

Методы идентификация личности по радужной оболочке глаза

Кожан Д. А., 11-Р

Цель работы: рассмотреть различные методы идентификации личности человека по текстуре радужки.

Актуальность: в связи с развитием биометрических технологий, идентификация по радужной оболочке становится как никогда актуальной.

Глаз - единственный внутренний орган человека, который виден снаружи. Поскольку внутренние органы человека уникальны, а изображение глаза к тому же можно легко получить обыкновенным цифровым фотоаппаратом, возникает вопрос, можно ли использовать рисунок радужки как некоторый код, отличающий одного человека от другого.

Даже у однояйцовых близнецов радужки различны. Рисунок радужки может меняться в течение жизни только вследствие болезней глаза, таких как катаракта, но часто даже на перенесших операцию глазах рисунок остается прежним либо меняется незначительно

Математически <случайность> описывается степенью свободы. Исследования показали, что текстура радужки имеет степень свободы равной 250, что гораздо больше степени свободы отпечатков пальцев и изображений лиц.

В 1981 Flom (ученый) и Arap Safir (офтальмолог) начали активно изучать научные медицинские доклады об устройстве глаза и, в частности, радужки человека, по результатам исследования сделали вывод о возможности использования текстуры радужки для задач идентификации. В 1987 они обратились в Кэмбридж с приглашением к сотрудничеству ученых в области computer science. На их приглашение откликнулся ученый по имени John Daugman. Заинтересовавшись темой, он начал работать в этом направлении. Результаты своих исследований Daugman впервые опубликовал в 1992 на конференции . На сегодняшний момент работы Daugman'a является

основополагающим трудом в данной области. В 1994 году система идентификации личности по радужной оболочке глаза на основе исследований Daugman'a была запатентована (патент 5 291 560).

В 1996 Richard P. Wilds предложил альтернативный метод хранения информации о текстуре, а в 1998 еще один метод был предложен W. Boles. Позже были предложены и другие методы.

На настоящий момент три из предложенных подходов получили коммерческое распространение - это подход исследовательских групп Daugman, Noh и Lim. Среди компаний, занимающихся идентификацией, можно назвать Iridian, IriTech, Evermedia.

Методы идентификации личности по радужной оболочке построены по одному и тому же принципу - выделение частотной или какой-либо другой информации о текстуре радужки из изображения и сохранение этой информации в виде специального кода (для системы Daugman этот код получил специальное название - IrisCode (радужковый код)). Можно сравнивать коды радужек, и хранить коды радужек разных людей в базе данных. Построение кода производится в три этапа:

1. Выделение <<баранки>> радужки из общего изображения
2. Предобработка полученного изображения - например убиение шума(denoising), улучшение изображения (enhancing), в том числе выравнивание гистограммы, убиение блика. Некоторые методы "разворачивают" круглый зрачок в прямоугольное изображение - происходит переход из полярных координат в декартовы. Иногда после такой "развертки" часть изображения отрезается, чтобы накопленная на данном этапе ошибка не повлияла на качество распознавания.
3. Составление кода. Предобработанное изображение фильтруется способом, зависящим от конкретного метода. По результатам фильтрации составляется представление в виде кода.

Для кодов необходимо выработать критерий сравнения. Часто код записывается в виде последовательности битов и критерием сравнения

служит код Хэмминга. В частности, код Хэмминга используется в системах Daugman, Tisse.

Большинство методов работает с изображениями в градациях серого либо картами яркости изображений, то есть цветовая составляющая является избыточной.

Некоторые методы, например Wildes, используют специальное оборудование для захвата изображения, чтобы полученное изображение глаза было высокого разрешения, с хорошей контрастностью, освещением (при этом человек, которого снимают, не должен чувствовать дискомфорта от слишком яркой вспышки), и центрировано (радужка должна находиться в центре изображения). Кроме того, система камер должна быть неинвазивна, то есть не принуждать человека сесть в определенную позу на фиксированном расстоянии от камеры при специальном освещении. Для этого Wildes предлагает специальную систему камер.

Иногда, кроме снимка в видимом диапазоне, делается дополнительный снимок инфракрасной камерой.

Для того, чтобы отделить собственно радужку от остальных деталей на изображении, в простейшем случае можно использовать выделение краев (путем анализа первой производной) и последующую аппроксимацию границ радужки простыми геометрическими объектами. Так, окружность зрачка и внешнюю границу радужки можно найти при помощи преобразования Хафа (Hough transform). Другие методы дополнительно определяют границу радужки и век двумя параболой, как Wildes, либо просто отрезают те части изображения, которые могут не относиться к радужке, как Daugman, Ma.

Если для захвата изображения не было использовано специальной аппаратуры, может понадобиться предварительное подавление нежелательных эффектов, таких как блик внутри зрачка от вспышки либо другого яркого источника света, если эти артефакты мешают корректной работе алгоритма выделения радужки.

Часто для дальнейшей работы производится перевод изображения радужки из полярных координат в декартовы. Однако есть методы и не требующие такого перевода. В частности, использует обратный перевод - из декартовых координат в полярные, причем перевод задается специальным образом так, чтобы окружность границы зрачка и радужки при переводе отобразилась на прямую.

К полученному изображению можно применить фильтрацию гауссовым фильтром для устранения высокочастотного шума, или медианную фильтрацию. После этого изображение все еще слабоконтрастно, и для повышения надежности производят выравнивание гистограммы (histogram equalization).

Часто помимо этого производится отбрасывание малозначащих частей изображения - это могут быть верхняя и нижняя строки (по несколько пикселей) изображения после его перевода в декартовы координаты, или устранение бликующих областей, портящих рисунок радужки.

После проведенной предобработки изображение радужки готово к тому, чтобы из него можно было извлечь более формальную информацию.

К классическим способам составления кода можно отнести пространственно-частотную свертку изображения фильтрами Габора (Gabor's filters), предложенную Daugman. Каждый бит кода определяется знаком результата воздействия двумерного фильтра Габора на некоторую небольшую окрестность текстуры радужки. Для кода Daugman и подобных ему в качестве сравнения используется расстояние Хэмминга (количество отличающихся бит кода). Развитием этого направления является применение специальных симметричных функций Circular symmetric filter.

Другой модификацией кода на основе фильтров Габора является составление кода на основе среднего абсолютного отклонения (average absolute deviation, AAD) отфильтрованного изображения от оригинального. В этом случае функцией сравнения будет выступать евклидово расстояние между векторами.

Wildes использует декомпозицию изображения на основе Laplacian of Gaussian filters. Результирующее изображение представляется как лапласова (многомасштабная) пирамида изображений, подвергнутых действию гауссовых фильтров, и призвано представлять пространственные характеристики радужки. В этом случае для дальнейшего сравнения используются нормированная корреляция (normalized correlation) обрабатываемого изображения и изображений из базы данных. Нормализованная корреляция показывает меру соответствия точек двух изображений или областей изображений друг другу.

Tisse использует многомерное преобразование Гилберта (multidimensional Hilbert transform). Процесс составления кода похож на составление кода Daugman, и процесс сравнения, соответственно, тоже (расстояние Хэмминга).

Авторы работы применяют многомасштабную фильтрацию (scale-space filtering) на основе данных о направлении выпуклости функции изменения яркости исходного изображения. По изображению строятся карта направлений вогнутости - величина вогнутости во внимание не берется, так как является следствием условий съемки (например освещения). Затем для каждой окружности внутри радужки ее сигнал яркости фильтруется scale-space filter-ом, и результатам фильтрации иницируется специальная двоичная переменная. Прделав эту операцию для всех радиусов внутри радужки и набору масштабов, двоичные коды по разным масштабам складываются. Полученный результат используется как одномерный код. Для сравнения результатов используется расстояние Хэмминга.

Инвариант относительно масштаба входного изображения во многих системах регулируется приведением текстуры радужки к карте фиксированного размера.

Обеспечение стабильности относительно поворота достигается за счет хранения нескольких изображений одной радужки в базе данных - под несколькими углами поворота.

Вывод: по мнению специалистов в области биометрических систем, средства идентификации личности по радужной оболочке глаза способны заменить ключи и персональные идентификационные номера (пины). Рисунок радужной оболочки уникален и не повторяется даже у близнецов. Вероятность того, что два разных человека имеют один и тот же рисунок радужной оболочки глаза, равняется приблизительно 10^{-78} , в то время как все население Земли составляет примерно 10^{10} . В отличие от других биометрических систем контроля доступа, идентификация по рисунку радужки допускает полностью бесконтактную реализацию.

Литература

1. The Iris Recognition Homepage. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.iris-recognition.org/>
2. Resources Related to Biometrics and People with Disabilities, The international Center for Disability Resources on the Internet. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.icdri.org/biometrics/biometrics.htm>
3. BioMedical Engineering OnLine. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.biomedical-engineering-online.com/>