|  |  |
| --- | --- |
|  | **УТВЕРЖДАЮ**  Профессор кафедры  ИАНИ ННГУ, д.т.н.  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Н.В. Старостин  «\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2022 г. |

Научно-технический отчёт

**на опытно-конструкторскую работу**

**Разработка нейронной сети специального вида (автоэнкодера) для решения задачи редукции пространства многомерных функций**

**(Шифр ПО «Enc»)**

2021 г.

Содержание

[Введение 3](#_Toc92999627)

[1. Содержательная постановка задачи 4](#_Toc92999628)

[2. Входные данные 5](#_Toc92999629)

[3. Выходные данные 6](#_Toc92999630)

[4. Разработка автоэнкодера 7](#_Toc92999631)

[4.1. Создание обучающей выборки. Задание исходной функции. Функция потерь 7](#_Toc92999632)

[4.1.1. Первая модель автоэнкодера 7](#_Toc92999633)

[4.1.2. Вторая модель автоэнкодера 7](#_Toc92999634)

[4.2. Описание структуры автоэнкодера 7](#_Toc92999635)

[4.2.1. Однослойный автоэнкодер 7](#_Toc92999636)

[4.2.2. Двухслойный автоэнкодер 7](#_Toc92999637)

[4.2.3. Вариационный автоэнкодер 7](#_Toc92999638)

[5. Тестирование полученных автоэнкодеров 8](#_Toc92999639)

[6. Разработка алгоритма выбора гиперпараметров для построения автоэнкодера с наилучшими показателями точности и сжатия 9](#_Toc92999640)

[7. Заключение 10](#_Toc92999641)

# Введение

Рассматривается проблема разработки нейронной сети специального вида (автоэнкодера) для решения задачи редукции пространства многомерных функций.

В рамках данного проекта проведены следующие работы:

Разработка структуры автоэнкодера, разработка функции генерации данных для обучения автоэнкодера на базе рандомизированных средств с минимальной расходимостью, тестирование автоэнкодера на четырех функциях, разработка функции полного перебора гиперпараметров автоэнкодера.

# Содержательная постановка задачи

Для каждой предоставленной функции построить автоэнкодер, обладающий наилучшими характеристиками по сжатию пространства параметров функции и точности.

# Входные данные

В качестве исходных данных выступает описание исходных функций. Для каждой функции должна быть выполнена программная реализация в рамках ПО «Enc». Пример задания функции приведен на рисунке 1.

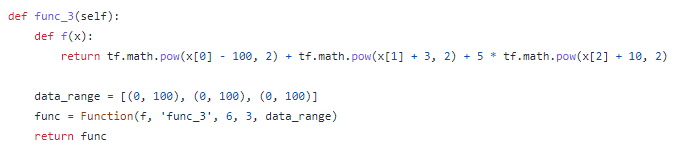


Рисунок 1 – пример задания функции

Необходимо определить функцию , задать вектор диапазонов допустимых значений для компонент вектора . Параметрами являются функция, имя функции, размерность пространства параметров, количество незначащих параметров, вектор диапазонов.

# Выходные данные

К выходным данным ПО «Enc» относятся:

- описание структуры и параметров обученной нейронной сети, обеспечивающей сжатие параметров исходной функции

- показатели нейронной сети по степени сжатия и точности аппроксимации

# Разработка автоэнкодера

# Создание обучающей выборки. Задание исходной функции. Функция потерь

Для каждой компоненты вектора задается диапазон допустимых значений. Создается случайных векторов , каждая компонента которых выбирается равновероятно из соответствующего диапазона значений. векторов выбирается для тренировочной выборки, оставшиеся выбираются для валидационной выборки.

# Первая модель автоэнкодера

Для каждого вектора высчитывается соответствующий вектор и конкатенируется с ним. Получившийся вектор подается на вход автоэнкодера. Функцией потерь выбирается средняя разность квадратов между поданным на вход вектором и выходным вектором автоэнкодера.

# Вторая модель автоэнкодера

Вектор подается на вход автоэнкодера. Функцией потерь выбирается средняя разность квадратов между вектором рассчитанном по входному вектору и вектором , рассчитанном по выходному вектору автоэнкодера.

# Описание структуры автоэнкодера

Общая структура автоэнкодеров. Входной слой, слои кодировщика, внутренний слой – последний слой кодировщика, слои декодировщика, выходной слой – последний слой декодировщика.

# Однослойный автоэнкодер

Слои кодировщика и декодировщика имеют по одному полносвязному слою.

# Двухслойный автоэнкодер

Слои кодировщика и декодировщика имеют по два полносвязных слоя.

# Вариационный автоэнкодер

В слое декодировщика входной вектор сжимается до размера внутреннего слоя полносвязным слоем, получившийся вектор принимается за математическое ожидание и логарифм дисперсии. Создаётся вектор случайных величин с нормальным распределением, математическое ожидание и дисперсию которых получили на предыдущем слое. Слой декодировщика имеет два полносвязных слоя.

# Тестирование полученных автоэнкодеров

Для тестирования были даны следующие четыре функции:

1.

2.

3.

4.

Для тестирования были выбраны следующие гиперпараметры:

– размер тестовых данных

– размер внутреннего слоя

– процент разделения тестовых данных на обучающую выборку и валидационную

– тип автоэнкодера

– количество эпох

# Разработка алгоритма выбора гиперпараметров для построения автоэнкодера с наилучшими показателями точности и сжатия

Для построения автоэнкодера с наилучшими показателями точности и сжатия был реализован алгоритм полного перебора гиперпараметров, но для ускорения был также применен алгоритм эффективной глобальной оптимизации. (smt.applications.EGO)

# Заключение

Была поставлена задача разработки нейронной сети специального вида (автоэнкодера) для решения задачи редукции пространства многомерных функций. В ходе работы все требования к функциональным характеристикам разрабатываемого ПО были выполнены.