

Tentamen Computationale Intelligentie

Universiteit Leiden – Informatica

Vrijdag 11 Januari 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):
2.     def p(y):
3.         return x*y
4.     return p
5.
6. def o(n):
7.     for i in range(0,n):
8.         if i % 2 == 1:
9.             yield i
10.
11. def l(v,p):
12.     l2 = 0
13.     for i in v:
14.         l2 += p(i)
15.     return l2
16.
17. def f(n):
18.     return l(list(o(n)),t(2))
```

- Geef de uitvoer van de functie-aanroep `l([1,2,3],lambda x:x+2)`; beschrijf in voldoende detail hoe je aan deze uitvoer komt.
- Geef de uitvoer van de functie-aanroep `f(5)`; beschrijf in voldoende detail hoe je aan deze uitvoer komt.
- Herschrijf functie `l` zodanig dat deze gebruik maakt van *list comprehension*.
- Herschrijf functie `f` zodanig dat deze dezelfde uitvoer geeft, slechts één for lus bevat en geen functieaanroep anders dan `range(0,n)`.

Opgave 2. Logica

Bewijs door middel van natuurlijke deductie:

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

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

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

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

d. $\exists x(P(x, a) \wedge Q(x))$

Opgave 3. Solvers

a. Een probleem dat je met een SAT solver op kunt lossen is het Hamilton-pad probleem. Je kunt dit bijvoorbeeld doen door booleaanse variabelen x_{ij} te gebruiken die aangeven of in stap i knoop j bezocht wordt. Beschrijf hoe de CNF formule eruit ziet waarmee je het Hamilton-pad probleem oplost, gebruikmakend van deze variabelen.

b. Los het volgende integer lineair programma op.

$$\begin{aligned} &\text{maximaliseer } 2x - 3y \\ &\text{waar } x + y \leq 10 \\ &\quad x \leq 5 \\ &\quad 0 \leq x, y \in \mathbb{N} \end{aligned}$$

c. Geef twee verschillen tussen integer lineair programmeren en constraint programming.

Opgave 4. Fuzzy Logic

Gegeven zijn de volgende twee Fuzzy sets over domein $X = \{1, 2, 3, 4\}$: $A = \sum_{x \in X} \mu_A(x)/x$ en $B = \sum_{x \in X} \mu_B(x)/x$ met $\mu_A(x) = (4 - x)/3$ en $\mu_B(x) = (x - 1)/3$.

a. Teken deze fuzzy sets en geef de *support* van deze fuzzy sets.

b. Gegeven is de volgende *crisp* set: $C = \{a, b\}$ over het universum $\{a, b, c\}$. Met behulp van deze verzameling maken we het volgende Mamdani systeem:

$$\text{als } x \text{ is } A \text{ en } x \text{ is } B, \text{ dan } y \text{ is } C$$

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

Opgave 5. Evolutionaire Algoritmen

a. Geef een voorbeeld van een genotype voor de onderstaande problemen:

- een evolutionary strategy voor het vinden van het minimum van een functie $f(x, y, z)$;
- genetisch programmeren voor het vinden van een functie van x naar y .

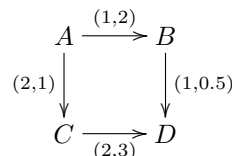
Geef een korte motivatie.

b. Geef de Gray-code voor de binaire string 0101110.

c. In evolutionary strategies wordt gebruik gemaakt van *strategy parameters*. Beschrijf wat deze zijn en waarvoor ze gebruikt worden.

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 D 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. Beschrijf het verschil tussen *synchrone* en *asynchrone* particle swarm optimization.