

# Hertentamen Computationale Intelligentie

## Universiteit Leiden – Informatica

### Dinsdag 2 April 2013

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. In sommige opgaven heb je wellicht een willekeurig gekozen (random) getal nodig omdat het gevraagde algoritme niet deterministisch is. Geef duidelijk aan wanneer dit het geval is en welk random getal je kiest. Elke deelopgave levert een halve punt op. Bij dit tentamen mag een rekenmachine gebruikt worden. Veel succes!

#### Opgave 1. Python

Gegeven is de volgende (slechte) Python code:

```
1. def t(x,n):
2.     for i in x:
3.         yield i*n
4.
5. def s(x):
6.     return reduce(lambda a,b:a+b,t(x,3))
```

- Geef de uitvoer van de functie-aanroep `s([1,2,2])`; beschrijf in voldoende detail hoe je aan deze uitvoer komt.
- Herschrijf functie `s` zodanig dat deze gebruik maakt van *list comprehension* in plaats van functie `t`.
- Herschrijf functie `s` zodanig dat deze gebruik maakt van de `map` functie in plaats van functie `t`.

#### Opgave 2. Logica

Bewijs door middel van natuurlijke deductie:

- $(p \wedge q) \vee \neg q \models p \vee \neg q$
- $(p \rightarrow \neg q) \wedge (r \rightarrow q) \models (p \rightarrow \neg r)$

Zet de volgende formule om in CNF; schrijf ze daarbij zo simpel mogelijk:

- $((p \rightarrow q) \vee (q \rightarrow p)) \wedge ((p \vee q) \rightarrow r)$

Geef een interpretatie over universum  $\mathcal{U} = \{1, 2\}$  die de volgende formule over predicaatsymbolen  $\mathcal{P} = \{P/2\}$  en functiesymbool  $\mathcal{F} = \{a/0\}$  waar maakt:

- $\forall x(P(x, a) \rightarrow P(a, x))$

Bewijs door middel van resolutie:

- $p \wedge (\neg p \vee q) \wedge (\neg p \vee \neg q \vee r) \models r$

#### Opgave 3. Solvers

- We willen een toekenning vinden aan booleaanse variabelen zodanig dat
  - de formule  $(x_1 \vee x_2 \vee \neg x_3) \wedge (x_1 \vee \neg x_2) \wedge (\neg x_2 \vee \neg x_3)$  waar is;
  - het aantal variabelen in  $x_1, x_2, x_3$  dat waar is, zo groot mogelijk is.

Geef een integer lineair programma waarmee we dit probleem op kunnen lossen.

- b. Een belangrijk element van een constraint programming systeem is *propagatie*. Geef aan of propagatie mogelijk is voor de volgende variabelen en constraints; wat is het resultaat van de propagatie?

Domein variabele  $x_1$ :  $\{1, 2, 3\}$   
 Domein variabele  $x_2$ :  $\{2, 3, 4\}$   
 Constraint:  $x_1 + x_2 \geq 6$

**Opgave 4. Fuzzy Logic**

Gegeven zijn de volgende twee Fuzzy sets over domein  $X = [1, 5]$ :  $A = \int_{x \in X} \mu_A(x)/x$  en  $B = \int_{x \in X} \mu_B(x)/x$  met  $\mu_A(x) = \max((3 - x)/2, 0)$  en  $\mu_B(x) = \max((x - 3)/2, 0)$ .

- a. Teken deze fuzzy sets en geef de *core* van deze fuzzy sets.  
 b. Gegeven zijn de volgende *crisp* sets:  $C = [0, 1]$  en  $D = [1, 2]$ , beide over het universum  $[0, 2]$ . Met behulp van deze verzameling maken we het volgende Mamdani systeem:

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

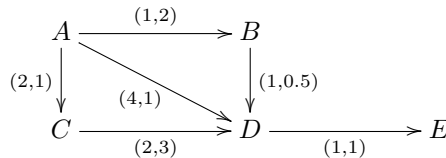
Bepaal de membership functie van de fuzzy relatie tussen  $x$  en  $y$  zoals berekend door dit systeem.

**Opgave 5. Evolutionaire Algoritmen**

- a. Beschrijf de belangrijkste verschillen tussen tournament selectie en roulette-wheel selectie. Wat is het voordeel van roulette-wheel selectie?  
 b. Evolutionary strategies kennen twee verschillende selectie-strategiën:  $(\mu + \lambda)$  en  $(\mu, \lambda)$ . Wat zijn de verschillen?  
 c. Beschrijf (op een hoog niveau) hoe een individu gemuteerd wordt in een evolutionary strategy, aangenomen dat elk individu strategieparameters heeft. Is de volgorde van mutaties belangrijk?

**Opgave 6. Swarm Intelligence**

- a. Pas twee iteraties van het standaard algoritme voor Ant Colony Optimisation toe om het kortste pad te vinden van knoop  $A$  naar knoop  $E$  in de volgende grafe, waarbij voor elke boog zowel de afstand (getal 1) als de pheromonen (getal 2) gegeven zijn. Neem aan dat  $\alpha = Q = 1$  (parameters in de kansberekening);  $\rho = 0.2$  (verdamping); er zijn 2 mieren. Geef duidelijk tussenstappen aan; geef met name aan met welke kansen mieren bogen kiezen en welke bogen ze uiteindelijk nemen.



- b. Ant colony optimisation kan op veel discrete optimalisatieproblemen toegepast worden. Eén discreet optimalisatieprobleem is het handelsreizigersprobleem. Gegeven zijn hier een verzameling steden en een afstand tussen elk paar steden. We willen een zo kort mogelijke reis vinden langs alle steden, waarbij we terugkeren in de stad waar we begonnen. Beschrijf hoe we dit probleem door middel van Ant Colony Optimisation op zouden kunnen lossen.  
 c. Particle swarm optimisation is een alternatieve zoekmethode in de swarm intelligence. Beschrijf ten minste twee belangrijke overeenkomsten en twee verschillen tussen particle swarms en evolutionary strategies (met strategieparameters).