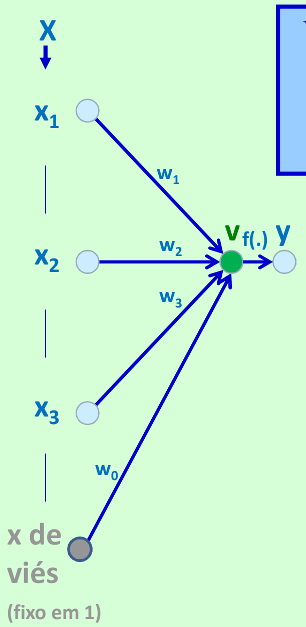
PSI 5886 – Prof. Emilio – 2018

Princípios de Neurocomputação

- Quartas feiras – das 18 hs às 21 hs
  ... ou (se combinarmos) 18:30hs até 21:20hs
- Sala B2-12

18:10

- Prof. Emilio Del Moral Hernandez
- emilio@lsi.usp.br
- *Grupo de Pesquisa:* ***www.lsi.usp.br/ICONE***



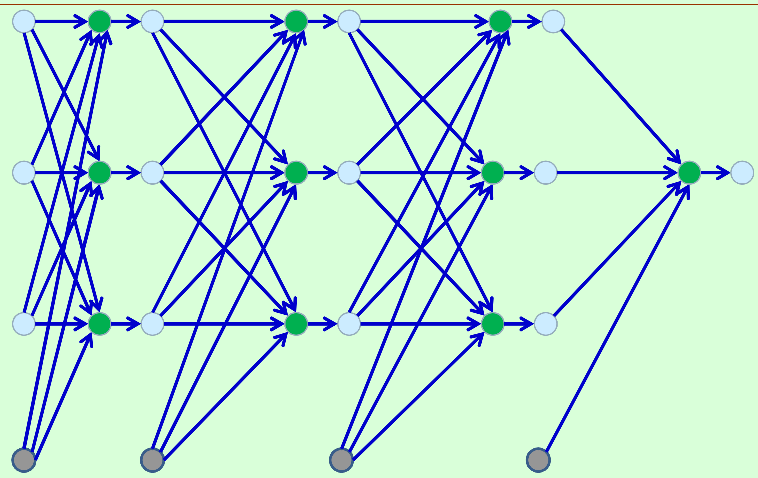
W ... inclui w_1 a w_3
e também o viés (w_0)

$v = X.W = \Sigma\, w_i\, x_i$

$y = f(v)$

Grafo de cálculos para um único nó neural ...

Modelo Neural com vários nós, no modo de operação: Um X de entrada sendo mapeado em $y_{rede}(X)$

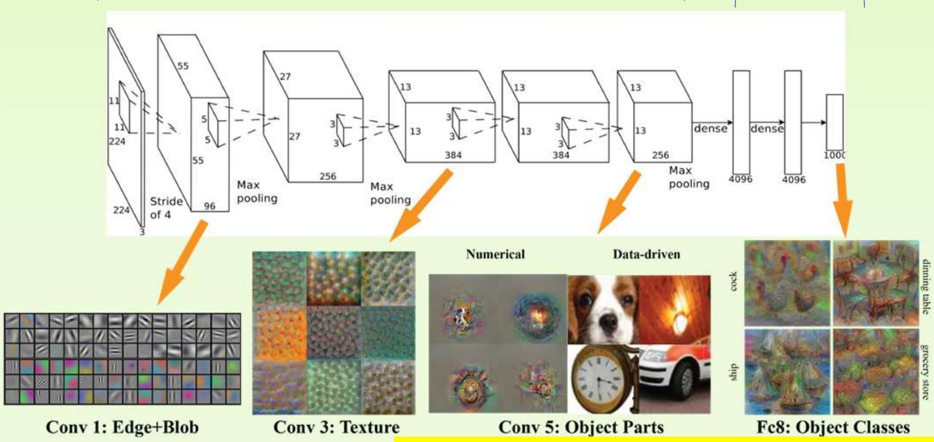


Mark Cappello Ferreira de Sousa

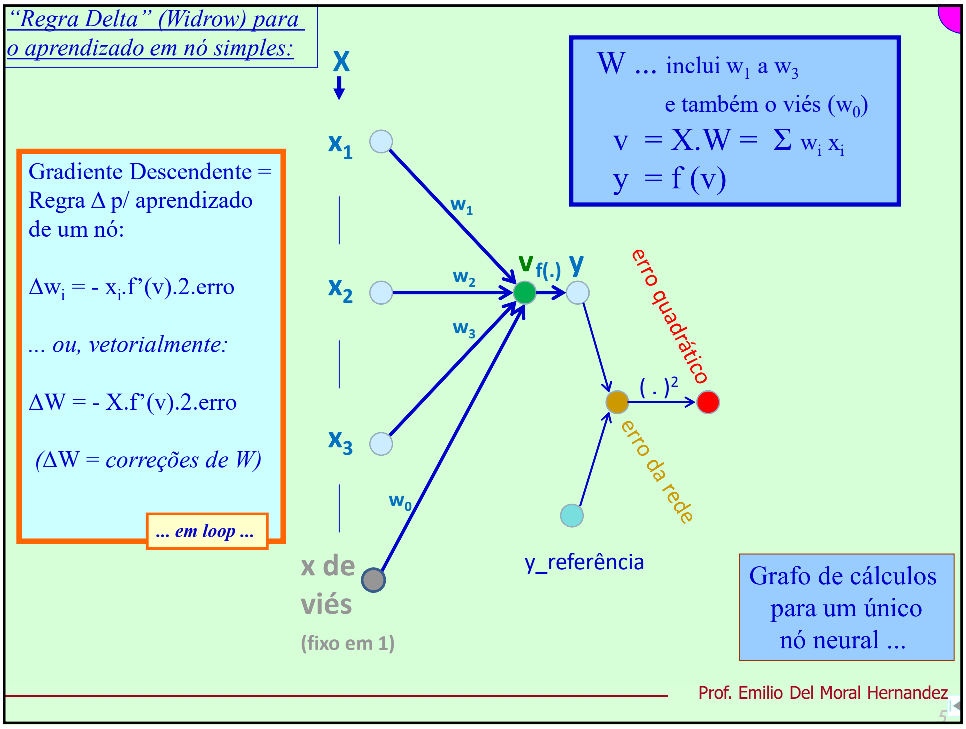
Classificação em Redes Neurais Convolucionais

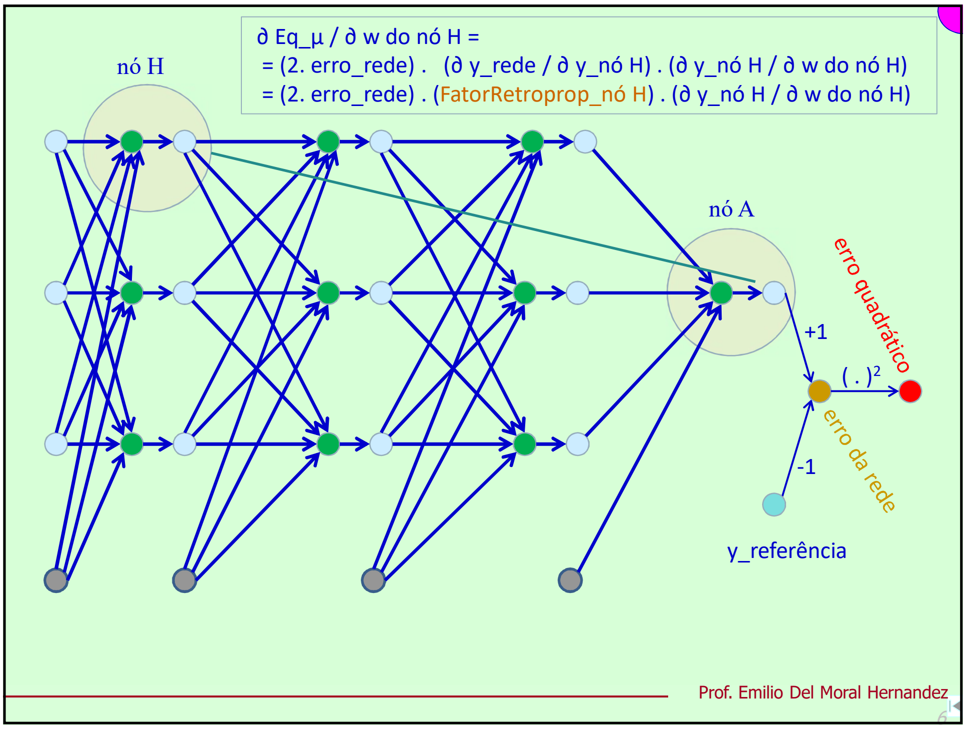
Convoluções
(Extração de características)

Fully Connected
(MLP)

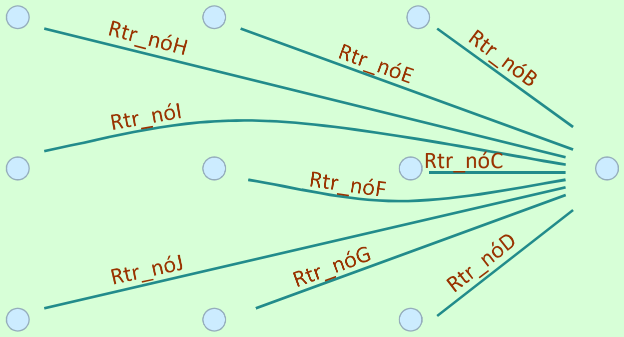


figuras ilustrativas – extraídas da internet


"Regra Delta" (Widrow) para o aprendizado em nó simples:
Gradiente Descendente = Regra Δ p/ aprendizado de um nó:
Δw_i = - x_i.f'(v).2.erro
... ou, vetorialmente:
ΔW = - X.f'(v).2.erro
(ΔW = correções de W)
... em loop ...
X
x_1
x_2
x_3
x de viés
(fixo em 1)
w_1
w_2
w_3
w_0
v
f(.)
y
W ... inclui w_1 a w_3
e também o viés (w_0)
v = X.W = Σ w_i x_i
y = f (v)
erro quadrático
(.)^2
erro da rede
y_referência
Grafo de cálculos para um único nó neural ...
Prof. Emilio Del Moral Hernandez

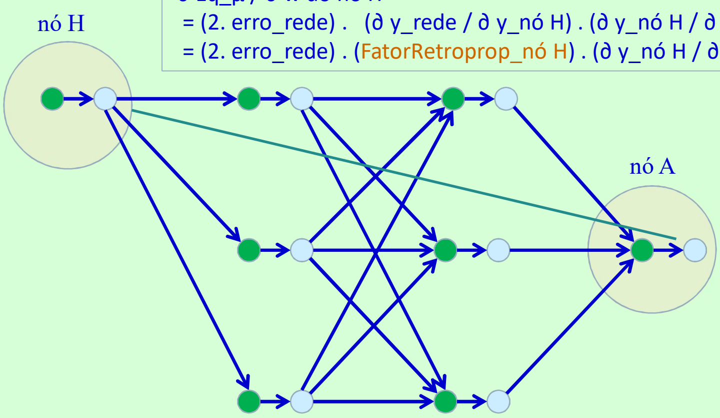

∂ Eq_μ / ∂ w do nó H =
= (2. erro_rede) . (∂ y_rede / ∂ y_nó H) . (∂ y_nó H / ∂ w do nó H)
= (2. erro_rede) . (FatorRetroprop_nó H) . (∂ y_nó H / ∂ w do nó H)
nó H
nó A
erro quadrático
+1
(.)^2
erro da rede
-1
y_referência
Prof. Emilio Del Moral Hernandez

Temos um retropropagador para cada no´ da rede, a excessao do no´ de saida “nó A”: o nó de saída não necessita do retropropagador, já que o erro da saída da rede é o próprio erro desse nó; aliás, se tentar calcular (∂ y_rede / ∂ y_nó) para ele, chega-se obviamente a Rtr_nóA = 1.



∂ Eq_μ / ∂ w para w nó *KK* =
= (2. erro_rede) . (∂ y_rede / ∂ y_nó *KK*) . (∂ y_nó *KK* / ∂ w)
= (2. erro_rede) . (FatorRetroprop_nó *KK*) . (∂ y_nó *KK* / ∂ w)

∂ Eq_μ / ∂ w do nó H =
= (2. erro_rede) . (∂ y_rede / ∂ y_nó H) . (∂ y_nó H / ∂ w do nó H)
= (2. erro_rede) . (FatorRetroprop_nó H) . (∂ y_nó H / ∂ w do nó H)



Definindo novas variáveis: uma nova variável auxiliar associada a cada nó, chamada erro do nó

... Revisitemos a expressão para ∂ Eq_μ / ∂ w , reagrupando termos

∂ Eq_μ / ∂ w =

= (2. erro_rede). (∂ y_rede / ∂ y_nó). (∂ y_nó / ∂ w)

definição

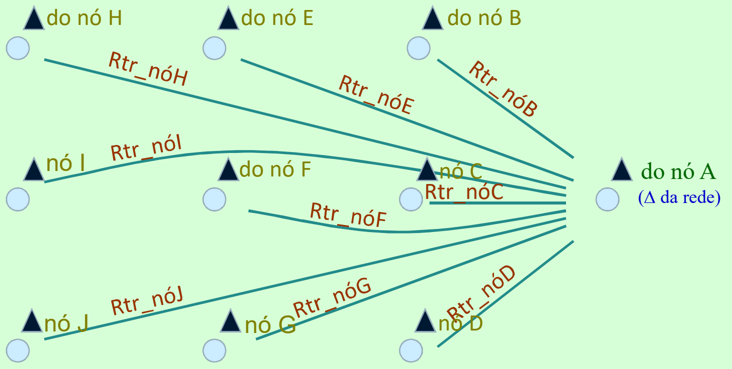
= (2. erro_rede). (FatorRetroprop_nó). (∂ y_nó / ∂ w)

\ /

= (2. [erro_rede . FatorRetroprop_nó] . (∂ y_nó / ∂ w))

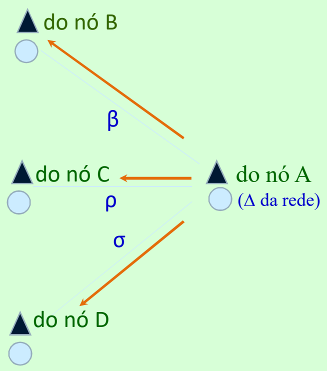
Definição de *erro de nó*

(= erro de rede retroprogado ao nó)



Os triângulos representam os erros associados a cada nó

Retropogação de erro aos nós da penúltima camada



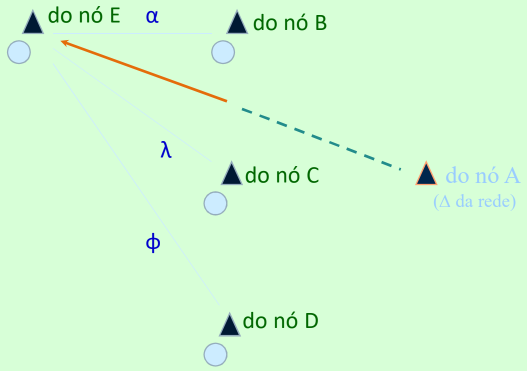
definição de β, ρ e σ:

$\beta : \partial y_A / \partial y_B = (w_{BA} \cdot f_A')$

$\rho : \partial y_A / \partial y_C = (w_{CA} \cdot f_A')$

$\sigma : \partial y_A / \partial y_D = (w_{DA} \cdot f_A')$

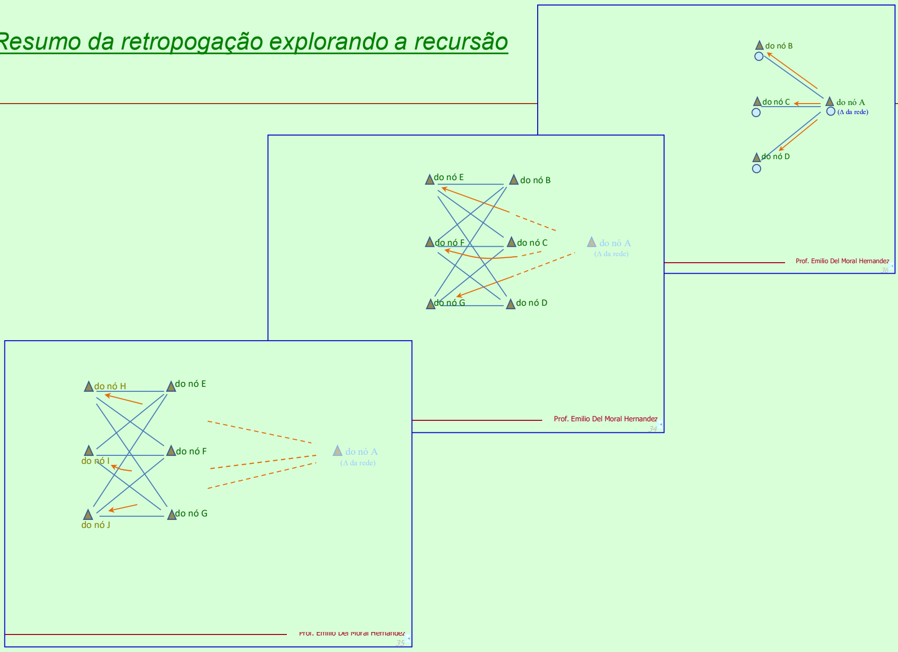
Retropogação de erro explorando recursão



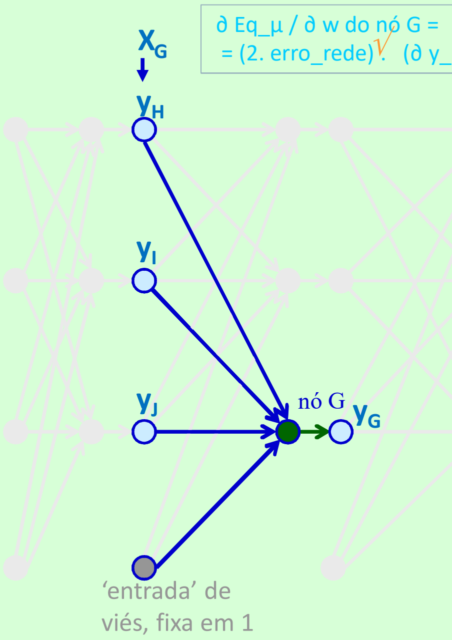
erro E $= \alpha\cdot$(erro da rede $\cdot\ \beta$) $+ \lambda\cdot$(erro da rede . ρ) $+ \phi\cdot$(erro da rede . σ)
$= \alpha\cdot$(erro B) $+ \lambda\cdot$(erro C) $+ \phi\cdot$(erro D)

erro E $=$ ($\alpha\cdot$ erro da rede $\cdot\ \beta$) $+$ ($\lambda\cdot$ erro da rede . ρ) $+$($\phi\cdot$erro da rede . σ)

Resumo da retropogação explorando a recursão



∂ Eq_μ / ∂ w do nó G =
= (2. erro_rede) . (∂ y_rede / ∂ y_nó G) . (∂ y_nó G / ∂ w do nó G)



Cálculos locais ao nó G:

$\partial y_G / \partial w_{HG} = y_H \cdot f_G'(v_G)$
$\partial y_G / \partial w_{IG} = y_I \cdot f_G'(v_G)$
$\partial y_G / \partial w_{JG} = y_J \cdot f_G'(v_G)$
$\partial y_G / \partial w_{0G} = 1 \cdot f_G'(v_G)$

Vetorialmente:
$Grad_{WG}(y_G) = X_G \,.\, f_G'(v_G)$

(onde o vetor X_G inclui o 1 do viés)