

Отчет по лабораторной работе №2

«Применение многослойной нейронной сети для аппроксимации функций»

Студента Головкова группы Б21-205 . Дата сдачи: 13.04.2024

Ведущий преподаватель: _____ оценка: _____ подпись: _____

Вариант № 6

Цель работы : изучение математической модели многослойной нейронной сети и решение с её помощью задачи аппроксимации функций.

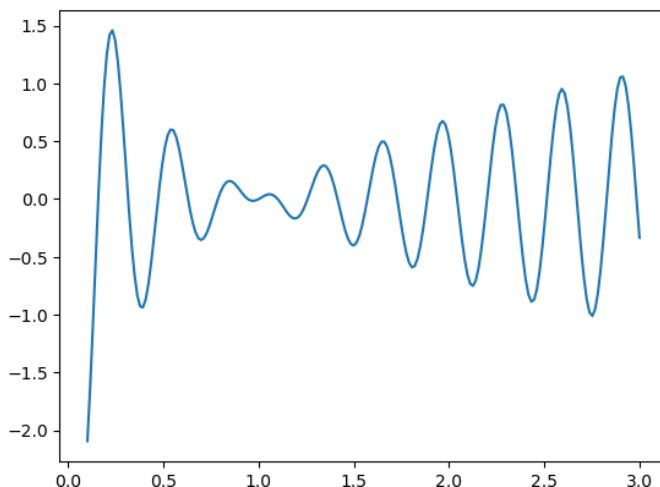
1. Подготовка данных

Аппроксимируемая функция	Число входов	Число выходов	Диапазон изменения аргументов
$\ln(x) \cdot \sin(20x)$	1	1	[0.1;3]

Формирование обучающей, валидационной и тестовой выборок:

	Обучающая	Валидационная	Тестовая	Всего
%	60	30	10	100
Объём выборки	120	60	20	200

График аппроксимируемой функции:



Предобработка данных:

	Метод	Параметры метода	Формула расчёта
Предобработка входов	Добавление шума	scale=0.05, size=200	$x + \xi_x \sim N(0, 0.0025)$
Предобработка выходов	Добавление шума	scale=0.01, size=200	$y + \xi_y \sim N(0, 0.0001)$

2. Обучение и тестирование нейронной сети с одним скрытым слоем

Параметры архитектуры сети:

Число входов	Число выходов	Число нейронов в скрытом слое	Функция активации нейронов скрытого слоя	Функция активации выходного нейрона
1	1	256	ReLU	Linear $y=h$

Схема нейронной сети:

```
Sequential(
  (0):Linear(in_features=1,out_features=256,bias=True)
  (1):ReLU()
  (2):Linear(in_features=256,out_features=1,bias=True)
)
```

Параметры обучения:

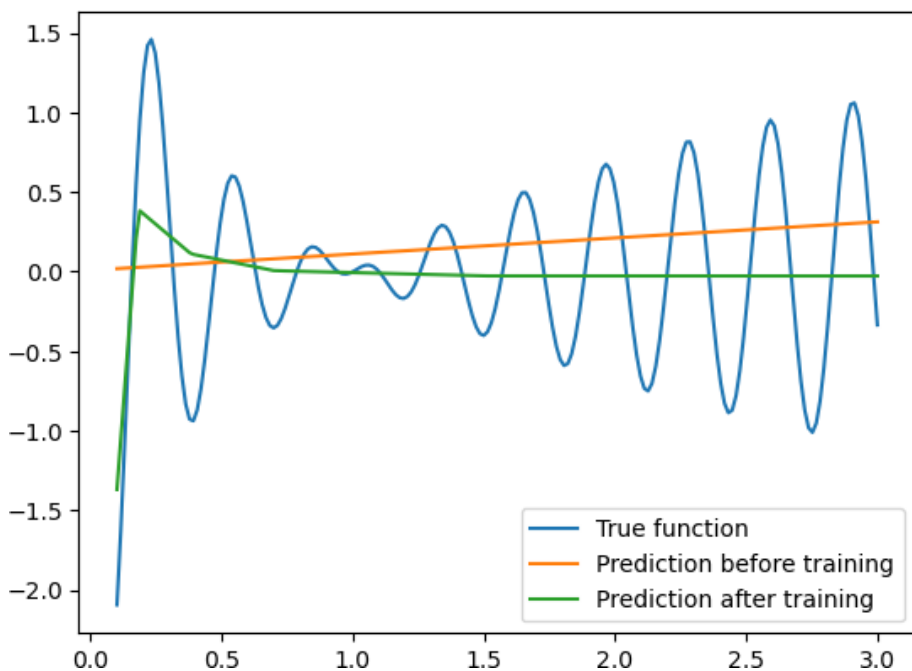
Метод обучения	Скорость обучения α	Режим обучения	Функция потерь
GD	0.01	Stochastic	Quadraticloss

Метод инициализации сети: _____Xavierinitialization_____

Критерий обучения : $E(w) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \sigma)^2$ _____

Критерий останова: _____epoch=1000_____

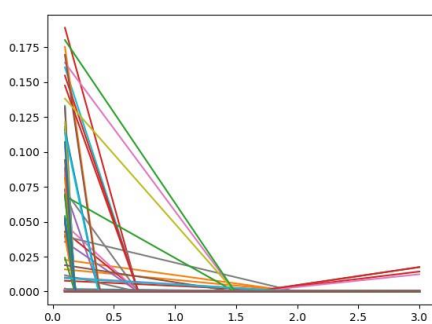
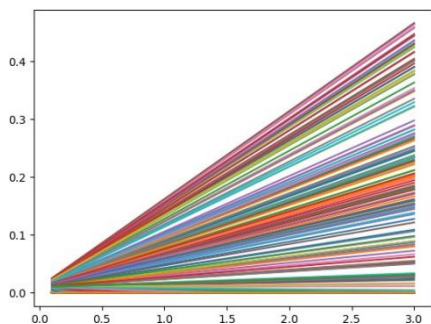
Зависимость выхода $y(x)$ сети от входа сети(изобразить три графика: до обучения, после обучения и график аппроксимируемой функции)



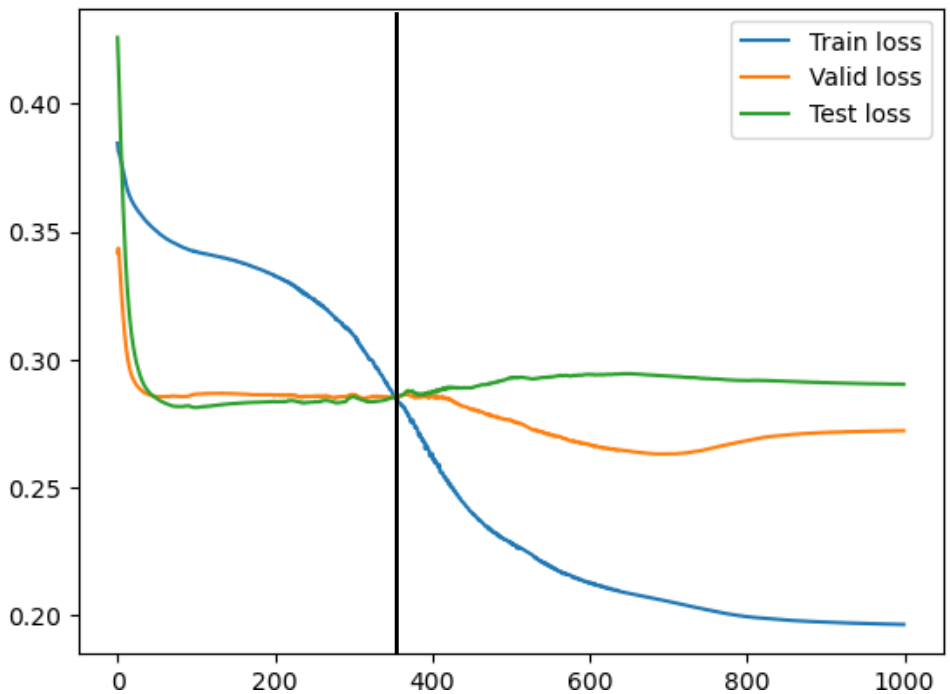
Зависимость выходов $y_k(x)$ нейронов скрытого слоя от входа сети (изобразить на одном графике):

До обучения

После обучения

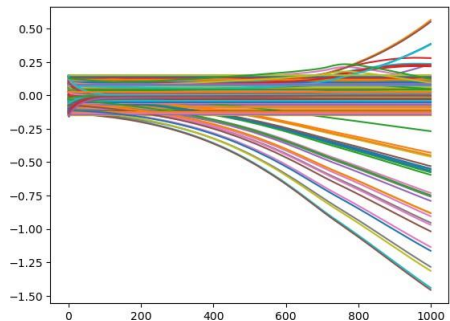
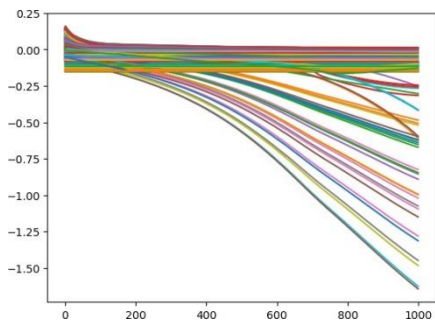


Зависимость ошибки сети $E(\tau)$ на обучающей, валидационной и тестовой выборках от времени обучения:



Отметить на графике начало переобучения (если наблюдается)

Зависимость синаптических коэффициентов сети $w(\tau)$ от времени обучения:
Нейронов скрытого слоя *Выходного нейрона*



Показатели качества обученной нейросетевой модели:

	Обучающая	Валидационная	Тестовая
Макс.абс. ошибка	0.9553	1.0966	0.9020
С.к.о. ошибки	0.1984	0.2621	0.2049
RMSE	0.4454	0.5119	0.4527

Обученная нейросетевая модель *не обладает* способностью к генерализации данных. Для улучшения качества аппроксимации требуется использовать сеть с большим числом слоев, увеличить размер выборки до 5000, изменить критерий останова.

3. Улучшение качества аппроксимации

Параметры архитектуры сети:

Число входов	Число выходов	Число нейронов в скрытом слое	Функция активации нейронов скрытого слоя	Функция активации выходного нейрона
		128 x 128 x 128 x 128	tanh x tanh x tanh x tanh x relu	Linear $y=h$

Параметры обучения:

Метод обучения	Скорость обучения	Режим обучения	Функция потерь
GD	0.0001	Stochastic	Quadratic loss

Метод инициализации сети: _____ Xavier initialization _____

Критерий останова: _____ epoch=4200

Показатели качества обученной

нейросетевой модели:	Обучающая	Валидационная	Тестовая
Макс.абс. ошибка	1.0264	0.7548	0.7473
С.к.о. ошибок	0.0508	0.0499	0.0503
RMSE	0.2255	0.2235	0.2246

Выводы: Для аппроксимации данной функции потребовалось увеличить количество слоев до 5 и количество эпох обучения до 4200 и увеличить в 25 раз выборку, так как иначе сама функция имеет слишком много изгибов на

малых расстояниях. Явно можно сделать вывод, что на таком результате можно не останавливаться, так как модель все еще способна обучать (переобучение не достигнуто). Однако на базовой модели с 1 слоем было замечено переобучение модели на ~350 эпохе