

1. (4 boda)
  - Napiši formalnu definiciju neizrazitog skupa
  - Napiši formalnu definiciju binarne neizrazite relacije
  - Formalno definirati kada binarna neizrazita relacija ima svojstvo refleksivnosti
  - Formalno definirati kada binarna neizrazita relacija ima svojstvo simetričnosti
2. (6 bodova) Definirano je: broj oko  $n = \text{FuzzyTrokut}(n-4, n, n+4)$ , broj od  $m$  do  $n = \text{FuzzyTrapez}(m-4, m, n, n+4)$ , mali broj =  $L(2,6)$ , broj blizu  $n = \text{FuzzyTrokut}(n-2, n, n+2)$ . Koristi se mamdani zaključivanje, sve ostalo je onako kako je zadeh definirao te se koristi Center of Area. Dana su pravila:
  - ako je  $x$  mali broj I  $y$  broj oko 9 tada je  $z$  broj od 3 do 4
  - ako je  $x$  blizu 6 I  $y$  broj oko 13 tada je  $z$  broj od 5 do 6 $x = 5$  i  $y = 6$ , izračunati  $z$ . Sto bi bilo ako umjesto CoA koristimo Mean of Max?
3. (2 boda) Teorem sheme, definicija + formule
4. (1 bod) 01001\*\*1010\*11\*0101 koliko to rjesenja predstavlja?
5. (2 boda) Formalno definirati hipotezu gradjevinih blokova.
6. (3 + 3 boda) Dana je instar-outstar mreža te podatci za učenje u obliku  $[(x_1, x_2), (y_1, y_2, y_3)]$ :
  - $[(11, 11), (0, 0, 0)], [(12, 12), (0, 0, 0)], [(11, 12), (0, 0, 0)], [(12, 11), (0, 0, 0)], [(3, 3), (0, 1, 0)], [(4, 4), (0, 1, 0)], [(4, 3), (0, 1, 0)], [(3, 4), (0, 1, 0)], [(-8, -8), (1, 0, 1)], [(-7, -7), (1, 0, 1)], [(-7, -8), (1, 0, 1)], [(-8, -7), (1, 0, 1)]$ .
 Pretpostaviti da se mreža učila dovoljno iteracija.
  - Nacrtajte NN tako da se jasno vidi broj ulaza, težine, broj izlaza itd.
  - Napisati sve težine da bi mreža ispravno radila
7. (6 bodova) Unaprijedna potpuno povezana NN s jednim skrivenim slojem od dva neurona radi mapiranje  $(x_1, x_2) \rightarrow (y_1, y_2, y_3)$  odnosno  $\mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^3$ . Izvesti formulu za backpropagation algoritam koja koregira težinu koja spaja izlaz prvog neurona u skrivenom sloju sa prvim neuronom izlaza. Pretpostavite da su aktivacijske funkcije sigmoidalne.
8. (6 bodova) ANFIS mreža, TSK varijanta ima R pravila oblika "ako je  $x$   $A_i$  I  $y$  je  $B_i$  tada  $z_i = p_i x + q_i y + r_i$ . T-norme su produkt, računa se polovnična srednja kvadratna pogreška te je
 
$$\mu_{A_i} = \frac{1}{1 + e^{a_i(x - b_i)}}$$
 Izvesti formulu za aziriranje  $p_i$  za grupno učenje.
9. (3 + 4 boda)
  - Napisati formule i pseudokod za fuzzy c-means algoritam
  - Dani su uzorci  $u_1 = (1, 0), u_2 = (2, 0), u_3 = (1, 1), u_4 = (2, 1), u_5 = (6, 3), u_6 = (7, 3), u_7 = (6, 4), u_8 = (7, 4)$  te početna središta  $v_1 = u_1$  i  $v_2 = u_2$ . Neka je  $m = 2$ . Izračunati mjere pripadnosti svih elemenata te vrijednosti novih centara.