

Învățare Automată - Laboratorul 7

Clasificare folosind rețele neurale

3. Cerințe

3.1. Funcții de transfer

Funcția logistică

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$

$$\frac{d}{dx}f(x) = f(x)(1 - f(x))$$

Tangenta hiperbolică

$$f(x) = \frac{e^{2x} - 1}{e^{2x} + 1}$$

$$\frac{d}{dx}f(x) = 1 - f(x)^2$$

Când argumentul **derivate** este **True**, argumentul x reprezintă valoarea funcției în punctul x , adică $f(x)$.

3.2. Straturi complet-connectate

backward

Gradientul erorii în raport cu intrările

Formulare echivalentă: gradientul erorii în raport cu ieșirile stratului precedent.

Fie notația:

$$\delta_j^{(l-1)} = \frac{\partial E}{\partial a_j^{(l-1)}}$$

Atunci:

$$\delta_j^{(l-1)} = \sum_k \delta_k^{(l)} \cdot w_{jk}^{(l)} \cdot f'(a_j^{(l-1)})$$

Unde:

- l este indicele stratului
- j este indicele neuronului de pe stratul ($l-1$)
- k este indicele neuronului de pe stratul (l)
- $\delta_k^{(l)}$ este gradientul erorii în raport cu ieșirile stratului
- $y_j^{(l-1)} = f(a_j^{(l-1)})$ reprezintă intrările stratului

Gradientul erorii în raport cu bias

$$\frac{\partial E}{\partial b_j^{(l)}} = \delta_j^{(l)}$$

Unde:

- $\delta_j^{(l)}$ este gradientul erorii în raport cu ieșirile stratului

Gradientul erorii în raport cu ponderile

$$\frac{\partial E}{\partial w_{ij}^{(l)}} = \delta_j^{(l)} \cdot y_i^{(l-1)}$$

Unde:

- $\delta_j^{(l)}$ este gradientul erorii în raport cu ieșirile stratului
- $y_i^{(l-1)}$ reprezintă intrările stratului

3.3. Rețele cu mai multe straturi

update_parameters

$$b_j^{(l)} = b_j^{(l)} - \eta \cdot \frac{\partial E}{\partial b_j^{(l)}}$$

$$w_{ij}^{(l)} = w_{ij}^{(l)} - \eta \cdot \frac{\partial E}{\partial w_{ij}^{(l)}}$$

Unde:

- η este rata de învățare

3.4. Antrenarea rețelei

train_nn

Eroarea de pe ultimul strat:

$$\delta_k^{(l)} = y_k - t_k$$

Unde:

- t - target = vector codificare 1-out-of-k
 - o vector de n zerouri (n = număr clase), cu 1 pe poziția corespondentă label.

Matricea de confuzie (confusion matrix)

Este o matrice de nxn, unde n = număr clase.

Linia reprezintă elemente cu clasa i.

Coloana j reprezintă elementele clasificate drept j.

C_{ij} =procent date din clasa i, care au fost clasificate în clasa j.