

Применение Нейронной Сети Для Распознавания Частных Признаков Дактилоскопических Изображений

Гудков Владимир Юльевич, Челябинский государственный университет, Челябинск, Россия
diana@sonda.ru

Дорофеев Константин Андреевич, Челябинский Государственный Университет, Челябинск, Россия
kostuan1989@mail.ru

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются вопросы распознавания частных признаков дактилоскопических изображений и методы их решения, а также возможность применения нейронных сетей для распознавания изображений с априорной неопределенностью.

Ключевые слова: биометрия, нейронные сети, отпечатки пальцев, распознавание.

1. ВВЕДЕНИЕ

Целью работы является исследование методов распознавания дактилоскопических изображений (ДИ) на основе нейронных сетей (НС) и методов обучения НС на эталонных векторах [1, 3] в виде структурных особенностей ДИ [4, 5]. Для достижения поставленной цели были решены следующие основные задачи:

- разработка и тестирование алгоритма функционирования и обучения НС на основе метода обратного распространения ошибки [3];
- разработка и тестирование алгоритмов предварительной обработки ДИ, которая подготавливает входные векторы для обучения НС [2];
- подготовка обучающего и тестового массива ДИ;
- обучение НС и проверка ее работы [1].

Практическая ценность работы заключается в возможности применения выработанных концепций и алгоритмов в системах контроля и управления доступом, системах верификации и идентификации личности [5].

2. МЕТОД ОБУЧЕНИЯ СЕТИ

Для исследования поставленных задач разработана программа, считывающая битовую карту ДИ и выполняющая его предварительную обработку:

- построение и улучшение гистограммы [2];
- применение сглаживающего фильтра для удаления высокочастотных шумов [4];
- построение векторного поля градиента ДИ в виде препаратов модуля и аргумента [4].

В качестве выходных параметров предварительной обработки выбраны именно модуль и аргумент векторного поля градиента для простой окрестности по следующим причинам.

В исходном виде изображения представляют собой массив значений яркости пикселей [2]. Соответственно, мощность пространства всех изображений составляет значение

$$|F| = 256^{N \cdot M},$$

где N и M – ширина и высота изображения, 256 – число градаций серого. Так для изображений размером 1000×1000

$$|F| \sim 2^{10^7}.$$

При вычислении модуля и аргумента векторного поля размерность пространства всех изображений уменьшается.

Действительно, учитывая пределы изменения модуля (0..200) и аргумента (0..180), а также размеры небольших окрестностей векторного поля (в области t×t пикселей изменения векторного поля незначительны), получим:

$$|F| = 180^{(N \cdot M)/t^2} + 200^{(N \cdot M)/t^2}.$$

Например, для изображения 1000×1000 пикселей и окрестности 10×10 мощность составит:

$$|F| \sim C_1 * 2^{C_2 * 10^4},$$

где C_1, C_2 – константы.

Расчеты показывают, что мощность пространства векторных полей меньше мощности пространства изображений. Известно, что НС позволяет разделять элементы n-мерного пространства и, поэтому, эффективнее создать сеть, разделяющую элементы пространства с меньшей мощностью [3]. Так как направление линий, которое определяет векторное поле, является ведущей характеристикой ДИ [5], векторное поле градиента было выбрано для обучения НС.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ

Разработана программа, позволяющая обучать и тестировать работу трехслойной НС архитектуры 81-27-3. Для работы программы сформирован тестовый и обучающий массив ДИ. На обучающих ДИ вручную экспертом-криминалистом указаны частные признаки ДИ (координаты и направления). Пример такого ДИ показан на рис. 1. Частные признаки определяют координаты, указывающие малые окрестности. По этим окрестностям для НС построены обучающие векторы как часть векторного поля градиента по правилу: одна окрестность – вектор модуля и вектор аргумента градиента.



Рис. 1: Частные признаки изображения

Дополнительно к указанным обучающим векторам вручную добавлены векторы, соответствующие областям изображения, не содержащим частных признаков. Окрестности таких векторов показаны квадратиками на рис. 2. Эти векторы, каждый из которых представляет вектор модуля и вектор аргумента градиента окрестности, также применялись для обучения НС. Они образуют класс векторов, для которых не должны детектироваться частные признаки ДИ.

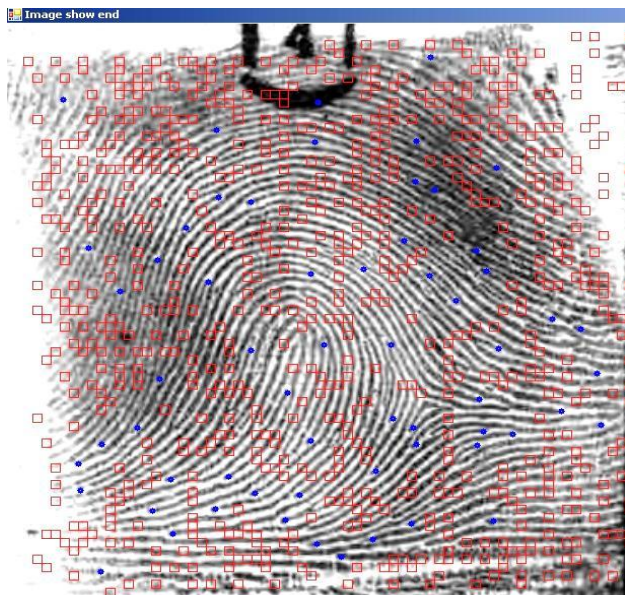


Рис. 2: Области с нулевым откликом

На выходе НС для каждой окрестности ДИ вычисляется вероятность того, что в выделенной окрестности расположен частный признак. Такие окрестности (всего 9x9 пикселей изображения) с масштабированной вероятностью показаны на рис. 3. Темным цветом отмечены области, в которых вероятность появления частного признака близка к нулю. Яркий цвет соответствует значительному отклику НС и в этой окрестности наиболее вероятно появление частного признака.

На этом же рис. 3. представлено детектированное поле направлений линий ДИ на основе векторного поля градиента, полученного на этапе предварительной обработки.

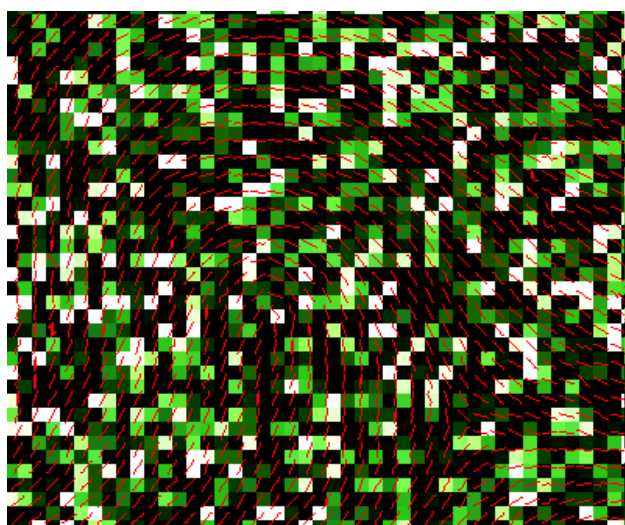


Рис. 3: Поле направлений и вероятности, рассчитанные на выходе НС

На рис. 4 крупным планом показаны результаты распознавания частных признаков ДИ с помощью НС. Области, в которых рассчитана высокая вероятность существования частного признака, выделены ярким квадратиком.

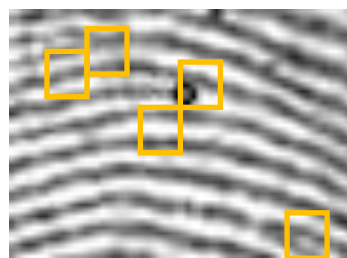


Рис. 4: Истинные и ложные области частных признаков

4. ВЫВОДЫ

Эксперименты показали, что нейронная сеть обучается с ошибкой. На представленных рисунках видно, что отклик сети в “красных” областях близок к нулю. Также присутствует значимая вероятность правильного детектирования частных признаков. По мнению авторов полученных результатов для создания работающей дактилоскопической системы недостаточно, а общая задача распознавания частных признаков ДИ для НС является достаточно сложной.

Основные направления дальнейших исследований заключаются в увеличении мощности входного вектора НС до 400, исследовании различных активационных функций, в том числе гармонических, модификации алгоритма обучения с целью уменьшения ошибки обучения и сравнение различных способов предварительной обработки ДИ для формирования обучающих векторов НС.

5. ССЫЛКИ

- [1] Галушкин, А.И. Теория нейронных сетей: учебное пособие для вузов: кн. 1 / А.И. Галушкин. – М.: Изд-во ИПРЖР, 2000. – 416 с.
- [2] Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс; пер. с англ.; под ред. П.А. Чочиа. – М.: Техносфера, 2006. – 1072 с.
- [3] Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации / С. Осовский; пер. с польского И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344с.
- [4] Яне, Б. Цифровая обработка изображений / Б. Яне; пер. с англ. А.М. Измайлова. – М.: Техносфера, 2007. – 583 с.
- [5] Ratha, N. Automatic Fingerprint Recognition Systems / N. Ratha. – New York.: Business Media, 2004. – 458 с.

Об авторах

Гудков Владимир Юльевич – кандидат технических наук, доцент Челябинского государственного университета. Его адрес: diana@sonda.ru.

Область научных интересов: обработка изображений, распознавание образов, дактилоскопические технологии.

Дорофеев Константин Андреевич – аспирант кафедры прикладной математики Челябинского государственного университета. Его адрес: kostuan1989@mail.ru.

Область научных интересов: биометрия, нейронные сети, обработка изображений.