

Министерство образования Республики Беларусь Учреждение
образования
«Белорусский государственный университет информатики и
радиоэлектроники»
Кафедра интеллектуальных информационных технологий

Отчет по лабораторной работе
№3 по курсу:
«Модели решения задач в интеллектуальных системах»
Вариант №14

Выполнил студент группы 021702:

Латышев А.Т.

Проверил:

Жук А.А

МИНСК 2022

Цель

Ознакомиться, проанализировать и получить навыки реализации модели рекуррентной нейронной сети.

Постановка задачи

Реализовать модель рекуррентной сети с цепью нейросетевых моделей управляемых рекуррентных блоков с функцией активации гиперболического.

ОПИСАНИЕ МОДЕЛИ

Данные:

sequence – исходная последовательность;

resSequence – выходная последовательность;

expSequence – ожидаемая последовательность;

window_size – размер окна;

ϵ – максимально допустимая ошибка;

α – коэффициент обучения;

I – количество итераций;

size- размер предсказываемой последовательности;

Управляемые рекуррентные блоки (англ. Gated Recurrent Units, GRU) — механизм вентиля для рекуррентных нейронных сетей, представленный в 2014 году. Было установлено, что его эффективность при решении задач моделирования музыкальных и речевых сигналов сопоставима с использованием долгой краткосрочной памяти (LSTM). По сравнению с LSTM у данного механизма меньше параметров, т.к. отсутствует выходной вентиль.

$$\begin{aligned} z_t &= \sigma_g(W_z x_t + U_z h_{t-1} + b_z) \\ r_t &= \sigma_g(W_r x_t + U_r h_{t-1} + b_r) \\ h_t &= z_t \circ h_{t-1} + (1 - z_t) \circ \sigma_h(W_h x_t + U_h(r_t \circ h_{t-1}) + b_h) \end{aligned}$$

1. Результаты

Тестирование производилось на трех последовательностях, но так же можно вести свою :

```
1) 1 1 2 3 5 8 13 21 34 55
2) 1 -1 1 -1 1 -1 1 -1 1 -1
3) 1 0 -1 0 1 0 -1 0 1 0 -1
4) other
sequence_type: |
```

После выбора последовательности, вводится размер исходной последовательности. Предлагается выбор стандартных параметров, или ввести самому, а также ввести число предсказываемых значений.

Фибоначчи:

```
sequence: [1.0, 1.0, 2.0, 2.9999819, 4.9999824, 7.999947, 12.999913, 20.999828,
33.99969, 54.99943, 88.998985, 143.9982, 232.99684, 376.99448, 609.9904, 986.983
4, 1596.9713, 2583.9507, 4180.9155, 6764.8564, 10945.756, 17710.586, 28656.297,
46366.812, 75023.0, 121389.625, 196412.34, 317801.5, 514213.06, 832013.25, 13462
24.2, 2178234.2, 3524453.0, 5702679.0, 9227118.0, 1.4929774E7, 2.4156856E7, 3.90
86572E7, 6.3243336E7, 1.02329752E8, 1.65572832E8, 2.6790216E8, 4.33474336E8, 7.0
137542E8, 1.134848E9, 1.83622067E9, 2.97106406E9, 4.8072776E9, 7.7783296E9, 1.25
855867E10, 2.03638845E10, 3.294942E10, 5.3313225E10, 8.6262514E10, 1.39575525E11
, 2.25837679E11, 3.65412647E11, 5.9124941E11, 9.5666058E11, 1.54790763E12, 2.504
56415E12, 4.05246575E12, 6.5570205E12, 1.0609471E13, 1.71664663E13, 2.77758974E1
3, 4.4942295E13, 7.2718083E13, 1.1766021E14, 1.90378016E14, 3.08037739E14, 4.984
15016E14, 8.0645151E14, 1.30486448E15, 2.11131291E15, 3.41617189E15, 5.5274763E1
5, 8.9436343E15, 1.44710891E16, 2.34146885E16, 3.7885722E16, 6.130032E16, 9.9185
896E16, 1.60485989E17, 2.59671489E17, 4.20156859E17, 6.7982735E17, 1.09998256E18
, 1.77980723E18, 2.87978533E18, 4.6595857E18, 7.5393589E18, 1.2198925E19, 1.9738
255E19, 3.1937132E19, 5.167531E19, 8.361232E19, 1.3528743E20, 2.1889943E20, 3.54
1863E20, 5.7308485E20]
```

Сеть обучилась за 155 итераций.

Полученные результаты близки к эталонным значениям (имеют погрешность), для обучения сети потребовалось небольшое количество итераций для достижения заданной ошибки.

Последовательность 1 -1 1 -1 ...:

```
sequence: [1.0, -1.0, 1.0, -0.99996287, 0.9999802, -0.9999177, 0.9999723, -0.99985516, 0.9999898, -0.9997554, 1.000062, -0.9995754, 1.0002518, -0.999223, 1.0006942, -0.9985001, 1.0016799, -0.9969809, 1.0038332, -0.9937499, 1.0084963, -0.9868391, 1.0185543, -0.97201866, 1.0402089, -0.9401961, 1.0867908, -0.8718268, 1.1869549, -0.72489893, 1.4022962, -0.40910628, 1.8652152, 0.26966754, 2.860312, 1.7286837, 4.999346, 4.8648605, 9.597317, 11.606159, 19.480867, 26.096807, 40.725975, 57.244987, 86.39319, 124.19916, 184.55667, 268.11972, 395.56293, 577.4825, 849.129, 1242.4697, 1824.0869, 2671.8855, 3919.7969, 5744.469, 8424.607, 12349.108, 18107.871, 26546.037, 38922.418, 57062.883, 83664.09, 122660.02, 179838.06, 263663.6, 386567.72, 566756.25, 830941.1, 1218265.6, 1786138.9, 2618710.2, 3839373.5, 5629020.5, 8252881.0, 1.2099798E7, 1.7739886E7, 2.6008986E7, 3.8132568E7, 5.590732E7, 8.1967424E7, 1.20174952E8, 1.76192144E8, 2.58320688E8, 3.78731872E8, 5.5527027E8, 8.1409882E8, 1.19357491E9, 1.7499369E9, 2.56563558E9, 3.76155699E9, 5.5149332E9, 8.085612E9, 1.18545633E10, 1.73803356E10, 2.54818427E10, 3.7359706E10, 5.4774206E10, 8.0306135E10, 1.17739282E11, 1.72621136E11]
```

Сеть обучилась за 213 итераций.

Из полученных результатов только 20 спрогнозированное значение близко к эталонному оставшиеся значения постепенно накапливают ошибку.

Последовательность 1 0 -1 0 1 0 -1 0 ...:

```
sequence: [1.0, 0.0, -1.0, 3.4183264E-5, 0.99996394, -6.836653E-5, -0.99992794, 1.0254979E-4, 0.99989194, -1.3670325E-4, -0.9998558, 1.7088652E-4, 0.9998198, -2.0506978E-4, -0.9997837, 2.3931265E-4, 0.9997476, -2.734661E-4, -0.9997114, 3.0761957E-4, 0.9996753, -3.4180284E-4, -0.99963915, 3.759861E-4, 0.99960303, -4.1010976E-4, -0.9995669, 4.4429302E-4, 0.9995308, -4.7841668E-4, -0.9994947, 5.1259995E-4, 0.99945855, -5.467236E-4, -0.99942243, 5.8081746E-4, 0.9993863, -6.149709E-4, -0.9993503, 6.491542E-4, 0.9993142, -6.8327785E-4, -0.99927807, 7.174015E-4, 0.99924195, -7.5149536E-4, -0.99920595, 7.856488E-4, 0.99916995, -8.197427E-4, -0.9991339, 8.5389614E-4, 0.99909776, -8.879602E-4, -0.9990617, 9.2205405E-4, 0.9990257, -9.561777E-4, -0.9989896, 9.903312E-4, 0.9989536, -0.0010244846, -0.99891746, 0.0010585785, 0.99888134, -0.001092732, -0.9988452, 0.0011268258, 0.9988092, -0.0011609197, -0.99877316, 0.0011950135, 0.99873716, -0.001229167, -0.99870104, 0.0012633204, 0.99866503, -0.0012974143, -0.998629, 0.0013315082, 0.99859285, -0.0013655722, -0.99855685, 0.0013996661, 0.9985208, -0.0014337301, -0.99848473, 0.0014677942, 0.9984487, -0.001501888, -0.9984126, 0.0015359521, 0.99837655, -0.001570046, -0.9983404, 0.00160411, 0.99830425, -0.0016381145, -0.9982681, 0.0016722083, 0.998232]
```

Сеть обучилась за 2648 итераций.

Полученные результаты близки к эталонным значениям.

Вывод:

В ходе выполнения лабораторной работы была реализована модель управляемых рекуррентных блоков. Было установлено на основе экспериментальных данных, что для различных числовых последовательностей варьируется необходимое количество шагов обучения нейронной сети для достижения максимально-допустимой ошибки. Также было установлено, что в последовательностях сложных для предсказания выход сети отличается от эталонного значения на большую величину, чем в более простых последовательностях.