



представляет разработанные алгоритмы
верификации отпечатков пальцев



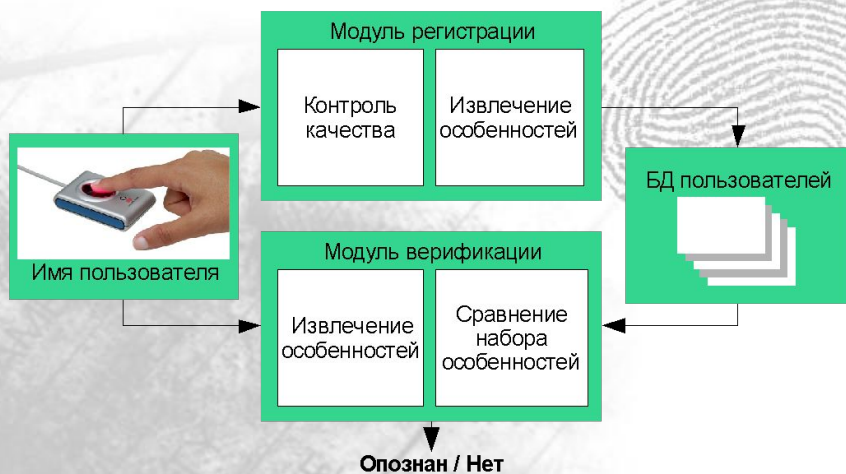
Биометрические методы идентификации человека

Биометрическая идентификация	Универсальность	Различительность	Неизменность	Измеримость	Продуктивность	Допустимость	Подверженность взлому
ДНК	В	В	В	Н	В	Н	Н
Ушная раковина	С	С	В	С	С	В	С
Лицо	В	Н	С	В	Н	В	В
Термограмма лица	В	В	Н	В	С	В	Н
Отпечатки пальцев	С	В	В	С	В	С	С
Походка	С	Н	Н	В	Н	В	С
Геометрия ладони	С	С	С	В	С	С	С
Вены руки	С	С	С	С	С	С	Н
Радужная оболочка глаза	В	В	В	С	В	Н	Н
Набор на клавиатуре	Н	Н	Н	С	Н	С	С
Запах	В	В	В	Н	Н	С	Н
Сетчатая оболочка глаза	В	В	С	Н	В	Н	Н
Роспись	Н	Н	Н	В	Н	В	В
Голос	С	Н	Н	С	Н	В	В

В – высокая, С – средняя, Н - низкая

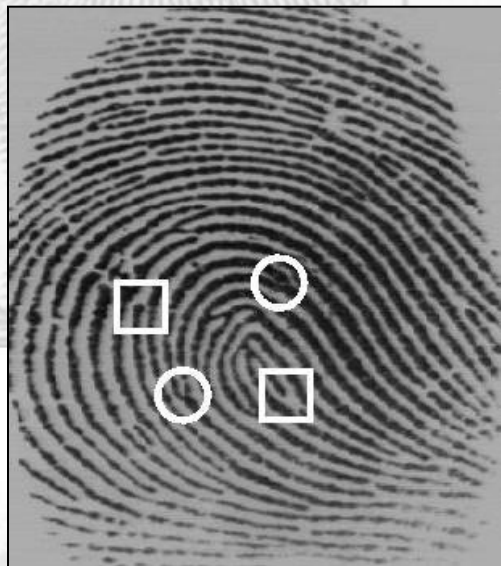
Алгоритмы верификации

Алгоритмы ВЕРИФИКАЦИИ отвечают на вопрос «Тот ли это человек, за кого себя выдает». Они производят попарное сравнение имеющегося и предоставленного набора информации, с их помощью реализуется подтверждение личности человека. Результатом верификации есть либо «Опознан», либо «Не опознан» с указанной долей вероятности.

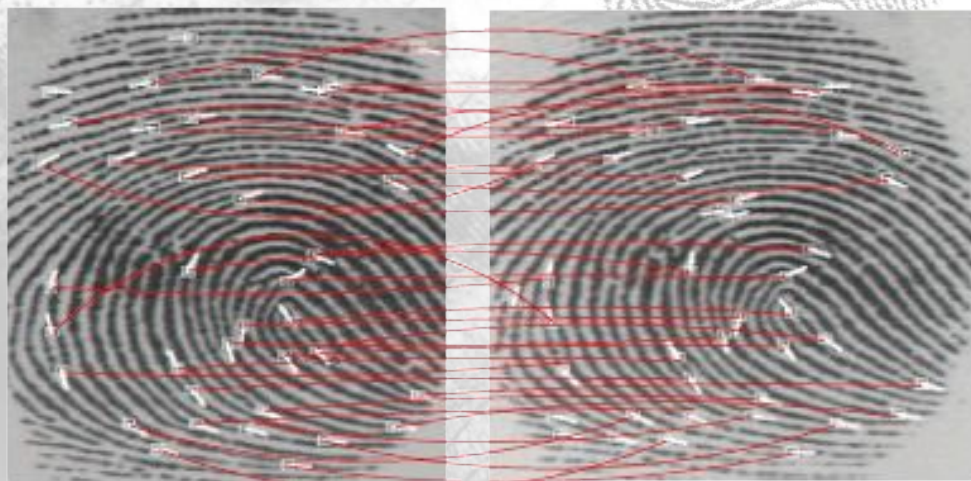


Алгоритм верификации отпечатков пальцев состоит из двух частей – регистрации отпечатков пользователей в БД и собственно самого процесса верификации. Однажды обученная система будет распознавать человека по его природному идентификатору - пальцу.

Принцип распознавания человека по отпечатку пальца



Принцип распознавания пальцев базируется на наличии в отпечатке особых точек – окончаний линий (выделены квадратами) и разветвлений, или бифуркаций (обведены кружочком). Каждая особая точка условно имеет свое направление и тип (окончание или разветвление).

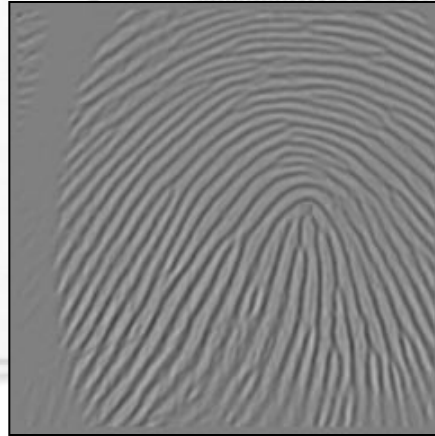


Имея известный набор особых точек $\{(x, y, \theta, \text{type})\}$, извлеченный при регистрации, и тестовый, алгоритм оценивает схожесть точечных образцов и выдает результат – «Опознан» или «Не опознан».

Схема работы алгоритма



Входное изображение



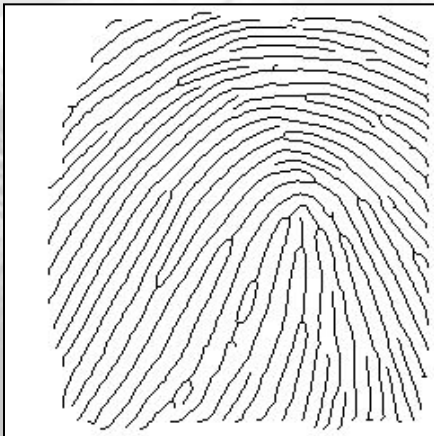
1. Адаптивная фильтрация, выделение зоны интереса



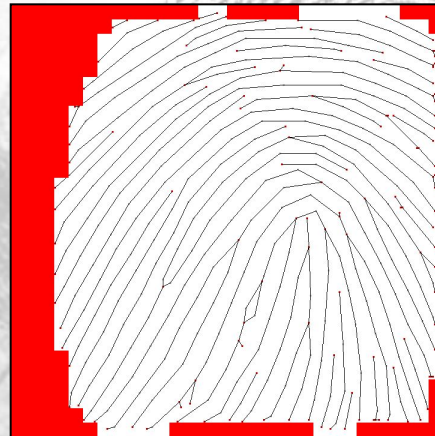
2. Бинаризация, выделение однородных областей



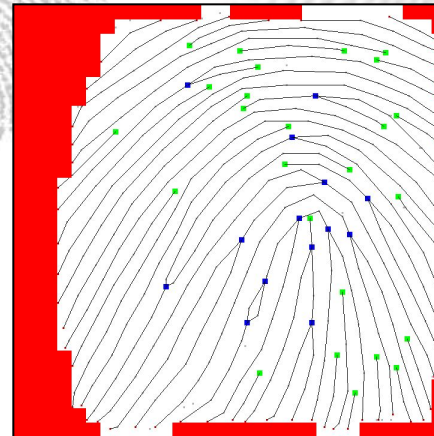
3. Морфологическая обработка



4. Утоньшение



5. Векторизация



6. Векторная постобработка



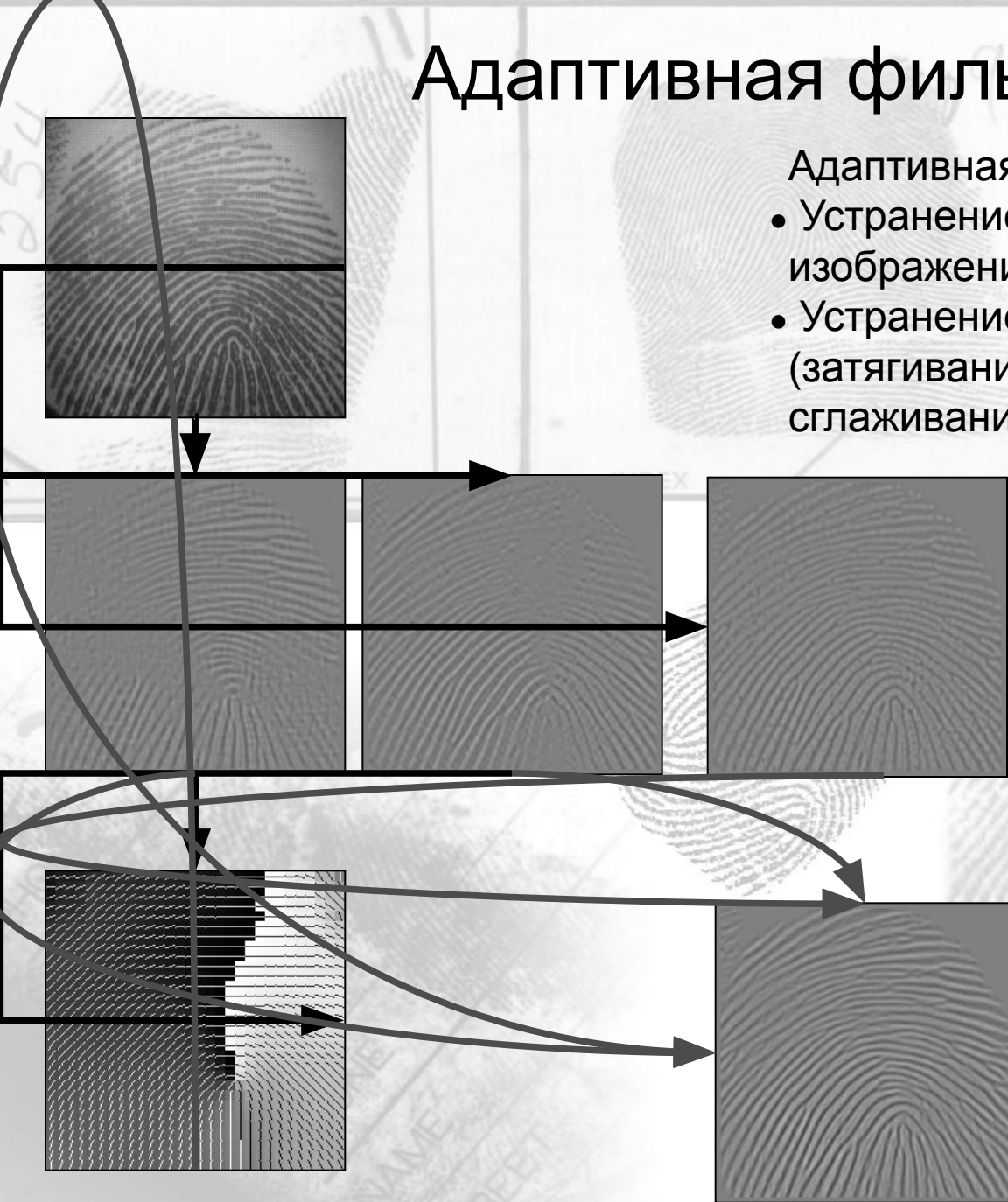
7. Сравнение двух наборов особых точек

Адаптивная фильтрация

- Адаптивная фильтрация направлена на:
- Устранение шумов входного изображения (грязь, пыль на датчике)
 - Устранение мелких дефектов (затягивание небольших разрывов, пор, сглаживание линий пальца)

Реализована на основе обработки фильтрами с апертурой 9x9 с учетом локальной направленности линий.

Область применения фильтров – 8-битные серые изображения, использующие весь динамический диапазон значений, т.е. имеющие плавные переходы значений от линии пальца к впадине.



Морфологическая обработка



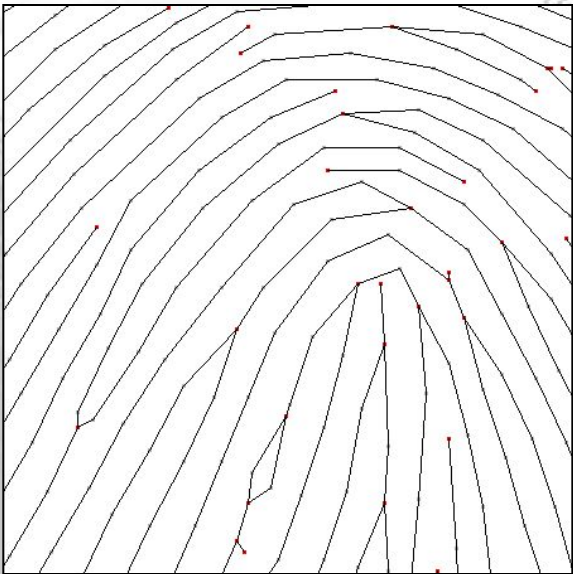
После бинаризации отфильтрованного изображения производится выделение однородных областей и последующая морфологическая обработка изображения. Она включает в себя удаление так называемого шума «Соль и перец», т.е. удаление мелких областей белого и черного цветов. Это устраняет такие ложные структуры, как «озера» в толстых линиях и мелкие линии, что отсеивает часть ложных особых точек на этой стадии.

Утоньшение



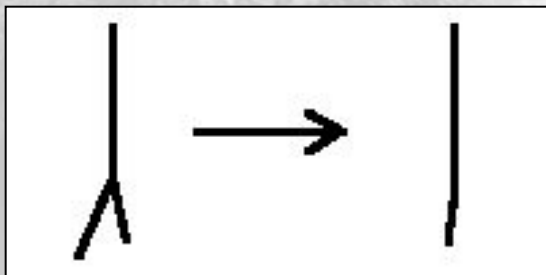
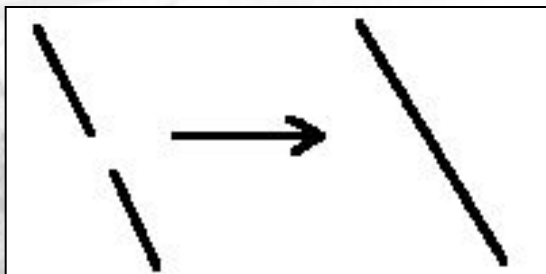
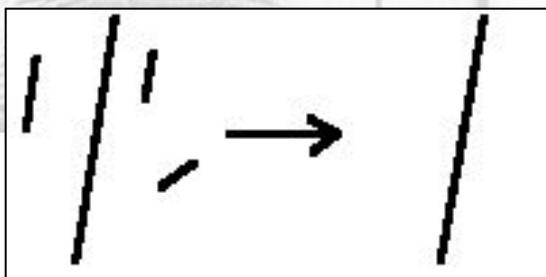
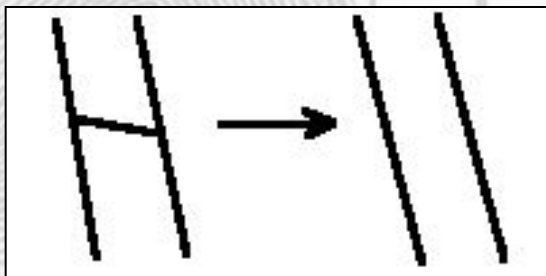
Морфологическая операция утоньшения приводит бинарное изображение к его скелету, в котором толщина всех линий – 1 пиксел. Операция стягивает линии в центр, не делая при этом разрывов. Реализовано на основе итеративной нелинейной фильтрации с апертурой фильтра 3×3 .

Векторизация



Процедура векторизации преобразует скелет изображения в кусочно-линейное представление, отбрасывая чрезмерную информацию о линиях пальца. Точность аппроксимации может регулироваться с помощью параметров алгоритма. Векторизация оставляет особые точки без изменений, выбрасывая лишь промежуточные. После работы алгоритма компактный шаблон отпечатка с полной информацией о пальце может быть сохранен в отдельный файл.

Векторная постобработка

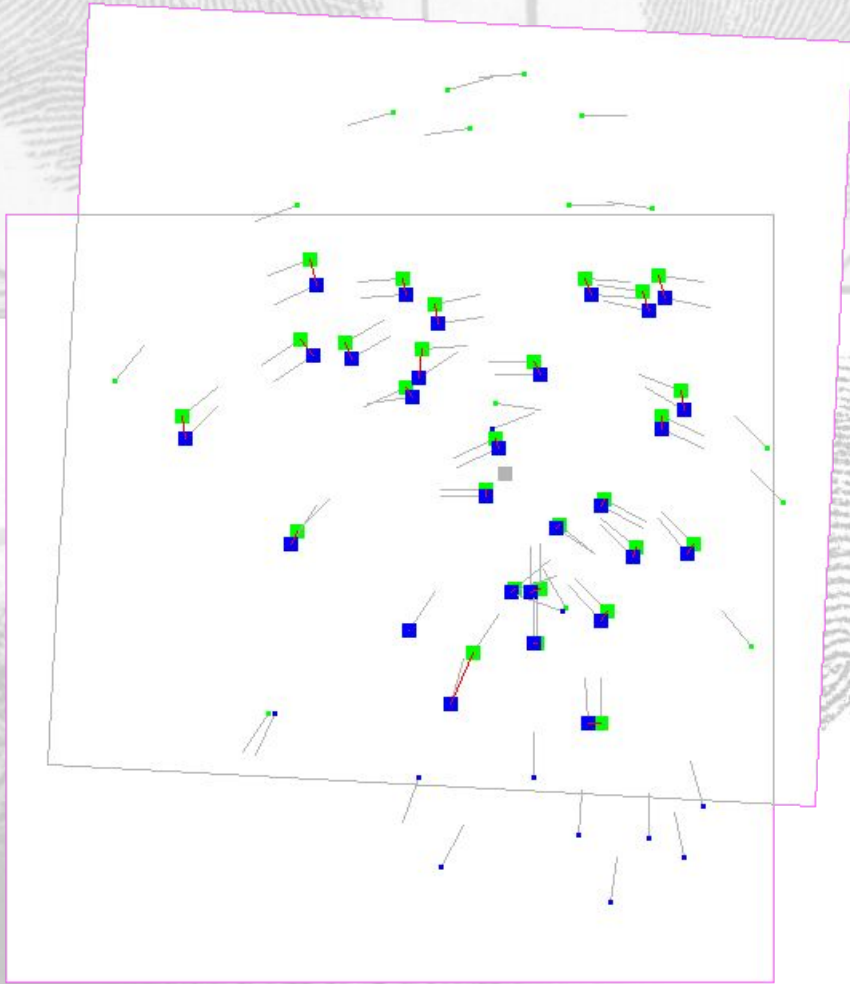


Векторная постобработка направлена на отсеивание ложных структур в кусочно-линейном представлении отпечатка. Некоторые конфигурации линий заведомо не свойственны линиям отпечатка пальцев, и если они все-таки встречаются, то они наверняка являются результатом недоработки предыдущих этапов.

Некоторые из производимых операций:

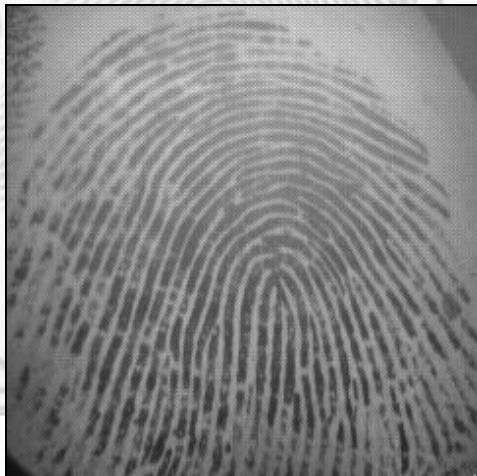
- Удаление «мостов»
- Удаление «палочек»
- Соединение небольших разрывов
- Удаление «усиков»

Сравнение наборов особых точек



На этапе точечного сравнения алгоритм по определенным критериям пытается найти такое совмещение двух наборов, при котором значительная часть точек нашла бы свою пару в другом наборе. При совмещении с некоторыми весами учитываются как направления точек, так и их тип. Не все точки совместятся со своими парами в другом наборе – причиной этому служит как несовпадение зон приложения пальца, так и погрешности алгоритмов экстракции особых точек. По отношению совпавших пар к общему количеству точек с учетом абсолютного значения количества точек считается коэффициент совмещения, который и служит результатом верификации.

Типы датчиков отпечатков пальцев



Daemin оптический (FTIR)



BMF пьезоэлектрический



Veridicom емкостной



Синтетический, Sfingre

Существует большое количество различных типов датчиков отпечатков пальцев – оптические (на эффекте полного внутреннего отражения, оптических фибрах), электро-оптические, емкостные, температурные, пьезоэлектрические, ультразвуковые. Среди них нет наилучшего, все они имеют свои преимущества и недостатки.

Алгоритмы были опробованы на оптических, емкостных и пьезоэлектрических типах датчиков, а также на синтетических отпечатках. В силу ограничений стадии адаптивной фильтрации наилучшие показатели были достигнуты на оптических датчиках.

Задача идентификации



Арка в форме палатки



Арка



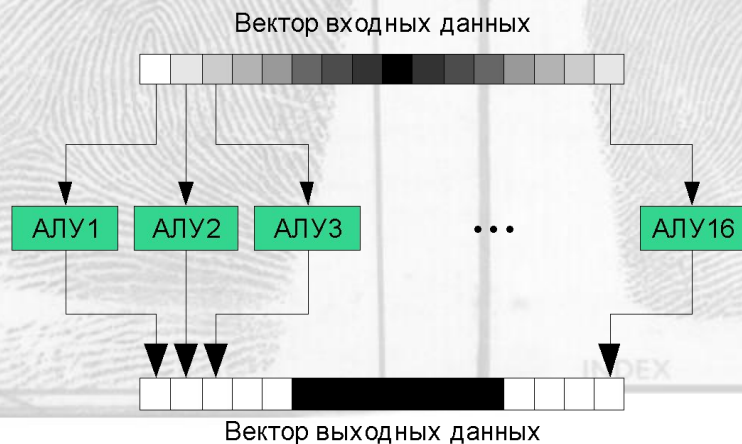
Завиток



Петля

Алгоритмы ИДЕНТИФИКАЦИИ отвечают на вопрос «Кто этот человек». Для этого один и тот же входной отпечаток должен быть сравнен со всеми имеющимися в базе данных. Так как базы данных могут достигать очень больших размеров, для уменьшения вычислений была введена классификация отпечатков пальцев. При идентификации производится сравнение только с имеющимися отпечатками того же класса. Классификация основывается на наличии в отпечатке сингулярных точек в направлениях линий – петель, дельт и завитков. Для возможности идентификации алгоритмы имеют детектор сингулярных точек, основанный на индексах Пуанкаре.

Векторные архитектуры



Задача распознавания отпечатков пальцев требует значительных вычислительных ресурсов. В то время, как единичная верификация может быть проведена в реальном времени, идентификация по большой базе данных отпечатков выполняется относительно долго.

Для решения этой проблемы могут быть использованы векторные архитектуры процессоров – SIMD решения (Single Instruction Multiple Data). Большая часть операций, выполняемых над изображением, может быть распараллелена и выполнена одновременно разными АЛУ (арифметико-логическими устройствами).

Алгоритмы верификации были реализованы на SIMD-процессоре VC01 фирмы Alpha Mosaic, который имеет векторную архитектуру с кратностью шестнадцать. В результате верификация один к одному при частоте ядра 75 МГц занимала в среднем 350 мс, из которых 130 мс уходило на захват отпечатка пальца с емкостного датчика.

Реализация алгоритмов

FILL_A1_0_INT16:

```
vmov VX(0, 0++), 0 REP 8
```

CONTINUE_LOAD_A2_INT16:

```
cmp r12, 0
```

```
beq FILL_A2_0_INT16
```

```
shl r4, 1
```

```
sub r0, 32
```

```
vld VX(0, 8++), (r0+=r4) REP 8
```

```
add r0, r13
```

```
vld VX(0, 32++), (r0+=r4) REP 8
```

```
sub r0, r13
```

```
add r0, 32
```

```
asr r4, 1
```

```
b CONTINUE_LOAD_A3_INT16
```

FILL_A2_0_INT16:

```
vmov VX(0, 8++), 0 REP 8
```

```
vmov VX(0, 32++), 0 REP 8
```

CONTINUE_LOAD_A3_INT16:

```
cmp r11, r14
```

```
beq FILL_A3_0_INT16
```

```
cmp r12, 0
```

```
beq FILL_A3_0_INT16
```

```
shl r4, 1
```

```
add r0, X_SIZE*16*2 ;288*16*2
```

```
sub r0, 32
```

```
vld VX(0, 40++), (r0+=r4) REP 8
```

```
add r0, 32
```

```
sub r0, X_SIZE*16*2 ;288*16*2
```

```
asr r4, 1
```

Разработанные алгоритмы написаны на языке C++ без использования платформенно-зависимых библиотек, поэтому могут быть легко портированы на платформу, имеющую компилятор для этого языка (были опробованы на ОС Windows, Linux и FreeBSD).

Версия для PC в качестве входных данных принимает изображения отпечатков пальцев в форматах BMP, PCX или RAW, возможна загрузка шаблонов из файлов векторных представлений. Библиотека также поддерживает ANSI-NIST формат представления особых точек отпечатка. В качестве результата выдается вероятность истинности гипотезы о том, что ей даны изображения одного и того же пальца.

Версия для векторной архитектуры Alpha Mosaic имеет собственную версию большинства этапов обработки изображения. Процедуры были написаны на языке assembler для этого процессора.

Контактная информация



Если Вы заинтересовались данной информацией, с любыми вопросами можно обратиться по адресу:

ITV ®
Урицкого, 1
Киев, 03035, Украина
телефон: +380 (0) 44 248 65 88
факс: +380 (0) 44 245 16 62
e-mail: sales@itvsystems.com.ua