

УДК 004.921

Г.А. Пекшев, В.И. Свиридов
**О МЕТОДАХ РАСПОЗНАВАНИЯ И АНАЛИЗА ОСОБЕННОСТЕЙ
ИЗОБРАЖЕНИЯ ЛИЦЕВОЙ ОБЛАСТИ**

Воронежский институт высоких технологий

Рассмотрены проблемы распознавания лиц на изображениях. Описаны особенности используемых алгоритмов.

Ключевые слова: распознавание, лицо, изображение.

В современных технических системах решается множество задач, связанных с обработкой изображений [1-16].

Задачу, связанную с обнаружением лица на изображениях часто можно рассматривать как первую ступень, в предварительной обработке при процессах решения задач, относящихся к более высокому уровню. Кроме того и сама информация о существовании и, возможно, числе лиц на изображениях или в видеопотоках можно считать полезной для использования в таких приложениях, как охранные системы и системы, для осуществления анализа изображений.

Для машинного зрения часто можно встретить несколько модификаций по задачам, касающихся обнаружения лица [17]. Они могут быть охарактеризованы как проведение локализации областей лица и проведение отслеживания по перемещению лиц. Проведение локализации областей лица можно рассматривать упрощенный вариант в задачах обнаружения, поскольку мы опираемся на знания о том, что на изображениях существует одно и лишь одно лицо. Для задачи отслеживания перемещении лиц в видеопотоках можно проводить определения как задач по локализации лиц для текущего кадра, базируясь на информации о том, какое его положения для предыдущих кадров.

Задачу обнаружения лиц на изображении можно считать довольно простой для человеческого зрения, но если мы делаем попытку формирования автоматической системы, связанной с обнаружением лиц, приходится сталкиваться с такими трудностями:

- Можно говорить о большом разнообразии по внешнему виду лиц для различных людей;
- В случае небольшого изменения по ориентации лица по отношению к камере происходит заметное изменение в изображениях лиц;
- Может быть существование индивидуальных особенностей (связанных с усами, бородами, очками, морщинами и т.д.), что весьма сильно усложняет процессы автоматического распознавания;
- При изменении выражения лиц тоже происходит сильное усложнение автоматического распознавания;

- Части лица могут быть незаметными (закрытыми другими предметами) на изображениях;

При условиях съемок (связанных с освещением, цветовым балансом камеры, искажением изображений, привносимых оптикой системы, качеством изображения), они в большой мере оказывают влияние на получающиеся изображения лиц.

Таблица 1. Характеристики задач по обнаружению лиц

Задача	Исходные данные	Результат
Проведение обнаружения лица	Изображение	Выносятся решение о том, что существуют лица (и, возможно, их число) лиц на изображениях, определяется их положение
Проведение локализации лица	Изображение или какой-то фрагмент его, для которых содержится лишь одно лицо	Положение лиц на изображениях
Проведение отслеживания лица	Для текущего кадра видеопотока, для положения лица по предыдущим кадрам	Позиция лица по текущему кадру видео

Существующие в настоящее время алгоритмы, по обнаружению лиц могут быть разбиты на две большие категории. Для первых категорий можно отнести способы, отталкивающиеся от того, какой опыт человека по распознаванию лиц и в них происходит попытка по формализации и алгоритмизации такого опыта, при построении на его основе автоматических систем распознавания. Во второй категории используется инструментарий по распознаванию образов, при рассмотрении задачи обнаружения лиц, в виде частного случая для задач распознавания.

Задачи по обработке изображений используют многоэтапные алгоритмы [18-38].

Для человеческого мозга решать задачи обнаружения областей лиц для изображений довольно легко. Понятно, что хотелось бы попробовать рассмотреть возможности определения и использования принципов, на которых основывается человеческий мозг при процессах решения задач распознавания. Среди способов, которые делают такую попытку, можно сделать определение двух направлений: способы распознавания "сверху-вниз", которые основываются на знаниях и способы по распознаванию "снизу-вверх", базирующиеся на особенностях.

Проведение распознавания "сверху-вниз" ведет к тому, что создание определенных наборов правил, для которых должно быть соответствие части изображения, с тем, чтобы оно было признанным как человеческое лицо. Такой набор правил можно рассматривать как попытку по формализации эмпирических знаний о том, каким образом выглядят лица на изображениях, и какой информации руководствуется человек, когда он принимает решение, то что он видит - лицо или нет. При этом можно считать достаточны построение набора простых и очевидных характеристик в изображении лиц, например: лица обычно симметричны, в чертах лица (глаза, нос, рот) есть отличия для кожи с точки зрения яркости, часто для них, кроме того, есть соответствие по областям с резким изменением яркости, есть расположение черт лица достаточно определенным образом. Базируясь на указанных свойствах, можно осуществить построение алгоритма, который их проверяет на то, что они есть на фрагментах изображения. В этом семействе методик можно отметить проведение распознавания на основе шаблонов, которые заданы разработчиком. Шаблонами задается определенный стандартный образ по изображению лица, это может быть, например, на основе описаний свойств по отдельным областям лица и того, какое их возможное взаимное расположение. Проведение обнаружения лица на основе шаблона состоит в том, что идет проверка каждой из областей изображений по соответствию заданному шаблону.

Основные характеристики шаблонов и другие способы распознавания "сверху-вниз" применялись, большей частью, для ранних работ по обнаружению лиц. Это можно назвать первыми попытками по формализации признаков изображений лиц, также вычислительные мощности компьютеров для тех лет не позволяли эффективно применять более сложные подходы по распознаванию изображений. Но даже если алгоритмы наивные, не стоит считать работы не востребуемыми, так как многие методики, успешно используемые сейчас, были созданы или адаптированы к данным конкретным проблемам именно в них.

При проведение распознавания "снизу-вверх" рассматриваются инвариантные характеристики изображений лиц, исходя из предположения, что поскольку человек может достаточно легко осуществлять распознавание лица на изображениях вне зависимости от их ориентации, свойств освещения и индивидуальных характеристик, то необходимо присутствие некоторых признаков существования лиц на изображениях, которые инвариантны по отношению к условиям съемки. Для алгоритма работы способов распознавания "снизу-вверх" можно сделать следующее описание:

1. Действия по обнаружению элементов и характеристик, которые являются характерными для изображений лиц.

2. Проведение анализа по обнаруженным особенностям, на основе этого принимается решение о числе и расположении лиц.

На краях происходят резкие перепады яркости. В большинстве случаев края относятся к тем границам объектов, которые находятся на изображении. Исходя из этого факта, а также на основе предположения того, что лицо имеет форму эллипса с определенными пропорциями, близкими для различных людей, исследователи делали попытки по распознаванию лиц на основе карты краев (это касается изображений, на которых дано обозначение резких переходов яркости) и характерных форм лиц. Для резких перепадов яркости есть частое соответствие с чертами лиц - границы у глаз, носов, бровей, рта. Такое свойство бывает, что используют в определенных работах, которые изучают края на изображениях в виде признаков по потенциальному присутствию лиц.

Яркость соответствует областям изображения, которые связаны с чертами лица, и они темнее, чем та кожа, которая их окружает. Исходя из такого наблюдения, ряд ученых используют подходы по обнаружению и подчеркиванию областей с локальными минимумами яркостей, при рассмотрении их как потенциальных черт лица. В некоторых публикациях осуществляются попытки по использованию определенных схем взаимоотношений яркостей, которые характерны для выбранных черт лица.

Цвет, даже при том, что яркость обычно представляет собой основной источник информации для многих задач в машинном зрении, тоже представляет собой более мощное средство по распознаванию и различению объектов на изображениях. Как показывают эксперименты, цвет для кожи у различных людей может занимать весьма небольшие ограниченные подобласти в цветовом пространстве, пусть даже при изучении цветов кожи по разным расам. Притом основные отличия заключаются в яркостях, а не оттенках цвета, что дает возможности сделать выводы о близости оттенков цветов кожи у различных людей и применять характерный цвет кожи в виде признака для того, чтобы распознавать лица.

Базируясь на том, что действиям по распознаванию визуальных образов для высоких уровней в мозгу есть предшествование некой низкоуровневой организации визуальной информации, были предложены несколько операторов, которые подчеркивали части изображения, которые обладают характеристиками, близкими для черт лица. Речь идет о симметричности, близости границ черт лица по форме к параболической. В результате использования таких операторов применяется набор точек на изображениях, которые с высокой вероятностью относятся к характеристикам лица. В качестве других близких вариантов по распознаванию можно рассматривать применение жестких или

деформируемых шаблонов по обнаружению характеристик лица (например, глаз).

После того, как на изображениях выделяются области, которые обладают свойствами, связанными с человеческим лицом, делают их комплексную проверку для того, чтобы выявить области, действительно являющиеся лицами. Основная идея такой проверки связана с характером применяемых признаков, а также с избранными исследователями стратегиями. Например, если признаками являются потенциальные характеристики лица, которые найдены на основе анализа карты краев, то при проверке будет осуществляться анализ по их взаимному расположению для того, чтобы определить, можно ли создавать на их основе человеческое лицо. При этом, даже если применяют распознавание исходя из цвет, то можно добавить дополнительные условия, которые говорят о том, что потенциальными лицами будут считаться лишь области, которые близки по цветам к оттенкам кожи, но формы областей должны быть эллиптическими. Проведение проверки по соотношению обнаруженных признаков лиц можно проводить на основе: некоторого эмпирического алгоритма, статистики по взаимному расположению признаков, которая собрана, исходя из изображений лиц, моделирования процессов, происходящих в человеческом мозгу при осуществлении процессов распознавания визуальных образов, использования жестких или деформируемых шаблонов по расположению черт лиц и т.д.

Алгоритмы, связанные с распознаванием изображений, могут быть доработаны с тем, чтобы использовать их в различных прикладных задачах [33-47] и при подготовке инженеров [48-49].

ЛИТЕРАТУРА

1. Головинов С.О., Миронченко С.Г., Щепилов Е.В., Преображенский А.П. Цифровая обработка сигналов / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2009. № 4. С. 064-065.
2. Преображенский А.П., Чопоров О.Н. Алгоритмы прогнозирования радиолокационных характеристик объектов при восстановлении радиолокационных изображений / Системы управления и информационные технологии. 2004. Т. 17. № 5. С. 85-87.
3. Косилов А.Т., Преображенский А.П. Восстановление радиолокационных изображений объектов с использованием методов радиоголографии / Вестник Воронежского государственного технического университета. 2005. Т. 1. № 8. С. 79-81.
4. Коденцев Е.И., Преображенский А.П. Некоторые характеристики радиочастотной идентификации / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 22-23.

5. Блохина Т.В. Исследование алгоритмов обработки изображений / Современные наукоемкие технологии. 2013. № 8-1. С. 70.
6. Пивоварова Ю.А. Об обработке радиоизображений / Современные наукоемкие технологии. 2013. № 8-1. С. 61.
7. Вострикова О.С. Особенности разработки подсистемы анализа сигналов с различными помехами / В мире научных открытий. 2010. № 4-3. С. 143-144.
8. Гащенко И.А. Разработка программного средства распознавания изображений сигналов / Современные наукоемкие технологии. 2014. № 5-2. С. 37-38.
9. Щепилов Е.В. Автоматизация процесса распознавания изображений сигналов сложной формы / В мире научных открытий. 2010. № 4-4. С. 39-40.
10. Любимова М.А. Вопросы фрактальной обработки и сжатия изображений / Успехи современного естествознания. 2011. № 7. С. 147.
11. Кульнева Е.Ю., Ружицки Е. Вопросы многочастотной обработки сигналов в информационных системах / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 11. С. 68-71.
12. Пивоварова Ю.А. Об обработке радиоизображений / Современные наукоемкие технологии. 2013. № 8-1. С. 74.
13. Блохина Т.В. Особенности исследования алгоритмов обработки изображений / Современные наукоемкие технологии. 2014. № 5-2. С. 31.
14. Щепилов Е.В. Построение алгоритма распознавания изображений сигналов сложной формы / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2009. № 5. С. 216-221.
15. Васильева К.С. Проблемы обработки изображений / Современные наукоемкие технологии. 2014. № 5-2. С. 34.
16. Босова О.В. Проблемы обработки изображений в технических системах / Успехи современного естествознания. 2012. № 6. С. 105а.
17. Wu Bo. A Multi-View Face Detection Based on Real Adaboost Algorithm/ Computer Research and Development, 42 (9), pp.1612-1621, 2005.
18. Чутченко Ю.Е., Преображенский А.П. Исследование возможности улучшения качества изображения / Территория науки. 2007. № 3. С. 364-369.
19. Преображенский А.П. Анализ методов кодирования разных видов информации / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 74-77.
20. Федоринова Н.В., Преображенский А.П. Исследование исправляющей способности кодов / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2008. № 3. С. 094-097.

21. Lvovich I.Ya., Preobrazhensky A.P., Choporov O.N. Analysis of potential of error-correcting capabilities of codes / Life Science Journal. 2013. Т. 10. № 4. С. 830-834.
22. Пеньков П.В. Экспертные методы улучшения систем управления / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. № 9. С. 108-110.
23. Фомина Ю.А., Преображенский Ю.П. Принципы индексации информации в поисковых системах / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2010. № 7. С. 98-100.
24. Преображенский Ю.П. Разработка методов формализации задач на основе семантической модели предметной области / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2008. № 3. С. 075-077.
25. Зяблов Е.Л., Преображенский Ю.П. Построение объектно-семантической модели системы управления / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2008. № 3. С. 029-030.
26. Львович Я.Е., Преображенский Ю.П., Паневин Р.Ю. Адаптивное управление марковскими процессами в конфликтной ситуации / Вестник Воронежского государственного технического университета. 2008. Т. 4. № 11. С. 170-171.
27. Ермолова В.В., Преображенский Ю.П. Методика построения семантической объектной модели / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. № 9. С. 87-90.
28. Иванов М.С., Преображенский Ю.П. Разработка алгоритма отсекающего деревьев / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2008. № 3. С. 031-032.
29. Зяблов Е.Л., Преображенский Ю.П. Разработка лингвистических средств интеллектуальной поддержки на основе имитационно-семантического моделирования / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2009. № 5. С. 024-026.
30. Преображенский Ю.П., Ермаченко А.С. Сравнительный анализ алгоритмов поиска текстовых фрагментов / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2010. № 7. С. 76-78.
31. Паневин Р.Ю., Преображенский Ю.П. Реализация транслятора имитационно-семантического моделирования / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2009. № 5. С. 057-060.
32. Преображенский Ю.П. Алгоритм нахождения оптимальной стационарной стратегии для марковских процессов принятия решений / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2010. № 6. С. 81-82.
33. Максимов И.Б. Принципы формирования автоматизированных рабочих мест / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 130-135.

34. Гончарова Н.П. Применение методов аппроксимации данных / Успехи современного естествознания. 2011. № 7. С. 97а.
35. Мозговой А.А. Проблемы существующих методик оптического распознавания рукописного текста / Вестник Воронежского государственного технического университета. 2012. Т. 8. № 7-1. С. 22-25.
36. Рогожин С.В., Преображенский А.П. Цифровая обработка рентгеновских снимков / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2009. № 4. С. 034-036.
37. Львович Я.Е., Львович И.Я. Принятие решений в экспертно-виртуальной среде / Воронежский ин-т высоких технологий, Российский новый ун-т, Воронежский филиал. Воронеж, ООО "Издательство "Научная книга", 2010, 139 с.
38. Чопоров О.Н., Чупеев А.Н., Брегеда С.Ю. Методы анализа значимости показателей при классификационном и прогностическом моделировании / Вестник Воронежского государственного технического университета. 2008. Т. 4. № 9. С. 92-94.
39. Чопоров О.Н., Наумов Н.В., Куташова Л.А., Агарков А.И. Методы предварительной обработки информации при системном анализе и моделировании медицинских систем / Врач-аспирант. 2012. Т. 55. № 6.2. С. 382-390.
40. Чопоров О.Н., Разинкин К.А. Оптимизационная модель выбора начального плана управляющих воздействий для медицинских информационных систем / Системы управления и информационные технологии. 2011. Т. 46. № 4.1. С. 185-187.
41. Дешина А.Е., Ушкин И.А., Чопоров О.Н. Интегральная оценка общего риска при синтезе ИТКС на основе параметров риска ее компонентов / Информация и безопасность. 2013. Т. 16. № 4. С. 510-513.
42. Чопоров О.Н., Гладских Н.А., Пронин С.С., Чудинов М.И., Семенов С.Н., Матюшевский К.Л. Рационализация управления региональными системами на основе использования методов системного анализа, информационных и ГИС-технологий / Прикладные информационные аспекты медицины. 2007. Т. 10. № 2. С. 15-19.
43. Душкин А.В., Чопоров О.Н. Декомпозиционная модель угроз безопасности информационно-телекоммуникационным системам / Информация и безопасность. 2007. Т. 10. № 1. С. 141-146.
44. Дешина А.Е., Чопоров О.Н., Разинкин К.А. Информационные риски в мультисерверных системах: выбор параметров системы защиты / Информация и безопасность. 2013. Т. 16. № 3. С. 365-370.
45. Аникин В.В., Аюпов Р.Ш., Аюпова К.В., Батенькина О.В., Васків О.М.В., Завистовская Т.А., Ипатов Ю.А., Кастаргин М.А., Ковалев А.Ю., Ковалева Н.А., Ковшов Е.Е., Кревецкий А.В., Кульнева Е.Ю.,

- Львович И.Я., Маракасов Ф.В., Нырков А.П., Преображенский А.П., Савченко А.А., Соколов С.С., Хозяинова Т.В., Чернова О.В., Шевчук И.Б., Щелоков С.А. Автоматизация и информационные технологии - от постановки до ввода в эксплуатацию / Одесса, 2013, Издательство: Куприенко Сергей Васильевич, 216 с.
46. Преображенский Ю.П., Паневин Р.Ю. Формулировка и классификация задач оптимального управления производственными объектами / Вестник Воронежского государственного технического университета. 2010. Т. 6. № 5. С. 99-102.
47. Львович Я.Е. Многоальтернативная оптимизация: теория и приложения / Воронеж, 2006, Издательство "Квартга", 415 с.
48. Жданова М.М., Преображенский А.П. Вопросы формирования профессионально важных качеств инженера / Вестник Таджикского технического университета. 2011. Т. 4. № -4. С. 122-124.
49. Свиридов В.И. Технологии, применяемые при подготовке современных инженеров / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. № 9. С. 151-152.

G.A. Pekshev, V.I.Sviridov

**THE METHODS ASSOCIATED WITH THE DETECTION AND
ANALYSIS OF CHARACTERISTICS ASSOCIATED WITH THE
IMAGE OF THE FACE**

Voronezh Institute of High Technologies

The problems of face recognition in images are considered. The characteristics of the used algorithms are shown.

Keywords: recognition, face, image.