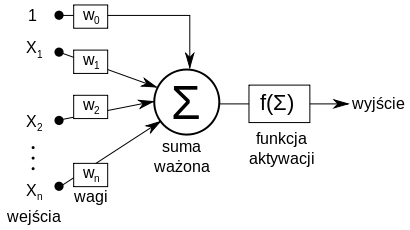
Tomasz Tomala

Podstawy Sztucznej Inteligencji

Sprawozdanie z projektu nr 1

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

**1) Syntetyczny opis budowy wykorzystanego algorytmu uczenia:**

  
Ilustracja 1: Model perceptronu McCullocha-Pittsa

Do budowy perceptronu wykorzystałem podany na wykładzie model McCullocha-Pittsa. Zaimplementowana przeze mnie klasa Perceptron składa się z trzech metod: active, process oraz learn.

Metoda ***active*** wykorzystuje unipolarną funkcję progową która zwraca wynik 0 lub 1 dla podanego argumentu.

Metoda ***process*** sumuje iloczyn sygnałów wejściowych i odpowiadających im wag. Uruchamia metodę activate z otrzymaną sumą iloczynów jako parametrem, oraz zwraca wynik tej metody.

Metoda ***learn*** wywołuje metodę process dla otrzymanych wejść jako parametrów, po czym na podstawie otrzymanego wyniku modyfikuje wszystkie wagi dla odpowiednich wejść.

**2) Zestawienie otrzymanych wyników:**

Do uczenia perceptronu wybrałem funkcję logiczną AND.

Na początku zacząłem uczyć perceptron w taki sposób, że przesyłałem mu wszystkie kombinacje danych wejściowych taką samą ilość razy. Wszystkie wagi początkowe ustawiłem na wartość równą 0.5. Do poprawnego nauczenia wystarczyły 3 takie powtórzenia uczenia.

Następnie zacząłem eksperymentować z różnymi wagami początkowymi. Poniżej wyniki:

|  |  |
| --- | --- |
| **Waga początkowa** | **Ilość powtórzeń** |
| 0 | 3 |
| 0.2 | 3 |
| 0.5 | 3 |
| 0.7 | 4 |
| 1 | 6 |
| 2 | 11 |

Kolejnym krokiem było sprawdzenie jak będzie wyglądał proces uczenia się dla różnych współczynników uczenia się. Test taki sam jak powyżej, jednak wagi początkowe są równe 0.5. Poniżej przedstawiam wyniki:

|  |  |
| --- | --- |
| **Współczynnik uczenia** | **Ilość powtórzeń** |
| 0.1 | 3 |
| 0.15 | 3 |
| 0.2 | 2 |
| 0.25 | 5 |
| 0.3 | 1 |

Następnie sprawdziłem jak będą wyglądać wyniki dla różnej ilości danych uczących. Tym razem jednak ustaliłem stałą wartość dla wszystkich wag początkowych równą 0.5.

Poniżej przedstawiam wyniki dla różnych kombinacji danych wejściowych i ilości ich powtórzeń:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **x1** | **x2** | **Ilość powtórzeń** | **wynik** | **x1** | **x2** | **Ilość powtórzeń** | **wynik** |
| 0 | 0 | 1 | błędny | 0 | 0 | 2 | błędny |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |

| **x1** | **x2** | **Ilość powtórzeń** | **wynik** | **x1** | **x2** | **Ilość powtórzeń** | **wynik** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 0 | 4 | poprawny | 0 | 0 | 4 | poprawny |
| 0 | 1 | 3 | 0 | 1 | 3 |
| 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 2 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

| **x1** | **x2** | **Ilość powtórzeń** | **wynik** |
| --- | --- | --- | --- |
| 0 | 0 | 6 | poprawny |
| 0 | 1 | 3 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |

**3) Analiza i dyskusja błędów uczenia i testowania opracowanego perceptronu w zależności od wartości współczynnika uczenia oraz liczby danych uczących:**

Uczenie się perceptronu zależy od trzech czynników: wag początkowych, współczynnika uczenia oraz od danych uczących. Jak widać na powyższych danych, wagi początkowe wpływają na szybkość uczenia się jednak współczynnik uczenia wpływa na to o wiele bardziej, mimo to w głównej mierze to od danych uczących zależy czy perceptron będzie w stanie się nauczyć czy też nie. W przypadku funkcji logicznej AND nie musiałem podawać perceptronowi do nauczenia się danych wejściowych [1,1] ani razu, jednak musiałem go nauczyć pozostałych trzech kombinacji odpowiednią ilość razy, w przeciwnym wypadku wynik był błędny.

**4) Sformułowanie wniosków:**

Dla pojedynczego perceptronu proces uczenia jest bardzo prosty. Jesteśmy w stanie nauczyć go prostej funkcji logicznej w zaledwie kilku krokach. Całość opiera się o wykonywanie tych samych operacji dla różnych danych wejściowych i odpowiednim modyfikowaniu danych.

W całym procesie uczenia się najważniejsze są dane uczące. Należy dobrać je w odpowiedni sposób i powtórzyć uczenie się na ich podstawie odpowiednią ilość razy. W przeciwnym wypadku wyniki będą niepoprawne. Niemniej jednak ważne są również wagi początkowe oraz współczynnik uczenia. Wagi w dosyć wyraźny sposób wpływają na to, jak wiele powtórzeń uczenia się trzeba wykonać, jednak bardziej znaczący jest współczynnik uczenia się. Jeżeli wybierzemy za mały, to perceptronowi zajmie bardzo długo, aż uzyskamy odpowiednie wyniki. Z kolei za duża wartość tego współczynnika może sprawić, że nie będziemy w stanie w ogóle trafić w odpowiednie wagi, lub też zajmie to bardzo dużo czasu.

**5) Listing całego kodu**

**package perceptron;**

public class Perceptron {

private int noi; //ilość wejść

private double[] w; //wagi

public Perceptron ( int numbers\_of\_inputs ) {

noi = numbers\_of\_inputs;

w = new double[noi];

for ( int i = 0; i < noi; i++ )

w[i] = 0.5;

}

//funkcja aktywująca

private int active ( double y\_p ) {

return y\_p < 0 ? 0 : 1;

}

//sumator

public int process ( int[] x ) {

double y\_p = 0;

for ( int i = 0; i < noi; i++ )

y\_p += x[i] \* w[i];

return active( y\_p );

}

//uczenie

public void learn ( int[] x, double y, double lr ) {

double y\_p = process( x );

for ( int i = 0; i < noi; i++ )

w[i] += ( y - y\_p ) \* lr \* x[i];

}

public double getW ( int i ) {

return w[i];

}

}

**package perceptron;**

public class Main {

public static void main ( String[] args ) {

int number\_of\_inputs = 3;

Perceptron perc = new Perceptron( number\_of\_inputs );

int n = 1; //ilość powtórzeń uczenia się

int r = 4; //rozmiar tablic danych wejściowych

double learning\_rate = 0.3; //krok uczenia się

int x0 = 1; //bias

//dane wejściowe do AND i OR

int[] x1 = { 0, 0, 1, 1 };

int[] x2 = { 0, 1, 0, 1 };

//dane oczekiwane

int[] y = { 0, 0, 0, 1 }; //AND

//uczenie perceptronu

for ( int j = 0; j < n; j++ )

for ( int i = 0; i < r; i++ )

perc.learn( new int[] { x0, x1[i], x2[i] }, y[i], learning\_rate );

//wyświetlenia wag po zakończeniu uczenia

System.*out*.println( "WAGI:" );

for ( int i = 0; i < number\_of\_inputs; i++ )

System.*out*.println( "w" + i + " = " + perc.getW( i ) );

System.*out*.println();

//testowanie perceptronu

System.*out*.println( perc.process( new int[] { x0, 0, 0 } ) );

System.*out*.println( perc.process( new int[] { x0, 0, 1 } ) );

System.*out*.println( perc.process( new int[] { x0, 1, 0 } ) );

System.*out*.println( perc.process( new int[] { x0, 1, 1 } ) );

}

}

**Bibliografia:**

<https://pl.wikipedia.org/wiki/Neuron_McCullocha-Pittsa>