|  |  |
| --- | --- |
| Gerb-BMSTU_01 | **Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  **Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  **высшего образования**  **«Московский государственный технический университет**  **имени Н.Э. Баумана**  **(национальный исследовательский университет)»**  **(МГТУ им. Н.Э. Баумана)** |

ФАКУЛЬТЕТ *Робототехники и комплексной автоматизации*

КАФЕДРА *Системы автоматизированного проектирования (РК-6)*

**ОТЧЕТ О ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ**

по дисциплине:

Введение в искусственный интеллект

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Студент |  | Абидоков Рашид Ширамбиевич |
| Группа |  | РК6-11М |
| Вариант |  | 1 |
| Тема лабораторной работы |  | Реализация искусственной нейронной сети |

Студент **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Абидоков Р. Ш.**

*подпись, дата фамилия, и.о.*

Преподаватель **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Федорук В. Г.**

*подпись, дата фамилия, и.о.*

Оценка \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

*Москва, 2020 г.*

Оглавление

[Задание на лабораторную работу 3](#_Toc60772653)

[Теоретические сведения 3](#_Toc60772654)

[Примеры работы программы 5](#_Toc60772655)

[Описание программной реализации 6](#_Toc60772656)

[Процесс обучения 8](#_Toc60772657)

# Задание на лабораторную работу

Разработать, используя язык C/C++, двухслойную нейронную сеть с линейными функциями активации, обеспечить ее обучение для решения задач сжатия данных с потерями.

# Теоретические сведения

*Искусственная нейронная сеть* – сеть, в качестве вершин которой выступают искусственные нейроны. ИНС осуществляет преобразование вектора входных сигналов (воздествий) в вектор выходных сигналов. Выходной сигнал каждого нейрона формируется путем применения *функции активации* к взвешенной сумме входных сигналов.

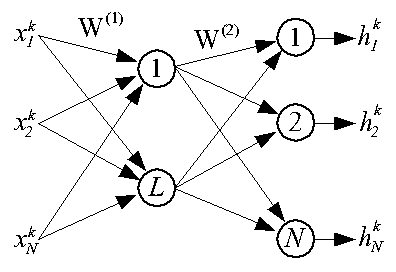


Рис 1. Схема двухслойной ИНС

Для сети *с линейной функцией активации* выход нейрона равен непосредственно взвешенной сумме. Т.е. вектор выходных сигналов каждого слоя формируется путем умножения вектора входных сигналов на матрицу весов. В этом случае для двухслойной ИНС с линейной функцией активации

где вектор входных сигналов k-го объекта, матрица весов первого слоя, матрица весов второго слоя, вектор выходных сигналов k-го объекта.

Обучение сети, состоящее в оптимальном подборе весов, составляющих матрицы и , подразумевает минимизацию целевой функции в виде:

где количество объектов выборки, размерность выходного вектора.

Поскольку в задаче сжатия изображения стоит задача минимизации отклонения полученного изображения от начального,

и целевая функция принимает вид

Для отыскания минимума используется метод обратного распространения ошибки. В рамках данного метода уточнение весовых коэффициентов производится формулой метода градиента

С учетом линейности функции активации выражения для частных производных выходного слоя:

Для первого слоя:

# Примеры работы программы

Для работы используются черно-белые изображения в формате .png с разрешением 256x256 пикселей. Исходное изображение разбивается на квадратные части NxN пикселей, которые пропускаются через сеть, затем собирается выходное изображение. Обучение сети производилось с помощью изображения, приведенного на Рис. 2



Рис 2.

Пример работы на некоторых изображениях

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Исходное изображение | N=2 | N=4 |
| C:\Study\Introduction-to-AI\lab4\src\img\0-in.bmp |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

# Описание программной реализации

Программа написана на языке C++ с использованием компилятора gcc. Для работы с изображениями используется библиотека cimg. Алгоритм работы программы (см. Листинг 1):

1. С помощью функции load\_images загружаются изображения с диска, формируется вектор объектов CImg
2. Вектор изображений функцией images\_to\_matrices преобразуется в вектор матриц размерности 256x256
3. Каждая из матриц функцией matrices\_to\_cell\_vecs преобразуется в набор матриц размерности NxN, где N – заданное число, а затем данные матрицы переразбиваются в вектора размерности (N\*N)x(1) для последующей подачи в нейронную сеть
4. Создается объект нейронной сети, веса инициализируются малыми числами
5. По первому изображению в выборке происходит обучение, затем все изображения пропускаются через сеть
6. Пункты 1-3 выполняются в обратном порядке, собирается выходное изображение

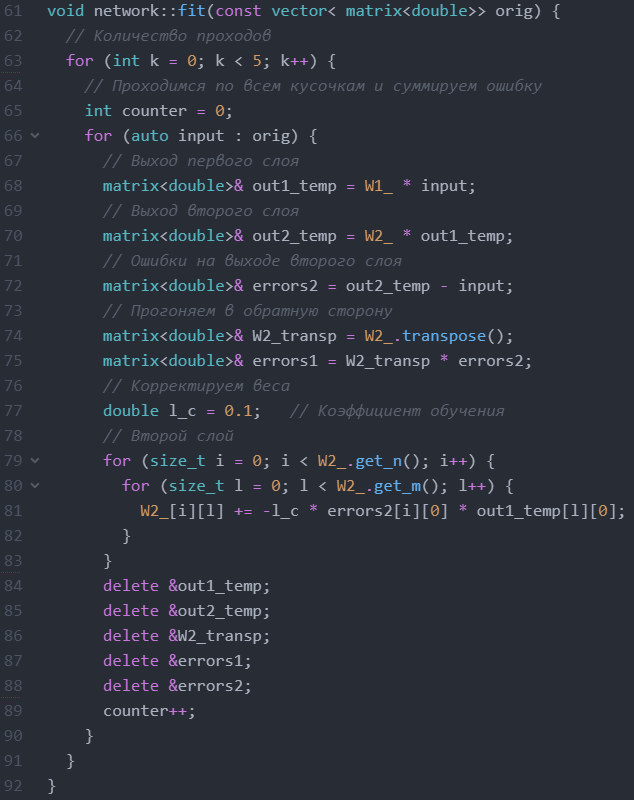
Листинг 1. Функция main



# Процесс обучения

Функция обучения сети приведена в Листинге 2

Листинг 2. Метод network.fit



Для наглядности приведены первые пять итераций обучения

|  |  |
| --- | --- |
|  | C:\Users\SadBattlecruiser\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCache\Content.Word\fit-1.png |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |