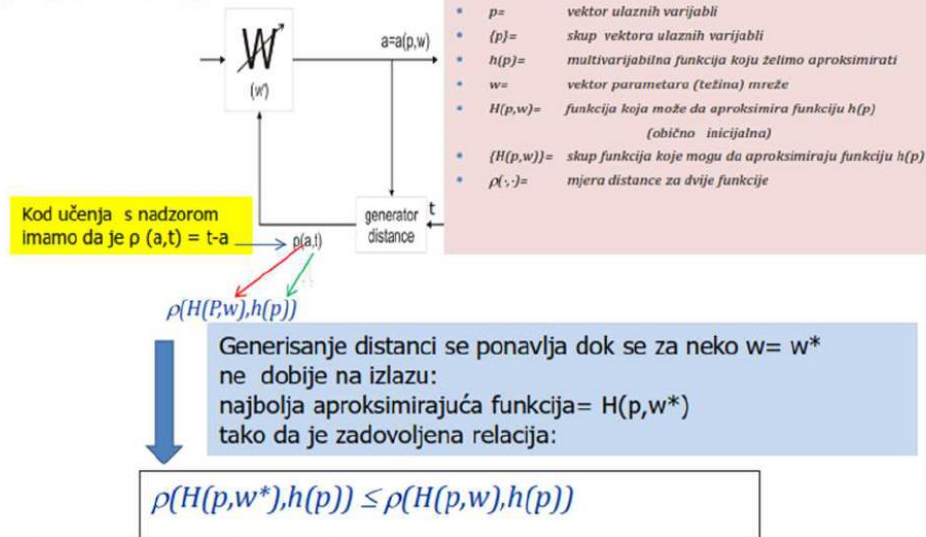


9. UČENJE SA NADZOROM I TEORIJA APROKSIMACIJE ?

Učenje s nadzorom i teorija aproksimacije

Učenje s nadzorom odnosi se na poredenje realnog izlaza mreže (a) s ciljnim (željenim) izlazom mreže (t).

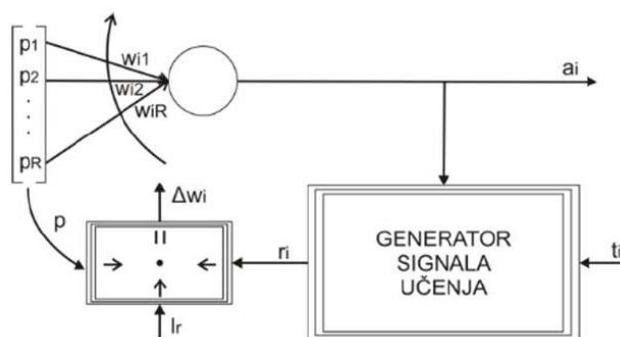


w^* zavisi od nekog priraštaja Δw u odnosu na početno w .

10. UČENJE SA NADZOROM – JEDAN NEURON

Učenje s nadzorom - jedan neuron

w_i vektor težina i-tog neurona
 t_i željeni izlaz i-tog neurona
 a_i aktuelni izlaz i-tog neurona
 r_i signal učenja za i-ti neuron
 p vektor ulaza
 l_r brzina učenja



Sa slike vidimo da je:

$$a_i = a_i(p, w_i)$$

$$r_i = r_i(a_i, t_i) = r_i(p, w_i, t_i)$$

$$\Delta w_i = l_r \cdot r_i(p, w_i, t_i) \cdot p$$

Kod supervizijskog učenja (s nadzorom)
 $r_i = t_i - a_i$

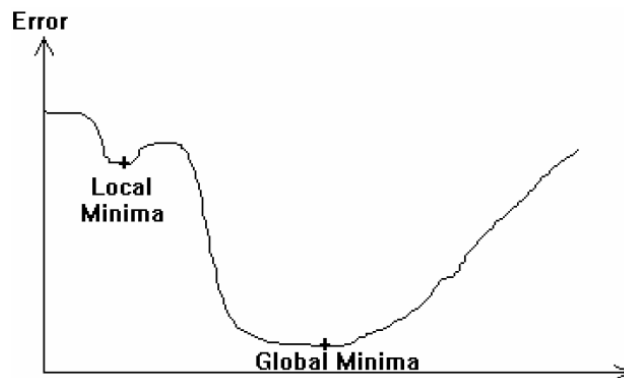
Posmatrajmo ove jednačine u vremenskim koracima:

$$\begin{aligned} w_i(k+1) &= w_i(k) + \Delta w_i(k+1) = \\ &= w_i(k) + l_r \cdot r_i(w_i(k), p(k+1), t_i(k+1)) \cdot p(k+1) \end{aligned}$$

11. BRZINA (STEPEN) UČENJA

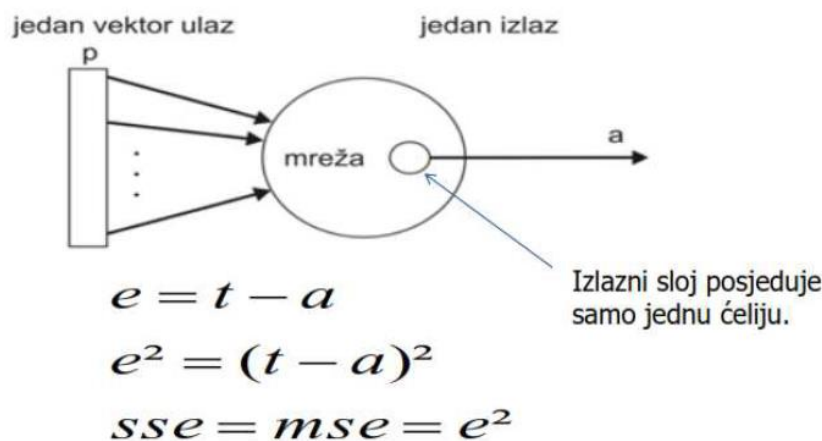
Brzina (stepen) učenja

Brzina učenja se bira tako da bude između 0 i 0.9. Ona određuje veličinu koraka kojom se neuronska mreža približava optimalnom stanju.



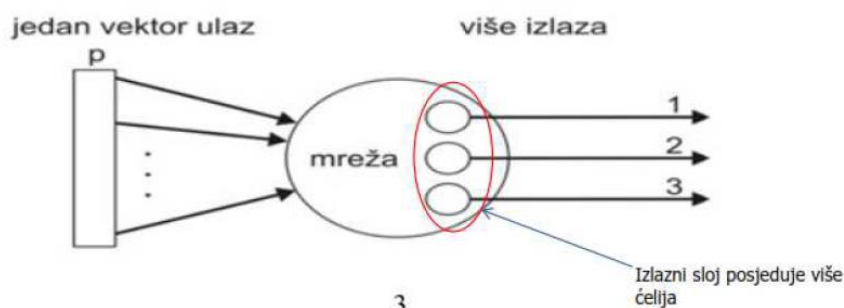
12. SLUČAJEVI IZBORA KRITERIJA GREŠKE?

Izbor kriterija greške - prvi slučaj



t= ciljna vrijednost
a= realna vrijednost na izlazu
sse= sum square error
mse= medium square error

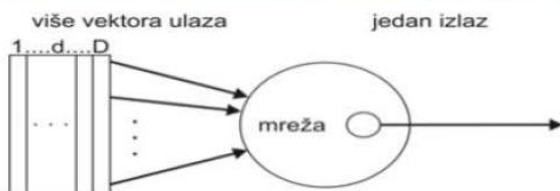
Izbor kriterija greške - drugi slučaj



$$sse = mse = \sum_{k=1}^3 (t_k - a_k)^2$$

$$sse' = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^3 (t_k - a_k)^2$$

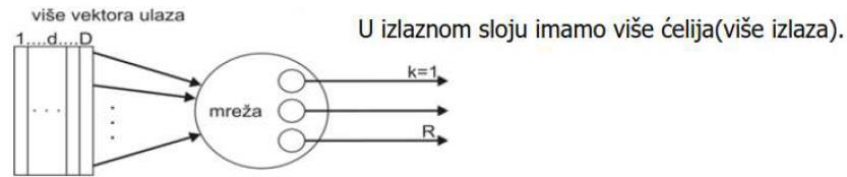
Izbor kriterija greške - treći slučaj



$$sse = \sum_{d=1}^D e_d^2$$

$$mse = \frac{1}{D} \sum_{d=1}^D e_d^2$$

Izbor kriterija greške - četvrti slučaj



$$E = sse = \sum_{d=1}^D \sum_{k=1}^R (t_{dk} - a_{dk})^2$$

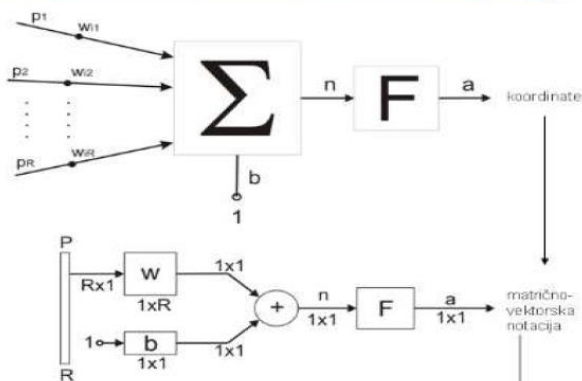
$$mse = \frac{1}{D} \sum_{d=1}^D \sum_{k=1}^R (t_{dk} - a_{dk})^2$$

$$E' = sse' = \sum_{d=1}^D \frac{1}{2} \sum_{k=1}^R (t_{dk} - a_{dk})^2$$

$$mse' = \frac{1}{D} \sum_{d=1}^D \frac{1}{2} \sum_{k=1}^R (t_{dk} - a_{dk})^2$$

13. DIMENZIONALNOST NEURONSKIH MREŽA ?

Dimenzionalnost (i-ta ćelija)



1 NEURON / vektor na ulazu

$$a = F(n) = F(w \cdot p + b)$$

a skalar
 w vektor red
 p vektor kolona
 b skalar

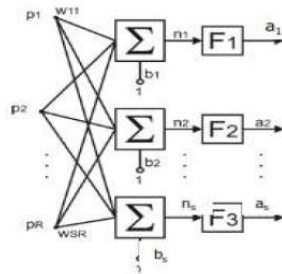
$$e = t - a$$

e, t, a skalari

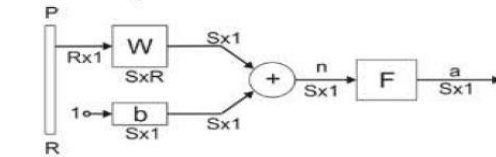
analitički izraz

korektno računanje greške

Dimenzionalnost (s ćelija)



S NEURONA / vektor na ulazu



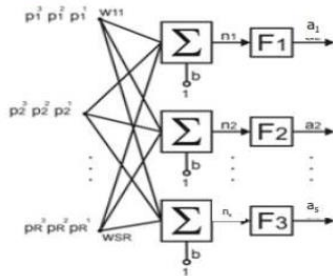
$$a = F(n) = F(W \cdot p + b)$$

a vektor kolona
W matrica
p vektor kolona
b vektor kolona

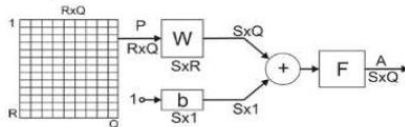
$$e = (t - a)$$

e, t, a vektor kolone

Dimenzionalnost (s ćelija)



S NEURONA / matrica na ulazu



$$A = F(n) = F(W \cdot P + b)$$

A matrica SxQ
W matrica SxR
P matrica RxQ
b vektor kolona

$$E = T - A$$

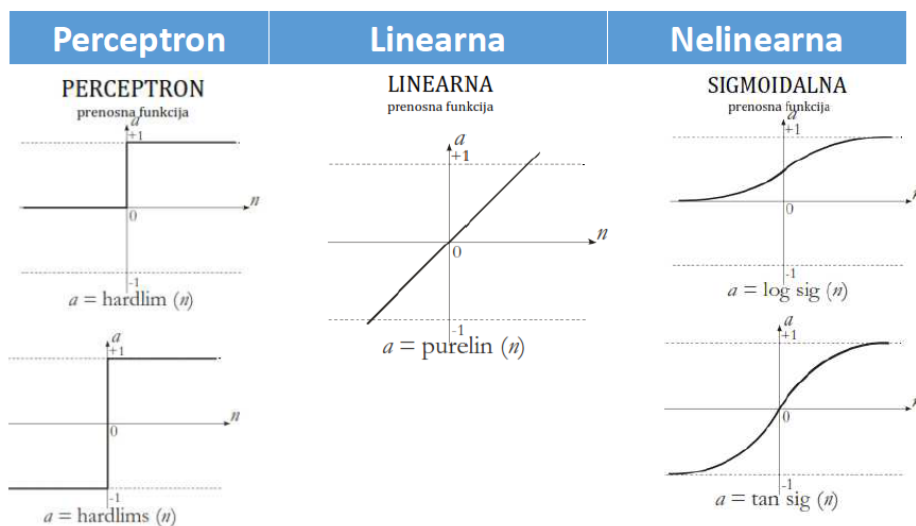
E, T, A matrice

Pošto se ne može izvršiti direktno sabiranje matrice W s vektorom b (zbog dimenzija), zato se u svakoj iteraciji sabire jedna vektor-kolona matrice W sa vektorom b i prosleđuje funkciji F. Ovaj način procesiranja obilježava se s izrazom:

$$A = F(W \cdot P + b)$$

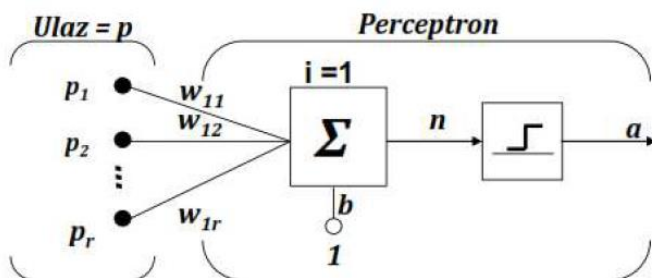
14. TIPOVI NEURONSKIH MREŽA NA OSNOVU PRIJENOSNE FUNKCIJE ?

Tipovi NM na osnovu prenosne funkcije



15. PERCEPTON – MODEL ?

Perceptron - Model



r je indeks komponente vektora na ulazu u mrežu

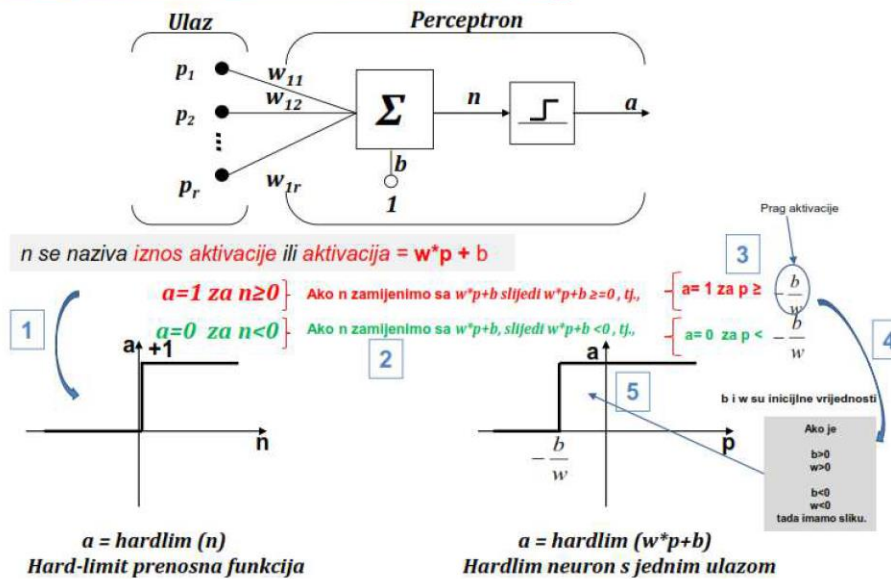
n se naziva *iznos aktivacije ili aktivacija* $= \mathbf{w} \cdot \mathbf{p} + b$

Računanje izlaza u procesu treniranja(učenja) $a = \text{hardlim}(\mathbf{w} \cdot \mathbf{p} + b)$

Testiranje izlaza $a = \text{sim}(\text{net}, \mathbf{p})$

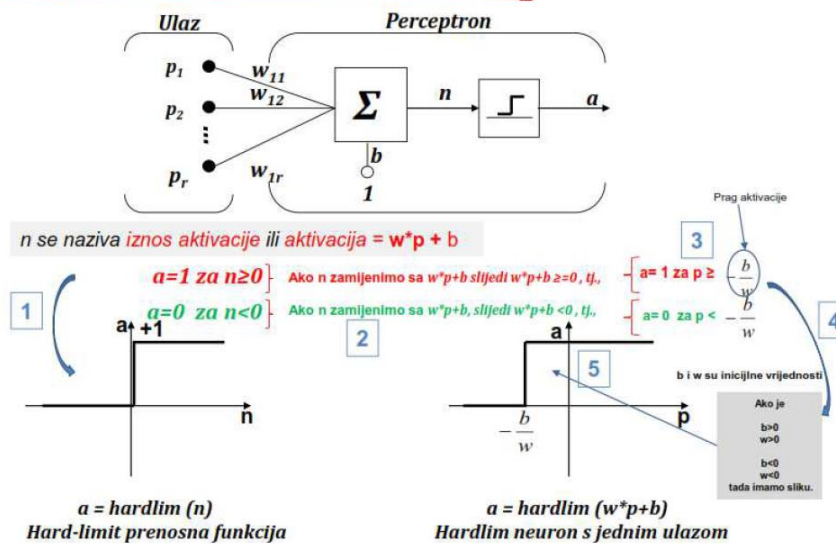
16. PERCEPTON AKTIVACIJA I PRAG AKTIVACIJE ?

Perceptron - aktivacija i prag aktivacije



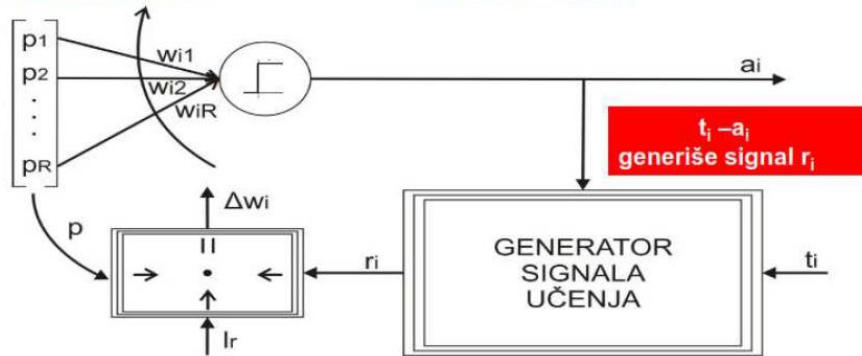
17. GENERALNO PRAVILO UČENJA PRIMJENJENO NA PERCEPTONU?

Perceptron - aktivacija i prag aktivacije



18. PERCEPTONSKO PRAVILO UČENJA

Generalno pravilo učenja primjenjeno na perceptron



$$w_i(k+1) = w_i(k) + \Delta w_i(k+1) =$$

$$= w_i(k) + \eta \cdot r_i(w_i(k), p(k+1), t_i(k+1)) \cdot p(k+1)$$

w_i	vektor težina i-tog neurona
t_i	željeni izlaz i-tog neurona
a_i	aktuelni izlaz i-tog neurona
r_i	signal učenja za i-ti neuron
p	vektor ulaza
η	brzina učenja