

Лабораторная работа №1

«Архитектура и обучение глубоких нейронных сетей»

Цель работы:

Получить практические навыки создания, обучения и применения искусственных нейронных сетей на примере решения задачи распознавания рукописных цифр. Научиться загружать данные и проводить их предварительную обработку. Научиться оценивать качество работы обученной нейронной сети. Исследовать влияние архитектуры нейронной сети на качество решения задачи.

Подготовка к работе:

Подготовить программную среду для выполнения лабораторной работы. Обеспечить возможность работы в среде Google Colaboratory. Ознакомиться с функционалом данной среды.

Задание:

- 1) В среде Google Colab создать новый блокнот (notebook). Импортировать необходимые для работы библиотеки и модули.
- 2) Загрузить набор данных MNIST, содержащий размеченные изображения рукописных цифр.
- 3) Разбить набор данных на обучающие (train) и тестовые (test) данные в соотношении 60000:10000 элементов. При разбиении параметр `random_state` выбрать равным $(4k - 1)$, где k – порядковый номер студента по журналу. Вывести размерности полученных обучающих и тестовых массивов данных.
- 4) Вывести первые 4 элемента обучающих данных (изображения и метки цифр).
- 5) Провести предобработку данных: привести обучающие и тестовые данные к формату, пригодному для обучения нейронной сети. Входные данные должны принимать значения от 0 до 1, метки цифр должны быть закодированы по принципу «one-hot encoding». Вывести размерности предобработанных обучающих и тестовых массивов данных.
- 6) Реализовать модель однослойной нейронной сети и обучить ее на обучающих данных с выделением части обучающих данных в качестве валидационных. Вывести информацию об архитектуре нейронной сети. Вывести график функции ошибки на обучающих и валидационных данных по эпохам.

При реализации модели нейронной сети задать следующую архитектуру и параметры обучения:

- количество скрытых слоев: 0

- функция активации выходного слоя: softmax
 - функция ошибки: categorical_crossentropy
 - алгоритм обучения: sgd
 - метрика качества: accuracy
 - количество эпох: 100
 - доля валидационных данных от обучающих: 0.1
- 7) Применить обученную модель к тестовым данным. Вывести значение функции ошибки и значение метрики качества классификации на тестовых данных.
 - 8) Добавить в модель один скрытый и провести обучение и тестирование (повторить п. 6-7) при 100, 300, 500, 1000 нейронах в скрытом слое. По метрике качества классификации на тестовых данных выбрать наилучшее количество нейронов в скрытом слое. В качестве функции активации нейронов в скрытом слое использовать функцию sigmoid.
 - 9) Добавить в наилучшую архитектуру, определенную в п. 8, второй скрытый слой и провести обучение и тестирование (повторить п. 6-7) при 50, 100, 300 нейронах во втором скрытом слое. В качестве функции активации нейронов в скрытом слое использовать функцию sigmoid.
 - 10) Результаты исследования архитектуры нейронной сети занести в таблицу:

Количество скрытых слоев	Количество нейронов в первом скрытом слое	Количество нейронов во втором скрытом слое	Значение метрики качества классификации
0	-	-	
1	100	-	
	300		
	500		
2	(наилучшее из п.8)	50	
		100	

По результатам исследования сделать выводы и выбрать наилучшую архитектуру нейронной сети с точки зрения качества классификации.

- 11) Сохранить наилучшую нейронную сеть на диск. Данную нейронную сеть потребуется загрузить с диска в одной из следующих лабораторных работ.
- 12) Для нейронной сети наилучшей архитектуры вывести два тестовых изображения, истинные метки и результат распознавания изображений.
- 13) Создать собственное изображение рукописной цифры, подобное представленным в наборе MNIST. Цифру выбрать как остаток от деления на 10 числа своего дня рождения (например, 29 февраля $\rightarrow 29 \bmod 10 = 9$).

Сохранить изображение. Загрузить, предобработать и подать на вход обученной нейронной сети собственное изображение. Вывести изображение и результат распознавания.

- 14) Создать копию собственного изображения, отличающуюся от оригинала поворотом на 90 градусов в любую сторону. Сохранить изображение. Загрузить, предобработать и подать на вход обученной нейронной сети измененное изображение. Вывести изображение и результат распознавания. Сделать выводы по результатам эксперимента.
- 15) Составить отчет по лабораторной работе. По пунктам 1-7, 11-14 внести в отчет программный код и результат программного вывода (при наличии). Внести в отчет таблицу и выводы по результатам исследования архитектуры нейронной сети, а также выводы по результатам эксперимента с собственными изображениями.

Контрольные вопросы

- 1) Постановка задач классификации объектов и распознавания образов.
- 2) Чем отличаются обучающие, валидационные и тестовые данные? На каких этапах создания нейронных сетей используются те или иные данные?
- 3) Опишите модель искусственного нейрона. Что такое веса, функция активации?
- 4) Опишите процесс создания модели искусственной нейронной сети.
- 5) Что такое обучение нейронной сети?
- 6) Как производится тестирование нейронной сети при решении задачи классификации?
- 7) Какие параметры нейронной сети доступны для настройки в Keras?
- 8) Какие параметры процедуры обучения доступны для настройки в Keras?
- 9) Что такое точность распознавания (классификации)?