

УДК 004.932

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИГНАЛА ПЛЕНОПТИЧЕСКОЙ КАМЕРЫ ДЛЯ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ

В. А. Голев, М. В. Долина, к. т. н. О. Е. Плачинда

Одесский национальный политехнический университет

Украина, г. Одесса

olga_plach2007@mail.ru, thegolev@gmail.com

Представлен алгоритм построения объемного изображения лица на основе сигнала камеры светового поля, проведен обзор вариантов использования и постобработки данных, полученных на выходе матрицы камеры. Предложено использование камер данного типа в системах биометрической идентификации. Проведен сравнительный анализ предложенных решений и известных систем биометрической идентификации.

Ключевые слова: камера светового поля, пленоптический сигнал, биометрическая идентификация.

Идентификация человека по чертам лица – одно из самых динамично развивающихся направлений в биометрической индустрии. Привлекательность данного метода основана на том, что он наиболее близок к естественному способу идентификации друг друга. Распознавание лица предусматривает выполнение любой из следующих функций: аутентификация – установление подлинности «один в один», идентификация – поиск соответствия «один из многих».

Для построения трехмерной модели человеческого лица выделяют контуры глаз, бровей, губ, носа и других элементов лица, так называемые опорные точки, затем вычисляют расстояние между ними, угол и направление. Для составления уникального шаблона, соответствующего определенному человеку, требуется от 12 до 40 характерных элементов. Шаблон должен учитывать множество вариаций изображения на случаи поворота головы, наклона, изменения освещенности, изменения выражения.

Большинство современных методов основано либо на построении опорных точек из стандартного изображения, что значительно снижает точность из-за математической проблемы построения объемной поверхности на основе 2D-сигнала, либо на системах с использованием стереокамер, что снижает вероятность получения качественного снимка человека и может быть надежно использовано только в статических системах. В условиях постоянного потока людей (например, улица, метро и т. п.) сложно получить качественное изображение с двух ракурсов.

Для устранения указанных трудностей в построении качественной пространственной модели человеческого лица в работе предложено использование пленоптической камеры [1], щели камеры-обскуры которой представляют собой двумерный массив отверстий. В результате на матрице камеры создается не одно, а несколько изображений. Путем анализа этих изображений возможно построение качественного объемного изображения. Это позволяет снимать без предварительной фокусировки, что ускоряет процесс съемки, а также исключает возможные промахи фокуса и объекты вне зоны резкости. При постобработке необходимо просто выбрать точку фокусировки, на которую изображение должно быть переориентировано [2].

Предложенный алгоритм построения объемного изображения базируется на итеративном принципе. В качестве исходной итерации выбирается некоторый усредненный макет головы человека, далее производится его пошаговое приближение. Для описания каждой характерной черты на выделенных регионах изображения используется неортогональное вейвлет-преобразование. На сгенерированном изображении в автоматическом режиме выделяются контрольные точки, содержащие данные о точном положении лица на фотографии, его общей форме и о точных координатах характерных черт лица на фотографии.

Используя координаты контрольных точек, производится аппроксимация конкретных регионов изображения с помощью шаблонов, находящихся в специальном словаре. Данные операции про-

водятся для выходного сигнала пленоптической камеры, который рассматривается как массив изображений, и выводится усредненная поверхность объемного изображения лица.

Для сравнения полученной поверхности с эталонной из банка образов предложен следующий метод: на исходных плоских облаках точек строятся триангуляции Делоне, далее значения каждой из функций интерполируются в узлах противоположной сетки, строится общая триангуляция для двух сеток [3]. После этого в каждой точке общей сетки становятся известными значения двух функций, и можно производить операции на отдельных ячейках (треугольниках) общей триангуляции, анализируя взаимное расположение пространственных треугольников, заданных функциями, относительно друг друга. В основе предлагаемого алгоритма лежит идея интерполяции значений каждой из функций в узлах другой сетки через построение триангуляций Делоне и локализацию их друг в друге.

В 95% случаев биометрия по своей сути – это математическая статистика. В качестве двух основных характеристик любой биометрической системы можно принять ошибки первого и второго рода. В биометрии наиболее устоявшиеся понятия – FAR (False Acceptance Rate) и FRR (False Rejection Rate). Первое число характеризует вероятность ложного совпадения биометрических характеристик двух людей. Второе – вероятность отказа в доступе человеку, имеющему допуск. Система тем лучше, чем меньше значение FRR при одинаковых значениях FAR. Классические показатели FAR и FRR для существующих систем представлены в таблице:

2D-система		3D-система	
FAR	FRR	FAR	FRR
0,1	2,5	0,1	0,1
0,01	5	0,01	0,1
0	9	0	0,5

Полные данные о FRR и FAR на сайтах производителей открыто не приведены. Но для лучших моделей фирмы Bioscript (3D EnrolCam, 3D FastPass), работающих по методу проецирования шаблона, FRR составляет 0,103% при FAR = 0,0047%. Для 2D-сигнала известны алгоритмы с FRR, равным 0,1%, при аналогичном FAR, но базы сигналов, по которым получены эти показатели, не соответствуют реальному миру (вырезанный фон, одинаковое выражение лица, одинаковые прически, освещение). Поэтому такие системы не получили массового распространения. Высокая же точность 3D-системы нивелируется низкой пропускной способностью и неудобством использования (например, стереосистемы).

Использование пленоптической камеры и предложенных алгоритмов построения объемных изображений и сравнения полученного изображения с эталонным позволяет сочетать высокую пропускную способность и удобство использования одиночной камеры с высокими показателями 3D-систем. При этом отсутствуют погрешности, связанные с ошибочной фокусировкой. Более точное построение объемного изображения лица в системах биометрической идентификации позволяет понизить FRR до значений менее 0,1% при FAR 0,005%, что статистически сравнимо с надежностью метода идентификации по отпечаткам пальцев.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. LYTRO, Inc. URL: <https://www.lytro.com>
2. Чобану М. Многомерные многоскоростные системы обработки сигналов. — Москва: Техносфера, 2009.
3. Даджион Д., Мерсеро Р. Цифровая обработка многомерных сигналов: Пер. с англ. — Москва: Мир, 1988.

V. A. Golev, M. V. Dolina, O. E. Plachinda

Using a light-field camera signal for biometric identification

The paper presents an algorithm for constructing three-dimensional image of the face based on the light field camera signal. Ways of use and post-processing of data obtained at the output of the camera matrix are described. The authors suggest to use cameras of this type in biometric identification systems. A comparative analysis of the proposed solutions and the known systems of biometric identification is given.

Keywords: *light field camera, plenoptic signal, biometric identification.*