15 – Outros critérios de erro

Composição de dF/dw

$F(\underline{y}, \underline{\tilde{y}})$ $\quad$ $\underline{\tilde{y}}(\underline{w})$

a partir

do critério de erro

e

da estrutura da rede

$$\frac{\partial F}{\partial w_i} = \frac{\partial F}{\partial \tilde{y}} \frac{\partial \tilde{y}}{\partial w_i}$$

depende da função erro

depende da estrutura do modelo

saídas múltiplas

$$\frac{\partial F}{\partial w_i} = \sum_l \frac{\partial F}{\partial \tilde{y}_l} \frac{\partial \tilde{y}_l}{\partial w_i}$$

15.1 Caso geral: Erro médio quadrático ponderado

$$F = \underset{k}{E}\left\{\sum_l a(k,l)\ \varepsilon_l^2\right\}$$

onde $\quad$ a(l) $\quad$ peso variável por saída l

a(k) $\quad$ peso variável por par k

como $\varepsilon_l = y_l - \tilde{y}_l$

$$\frac{\partial F}{\partial \tilde{y}} = -2\,\underset{k}{E}\left\{\sum_l a(k,l)\ \varepsilon_l\right\}$$

No treinamento tipo regra delta o acréscimo na sinapse w_{ij} sera dado por

$$\Delta w_{ij} = 2\alpha v_j \delta_i \quad onde \quad \delta_i = \sum_{l=1}^{m} a(k,l)\,\varepsilon_l g_{li}$$

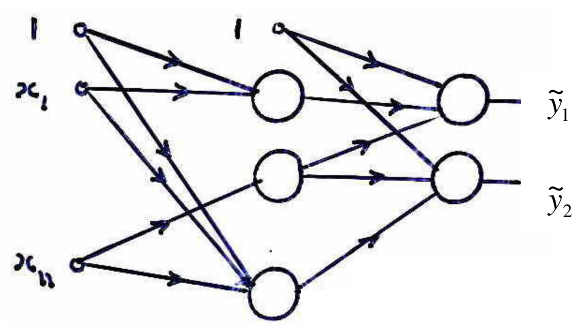
onde

v_j **é o sinal na entrada da sinapse na fase de propagação do sinal para a frente e**

$g_{li} = \dfrac{\partial \tilde{y}_l}{\partial u_i}$ **é o ganho linearizado da saída da sinapse w_{ij} à saída *l* da rede**

Ex 1:

A rede tem duas saídas, mas
o erro em y_1 é 3 vezes mais importante que o erro em y_2



a(k,1) = 3

a(k,2) = 1

$$F = \underset{k}{E}\left(3\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2\right)$$

$$\Delta w_{ij} = 2\alpha v_j \delta_i \quad onde \quad \delta_i = 3\varepsilon_1 g_{1i} + \varepsilon_2 g_{2i}$$

Ex 2:

Erro <u>relativo</u> médio quadrático nas variáveis originais, <u>não escaladas</u>

$$F(\underline{w}) = E\left\{\sum_l \left[\frac{Y_l - \tilde{Y}_l}{Y_l}\right]^2\right\}$$

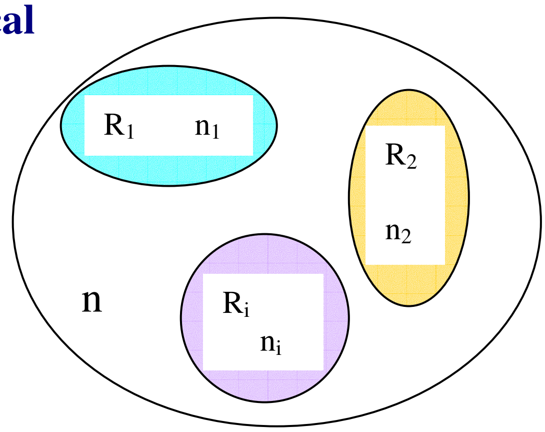
$$y_l = \frac{1}{\sigma_{Y_l}}\left(Y_l - \mu_{Y_l}\right) \qquad Y_l = \sigma_{Y_l} Y_l + \mu_{Y_l}$$

$$F(\underline{w}) = E\left\{\sum_l \left[\frac{Y_l - \tilde{Y}_l}{Y_l}\right]^2\right\} = E\left\{\sum_l \frac{1}{\left(y_l + \sigma_{Y_l}\mu_{Y_l}\right)^2}\left(y_l - \tilde{y}_l\right)^2\right\} \qquad a(k,l) = \frac{1}{\left(y_l + \sigma_{Y_l}\mu_{Y_l}\right)^2}$$

No treinamento tipo BP o acréscimo na sinapse w_{ij} é dado por

$$\Delta w_{ij} = 2\alpha v_j \delta_i \quad onde \quad \delta_i = \sum_{l=1}^{m} \frac{1}{\left(y_l + \sigma_{Y_l}\mu_{Y_l}\right)^2} \varepsilon_l g_{li}$$

Ex 3: Correção do efeito da população local



Cada par pertençe a uma região R_i

Cada região R_i tem uma população n_i

A população total é $n = \sum_{\forall i} n_i$

$$F = \sum_{\forall\, região\, R_i} \boxed{\sum_{\forall\, par \in R_i} f(y, \tilde{y})}$$

peso: n_i pares

peso: 1 par, independe de n_i

$$F = \sum_{\forall\, região\, R_i} \boxed{\frac{1}{n_i} \sum_{\forall\, par \in R_i} f(y, \tilde{y})}$$

a(i,l) = a(i) = 1/n_i

n_i – população da região onde o par pertence.

15.2 Erros não quadráticos

15.2.1 Erros em potências maiores

$$F(\underline{w}) = E\left\{\sum_{l}(y_l - \tilde{y}_l)^{2n+2}\right\} \qquad n = 1,2,\ldots$$

prioriza a redução dos maiores erros, mas F(w) é mais abrupta.

15.2.2 Erro absoluto

$$F(\underline{w}) = E\left\{|\,\vec{y} - \tilde{\vec{y}}\,|\right\} = E\left\{\sqrt{\sum_{l}(y_l - \tilde{y}_l)^2}\right\}$$

não prioriza a redução dos maiores erros como o emq

- não derivável na origem, necessita procedimentos especiais

15.2.3 Erro MAPE – Mean Absolute Percentual Error

$$F(\underline{w}) = E\left\{\frac{\left|\vec{Y}-\tilde{\vec{Y}}\right|}{\left|\vec{Y}\right|}\right\} = E\left\{\sqrt{\frac{\sum_l \left(Y_l-\tilde{Y}_l\right)^2}{\sum_l (Y_l)^2}}\right\}$$

variáveis não escaladas

não prioriza a redução dos maiores erros percentuais, como o epmq.

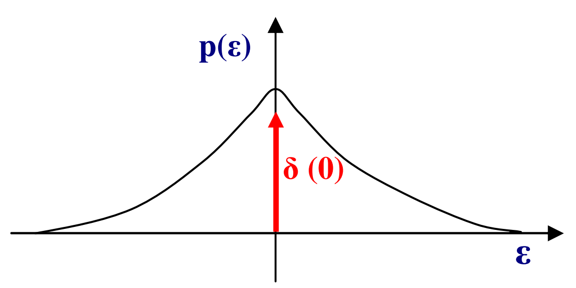
- não derivável na origem, necessita procedimentos especiais

15.3 Entropia

O objetivo na minimização do erro ε é

obter o histograma de p(ε) com média nula (fácil) e o mais estreito possível

ideal: p(ε) = δ (0) (delta de Dirac, erro nulo)



Se a distribuição do erro p(ε) for Gaussiana, o objetivo é alcançado minimizando o erro médio quadrático (a variância de p(ε))

Se a distribuição do erro p(ε) não for Gaussiana, o objetivo é alcançado minimizando a entropia (ver os trabalhos de J.C. Príncipe)