**Актуальность**

В наше время из-за быстрого роста доступного объёма вычислительных мощностей благодаря компании энвидиа так же быстро растет популярность и распространённость нейросетевых вычислений. Также нейросети позволяют решать задачи, для которых не годятся традиционные программы, позволяя симулировать мышление небольшого мозга.

По моей теме не было выявлено аналогов. Имелись лишь предобученные нейросети, но у них была слишком низкая точность, ниже 0.65.

Также медицинская сфера довольно прибыльна и есть шанс в будущем продать разработку медицинской компании.

**Цели**

Мной были поставлены две цели, разработать нейросеть и обучить её до максимальной точности.

**Проблемный вопрос**

В начале работы передо мной встал важный вопрос: какую взять архитектуру? Ответ на него даётся в главе «результаты».

**Объект и предмет**

Объектом исследования является область знаний о архитектурах нейросетей, способов их обучения и обработке данных. Предметом же является сервис для классификации степени артроза и все требования и решения с ним связанные.

**Задачи**

Для выполнения курсовой работы необходимо было решить следующие задачи:

* Найти обучающие данные для нейросети, представляющие из себя рентген снимки коленей с различными стадиями артроза
* Обработать данные для того, чтобы нейросеть одинаково хорошо на засвеченных, затемненных или искаженных данных
* Построить и обучить нейросеть
* Создать сервис обертку для удобного взаимодействия

**Результаты**

По итогу работы я создал нейросеть со своей собственной архитектурой, точность которой достигает шестидесяти пяти процентов.

Также я создал сервис обертку и вспомогательную нейросеть.

**Анализ данных**

Перед началом работы необходимо было определить, какие вообще классы возможно классифицировать. На данной диаграмме мы видим число снимков тестовых категорий данных, выделенных зеленым, и число снимков тренировочных категорий данных.

Как мы видим, больше всего снимков в первом классе, втором и третьем, являющихся снимками здоровых коленей, коленей с подозрением на артроз и слегка поврежденными коленями.

После долгих экспериментов случайным путем было выявлено, что второй класс невероятно тяжело отличить от первого, поэтому целевые классы сменились на первый, третий и четвёртый: здоровые, слегка больные и сильно больные колени.

**Препроцессинг данных 1**

Для обработки данных была применена эквализация гистограмм. Это метод, при котором берутся цветовые уровни изображения и равномерно распределяются по отрезку от нуля до двухсот пятидесяти пяти.

**Препроцессинг данных 2**

На левом рисунке вы можете видеть изображения до обработки, на правом – после.

**Архитектура 1**

Важнейшим элементом в моей архитектуре является блок биг резидуал. Он реализован по принципу остаточных нейросетей, изображеном слева. Как мы можем видеть на схеме блока справа, сначала вход подвергается свертке три на три и добавляется в результат, затем ещё раз подвергается свёртке, но уже с функцией активации лики релу и снова добавляется результат. Затем получившийся тензор дважды подвергается свертке лики релу, после этого всё объединяется, нормализуется и на выходе применяется дропаут с целью избежать переобучения.

**Архитектура 2**

На этом слайде вы можете видеть всю архитектуру целиком, и она довольно страшная. Я сделал упрощённую схему нейросети

**Архитектура 3**

На данной схеме мы видим, что в сети присутствуют три блока бигрезидуал, три линейных слоя для обработки выхода последнего бигрезидуал и слой вывода с функцией софтмакс.

**Обучение**

На графиках вы можете видеть процесс обучения нейросети, слева – точность, справа – функция потерь. Легко заметить, что на обеих графиках значения по мере увеличения эпохи становятся все более нестабильными, скорее всего это из-за того, что функция градиентного спуска не сходится. В теории это можно было бы решить постепенным снижением лёрнинг рэйт.

**Подсветка**

Для подсветки патологий был выбран следующий подход:

Сначала я обрезал исходную нейросеть до последнего бигрезидуал блока, на выходе получил тридцать две картинки, представляющие из себя фиче мапы в расширением двадцать восемь на двадцать восемь. Затем я увеличил их до размера исходного изображения сто двенадцать на сто двенадцать и наложил на него.

**Финальный**

Так выглядит сервис на финальной стадии. В нем есть две панели, в каждой по кнопке. В левой панели – кнопка загрузить, в правой – кнопка обработать. Сервис может вернуть подсвеченные патологии и всегда возвращает вероятности для каждого из классов в процентах.

**Оценка качества**

Для оценки качества были выбраны классификейшн репорт и конфьюжион матрикс из сайкит лёрн. Как мы можем видеть, лучше всего распознаётся последний класс, хуже всего второй. При этом нейросеть склонна преуменьшать серьезность артроза.