

# Oefententamen Computatieve Intelligentie

## Universiteit Leiden – Informatica

Geef korte, maar wel volledige uitleg; het volstaat niet om slechts een eindantwoord op te schrijven. Weet je één opgave niet, ga dan verder met de volgende. Bij dit tentamen mag een rekenmachine gebruikt worden. In sommige opgaven heb je wellicht een willekeurig gekozen getal nodig. Geef duidelijk aan wanneer dit het geval is en welk random getal je kiest. Veel succes!

### Opgave 1. Fuzzy Logic

Gegeven zijn de volgende twee Fuzzy sets:

$$A = \sum_{x \in X} \mu_A(x)/x$$

met  $\mu_A(0) = 0, \mu_A(1) = 0.5, \mu_A(2) = 1, \mu_A(3) = 0.5, \mu_A(4) = 0, \mu_A(5) = 0$ , en

$$B = \sum_{x \in X} \mu_B(x)/x$$

met  $\mu_B(0) = 0, \mu_B(1) = 0, \mu_B(2) = 0.5, \mu_B(3) = 1, \mu_B(4) = 0.5, \mu_B(5) = 0$ .

- Geef de *core* van deze fuzzy sets.
- Bepaal de  $\alpha$ -cuts van deze fuzzy sets wanneer  $\alpha = 0.5$ .
- Geef een mogelijke instantie van de T-conorm van 2 fuzzy sets en bepaal de T-conorm van de bovenstaande fuzzy sets volgens deze definitie.
- Beschrijf de wet van De Morgan voor fuzzy sets.
- Geef de max-min compositie van de volgende 2 fuzzy relaties.

	$y_1$	$y_2$	$y_3$		$z_1$	$z_2$	$z_3$	
$x_1$	0.2	0.3	1	en	$y_1$	0.2	0.3	1
$x_2$	0.5	0.8	0.3		$y_2$	0.5	0.8	0.3
					$y_3$	0.1	0.2	0.4

- Gegeven zijn de volgende twee *crisp* sets:  $C = \{a, b\}$  en  $D = \{b, c\}$ , beide over het universum  $\{a, b, c\}$ . Met behulp van deze verzamelingen maken we het volgende Mamdani systeem:

als  $x$  is  $A$ , dan  $y$  is  $C$   
als  $x$  is  $B$ , dan  $y$  is  $D$

Bepaal de membership functie van de fuzzy relatie tussen  $x$  (met universum  $\{0, 1, 2, 3, 4, 5\}$ ) en  $y$  (met universum  $\{a, b, c\}$ ), zoals berekend door dit systeem.

### Opgave 2. Neurale Netwerken

- Beschrijf de architectuur van een Radial Basis Function Netwerk.
- Beschrijf de continue update regel (ook wel activatie-regel genoemd) voor Hopfield netwerken. Voer één stap van deze update regel (synchroon) uit op een netwerk met 3 knopen, waarbij:
  - de functie  $f(x) = 1/(1 + e^{-x})$  als activatiefunctie gebruikt wordt;
  - de gewichten op de bogen  $w_{ii} = 0, w_{12} = 0.5, w_{13} = 1.0$  en  $w_{23} = 1.5$  zijn;
  - de activaties  $V_i = 0$  zijn;
  - de leerrate  $\eta = 0.1$  is.

- c. Wat is een stabiele toestand van een Hopfield netwerk? Laat zien of de herhaalde toepassing van de activatieregels op een (binair) Hopfield netwerk altijd naar een stabiele toestand convergeert.
- d. Beschrijf (op hoog niveau, d.w.z., je hoeft de update formules zelf niet te geven) de verschillen tussen backpropagation en recurrente backpropagation; in welke volgorde worden de gewichten van het netwerk aangepast?

**Opgave 3. Evolutionaire Algoritmen**

- a. Geef een voorbeeld van een genotype voor elk van de onderstaande evolutionaire algoritmen:
  - een genetisch algoritme;
  - een evolutionary strategy;
  - genetisch programmeren.
- b. Beschrijf de gangbare verschillen tussen genetische algoritmen en evolutionary strategies, in termen van de gebruikte operatoren en de volgorde waarin deze operatoren worden uitgevoerd.
- c. Beschrijf de verschillende manieren om met constraints op oplossingen in genetische algoritmen om te springen.
- d. Vervolledig de onderstaande order one cross-over.

$$\begin{array}{cccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & \Rightarrow & \dots & 3 & 4 & 5 & \dots \\ 6 & 1 & 5 & 3 & 7 & 4 & 2 & & \dots & 5 & 3 & 7 & \dots \end{array}$$

**Opgave 4. Swarm Intelligence**

- a. Beschrijf het oorspronkelijke (synchrone) *particle swarm optimisation* algoritme, inclusief de regel voor het verplaatsen van deeltjes hierin; geef hierbij een lijst van alle parameters in dit algoritme.
- b. Pas twee iteraties van dit algoritme toe om het minimum te vinden van de functie  $f(x) = (x - 1)^2$ . De figuur hieronder geeft de topologie van de particles aan, alsmede hun positie (getal 1) en de beste positie tot nu toe gezien (getal 2); snelheden worden op 0 geïnitieerd. Alle coëfficiënten worden op 1.5 gekozen.

$$(0, 0) \text{ ——— } (0.5, 0.5) \text{ ——— } (1.5, 1.5)$$

- c. Het simpele algoritme voor *ant colony optimization* heeft verschillende parameters, zoals de keuze voor de verdampingsparameter. Geef een overzicht van al de parameters van dit algoritme en hoe de instelling van deze parameters beïnvloedt of dit algoritme al dan niet *exploratie* of *exploitatie* doet.