

А.А. ФОМИН, А.А. ТРИФОНОВ

**Исследование алгоритмов
распознавания лиц на изображении**

УДК 004.056.53

Муромский институт
(филиал) ФГБОУ ВО
«Владимирский
государственный
университет имени
А.Г. и Н.Г. Столетовых»,
г. Муром

В статье проведено исследование современных алгоритмов распознавания лиц на изображении, рассмотрены их достоинства и недостатки, а также сферы применения.

Введение

В настоящее время, кардинальным решением задачи повышения защиты объекта от несанкционированного доступа является использование биометрической идентификации. Главная особенность данного вида идентификации – опознание объекта не по присвоенным человеку идентификационным признакам, а по физиологическим свойствам или особенностям самого человека [1].

Основное отличие биометрического способа идентификации от других технологий состоит в том, что решения принимаются системой на основе вероятностного характера полученной информации. В этом случае ошибки в принятии решений неизбежны, и можно говорить только о снижении вероятности появления ошибок [2].

Существует множество методов биометрической идентификации. В настоящее время наиболее актуальным и динамично-развивающимся методом является идентификация на основе распознавания лиц [3].

Данный метод идентификации имеет ряд преимуществ:

- изображение лица может быть зафиксировано с расстояния, без прикосновения к идентифицируемому лицу;
- для идентификации не требуется прямого взаимодействия с объектами считывания;

- изображения можно архивировать и использовать позже для идентификации объекта.

Идентификация на основе распознавания лиц находит свое применение во многих областях нашей жизни и может использоваться как [4]:

- оснащение пунктов пропуска на границе, в аэропортах, железнодорожных и морских вокзалах;

- системы доступа в помещения и зоны с ограниченным доступом;

- динамичное распознавание человека в движущейся толпе;

- системы поиска людей.

Одними из самых распространенных алгоритмов распознавания лиц являются [5]:

- алгоритм Eigenfaces – метод главных компонент;

- алгоритм Fisherfaces – линейный дискриминантный анализ;

- алгоритм Local Binary Patterns Histograms – применение двоичных локальных особенностей.

Описание алгоритмов

Алгоритм Eigenfaces основан на методе главных компонент [6]. Предположим, что имеется база данных лиц, где изображения имеют размер $N \times N$ пикселей. Каждое изображение из базы данных представляют точкой в пространстве размерностью $N \times N$ (Рис.1). Основная идея алгоритма состоит в том, чтобы найти такой базис меньшей размерности, после проекции в который максимально сохраняется информация по осям с большой дисперсией и теряется информация по осям с маленькой дисперсией [7]. Это нужно для того, чтобы оставить только ту информацию, которая бы характеризовала различия лиц и удалить ненужную информацию, которая может помешать правильно идентифицировать человека. Процедура идентификации выполняется в новом базисе с использованием Евклидовой метрики.

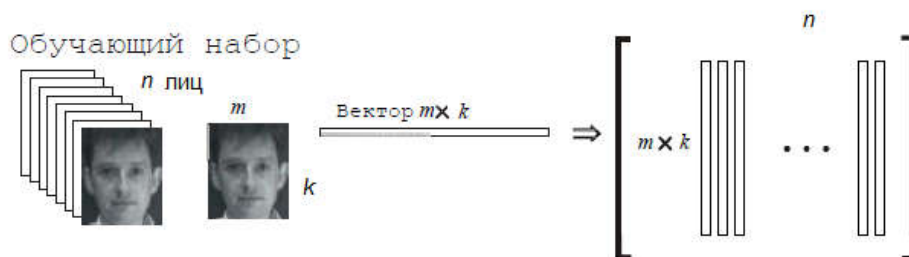


Рис.1. Преобразования обучающего набора лиц в одну общую матрицу X

Алгоритм Fisherfaces предполагает наличие множества фотографий при разных условиях освещенности у каждой персоны в базе данных [8]. В алгоритме, как и в EigenFaces, предполагается поиск базиса, но такого, который позволил бы максимизировать дисперсию между множествами изображений лиц и одновременно минимизировать дисперсию внутри каждого множества.

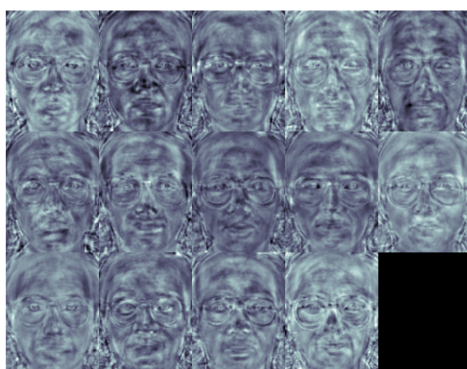


Рис.2. Собственные вектора, полученные на обучаемом наборе лиц

Алгоритм Local Binary Patterns Histograms (LBPH) основан на применении локальных бинарных шаблонов [9]. Локальный бинарный шаблон (ЛБШ) представляет собой описание окрестности пикселя изображения в двоичном представлении. Базовый оператор ЛБШ, применяемый к пикселю изображения, использует восемь пикселей окрестности, принимая значение интенсивности центрального пикселя в качестве порога (Рис.3). Изображения лиц могут рассматриваться как набор всевозможных локальных особенностей, которые хорошо описываются с помощью локальных бинарных шаблонов[10]. Однако гистограмма, построенная для всего изображения в целом, кодирует лишь наличие тех или иных локальных особенностей, но при этом не содержит никакой информации об их расположении на изображении. Для учета такого

рода информации изображение разбивается на подобласти, в каждой из которых вычисляется своя гистограмма. Путем конкатенации этих гистограмм может быть получена общая гистограмма, учитывающая как локальные, так и глобальные особенности изображения [6]. На основе данной гистограммы и производится распознавание лица.

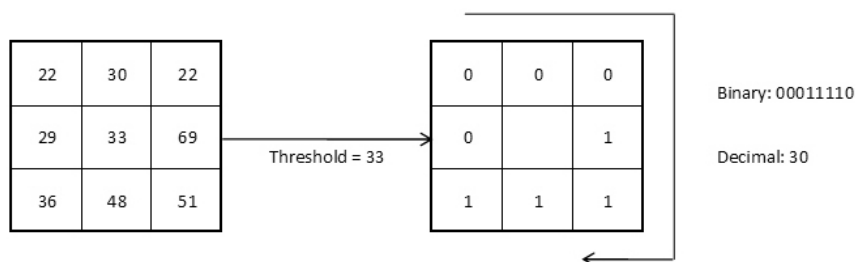


Рис.3. Базовый оператор ЛБШ

Исследование алгоритмов распознавания лиц

Для исследования алгоритмов была выбрана база лиц из 30 людей. По каждому человеку сделана серия изображений, отличающихся:

- ракурсом снимка и выражением лица;
- уровнем яркости;
- уровнем контрастности;
- уровнем шума;
- уровнем размытия.

Для проведения исследований, учитывающих разный ракурс расположения человека, были выбраны серии портретных снимков, которые представлены на рисунке 4.



Рис.4. Серия портретных снимков

В исследовании принимали участие 210 портретных снимков, по 7 на каждого из людей. Результаты распознавания представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты распознавания алгоритмов на основе положения головы

Ракурс расположения головы	Алгоритм Eigenfaces	Алгоритм Fisherfaces	Алгоритм LBDP
Исходное изображение	93,33%	100,00%	100,00%
Улыбка	86,67%	100,00%	100,00%
Поворот головы вправо	73,33%	66,67%	86,67%
Поворот головы влево	73,33%	80,00%	100,00%
Улыбка с поворотом головы	40,00%	20,00%	80,00%
Поднятая голова	53,33%	40,00%	60,00%
Опущенная голова	66,67%	73,33%	86,67%

По результатам проведенных исследований все алгоритмы показали удовлетворительный результат при направлении головы вперед – в среднем 97% точных распознаваний. При изменении угла поворота и наклона головы процент распознавания значительно снижается. Наиболее эффективным методом в таких условиях является алгоритм LBDP, показавший результат от 60% до 100% в зависимости от сложности ракурса.

Следующим этапом исследования является изменение яркости изображения. Была выбрана серия снимков с различным уровнем яркости (Рис.5).

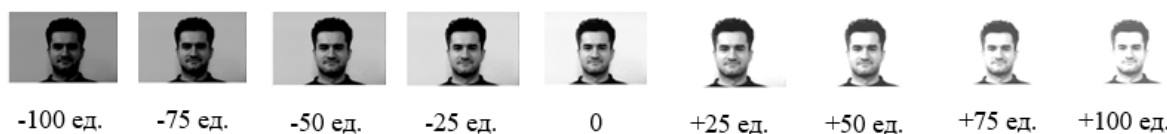


Рис.5. Серия снимков с изменением яркости

В исследовании принимали участие 240 портретных снимков, по 8 с различным уровнем яркости на каждого из людей. Результаты распознавания представлены на рисунке 6.

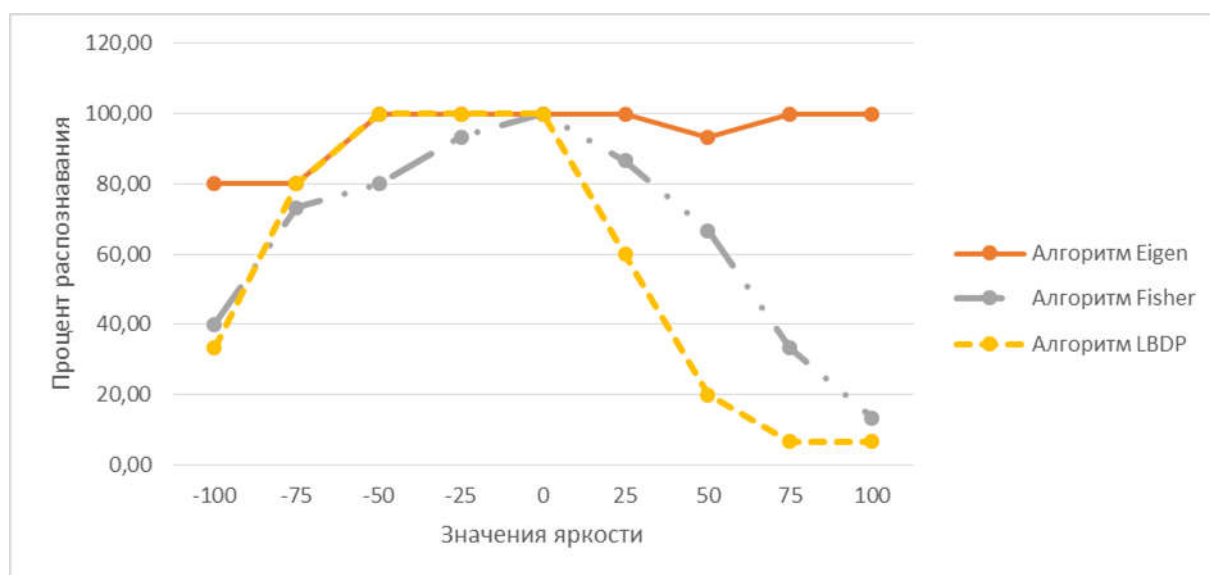


Рис. 6. Зависимость точности распознавания алгоритмов от уровня яркости изображения

В результате исследований выявлено, что наиболее устойчивым алгоритмом к изменению яркости изображения, является Eigenfaces алгоритм. При небольших изменениях освещенности (от -50 ед. до +25 ед.), данный алгоритм показывает 100% точных распознаваний. При сильном затемнении изображения точность распознавания падает до 80%.

Аналогичным образом проведены исследования по изменению контрастности изображения (Рис. 7).

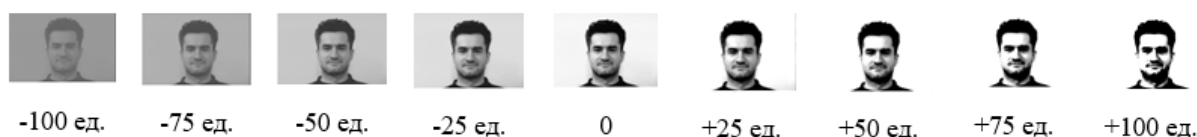


Рис.7. Серия снимков с изменением уровня шума

В исследовании принимали участие 240 портретных снимков, по 8 с различным уровнем контрастности на каждого из людей. Результаты распознавания представлены на рисунке 8.

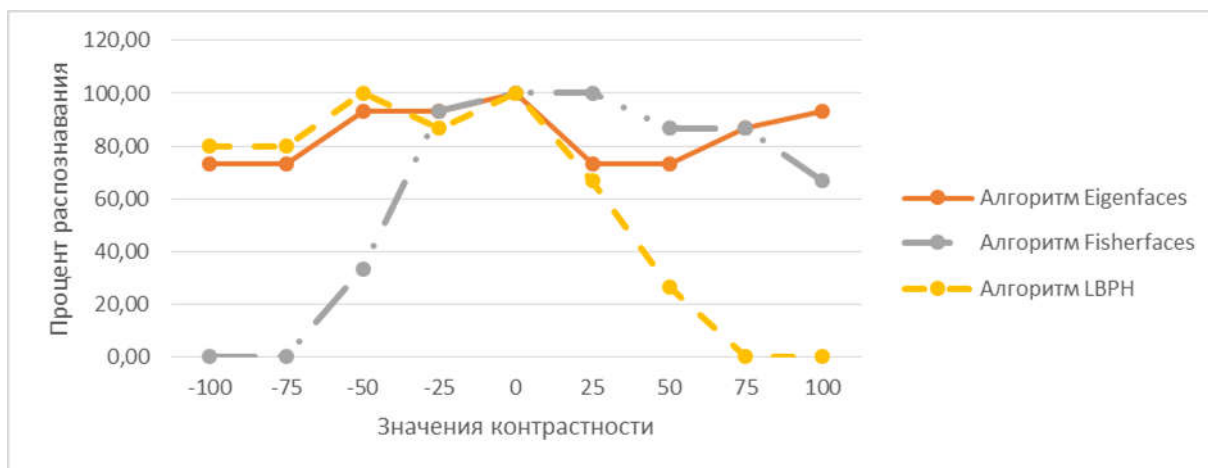


Рис. 8. Зависимость точности распознавания алгоритмов от контрастности изображения

Все алгоритмы способны к распознаванию лиц при незначительном изменении контрастности в диапазоне от -25 ед. до +25 ед., процент точных распознаваний находится в диапазоне от 68% до 100%. Наиболее устойчивым алгоритмом к изменению контрастности является Eigenfaces алгоритм – от 73% до 100% точных распознаваний. Fisherfaces алгоритм показывает результаты только при положительных значениях контрастности – от 86% до 100%. LBPH алгоритм, наоборот, не умеет работать с высокими значениями контрастности, но выполняет распознавание при отрицательных значениях контрастности – от 80% до 100%.

Для исследования распознавания лиц при воздействии шумов на изображении была выбрана серия снимков, представленная на рисунке 9.



Рис.9. Серия снимков с изменением уровня шума

В исследовании принимали участие 180 портретных снимков, по 6 с различным уровнем зашумления на каждого из людей. Результаты распознавания представлены на рисунке 10.

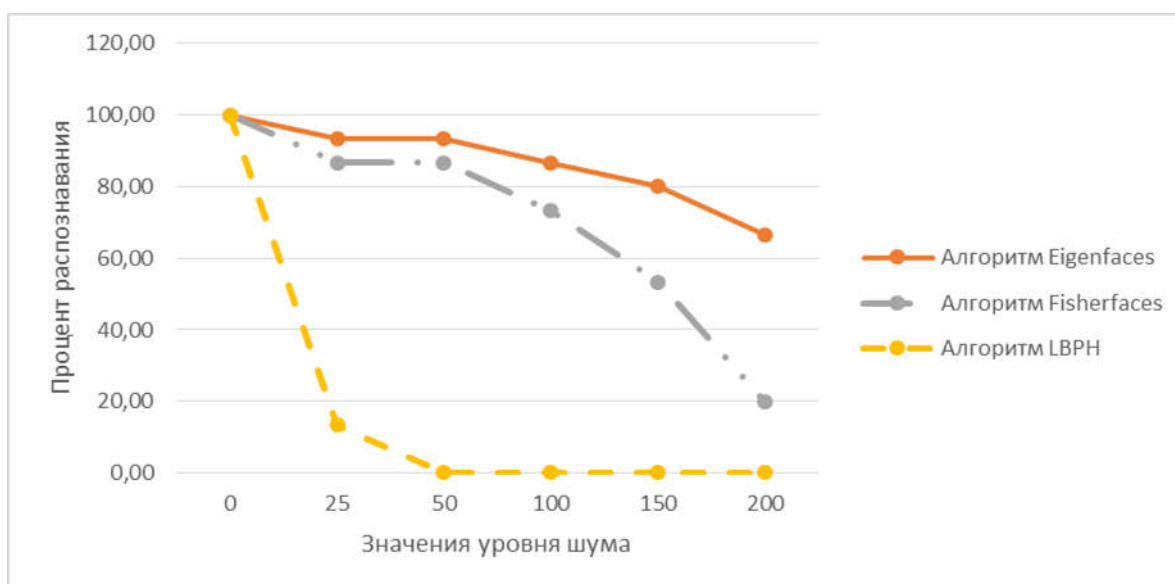


Рис.10. Зависимость точности распознавания алгоритмов от уровня зашумленности изображения

При увеличении воздействия шума на изображение распознавание объектов уменьшается. Самое большое влияние шум оказывает на LBPH алгоритм. При появлении даже незначительного зашумления приводит к отрицательному распознаванию. Наиболее устойчивыми являются алгоритмы Eigenfaces и Fisherfaces. Eigenfaces алгоритм выполняет распознавания даже при сильном зашумлении (200 дБ.) – 68% точных распознаваний.

Завершающим этапом исследования, является исследование снимков с разным уровнем размытия. Для этого используется медианный фильтр с различными значениями радиуса окна фильтрации (Рис. 11).



Рис.11. Серия снимков с изменением уровня размытия

В исследовании принимали участие 150 портретных снимков, по 5 с различным уровнем размытия на каждого из людей. Результаты распознавания представлены на рисунке 12.

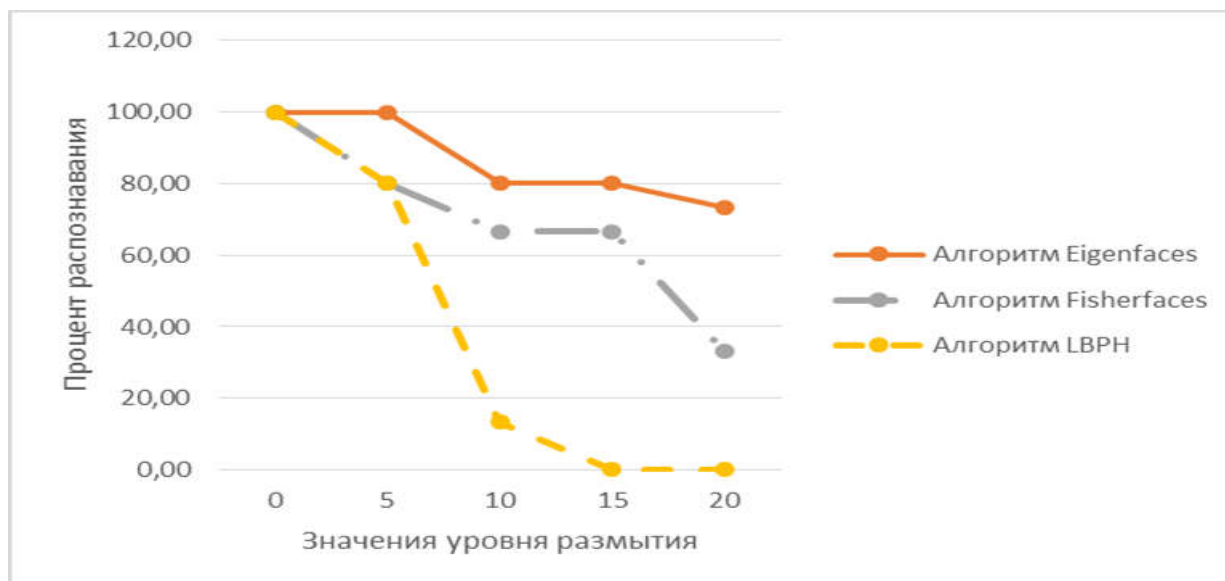


Рис.12. Зависимость точности распознавания алгоритмов от уровня размытия изображения

Наиболее устойчивым алгоритмом к размытию изображения, является Eigen алгоритм. Данный алгоритм при незначительном уровне размытия (5 ед.) показал 100% точных распознаваний. Алгоритм LBPH имеет 0% точных распознаваний при размытии изображении от 15 ед.

Заключение

Выбор алгоритма распознавания лиц на изображении, является важным этапом при разработке систем идентификации. Выбор алгоритма распознавания зависит от таких факторов как количество камер для распознавания, изменения освещенности, воздействия шумов на изображении.

Для исследования алгоритмов распознавания лиц на изображении были выбраны алгоритмы:

- алгоритм Eigenfaces – метод главных компонент;
- алгоритм Fisherfaces – линейный дискриминантный анализ;
- алгоритм Local Binary Patterns Histograms – применение двоичных локальных особенностей.

По результатам исследования были сделаны следующие выводы:

- Алгоритм Eigenfaces, показал эффективное распознавание при положении головы вперед, но эффективность данного

алгоритма падала даже при незначительных поворотах и наклонах головы. Также данный алгоритм показал устойчивость к различного рода воздействиям на изображение, такую как изменение яркости, контрастности и зашумления изображения.

- Алгоритм Fisherfaces, наиболее устойчив к изменению положения головы, относительно Eigenfaces. Также данный алгоритм показал высокий уровень (около 88%) распознавания в условиях высокой засветленности изображения, но плохой (37%) при затемнении изображения.

- Алгоритм Local Binary Patterns Histograms, показал наиболее точные результаты по изменению положения головы среди рассмотренных алгоритмов, однако данный алгоритм очень чувствителен к различного рода шумам на изображении (распознавание упало до 0% даже при незначительном воздействии), поэтому, используя данный алгоритм, необходимо предварительно обработать изображение, и избавиться от шумов.

Литература

1. Обзор технологий идентификации и аутентификации //URL: <https://www.infosecurity.ru/> (дата обращения: 15.02.2016)
2. Зегжда Д.П., Ивашко А.М. Основы безопасности информационных систем. – М.: Горячая линия - Телеком, 2000. – 452 с.
3. Идентификация и аутентификация, управление доступом //URL: <https://http://www.intuit.ru/> (дата обращения: 20.02.2016)
4. Иванов А.И. Биометрическая идентификация личности по динамике подсознательных движений. Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2000. – 188 с.
5. Современные биометрические методы идентификации //URL: <http://www.intuit.ru/> (дата обращения: 28.02.2016)
6. Eigenfaces алгоритм //URL: <http://docs.opencv.org/> (дата обращения: 05.03.2016)
7. Метод главных компонент //URL: <http://www.machinelearning.ru/> (дата обращения: 07.03.2016)
8. Fisherfaces алгоритм //URL: <https://intuit.ru/> (дата обращения: 15.03.2016)
9. Face Recognition with OpenCV //URL: <http://docs.opencv.org/> (дата обращения: 25.03.2016)