

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра дискретной математики и информационных технологий

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ
В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ
ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 421 группы
направления 09.04.01 — Информатика и вычислительная техника
факультета КНиИТ
Азизагаева Руслана Фединовича

Научный руководитель
доцент, к. ф.-м. н.

Ю. А. Бродская

Заведующий кафедрой
к. ф.-м. н.

Л. Б. Тяпаев

Саратов 2019

ВВЕДЕНИЕ

Распознавание образов является одним из современных, интенсивно развивающихся направлений математической кибернетики, и уже сейчас имеются многочисленные важные приложения методов распознавания буквально во всех сферах науки и техники, в том числе и в медицине. Распознавание речи, печатного и рукописного текста, различных изображений значительно облегчает взаимодействие человека с компьютером, формирует условия для использования разнообразных систем искусственного интеллекта.

Существуют различные направления формализации этих задач, приводящие к множеству математических постановок. Исследования в области распознавания образов, в конечном счете, направлены на создание программ, обучающихся классификации и диагностике. Интуитивные методы, которые применяет человек, оказываются неэффективными, когда речь идет о типологии современных сложных производственных или иных систем.

Актуальной задачей является создание системы, которая позволит на основании данных первичного осмотра пациента поставить диагноз.

Целью данной работы является разработка программы, которая определяет заболевание выделенного класса опорно-двигательного аппарата пациента на основании имеющихся о нем данных, и сравнение математических методов распознавания образов.

В ходе дипломной работы описано создание программы, которая проводит процедуру обучения на основе обучающей выборки, и сравнение математических методов распознавания образов. Для реализации поставленной цели должны быть решены следующие задачи:

- изучение теоретических основ и выбор методов распознавания образов для осуществления сравнения;
- предварительная обработка данных и приведение их к виду, пригодному для распознавания;
- использование известных математических моделей распознавания образов для конкретной прикладной задачи;
- реализация математических методов распознавания образов;
- сравнение использованных методов распознавания образов по потребляемым ресурсам компьютера и по времени работы.

Данная работа состоит из десяти разделов.

Первый раздел содержит описание терминов теории распознавания образов.

Во втором разделе представлена постановка задачи распознавания образов.

Третий раздел включает в себя описание задачи распознавания образов с точки зрения медицины.

В четвертом разделе описывается классификация методов распознавания образов, обзор выбранных моделей и обоснование их выбора.

Пятый раздел содержит определение, принципы работы и обзор видов нейронных сетей и описание функционирования сверточных сетей.

В шестом разделе описана структура программы.

В седьмом разделе представлено краткое описание инструментов, использованных при создании программы, и обоснование их выбора.

В восьмом разделе описано использование сверточной нейронной сети и проведение процедуры обучения сети.

Девятый раздел содержит в себе описание процесса подготовки данных.

В десятом разделе описывается реализация выбранных моделей распознавания образов и их сравнение.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ

1) Основные понятия математической теории распознавания образов

Данный раздел знакомит с основными терминами, используемыми в работе, такими как распознавание образов, образ, метрика, обучение, самообучение и адаптация. А также в этом разделе выделены наиболее важные направления в этой области и приводятся основные типы задач распознавания образов.

2) Математическая постановка задачи распознавания образов

В этом разделе описывается математическая постановка задачи распознавания образов (задача классификации).

Постановка задачи состоит в следующем. Дано множество объектов M , относительно которых проводится классификация. Известно, что множество M представимо в виде суммы подмножеств $K_1, \dots, K_n$, называемых обычно классами.

Задана информация I о классах $K_1, \dots, K_n$, описание множества M и описание $I(S)$ объекта S , о котором, вообще говоря, неизвестно - к какому из классов $K_1, \dots, K_n$ он принадлежит. Требуется по информации I , описанию $I(S)$ установить принадлежность объекта S к одному из классов $K_1, \dots, K_n$ [2].

3) Задача распознавания образов в медицине

Данный раздел посвящен изложению задачи распознавания образов с точки зрения медицины, которая выглядит следующим образом.

В задаче медицинской диагностики образом является множество всех людей, страдающих определенным заболеванием. На материале обследованных пациентов с верифицированным диагнозом требуется выработать решающее правило, позволяющее отнести очередного пациента к тому или иному классу заболевания.

Для подобных задач трудно строить формальные теории и применять классические математические методы (часто недоступна информация для точной математической модели или выигрыш от использования модели и математических методов несоизмерим с затратами). Именно поэтому к медицине пытаются применить методы распознавания образов.

4) Математические методы распознавания образов

В данном разделе описываются виды методов распознавания образов:

методы, основанные на использовании принципа разделения, статистические методы, методы, построенные на основе так называемого «метода потенциальных функций», методы вычисления оценок (голосования), методы, основанные на исчислении высказываний.

Этот раздел содержит 3 подраздела: подраздел 4.1 «Метод k-ближайших соседей», подраздел 4.2 «Байесовский метод распознавания» и подраздел 4.3 «Случайный лес». Каждый из них представляет собой описание метода, который использован для сравнения. Также в этих подразделах предоставлено обоснование выбора соответствующего метода.

5) *Искусственные нейронные сети*

В этом разделе приведено определение искусственных нейронных сетей, описан принцип работы и представлен обзор видов нейронных сетей, а также подробно описывается модель функционирования сверточных сетей.

В подразделе 5.1 «Виды нейронных сетей» нейронные сети классифицируются по архитектуре и по принципу работы. Данный подраздел включает в себя описание четырех видов нейросетей: рекуррентных нейронных сетей, хаотических нейронных сетей, осцилляторных нейронных сетей и глубоких нейронных сетей, каждый из которых дает краткие сведения о том, как устроен и каким образом работает тот или иной класс нейронных сетей.

Также этот подраздел включает в себя подробное описание сверточных нейронных сетей, так как для реализации распознавания рентгенограмм и создания категориального признака используется именно этот тип нейронных сетей из-за положительных результатов применения при обработке двумерных поверхностей с высокой степенью способности к преобразованиям, масштабированию, искажениям и прочим деформациям.

В подразделе 5.2 «Обучение нейронных сетей» описываются различия в обучении нейронных сетей с учителем и без учителя.

6) *Структура системы*

Раздел 6 содержит описание работы программы. Программу можно разделить на три последовательно выполняемых фрагмента:

1. использование сверточной нейронной сети для создания категориального признака;
2. предварительная обработка данных;
3. использование одного из методов распознавания образов.

На рисунке 1 изображена блок-схема программы.

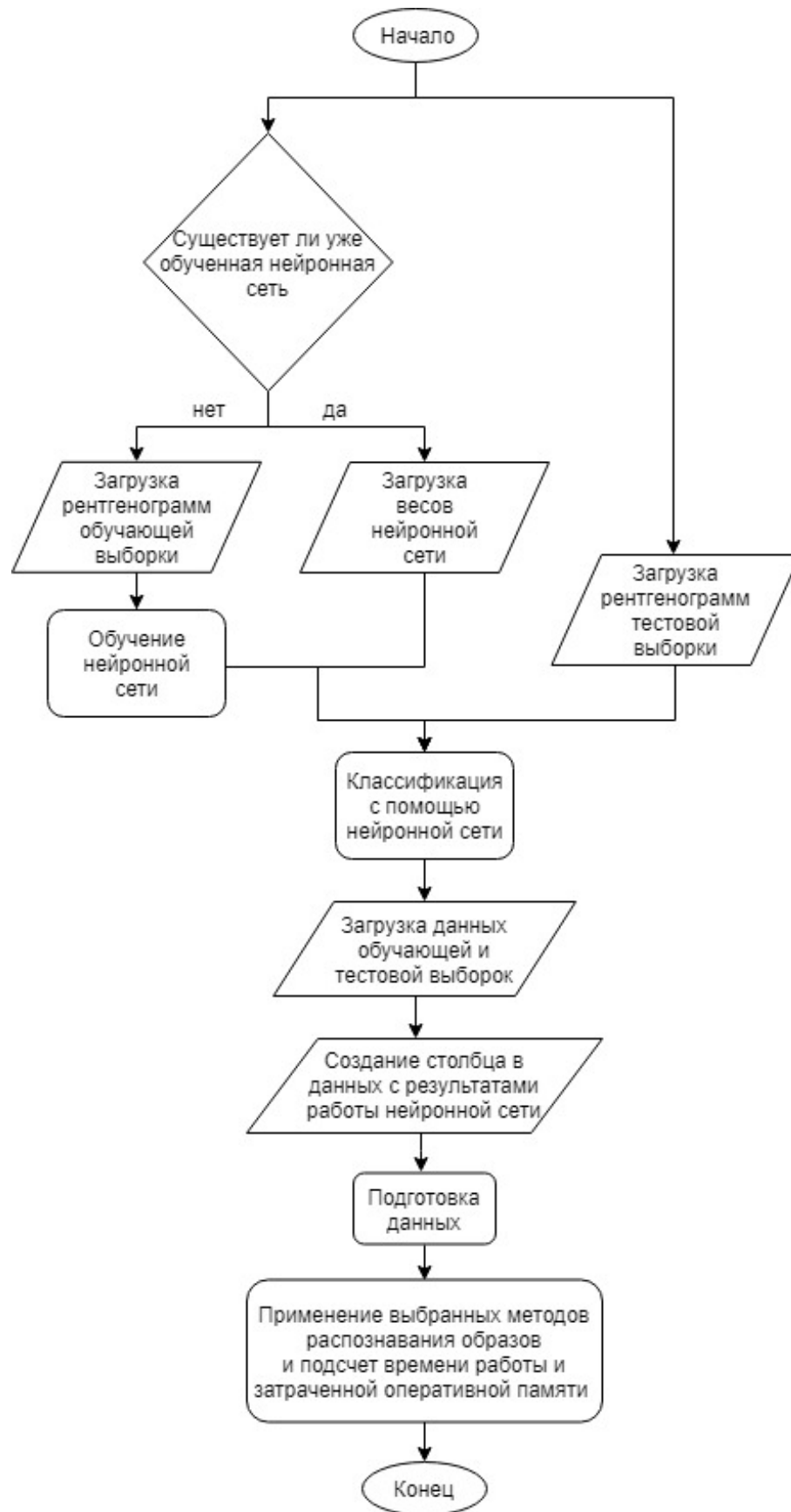


Рисунок 1 – Блок-схема программы

7) Выбор инструментов

При реализации методов распознавания образов немаловажной задачей является выбор инструментов. Данный раздел содержит принципы, на основе которых производился выбор средств, используемых для реализации программы, и описание выбранных инструментов. Этот раздел содержит 3 подраздела: подраздел 7.1 «Python», подраздел 7.2 «Keras» и подраздел 7.3 «Scikit-learn».

8) Обучение сверточной нейронной сети

Раздел 8 описывает процесс реализации сверточной нейронной сети на языке Python с использованием библиотеки Keras, процесс обучения, а также создание категориального признака с помощью нейронной сети.

Раздел 8 включает в себя следующие подразделы: подраздел 8.1 «Архитектура сверточной нейронной сети», в котором представлена архитектура реализованной сверточной нейронной сети, подраздел 8.2 «Обучение нейронной сети с использованием генераторов изображений», в котором описывается процесс обучения нейросети, подраздел 8.3 «Проверка качества обучения сети», в котором описывается получение оценки качества обучения сети, которое также будет проводиться также с помощью генератора, подраздел 8.4 «Сохранение и загрузка данных о нейронной сети», в котором описывается сохранение данных о весах и модели нейронной сети для последующего использования без повторения процедуры обучения.

9) Подготовка данных

Данный раздел включает в себя описание подходов, применяемых при подготовке данных с помощью библиотеки Scikit-learn. В подразделе 9.1 «Обработка пропусков в данных» описывается метод, с помощью которого происходит избавление от пропусков в данных. В подразделе 9.2 «Обработка категориального признака» представлено применение наивного/глупого (dummy) кодирования или one-hot-кодирования.

10) Реализация и сравнение математических моделей распознавания образов

В данном разделе производится реализация и сравнение математических моделей распознавания образов.

По результатам работы программ быстрее всех работает алгоритм k-ближайших соседей, далее идет Байесовский классификатор. Самым мед-

ленным оказался алгоритм случайного леса.

Меньше всего оперативной памяти потребляет Байесовский классификатор, метод k-ближайших соседей на тридцать процентов больше, чем Байесовский классификатор, а алгоритм случайного леса на сорок процентов больше, чем метод k-ближайших соседей.

Таким образом, метод k-ближайших соседей показал себя лучше всех, так как Байесовский классификатор совершил больше ошибок на тестовой выборке. Наихудшие результаты продемонстрировал алгоритм случайного леса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В соответствии с поставленной целью, в рамках выпускной квалификационной работы была разработана программа, которая выявляет выделенный класс заболеваний опорно-двигательного аппарата, и на основе которой было произведено сравнение между некоторыми методами распознавания образов.

В выпускной квалификационной работе был решен следующий ряд задач:

- изучены теоретические положения распознавания образов;
- выбраны три метода распознавания образов для реализации и дальнейшего сравнения;
- для анализа изображений и создания категориального признака была применена сверточная нейронная сеть, написанная на языке Python с использованием библиотеки Keras;
- сделана программная реализация методов, приводящих данные к виду пригодному для распознавания, написанная на языке программирования Python с использованием библиотеки Scikit-learn;
- сделана программная реализация выбранных методов распознавания образов, написанная на языке программирования Python с использованием библиотеки Scikit-learn;
- проведено сравнение выбранных методов по времени работы и по используемым ресурсам;

По результатам выпускной квалификационной работы можно сделать следующие выводы:

- наилучшим по времени работы оказался метод k-ближайших соседей;
- самым не ресурсозатратным оказался Байесовский классификатор;
- метод случайного леса оказался более проигрышным по обоим параметрам.

Таким образом, наилучшим методом для обработки медицинских данных, которые на практике представлены в виде бинарных и категориальных признаков, оказался метод k-ближайших соседей, а наихудшим - метод случайного леса.

Обобщая все вышеизложенное, стоит подчеркнуть, что результаты, полученные в работе, дают возможность оптимизировать процедуру диагностических мероприятий, а значит сократить время на постановку диагноза и

принятие решения, касающегося лечения конкретного класса заболеваний и, в том числе, минимизирующего риск постановки неправильного диагноза.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Распознавание образов – Национальная библиотека им. Н. Э. Баумана [Электронный ресурс]. URL: https://ru.bmstu.wiki/Распознавание_образов // (Дата обращения: 05.06.2019) Загл. с экрана. Яз. рус.
- 2 Журавлев, Ю. И. Об алгебраическом подходе к решению задач распознавания или классификации: выпуск 33. Проблемы кибернетики. / Ю. И. Журавлев; редактор С. В. Яблонский. — М.: Наука, 1978. — 5–68 с.
- 3 Айткожин, Г. К. Математический метод распознавания образов применительно к задачам диагностики, прогнозирования и классификации в области сердечно-сосудистой хирургии: выпуск 3-2015. Вестник Казнму. / Г. К. Айткожин, В. К. Исраилова. — Б. м.: Б. и., 2015. — 73-175 с.
- 4 Журавлёв, Ю. И. Распознавание, классификация, прогноз: выпуск 2. Математические методы и их применение. / Ю. И. Журавлёв; редактор Ю. И. Журавлёв. — М.: Наука, 1989. — 304 с.
- 5 Мерков, А. Б. Введение в методы статистического обучения / А. Б. Мерков. — Б. м.: Б. и., 2014. — 260 с.
- 6 Кузин, Л. Т. Основы кибернетики: том 2. Основы кибернетических моделей. / Кузин Л. Т.; редактор В. Э. Вольфенгаген. — М.: Энергия, 1979. — 584 с.
- 7 Чистяков С. П. Случайный лес: обзор. Труды Карельского научного центра РАН / С. П. Чистяков. — Б. м.: Б. и., 2013. — 117-136 с.
- 8 Каллан, Р. Основные концепции нейронных сетей / Р. Каллан; редактор А. Г. Сивака. — М.: Вильямс, 2001. — 287 с.
- 9 Заенцев, И. В. Нейронные сети: основные модели. / И. В. Заенцев. — Воронеж: ВГУ, 1999. — 157 с.
- 10 Бендерская, Е. Н., Никитин, К. В. Рекуррентная нейронная сеть как динамическая система и подходы к ее обучению. Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. / Е. Н. Бендерская, К. В. Никитин. — СПб.: Б. и., 2013. — 29 с.

- 11 Бендерская, Е. Н., Граничин, О. Н. Использование сложности входного образа в управлении структурной сложностью интеллектуальной системы. 5-я Российская мультikonференция по проблемам управления. / Е. Н. Бендерская, К. В. Никитин. – СПб.: Б. и., 2012. – 276-280 с.
- 12 Борисюк, Г. Н., Борисюк, Р.М. Осцилляторные нейронные сети. Математические результаты и приложения. Математическое моделирование. / Г. Н. Борисюк, Р.М. Борисюк. – Б. м.: Б. и., 1992. – 3-43 с.
- 13 LeCun, Y. Backpropagation Applied to Handwritten Zip Code Recognition: Issue 4. Neural Computation. / Y. LeCun. – Б. м.: Б. и., 1989. – 541-551 с.
- 14 Хайкин, С. Э. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание. / С. Э. Хайкин; редактор Н. Н. Куссуль. – М.: Вильямс, 2008. - 1104 с.
- 15 Реализация искусственных нейронных сетей в Линукс [Электронный ресурс]. URL: <https://novainfo.ru/article/2010> // (Дата обращения: 05.06.2019) Загл. с экрана. Яз. рус.
- 16 Python for Scientific Data Visualization | Our Success Stories | Python.org [Электронный ресурс]. URL: <https://www.python.org/success-stories/python-for-scientific-data-visualization/> // (Дата обращения: 05.06.2019) Загл. с экрана. Яз. англ.
- 17 Home - Keras Documentation [Электронный ресурс]. URL: <https://keras.io> // (Дата обращения: 05.06.2019) Загл. с экрана. Яз. англ.
- 18 scikit-learn: machine learning in Python — scikit-learn 0.20.3 documentation [Электронный ресурс]. URL: <https://scikit-learn.org/0.20/> // (Дата обращения: 05.06.2019) Загл. с экрана. Яз. англ.
- 19 Файл CSV — что это за формат и основные программы [Электронный ресурс]. URL: <http://filesreview.com/ru/info/csv> // (Дата обращения: 05.06.2019) Загл. с экрана. Яз. рус.
- 20 Подготовка данных для алгоритмов машинного обучения [Электронный ресурс]. URL: <http://blog.dataalytica.ru/2018/04/blog-post.html> // (Дата обращения: 05.06.2019) Загл. с экрана. Яз. рус.