

1 Zadaci za vježbu iz poglavlja „Proces učenja“:

- 1) Objasniti Hebbovo učenje.
 - a) Navesti primjer neuronske mreže koja se zasniva na Hebbovom učenju.
 - b) Na ulaz jedne sinapse se stalno dovodi isti signal iznosa 1. Početna vrijednost sinaptičke težine je 1. Koristi se pravilo produkta aktivnosti s konstantom učenja $\eta=0.1$. Napišite analitički izraz kojim se opisuje vrijednost na izlazu sinapse ovisno o broju iteracija učenja, dakle $y(n)$.
- 2) Napisati izraze (i objasniti varijable) za Hebbovo pravilo, Pravilo produkta aktivnosti, Generalizirano pravilo produkta aktivnosti.
- 3) Koje su tri glavne paradigme učenja? Napisati izraze za delta pravilo učenja i za Hebbovo pravilo. Koja je razlika između ta dva pravila učenja?
- 4) Definirati i opisati učenje pod nadzorom i bez nadzora.
- 5) Za model neurona predstavljen na predavanjima treba:
 - a) Nacrtati blok dijagram modela.
 - b) Nacrtati ulazno-izlazne karakteristike i matematički definirati tri osnovna tipa aktivacijskih funkcija.
 - c) Nabrojiti četiri glavne vrste arhitektura neuronskih mreža.
- 6) Nacrtati primjer jednoslojne, višeslojne i neuronske mreže s povratnim vezama.

2 Zadaci za vježbu iz poglavlja „Asocijativna memorija“:

1) Neka su zadani ulazni vektori:

$$\mathbf{a}_1=[1\ 0\ 0\ 0]^T, \mathbf{a}_2=[0\ 1\ 0\ 0]^T, \mathbf{a}_3=[0\ 0\ 1\ 0]^T$$

a izlazni vektori:

$$\mathbf{b}_1=[5\ 1\ 0]^T, \mathbf{b}_2=[-2\ 1\ 6]^T, \mathbf{b}_3=[-2\ 4\ 3]^T$$

Treba odrediti korelacijsku matricu \mathbf{M} i pokazati da memorija točno pamti.

2) Potrebno je realizirati asocijativnu memoriju pomoću korelacijske matrice.

a) Napisati izraz za određivanje korelacijske matrice \mathbf{M} koja treba zapamtiti q parova asocijacija a_i i $b_i, i=1, \dots, q$

b) Objasnite preslušavanje ključeva u memoriji.

c) Dana je asocijativna matrica sa sljedećim uzorcima:

$$\mathbf{x}_1 = [1\ 0\ 0\ 0]$$

$$\mathbf{x}_2 = [0\ 1\ 0\ 0]$$

$$\mathbf{x}_3 = [0\ 0\ 0\ 1]$$

$$\mathbf{x}_4 = [1\ 1\ 0\ 0]$$

Koji od tih uzoraka će nakon učenja ostati ispravno zapamćeni a koji neće i zašto?

3) Kako dijelimo asocijativne memorije s obzirom na ulazne i izlazne vektore, odnosno s obzirom na (područje rada) aktivacijske funkcije neurona. Koju od navedenih asocijativnih memorija **ne možemo** predstaviti korelacijskom matricom?

4) Objasniti utjecaj ortonormiranosti ulaznih vektora na svojstva asocijativne memorije implementirane putem korelacijske matrice.

3 Pitanja kojima je preduvjet predavanje „Perceptron“:

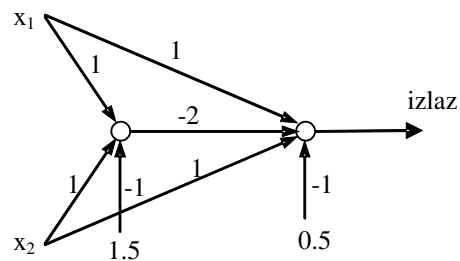
- 1) Pretpostavimo da je dan jednoslojni perceptron (s jednim neuronom) s dva ulaza x_1 i x_2 , pripadnim težinama $w_1=1$ i $w_2=2$ te pragom $\Theta =2$. Nacrtati mrežu. Pretpostaviti da navedena mreža služi za klasifikaciju ulaznih dvodimenzionalnih vektora $\mathbf{x} = [x_1 \ x_2]^T$ u dvije klase. Nacrtati granicu između klasa u koordinatnom sustavu x_1 i x_2 .
- 2) Opisati Rosenblattov algoritam učenja perceptrona. Kada algoritam konvergira?

4 Pitanja kojima je preduvjet predavanje „LMS algoritam“:

- 1) Objasniti LMS algoritam i nacrtati blok dijagram koji prikazuje adaptivni filter.
- 2) Objasniti ML klasifikator i način realizacije pomoću jednoslojnog perceptrona.
- 3) Pretpostavimo da je zadan jedan neuron s p ulaza $x_i, i=1, \dots, p$ koji radi u linearnom režimu rada (nema nelinearne aktivacijske funkcije). Nacrtati blok dijagram adaptivnog filtra s jednim neuronom koji koristi LMS algoritam učenja. Napisati korake LMS algoritma.
- 4) Definirati problem optimalnog filtriranja i te objasniti i navesti izraze za LMS algoritam

5 Pitanja kojima je preduvjet predavanje „Višeslojni perceptron“:

- 1) Nacrtati potpuno povezanu mrežu s 3 neurona u ulaznom sloju, 5 neurona u skrivenom sloju i 2 neurona u izlaznom sloju. Uz pretpostavku da je aktivacijska funkcija linearna, pokazati da se ovakva mreža može svesti na jednoslojnu mrežu. Nacrtati traženu mrežu.
- 2) Za višeslojni perceptron s aktivacijskom funkcijom tipa prag na slici:
 - a) pokazati da perceptron rješava XOR problem
 - b) nacrtati regije odlučivanja u ravnini (x_1, x_2)



- 3) Nacrtati primjere jednoslojne, višeslojne, neuronske mreže s povratnim vezama, te ljestvičaste mreže. Nabrojiti neke aktivacijske funkcije perceptrona (ime, formula, slika).
- 4) Opisati višeslojni perceptron i objasniti BP način učenja

6 Pitanja kojima je preduvjet predavanje „Radijalne mreže“:

- 1) Opisati općenitu strukturu radijalne mreže i objasniti Coverov teorem.
- 2) Dan vam je skup od N podataka, u obliku (x,y) , gdje je x ulazni vektor, a y izlazni vektor. Želite predvidjeti izlaze nepoznatih ulaza. Nacrtajte radijalnu mrežu prikladnu za rješavanje tog problema i odgovorite:
 - a) Kako ćete odrediti broj ulaznih neurona?
 - b) O čemu će ovisiti broj izlaznih neurona?
 - c) O čemu će ovisiti broj skrivenih neurona?
 - d) Koja je glavna prednost radijalne mreže pred višeslojnim perceptronom prilikom rješavanja ovog problema?
- 3) Nacrtati radijalnu mrežu. Za radijalnu mrežu (RBF) s N skrivenih neurona i za N zadanih parova za učenje ulaz-izlaz (x_i, d_i) , $i = 1, \dots, N$ objasniti određivanje nepoznatih težina w_i .
- 4) Navesti dvije vrste radijalnih funkcija najčešće korištene u RBF mrežama.
- 5) Usporedite radijalne i višeslojne mreže.
- 6) Definirati problem interpolacije i objasniti radijalne mreže te navesti strategije učenja

7 Pitanja kojima je preduvjet predavanje „Rekurzivne mreže“:

- 1) Neka je zadana Hopfieldova mreža s tri neurona. Odrediti matricu težina W ako želimo zapamtiti sljedeća dva uzorka: $[-1,1,1]^T$, $[1,-1,1]^T$
 - e) Odredite skup stanja u koja mreža može preći asinkronim prijelazom iz stanja $[-1,-1,1]^T$. Koja od tih stanja su stabilna, a koja su lažna?
 - f) Napišite izraz za energetska funkciju i objasnite varijable

- 3)
 - a) Nacrtajte Hopfieldovu mrežu i navedite od kojih faza se sastoji njezin rad.
 - b) Po čemu se razlikuju skupovi za treniranje i skupovi za validaciju rada Hopfieldove mreže?
 - c) Što su lažna stanja, kako nastaju i na koji način ih prepoznajemo.

- 4) Objasniti fazu dohvata, lažna stanja i navesti jedan izraz za procjenu kapaciteta Hopfieldove mreže.

- 5) Objasniti princip i prikazati korake algoritma za minimizaciju pomoću simuliranog hlađenja.

8 Pitanja kojima je preduvjet predavanje „Samoorganizirajuće mreže“:

- 1) Napisati izraze (i objasniti varijable) za Hebbovo pravilo, Pravilo produkta aktivnosti, Generalizirano pravilo produkta aktivnosti, Ojino pravilo (bez nadzora). Usporediti svojstva posljednja tri pravila učenja.
- 2) Koje su osnovne tri paradigme učenja? Kojoj paradigmi pripada kompetitivno učenje? Opisati ga i usporediti s Kohonenovim algoritmom učenja. Pokažite u kojoj je vezi Kohonenovo učenje spram generaliziranog pravila produkta?
- 3) Nacrtati najjednostavniju Winner-takes-all mrežu. Koliko slojeva ima ta mreža? Koje učenje koristi? Napisati izraz za to učenje (objasniti varijable).
- 4) Korištenjem kompetitivnog učenja želimo grupirati ulazne vektore u dvije klase. Ulazni vektori su sljedeći: $[-1 \ 4]$, $[1 \ 4]$, $[5 \ 1]$, $[5 \ -1]$. Početni vektori težina su: $w_1=[0 \ 3]$, $w_2=[4 \ 0]$. Konstanta učenja $\eta=0.5$. Skicirajte arhitekturu mreže, te odredite centre dviju klasa nakon jedne iteracije učenja.
- 5) Opisati analizu glavnih komponenti.

9 Pitanja kojima je preduvjet predavanje „Genetički algoritmi“:

- 1)
 - a) Napišite pseudokod osnovnog genetičkog algoritma.
 - b) Navedite neke moguće kriterije zaustavljanja genetičkog algoritma.
 - c) Kako vjerojatnost križanja i vjerojatnost mutacije utječu na rješenje?
 - d) Koje su mane proporcionalne selekcije i kako ih izbjeći?
 - a) Na koji način osiguravamo stabilnost algoritma?
- 2) Objasniti metodu proporcionalne selekcije u genetičkim algoritmima.
- 3) Objasniti na primjeru kodiranje realnih varijabli pomoću konačnog broja bitova za prikaz u okviru genetičkog algoritma.
- 4) Objasniti koju manu ima proporcionalna selekcija u genetičkom algoritmu i kako se ta mana izbjegava skaliranjem prikladnosti.

10 Pitanja kojima je preduvjet predavanje „Neuroračunala“:

1)

- a) Navesti i objasniti podjelu neuroračunala s obzirom na način implementacije.
- b) Podjela neuroračunala (osnovna).

2) Mane i prednosti realizacije neuronskih mreža računalima opće namjene.