

УДК 004.658.6 + 614.2

**Ф.С. Фоменко, Ю.А. Скобцов**

Донецкий национальный технический университет  
кафедра автоматизированных систем управления

## **Методы определения биометрических характеристик для создания автоматизированной системы предоставления доступа к данным**

### **Аннотация**

*Скобцов Ю.А., Фоменко Ф.С. Методы определения биометрических характеристик для создания автоматизированной системы предоставления доступа к данным. В статье описаны методы и алгоритмы решения задачи определения человека по фотографии на основе его биометрических характеристик.*

*Ключевые слова: биометрические характеристики, автоматизированная система, доступ к данным.*

### **Постановка проблемы и цель статьи**

Традиционные методы идентификации личности, в основе которых находятся различные идентификационные карты, ключи или уникальные данные, такие как, пароли не являются надежными в той степени, которая требуется на сегодняшний день. Естественным шагом в повышении надежности идентификаторов стали попытки использования биометрических технологий для систем безопасности.

Процесс автоматической идентификации лиц предполагает создание аппаратно-программного средства, способного при минимальном вмешательстве человека проводить качественную идентификацию, используя только изображение лица человека. Актуальность этой задачи, а также ее предпочтительность по сравнению с другими средствами идентификации личности (например, идентификация по отпечаткам пальцев или по сетчатке глаза) заключается в том, что нет необходимости непосредственного контакта системы и человека. Лицо человека само по себе содержит уникальную информацию для проведения безошибочной идентификации.

Целью данной статьи являются обзор, сравнение различных методов определения биометрических характеристик человека, для выбора метода с целью создания автоматизированной системы.

**Обзор существующих методов, алгоритмов, и пакетов программных решений аналогичных задач.** В настоящее время существует четыре основных метода распознавания лица: «eigenfaces», анализ «отличительных

черт», анализ на основе «нейронных сетей», метод «автоматической обработки изображения лица». Все эти методы различаются сложностью реализации и целью применения. «Eigenface» можно перевести как «собственное лицо». Эта технология использует двумерные изображения в градациях серого, которые представляют отличительные характеристики изображения лица. Метод «eigenface» часто используются в качестве основы для других методов распознавания лица. Комбинируя характеристики 100 – 120 «eigenface» можно восстановить большое количество лиц. В момент регистрации, «eigenface» каждого конкретного человека представляется в виде ряда коэффициентов. Для режима установления подлинности, в котором изображение используется для проверки идентичности, «живой» шаблон сравнивается с уже зарегистрированным шаблоном, с целью определения коэффициента различия. Степень различия между шаблонами и определяет факт идентификации. Технология «eigenface» оптимальна при использовании в хорошо освещенных помещениях, когда есть возможность сканирования лица в фас. Методика анализа «отличительных черт» – наиболее широко используемая технология идентификации. Эта технология подобна методике «Eigenface», но в большей степени адаптирована к изменению внешности или мимики человека (улыбающееся или хмурающееся лицо). В технологии «отличительных черт» используются десятки характерных особенностей различных областей лица, причем с учетом их относительного местоположения. Индивидуальная комбинация этих параметров определяет особенности каждого конкретного лица. Лицо человека уникально, но достаточно динамично, т.к. человек может улыбаться, отпускать бороду и усы, надевать очки – все это увеличивает сложность процедуры идентификации. Таким образом, например, при улыбке наблюдается некоторое смещение частей лица, расположенных около рта, что в свою очередь будет вызывать подобное движение смежных частей. Учитывая такие смещения, можно однозначно идентифицировать человека и при различных мимических изменениях лица. Так как этот анализ рассматривает локальные участки лица, допустимые отклонения могут находиться в пределах до  $25^\circ$  в горизонтальной плоскости, и приблизительно до  $15^\circ$  в вертикальной плоскости и требует достаточно мощной и дорогой аппаратуры, что соответственно сокращает степень распространения данного метода.

В методе, основанном на нейронной сети, характерные особенности обоих лиц – зарегистрированного и проверяемого сравниваются на совпадение. «Нейронные сети» используют алгоритм, устанавливающий соответствие уникальных параметров лица проверяемого человека и параметров шаблона, находящегося в базе данных, при этом применяется максимально возможное число параметров. По мере сравнения определяются несоответствия между лицом проверяемого и шаблона из базы данных, затем запускается механизм, который с помощью соответствующих весовых коэффициентов определяет степень соответствия проверяемого лица шаблону

из базы данных. Этот метод увеличивает качество идентификации лица в сложных условиях. Метод «автоматической обработки изображения лица» – наиболее простая технология, использующая расстояния и отношение расстояний между легко определяемыми точками лица, такими как глаза, конец носа, уголки рта. Хотя данный метод не столь мощный как «eigenfaces» или «нейронная сеть», он может быть достаточно эффективно использован в условиях слабой освещенности. Все рассмотренные выше методы являются эффективными, но, или сложно реализуемыми или недостаточно точными.

**Описание методов и алгоритмов.** Для исследования выбраны методы определения фотографии на основе геометрических характеристик лица человека.

В работе [1] рассмотрен подход, основанный на геометрических характеристиках лица. В этой работе использовалась база данных лиц, состоящая из 188 фотографий (по четыре фотографии для каждого из 47 человек), изображения (фотографии) которых получались при помощи специальной CCD-камеры. Расстояние от объекта до камеры во время съемки не было четко фиксировано, поэтому изменение в масштабе составляло до 30%. Авторы этого метода ставили следующие требования к алгоритму:

- максимальная простота оценочного алгоритма ;
- влияние освещения должно быть минимально ;
- минимальная чувствительность к мимике

Первым ключевым моментом, который определяет качество работы алгоритма в целом, является предобработка или нормирование изображения с целью улучшения яркостно-контрастных характеристик. Извлеченные характеристические точки должны быть нормированы для обеспечения инвариантности по отношению к позиции (расположению) лица, масштабу и углу поворота. Другим ключевым моментом является процедура определения набора характеристических точек. Рассматриваемый геометрический метод опирается на свойство билатеральной симметрии лица. Используется множество отношений расстояний между такими характеристическими точками лица как глаза, кончик носа, центр рта. Алгоритм определения характеристических точек базируется на интегральной проекции изображения. Проекционный анализ проводится над бинарным изображением, полученным путем применения оператора Лапласа. Применяя вышеуказанный алгоритм были получены характеристические точки расположения глаз, носа, бровей, рта, а также был определен контур лица, на основании чего было выделено 35 геометрических признаков.

Используя, как описанным подобным образом лицам, классификатор Байеса авторы этого метода добились 90%ного распознавания на базе данных 47 человек.

В работе [2] также предложен геометрический метод идентификации лиц, основанный на геометрическом расстоянии между ключевыми точками. Схожесть лиц, согласно этому методу, оценивается в несколько этапов,

действуя по принципу “от грубого к точному”. Сначала определяется множество ключевых точек для каждого лица, затем отбирается приблизительно  $k_1$  изображений, близких по геометрическим характеристикам к классифицируемому лицу;  $k_1$  определяется так:

$$k_1 = (\ln N)^2 \quad (1)$$

где  $N$  — количество портретов, содержащихся в базе данных.

После этого выполняется этап нормализации изображения для последующего вычисления корреляции между центральными лицевыми частями  $k_1$  изображений и лицевой частью идентифицируемого изображения. Результатом будет получение  $k_2$  изображений из  $k_1$  отобранных:

$$\ln k_1 \leq k_2 \leq (\ln k_1)^2 \quad (2)$$

Ключевые точки определяются автоматически, но для проведения более точной идентификации возможен также ручной отбор точек. В экспериментах, проводимых авторами данного геометрического метода использовалось множество из 37 ключевых точек. Пример полученных геометрических точек представлен на рис. 1

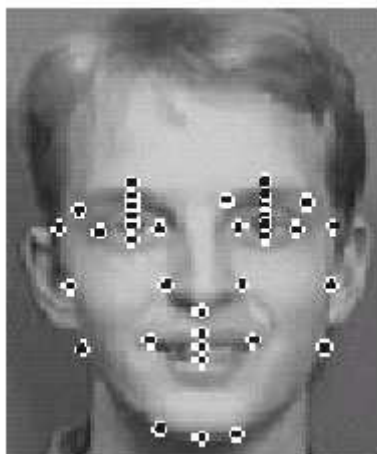


Рис. 1 Пример множества геометрических ключевых точек.

Для задачи идентификации необходимо выполнить этап объединения точек в сегменты, периметры и площади различных фигур — определение репрезентативного набора характеристик. Далее этот набор может быть оптимизирован для достижения более высокого качества идентификации. Сам процесс идентификации заключается в определении “самого близкого” изображения по отношению к идентифицируемому изображению с

использованием Евклидовой метрики. Гипотеза, выдвинутая авторами этой работы, следующая — если два изображения содержат практически одинаковую информацию, то они должны содержать множество пикселей с близкими значениями интенсивности.

Изображение  $A$  можно представить как дискретную поверхность:

$$A = \{(i, j, a_{ij})\}, \quad 0 \leq i, j \leq N_0 \quad (3)$$

Расстояние от каждого пикселя одного изображения к ближайшим пикселям другого изображения отражает, такназываемое, локальное отличие. Вычисляя множество локальных отличий и аккумулируя их в глобальное значение отличия, формируется окончательная оценка схожести изображений. Глобальное значение отличия двух изображений  $A$  и  $C$  может быть определено по следующей формуле:

$$D(A, C) = \sqrt{\frac{1}{2ZN} \{\sum_{i,j} [d(a_{ij}, C) + d(c_{ij}, A)]^2\}^{1/2}} \quad (4)$$

$$d(a_{ij}, C) = d(a_{ij}, C_w) = \min_{(l,m) \in W} \{d(A_{ij}, C_{lm})\} \quad (5)$$

и  $W$  — квадратное окно наблюдения размера  $(2w+1) \times (2w+1)$  центрированное в точке  $(i, j)$  изображения  $C$ .

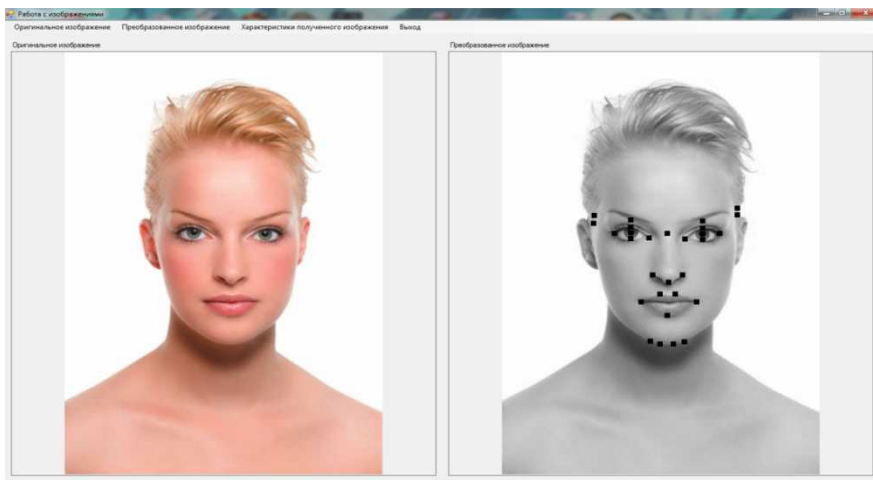


Рис.2 - Экранная форма ПО автоматизированной системы.

Эксперименты по определению качества распознавания проводились

на базе данных лиц, составленной OlivettiResearchLab. Качество распознавания составило 98,5%.

Для оценки наиболее оптимального метода необходимо определить параметры, по которым проведем сравнительный анализ. Первый параметр — процент правильного распознавания (ППР): диапазон от 0 до 100%; второй — относительная временная стоимость (ОВС), который делится на категории: высокая, средняя, низкая и отражает временные затраты работы системы; третий — сложность системы (высокая, средняя, низкая) и четвертый параметр — возможность обучения системы (да или нет). В таблице 1 приведены и оценены все вышеописанные методы.

Таблица 1. Сравнительный анализ методов

	Название	ППР	ОВС	Сложность системы	Обучаемость
1	Геометрический метод №1	90%	-	Средняя	Нет
2	Геометрический метод №2	98.5%	высокая	Средняя	Нет

Таблица демонстрирует, что процент распознавания лиц 2м методом эффективнее, и дает более точные результаты.

**Выводы.** Описанные в данной статье математические методы и алгоритмы помогут создать систему которая сможет распознавать лица на основе биометрических параметров человека. Выбран метод реализации СКС на основе геометрических характеристик лица человека, т.к. он дает наиболее достоверные результаты и не является сложным в реализации. Результатом работы системы является распознавание человека по его фотографии.

### Список литературы

1. Brunelli R. and Poggio T. Face recognition: features versus templates // IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intel.- 1993. — Vol.15. — No 10. — P. 1042-1052.
2. Starovoitov V., Samal D., G. Votsis, and S. Kollias “Face recognition by geometric features”, Proceedings of 5-th Pattern Recognition and Information Analysis Conference, Minsk, May 1999.
3. Самаль Д.И., Старовойтов В.В. - Подходы и методы распознавания людей по фотопортретам. - Минск, ИТК НАНБ, 1998. - 54с.
4. Самаль Д.И., Старовойтов В.В. Методика автоматизированного распознавания людей по фотопортретам // Цифровая обработка изображений. - Минск: ИТК, 1999. - С.81-85.
5. Самаль Д.И. Построение систем идентификации личности на основе антропометрических точек лица // Цифровая обработка изображений. - Минск: ИТК, 1998. - С.72-79.