

# ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ В СИСТЕМАХ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ

**Катыс Пётр Георгиевич**

К.т.н., НПО «Специальная техника и связь», Москва  
kpg2010@yandex.ru

## TREATMENT OF IMAGES IN FACE RECOGNITION SYSTEMS

**P. Katys**

*Summary.* The problem of image processing in face recognition is of great importance, since it is directly related to the quality and uniqueness of identification of a particular person or group of faces. A significant part of the information that should be obtained from the processed material of visual images can be used for law enforcement agencies and other law enforcement agencies, nuclear cycle facilities, and key industrial facilities in the Russian Federation. In this paper, the main approaches to image processing in face recognition systems were considered. The characteristic of thermographic face recognition was presented as a method much more promising than the registration and recognition of images in the visible range. The most optimal approach is a combination of visual and thermal face recognition, which can significantly reduce the disadvantages of each of the methods for obtaining facial images.

*Keywords:* face recognition, treatment of images, thermograms, identification, comparison.

*Аннотация.* Проблема обработки изображений при распознавании лиц является достаточно актуальной, поскольку она непосредственно связана с качеством и однозначностью идентификации одного лица или группы лиц. Значительная часть информации, полученной при обработке изображений, может быть использована для повышения эффективности работы правоохранительных органов и других силовых структур, защиты от несанкционированного доступа объектов ядерной энергетики, крупных промышленных предприятий на территории Российской Федерации. В данной работе были рассмотрены основные подходы в обработке изображения в системах распознавания лиц. Представлена характеристика термографического распознавания лиц, как метода значительно более перспективного, чем регистрация и распознавание изображений в видимом диапазоне. Возможно, оптимальным подходом является комбинированный метод распознавания изображений лиц в видимом и инфракрасном диапазоне, что позволяет существенно компенсировать недостатки каждого из методов распознавания изображений лиц.

*Ключевые слова:* распознавание лиц, обработка изображений, термограммы, идентификация, сравнение.

**П**роблема обработки изображений при распознавании лиц является достаточно актуальной в настоящее время. Значительная часть информации, полученной при обработке массивов изображений, может быть использована для работы правоохранительных органов и других силовых структур [1], для предотвращения несанкционированного доступа на охраняемые объекты в целях защиты от террористических угроз. Например, применение биометрического паспорта в работе паспортно-визовой службы, обеспечении безопасности транспортных систем является очень эффективным, вследствие чего достижение высокого качества обработки изображений представляется очень важной задачей.

В настоящее время активно развиваются системы идентификации биометрических данных, например, распознавание лиц, которое является одним из наиболее перспективных направлений. Использование новых математических методов и современной вычислительной техники для систем распознавания лиц является решением, которое будет способствовать новым возможностям применения таких систем [2–4].

Достаточно сложно разделить методы распознавания изображений, но в общем виде они изображены на следующей схеме (рисунок 1).

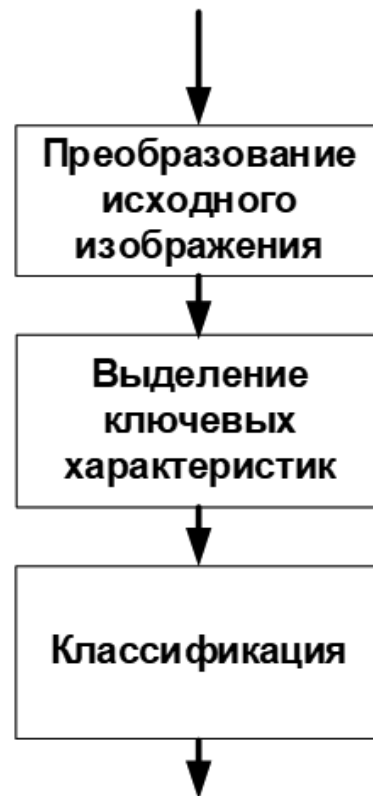


Рис. 1. Основная иерархическая структура методов распознавания изображений

Сначала необходимо провести преобразование исходного изображения в некоторое начальное представление. Такое преобразование может включать выделение определенных главных компонент, в том числе математическое преобразование. Далее необходимо выделить определенные ключевые характеристики изображения. Затем с использованием моделирования или нейронных сетей необходимо произвести классификацию ключевых характеристики объекта [5].

Существуют различные подходы для обработки изображений в системах распознавания лиц. Так в работе [6] авторы использовали нейронные сети для обучения с применением функции ArcFace для установления определенных признаков. В итоге данный метод позволил в два раза снизить количество ошибок при распознавании с использованием библиотеки Dlib. Вначале авторы использовали MTCNN подход, с помощью которого были получены пять ключевых точек на лицах, которые применяли для выравнивания лица. При распознавании лиц сначала использовали сверточную нейронную сеть Dlib и для сравнения использовали подход ArcFace (Additive Angular Margin Loss for Deep Face Recognition). В результате ArcFace провел оптимизацию расстояния между углом и дугой в нормированной гиперсфере.

Достаточно интересными являются подходы по использованию цветовой сегментации областей кожи. Применение такого подхода обладает целым рядом достоинств, таких как стабильность результата при изменении освещения, ориентации лица, устойчивость при смене выражения лица или при перекрытии изображения другим объектом.

Самым основным преимуществом является сравнительно малая вычислительная мощность, что определяет высокую скорость обработки информации. Однако существуют и определенные проблемы:

Возможное обнаружение предметов, которые по своему цвету близки к цвету кожи лица человека;

Цвет кожи в некоторой степени меняется с изменением освещенности в помещении или на улице [7].

В то же время качество распознавания лиц можно улучшить не только за счет применения более качественных подходов для классификации определенных признаков, но и за счет дополнительной обработки в целях улучшения качества изображений. Обычно это является одной из серьезных проблем, поскольку качество изображения на практике довольно часто оставляет желать лучшего.

Так в работе [8] для улучшения качества изображения применяли алгоритм MSR (Multi-Scale Retinex), который

работает в основном так же, как зрительная система человека. Достоинством такого подхода является то, что локальный контраст в ярко и плохо освещенных областях изображения сохраняется.

Отдельным направлением в распознавании лица человека является применение контурных моделей. При этом главной задачей, влияющей на правильность распознавания лица, является организация правильного выделения контуров определенных участков изображения (нос, брови, подбородок и т.п.). Необходимо отметить, что существуют значительные проблемы при использовании контурных алгоритмов в случаях неравномерного освещения лица, что зачастую выражается в потере линии контура и разрыве изображения [9].

Помимо указанных выше факторов сжатие изображения, что часто является обязательным при его обработке, существенно влияет на качество его распознавания. В работе [10] авторы установили, что некоторые из степеней сжатия могут успешно применяться для распознавания лиц без существенной потери в качестве распознавания и это также позволяет использовать определенные степени сжатия для хранения изображений в базах данных. Так, сжатие по алгоритму JPEG до 25% позволяет использовать изображения, как для хранения, так и для распознавания. Был разработан алгоритм эластичного графа, который позволил значительно повысить вероятность распознавания лиц и качество работы системы распознавания в целом.

В последнее время большое внимание уделяется новому методу распознавания лиц — распознавание по термографическим изображениям [11]. Выше мы уже упоминалась проблема различной освещенности участков лиц, которая мешала их качественному распознаванию и требовала соответствующей обработки.

Термографическое изображение (термограмма) лица позволяет провести запись изображения с использованием инфракрасных камер вне зависимости от освещенности (включая полную темноту), а также на значительном удалении. Не вызывает сомнения, что важным преимуществом является исключение способов фальсификации изображений лиц при помощи маскировки или грима. В то же время, немаловажно что, термографические методы распознавания позволяют различать те изображения, которые внешне очень похожи, например, в случае распознавания лиц близнецов или близких родственников. При этом, поскольку съемка делается в инфракрасном диапазоне, то основной величиной является температура кожи лица человека, которая в свою очередь зависит от многих факторов (рисунок 2).

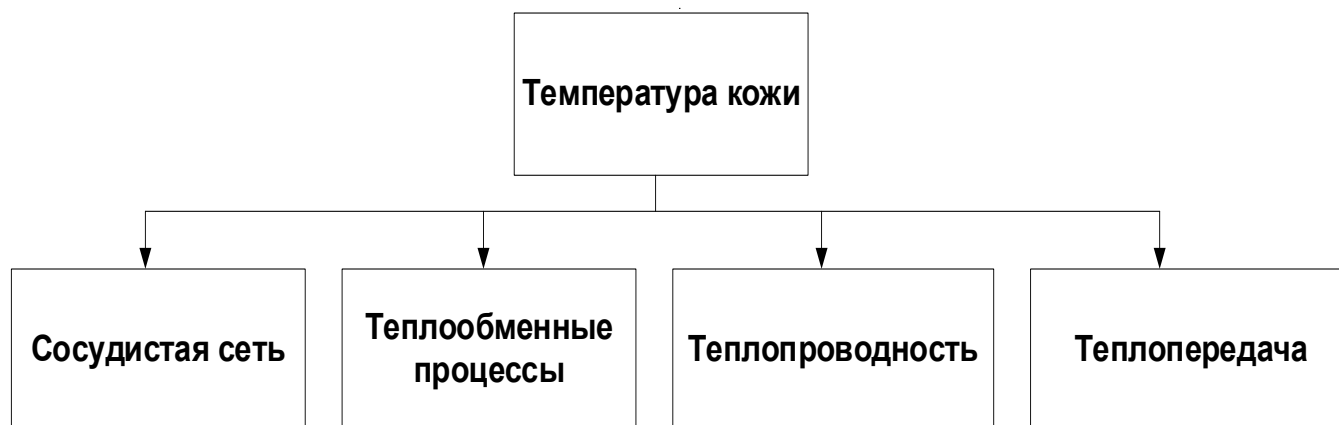


Рис. 2. Факторы, влияющие на температуру кожи человека

Сосудистая сеть человека влияет на величину кожного кровотока и зачастую нестабильна, изменяется при смене, как внутренней температуры, так и внешних условий окружающей среды. При этом теплообменные процессы, происходящие в организме человека и их интенсивность, в некоторой степени, вносят свой вклад в температуру кожи. Теплопроводность кожи также влияет на температуру лица человека. В то же время теплопередача вносит значительный вклад в изменение температуры кожи лица. Например, в местах скопления сосудов наблюдается наибольшее изменение температуры. В нормальных условиях температура кожи находится на уровне 30,5–35,5 °С.

Необходимо отметить, что термограммы каждого человека индивидуальны, поэтому вполне возможно проведение анализа и распознавания термографических изображений лиц. Термографические методы распознавания изображений лиц более устойчивы к колебаниям освещенности, наклонам головы, различным выражениям лица, в отличие от других методов распознавания изображений лиц. Исследования показали, что влияние фактора «старения» выражено в меньшей степени для термографических изображений, в отличие от обычных изображений [12].

Эффективность распознавания лиц была также подтверждена в работе [13], где проведен анализ 296 изображений лиц. При этом вероятность правильно проведенной идентификации изображений находилась в границах от 93% до 99% в зависимости от сложности распознавания.

Таким образом, можно предположить, что оптимальным вариантом является комбинированный метод распознавания изображений лиц, сочетающий распознавание в видимом и инфракрасном диапазоне спектра. Термографические методы имеют существенные недостатки, поскольку наведенные тепловые шумы от источников тепла мешают правильной идентификации изображений. В то же время широкое использование нейронных сетей приведет к усложнению системы распознавания, поэтому комбинированный метод является решением проблемы распознавания лиц в сложных случаях.

На основании вышесказанного можно сделать вывод, что методы распознавания изображений лиц, в том числе термографические, постепенно совершенствуются и будут находить новые области применения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Егоров, О.О. О возможности использования правоохранительными органами биометрического метода распознавания лица / О.О. Егоров // Информационная безопасность регионов. — 2011. — № 2 (9). — С. 113–117.
2. Нуржанов, Ф.Р. Математические методы и алгоритмы распознавания изображения лица человека / Ф.Р. Нуржанов, А.Ю. Даулетов // International Innovation Research. VII Международная научно-практическая конференция «Наука и Просвещение». — С. 123–126.
3. Тихонов, Т.С. Основные подходы к отслеживанию и распознаванию лица / Т.С. Тихонов, Ю.С. Белов // Электронный журнал: наука, техника и образование. — С. 111–115.
4. Петрашко, А.А. Методы выделения фрагментов изображения лица человека в системах распознавания образов / А.А. Петрашко, В.Т. Калайда // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. — 2005. — № 3(11). — С. 74–76.
5. Ахметзянов, К.Р. Программный комплекс распознавания лица человека / К.Р. Ахметзянов, В.И. Сазонов, Ю.Н. Липин, А.А. Южаков // Вестник УГАТУ. — 2017. — Т. 21. — № 3(77). — С. 79–86.

6. Идиятов, А. Р. Распознавание лиц в задаче поиска человека по лицу на мероприятиях / А. Р. Идиятов, В. Д. Фоменко, А. А. Козько // Вестник современных исследований. — 2018. — № 12(27). — С. 190–194.
7. Друки, А. А. Применение деформируемых эллиптических моделей для выделения лиц на изображениях и в видеопотоке / А. А. Друки // Проблемы информатики. — 2012. — № 2. — С. 37–44.
8. Пахирка, А. И. Применение метода улучшения изображений для систем распознавания лиц / А. И. Пахирка // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева. — 2010. — С. 25–29.
9. Трифоненко, А. С. Применение метода с использованием контурных моделей для распознавания человеческого лица / А. С. Трифоненко, А. Г. Янишевская // Обмен опытом в области создания сверхширокополосных радиоэлектронных систем. — 2014. — С. 306–307.
10. Куликов, А. А. Анализ влияния максимальной степени сжатия изображения лица на результаты распознавания лица / А. А. Куликов, Д. В. Демкин, А. Е. Мельков // Science Prospects. — № 3(54). — 2014. — С. 104–108.
11. Черемисина, Е. Н. Распознавание личности по термографическим изображениям лица: Современное состояние, перспективы развития / Е. Н. Черемисина, Н. С. Баша // Электронный журнал «Системный анализ в науке и образовании». — 2012. — № 2. — С. 1–9.
12. Chen, X. PCA-based face recognition in infrared imagery: Baseline and comparative studies / X. Chen, P. Flynn, K. Bowyer // IEEE International Workshop on Analysis and Modeling of Faces and Gestures. — France, Nice, 2003.
13. Chen, Y.-T. Human face recognition using thermal image / Y.-T. Chen, M.-S. Wang // Journal of Medical and Biological Engineering. — 2002. — Vol. 22(2). — P. 97–102.

© Катус Пётр Георгиевич ( kpg2010@yandex.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



НПО «Специальная техника и связь»