

Hertentamen Computationale Intelligentie

Universiteit Leiden – Informatica

Dinsdag 1 April 2014

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. 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 e ( n ):
2.     i = 0
3.     while i < n:
4.         if i % 2 == 0:
5.             yield i
6.             i += 1
7.
8. def f ( x, y ):
9.     return ( x + y ) / 2
10.
11. print reduce(f,list(e(1)))
```

- Geef de uitvoer van dit programma voor $n=10$; beschrijf in voldoende detail hoe je aan deze uitvoer komt.
- Herschrijf regel 11 zodanig dat deze gebruik maakt van een lambda functie.
- Herschrijf regel 11 zodanig dat deze gebruik maakt van list comprehension.

Opgave 2. Logica

Bewijs door middel van natuurlijke deductie:

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

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

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

Bewijs door middel van resolutie:

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

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:

- $\forall x \exists y (P(x, y) \wedge \neg P(x, a))$

Opgave 3. Solvers

We kunnen een plattegrond van de m provincies in een land door middel van een graaf voorstellen: in zo'n graaf vormen de provincies de knopen en zijn aangrenzende provincies met elkaar verbonden. We zijn geïnteresseerd het volgende probleem op te lossen: kunnen we een pad maken door de graaf van maximale lengte n , zodanig dat elke provincie ofwel zelf bezocht wordt, ofwel een buurprovincie heeft die bezocht wordt op dat pad?

- a. We willen dit probleem door middel van een SAT solver oplossen, waarbij een variabele x_{ij} (met $1 \leq i \leq n$ en $1 \leq j \leq m$) aangeeft dat knoop j in stap i op het pad bezocht wordt. Beschrijf op een hoog niveau welke constraints je aan de SAT solver geeft om dit probleem op te lossen voor deze variabelen.
- b. Geef de belangrijkste verschillen aan tussen SAT en mixed integer linear programming solvers.

Opgave 4. Fuzzy Logic

- a. Laat zien dat de functie $S(a, b) = a + b - ab$ aan de noodzakelijke boundary conditions voldoet om een t -conorm te zijn.

Gegeven zijn de volgende twee Fuzzy sets over domein $X = \{1, 2, 3, 4, 5\}$: $A = \sum_{x \in X} \mu_A(x)/x$ en $B = \sum_{x \in X} \mu_B(x)/x$ met $\mu_A(x) = \max((3-x)/2, (x-3)/2)$ en $\mu_B(x) = (x-1)/4$.

- b. Teken deze fuzzy sets.
- c. Gegeven zijn de volgende *crisp* sets: $C = \{a, b\}$ en $D = \{b, c\}$ over het universum $\{a, b, c\}$. 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 membershipfunctie van de fuzzy relatie tussen x en y berekend door dit systeem.

Opgave 5. Evolutionaire Algoritmen

- a. Bepaal de PMX crossover van de volgende permutaties, waarbij het segment dat gebruikt moeten worden aangegeven is:

12	345	67
54	123	76

- b. Beschrijf tenminste 3 verschillen tussen algoritmen voor genetisch programmeren en standaard genetische algoritmen.
- c. We beschouwen een standaard genetisch algoritme over binaire vectoren, met 1-point crossover en uniforme mutatie. Beschrijf welke parameters de trade-off tussen exploratie en exploitatie beïnvloeden; geef daarbij aan wat het effect van deze parameters is.

Opgave 6. Swarm Intelligence

- a. Pas twee iteraties van het standaard algoritme voor Ant Colony Optimisation toe om het Traveling Salesman Problem (TSP) op te lossen op de graaf waarin de volgende afstanden gelden:

	A	B	C	D
A	0	1	4	4
B	4	0	2	3
C	1	2	0	2
D	4	4	1	0

Daarbij moet aangenomen worden dat op alle bogen initieel 1 pheromoon ligt. Neem aan dat $\alpha = \beta = 1$ (invloed van afstanden en pheromonen in de kansberekening), $Q = 1$; $\rho = \frac{1}{3}$ (verdamping); er zijn 2 mieren. Wanneer het algoritme een willekeurige keuze moet maken voor een knoop, moet de laagst mogelijke knoop in het alfabet gekozen worden. Geef duidelijk tussenstappen aan; geef met name aan met welke kansen mieren bogen kiezen.

- b. Beschrijf twee topologiën van netwerken in Particle Swarm Optimization met mogelijke voor- en nadelen.