

Redes Neurais Feedforward

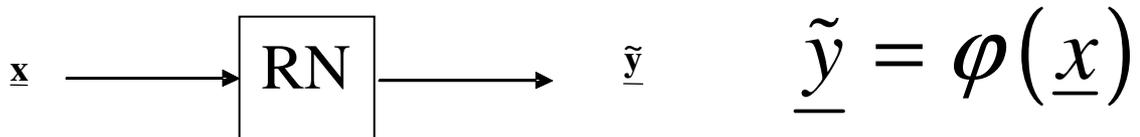
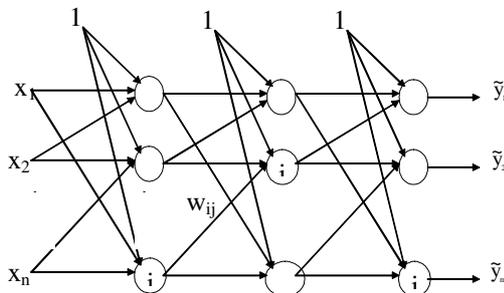
Aprendizado (Treinamento)

Backpropagation

Aproximador Universal

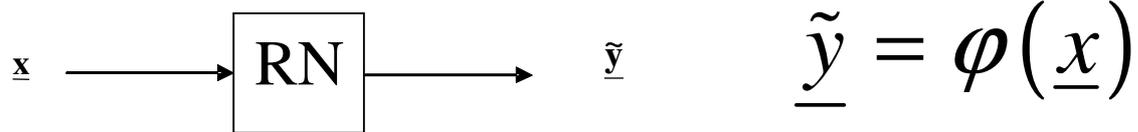
Redes Neurais *FeedForward*

Redes “*Backpropagation*”



Mapeador não linear

Aproximador Universal !

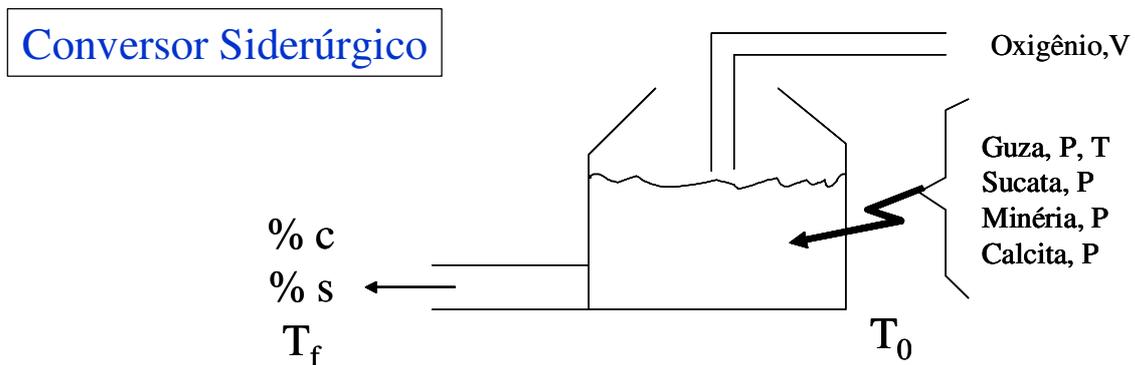


Para que serve ?

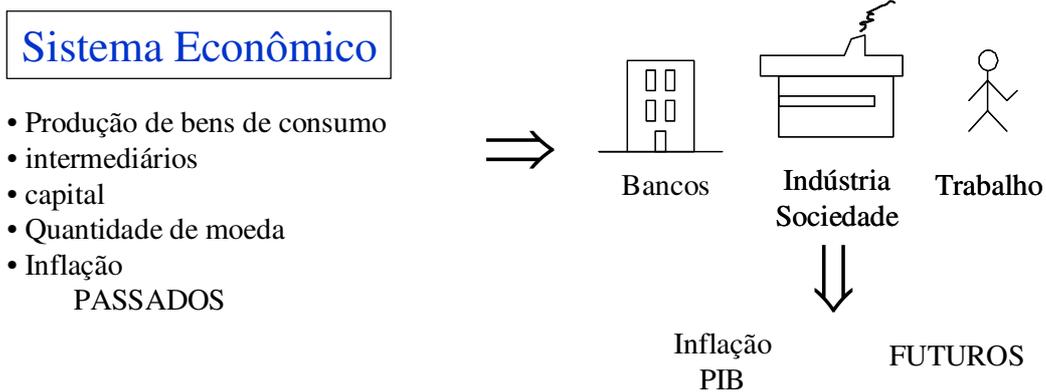
Aplicações:

Simuladores;
Controladores;
Classificadores;
Reconhecimento de padrões;
Filtragem não linear;
etc...

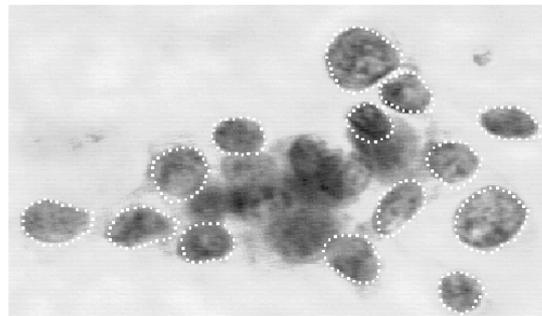
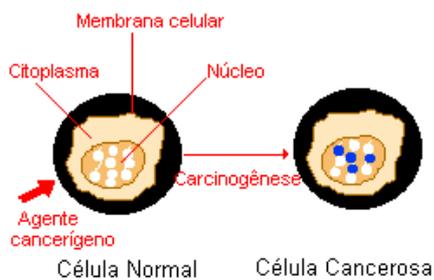
Simulação de Sistemas



Simulação de Sistemas



Detecção de Cancer de mama



Simulação de Sistemas

Sistema Real, Planta

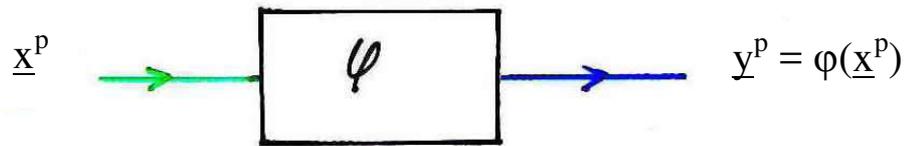
$$(\underline{x}^p, \underline{y}^p) \quad p = 1, 2, \dots, P$$

$$\underline{x}^p \longrightarrow \boxed{\varphi} \longrightarrow \underline{y}^p = \varphi(\underline{x}^p)$$

Simulador

$$\underline{x}^p \longrightarrow \boxed{\tilde{\varphi}}_{\underline{w}} \longrightarrow \underline{\tilde{y}}^p = \tilde{\varphi}(\underline{x}^p)$$

Sistema à emular



Conhecimento do Sistema

Fenomenológico – equações – modelo caixa branca

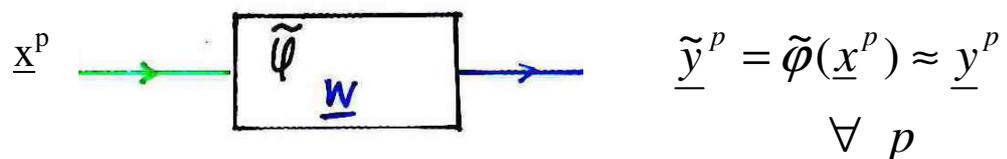
Funcional – relação entrada/saída – modelo caixa preta

Pares entrada-saída

$$(\underline{x}^p, \underline{y}^p) \quad p = 1, \dots, P$$

Modelo Matemático Fenomenológico / Numérico -

Simulador



Modelo Fenomenológico – Caixa branca

Modelo Numérico Geral (e.g. rede neural) – Caixa Preta

Ajuste dos parâmetros w ?

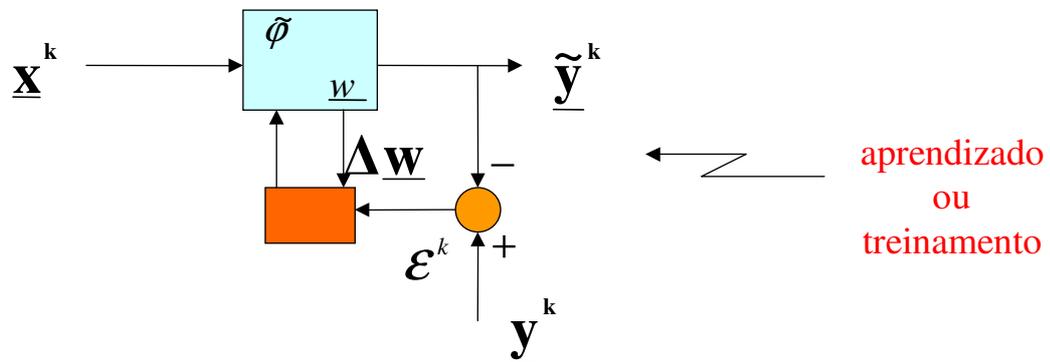
Simulação de Sistemas

Sistema Real, Planta

$$(\underline{\mathbf{x}}^k, \underline{\mathbf{y}}^k) \quad k = 1, 2, \dots, P$$



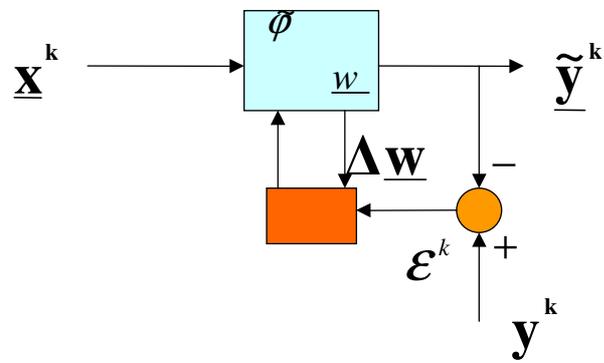
Simulador



Aprendizado

(ou treinamento, ou ajuste de parâmetros)

como um processo de otimização



Aprendizado =
minimização do erro na saída

Erro a minimizar:

$$\mathcal{E}^{2^k} = \|\underline{\mathbf{y}}^k - \underline{\tilde{\mathbf{y}}}^k\|^2 = \sum_{l=1}^m (\underline{\mathbf{y}}_l^k - \underline{\tilde{\mathbf{y}}}_l^k)^2$$

Erro médio quadrático:

$$F_0 = E(\mathcal{E}^{2^k}) = \frac{1}{P} \sum_{k=1}^P \mathcal{E}^{2^k}$$

$$F_0 = E(\mathcal{E}^{2^k}) = F_0(\underline{\mathbf{w}}) \geq 0$$

Função objetivo à minimizar:

$$F_0 = E(\mathcal{E}^{2^k}) = F_0(\underline{\mathbf{w}}) \geq 0$$

Problema:

Como encontrar o vetor $\underline{\mathbf{w}}_0$ que minimize $F_0(\underline{\mathbf{w}})$?

$$F_0(\underline{\mathbf{w}}_0) \leq F_0(\underline{\mathbf{w}}) \quad \forall \underline{\mathbf{w}} \neq \underline{\mathbf{w}}_0$$