



2. Обзор методов улучшения речи и шумоподавления [Электронный ресурс]. URL: [https://habr.com/ru/company/ru\\_mts/blog/584308/](https://habr.com/ru/company/ru_mts/blog/584308/) (дата обращения: 28.03.2022)

3. Метод наименьших квадратов и основы теории обработки наблюдений [Текст]/ Линник Юрий – М.: Государственное издательство физико-математической литературы”. 1962. – 352 с.

4. Аппроксимационная теорема Вейерштрасса [Электронный ресурс]. URL: [https://math.fandom.com/ru/wiki/Аппроксимационная\\_теорема\\_Вейерштрасса/](https://math.fandom.com/ru/wiki/Аппроксимационная_теорема_Вейерштрасса/) (дата обращения: 12.03.2022)

5. Нейронные сети Кохонена [Электронный ресурс]. URL: <https://neuronus.com/theory/nn/955-nejronnye-seti-kokhonena.html> (дата обращения: 02.04.2022)

6. Софтмакс (Softmax) - Машинное обучение доступно [Электронный ресурс]. URL: <https://www.helenkapatsa.ru/softmaks/> (дата обращения: 02.03.2022)

7. Everything you need to know about C# | Pluralsight [Электронный ресурс]. URL: <https://www.pluralsight.com/blog/software-development/everything-you-need-to-know-about-c-/> (дата обращения: 15.03.2022)

В.Д. Гижевская, Д.С. Оплачко

## РАЗРАБОТКА КЛАССИФИКАТОРА ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ГЛУБОКИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

(Самарский университет)

### Введение

Человек около 90% информации об окружающем мире получает благодаря зрению. В сфере компьютерных технологий в качестве источника информации может выступать текст, аудио-/видеофайл или изображение. Очень часто, а в основном в сети Интернет, возникает необходимость найти то или иное изображение. В последние годы фотография стала популярным увлечением среди людей благодаря доступу к аппаратному обеспечению, как минимум, практически в каждый телефон встроена камера. Фотографии имеют свойство накапливаться и с течением времени может усложниться поиск по каталогу снимков.

Классификация изображений – одна из наиболее важных задач компьютерного зрения [1]. Проще говоря, она состоит в том, чтобы дать вам изображение, содержащее определённый объект, что позволит вам определить, что этот объект содержит на этом изображении.

Например, по фотографии кошки мы можем легко идентифицировать её как кошку. Это потому, что наш мозг много узнал об этом. Если компьютеру разрешено распознавать это изображение, оно будет совершенно другим, потому что компьютер и то, что мы видим, совершенно разные [2].



## Структура нейросетевого классификатора изображений

В качестве архитектуры нейронной сети была выбрана схема многослойного персептрона, а именно модель свёрточной нейронной сети VGG-16.

VGG-16 – модель свёрточной нейронной сети, предложенная К. Simonyan и А. Zisserman из Оксфордского университета в статье «Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition» [3].

Архитектура VGG-16 представлена на рисунке 1.

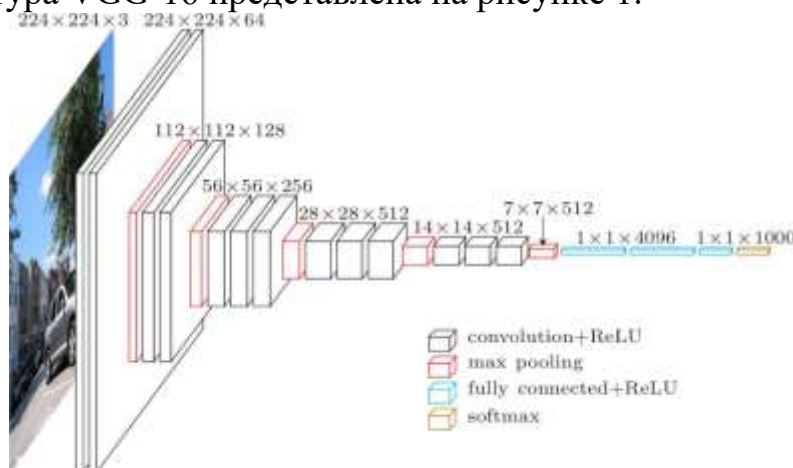


Рис. 1. Архитектура VGG-16

На вход слоя conv1 подаются RGB изображения размера 224x224. Далее изображения проходят через стек свёрточных слоев, в которых используются фильтры с очень маленьким рецептивным полем размера 3x3 (который является наименьшим размером для получения представления о том, где находится право/лево, верх/низ, центр).

В одной из конфигураций используется свёрточный фильтр размера 1x1, который может быть представлен как линейная трансформация входных каналов (с последующей нелинейностью). Свёрточный шаг фиксируется на значении 1 пиксель. Пространственное дополнение (padding) входа свёрточного слоя выбирается таким образом, чтобы пространственное разрешение сохранялось после свёртки, то есть дополнение равно 1 для 3x3 свёрточных слоёв. Пространственный пулинг осуществляется при помощи пяти max-pooling слоёв, которые следуют за одним из свёрточных слоёв (не все свёрточные слои имеют последующие max-pooling). Операция max-pooling выполняется на окне размера 2x2 пикселей с шагом 2 [3].

После стека свёрточных слоёв (который имеет разную глубину в разных архитектурах) идут три полносвязных слоя: первые два имеют по 4096 каналов, третий – 1000 каналов. Последним идёт soft-max слой (логистическая функция для многомерного случая) [4]. Конфигурация полносвязных слоёв одна и та же во всех нейросетях. Все скрытые слои снабжены ReLU (функция активации выпрямителя), которая представлена на рисунке 2 [5].

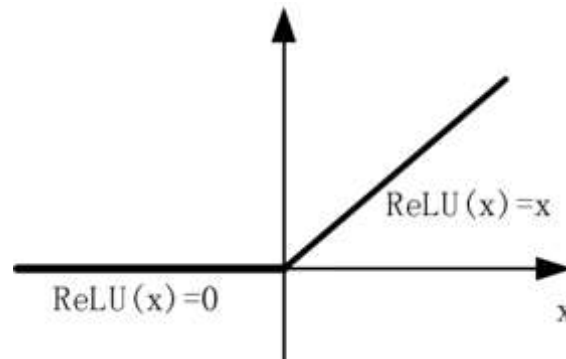


Рис. 2. Активационная функция ReLU

### Проектирование автоматизированной системы для нейросетевой классификации текстов

Для автоматизации решения задачи нейросетевой классификации изображений была спроектирована система, структурная схема которой приведена на рисунке 3.

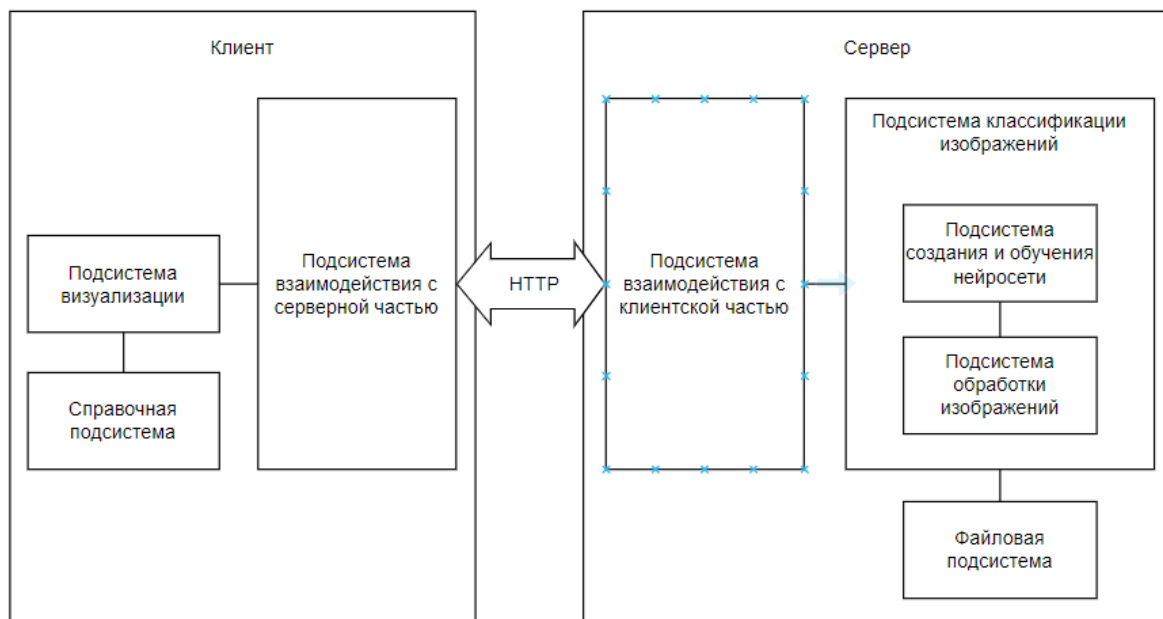


Рис. 3. Структурная схема системы

В состав клиентской части системы входит:

- 1 Подсистема взаимодействия с сервером, которая осуществляет установку соединения с сервером, формирование и отправку запросов.
- 2 Подсистема визуализации, которая отображает пользовательский интерфейс.
- 3 Справочная подсистема, которая содержит сведения о системе (руководство пользователю) и об её разработчиках.

В состав серверной части системы входят:

- 1 Подсистема взаимодействия с клиентом, которая осуществляет приём данных с клиента и передачу их на обработку.
- 2 Файловая подсистема, которая отвечает за загрузку изображений.



3 Подсистема классификации изображений, которая отвечает за процесс классификации изображений. Она включает в себя:

- Подсистему создания и обучения нейросети, которая отвечает за реализацию обучения нейронной сети и создания модели.
- Подсистему обработки изображений, которая отвечает за реализацию классификации загруженных пользователем изображений по сохранённой модели.

### Заключение

Авторами была проведена апробация нейронной сети VGG-16 на обучающей выборке в 2500 картинок, относящимся к 10 классам. В результате обучения классификатора были получены следующие результаты: к первому классу классификатор отнёс 10 из 10, ко 2 – 9 из 10, к 3 – 6 из 10, к 4 – 4 из 10, к 5 – 9 из 10, к 6 – 9 из 10, к 7 – 9 из 10, к 8 – 49 из 10, к 9 – 6 из 10, к 10 – 5 из 10. Таким образом, классификатор определяет принадлежность изображений к классам с вероятностью от 0,69 до 0,83.

### Литература

1 Компьютерное зрение [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Компьютерное\\_зрение](https://ru.wikipedia.org/wiki/Компьютерное_зрение) (дата обращения: 25.03.2022).

2 Лекция 2 | Классификация изображений [Электронный ресурс]. URL: <https://russianblogs.com/article/19571391203/> (дата обращения: 25.03.2022).

3 VGG16 – сверточная сеть для выделения признаков изображений [Электронный ресурс]. URL: <https://neurohive.io/ru/vidy-nejrosetej/vgg16-model/> (дата обращения: 02.04.2022).

4 Softmax [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Softmax> (дата обращения: 05.04.2022).

5 Rectifier (neural networks) [Электронный ресурс]. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Rectifier\\_\(neural\\_networks\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Rectifier_(neural_networks)) (дата обращения: 05.04.2022).

Д.А. Дасаева, В.В. Мокшин

## ОБЗОР МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СПРОСА НА ОНЛАЙН ПЛОЩАДКАХ

(Казанский национальный исследовательский технический университет  
имени А. Н. Туполева)

### Введение

По данным исследования М.А.Research, в 2021 году онлайн торговля стала самым быстро растущим сегментом ретейла, а оборот рынка продаж в сети интернет вырос на 32% — до 4,2 трлн рублей[1]. С ростом спроса на