

Tentamen

TI2730-B – Computational Intelligence IN2205 – Kennissystemen

25-jan-2013, 14:00–17:00

- Dit tentamen heeft 7 meerkeuzevragen in totaal goed voor 14 punten en 6 open vragen met in totaal 38 punten.
- Wat betreft de meerkeuzevragen:
 - Er is voor iedere vraag telkens maar één goed antwoord mogelijk.
- Wat betreft de open vragen:
 - Geef antwoord in correct Nederlands of Engels en schrijf leesbaar (gebruik eerst kladpapier).
 - Motiveer je antwoorden.
 - Geef geen irrelevante informatie. Dit kan leiden tot puntenaftrek.

Vraag:	8	9	10	11	12	13	Totaal:
Punten:	9	4	8	4	6	7	38

- Het gebruik van boek of aantekeningen tijdens dit tentamen is niet toegestaan.
- Het gebruik van een rekenmachine is toegestaan.
- Controleer, voordat je je antwoorden inlevert, of op ieder blaadje je naam en studienummer staat en geef het aantal ingeleverde bladen aan op tenminste de eerste pagina.
- De tentamenstof bestaat uit hoofdstukken 1,2,3,4,6,7,8 en 9 uit *Artificial Intelligence* van Michael Negnevitsky, behalve secties 3.4, 3.5, 8.2, 9.1 en 9.7, het artikel *Swarm Smarts* van Eric Bonabeau *et al.*, de lecture notes over Evolutionary Computation, Bayesian Reasoning en Swarm Intelligence, en de slides.
- Uiteraard komen in één tentamen niet alle onderwerpen aan bod. Trek daarom op basis van dit tentamen geen conclusies over stof die nooit getoetst wordt.
- Totaal aantal pagina's: 4.

Succes!

Meerkeuzevragen

1. (2 punten) We hebben drie fuzzy sets A , B en C met membershipfuncties:

$$\mu_A(x) = (0.1/1, 0.2/2, 0.3/3, 0.4/4) \quad (1)$$

$$\mu_B(x) = (0.8/1, 0.1/2, 0.6/3, 0.3/4) \quad (2)$$

$$\mu_C(x) = (0.5/1, 0.7/2, 0.2/3, 0.3/4) \quad (3)$$

Hoe ziet de membershipfunctie van de fuzzy set $(\neg A \cap B) \cup C$ eruit als je deze berekent met behulp van de standaardoperatoren?

- A. $\mu_{(\neg A \cap B) \cup C}(x) = (0.1/1, 0.7/2, 0.4/3, 0.3/4)$
 - B. $\mu_{(\neg A \cap B) \cup C}(x) = (0.5/1, 0.7/2, 0.6/3, 0.4/4)$
 - C. $\mu_{(\neg A \cap B) \cup C}(x) = (0.8/1, 0.7/2, 0.6/3, 0.3/4)$
 - D. $\mu_{(\neg A \cap B) \cup C}(x) = (0.8/1, 0.1/2, 0.5/3, 0.4/4)$
2. (2 punten) De Hedge functie *erg* voor de membershipfunctie $\mu_{dureautos}(x) = (0/kia, 0.2/opel, 0.8/mercedes, 1/rolls)$ kan als volgt worden gedefinieerd:
- A. $erg = [\mu_{dureautos}]^2$
 - B. $erg = [\mu_{dureautos}]$
 - C. $erg = [\mu_{dureautos}]^{1/2}$
 - D. Hedges kunnen niet voor Fuzzy membershipfuncties gedefinieerd worden.
3. (2 punten) Fuzzy logic (FL), Certainty factoren (CF) en Bayesiaanse netwerken (BN) zijn alle drie manieren om met onzekerheid te kunnen redeneren. Welke van de volgende uitspraken is correct en het meest compleet:
- A. FL, CF en BN zijn gebaseerd op kansrekening.
 - B. FL, CF en BN zijn gebaseerd op kansrekening, en BN gaat ook nog over causality.
 - C. BN is gebaseerd op kansrekening, FL en CF zijn beiden extensies op binaire set membership.
 - D. BN is gebaseerd op kansrekening, een CF is een schatting van de zekerheid van een regel of feit.
4. (2 punten) In reinforcement learning representeren $V(s)$ en $R(s, a)$...
- A. $V(s)$ is de feedback gekregen in state s , $R(s, a)$ is de geschatte utiliteit van een state s bij uitvoeren van actie a
 - B. $V(s)$ is de gegeven utiliteit van een state s , $R(s, a)$ is de geleerde feedback na uitvoeren van actie a in state s
 - C. $V(s)$ is de geleerde utiliteit van een state s , $R(s, a)$ is de gegeven feedback na uitvoeren van actie a in state s
 - D. Geen van bovenstaande antwoorden is correct
5. (2 punten) Bij ant-based clustering representeerd p in de formule

$$p = \frac{k}{k + f(z_i)}$$

waarbij k een drempelwaarde is (threshold) en f een functie die gelijkheid (similarity) van een object z_i bepaald met andere objecten z_j voor een omgeving (neighbourhood) N met grootte sXs volgens

$$f(z_i) = \begin{cases} \frac{1}{s^2} \sum_{z_j \in N_{s \times s}} \left[1 - \frac{d(z_i, z_j)}{\alpha} \right] & \text{if } f > 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

- A. p is de kans dat z_i neergelegd wordt
 - B. p is de kans dat z_i opgepakt wordt
 - C. p is de hoeveelheid pheromone dat neergelegd wordt op de locatie van het object z_i
 - D. Geen van het bovenstaande is correct
6. (2 punten) In een perceptron hangt de berekening van de update van een gewicht w_i ten opzichte van de input x_i na berekening van de output y af van:
- A. De learning rate, de waarde van input x_i , en de fout tussen y en de target waarde y_d
 - B. De learning rate, en alleen de fout tussen y en de target waarde y_d
 - C. De learning rate, de waarde van input x_i , en de afgeleide van de fout tussen y en de target waarde y_d
 - D. De learning rate en alleen de waarde van input x_i
7. (2 punten) Genetic Programming ...
- A. is niet in staat een globaal optimum te vinden.
 - B. is alleen in staat een globaal optimum te vinden als gebruik wordt gemaakt van self-adaptation.
 - C. is in staat een globaal optimum te vinden.
 - D. vindt gegarandeerd een globaal optimum.

Open vragen

8. Geef voor ieder van de onderstaande vraagstukken aan welke van de *in dit vak* behandelde oplossingsmethoden het *meest* geschikt is. Motiveer je antwoorden door kort(!) te beschrijven wat voor soort probleem het vraagstuk is, waarom juist jouw gekozen methode geschikt is voor dit type probleem, en hoe je met die methode het probleem oplost.
- (a) (3 punten) Ik wil een spannende nieuwe frisdrank ontwikkelen, en heb hiervoor 10 ingredienten die ik in verschillende verhoudingen kan mixen. Ook heb ik een deskundig testpanel van 5 personen, gespecialiseerd in het beoordelen van spannendheid van frisdrank.
 - (b) (3 punten) Ik wil een veiligheidssysteem bouwen dat leert om aan de hand van een rontgen scan (de input) te bepalen of iemand wel of geen vuurwapen bij zich draagt.
 - (c) (3 punten) Ik wil een medisch diagnose systeem maken voor het voorspellen van huidkanker. Het systeem moet de zekerheid dat een plekje op de huid kanker is kunnen aangeven op basis van eigenschappen van het plekje ingevoerd door een huisarts (bijv. grootte, vorm, kleur, verandering). Het systeem is verder gebaseerd op *kennis* van huidkankerspecialisten.
9. Stel, we hebben een knowledge base met de volgende regels:
- 1. IF f THEN d
 - 2. IF c AND b THEN q
 - 3. IF q THEN z
 - 4. IF h THEN f
 - 5. IF a OR b THEN s
 - 6. IF d THEN s
 - 7. IF b AND z THEN w
 - 8. IF g THEN h
 - 9. IF z AND d THEN x

In de database komen de volgende feiten voor: b , c .

- (a) (2 punten) Laat zien hoe de inference engine aantoont of doel x waar is. Geef aan welke regels er gebruikt worden, welke doelen er op de stack geplaatst worden en hoe de feiten database verandert.
 - (b) (2 punten) In dezelfde knowledge base: stel dat regel 9 een certainty factor van 0.4 heeft, en regel 1 een certainty factor van 0.8. Wat is dan de zekerheid over conclusie x , gegeven dat zowel f als z een certainty factor van 0.5 hebben?
10. Ik kwam van de week thuis en had 's morgens een was ingezet. Bij thuiskomst was de vloer bij de wasmachine weer helemaal nat, net zoals toen ik thuiskwam van het tentamen in november. Omdat mijn wasmachine nog steeds best nieuw is, wil ik graag weten of de oorzaak van de plas water komt door een kapotte wasmachine of gewoon omdat ik het putje weer eens moet onstoppen. Als de wasmachine stuk is, dan wordt de was meestal ook niet schoon. Ik schat de kans dat de was schoon is als de wasmachine kapot is op ongeveer 0.1, terwijl de kans op schone was bij een goed werkende wasmachine ongeveer 0.7 is. Verder denk ik dus dat er twee mogelijke oorzaken zijn voor de plas water: een verstopt putje en een kapotte wasmachine. De kans dat er een plas water ligt als het putje niet verstopt is en de wasmachine wel goed werkt is 0. Dat gebeurt nooit. De kans dat er een plas water ligt als het putje verstopt zit is groot, 0.9, en het maakt niet uit of de wasmachine nu wel of niet stuk is. Als alleen de wasmachine stuk is, en het putje niet verstopt, dan schat ik de kans dat er water ligt op ongeveer 0.3. Als het putje verstopt zit, dan hoor ik meestal ook geborrel, die kans schat ik in op 0.8. Als het putje niet verstopt zit, kan er nog steeds wel geborrel te horen zijn, maar de kans daarop is beduidend kleiner, ongeveer 0.2. Verder is de kans op een kapotte wasmachine in het algemeen klein, zo'n 0.1, terwijl de kans op een verstopt putje groter is, zo'n 0.2.
- (a) (3 punten) Teken, aan hand van bovenstaande gegevens, een Bayesiaans netwerk waarmee we kunnen bepalen wat de oorzaak van de overstroming is. Wat zijn de variabelen, wat zijn de (conditionele) kansen, en hoe lopen de afhankelijkheden?
 - (b) (3 punten) Bereken de kans dat de wasmachine kapot is, en laat de berekening zien.
 - (c) (2 punten) Omdat ik zeker wil weten dat de wasmachine niet stuk is, ruik ik goed aan de was. De was ruikt lekker fris. Wat betekent dit voor de kans dat de wasmachine kapot is, wordt deze groter, kleiner of blijft die gelijk? Leg uit aan de hand van het bayesiaanse netwerk. Je hoeft niets uit te rekenen, maar de uitleg moet wel volledig zijn, precies kloppen met de afhankelijkheden in het netwerk, en je moet gebruik maken van de variabelen en of ze true of false zijn.
11. Bij *local best* particle swarm optimization PSO wordt de snelheid van een particle aangepast volgens:
- $$v_{ij}(t+1) = v_{ij}(t) + c_1 r_{1j} [y_{ij}(t) - x_{ij}(t)] + c_2 r_{2j} [\hat{y}_{ij}(t) - x_{ij}(t)]. \quad (4)$$
- (a) (4 punten) Leg uit waar de termen in bovenstaande formule voor staan, hoe ze worden bepaald, en hoe ze bijdragen aan het vinden van een goede oplossing.
12. Een ovenfabrikant wil een nieuwe smartoven maken. De oven moet het soort eten kunnen detecteren en de kooktijd op basis daarvan bepalen. Bijvoorbeeld: bij detectie van pizza wordt er 10 minuten ingesteld. Voor de detectie heeft de oven een camera, welke als input aan de oven de dimensies van het eten (lengte, hoogte, breedte) en de gemiddelde kleur voor het eten per kleurkanaal (r , g , b) geeft. Ook heeft de oven een luchtvochtigheid en een gewicht sensor. De fabrikant besluit een neurale netwerk te gebruiken om te voorspellen hoe lang de oven aan moet op basis van de input van de sensoren. Jij wordt gevraagd om als engineer van het bedrijf een prototype te maken van dit netwerk. Het prototype moet 4 soorten eten kunnen detecteren: pizza, vlees, cake and 'de rest'. Je hebt een grote hoeveelheid aan voorbeelddata beschikbaar in de vorm (*sensordata*, *soorteten*).
- Let bij het beantwoorden van deze vraag op het volgende: formules zijn niet noodzakelijk (wel gewenst), maar een preciese formulering is essentieel!
- (a) (1 punt) Teken en beschrijf de structuur van het neurale netwerk. Beschrijf het aantal input neuronen, output neuronen, lagen in het netwerk, activation functions en training algoritme.
 - (b) (3 punten) Een populaire manier om dit soort netwerken te trainen is door middel van backpropagation. De *generalized delta rule* voor backpropagation wordt meestal als volgt gedefinieerd:

$$\Delta w_{jk}(p) = \beta \cdot \Delta w_{jk}(p-1) + \alpha \cdot y_j(p) \cdot \delta_k(p)$$

Beantwoord de volgende vragen:

Waar wordt deze regel voor gebruikt (wat is Δw_{jk})?

Wat is α en wat voor waarde moet α hebben?

Wat is β en wat voor waarde moet β hebben?

- (c) (2 punten) Stel dat de training targets (soorten eten) niet meer beschikbaar zijn in je training sample, en je hiervan dus geen gebruik meer kan maken voor het trainen van het netwerk. Wat voor soort netwerk zou je dan gebruiken? Motiveer je antwoord door uit te leggen hoe dit netwerk de taak oplost, en door het leeralgoritme van het netwerk uit te leggen.
13. Na weken proberen het netwerk uit deel a van de vorige vraag met backpropagation te trainen, wordt je baas ongeduldig en probeer je maar eens iets nieuws. Je besluit het algoritme om de gewichten te optimaliseren te veranderen, en gaat voor een evolutionaire strategie (ES). Let op: neem voor *deze vraag* aan dat het netwerk 3 lagen heeft, 3 hidden neurons, 5 input neuronen en 2 output neuronen. Specificeer voor de ES om de gewichten van dit netwerk aan te passen het volgende:
- (a) (1 punt) de codering als chromosoom (het genotype),
 - (b) (1 punt) de startpopulatie,
 - (c) (1 punt) de fitnessfunctie,
 - (d) (1 punt) het mutatie mechanisme,
 - (e) (1 punt) de strategie voor het selecteren van de nieuwe generatie
 - (f) (1 punt) de reden waarom het optimaliseren van gewichten met een ES soms beter werkt dan met backpropagation
 - (g) (1 punt) drie belangrijke verschillen tussen een evolutionaire strategie (ES) en een genetisch algoritme (GA).

Einde tentamenopgaven.

Controleer voor de zekerheid of je alle vragen hebt beantwoord. Het zouden er 13 moeten zijn.