



Universidade Federal  
de Santa Catarina

# Inteligência Artificial II

Engenharia de Computação

## Perceptron

Prof. Anderson Luiz Fernandes Perez

Email: [anderson.perez@ufsc.br](mailto:anderson.perez@ufsc.br)

# Sumário

- Introdução
- Características
- Algoritmo de Aprendizado do Perceptron
- Exemplo

# Introdução

- O Perceptron é um modelo de rede neural mais simples.
- Apresenta um conjunto de neurônios na camada de entrada e um conjunto de neurônios na saída.
- Não possui camada de neurônios intermediária.
- Foi proposto por Frank Rosenblat em 1958.

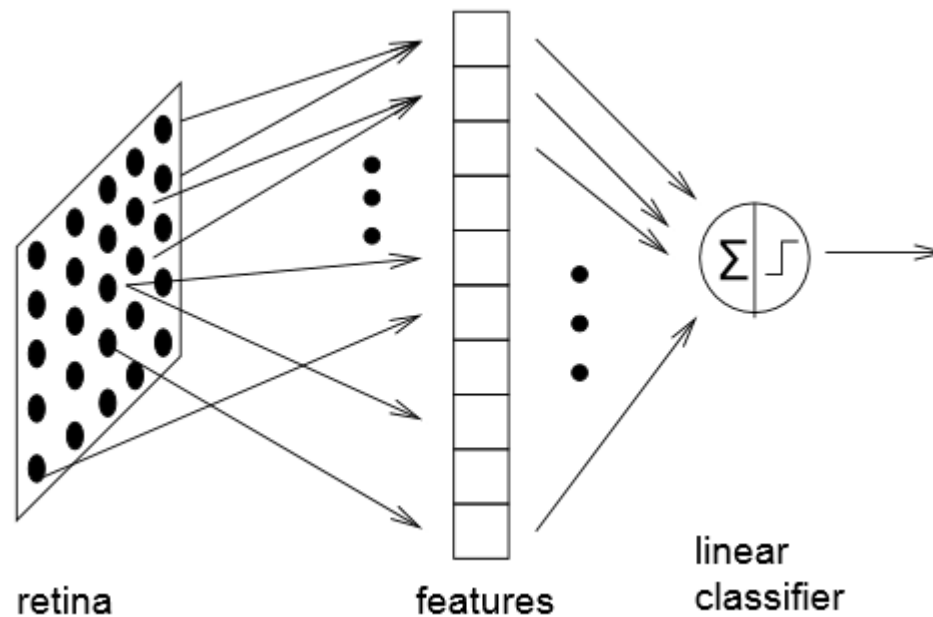


# Introdução

- A topologia original descrita por Rosenblatt era composta por:
  - Unidades de entrada (retina)
  - Nível intermediário formado pelas unidades de associação
  - Nível de saída formado pelas unidades de resposta
- Somente o nível de saída (unidades de resposta) apresenta propriedades adaptativas.

# Introdução

- Topologia do Perceptron de uma Única Camada



# Características

- O Perceptron tem como características:
  - Aprendizado supervisionado
  - Possuem apenas uma camada de pesos ajustáveis
  - Feedforward
  - Utilizam o produto escalar como regra de propagação
  - Adotam função de ativação degrau

# Características

- Uma rede Perceptron pode resolver problemas que são linearmente separáveis, tais como os das portas lógicas AND e OR.
- Problemas onde as classes não são linearmente separáveis como os da porta XOR não podem ser resolvidos com o Perceptron.

# Algoritmo de Aprendizado do Perceptron

- Os algoritmos de aprendizado para RNAs visam o desenvolvimento de técnicas para a obtenção do valor de  $\Delta w(n)$  mais apropriado para a obtenção da solução do problema.
- Uma rede do tipo Perceptron utiliza regra delta como algoritmo de aprendizado.



# Algoritmo de Aprendizado do Perceptron

- Pseudo código do algoritmo de aprendizado em redes do tipo Perceptron de uma única camada.
  1. Inicializar  $\eta$  (taxa de aprendizado)
  2. Repetir para cada par do conjunto de treinamento:
    1. Atualizar o vetor de pesos para cada um dos nós da rede segundo a regra:

$$W(t+1) = W(t) + \eta * e * X(t)$$

3. Até  $e = 0$  para todos os  $p$  elementos do conjunto de treinamento em todos os neurônios da rede.

# Algoritmo de Aprendizado do Perceptron

- Onde:
  - $w(i, j)_{t+1}$  = valor do peso corrigido;
  - $w(i, j)_t$  = valor do peso na iteração anterior;
  - $E(j)_t$  = valor do erro do neurônio  $j$ ;
  - $i$  = índice do sinal de entrada;
  - $T$  = iteração;
  - $j$  = índice do neurônio;
  - $\eta$  = taxa de aprendizado;
  - $x(i)$  = sinal de entrada.

# Algoritmo de Aprendizado do Perceptron

- O erro  $E(j)$  é calculado pela seguinte equação:
  - $E(j) = d(j) - y(j)$
- Onde:
  - $d(j)$  – sinal de saída desejado para o neurônio  $j$ .
  - $y(j)$  – sinal de saída calculado pela rede para o neurônio  $j$ .

# Exemplo

- Problema do compositor e do cientista
  - A rede terá dois sinais de entrada e um neurônio na cama de saída.
  - Após o treinamento, a rede será capaz de classificar quatro indivíduos em duas classes.

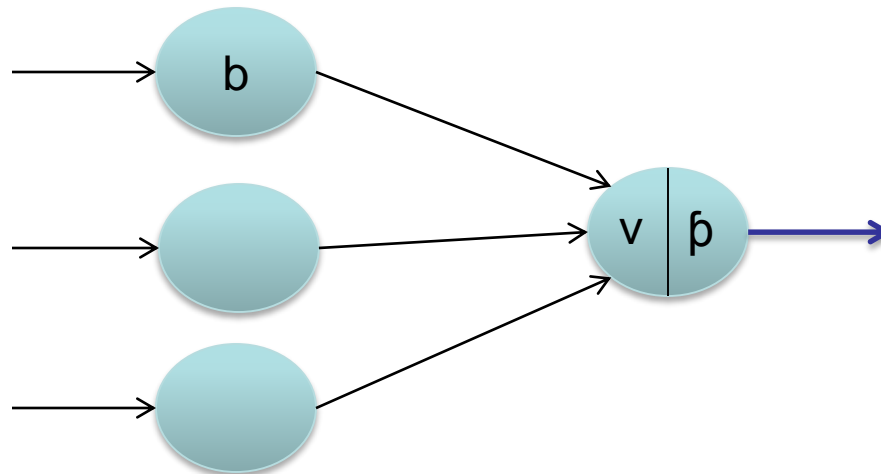
	Compositor	Cientista
Bach	X	
Beethoven	X	
Einstein		X
Kepler		X

# Exemplo

- Primeiro passo
  - Codificar as informações em base binária.
    - Bach = 00
    - Beethoven = 01
    - Einstein = 10
    - Kepler = 11
    - Compositor = 0
    - Cientista = 1

# Exemplo

- Para melhorar a capacidade de aproximação será adicionado um valor de bias de entrada ao neurônio.
- Estrutura da rede:



# Exemplo

- Primeiro passo
  - Codificar as informações em base binária.
    - Bach = 00
    - Beethoven = 01
    - Einstein = 10
    - Kepler = 11
    - Compositor = 0
    - Cientista = 1

# Exemplo

- Execução da Rede
  - O valor de entrada será o sinal 11 Kepler.
  - Inicialmente será arbitrado o valor zero para todos os pesos sinápticos.
  - Cálculo de  $v$ :
    - $v = 0 \times 1 + 0 \times 1 + 0 \times 1 = 0$
  - A função de transferência determinará que o valor de saída é 0.
  - A função de erro retornará  $E = 1 - 0 = 1$
  - A taxa de aprendizado será arbitrada em  $\eta = 1$ .

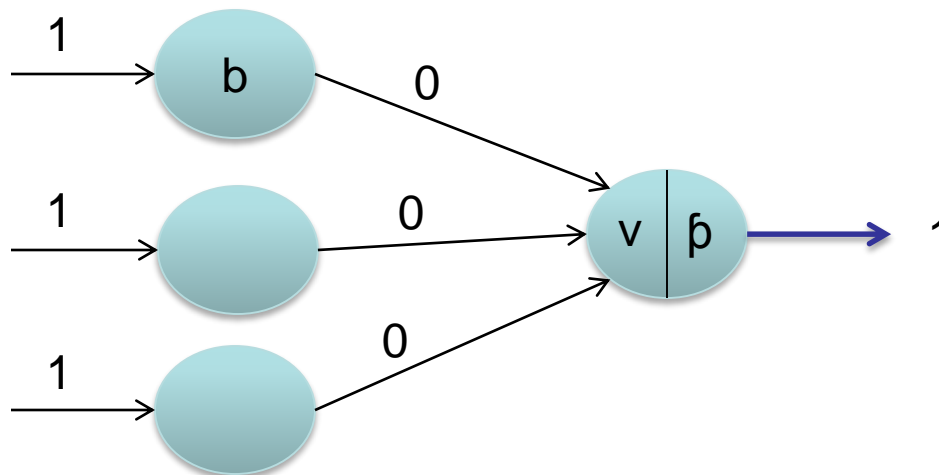


# Exemplo

- Execução da Rede
  - Os pesos sinápticos serão:
    - $w_1 = 0 + 1 \times 1 \times 1 = 1$
    - $w_2 = 0 + 1 \times 1 \times 1 = 1$
    - $b = 0 + 1 \times 1 \times 1 = 1$

# Exemplo

- Execução da Rede



Saída Correta!

>> cientista <<

# Exemplo

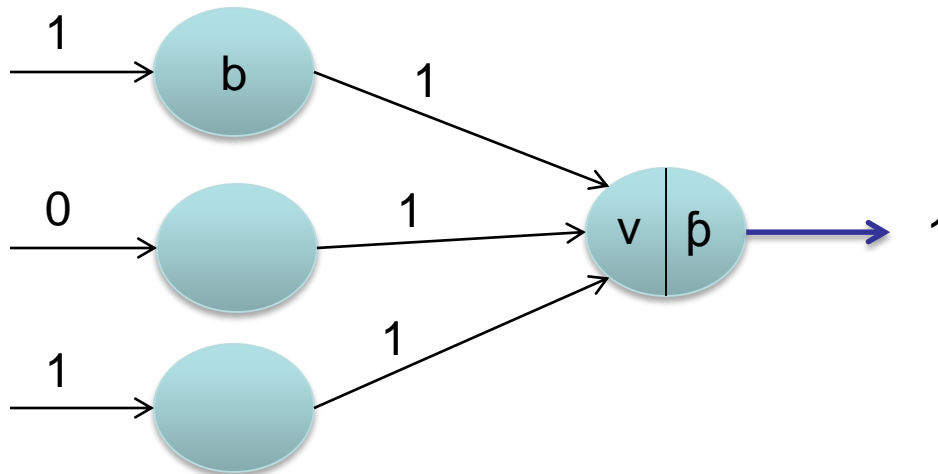
- Execução da Rede
  - O valor de entrada será o sinal 01 Beethoven.
  - Cálculo de  $v$ :
    - $v = 1 \times 1 + 0 \times 1 + 1 \times 1 = 2$
  - A função de transferência determinará que o valor de saída é 1.
  - A função de erro retornará  $E = 1 - 1 = -1$
  - A taxa de aprendizado será arbitrada em  $\eta = 1$ .

# Exemplo

- Execução da Rede
  - Os pesos sinápticos serão:
    - $w_1 = 1 + 1 \times -1 \times 0 = 1$
    - $w_2 = 1 + 1 \times -1 \times 1 = 0$
    - $b = 1 + 1 \times -1 \times 1 = 0$

# Exemplo

- Execução da Rede



Saída Errada!

>> cientista<<

# Exemplo

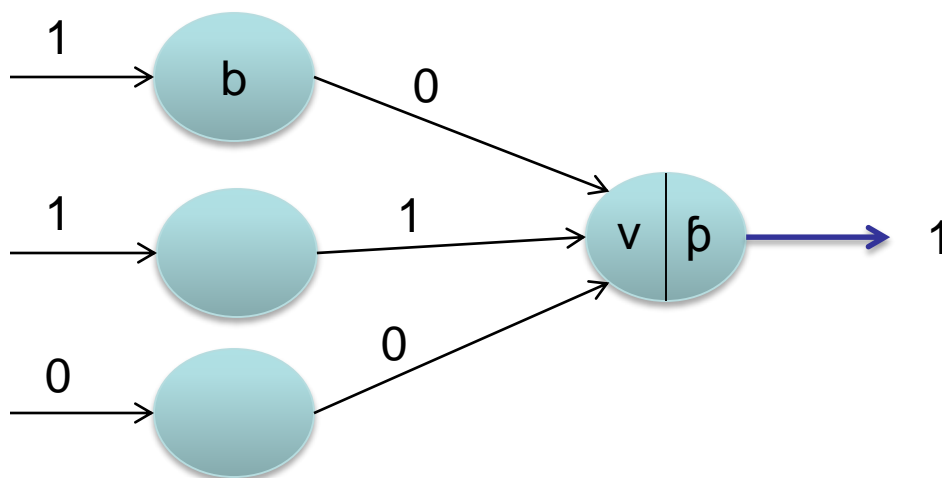
- Execução da Rede
  - O valor de entrada será o sinal 10 Einstein.
  - Cálculo de  $v$ :
    - $v = 1 \times 0 + 1 \times 1 + 0 \times 0 = 1$
  - A função de transferência determinará que o valor de saída é 1.
  - A função de erro retornará  $E = 1 - 1 = 0$
  - A taxa de aprendizado será arbitrada em  $\eta = 1$ .

# Exemplo

- Execução da Rede
  - Os pesos sinápticos serão:
    - $w_1 = 1 + 1 \times 0 \times 1 = 1$
    - $w_2 = 0 + 1 \times 0 \times 0 = 0$
    - $b = 0 + 1 \times 0 \times 1 = 0$

# Exemplo

- Execução da Rede



Saída Correta!

>> cientista<<