



# Podešavanje i korišćenje neuronske mreže

---

Termin 5 – Vežbe iz predmeta  
*Inteligentni softverski infrastrukturni  
sistemi*

Pripremio: asistent Zoran Janković



# Neuronska mreža - pojmovi

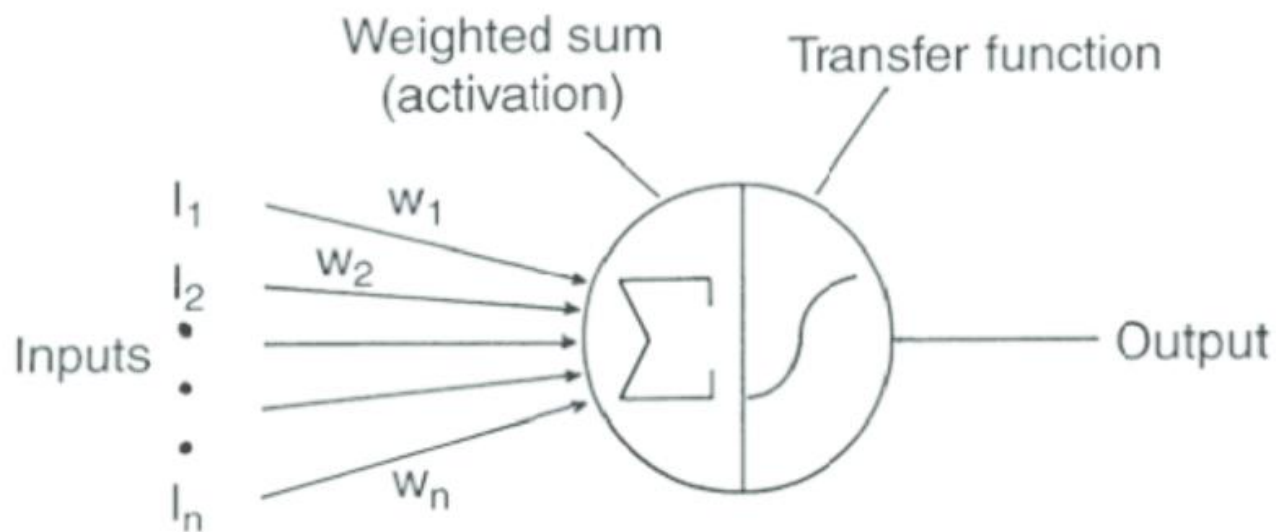
- Duboko učenje
- Neuronska mreža
- Neuron
- Težinski koeficijenti (weights)
- Nagib (Bias)
- Aktivaciona funkcija
- Slojevi neuronske mreže
- Propagacija unapred (Forward Propagation)

# Neuronska mreža - pojmovi

- Funkcija troška
- Stopa učenja (learning rate)
- Optimizacioni algoritam
- Propagacija unazad (Backpropagation)
- Paketi (Batches)
- Epohe (Epochs)

# Duboko učenje, neuronska mreža, neuron

- Neuronska mreža je sistem funkcija koji traži pravila u podacima
- Deep Learning (duboko učenje) je proces treninga neuronske mreže
- Neuron predstavlja osnovnu jedinicu neuronske mreže



# Težinski koeficijenti (weights) i nagib (bias)

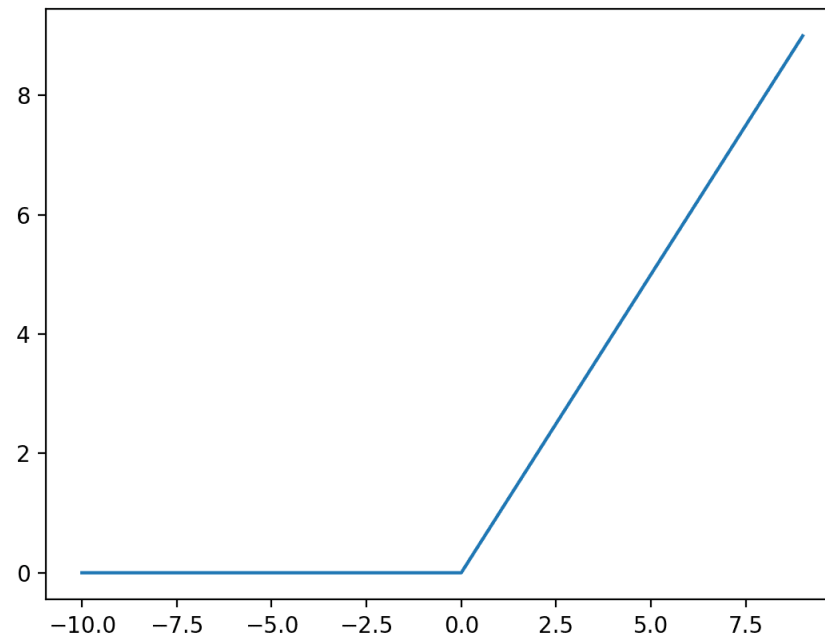
- Ulaz u neuron je multipliciran težinskim koeficijentom.
- Pored težinskog koeficijenta, na ulaz se primenjuje i nagib
- Treningom se određuju težinski koeficijenti i nagib za svaki ulaz u neuron
- Linearna komponenta transformacije ulaza može se prikazati sa  $a * W_1 + \text{bias}$  (za svaki ulaz)

# Aktivaciona funkcija

- Nakon što se linearna komponenta primeni na ulaz, primenjuje se i aktivaciona funkcija
- Aktivaciona funkcija prevodi ulazne signale u izlazne signale
- Aktivacionom funkcijom ponderisana (weighted) suma ulaza transformiše se u nelinearni izlaz u svakom neuronu
- Izlaz aktivacione funkcije može se prikazati sa  $f(a*W+b)$ , gde je  $f()$  aktivaciona funkcija

# Aktivaciona funkcija

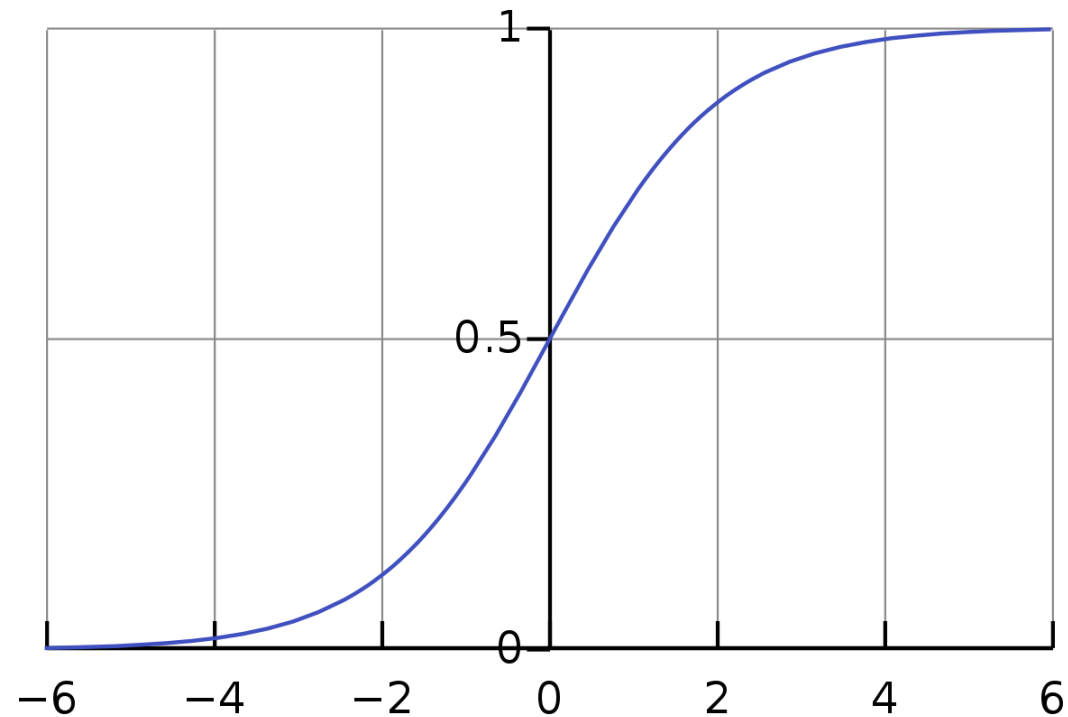
- Rectified Linear Units (ReLU)
  - $f(x) = \max(x, 0)$
  - Izlaz iz funkcije je  $X$  kada je  $X > 0$ . Za  $X \leq 0$  izlaz je  $0$



# Aktivaciona funkcija

- Sigmoid

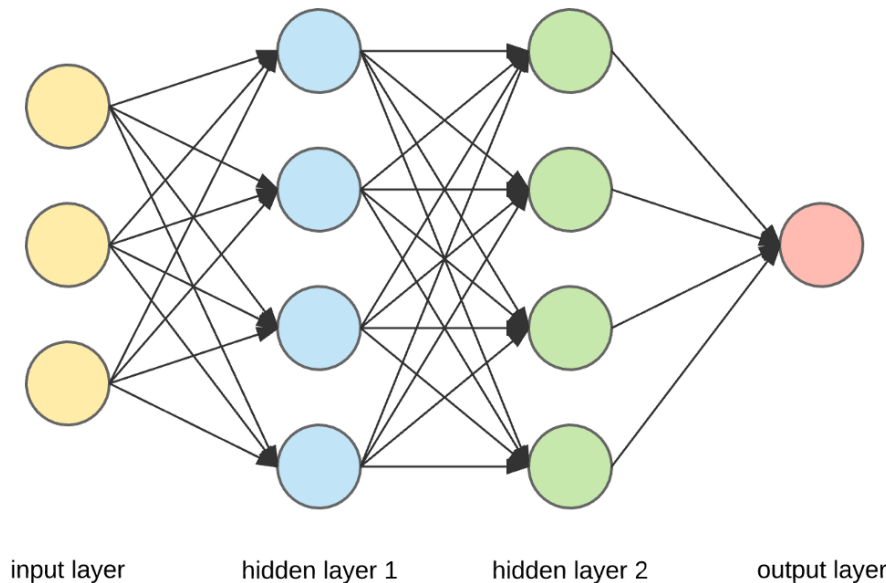
-  $\text{sigmoid}(x) = 1/(1+e^{-x})$





# Slojevi neuronske mreže

- Ulazni sloj – prvi sloj – prima ulaze
- Izlazni sloj – poslednji sloj, generiše izlaze
- Skriveni slojevi – procesiraju ulazne podatke, kreiraju izlaz koji prosleđuju sledećem sloju



# Propagacija unapred (forward propagation)

- Kretanje informacija od ulaznog sloja, preko skrivenih slojeva, do izlaznog sloja
- Informacije se kreću unapred. Ne postoji mogućnost kretanja unazad
- Ulazni sloj kreira ulaz za prvi skriveni sloj. Izlaz iz skrivenog sloja predstavlja ulaz za sledeći skriveni sloj ili za izlazni sloj

# Funkcija troška

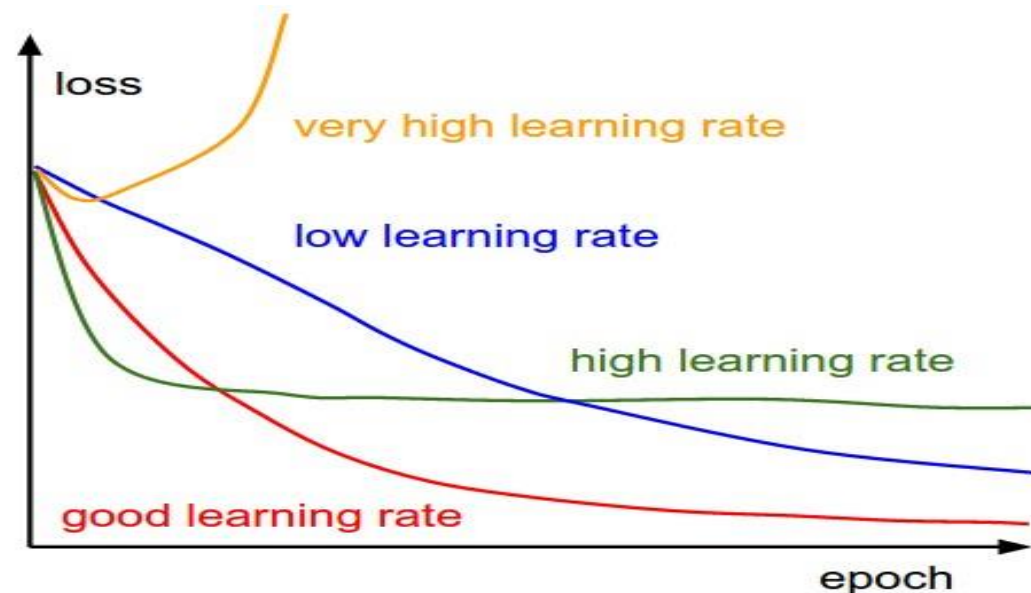
- Neuralna mreža pokušava da predvidi izlaz najbliže moguće stvarnim vrednostima.
- Merenje razlike između predviđenih i stvarnih vrednosti obavlja se uz pomoć funkcije troška
- Funkcija troška „kažnjava“ mrežu kada napravi grešku
- Cilj je minimizacija funkcije troška

# Funkcija troška

- Funkcije troška u regresionoj analizi:
  - Srednja kvadratna greška
  - Srednja apsolutna greška
  - Srednja apsolutna procentualna greška
  - Srednja kvadratna logaritamska greška
  - ...

# Stopa učenja (learning rate)

- Stopa učenja kontroliše koliko je potrebno menjati parametre modela kao odgovor na procenjenu grešku funkcije troška
- Manja stopa učenja može da dovede do predugog procesa učenja
- Veća stopa učenja može da dovede do sub-optimalnih rešenja



# Optimizacioni algoritam

- Optimizacioni algoritam se koristi za optimizaciju težinskih koeficijenata, nagiba i stope učenja, u cilju minimizacije funkcije troška
- Optimizacioni algoritmi funkcionišu po principu pokušaja i greške

# Optimizazioni algoritmi

- Gradient Descent
- Stochastic Gradient Descent (SGD)
- Mini Batch Stochastic Gradient Descent (MB-SGD)
- SGD with momentum
- Nesterov Accelerated Gradient (NAG)
- Adaptive Gradient (AdaGrad)

# Propagacija unazad (backpropagation)

- Propagacija unazad je automatski algoritam diferencijacije za izračunavanje težinskih koeficijenata
- Koristi se zajedno sa optimizacionim algoritmom (ili kao deo optimizacionog algoritma)
- Propagacijom unazad izračunava se koliko je potrebno promeniti težinske koeficijente na osnovu greške koju vraća funkcija troška



# Paketi (Batches)

- Tokom treninga neuronske mreže, umesto slanja svih podataka odjednom, moguće je slati pakete podataka
- Podela u više paketa smanjuje preciznost mreže
- Slanje velike količine podataka u samo jednom paketu smanjuje performanse

# Epohe

- Jedna iteracija treninga naziva se epoha
- Jedna epoha podrazumeva jednu kombinaciju težinskih koeficijenata za ulaze u svakom neuronu
- Jedna epoha podrazumeva jednu propagaciju unapred
- Više epoha povećava preciznost
- Manje epoha poboljšava performanse