

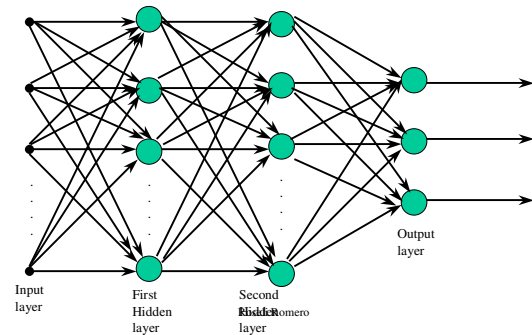
SCE 5809 – REDES NEURAIS

REDE NEURAL DO TIPO MULTI-CAMADAS

Profa. Roseli Romero

Roseli Romero

Modelo de Rede Neural com Multiplas Camadas



II - Algoritmo Back-Propagation

$$\text{Out}(x) = g\left(\sum_j W_j g\left(\sum_i w_i x_i\right)\right)$$

Isto é uma função não-linear
de uma combinação linear
de funções não lineares
de combinações lineares das entradas

Roseli Romero

II - Algoritmo BackPropagation

OBJETIVO

- Encontrar um conjunto de pesos $\{W_j\}, \{w_{jk}\}$, para

MINIMIZAR $\sum_i (y_i - \text{Out}(\underline{x}_i))^2$
pelo metodo do “gradiente descent”.

OBS: Convergência para um MINIMO global não é garantida.

Na prática: não é problema!!!

Roseli Romero

II - Algoritmo Back-Propagation

$$\Delta w_{jk} = -\eta \delta_j^p \text{out}_k^p$$

- Se o neurônio está na camada de saída

$$\delta_{pj} = (y_j^p - \text{out}_j^p) f'(net_j^p) \quad net_j^p = \sum_k w_{jk} \text{out}_k^p$$

- Se o neurônio está na camada oculta

$$\delta_{pj} = f'(net_j^p) \sum_k \delta_k^p w_{kj}$$

Roseli Romero

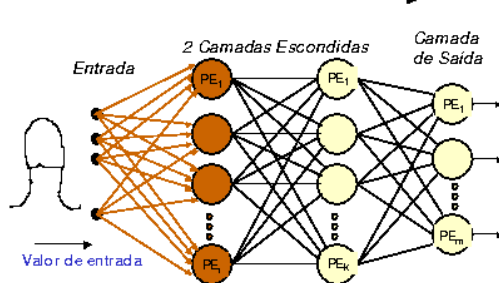
MULTI-LAYER PERCEPTRON

- Redes de apenas uma camada só representam funções linearmente separáveis
- Redes de múltiplas camadas solucionam essa restrição
- O desenvolvimento do algoritmo Back-Propagation foi um dos motivos para o ressurgimento da área de redes neurais em 1986 por Rumelhart et.

Roseli Romero

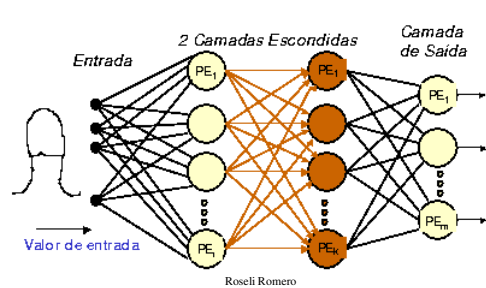
PROCESSO DE APRENDIZADO

Fase 1: Feed-Forward



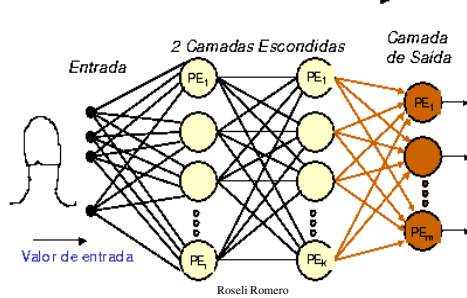
PROCESSO DE APRENDIZADO

Fase 1: Feed-Forward



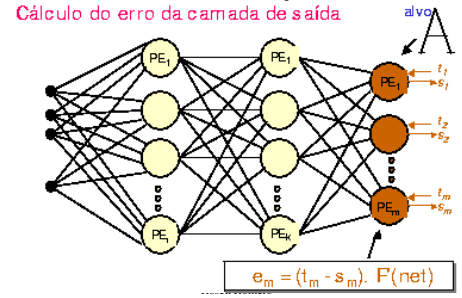
PROCESSO DE APRENDIZADO

Fase 1: Feed-Forward



PROCESSO DE APRENDIZADO

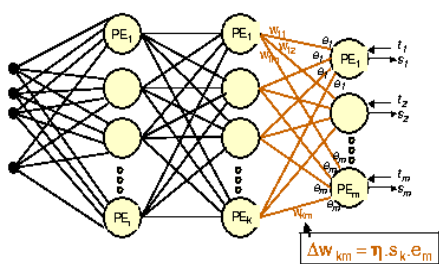
Fase 2: Feed-Backward



PROCESSO DE APRENDIZADO

Fase 2: Feed-Backward

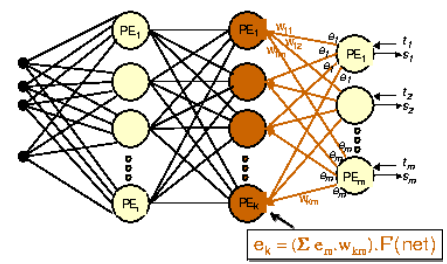
Atualização dos pesos da camada de saída



PROCESSO DE APRENDIZADO

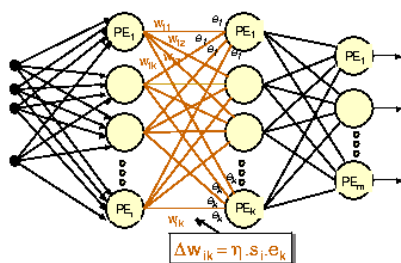
Fase 2: Feed-Backward

Cálculo do erro da 2ª camada escondida



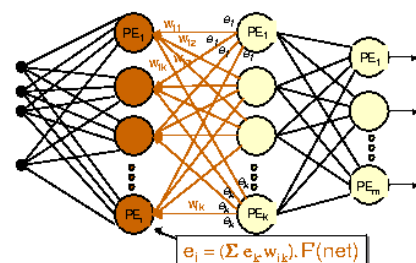
PROCESSO DE APRENDIZADO

Fase 2: Feed-Backward
Atualização dos pesos da 2ª camada escondida

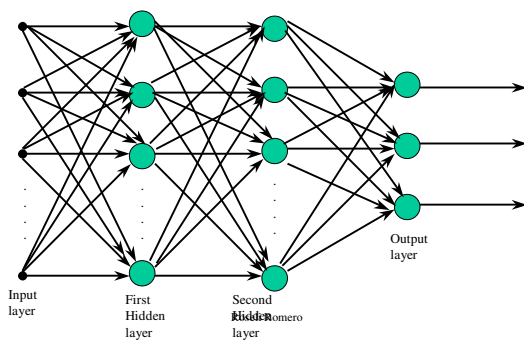


PROCESSO DE APRENDIZADO

Fase 2: Feed-Backward
Cálculo do erro da 1ª camada escondida



Modelo de Rede Neural com Multiplas Camadas



II - Algoritmo Back-Propagation

$$\text{Out}(x) = g(\sum_j W_j g(\sum_i w_i x_i))$$

Isto é uma função não-linear
de uma combinação linear
de funções não lineares
de combinações lineares das entradas

Roseli Romero

II - Algoritmo BackPropagation

OBJETIVO

- Encontrar um conjunto de pesos $\{W_j\}, \{w_{jk}\}$, para

MINIMIZAR $\sum_i (y_i - \text{Out}(x_i))^2$
pelo metodo do “gradiente descent”.

OBS: Convergência para um MINIMO global
não é garantida.

Na prática: não é problema!!!

Roseli Romero

II - Algoritmo Back-Propagation

$$\Delta w_{jk} = -\eta \delta_j^p \text{out}_k^p$$

- Se o neurônio está na camada de saída

$$\delta_{pj} = (y_j^p - \text{out}_j^p) f'(net_j^p) \quad net_j^p = \sum_k w_{jk} \text{out}_k^p$$

- Se o neurônio está na camada oculta

$$\delta_{pj} = f'(net_j^p) \sum_k \delta_k^p w_{kj}$$

Roseli Romero

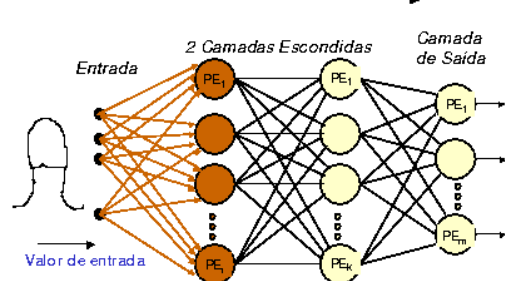
MULTI-LAYER PERCEPTRON

- Redes de apenas uma camada só representam funções linearmente separáveis
- Redes de múltiplas camadas solucionam essa restrição
- O desenvolvimento do algoritmo Back-Propagation foi um dos motivos para o ressurgimento da área de redes neurais em 1986 por Rumelhart et.

Roseli Romero

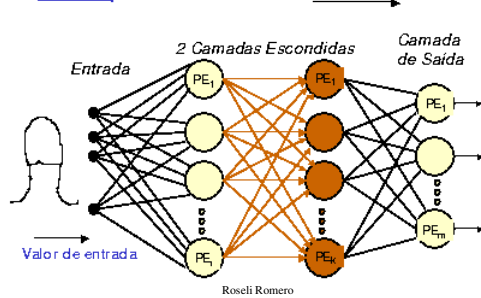
PROCESSO DE APRENDIZADO

Fase 1: Feed-Forward



PROCESSO DE APRENDIZADO

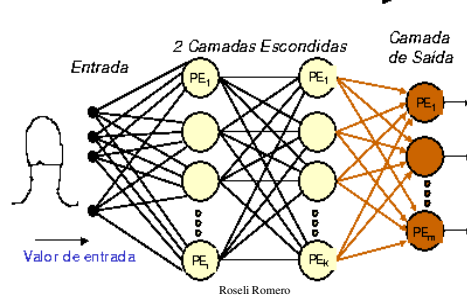
Fase 1: Feed-Forward



Roseli Romero

PROCESSO DE APRENDIZADO

Fase 1: Feed-Forward

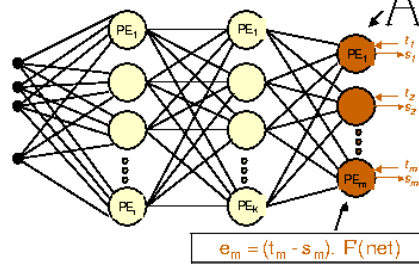


Roseli Romero

PROCESSO DE APRENDIZADO

Fase 2: Feed-Backward

Cálculo do erro da camada de saída

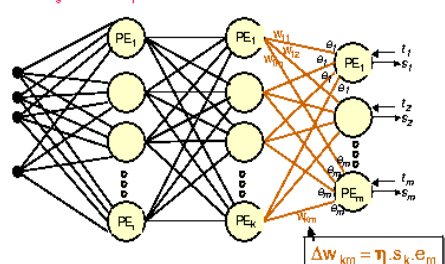


$$e_m = (t_m - s_m) \cdot F'(net)$$

PROCESSO DE APRENDIZADO

Fase 2: Feed-Backward

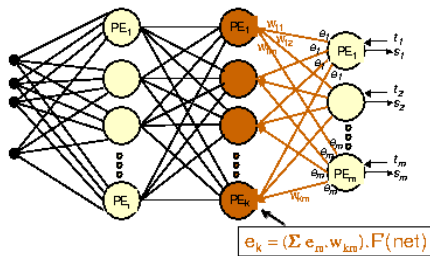
Atualização dos pesos da camada de saída



$$\Delta w_{km} = \eta \cdot s_k \cdot e_m$$

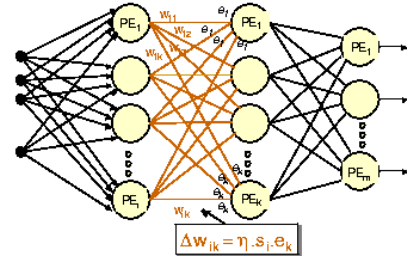
PROCESSO DE APRENDIZADO

Fase 2: *Feed-Backward* Fluxo de Erros
Cálculo do erro da 2ª camada escondida



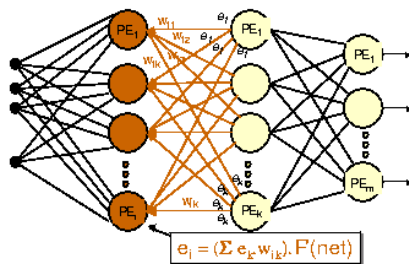
PROCESSO DE APRENDIZADO

Fase 2: *Feed-Backward* Fluxo de Erros
Atualização dos pesos da 2ª camada escondida



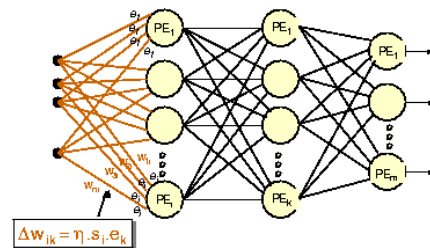
PROCESSO DE APRENDIZADO

Fase 2: *Feed-Backward* Fluxo de Erros
Cálculo do erro da 1ª camada escondida



PROCESSO DE APRENDIZADO

Fase 2: *Feed-Backward* Fluxo de Erros
Atualização dos pesos da 1ª camada escondida



Roseli Romero

ALGORITMO

Este procedimento de aprendizado é repetido diversas vezes, até que *para todos processadores de camada de saída e para todos padrões de treinamento*, o erro seja menor do que o especificado.

Roseli Romero

ALGORITMO

Inicialização: pesos iniciados com valores aleatórios e pequenos ([-1,1])

Treinamento

Repita

Considere um novo padrão de entrada x_i e seu respectivo vetor de saída t_i desejado do conj. de treinamento;

Repita

- Aplica-se o mesmo par (x_i, t_i)
- calcule se as saídas dos processadores, começando da primeira camada escondida até a camada de saída;
- calcula-se o erro na camada de saída
- atualiza os pesos de cada processador, começando pela camada de saída, até a camada de entrada;

até que erro quadrático médio para esse padrão, seja \leq tolerância.

até que o erro quadrático médio seja \leq tolerância

para todos os padrões de conjunto de treinamento

Roseli Romero