Andrzej Horowski, IS grupa 1. 20.10.2017

Sprawozdanie scenariusz nr 1.

Temat ćwiczenia:

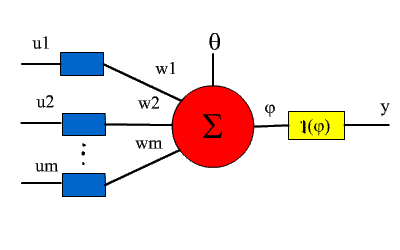
Budowa i działanie perceptronu

1.Cel ćwiczenia

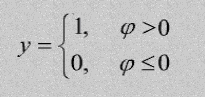
Celem ćwiczenia jest poznanie budowy i działania perceptronu poprzez implementację oraz uczenie perceptronu realizującego wybraną funkcję logiczną dwóch zmiennych.

2. Część właściwa sprawozdania  
a) syntetyczny opis budowy oraz wykorzystanego algorytmu uczenia.

#### Perceptron prosty zbudowany jest jedynie z warstwy wejściowej i warstwy wyjściowej. Ponieważ nie istnieją połączenia pomiędzy elementami warstwy wyjściowej, każdy z tych elementów może być traktowany niezależnie jako osobna sieć o m+1 wejściach i jednym wyjściu.



#### Elementem składowym perceptronu jest sztuczny neuron, którego model matematyczny może być opisany funkcją aktywacji unipolarną :



3. Zadanie do wykonania

a) implementacja sztucznego neuronu wg algorytmu podanego na wykładzie

lub dowolnego innego (z podaniem źródła).  
b) wygenerowanie danych uczących i testujących wybranej funkcji logicznej dwóch zmiennych.

c) uczenie perceptronu dla różnej liczby danych uczących, różnych współczynników uczenia.

d) testowanie perceptronu.

Implementacje sztucznego neuronu wykonałem za pomocą środowiska Visual Studio 2017,   
w języku programowania C++.

Zaimplementowany algorytm inicjuje wagi losowymi wartościami z przedziału od -1 do 1, oblicza błąd pomiędzy wartością uzyskaną a wartością oczekiwaną, następnie przelicza wagi wg reguły Widrowa-Hoffa:

w₁ += learning rate \* x₁ \* error  
w₂ += learning rate \* x₂ \* error

learning rate to współczynnik uczenia,   
x₁ oraz x₂ to dane wejściowe,  
error to różnica pomiędzy wartością uzyskaną a wartością oczekiwaną.

W celu nauczenia Perceptronu funkcji logicznej AND (koniunkcja), działanie zainicjowano przykładowymi danymi uczącymi:

1 zestaw:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| x₁ | x₂ | y |
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

2 zestaw:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| x₁ | x₂ | y |
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |

4. Zestawienie otrzymanych wyników:  
Dla każdego zestawu danych uczących oraz 5 różnych wartości współczynnika uczenia wykonano 5 pomiarów.

1. zestaw danych uczących:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| wsp.uczenia | l.p | liczba iteracji | wagi początkowe | | wagi końcowe | |
| w₁ | w₂ | w₁ | w₂ |
| 0,4 | 1 | 2 | 0,2 | 0,8 | 0,2 | 0,4 |
|  | 2 | 3 | 0,4 | -0,1 | 0,4 | 0,3 |
|  | 3 | 4 | -0,4 | -0,1 | 0,4 | 0,3 |
|  | 4 | 3 | 0 | 0,8 | 0,4 | 0,4 |
|  | 5 | 5 | -0,5 | -0,9 | 0,3 | 0,3 |
|  | średnia | 3,4 |  |  |  |  |
| wsp.uczenia | l.p | liczba iteracji | wagi początkowe | | wagi końcowe | |
| w₁ | w₂ | w₁ | w₂ |
| 0,2 | 1 | 9 | -0,7 | -1 | 0,3 | 0,4 |
|  | 2 | 4 | -0,3 | -0,1 | 0,3 | 0,5 |
|  | 3 | 8 | 0,3 | -1 | 0,5 | 0,2 |
|  | 4 | 5 | -0,4 | -0,3 | 0,4 | 0,5 |
|  | 5 | 8 | -0,6 | -1 | 0,4 | 0,2 |
|  | średnia | 6,8 |  |  |  |  |
| wsp.uczenia | l.p | liczba iteracji | wagi początkowe | | wagi końcowe | |
| w₁ | w₂ | w₁ | w₂ |
| 0,1 | 1 | 10 | -0,7 | 0,5 | 0,1 | 0,5 |
|  | 2 | 6 | 0,7 | 0,9 | 0,5 | 0,4 |
|  | 3 | 9 | 0,7 | -0,5 | 0,5 | 0,1 |
|  | 4 | 9 | 0,5 | -0,6 | 0,5 | 0,1 |
|  | 5 | 8 | -0,2 | -0,5 | 0,5 | 0,2 |
|  | średnia | 8,4 |  |  |  |  |
| wsp.uczenia | l.p | liczba iteracji | wagi początkowe | | wagi końcowe | |
| w₁ | w₂ | w₁ | w₂ |
| 0,05 | 1 | 5 | 0,3 | -0,1 | 0,5 | 0,1 |
|  | 2 | 15 | -0,6 | -0,1 | 0,05 | 0,5 |
|  | 3 | 16 | 1 | -0,2 | 0,5 | 0,05 |
|  | 4 | 19 | -0,8 | 0,1 | 0,05 | 0,5 |
|  | 5 | 3 | 0,4 | 0,6 | 0,4 | 0,5 |
|  | średnia | 11,6 |  |  |  |  |
| wsp.uczenia | l.p | liczba iteracji | wagi początkowe | | wagi końcowe | |
| w₁ | w₂ | w₁ | w₂ |
| 0,01 | 1 | 93 | -0,9 | -0,1 | 0,01 | 0,49 |
|  | 2 | 106 | -0,7 | -0,9 | 0,35 | 0,15 |
|  | 3 | 31 | 0,2 | 0,8 | 0,2 | 0,5 |
|  | 4 | 82 | -0,3 | 1 | 0,01 | 0,5 |
|  | 5 | 16 | -0,1 | 0,3 | 0,05 | 0,45 |
|  | średnia | 65,6 |  |  |  |  |

Wyniki dla 1 zestawu danych uczących sugerują, że współczynnik uczenia ma znaczny wpływ na ilość epok nauczania perceptronu. Im mniejszy współczynnik nauczania, tym więcej czasu potrzebuje perceptron.

Przy większym współczynniku nauczania wagi końcowe są większe, niż przy mniejszym współczynniku nauczania.

2. zestaw danych uczących:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| wsp.uczenia | l.p | liczba iteracji | wagi początkowe | | wagi końcowe | |
| w₁ | w₂ | w₁ | w₂ |
| 0,4 | 1 | 2 | 0,5 | 0,8 | 0,5 | 0,4 |
|  | 2 | 4 | -0,3 | -0,2 | 0,5 | 0,2 |
|  | 3 | 4 | -0,1 | -0,4 | 0,3 | 0,4 |
|  | 4 | 5 | -0,9 | 0,5 | 0,3 | 0,5 |
|  | 5 | 3 | 0,1 | 0,7 | 0,5 | 0,3 |
|  | średnia | 3,6 |  |  |  |  |
| wsp.uczenia | l.p | liczba iteracji | wagi początkowe | | wagi końcowe | |
| w₁ | w₂ | w₁ | w₂ |
| 0,2 | 1 | 4 | -0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,5 |
|  | 2 | 5 | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,4 |
|  | 3 | 6 | -0,7 | 0,5 | 0,1 | 0,5 |
|  | 4 | 3 | -0,1 | 0,5 | 0,1 | 0,5 |
|  | 5 | 7 | -0,7 | 0,8 | 0,1 | 0,4 |
|  | średnia | 5 |  |  |  |  |
| wsp.uczenia | l.p | liczba iteracji | wagi początkowe | | wagi końcowe | |
| w₁ | w₂ | w₁ | w₂ |
| 0,1 | 1 | 16 | 0,8 | -0,9 | 0,4 | 0,2 |
|  | 2 | 7 | 0,4 | 1 | 0,4 | 0,4 |
|  | 3 | 11 | -0,8 | 0 | 0,1 | 0,5 |
|  | 4 | 5 | 0,8 | 0,3 | 0,4 | 0,3 |
|  | 5 | 7 | 1 | 0,1 | 0,4 | 0,1 |
|  | średnia | 9,2 |  |  |  |  |
| wsp.uczenia | l.p | liczba iteracji | wagi początkowe | | wagi końcowe | |
| w₁ | w₂ | w₁ | w₂ |
| 0,05 | 1 | 20 | -0,9 | -0,5 | 0,05 | 0,45 |
|  | 2 | 20 | 0,6 | -0,8 | 0,5 | 0,05 |
|  | 3 | 28 | -0,8 | 1 | 0,05 | 0,5 |
|  | 4 | 16 | -0,6 | -0,3 | 0,15 | 0,45 |
|  | 5 | 19 | 0,1 | -0,8 | 0,5 | 0,05 |
|  | średnia | 20,6 |  |  |  |  |
| wsp.uczenia | l.p | liczba iteracji | wagi początkowe | | wagi końcowe | |
| w₁ | w₂ | w₁ | w₂ |
| 0,01 | 1 | 41 | 0,9 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
|  | 2 | 103 | 0,1 | -1 | 0,49 | 0,01 |
|  | 3 | 101 | -0,6 | -0,9 | 0,4 | 0,1 |
|  | 4 | 76 | -0,4 | -0,6 | 0,35 | 0,15 |
|  | 5 | 41 | -0,1 | -0,2 | 0,3 | 0,2 |
|  | średnia | 72,4 |  |  |  |  |

Wyniki dla 2 zestawu danych uczących potwierdzają hipotezę, że współczynnik uczenia ma znaczny wpływ na ilość epok nauczania perceptronu. Podobnie jak poprzednio, przy większym współczynniku nauczania wagi końcowe są większe, niż przy mniejszym współczynniku nauczania.

Wnioski:

Średnie wyniki nie potwierdzają tezy, że większa ilość danych uczących przyspiesza uczenie perceptronu. W celu dokładniejszej analizy należy wziąć średnią z większej ilości prób.  
Na wyniki znaczny wpływ miały początkowo wylosowane wagi – im mniejsza była różnica pomiędzy początkową i końcową wartością wagi, tym szybciej przebiegało uczenie perceptronu.

Podczas testowania 100% prób zakończyło się sukcesem – wynika to z faktu, że koniunkcja to prosta funkcja logiczna.

Listing kodu:

