БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

**Отчёт**

по лабораторной работе №3

по дисциплине “Модели решения задач в интеллектуальных системах”

на тему

“Предсказание числовых последовательностей нейросетевыми методами”

Выполнил

студент группы 021701

Осененко Г.Д.

Проверил

Жук А.А.

Минск

2022

**Цель работы:** ознакомиться, проанализировать и получить навыки реализации модели нейронной сети для предсказания числовых последовательностей.

В рамках лабораторной работы была реализована модель нейронной сети, имеющая 5 входных нейронов (что аналогично фиксированному окну размера 5), 1 скрытый нейрон и 1 выходной нейрон (что аналогично единственному числовому значению, которое предсказывает нейронная сеть) и 1 контекстный нейрон. В качестве функции активации скрытого и выходного нейронов была использована линейная функция, в качестве функции активации контекстных нейронов (нейрона) был использован гиперболический арксинус. Архитектура программной реализации модели позволяет беспрепятственно регулировать все вышеупомянутые количества и функции.

Способность предсказания сетью числовых последовательностей была протестирована на следующих последовательностях:

1. Последовательность натуральных чисел (1, 2, 3, 4, 5, …)
2. Последовательность квадратов натуральных чисел (1, 4, 9, 16, 25, …)
3. Последовательность единиц с переменным знаком (1, -1, 1, -1, 1, …)
4. Последовательность единиц с переменным знаком, разделенных нулями (-1, 0, 1, 0, -1, …)
5. Последовательность факториалов натуральных чисел (1, 2, 6, 24, 120, …)
6. Последовательность Фибоначчи (1, 1, 2, 3, 5, …)
7. Последовательность натуральных степеней числа 2 (2, 4, 8, 16, 32, …)

Результаты проведенных тестов зафиксированы в таблицах ниже.

**Последовательность натуральных чисел**

Сеть была обучена на следующих образах с максимальной допустимой ошибкой 0.005 и коэффициентом обучения 0.0000001:

|  |  |
| --- | --- |
| **Последовательность** | **Эталон** |
| 1 2 3 4 5 | 6 |
| 5 6 7 8 9 | 10 |
| 500 501 502 503 504 | 505 |

Результаты предсказания:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Последовательность** | **Ожидаемое значение** | **Результат** | **Ошибка** |
| 1 2 3 4 5 | 6 | 5.96 | 0.04 |
| 5 6 7 8 9 | 10 | 7.617 | 2.383 |
| 500 501 502 503 504 | 505 | 502.8 | 2.2 |
| 333 334 335 336 337 | 338 | 337.99 | 0.01 |

**Последовательность квадратов натуральных чисел**

Сеть была обучена на следующих образах с максимальной допустимой ошибкой 0.005 и коэффициентом обучения 0.0000001:

|  |  |
| --- | --- |
| **Последовательность** | **Эталон** |
| 1 4 9 16 25 | 36 |
| 4 9 16 25 36 | 49 |
| 100 121 144 169 196 | 225 |

Результаты предсказания:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Последовательность** | **Ожидаемое значение** | **Результат** | **Ошибка** |
| 1 4 9 16 25 | 36 | 37.02 | 1.02 |
| 4 9 16 25 36 | 49 | 50.46 | 1.46 |
| 100 121 144 169 196 | 225 | 224.7 | 0.3 |
| 900 961 1024 1089 1156 | 1225 | 1158 | 67 |

**Последовательность единиц с переменным знаком**

Сеть была обучена на следующих образах с максимальной допустимой ошибкой 0.005 и коэффициентом обучения 0.0001:

|  |  |
| --- | --- |
| **Последовательность** | **Эталон** |
| 1 -1 1 -1 1 | -1 |
| -1 1 -1 1 -1 | 1 |

Результаты предсказания:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Последовательность** | **Ожидаемое значение** | **Результат** | **Ошибка** |
| 1 -1 1 -1 1 | -1 | -1.41 | 0.41 |
| -1 1 -1 1 -1 | 1 | 1.09 | 0.09 |

**Последовательность единиц с переменным знаком, разделенных нулями**

Сеть была обучена на следующих образах с максимальной допустимой ошибкой 0.005 и коэффициентом обучения 0.0001:

|  |  |
| --- | --- |
| **Последовательность** | **Эталон** |
| -1 0 1 0 -1 | 0 |
| 0 1 0 -1 0 | 1 |
| 1 0 -1 0 1 | 0 |
| 0 -1 0 1 0 | -1 |

Результаты предсказания:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Последовательность** | **Ожидаемое значение** | **Результат** | **Ошибка** |
| -1 0 1 0 -1 | 0 | -0.007 | -0.007 |
| 0 1 0 -1 0 | 1 | 1.02 | 0.02 |
| 1 0 -1 0 1 | 0 | -0.26 | -0.26 |
| 0 -1 0 1 0 | -1 | -0.93 | 0.07 |

**Последовательность факториалов натуральных чисел**

Сеть была обучена на следующих образах с максимальной допустимой ошибкой 0.005 и коэффициентом обучения 0.000000001:

|  |  |
| --- | --- |
| **Последовательность** | **Эталон** |
| 1 2 6 24 120 | 720 |
| 2 6 24 120 720 | 5040 |
| 6 24 120 720 5040 | 40320 |

Результаты предсказания:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Последовательность** | **Ожидаемое значение** | **Результат** | **Ошибка** |
| 1 2 6 24 120 | 720 | 855 | 135 |
| 2 6 24 120 720 | 5040 | 5736 | 696 |
| 6 24 120 720 5040 | 40320 | 40341 | 21 |
| 24 120 720 5040 40320 | 362880 | 321961 | 40919 |

**Последовательность Фибоначчи**

Сеть была обучена на следующих образах с максимальной допустимой ошибкой 0.005 и коэффициентом обучения 0.0001:

|  |  |
| --- | --- |
| **Последовательность** | **Эталон** |
| 1 1 2 3 5 | 8 |
| 1 2 3 5 8 | 13 |
| 2 3 5 8 13 | 21 |

Результаты предсказания:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Последовательность** | **Ожидаемое значение** | **Результат** | **Ошибка** |
| 1 1 2 3 5 | 8 | 9.43 | 1.43 |
| 1 2 3 5 8 | 13 | 13.26 | 0.26 |
| 2 3 5 8 13 | 21 | 20.63 | 0.37 |
| 3 5 8 13 21 | 34 | 32.27 | 1.73 |

**Последовательность натуральных степеней двойки**

Сеть была обучена на следующих образах с максимальной допустимой ошибкой 0.005 и коэффициентом обучения 0.0000001:

|  |  |
| --- | --- |
| **Последовательность** | **Эталон** |
| 2 4 8 16 32 | 64 |
| 4 8 16 32 64 | 128 |
| 8 16 32 64 128 | 256 |

Результаты предсказания:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Последовательность** | **Ожидаемое значение** | **Результат** | **Ошибка** |
| 2 4 8 16 32 | 64 | 60.67 | 3.33 |
| 4 8 16 32 64 | 128 | 125.52 | 2.48 |
| 8 16 32 64 128 | 256 | 256.005 | 0.005 |
| 1024 2056 4096 8192 16384 | 32768 | 33590.09 | 822.09 |