 (тип: 0x0001);
2. Стандартный компактный шаблон формата ГОСТ Р ИСО/МЭК 19794-2-2013 (тип: 0x0005).

2. Сравнение шаблонов

Алгоритмы сравнения шаблонов встроенного прикладного программного обеспечения «Интерфейс поддержки биометрических алгоритмов FingerCell в JaCarta OS» позволяют выполнять:

1. Верификацию пользователей – сравнение представленного пользователем образца (шаблон-кандидат) с ранее сохранённым шаблоном (эталонный шаблон) для этого пользователя (сравнение 1:1);
2. Идентификацию пользователей – поиск представленного пользователем образца в базе зарегистрированных шаблонов для различных пользователей (сравнение 1:N).

Алгоритм сравнения шаблонов состоит из двух этапов:

1. Поиск сопряжённых контрольных точек;
2. Сравнение сопряжённых контрольных точек.

2.1 Поиск сопряжённых контрольных точек

Алгоритм сравнения начинается с поиска ближайших «соседей» для каждой контрольной точки шаблона-кандидата и эталонного шаблона и вычисление необходимых для последующего сравнения характеристик контрольных точек. Окружение каждой контрольной точки делится на 8 секторов (октантов), которые нумеруются по часовой стрелке от 0 до 7. Октант с номером 0 начинается с направления центральной контрольной точки.

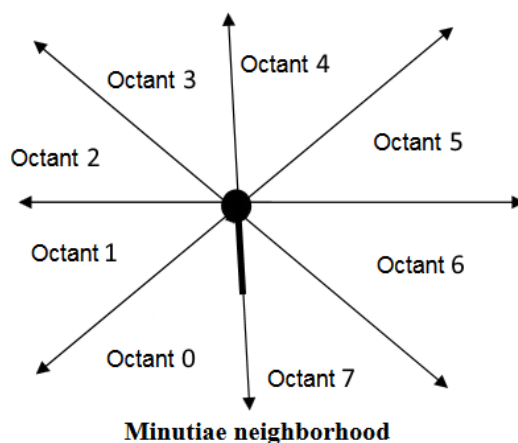


Рисунок 15 – «Соседи» контрольной точки

В каждом октанте выбирается ближайшая к центральной контрольная точка. Каждая контрольная точка может иметь до восьми «соседей». Для каждой «соседней» контрольной точки вычисляется расстояние до центральной контрольной точки и угол между направлениями этих двух контрольных точек. Эти данные, а также информация о типе «соседней» контрольной точки и количестве гребней между центральной и «соседней» контрольными точками используются для последующего сравнения контрольных точек из шаблона-кандидата и эталонного шаблона.

Для поиска сопряжённых контрольных точек в шаблоне-кандидате и эталонном шаблоне каждая контрольная точка и её «соседи» в шаблоне-кандидате сравнивается с каждой контрольной точкой и её «соседями» в эталонном шаблоне. Мера сопряжённости рассчитывается путём сравнения параметров. Две точки из разных шаблонов считаются сопряжёнными, если рассчитанная мера сопряжённости для них имеет максимальное значение по сравнению с другими парами точек.

2.2 Сравнение сопряжённых контрольных точек

После нахождения сопряжённых контрольных точек выполняется сравнение шаблона-кандидата и эталонного шаблона. Для этого в каждом из шаблонов выделяются линии, соединяющие различные контрольные точки. В результате каждой линии в шаблоне-кандидате ставится в соответствие линия в эталонном шаблоне (соответствие устанавливается на основе сопряжённых начальной и конечной точек линий).

В качестве характеристик линий выступают:

1. Длина линии (расстояние между начальной и конечной точкой);
2. Направление линии;
3. Угол между направлением линии и направлением начальной точки;
4. Угол между направлением линии и направлением конечной точки.

После выделения всех линий в обоих шаблонах алгоритм выполняет сравнение линий. Мерой схожести является величина, вычисляемая на основе характеристик линий. **Мера схожести представляет собой средневзвешенное значение, обратно пропорциональное расстояниям между начальным углом, конечным углом и параметрами длины двух линий.**

Результат финального сравнения шаблонов (степень схожести) зависит от значения меры сопряжённости контрольных точек и меры схожести линий (при превышении определённых пороговых значений шаблоны считаются совпадающими).

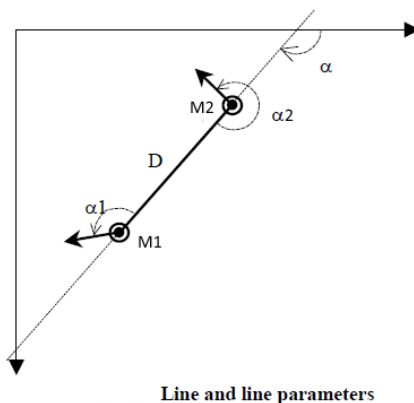


Рисунок 16 – Сравнение линий, соединяющих сопряжённые контрольные точки

Коротко о компании

Компания «Аладдин Р. Д.» основана в апреле 1995 года и является российским разработчиком (вендором) средств защиты информации.

Компания является признанным экспертом и лидером российского рынка средств двухфакторной аутентификации пользователей, электронной подписи и защиты данных.

Основные направления

- Обеспечение безопасного доступа к информационным ресурсам предприятия, веб-порталам и облачным сервисам (строгая двух- и трёхфакторная аутентификация).
- Электронная подпись (ЭП с неизвлекаемым закрытым ключом, формируемая в защищённом чипе), PKI.
- Защита персональных данных, данных на дисках компьютеров, серверов, баз данных.
- Все основные продукты имеют необходимые сертификаты ФСТЭК, ФСБ и Министерства обороны (включая работу с гостайной до уровня секретности СС).

Лицензии

- компания имеет все необходимые лицензии ФСТЭК России, ФСБ России и Министерства обороны России для проектирования, производства и поддержки СЗИ и СКЗИ, включая работу с гостайной и производство продукции в рамках гособоронзаказа.
- Система менеджмента качества продукции в компании с 2012 г. соответствует стандарту ГОСТ ISO 9001-2011 и имеет соответствующие сертификаты.
- Система проектирования, разработки, производства и поддержки продукции соответствует требованиям российского военного стандарта ГОСТ РВ 15.002-2012, необходимого для участия в реализации гособоронзаказа.



Лицензии ФСТЭК России № 0037 и № 0054 от 18.02.03, № 3442 от 10.11.2017
Лицензии ФСБ России № 12632 Н от 20.12.12, № 30419 от 16.08.17
Лицензия Минобороны России № 1384 от 22.08.16
Система менеджмента качества компании соответствует требованиям
ГОСТ Р ИСО 9001—2015 (ISO 9001:2015). Сертификат СМК № РОСС RU:ФК14.К00011 от 20.07.18.

© АО «Аладдин Р. Д.», 1995—2025. Все права защищены
Тел. +7 (495) 223-00-01 Email: aladdin@aladdin.ru
Web: www.aladdin.ru