



NEURONSKE MREŽE

1. predavanje

dr Zoran Ševarac
sevarac@gmail.com

FON, 2014.

CILJ PREDAVANJA I VEŽBI IZ NEURONSKIH MREŽA

- Upoznavanje sa tehnologijom - osnovni pojmovi i modeli NM
- Mogućnosti i primena NM
- Upoznavanje i ovladavanje Java Neural Network Framework-om Neuroph
- Na kraju ćete biti osposobljeni da prepoznate probleme koji se mogu rešavati pomoću NM kao i da uspešno implementirate odgovarajuća rešenja
- Razvoj Neuroph framework-a

PLAN PREDAVANJA I VEŽBI

Predavanja

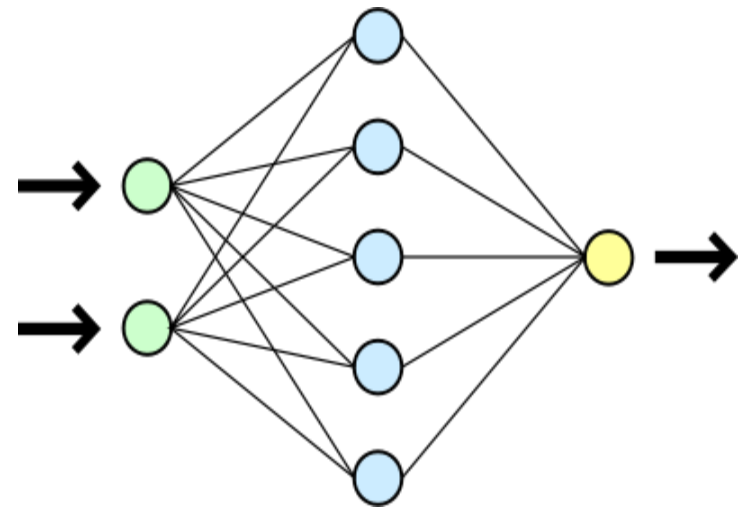
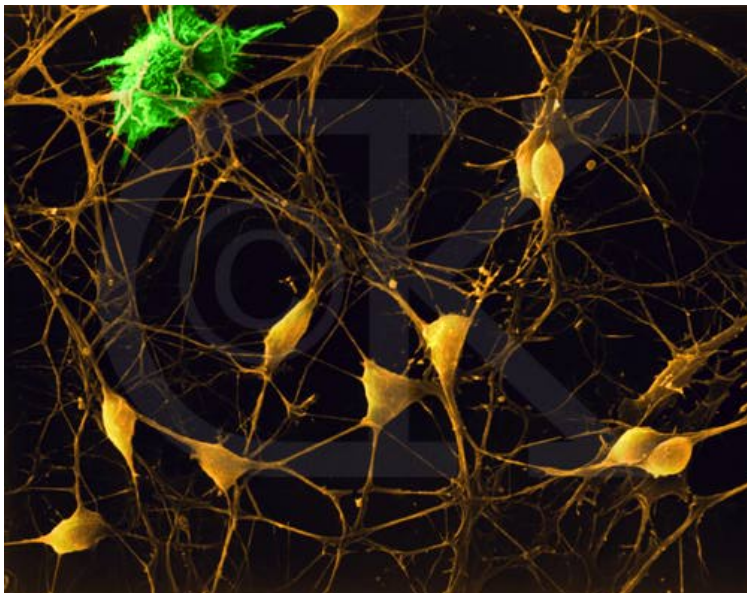
1. Osnovni pojmovi, vrste i elementi neuronskih mreža
2. Višeslojni perceptron i Backpropagation algoritam
3. Procedura rešavanja problema pomoću neuronskih mreža
4. Unapredjenja Backpropagation algoritma

Vežbe

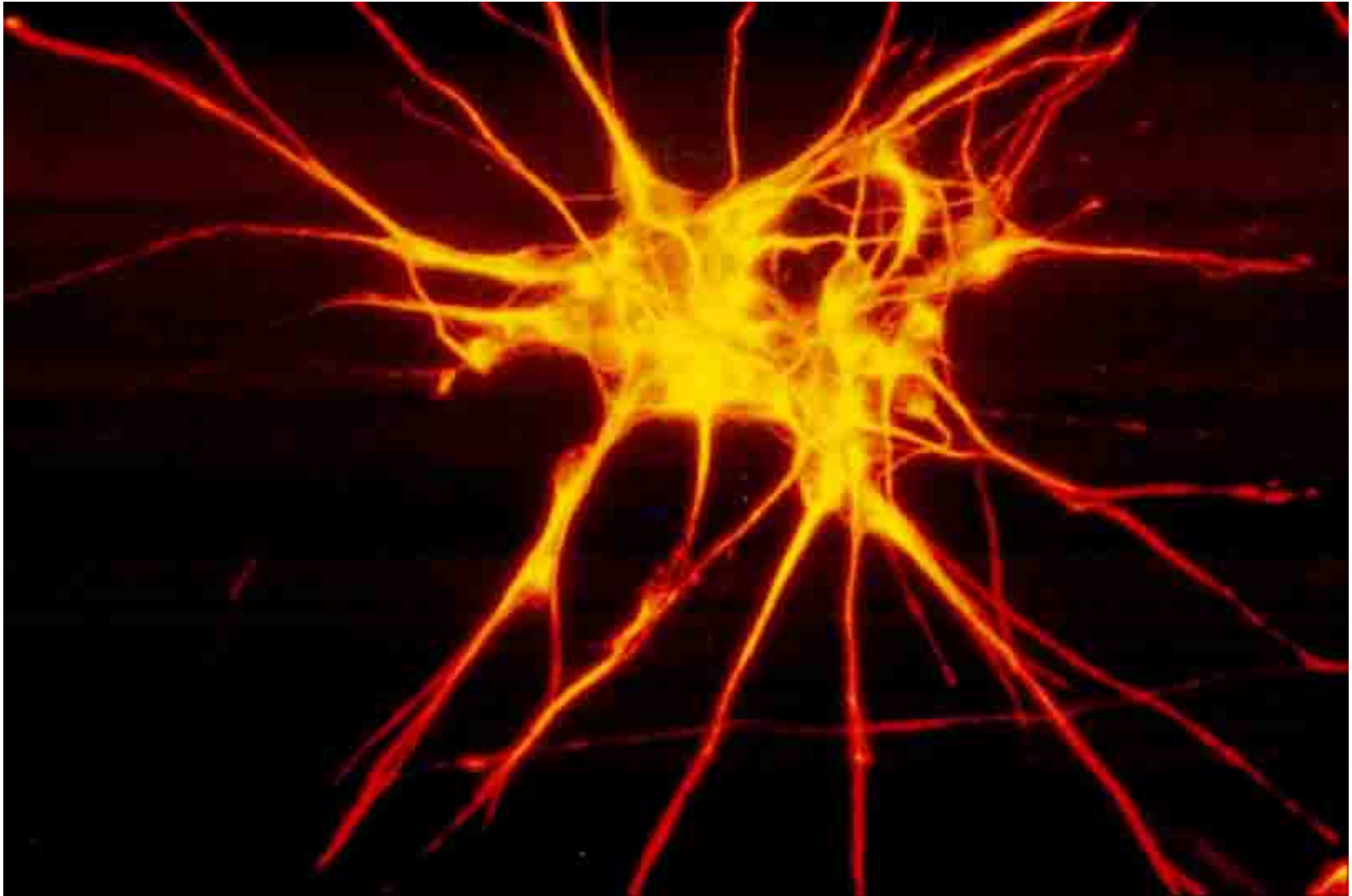
1. i 2. Softver za neuronske mreže Neuroph i primeri korišćenja za prepoznavanje slika i OCR
3. i 4. Upoznavanje sa internom arhitekturom Neuroph softvera i načinima proširenja

ŠTA SU NEURONSKE MREŽE

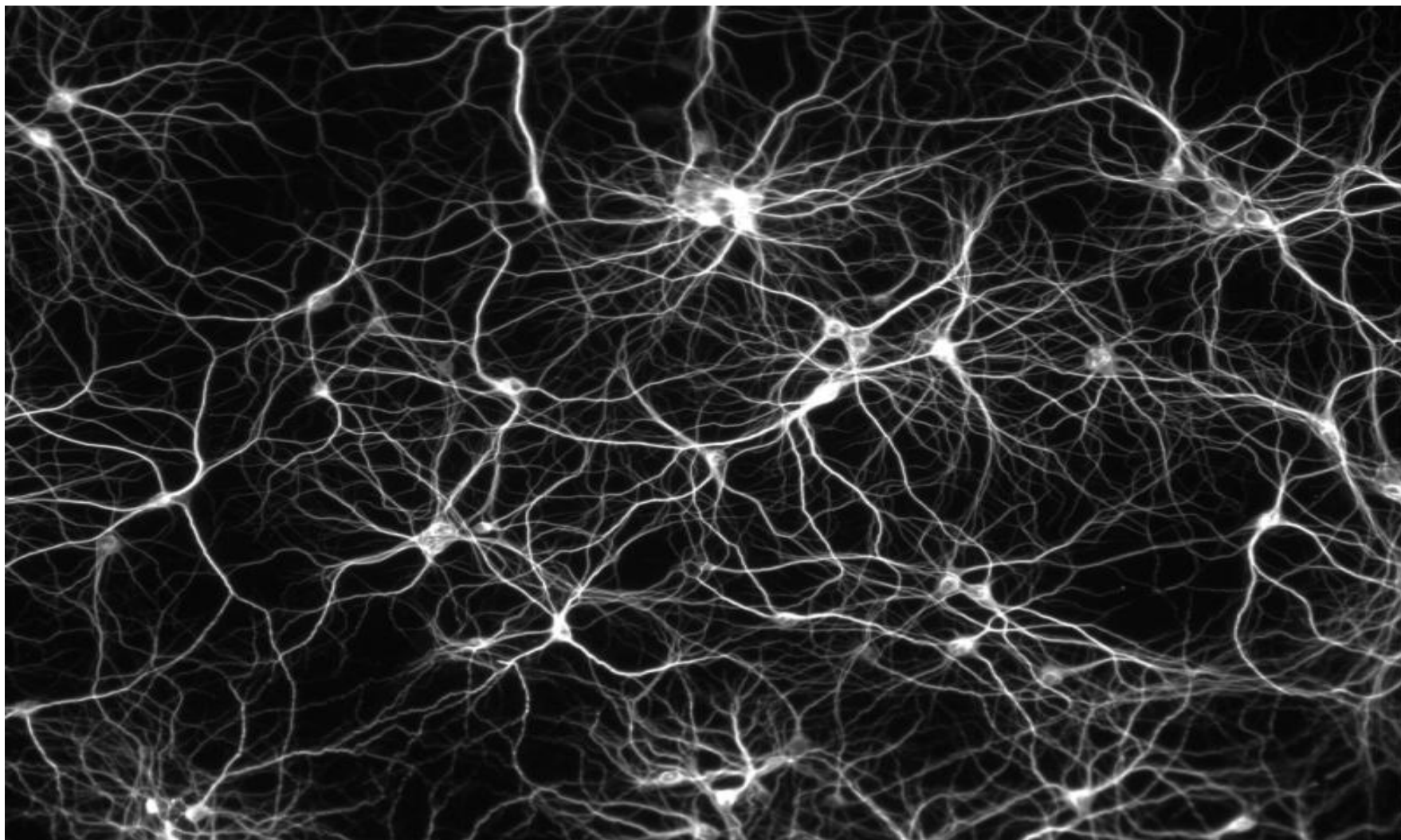
- Matematički modeli po uzoru na mozak
- Biološka i veštačka NM



Biološki neuron



Biološka neuronska mreža



MOZAK I VNM

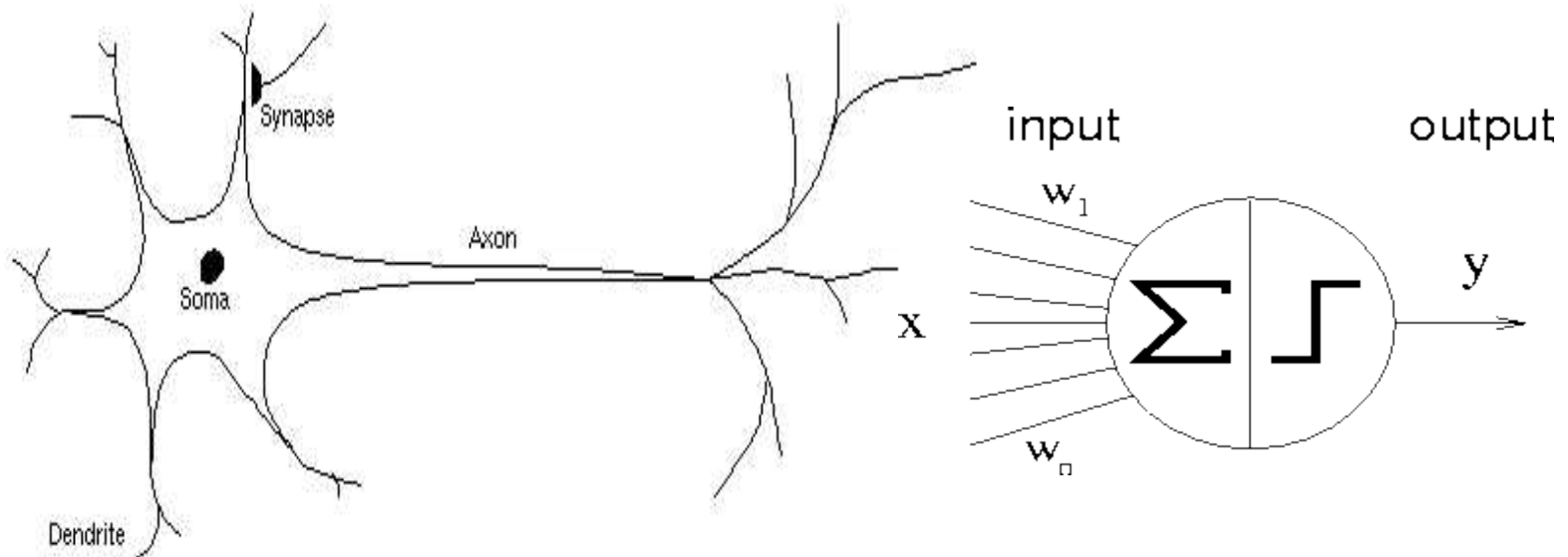
- Mozak:
 - 10^{10} neurona
 - 10^{13} veza između neurona
 - Brzina rada na nivou milisek
 - Potpuno paralelni rad
- VNM:
 - Do 20 000 neurona
 - Brzina rada na nivou nanosek
 - Simulacija paralelnog rada

ŠTA JE VEŠTAČKA NEURONSKA MREŽA - DEFINICIJE

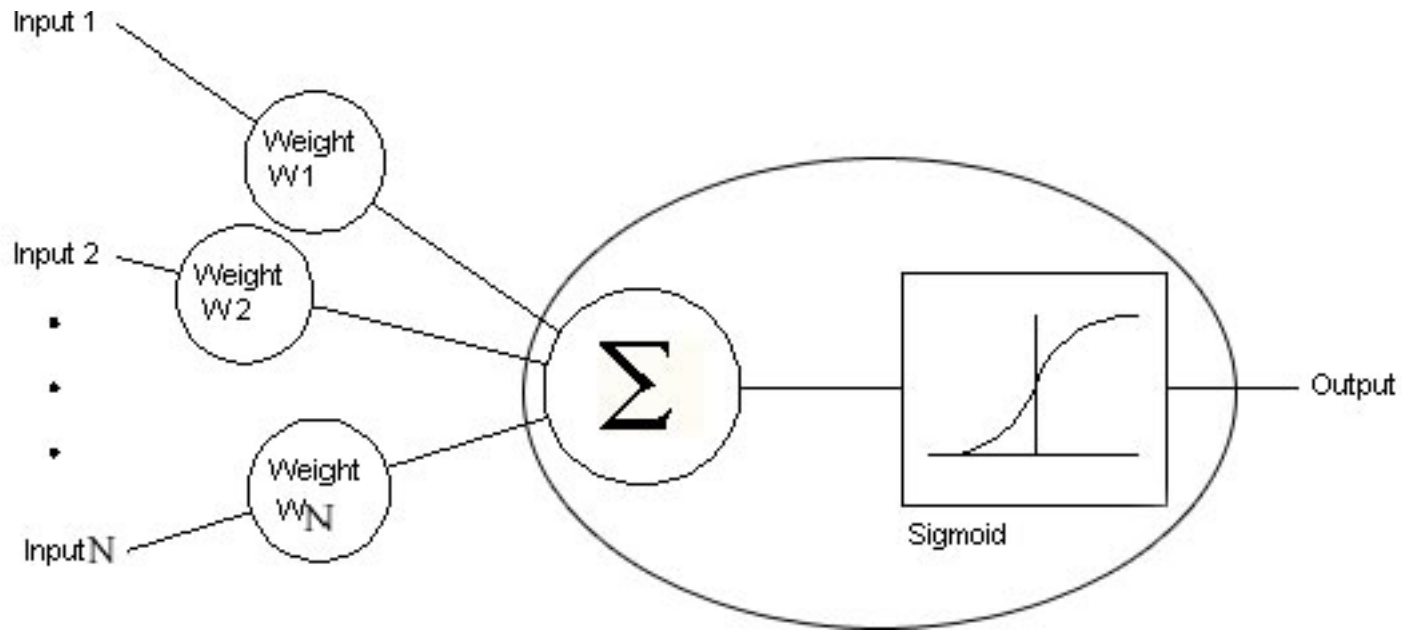
- **DARPA:** Neuronska mreža je sistem koji se sastoji od velikog broja međusobno povezanih, jednostavnih elemenata procesiranja koji rade paralelno. Funkcija NM je određena strukturom mreže, težinom veza, i obradom u elementima procesiranja.
- **Haykin:** Neuronska mreža je paralelni distribuirani procesor koji ima prirodnu sposobnost čuvanja i korišćenja iskustvenog znanja. Sličnost sa mozgom se ogleda kroz dve osobine:
 - mreža stiče znanje kroz proces učenja
 - znanje se čuva u vezama između neurona (sinaptičkim težinama)
- **Zurada:** Veštački neuro sistemi ili neuronske mreže, su ćelijski sistemi koji mogu da stiču, čuvaju i koriste iskustveno znanje.

Biološki i veštački neuron

- Osnovni delovi: telo(soma), dendriti(ulazi), akson(izlaz), sinapse(spojevi)



Veštački neuron



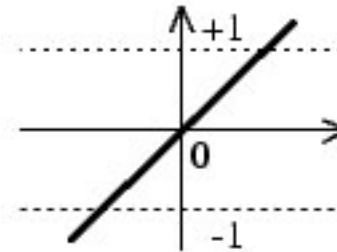
$$\text{output} = f(w_1 \text{in}_1 + \dots + w_n \text{in}_n)$$

Osnovni elementi veštačkog neurona

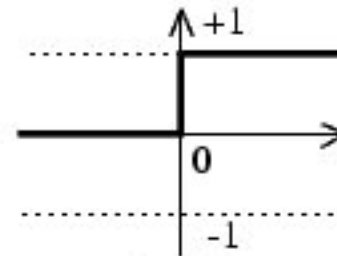
- Ulazna funkcija sumiranja
- Funkcija transfera
- Ulazi sa težinskim koeficijentima
- Izlaz

FUNKCIJE TRANSFERA

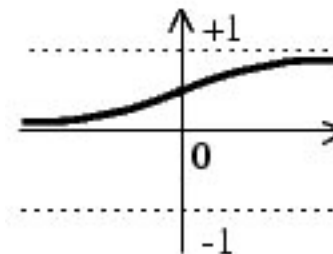
Linearna



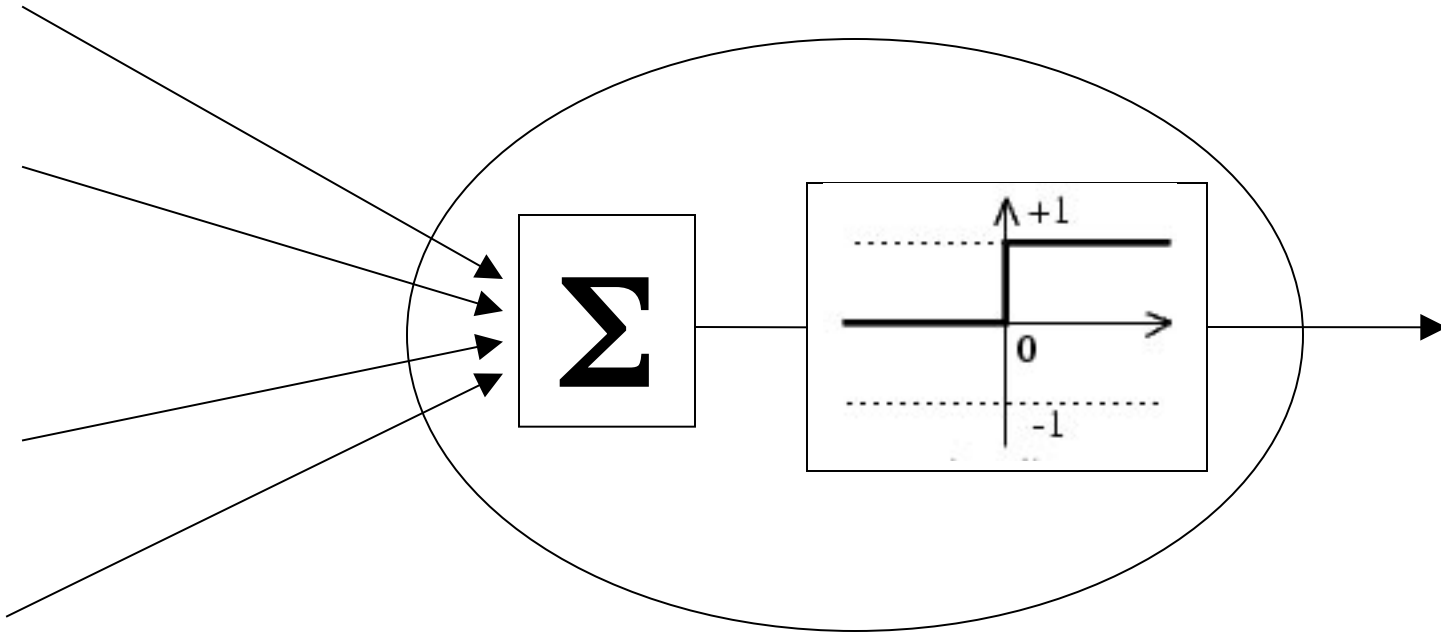
Odskočná



Sigmoidna

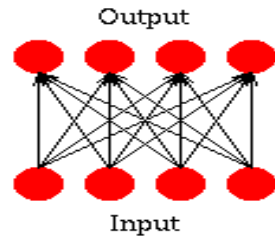


McCulloch Pits Neuron Threshold Logic Unit

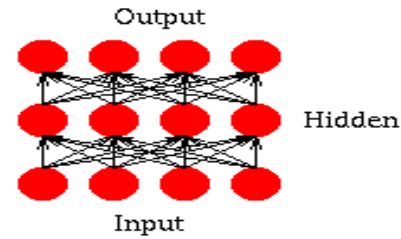


$$y = \text{STEP} (w_1 u_1 + \dots + w_n u_n)$$

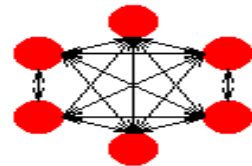
Vrste NM prema arhitekturi



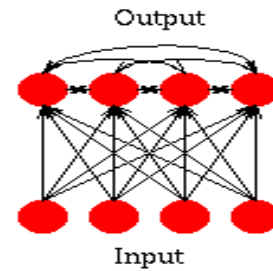
Single Layer Feedforward



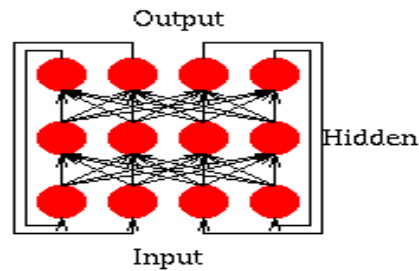
Multi Layer Feedforward



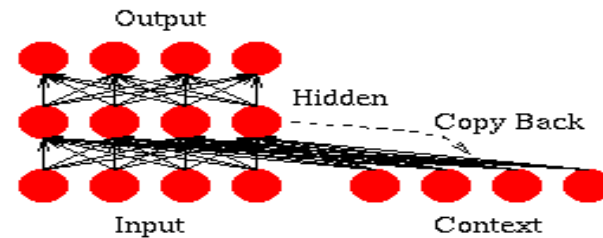
Fully Recurrent Network



Competitive Network



Jordan Network



Simple Recurrent Network

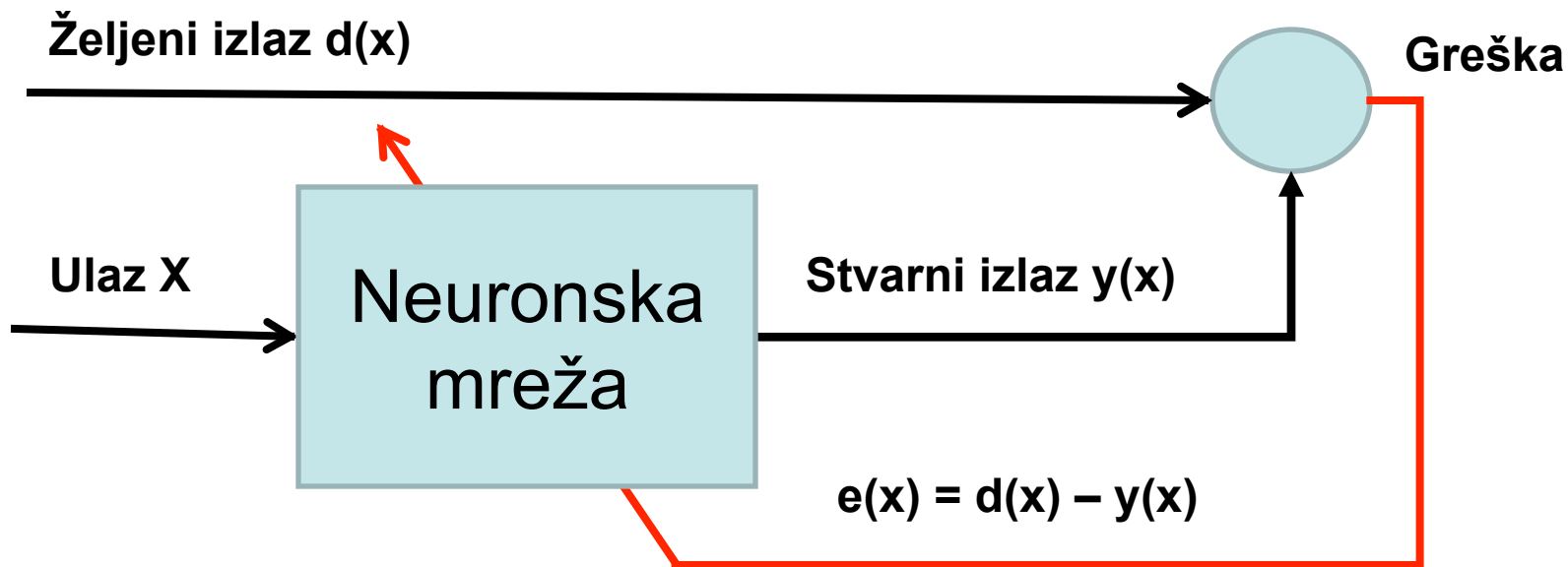
UČENJE/TRENING NM

- **Učenje:** procedura podešavanja težina veza tako da mreža dobije željeno ponašanje/funkcionalnost
- Učenje sa učiteljem – *supervised*
- Učenje bez učitelja – *unsupervised*

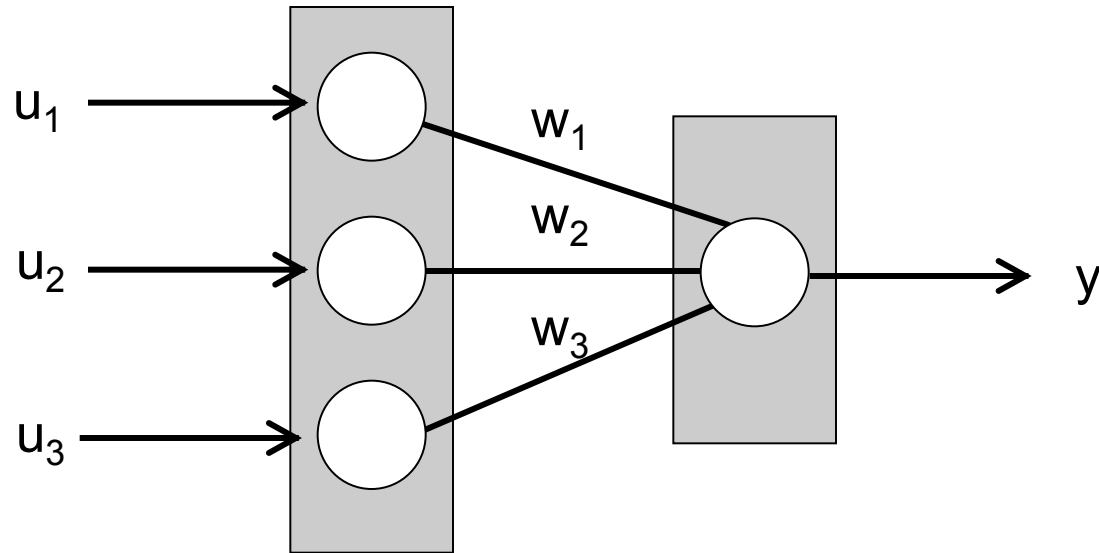
SUPERVIZORNO UČENJE

(SUPERVISED LEARNING)

Opšti princip: minimizacija greške kroz iterativnu proceduru



ADALINE



Linearna funkcija transfera

Linearna kombinacija ulaza

$$y = w_1 u_1 + w_2 u_2 + \dots + w_n u_n,$$

Učenje metodom najmanjih kvadrata

LMS UČENJE

LMS pravilo se može izraziti kroz sledeće jednačine:

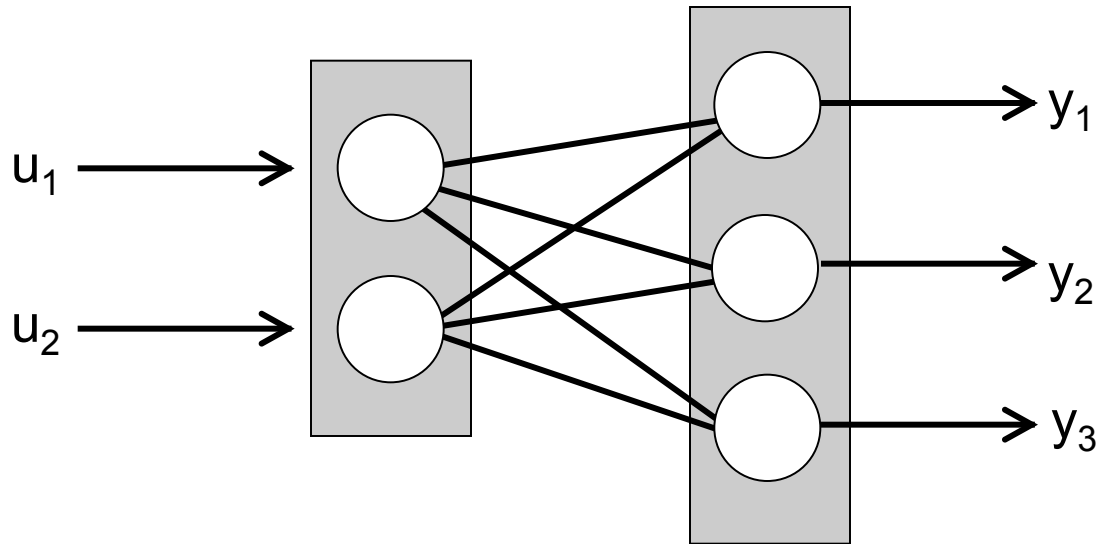
(1) greška izlaznog neurona za p -ti uzorak iz skupa za trening

$$\varepsilon_p = d_p - y_p$$

(2) promena težine veze proporcionalno grešci

(3) ukupna greška mreže za sve uzorke iz skupa za trening (kriterijum za zaustavljanje treninga – mreža je naučila kada je greška svedena na prihvatljivu meru)

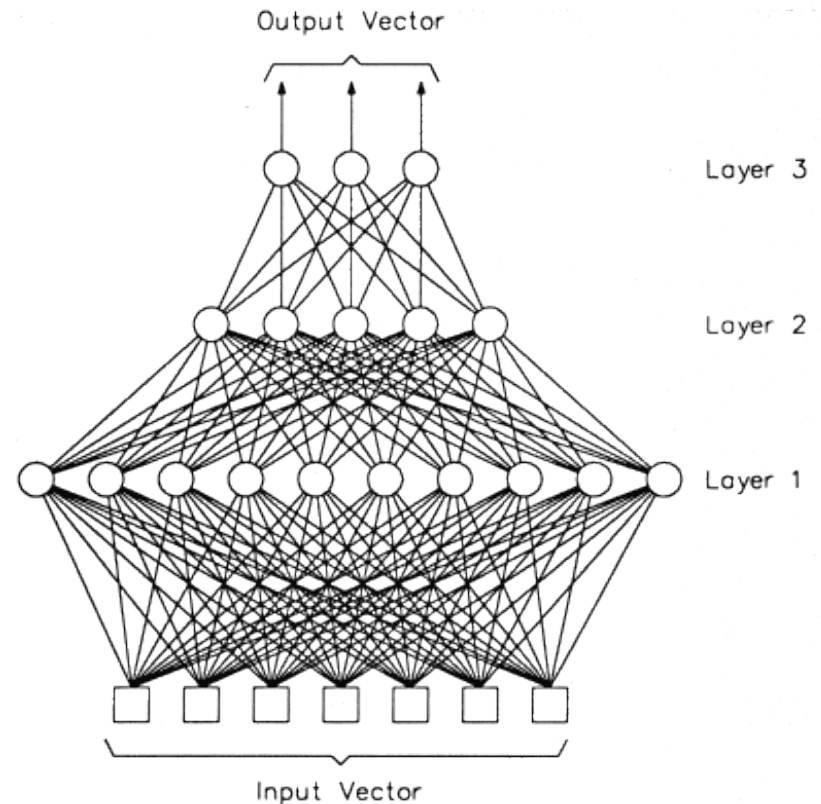
PERCEPTRON



- Step funkcija transfera
- Perceptron learning - prvi algoritam za učenje nelinearnih sistema
- Samo za linearno separabilne probleme

Višeslojni perceptron

- Proširenje osnovnog perceptrona – ima jedan ili više *skrivenih* slojeva neurona između ulaznog i izlaznog
- Glatke/diferencijabilne funkcije transfera u neuronima (tanh, sigmoid)
- Koristi Backpropagation algoritam za učenje koji se zasniva na LMS algoritmu.
- Mogu da rešavaju složene probleme



Backpropagation algoritam

- Služi za trening višeslojnog perceptrona – može da podešava težine u skrivenim slojevima
- Predstavlja supervizorni algoritam koji se zasniva na LMS algoritmu
- Višeslojni perceptron sa BP algoritmom predstavlja univerzalni aproksimator

Backpropagation algoritam

- Ključna je formula za podešavanje skrivenih slojeva neurona

$$w_{ji}(k+1) = w_{ji}(k) + \mu f'(net_j(k)) \left(\sum_a \varepsilon_a(k) f'(net_a(k)) w_{aj}(k) \right) u_{ji}$$

Parametri backpropagation algoritam

- Max error
- Max iterations
- Learning rate
- Batch mode

Backpropagation algoritam

- Problem lokalnog minimuma
- Zaustavljanje algoritma: broj iteracija, greška ispod definisanog min, smanjanje greške tokom treninga je suviše malo, ukupna greška za određeni test set

LINKOVI I LITERATURA

- Sajt predmeta *Inteligentni sistemi*
http://is.fon.rs/neuronske_mreze
- Sajt Neuroph projekta
<http://neuroph.sourceforge.net>
- Izborni predmet *Razvoj softvera otvorenog koda*
<http://opensource.fon.bg.ac.rs>
- Neural Networks - A Systematic Introduction ,
besplatna online knjiga
- Introduction to Neural Computation