

# Анализ алгоритмов глубокого машинного обучения в задачах распознавания изображений

Александр Сергеевич Коротков

Научный руководитель: Д.В. Матвеев

29.06.2020



# Цели и задачи работы

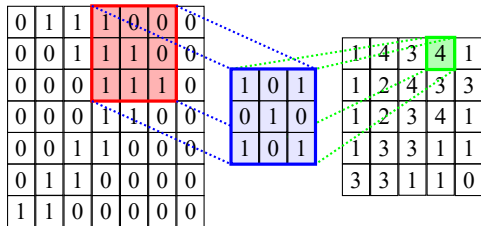
**Цель:** Изучить и проанализировать применение алгоритмов глубокого машинного обучения в задачах обработки рентгеновских снимков у больных с подозрением на COVID-19.

**Задачи:**

- Изучить теоретический материал про обучение глубоких нейронных сетей и их применение в классификации изображений.
- Изучить документацию библиотеки Tensorflow.
- Изучить вопрос диагностики COVID-19 по рентгеновским снимкам грудной клетки.
- Разработать и обучить различные модели сверточных нейронных сетей на наборе рентгеновских снимков.
- Сравнить применение различных подходов предварительной обработки изображений.
- Сравнить результаты работы реализованных нейронных сетей.



# Сверточные нейронные сети



Операция свертки

Сеть	Top-1	Top-5
VGG-16	71.3%	90.1%
VGG-19	71.3%	90.0%
<b>Inception V3</b>	<b>77.9%</b>	<b>93.7%</b>
<b>ResNet-50 V2</b>	<b>76.0%</b>	<b>93.0%</b>
ResNet-101 V2	77.2%	93.8%
ResNet-152 V2	78.0%	94.2%
DenseNet-121	75.0%	92.3%
DenseNet-169	76.2%	93.2%
<b>DenseNet-201</b>	<b>77.3%</b>	<b>93.6%</b>



Для оценки качества работы алгоритмов использовались следующие метрики:

- **Precision** (Точность):

$$P = \frac{TP}{TP + FP}$$

- **Recall** (Полнота):

$$R = \frac{TP}{TP + FN}$$

- **F1-мера:**

$$F1 = 2 \cdot \frac{P \cdot R}{P + R}$$

где TP - количество истинно-положительных, FP - ложно-положительных, FN - ложно-отрицательных ответов.



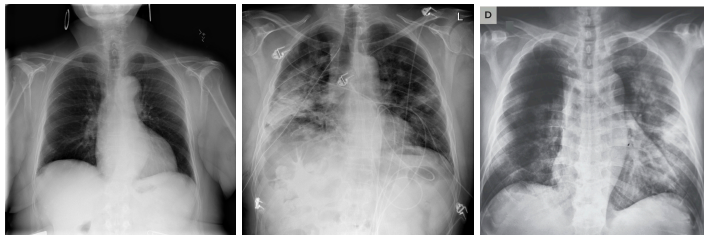
## Популярные функции потерь

Название	Функция
Средняя квадратическая ошибка	$E = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (y_i - x_i)^2$
Средняя абсолютная ошибка	$E = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n  y_i - x_i $
Верхняя граница	$E = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \max(1 - x_i, y_i, 0)$
<b>Категориальная перекрестная энтропия</b>	$E = - \sum_{i=1}^n (x_i \cdot \log(y_i))$

$y_i$  – ожидаемое значение  $i$ -го нейрона,  $x_i$  – полученное значение  $i$ -го нейрона,  
 $n$  – количество выходных нейронов.



## Рентгеновские снимки грудных клеток



**Норма**

**Пневмония**

**COVID-19**

Всего было собрано **14 197** снимков, из них **8 066** здоровых пациентов, **5 558** с пневмонией и **573** с COVID-19. По 100 изображений каждого класса было отобрано для валидации обучения.



# Предварительная обработка изображений

Способы предварительной обработки:

- **Масштабирование** - приведение всех значений в изображении к диапазону  $[0,1]$
- **Нормализация** - центрирование среднего значения изображения в 0 и последующее деление на среднеквадратичное отклонение.

Модели:

- **Inception V3**, размерность входного слоя:  $299 \times 299$
- **ResNet-50**, размерность входного слоя:  $224 \times 224$
- **DenseNet-201**, размерность входного слоя:  $224 \times 224$

Обучение всех моделей проходило по **10 эпох**, размер одного пакета - **16 изображений**. В качестве функции потерь использовалась **категориальная перекрестная энтропия**, в качестве оптимизатора - **Adam**.



# Предварительная обработка изображений

## Результаты обучение моделей с предварительным масштабированием значений

Сеть	loss	precision	recall	val_loss	val_precision	val_recall
Inception V3	0.2352	0.9176	0.9106	<b>0.2737</b>	<b>0.7884</b>	<b>0.7700</b>
ResNet-50	0.3242	0.8870	0.8732	<b>0.2373</b>	<b>0.7354</b>	<b>0.7133</b>
DenseNet-201	0.2742	0.9054	0.8969	<b>0.3196</b>	<b>0.7560</b>	<b>0.7333</b>

## Результаты обучение моделей с предварительной нормализацией значений

Сеть	loss	precision	recall	val_loss	val_precision	val_recall
Inception V3	0.3387	0.8860	0.8697	<b>0.5269</b>	<b>0.7204</b>	<b>0.6700</b>
ResNet-50	0.3353	0.8848	0.8705	<b>0.9311</b>	<b>0.6537</b>	<b>0.6167</b>
DenseNet-201	0.3655	0.8742	0.8622	<b>0.3539</b>	<b>0.7643</b>	<b>0.7133</b>





## Параметры:

- количество эпох: 10
- размер пакета: 8
- Функция потерь:  
категориальная  
перекрестная энтропия
- размер входов: 500x500

## Модели:

- Inception V3
- ResNet-50 V2
- DenseNet-201

## Оптимизаторы:

- SGD - Стохастический  
градиентный спуск
- RMSprop
- Adam



## Adam:

	Inception V3			ResNet-50 V2			DenseNet-201		
	precision	recall	f1-score	precision	recall	f1-score	precision	recall	f1-score
COVID-19	0.53	0.38	0.44	0.55	0.40	0.46	0.52	0.56	0.54
Normal	0.51	0.58	0.54	0.51	0.53	0.52	0.53	0.51	0.52
Pneumonia	0.59	0.68	0.63	0.52	0.63	0.57	0.53	0.51	0.52

## RMSprop:

	Inception V3			ResNet-50 V2			DenseNet-201		
	precision	recall	f1-score	precision	recall	f1-score	precision	recall	f1-score
COVID-19	0.57	0.51	0.54	<b>0.56</b>	<b>0.84</b>	<b>0.67</b>	0.53	0.23	0.32
Normal	0.52	0.70	0.60	0.63	0.36	0.46	0.56	0.65	0.60
Pneumonia	0.53	0.58	0.55	0.54	0.49	0.51	0.55	0.77	0.64

## SGD:

	Inception V3			ResNet-50 V2			DenseNet-201		
	precision	recall	f1-score	precision	recall	f1-score	precision	recall	f1-score
COVID-19	<b>0.63</b>	<b>0.50</b>	<b>0.56</b>	0.50	0.58	0.54	0.33	0.88	0.48
Normal	<b>0.60</b>	<b>0.64</b>	<b>0.62</b>	0.56	0.55	0.55	0	0	0
Pneumonia	<b>0.67</b>	<b>0.64</b>	<b>0.65</b>	0.52	0.45	0.48	0.33	0.11	0.17



## Итоги:

- Проведено исследование применения глубокого обучения в задачах распознавания изображений.
- Изучен вопрос диагностики COVID-19 и пневмонии по рентгеновским снимкам грудной клетки.
- Проведен анализ вариантов предварительной обработки изображений для решения данной задачи. Масштабирование значений показало меньшие значения функции ошибки.
- Разработаны и обучены модели Inception, ResNet и DenseNet для решения задачи диагностики COVID-19.
- Для диагностики COVID-19, лучшие результаты, по метрикам точности, полноты и F1-мере, дала сеть **Inception** с оптимизатором **SGD**.



# Спасибо за внимание!

