

Tentamen Computationale Intelligentie

Universiteit Leiden – Informatica

Vrijdag 10 Januari 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 s(a,b):
2.     return a + b
3.
4. def t(l,f):
5.     v = f(l[0],l[1])
5.     for i in l[2:]:
6.         v = f(v,i)
7.     return v
8.
9. print t(l,s)
```

- Geef de uitvoer van dit programma voor $l=[1,3,5]$; beschrijf in voldoende detail hoe je aan deze uitvoer komt.
- Herschrijf dit programma in één regel, waarbij je gebruik maakt van een *lambda functie* en een aanroep van een standaard Python functie.
- We willen bovenstaande code uitvoeren op een lijst l die de oplopend gesorteerde getallen uit de verzameling

$$\{x^2 \mid x \in \{0, \dots, n\}\}$$

bevat. Schrijf één regel code die de lijst l initialiseert voor een gegeven waarde van n opgeslagen in variabele n .

Opgave 2. Logica

Bewijs door middel van natuurlijke deductie:

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

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

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

Bewijs door middel van resolutie:

- $(p \vee q \vee r), (\neg r \vee t), (\neg t \vee p), \neg q \models p$

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:

- $P(a, a) \wedge \forall x(Q(x) \rightarrow \neg P(x, a))$

Opgave 3. Solvers

- a. DPLL SAT solvers maken gebruik van *simplification* en *unit propagation*. Geef een voorbeeld van simplification en een voorbeeld van unit propagation.

We bekijken het volgende probleem. Door middel van een graaf stellen we een plattegrond voor met plaatsen (knopen) en wegen tussen de plaatsen (takken met gewichten, die de afstand voorstellen). Voor een gegeven waarde α , willen we een zo klein mogelijk aantal plaatsen uitkiezen zodat aan de volgende voorwaarden wordt voldaan:

- elke weg grenst aan ten minste één uitgekozen plaats als de weg korter is dan afstand α ;
 - elke weg grenst aan twee uitgekozen plaatsen als de weg langer is dan afstand α .
- b. Geef een representatie van dit probleem in een integer lineair programma.
- c. Geef aan waarom we niet direct een DPLL SAT solver toe kunnen passen op dit probleem.

Opgave 4. Fuzzy Logic

- a. Laat zien dat de t -conorm $S(a, b) = a + b - ab$ associatief is.

Gegeven zijn de volgende twee Fuzzy sets over domein $X = \{0, 1, 2, 3, 4\}$:

$$A = \sum_{x \in X} \mu_A(x)/x \text{ en } B = \sum_{x \in X} \mu_B(x)/x \text{ met } \mu_A(x) = \min(\frac{1}{2}x, 2 - \frac{1}{2}x) \text{ en } \mu_B(x) = \frac{1}{4}x.$$

- 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

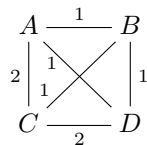
- a. Bepaal de PMX crossover van de volgende permutaties, waarbij het segment dat gebruikt moeten worden aangegeven is:

$$\begin{array}{c|c|c} 12 & 345 & 67 \\ \hline 67 & 124 & 35 \end{array}$$

- b. Geef aan hoe mutatie uitgevoerd wordt in evolutionary strategies, als elk individu één strategieparameter heeft. Je hoeft geen formules te geven, maar moet wel de belangrijkste ideeën bespreken en motiveren.

Opgave 6. Swarm Intelligence

- a. Pas twee iteraties toe van het algoritme voor Ant Colony Optimisation (zoals besproken op het college) om een traveling salesman probleem (TSP) op te lossen in de onderstaande graaf, waarbij voor elke boog de afstand gegeven is. Daarnaast 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. Een gebrek aan *exploratie* kan ertoe leiden dat een ant colony optimization algoritme nooit het globaal optimum vindt. Beschrijf enkele mogelijke aanpakken die in het college besproken zijn om exploratie te bevorderen in ant colony optimization.