

Sprawozdanie z ćwiczenia:

Budowa i działanie sieci jednowarstwowej

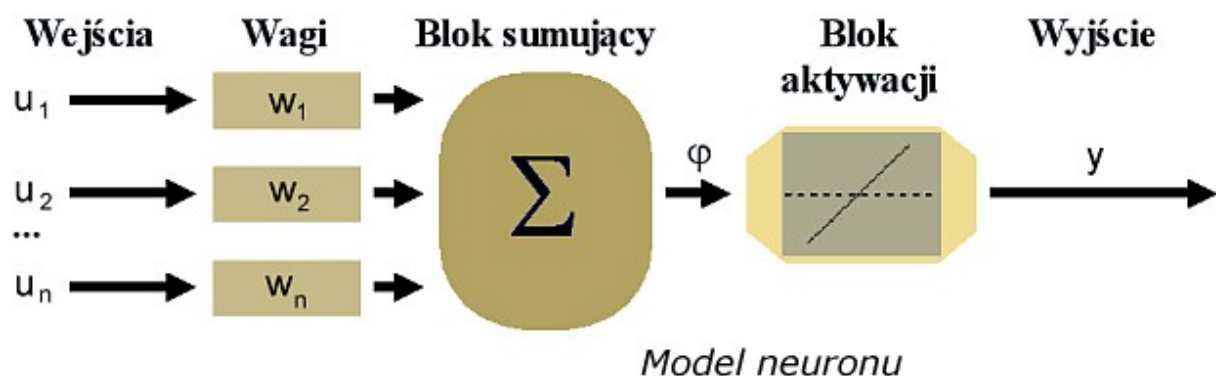
1. Cel ćwiczenia

Poznanie budowy i działania jednowarstwowych sieci neuronowych oraz uczenie rozpoznawania wielkości liter

2. Wstęp teoretyczny

Sieć neuronowa (sztuczna sieć neuronowa) – ogólna nazwa struktur matematycznych i ich programowych lub sprzętowych modeli, realizujących obliczenia lub przetwarzanie sygnałów poprzez rzędy elementów, zwanych sztucznymi neuronami, wykonujących pewną podstawową operację na swoim wejściu. Oryginalną inspiracją takiej struktury była budowa naturalnych neuronów, łączących je synaps, oraz układów nerwowych, w szczególności mózgu. Czasem nazwą sztuczne sieci neuronowe określa się interdyscyplinarną dziedzinę wiedzy zajmującą się konstrukcją, trenowaniem i badaniem możliwości tego rodzaju sieci.

Schemat budowy sieci



Ogólny opis budowy i działania sieci:

→ Wejścia dostarczają sygnał.

→ Sygnał jest mnożony przez współczynniki wag

→ W bloku sumującym są sumowane pomnożone sygnały. W wyniku tego otrzymujemy sygnał zwany potencjałem membranowym.

→ Następnie sygnał zostaje przetworzony w bloku aktywacji, który w zależności od potrzeb może być opisany różnymi funkcjami - zwanymi funkcjami aktywacji.

→ Wartość funkcji aktywacji jest sygnałem wyjściowym neuronu i propagowana jest do neuronów warstwy następnej.

Funkcja aktywacji przybiera jedną z trzech postaci:

- Skoku jednostkowego – tzw. Funkcja progowa
- Liniowa
- Nieliniowa

Sieć składa się z 1 perceptronu używającego sigmoidalnej funkcji aktywacji z współczynnikiem beta 1 w postaci:

$$y(x) = \frac{1}{1 + e^{-\beta x}}$$

W przypadku uczenia rozpoznawania liter, perceptron obsługuje 35 wejść, ponieważ tyle znaków zawiera matryca pojedynczej litery. Każde z wejść ma przypisaną wagę, która na początku jest generowana losowa z przedziału $\{-0.5, 0.5\}$.

Algorytm zastosowany w projekcie opiera się na modyfikacji wag każdego z wejść. Wagi modyfikowane są do momentu w którym wartość zwracana przez perceptron jest możliwie najbliższa wartości oczekiwanej.

Algorytm:

1. Losowe inicjowanie wag
2. Obliczanie wartości zwracanej przez perceptron poprzez blok sumujący i funkcję aktywacji
3. Sprawdzenie poprawności zwróconej wartości – w przypadku błędnego wyniku modyfikacja wag w następujący sposób:

$$w1 += n * (y - y_n) * x1$$

$$w2 += n * (y - y_n) * x2$$

$$\dots$$

$$B += n * (y - y_n) * y_n$$

$w1, w2, \dots$ - wagi

n – współczynnik uczenia

$x1, x2, \dots$ - wartości na wejściu neuronu

y - spodziewana wartość na wyjściu

y_n - rzeczywista wartość na wyjściu

y_n - rzeczywista wartość na wyjściu

3. Wyniki:

Do sprawdzenia poprawności działania neuronu wykorzystano małe i duże litery. Testy zostały przeprowadzone dla dwóch małych i dwóch dużych liter – a, D, E, n - z następującymi współczynnikami uczenia:

- 0,001
- 0,01
- 0,4
- 0,7

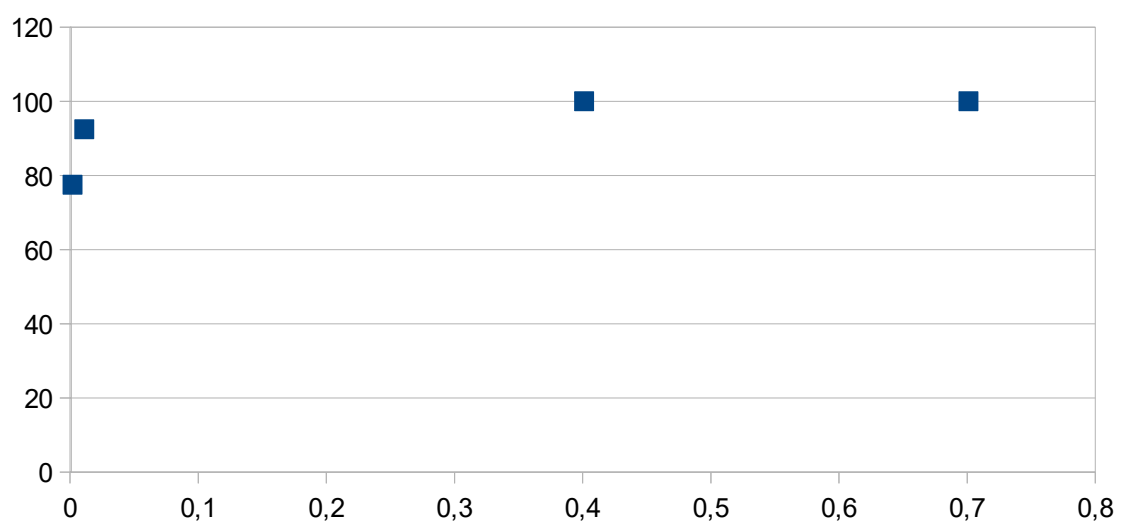
Dla każdego współczynnika przeprowadzono 10 prób. Wyniki zebrano w tabelach.

Współczynnik 0,001		Współczynnik 0,01	
Lp.	% poprawnych	Lp.	% poprawnych
1	100	1	75
2	75	2	100
3	75	3	75
4	50	4	100
5	75	5	75
6	100	6	100
7	100	7	100

8	50	8	100
9	75	9	100
10	75	10	100
Średnia:	77,5	Średnia:	92,5

Współczynnik 0,4		Współczynnik 0,7	
Lp.	% poprawnych	Lp.	% poprawnych
1	100	1	100
2	100	2	100
3	100	3	100
4	100	4	100
5	100	5	100
6	100	6	100
7	100	7	100
8	100	8	100
9	100	9	100
10	100	10	100
Średnia:	100	Średnia:	100

Wykres zależności współczynnika uczenia od % poprawnych wyników



Przykładowy wynik działania programu

- Litera 'E'
 - Współczynnik 0,01

```
h1111
10000
10000
11110
10000
10000
11111
WYNIK: 0.580291723488428: duża litera.
```

- Współczynnik 0,4

```
11111
10000
10000
11110
10000
10000
11111
WYNIK: 0.9342165276045956: duża litera.
```

- Współczynnik 0,7

```
11111
10000
10000
11110
10000
10000
11111
WYNIK: 0.9894004049331986: duża litera.
```

- Litera 'n'
 - Współczynnik 0,01

```
00000
00000
00000
10100
01010
01010
01010
WYNIK: 0.42420668900090036: mała litera.
```

- Współczynnik 0,4

```
00000
00000
00000
10100
01010
01010
01010
WYNIK: 0.03842029208307261: mała litera.
```

- Współczynnik 0,7

```
00000
00000
00000
10100
01010
01010
01010
WYNIK: 0.0022877820631073964: mała litera.
```

Omówienie wyników i wnioski:

- Działanie sztucznego neuronu zależy od: wartości współczynnika uczenia, ilości danych uczących oraz przydzielanych losowo wag.
- Z podanych wyników można wywnioskować, że współczynnik uczenia oscylujący w przedziale {0.1 , 0.9} daje wyniki w granicach 100% poprawności. Współczynniki poniżej 0.1 dają dużo gorsze wyniki. Podsumowując, ze wzrostem współczynnika ilość poprawnych wyników rośnie.
- Każda próba testowa była przynajmniej kilkakrotnie powtarzana, ponieważ wszystkie wyniki uczenia są zależne od losowo przydzielanych na początku wag, dlatego też mogą zdarzać się niewielkie rozbieżności w otrzymywanych wynikach.
- Im mniejszy jest współczynnik uczenia czas uczenia sieci także się zwiększa. Odpowiednie dobranie go jest kluczowe do poprawnej i wydajnej pracy naszej sieci.

Źródła:

- Notatki z wykładów
- <http://users.pja.edu.pl/~msyd/wyk-nai/multiClassNN-pl.pdf>
- <http://www.cs.put.poznan.pl/jstefanowski/aed/TPDANN.pdf>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Artificial_neural_network