

ВЫБОР ДАКТИЛОСКОПИЧЕСКОГО СКАНЕРА ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ОТПЕЧАТКОВ В ДАКТИЛОСКОПИЧЕСКИХ ИДЕНТИФИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Б. Якушев
ООО «Системы ПАПИЛОН»

С каждым годом спектр технических проектов обеспечения безопасности, в которых находят применение биометрические методы идентификации личности, становится все шире. Достаточно запустить поиск в Интернете, чтобы получить массу информации о самых разнообразных форматах применения биометрии: от простейших решений беспарольного доступа к персональному компьютеру до создаваемых во всем мире систем использования биометрических документов с многомиллионными базами данных.

Особое место в ряду биометрических идентификаторов личности человека занимает отпечаток пальца. Дактилоскопия используется в криминалистике со второй половины XIX века. И именно криминалистические дактилоскопические автоматизированные идентификационные системы, так называемые АДИС, явились первыми биометрическими системами, получившими широкое практическое применение – правоохранительные органы ряда стран, в том числе и России, с 80-х годов прошлого века внедряют и успешно используют АДИС для раскрытия преступлений и установления личности по отпечаткам и следам пальцев рук и ладоней.

Поэтому не удивительно, что на молодом развивающемся рынке гражданских биометрических систем безопасности дактилоскопический метод занял прочное лидирующее положение, с большим отрывом от других методов. В обозримом будущем, по мнению аналитиков, он по-прежнему останется наиболее востребованным, как самый изученный, надежный и относительно простой в применении.

Любая автоматизированная система дактилоскопической идентификации обязательно выполняет две функции:

- регистрацию отпечатка (отпечатков) при занесении в БД;
- регистрацию отпечатка (отпечатков) для проверки по БД в целях

идентификации (проверки по всему массиву БД) или верификации (проверки в режиме «один к одному») личности.

От качества регистрации в том и другом случае во многом зависят эксплуатационные характеристики идентификационной системы. Высокое качество отпечатков гарантирует высокую точность автоматического распознавания и кодирования папиллярного узора (создания математического поискового образа) и, как следствие, повышение важнейших поисковых характеристик системы (надежности, избирательности, быстродействия).

Регистрация отпечатков в криминалистических дактилоскопических системах возможна как путем чернильного дактилоскопирования на бумажных дактилокартах с последующим сканированием изображений отпечатков на планшетных сканерах, так и методом «живого» дактилоскопирования на электронных дактилоскопических сканерах. Постепенно технология «живого» дактилоскопирования вытесняет традиционные чернильные методы – все без исключения производители АДИС рекомендуют применение дактилоскопических сканеров как средства кардинального повышения качества формируемых дактилоскопических массивов.

Дактилоскопические системы гражданского применения ориентированы на использование только дактилоскопических сканеров.

Широкое применение АДИС для нужд правоохранительных органов, возросший интерес к применению методов дактилоскопической идентификации личности в гражданских системах безопасности повлекли за собой рост предложений дактилоскопических сканеров от фирм-производителей всего мира.

Сегодня на рынке присутствуют множество моделей сканеров отпечатков пальцев и ладоней различного типа (оптические, емкостные, термичес-

кие, электромагнитные и т.д.)

Наибольшее распространение при создании криминалистических АДИС получили оптические дактилоскопические сканеры, принцип работы которых основан на эффекте нарушенного полного внутреннего отражения света на границе прозрачных сред.

В настоящее время сформировался перечень наиболее значимых критериев выбора качественного дактилоскопического сканера для работы с криминалистическими АДИС.

Оценка сканеров по этим же критериям в большинстве случаев существенна и при проектировании идентификационных систем гражданского назначения. Особенно это касается систем, оперирующих большими объемами баз данных и имеющих высокие требования к минимизации ошибок. Здесь качественная регистрация отпечатков становится даже более важной, по сравнению с АДИС, в силу, как правило, более высокого уровня автоматизации принятия системой решений. Если в криминалистических АДИС окончательное решение всегда принимает эксперт, анализирующий результаты поисков и способный скорректировать ошибки системы, вызванные часто неизбежным низким качеством исходных изображений (изображения с чернильных дактилокарт, следы с мест преступлений), то для большинства биометрических систем гражданского назначения (например, СКУД) вмешательство оператора для корректировки ошибок, обусловленных низким качеством регистрации биометрического признака, сводит на нет эффект от внедрения подобных систем.

Перечислим наиболее значимые критерии выбора дактилоскопического сканера:

1. *Размер панели сканирования и возможность полной прокатки пальцев.*
2. *Соответствие характеристик формируемого изображения требованиям нормативных документов.*
3. *Способность к компенсации смаза изображения (для сканеров, выполняющих прокатку пальцев).*
4. *Способность к формированию качественных изображений для сложных пальцев (сухие, излишне потные, стертые, с низким рельефом папиллярных линий).*
5. *Удобство программного интерфейса пользователя и прочие эргономические характеристики.*

Рассмотрим эти критерии подробнее:

1. *Размер панели сканирования и возможность полной прокатки пальцев.*
Как известно, регистрация дактилокарт в криминалистических АДИС

включает в себя получение прокатанных отпечатков всех десяти пальцев, контрольных оттисков четырех и большого пальца каждой руки, оттисков ладоней.

Поскольку в АДИС производятся поиски не только по отпечаткам пальцев, но и по следам, изъятым с мест преступления, а также по фрагментам папиллярного узора (неопознанные трупы, жертвы катастроф и военных действий), выбранный дактилоскопический сканер обязательно должен обеспечивать регистрацию прокатанных отпечатков пальцев «от ногтя к ногтю».

В дактилоскопических системах гражданского назначения часто не требуется регистрации полного набора дактилоскопических изображений. Обычно речь идет только о сканировании узоров пальцев (от 1 до 10). Требующим внимания моментом здесь является то, что и для таких систем при первичной регистрации биометрического признака (при занесении его в БД) оптимальным является применение прибора, способного выполнять полную прокатку пальца. Т.е. следует сканировать не оттиск (изображение папиллярного узора, полученное плоским прижатием пальца к призме сканера), а полное изображение отпечатка, полученное прокаткой пальца по призме прибора «от ногтя к ногтю».

Это объясняется тем, что максимально полная первичная регистрация в БД позволит при последующих обращениях к системе избегать ошибок идентификации, обусловленных человеческим фактором: неправильное прикладывание пальца к призме прибора (недостаточное прижатие, перекося или поворот пальца), частичное повреждение кожного покрова, изменение размеров пальцев вследствие болезни, возраста и т.д.

Сказанное можно проиллюстрировать следующим примером.

Одним из ведущих российских предприятий-производителей АДИС были проведены статистические исследования на базе данных размером 2 млн. дактилокарт и 130 тыс. следов в одном из крупных городов России.

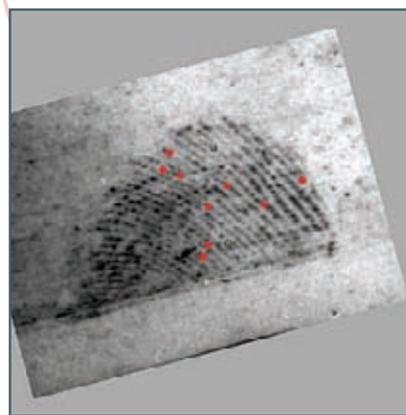
В штатном режиме работы АДИС с зарегистрированными изображениями прокатанных отпечатков пальцев было получено 11000 результатов «след – отпечаток». Следующим этапом в БД АДИС вместо прокатанных отпечатков пальцев были введены соответствующие им контрольные оттиски (плоские оттиски пальцев – в среднем 55% от площади изображений прокатанных пальцев). Результат: надежность поиска по контрольным оттискам составила лишь 65% от надежности поиска по прокатанным отпечаткам. Далее в БД АДИС ввели только части прокатанных отпечатков пальцев размером дюйм на

дюйм (такой размер принят в некоторых зарубежных АДИС). Площадь «обрезанных» изображений была меньше площади исходных изображений в среднем на 9%. Результат: снижение надежности поиска на 7%.

Вывод. Неполный первичный ввод дактилоскопической информации снижает надежность биометрической системы. Для систем гражданского применения это проявляется в увеличении вероятности ложных отказов (по пере-

Рис. 1. След найден в АДИС по прокатанным отпечаткам, но не найден по участку размером дюйм на дюйм. Из 11 закодированных точек на следе в выделенную зону попали только 4 точки

а) – изображение следа



б) – прокатанный отпечаток



в) – рамкой выделен введенный в АДИС участок размером дюйм на дюйм

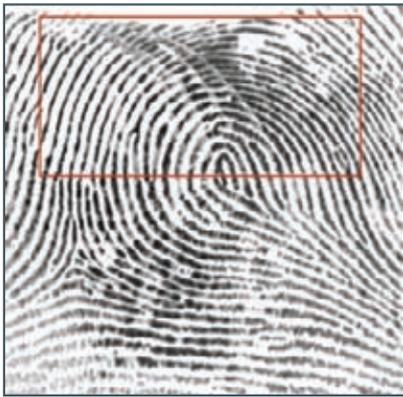


численным выше причинам), что приводит к необходимости неоднократного повторного сканирования отпечатков на этапе проверки личности, введению дополнительных мер контроля со стороны обслуживающего персонала, снижению пропускной способности и отказоустойчивости системы.

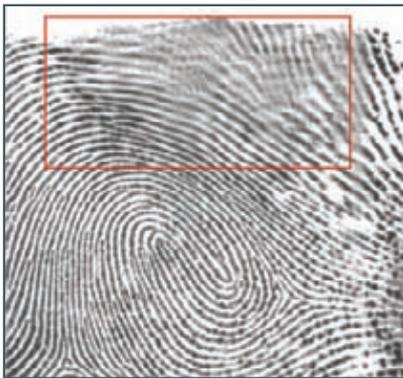
Для регистрации биометрического признака на этапе идентификации (верификации) личности достаточно применения приборов, выполняющих ска-

Рис. 2. Характерные виды смазов (а, б) при прокатке на дактилоскопическом сканере

а) «Неприкрытый» смаз – на изображении присутствуют резкие сдвиги и разрывы



б) «Стыдливый» смаз – сдвиги и разрывы на изображении затусованы



в) Качественная компенсация смаза



Прокатанные отпечатки пальцев, не менее	Оттиски пальцев, не менее	Контрольные оттиски 4-х пальцев, не менее	Оттиски ладоней, не менее
41x38 мм	25x20 мм	81x76 мм	115x100 мм

Табл. 1. Необходимые размеры панели сканирования дактилоскопического сканера в зависимости от типа получаемых изображений¹

нирование плоских оттисков пальцев.

Размер зоны сканирования прибора должен обеспечивать получение полных необрезанных дактилоскопических изображений даже для крупных рук (табл. 1). Несоблюдение этого требования ведет к утере части признаков и, следовательно, к снижению надежности работы идентификационной системы (рис. 1).

2. Соответствие характеристик формируемого изображения требованиям нормативных документов.

Для тестирования планшетных и дактилоскопических сканеров на предмет сертификации в ФБР США используется «Методика тестирования для проверки требований к качеству изображений, получаемых со сканера, в системе АДИС»¹. Требования этого документа были продублированы в ряде международных стандартов в области биометрии, а затем и в российских национальных стандартах². В частности, ГОСТ Р ИСО/МЭК 19794-4-20063 прямо предписывает необходимость сертификации на соответствие требованиям ФБР для сканеров, используемых в целях обеспечения правопорядка.

Данные требования регламентируют основные количественные характеристики качества изображения, получаемого с дактилоскопического сканера, в том числе:

- разрешение считывания дактилоскопических отпечатков (требуемое значение – 500 ± 5 ppi в продольном и поперечном направлениях);
- геометрическая точность изображения (уровень оптических искажений прибора);
- характеристики передаточной функции (способность сканера к точному воспроизведению пространственно-периодичной картины изображения);
- отношение «сигнал-шум» (устойчивость уровня выходного сигнала к влиянию аппаратных, электромагнитных помех, изменению параметров электропитания и т.д.);
- динамический диапазон шкалы «серого» (способность к созданию достаточно контрастных изображений);
- линейность шкалы «серого» (правильность передачи градаций полутоновых изображений отпечатков);

- однородность уровня «серого» (идентичность изображений отпечатка одного и того же пальца, полученных на различных участках окна сканирования).

Информация по сертификации сканеров доступна на официальном сайте ФБР США⁴.

Конечно, сертификация необходима, являясь надежным доказательством высокого профессионального уровня разработчиков приборов. Однако, в ситуации с дактилоскопическими сканерами наличие сертификата ФБР не является гарантией высокой эффективности прибора при практическом использовании в АДИС или другой дактилоскопической системе. Объяснение этому простое: на дактилоскопические сканеры перенесены требования, предъявляемые к планшетным сканерам, назначение которых – без искажения преобразовать в электронный вид ранее созданный неподвижный, плоский, бумажный оригинал (дактилокарту).

Для дактилоскопических сканеров, являющихся инструментами не преобразования, а исходной регистрации дактилоскопической информации, необходим контроль дополнительных, не учтенных пока в нормативных документах требований качественного характера, выполнение которых имеет критически важное значение при формировании изображений, прямо влияя на качество создаваемых массивов и показатели работы системы, а именно:

- способность к компенсации смаза изображений при прокатке пальцев;
- способность качественного сканирования «плохих» пальцев (излишне сухих, с низким рельефом папиллярного узора, со стертým папиллярным узором, так называемых «пальцев домохозяйки» и т.д.);
- способность качественного сканирования влажных рук (повышенная потливость).

3. Способность к компенсации смаза изображения (для сканеров, выполняющих прокатку пальцев).

Изображение прокатанного отпечатка пальца представляет собой развертку рисунка папиллярных линий поверхности пальца на плоскость панели

сканирования прибора.

Геометрическая форма ногтевой фаланги пальца не совпадает с идеальной поверхностью вращения в форме цилиндра, и при прокатке происходит проскальзывание пальца по чувствительной панели с образованием смазов изображения. Чем полнее прокатывается палец, тем больше вероятность появления смаза.

Также степень проявления данного дефекта изображения зависит от анатомических особенностей пальца и навыка оператора прокатки.

В настоящее время известны аппаратные и программные методы, позволяющие, при их успешной реализации, практически полностью устранить явление смаза на формируемом сканером изображении и при прочих равных условиях увеличить его полезную площадь на 5-10% (именно такая часть отпечатка в среднем оказывается непригодной в результате смаза).

К аппаратным методам компенсации смаза относятся:

- увеличение частоты обновления кадров при захвате изображения;
- использование протяжки линейного чувствительного элемента.

Недостаток первого способа в том, что он требует применения камер с высокой частотой кадров. Камеры с высокой частотой и высоким разрешением дороги, их применение резко увеличивает себестоимость производства сканера и является, по сути, решением проблемы за счет потребителя. Попытки использования камер с меньшим разрешением (и, соответственно, более дешевых) оборачиваются уменьшением размеров области сканирования и снижением информативности получаемых дактилоскопических изображений.

Недостатком второго способа аппаратной компенсации является наличие в конструкции прибора перемещаемых механических частей и средств автоматизации, усложняющих прибор, снижающих его надежность и требующих периодического обслуживания или замены (например, обмотки и подвижные части шагового электродвигателя, привод перемещения каретки, концевые выключатели и т.д.).

При программной компенсации смаза результирующее изображение прокатанного отпечатка формируется путем программной склейки фрагментов последовательно снимаемых кадров.

Данный подход лишен недостатков аппаратных методов, но предъявляет, в свою очередь, высокие требования к разработчикам программного обеспечения для сканеров.

Таким образом, создание сканера, устраняющего проблему смаза и формирующего изображение с высоким разрешением, а также имеющего при

этом цену, приемлемую для потребителей, является противоречивой и сложной задачей.

Не всем разработчикам удается ее успешное решение, а значит, не все приборы, выполняющие прокатку пальцев, одинаково надежно справляются с проблемой смаза (рис. 2).

Поскольку в настоящее время не существует методик, контролирующей способность дактилоскопического сканера к компенсации смаза при прокатке, можно порекомендовать потребителям при выборе прибора самостоятельно визуально оценивать качество формируемых изображений. Для этого достаточно прокатать большие пальцы (дающие, как правило, максимальный смаз) нескольких человек и распечатать полученные изображения, внимательно их просмотреть.

4. Способность сканера к формированию качественных изображений для сложных пальцев (сухих, излишне потных, стертых, с низким рельефом папиллярных линий).

По статистике, около 10% людей имеют так называемые «проблемные» пальцы.

Излишне сухая или потная кожа, папиллярные узоры со стертым или мелким от природы рельефом – все эти факторы искажают истинную картину папиллярного узора. Изображения сухих и стертых пальцев получаются малоконтрастными, с плохо различимым рисунком линий, происходит утрата части значимых деталей из-за отсутствия непосредственного контакта естественно увлажненного пальца субстанции с поверхностью панели сканирования (рис. 3а, б).

Изображения излишне потных пальцев, наоборот, очень темные, отдельные области могут сливаться в яркие черные пятна, вследствие заполнения влагой межгребневого пространства папиллярных линий (рис. 4б). Протирание пальцев перед сканированием не является решением проблемы, поскольку часто в силу индивидуальных физиологических особенностей (волнение, повышенная потливость) кожа увлажняется непосредственно во время сканирования.

Качественный дактилоскопический сканер должен снижать негативное влияние перечисленных факторов и формировать информативное изображение отпечатка вне зависимости от состояния кожи.

Для компенсации эффекта сухой и стертой кожи в таких сканерах (рис. 3в) может быть реализована комбинация программного и аппаратного решений.

Программный метод заключается в снижении значения порога чувстви-

тельности оптической системы. Решение об изменении данного параметра обычно принимается оператором сканирования. Порог чувствительности может быть снижен как для одного сеанса сканирования, так и для целой серии записей. Этот метод позволяет значительно улучшить информативность изображений для сухих и стертых рук ценой некоторого снижения способности системы к фильтрации помех.

Аппаратный метод реализуется

Рис. 3. Примеры изображений сухих пальцев, полученных различными способами

а) Отпечаток сухого, стертого пальца на бумажной дактилокарте



б) Отпечаток сухого пальца со сканера без эластичного покрытия призмы



в) Отпечаток сухого пальца со сканера с эластичным покрытием призмы



через использование на поверхности панели сканирования специального полимерного покрытия. Физико-механические свойства покрытия способствуют улучшению контакта панели сканирования и сканируемого объекта даже при недостаточном естественном увлажнении кожи.

Отдельными производителями сканеров найдены эффективные оптические схемы, позволяющие исключить влияние влаги на качество получаемого

Рис. 4. Влияние влажности кожи пальца на качество изображения отпечатка, получаемого со сканера

а) Отпечаток пальца с нормальным увлажнением кожи



б) Отпечаток потного пальца, полученный на сканере, не имеющем функцию исключения влияния влаги



в) Отпечаток потного пальца, полученный на сканере, имеющем функцию исключения влияния влаги



го изображения (рис. 4в).

Чтобы проверить, как прибор работает с сухими пальцами, нужно перед сканированием высушить кожу мелом или спиртом. Имитировать потную кожу можно, просто окунув пальцы в воду или смочив их влажной салфеткой.

Анализ полученных изображений позволит сделать выводы об эффективности сканера при работе со сложными пальцами.

5. Удобство программного интерфейса пользователя

К показателям качества системы электронного дактилоскопирования (в зависимости от ее назначения) можно отнести и наличие ряда функций, обеспечивающих автоматизацию процесса сканирования и минимизацию влияния человеческого фактора на качество формируемого изображения, а также простоту и удобство работы.

Например:

- Автоматический запуск процесса сканирования при обнаружении пальца/пальцев/ладони на панели сканирования прибора.
- Автоматический контроль порядка следования дактилоскопических изображений и очередности прокатки пальцев. Система проверяет путем сравнения отпечатков пальцев с контрольными оттисками, чтобы все изображения принадлежали одному человеку, и не допускает часто встречающихся ошибок, когда вместо правой руки сканируется левая, вместо одного пальца – другой.
- Автоматический контроль качества. Система самостоятельно оце-

нивает размер и качество полученного изображения, в случае неудовлетворительного результата выдает сообщения о предполагаемой причине и дает возможность неоднократного повторного сканирования для достижения требуемого качества.

- Автоматический переход к сканированию следующего изображения в случае хорошего качества предыдущего.
- Автоматическая запись текущего отсканированного изображения при переходе к сканированию следующего.
- Возможность автономного управления процессом сканирования, без использования монитора и клавиатуры базового компьютера.
- Стандартный интерфейс сопряжения сканера с компьютером (USB, IEEE1394).

Вместе с тем, невозможно составить исчерпывающий перечень функций, которыми должна обладать некая «идеальная» система электронного дактилоскопирования. Качественно разработанное программное обеспечение, как правило, придает системе гибкость, позволяющую адаптировать ее к требованиям конкретного заказчика и выполнению конкретной поставленной задачи.

Эргономические требования к дактилоскопическим сканерам не оригинальны и не требуют особых пояснений. Сюда входят показатели, характеризующие, помимо удобства работы, простоту монтажа, настройки, обслуживания прибора и т.д. Важное значение имеет соответствие габаритов и исполнения сканера условиям эксплуатации.

Литература:

1. Department of Justice Federal Bureau of Investigation. *Test Procedures for Verifying IAFIS Scanner Image Quality Requirements», CJIS-TD-0010 v.7): The Federal Bureau of Investigation Criminal Justice Information Services Division, Washington, 1995.*
2. ISO/IEC 19794-2:2005 Information technology – Biometric data interchange formats – Part 2: Finger minutiae data; ISO/IEC 19794-4:2005 Information technology – Biometric data interchange formats – Part 4: Finger image data; ГОСТ Р ИСО/МЭК 19794-2-2005 Автоматическая идентификация. Идентификация биометрическая. Форматы обмена биометрическими данными. Часть 2. Данные изображения отпечатка пальца – контрольные точки.
3. ГОСТ Р ИСО/МЭК 19794-4-2006 Автоматическая идентификация. Идентификация биометрическая. Форматы обмена биометрическими данными. Часть 4. Данные изображения отпечатка пальца.
4. <http://www.fbi.gov/hq/cjisd/iafis/cert.htm> – электронный ресурс.