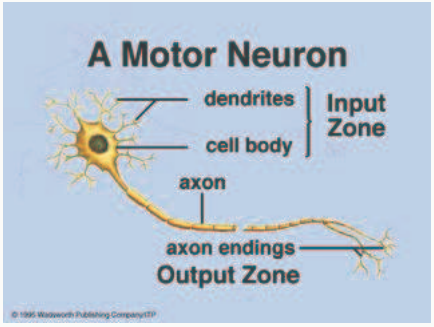
Sieci neuronowe - wstęp

www.qed.pl/ai/nai2003

Literatura:
S. Osowski, *Sieci neuronowe w ujęciu algorytmicznym*. WNT, Warszawa 1997.

Sztuczne sieci neuronowe

Geneza: Naśladowanie działania naturalnych neuronów



Perceptron (Rosenblatt 1958)

- Wejście
  - n stanów wejściowych $x_1,...,x_n$
  - stany mogą być cyfrowe lub analogowe
- Wyjście
  - 0 lub 1
- Parametry perceptronu
  - n wag połączeń $w_1,...,w_n \in \Re$
  - wartość progowa $\theta \in \Re$

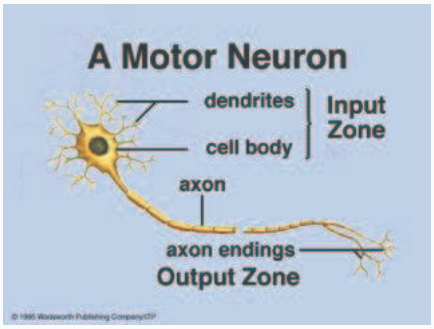
Perceptron

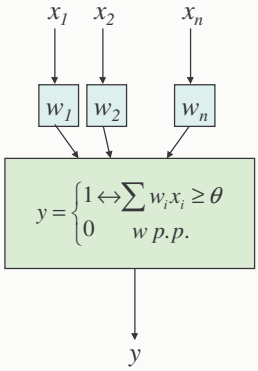
- Zasada działania
  - Do każdego i-tego wejścia przypisana jest waga w_i
  - Dla danych stanów wejściowych $x_1,...,x_n$ liczymy sumę ważoną:

$$s = \sum_{i=1}^{n} w_i x_i$$

  - Jeżeli $s \geq \theta$, to ustawiamy wyjście $y = 1$, zaś w przeciwnym przypadku ustawiamy $y = 0$

Analogia z neuronem naturalnym



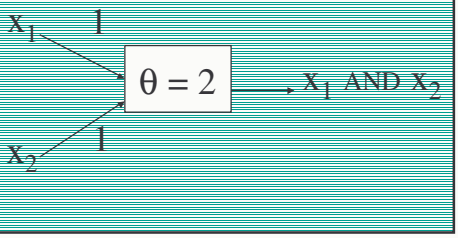


Jak opisać perceptron

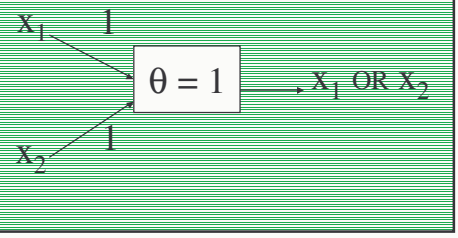
- Perceptron opisuje jednoznacznie zbiór wag $w_1,...,w_n \in \Re$ oraz wartość progowa $\theta \in \Re$
- Wartości $x_1,...,x_n \in \Re$ to zmienne pojawiające się na wejściu do modelu perceptronu

Co potrafi perceptron

x_1	x_2	$x_1 \wedge x_2$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

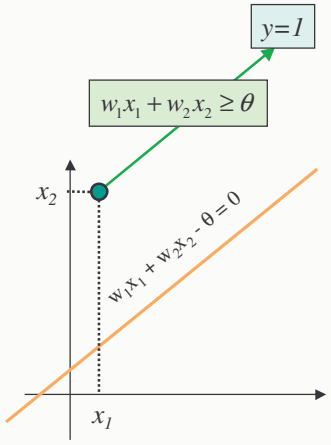


x_1	x_2	$x_1 \vee x_2$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



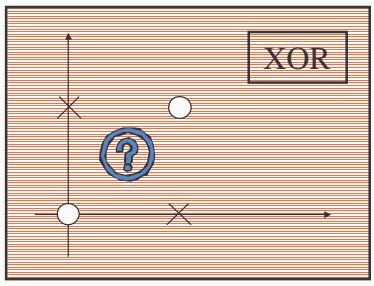
Co potrafi perceptron

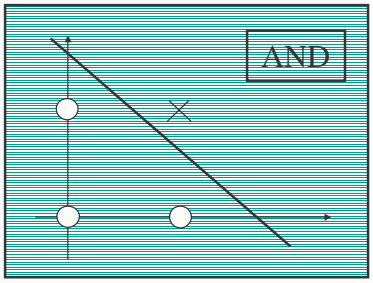
- Równanie perceptronu można potraktować jako równanie prostej (ogólnie: hiperpłaszczyzny w przestrzeni n-wymiarowej).
- Punkty leżące nad ową prostą klasyfikujemy jako 1, zaś pozostałe jako 0.

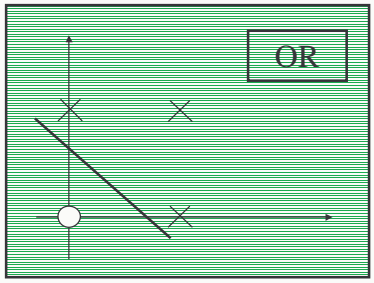


Czego perceptron nie potrafi

- Pojedynczy perceptron nie potrafi odróżniać zbiorów nieseparowalnych liniowo, np. funkcji XOR.
- Odkrycie tych ograniczeń (1969) na wiele lat zahamowało rozwój sieci neuronowych.







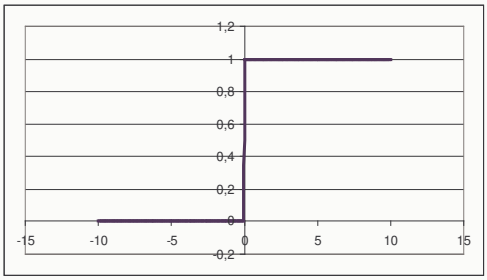
Czego perceptron nie potrafi

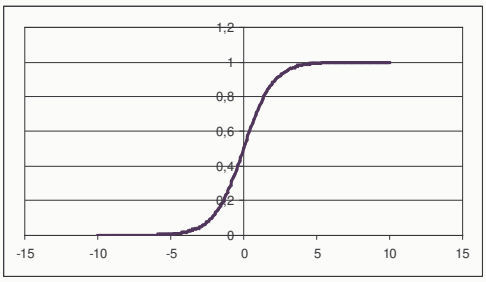
- Zadaniem pojedynczego perceptronu jest jedynie:
  - przetwarzanie jednostkowych informacji
  - podejmowanie prostych decyzji
  - przekazywanie wyników sąsiadom
- Dopiero w połączeniu z innymi węzłami uzyskuje się zdolność podejmowania złożonych decyzji

Funkcje aktywacji

- Progowe

$$f(z)=\begin{cases}1 \Leftrightarrow z \geq 0\\ 0 \Leftrightarrow z < 0\end{cases}$$



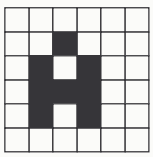


- Sigmoidalne

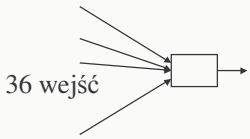
$$f(z)=\frac{1}{1+e^{-z}}$$

Uczenie perceptronu

Przykład: rozpoznawanie znaków

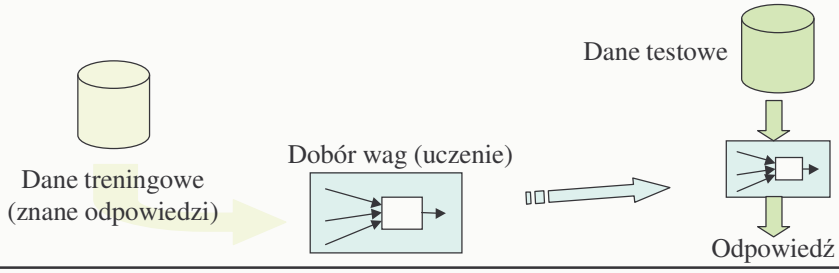


Siatka 6×6



Wyjście: 1, jeśli na wejściu pojawia się litera “A”, zaś 0 w p.p.

Zadanie: dobrać wagi wejść i wartość progową tak, by uzyskać zaplanowany efekt



Uczenie perceptronu

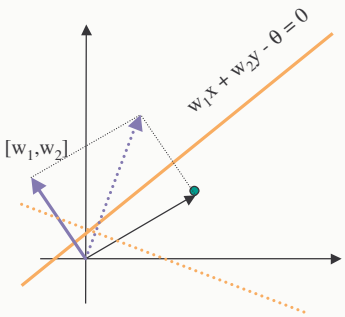
- **Wejście:**
  - Ciąg przykładów uczących ze znanymi odpowiedziami
- **Proces uczenia:**
  - Inicjujemy wagi losowo
  - Dla każdego przykładu, jeśli odpowiedź jest nieprawidłowa, to

    $w_1 += \alpha x_1$

    $w_2 += \alpha x_2$

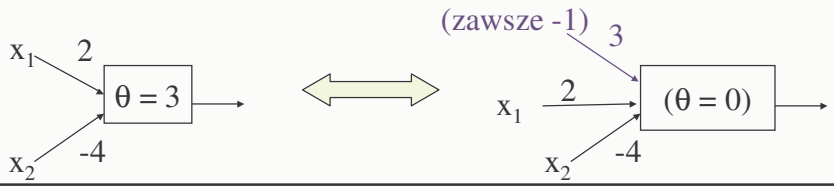
    $\theta -= \alpha$

    gdzie α jest równe różnicy między odpowiedzią prawidłową a otrzymaną.



Uczenie perceptronu

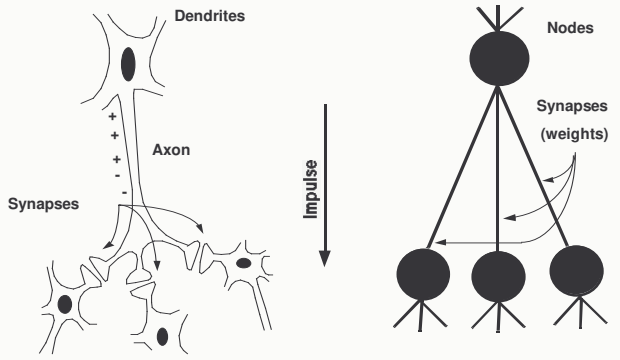
- Często α mnoży się dodatkowo przez niewielki współczynnik uczenia
- Po wyczerpaniu przykładów, zaczynamy proces uczenia od początku, dopóki następują jakiekolwiek zmiany wag połączeń
- Próg θ można traktować jako wagę dodatkowego wejścia o wartości -1:



Uczenie perceptronu

- Opisany schemat jest w miarę przejrzysty tylko dla pojedyńczych perceptronów, lub niewielkich sieci
- Ciężko jest stosować reguły tego typu dla skomplikowanych modeli
  - Tymczasem np. do rozpoznawania wszystkich liter potrzeba by sieci złożonej z 26 takich perceptronów

Sieci perceptronów



Ograniczenia pojedynczych perceptronów spowodowały w latach 80-tych wzrost zainteresowania sieciami wielowarstwowymi i opracowanie algorytmu ich uczenia (propagacja wsteczna)