

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра теоретических основ
компьютерной безопасности и
криптографии

**Распознавание изображений с помощью радиально-базисных
нейронных сетей**

АВТОРЕФЕРАТ

дипломной работы

студентки 6 курса 631 группы

специальности 090102.65 «Компьютерная безопасность»

факультета компьютерных наук и информационных технологий

Одрузовой Юлии Игоревны

Научный руководитель

ст. преподаватель

И.И. Слеповичев

Заведующий кафедрой

профессор, к.ф.-м.н.

В.Н. Салий

Саратов 2016

ВВЕДЕНИЕ

Распознавание — это способность живых организмов обнаруживать в потоке информации, поступающей от органов чувств, определённые объекты, закономерности, явления.

Возможность распознавания опирается на схожесть однотипных объектов. Несмотря на то, что все предметы и ситуации уникальны в строгом смысле, между некоторыми из них всегда можно найти сходства по тому или иному признаку. Отсюда возникает понятие классификации — разбиения всего множества объектов на непересекающиеся подмножества — классы, элементы которых имеют некоторые схожие свойства, отличающие их от элементов других классов. И, таким образом, задачей распознавания является отнесение рассматриваемых объектов или явлений по их описанию к нужным классам.

Необходимость в решении задач распознавания возникает в самых разных областях — от медицинской и технической диагностики до систем распознавания речи и идентификации по отпечаткам пальцев. [1]

Существует множество примеров задач распознавания образов, являющихся актуальными на данный момент. К ним относятся:

- распознавание символов;
- распознавание штрих-кодов;
- распознавание автомобильных номеров;
- распознавание лиц и других биометрических данных;
- распознавание речи. [2]

Задача распознавания изображений может быть решена различными методами. Приведем классификацию данных методов, рассмотренную в источнике [3].

Для реальных задач распознавания применяются, в основном, четыре подхода, использующие различные методы: корреляционные, основанные на принятии решений по критерию близости с эталонами; признаковые и

синтаксические, наименее трудоемкие, и нормализации, занимающие промежуточное положение по объему вычислений. Каждый из подходов в распознавании имеет право на существование. Более того, в рамках каждого подхода есть свои конкретные алгоритмы, имеющие определенную область применения, которая зависит от характера различий входных и эталонных изображений, от помеховой обстановки в поле зрения, требований к объемам вычислений и скорости принятия решений.

Корреляционный подход основан на принятии решений по критерию близости с эталонами. В основном применяется при обнаружении и распознавании изображений в системах навигации, слежения, промышленной роботизации. Наиболее трудоемкий подход с точки зрения потребления вычислительных ресурсов. Подразумевает многошаговую корреляцию при полностью заданном эталоне, путем сканирования входного поля зрения. Другими словами, происходит перебор всех входных сигналов и сравнение их с эталонным. К данному методу относятся нейросетевые методы распознавания.

Признаковые методы основаны на переходе в пространство признаков, соответственно, требуют значительно меньших вычислительных мощностей. В зависимости от поставленной задачи, выполняется корреляционная обработка признаков, полученных от эталона и входного изображения.

Синтаксический метод основан на получении структурно-грамматических признаков, когда в изображении выделяются непроецируемые элементы – признаки. Вводятся правила соединения этих элементов, одинаковые для эталона и входного изображения. Анализ полученной таким образом грамматики обеспечивает принятие решений.

Методы нормализации при распознавании занимают промежуточное место между корреляционными и признаковыми алгоритмами. В отличие от признаковых методов, при нормализации изображение не «теряется», а только замещается изображением того же класса эквивалентности. В то же время, в

отличие от корреляционных методов, множество входных изображений заменяется множеством нормализованных изображений. Каждое нормализованное изображение, в общем случае, находится гораздо ближе к своему эталону, что значительно сокращает количество корреляций на завершающем этапе распознавания.

Каждый из приведенных подходов является применимым на практике. Например, в системе распознавания текста ABBYY FineReader применяются классификаторы, использующие как корреляционный подход, так и признаковый и синтаксический методы. [4] В другой широко используемой программе для оптического распознавания текста CuneiForm используется нейросетевой корреляционный классификатор. [5]

Целью данной дипломной работы является решение задачи распознавания изображений рукописных символов. В качестве инструмента для решения задачи распознавания в данной работе мной была выбрана радиально-базисная нейронная сеть. Основными преимуществами нейронных сетей перед другими методами распознавания являются:

- их универсальность, т.е. возможность использовать стандартную структуру сети для решения задач распознавания различных объектов. Структура сети не зависит от особенностей распознаваемых объектов, варьируется лишь число нейронов;

- способность нейронной сети обучаться. Это гарантирует, что при использовании нейронной сети для распознавания определенных объектов характерные особенности конкретной выборки будут учтены.

Для успешного распознавания образов нейронной сетью необходимо, чтобы распознаваемые объекты не содержали информации, избыточной для распознавания, т.е. не содержали шума. В ходе данной работы были рассмотрены основные способы предварительной обработки изображений, в том числе вейвлет-анализ изображений.

В ходе выполнения практической части работы была разработана библиотека программных модулей, позволяющая распознавать рукописные символы с помощью радиально-базисных нейронных сетей.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Основные понятия и определения.

В данном разделе приводятся базовые определения, используемые в работе. Приводится математическая постановка задачи распознавания.

2. Подготовка изображения к распознаванию. Вейвлет-преобразование изображений.

В данном разделе рассматриваются принципы предварительной обработки изображений, направленные на устранение шумов и выделение значимой для распознавания информации. В качестве инструмента для устранения зашумления рассматриваются вейвлет-преобразования Хаара, Добеши, койфлеты. Помимо этого, рассмотренная предварительная обработка изображений включает преобразование цветного изображения к нецветному, бинаризацию и обрезку краев.

3. Искусственные нейронные сети.

В этом разделе рассматривается принцип действия биологических нейронов, описывается модель искусственного нейрона и дается определение искусственной нейронной сети.

4. Нейронные сети с радиально-базисной функцией активации. Обучение радиально-базисных сетей.

Данная глава посвящена описанию радиально-базисных нейронных сетей. В этой главе приводится определение обучения нейронной сети. Рассматриваются основные этапы обучения радиально-базисных сетей - подбор параметров радиальной функции и подбор весовых коэффициентов. Перечисляются алгоритмы обучения, применимые к радиально-базисным сетям – метод максимизации ожидания, гибридный алгоритм обучения и градиентный метод обучения. В практической части данной работы был использован метод градиентного спуска, поэтому его принципы рассматриваются более подробно.

5. Описание разработанных программных модулей, использующих нейросетевые методы распознавания для распознавания рукописных символов.

В этой главе приводится описание программы, реализованной в практической части работы. Приводятся результаты устранения зашумления изображений с помощью различных вейвлет-преобразований. Приводятся результаты тестирования программы на 2-х выборках. Рассмотрены основные недостатки данной программы, не позволяющие достичь высокой эффективности распознавания. Приводится обзор популярных систем оптического распознавания текстов ABBYY FineReader и OCR CuneiForm и принципов их работы.

6. Приложение А. Класс Neuron.

Neuron – класс, описывающий нейрон радиально-базисной сети. Содержит матрицу синаптических весов w , и параметры функции Гаусса – опорную точку $centre$ и параметр рассеяния $sigma$. Включает в себя методы для инициализации матрицы весов, вычисления выходного значения нейрона и для корректировки весов при обучении.

7. Приложение Б. Класс Net.

Net – класс, описывающий нейронную сеть, состоящую из одного слоя нейронов с радиально-базисной функцией. Содержит методы для вычисления выхода сети по заданному входу, интерпретации ответа и для изменения весов при обучении сети.

8. Приложение В. Класс Teacher.

Teacher – класс, предназначенный для обучения сети по заданной выборке. Обучение ведется методом градиентного спуска.

9. Приложение Г. Класс Wavelet.

Wavelet – класс, осуществляющий предварительную обработку изображений символов. Данный класс содержит методы для преобразования цветного входного изображения к серому. Также данный класс содержит

методы для вейвлет-преобразования изображения, что необходимо для удаления шумов. Реализованы следующие виды вейвлет-преобразований:

- а) вейвлет-преобразование Хаара;
- б) вейвлет-преобразование Добеши 4 степени;
- в) вейвлет-преобразование Добеши 8 степени;
- г) койфлет-преобразование 6 степени.

10. Приложение Д. Класс `ConfigurableVariables`.

`ConfigurableVariables` – класс, содержащий переменные конфигурации, а также функцию обработки центров сети и обучающей выборки.

11. Приложение Е. Главное окно пользовательского интерфейса.

12. Приложение Ж. Вспомогательное окно пользовательского интерфейса.

13. Приложение З. Вспомогательное окно пользовательского интерфейса.

14. Приложение И. Вспомогательное окно пользовательского интерфейса.

15. Приложение К. Результат вейвлет-преобразования зашумленных изображений.

16. Приложение Л. Примеры успешного распознавания.

17. Примеры неуспешного распознавания.

18. Приложение Н. Выборка 1.

19. Приложение О. Выборка 2.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Задача распознавания образов в настоящее время является весьма актуальной, необходимость в решении разнообразных задач распознавания в настоящее время возникает в самых разных областях.

Данная работа посвящена методам решения задачи распознавания образов, в ней было подробно рассмотрен один из методов распознавания - радиально-базисные нейронные сети. Также часть данной работы посвящена предварительной обработке изображения, а именно вейвлет-преобразованиям. Были рассмотрены вейвлет-преобразования Хаара, Добеши и койфлеты. В ходе данной работы была разработана и протестирована программа распознавания зашумленных изображений символов на основе радиально-базисной сети. Данная программа носит учебно-демонстрационный характер. Полученные результаты тестирования позволяют убедиться, что такой метод распознавания, как радиально-базисные сети является достаточно эффективным при надлежащем обучении сети, выборе центров и других параметров. Однако он не гарантирует корректной работы в случае значительных искажений и зашумлений символов. Кроме того, недостатком нейросетевого подхода к распознаванию символов являются значительные затраты вычислительных мощностей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Распознавание образов. Обзорная лекция. [Электронный ресурс] — URL: http://it-claim.ru/Persons/Zelencov/Lecture_text.pdf, свободный — Загл. с экрана. — Яз. рус. — Дата обращения 01.10.2015.
2. Колесников С. Распознавание образов. Общие сведения. [Электронный ресурс] — URL: http://old.ci.ru/inform03_06/p_24.htm, свободный — Загл. с экрана. — Яз. рус. — Дата обращения 13.12.2015.
3. Колесников С. Распознавание изображений. [Электронный ресурс] — URL: http://old.ci.ru/inform06_06/p_24.htm, свободный — Загл. с экрана. — Яз. рус. — Дата обращения 12.12.2015.
4. Крупин А. ABBYY FineReader: взгляд изнутри. [Электронный ресурс] — URL: <http://www.3dnews.ru/632560>, свободный — Загл. с экрана. — Яз. рус. — Дата обращения 10.12.2015.
5. Никольский Н. Новая версия системы распознавания CuneiForm 2000 R2. [Электронный ресурс] — URL: <http://hardwarereview.narod.ru/ARTICLE/2000/7/cognitive/1.htm>, свободный — Загл. с экрана. — Яз. рус. — Дата обращения 10.12.2015.
6. Журавлев Ю. И. Об алгебраическом подходе к решению задач распознавания или классификации. — Проблемы кибернетики, 1978. — т.33. — с. 5 – 68.
7. Гуськова А. М. Математическое моделирование систем распознавания изображений, содержащих текстовую информацию, на основе нейронных сетей. — Молодой ученый. — 2015. — №18. — С. 7 – 10.
8. Грицай А. Методы распознавания текстов [Электронный ресурс] — URL: <http://habrahabr.ru/post/112442/>, свободный — Загл. с экрана. — Яз. рус. — Дата обращения 01.10.2015.
9. Сэломон Д. Сжатие данных, изображений и звука — М.: Техносфера, 2004. — 368 с.

10. Яковлев А.Н. Введение в вейвлет-преобразования: Учеб. пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003. – 104 с.
11. Дьяконов В.П. Вейвлеты. От теории к практике. Изд. 2-к, перераб. и доп. – М.: СОЛОН-Пресс, 2010. – 400с.
12. Addison P.S. The Illustrated Wavelet Transform Handbook. — CRC Press, 2002. — 368 p.
13. Вейвлет Хаара. [Электронный ресурс] — URL: http://www.chinapads.ru/c/s/veyvlet_haara, свободный — Загл. с экрана. – Яз. рус. – Дата обращения 01.12.2015.
14. Добеши И. Десять лекций по вейвлетам. — Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 464 с.
15. Сегментация изображений. [Электронный ресурс] — URL: <http://habrahabr.ru/post/128768/>, свободный — Загл. с экрана. – Яз. рус. – Дата обращения 01.12.2015.
16. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. - М.: Издательский дом "Вильямс", 2006. – 1103 с.
17. Нейронные сети. [Электронный ресурс] — URL: <http://www.aiportal.ru/articles/neural-networks/neural-networks.html>, свободный — Загл. с экрана. – Яз. рус. – Дата обращения 01.10.2015.
18. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика. – М.: Мир, 1992. – 184 с.
19. Лазарев В.М., Свиридов А.П. Нейросети и нейрокомпьютеры. Монография – М.:2011. – 131 с.
20. Радиальные нейронные сети. [Электронный ресурс] — URL: <http://bigor.bmstu.ru/?cnt/?doc=NN/024-radnets.mod/?cou=NN/base.cou>, свободный — Загл. с экрана. – Яз. рус. – Дата обращения 5.12.2015.
21. Сеть радиальных базисных функций. [Электронный ресурс] — URL: http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Сеть_радиальных_

базисных _ функций, свободный — Загл. с экрана. — Яз. рус. — Дата обращения 6.12.2015.

22. Общие сведения о нейронных сетях с радиальными базисными функциями. [Электрон. ресурс] — URL <http://studopedia.org/1-12530.html>, свободный — Загл. с экрана. — Яз. рус. — Дата обращения 01.12.2015.

23. Григорьева К.В. Методы решения задачи минимизации квадратичной функции: методические указания. [Электрон. ресурс] — URL: <http://www.apmath.spbu.ru/ru/staff/grigorieva/mfk.pdf>, свободный — Загл. с экрана. — Яз. рус. — Дата обращения 01.12.2015.

24. Запрягаев С.А., Карпушин А.А. Вычисление и обучение искусственных нейронных сетей прямого распространения на графическом процессоре. - Вестник ВГУ, серия: Системный анализ и информационные технологии. — 2011. — №1. — 157 – 164 с.

25. Слеповичев И.И. Введение в нейроинформатику: учебное пособие для студентов вузов [Электронный ресурс] — URL: <http://www.sgu.ru/node/41601/slepovichev-i-i-kurs-lekciy-vvedenie-v>, свободный — Загл. с экрана. — Яз. рус. — Дата обращения 01.12.2015.

26. Метод градиентного спуска. [Электронный ресурс] — URL: http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Метод_градиентного_спуска, свободный — Загл. с экрана. — Яз. рус. — Дата обращения 01.12.2015.

27. Ахмедов Р.Р. Методы оптимизации гладких функций [Электронный ресурс] — URL: http://www.sbras.ru/rus/textbooks/akhmerov/mo_unicode/, свободный — Загл. с экрана. — Яз. рус. — Дата обращения 01.12.2015.

28. Лопатников Л. И. Экономико-математический словарь: Словарь современной экономической науки. — 5-е изд., перераб. и доп. — М.: Дело, 2003. — 520 с.

29. Кузин С., Смирнов А. Алгоритмы и методы предварительной обработки изображений: методическое руководство для выполнения

лабораторного практикума [Электронный ресурс] — URL: <http://www.uran.donetsk.ua/~masters/2009/kita/deynega/library/06.pdf>, свободный — Загл. с экрана. — Яз. рус. — Дата обращения 01.12.2015.

30. Бинаризация изображений. [Электронный ресурс] — URL: <http://recog.ru/blog/applied/15.html>, свободный — Загл. с экрана. — Яз. рус. — Дата обращения 01.12.2015.