**Urszula Król,**

**grupa projektowa 2**

**IS WIMiIP**

**Sprawozdanie nr 1**

**1. Temat ćwiczenia:**

Budowa i działanie perceptronu

**2. Cel ćwiczenia**

Celem ćwiczenia było poznanie budowy i działania perceptronu poprzez implementację oraz uczenie perceptronu realizującego wybraną funkcję logiczną dwóch zmiennych.

**3. Zadania wykonane w ramach ćwiczenia**

a) Implementacja sztucznego neuronu.

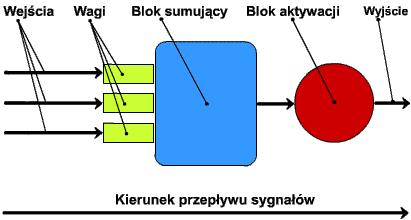
b) Wygenerowanie danych uczących i testujących wybranej funkcji logicznej dwóch zmiennych.

c) Uczenie perceptronu dla różnej liczby danych uczących i różnych współczynników uczenia.

d) Testowanie perceptronu.

**4. Syntetyczny opis budowy oraz wykorzystanego algorytmu uczenia**

Sztuczny neuron to prosty system przetwarzający wartości sygnałów wprowadzanych na jego wejścia w pojedynczą wartość wyjściową, wysyłaną na jego jedynym wyjściu. To podstawowy element [sieci neuronowych](https://pl.wikipedia.org/wiki/Sie%C4%87_neuronowa), która jest jedną z metod [sztucznej inteligencji](https://pl.wikipedia.org/wiki/Sztuczna_inteligencja). Pierwowzorem zbudowania sztucznego neuronu był [biologiczny neuron](https://pl.wikipedia.org/wiki/Neuron).



Sztuczna sieć neuronowa to ogólna nazwa struktur matematycznych i ich programowych lub sprzętowych modeli, realizujących obliczenia lub przetwarzanie sygnałów poprzez rzędy elementów wykonujących pewną podstawową operację na swoim wejściu, zwanych neuronami.

Perceptron to prosty element obliczeniowy. Sumuje ważone sygnały wejściowe oraz porównuje ją z progiem aktywacji. Zależnie od wyniku perceptron może być wzbudzony albo nie.

Do uczenia perceptronu można użyć algorytmu uczenia perceptronu, czyli automatycznego doboru wag na podstawie kolejnych przykładów. W uproszczonym przypadku algorytm wygląda następująco:

* Inicjujemy wagi losowo.
* Dla każdego przykładu uczącego obliczamy odpowiedź perceptronu.
* Jeśli odpowiedź perceptronu jest nieprawidłowa, to modyfikujemy wagi:

w1 += n \* (d-y) \* x1   
w2 += n \* (d-y) \* x2   
b   += n \* (d-y)

gdzie:

n - niewielki współczynnik uczenia (n > 0),

d - oczekiwana odpowiedź,

y - odpowiedź neuronu.

Po wykorzystaniu wszystkich przykładów rozpoczyna się proces uczenia na nowo, do momentu gdy następują jakiekolwiek zmiany wag połączeń.

**4. Informacje o programie:**

- zadaniem perceptronu jest wywnioskowanie, czy suma danych liczb jest liczbą dodatnią;

- wagi ustalane są losowo;

- zestaw uczący zawiera 25 pozycji;

**5. Zestawienie otrzymanych wyników wraz z analizą i dyskusją błędów uczenia**

**i testowania:**

1. Tabela wyników:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nr próby | Liczba danych uczących | Współczynnik uczenia | Liczba iteracji | Poprawność | Liczba błędów |
| 1 | 6 | 0.01 | 7 | Nie | 2 |
| 2 | 6 | 0.001 | 28 | Tak | 0 |
| 3 | 6 | 0.005 | 14 | Nie | 3 |
| 4 | 10 | 0.01 | 2 | Tak | 0 |
| 5 | 10 | 0.01 | 4 | Nie | 1 |
| 6 | 10 | 0.001 | 39 | Tak | 0 |
| 7 | 10 | 0.005 | 12 | Nie | 1 |
| 8 | 15 | 0.01 | 3 | Tak | 0 |
| 9 | 15 | 0.001 | 12 | Tak | 0 |
| 10 | 15 | 0.005 | 5 | Tak | 0 |
| 11 | 20 | 0.01 | 2 | Tak | 0 |
| 12 | 20 | 0.001 | 4 | Nie | 5 |
| 13 | 20 | 0.005 | 3 | Nie | 2 |
| 14 | 25 | 0.01 | 3 | Tak | 0 |
| 15 | 25 | 0.001 | 8 | Tak | 0 |
| 16 | 25 | 0.005 | 1 | Tak | 0 |

2. Tabela wag dla poszczególnych prób:

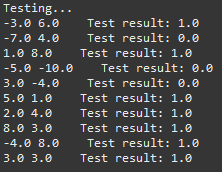
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Nr próby | Waga 1 | Waga 2 |
| 1 | -0.39377267341364064 | -0.7073811240580776 |
| 2 | -0.4326586458624204 | -0.12495485205577173 |
| 3 | -0.6579374551613637 | 0.8933155051422343 |
| 4 | 0.4312650108007101 | 0.2921298130488519 |
| 5 | -0.7828448092007947 | 0.561957848582979 |
| 6 | -0.4007785549675207 | -0.9013689523062074 |
| 7 | -0.5341782658658332 | 0.6471258723334921 |
| 8 | 0.7311235248235599 | -0.817606603646863 |
| 9 | 0.8966807694285992 | 0.6823660560929998 |
| 10 | 0.8468666929838189 | -0.022423529384611784 |
| 11 | 0.8086158924895115 | -0.8378669771837104 |
| 12 | -0.04885345285081 | -0.2792978261528005 |
| 13 | 0.07845988801568016 | -0.4627033452726854 |
| 14 | 0.18688745972346354 | -0.8630732113828905 |
| 15 | 0.47179188598374844 | -0.36202678445875125 |
| 16 | 0.3486660414478615 | 0.5309098150885496 |

Próby od 1 do 5 udokumentowano zrzutami ekranu ukazującymi działanie stworzonego programu:

Próba 1:

Liczba danych uczących: 6

Współczynnik uczenia: 0.01



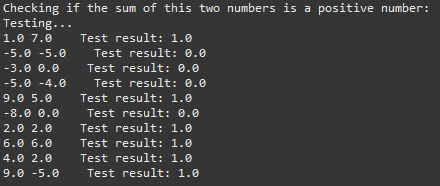
- liczba iteracji wyniosła 6

- wyniki testu są poprawne

Próba 2:

Liczba danych uczących: 6

Zmiana współczynnika uczenia na 0.001



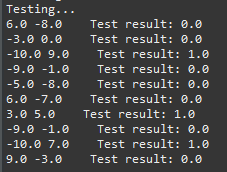
- liczba iteracji wzrosła do 28

- wyniki testu są poprawne

Próba 3:

Liczba danych uczących: 6

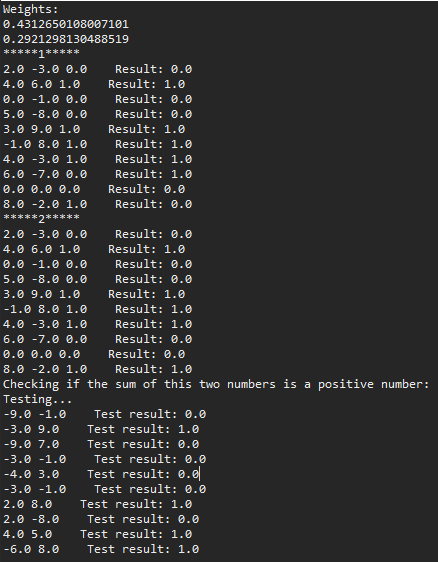
Zmiana współczynnika uczenia na 0.005



- liczba iteracji wyniosła 14

- 3 wyniki testu są błędne, np.: -10+9=-1, -1 nie jest dodatnie

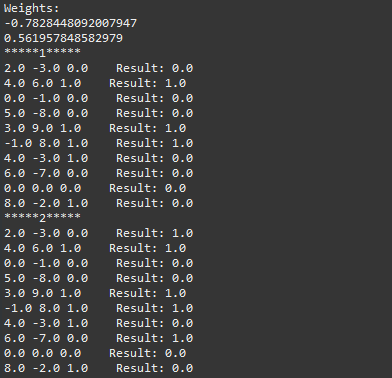
Próba 4:

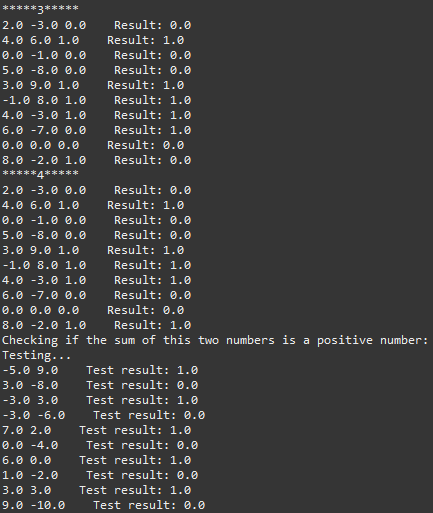


- wystąpiły jedynie dwie iteracje

- uzyskane wyniki są poprawne

Próba 5:





Tym razem liczba iteracji wynosi 4.

Liczba błędów wyniosła 1.

Wagi ustalane są ponownie do momentu, aż wynik założony i wynik uzyskany będą się całkowicie zgadzać.

W pierwszej próbie liczba iteracji wyniosła 2, a w drugiej 4. Różnica ta jest spowodowana wylosowanymi wagami.

**6. Wnioski i obserwacje:**

- działanie perceptronu jest uzależnione od wielu czynników: liczby danych uczących, współczynnika uczenia oraz doboru wag,

- współczynnik uczenia wpływa na czas i efekt uczenia,

- wraz ze zwiększaniem wartości współczynnika uczenia zmniejsza się liczba iteracji,

- wraz ze zmniejszaniem wartości współczynnika wydłuża się czas uczenia,

- dane uczące wpływają na poprawność uczenia perceptronu, przy zbyt małej ilości tych danych otrzymujemy błędne wyniki,

- mała ilość danych uczących wraz z niewielką wartością współczynnika uczenia powodowała znaczne wydłużenie czasu uczenia oraz zwiększenie liczby iteracji (próba nr 2 i nr 6),

- średni współczynnik uczenia (0.005) w połączeniu z dużą liczbą danych uczących (25 par liczb) spowodował zminimalizowanie liczby powtórzeń do 1 iteracji przy jednoczesnej bezbłędności wyników,

- użycie zestawu uczącego składającego się z 25 par liczb dało najlepszy rezultat, w każdej z 3 prób otrzymano poprawne wyniki bez wystąpienia żadnych błędów,

- dobór wag ma bezpośredni wpływ na działanie perceptronu, w zależności od ich wartości zmienia się poprawność wyników i liczba iteracji, co można zaobserwować porównując próby nr 4 i 5 różniące się jedynie wagami początkowymi,

- przeprowadzając kolejne badanie działania można było zaobserwować pewne odchylenia od normy spowodowane prawdopodobnie losowym doborem wag początkowych,

- bardzo ważny jest odpowiedni dobór współczynnika uczenia, wag oraz liczby danych uczących, gdyż mają one bezpośredni wpływ na działanie perceptronu.

**7. Listing kodu programu:**

Pełny listing kodu programu znajduje się w repozytorium: <https://github.com/ukrol/PSI_GP02_zima_2017-2018_Urszula_Krol>