

Сравнение различных типов сенсоров в считывателях отпечатков пальца

Сергей ЛЁВИН,
главный конструктор «СИГМА-ИС»

Дактилоскопические считыватели относятся к классу биометрических средств идентификации человека. У каждого человека имеется набор признаков, которые можно считать уникальными для каждого индивидуума. Различают два вида биометрических признаков: физиологические, основанные на строении тела (отпечатки пальцев, рисунок кровеносных сосудов, геометрия ладони руки, форма лица, сетчатка глаза), и поведенческие, относящиеся к поведению человека (походка, рукописный и клавиатурный почерк, речь).

Перечислим основные характеристики, которыми должны обладать биометрические признаки человека, чтобы быть пригодными для идентификации:

- Универсальность — каждый человек должен обладать подобной характеристикой. Вполне понятно, что в ряде случаев невозможно идентифицировать таким способом некоторых людей с ограниченными физическими способностями.
- Уникальность — степень отличимости одного человека от другого по данному признаку.
- Постоянство — неизменность биометрического признака во времени. Важно, чтобы выбранный признак не зависел от самочувствия человека и не изменялся с течением времени.
- Производительность — вычислительная сложность технологии распознавания.
- Имитостойкость — возможность подмены идентификатора, например, с помощью муляжа.

Дактилоскопию, или метод идентификации человека по отпечаткам пальцев, можно считать самым старым и проверенным способом биометрической идентификации. Этот принцип основан на идеях Уильяма Гершеля, который еще в 19-м веке выдвинул гипотезу о неизменности папиллярного рисунка поверхностей ладоней человека. В 20-м веке эта технология заняла главенствующее место в криминалистике. Но несмотря на широкое практическое использование, до сих пор предположение об уникальности отпечатков не имеет достаточного научного обоснования, хотя на практике этот метод принимается за 100%-но достоверный.

В настоящее время распознавание отпечатков пальцев широко применяется не только в криминалистике. Большую популярность приобрели дактилоскопические считыватели отпечатков пальцев для идентификации пользователей в системах контроля и управления доступом.

Основные компоненты считывателя: блок сканера, который отвечает за ввод изображения отпечатка пальца и его оцифровку. Блок выделения шаблона отпечатка из его оцифрованного изображения, а также блок сравнения двух шаблонов для проведения верификации. Сканер включает в

себя сенсор, который получает изображение отпечатка, и аналогово-цифровой преобразователь. Рассмотрим, какие же типы сенсоров могут применяться.

ОПТИЧЕСКИЙ СЕНСОР

Наиболее распространенный способ получения изображения в сканере. В сенсоре используется массив детекторов на фотодиодах или фототранзисторах, которые служат для преобразования энергии света, попадающего на детектор в электрический заряд. Блок сенсора обычно включает в себя светодиодную подсветку для пальца. В настоящее время в оптических сенсорах используются два типа детекторов: CCD и CMOS оптические матрицы. CCD детекторы (Charge Coupled Device) более чувствительны при низкой освещенности и способны получать хорошие по качеству изображения, содержащие оттенки серого цвета. Тем не менее производство CCD-матриц обходится значительно дороже, чем CMOS, и в принципе ни высокая чувствительность, ни передача изображения в оттенках серого для распознавания отпечатков особо не нужны. CMOS-матрицы производятся в гораздо больших количествах, они дешевле и, как правило, уже имеют встроенные в чип инструментальные средства предварительной обработки изображения, что позволяет получить вполне конкурентоспособное с CCD решение при невысокой стоимости. Оптические сенсоры имеют и ряд недостатков: они боятся



засветки или загрязнения поверхности, куда прикладывается палец. Имеют относительно большие размеры по сравнению с сенсорами других типов. Также есть проблемы с возможной подменой реального пальца его напечатанным изображением. Тем не менее производители сенсоров используют различные приемы для определения живого пальца. Например, измерение температуры пальца. Или на контактной площадке размещается специальная прозрачная полимерная токопроводящая пленка. Когда палец приложен, гребни — выступающие элементы папиллярного узора контактируют с пленкой, создавая небольшой электрический ток. При всех этих недостатках оптические сенсоры наиболее устойчивы к внешнему электромагнитному излучению и относительно недороги.

По способу подсветки оптические сенсоры можно разделить еще на несколько подвидов.

Подсветка отраженным светом. Используется треугольная призма, на одну грань которой кладется палец, подсветка осуществляется через вторую грань, и отраженный свет от пальца через третью грань попадает на светочувствительную матрицу.

Сквозная подсветка. В этом случае светодиод просвечивает палец насквозь. Учитывая, что палец имеет некоторую прозрачность, при достаточно мощном световом излучении это вполне работоспособный подход.

Последнее время получают распространение так называемые бесконтактные оптические сенсоры, или 3D-сенсоры. Здесь нет необходимости касаться пальцем предметного стекла сенсора, что является главным плюсом этого подхода. При внесении пальца в зону сканирования отраженный свет от нескольких источников подсветки попадает на светочувствительную матрицу. 3D-сенсор не боится загрязнения стекла, а также гораздо более гигиеничен, так как нет непосредственного контакта пальца с поверхностью сенсора. Однако имеет гораздо большие размеры по сравнению с бесконтактным и требуется значительно более вычислительно сложная обработка изображения.

ЕМКОСТНЫЙ СЕНСОР

После оптического сенсора этот тип занимает второе место по популярности. Здесь используется метод измерения электрической емкости между площадкой сенсора и приложенным пальцем. Палец выступает в качестве одной пластины конденсатора, а полупроводниковая площадка сенсора в качестве другой. Для построения изображения отпечатка пальца используется разница в электрической емкости между гребнем и канавкой, так как их расстояния до площадки сенсора различны. Емкостные сенсоры более компактны, чем оптические, и также относительно недороги. Однако основным недостатком можно считать меньшую защиту от статического электричества.

ТЕПЛОВОЙ СЕНСОР

Тепловые сенсоры используют тот же самый пирозлектрический эффект, что применяется в инфракрасных камерах. Когда палец приложен к сенсору, гребни рисунка пальца контактируют с поверхностью сенсора — производится измерение температуры, в результате получается тепловое изображение отпечатка, так как канавки при этом не касаются

сенсора. Основная проблема этого метода заключается в том, что буквально через несколько десятых долей секунды температура гребней и воздушного зазора канавок выравнивается и изображение фактически стирается. В частности, поэтому обычно такие сенсоры делаются протяжными, т. е. палец нужно провести по узкой полоске сенсора, тогда время контакта с сенсором будет минимальным. Чтобы сенсор работал в широком диапазоне температур, особенно когда окружающая температура близка к температуре пальца, площадку сенсора дополняют системой подогрева. Для устойчивой работы достаточна разница температур сенсора и пальца минимум в один градус. Достоинством данного типа сенсора можно считать малые размеры и хорошую защиту от подмены живого пальца.

СЕНСОР ДАВЛЕНИЯ

Как и тепловой, данный тип сенсора имеет малые габариты. Существуют два типа сенсоров давления: проводящие пленочные детекторы и MEMS (микроэлектромеханические устройства). Первый тип представляет собой два слоя электродов на гибкой пленке. MEMS — это более продвинутая технология, которая использует сверхминиатюрные кремниевые переключатели, собранные в матрицу. Когда палец касается переключателя, он замыкается и подает электрический сигнал в блок обработки. Сенсоры давления чувствительны к силе нажатия и требуют некоторых навыков при использовании.

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ СЕНСОР

Ультразвуковой сенсор имеет ключевое отличие от других типов в том, что способен буквально заглядывать под кожу. Сенсор считывает рисунок под слоем эпидермиса, т. е. постоянно обновляющегося верхнего слоя кожи. Данная особенность делает ультразвуковой сенсор абсолютно нечувствительным к загрязнению или легким повреждениям пальцев. Но пока эта технология слишком дорога для массового применения, к тому же считывание рисунка производится намного дольше, чем в других типах сенсоров. Поэтому на практике такие сенсоры практически не применяются.

РАДИОЧАСТОТНЫЙ СЕНСОР

Радиосигнал небольшой мощности излучается специальным передатчиком, а отраженный от пальца сигнал принимается массивом детекторов, где каждый детектор является, по сути, микроантенной. Величина наведенной в каждой такой антенне ЭДС зависит от наличия или отсутствия вблизи нее гребня папиллярного узора. Преимущества данного типа сенсора те же, что и ультразвукового, так как считывание происходит с внутреннего слоя кожи. Однако и недостатки, в общем-то, те же.

Как мы видим, типов сканеров для получения изображения папиллярного узора достаточно много. Все они имеют свои преимущества и недостатки. В реальных системах тип сканера может выбираться исходя из требований к стоимости решения и защите от подмены живого пальца муляжом. ☒

