EKSAMEN I EMNE

TDT4136 Logikk og resonnerende systemer

Mandag 13. desember 20010, kl. 09.00 – 13.00

Oppgaven er utarbeidet av Tore Amble, og kvalitetssikret av Lester Solbakken.

Kontaktperson under eksamen: Tore Amble (telefon 73594451)

Språkform: Bokmål
Tillatte hjelpemidler: D
Ingen trykte eller håndskrevne hjelpemidler tillatt.
Bestemt, enkel kalkulator tillatt.

Sensurfrist: 10.1 2010.

Les oppgaveteksten nøye. Finn ut hva det spørres om i hver oppgave.

Dersom du mener at opplysninger mangler i en oppgaveformulering, gjør kort rede for de antagelser og forutsetninger som du finner nødvendig å gjøre.

OPPGAVE 1 (20 %)

a) Betrakt følgende setninger

- *“ En filantrop er en person som liker alle som ikke liker seg selv, og bare de som ikke liker seg selv. “*
- *“ Det fins en filantrop “*

Anta at domenet er personer.

Uttrykk dette i første ordens prediktlogikk ved hjelp av predikatet

L(x,y): *x liker y.*

b) Konverter setningene til klausalform, og vis trinnene i konverteringen.

c) Konstruer er resolusjonsbevis for å vise at klausulene i (b) er inkonsistente.

OPPGAVE 2 (20 %)

```
 ----------------------------------------------
| Room 1  |    Room 2      |Room 3             |
|         |                |          _o_      |
| Box     |                |           |       |
|         |----  -----------  ----    / \      |
|         |     /Door 2     \     |  Shakey    |
|         |              Door 3   |------------|
|Switch    \                      | Room 4     |
|           Door 1                |            |
|         |                Door 4/             |
|         |                                    |
|         |Corridor               |            |
|_________|_______________________|____________|
```

`Figur: Shakeys verden`

Shakey er en robot som beveger seg rundt i en verden som består av rom, lokasjoner og objekter. Figuren viser en versjon av Shakeys verden som består av fire rom forbundet med en korridor, der hvert rom har en dør og en lysbryter.

Shakey kan bevege seg fra sted til sted, skyve flyttbare objekter (som bokser) og skru lysbrytere på og av.

Et vokabular av operatorer og tilstander skal utvikles:

- Gå fra nåværende lokasjon til y: `Go(y)`

- Forbetingelsen `At(Shakey,x)` etablerer nåværende lokasjon, og forutsetter at `x` and `y` er i samme rom: `In(x,r) & In(y,r)`.

  For å gjøre det mulig for Shakey å planlegge en rute fra rom til rom sier vi at døren mellom to rom er `In` for begge rom.

- Dytt et objekt `b` fra lokasjon `x` til lokasjon `y`:

  `Push(b,x,y)` Lokasjonen må være i samme rom. Predikasjonen `Pushable(b)` må også introduseres, men bortsett fra det vil `Push` følge samme regler som `Go`.

- Klatre oppå boksen: `Climb(b)` Introduserer predikatet `On` og konstanten `Floor`, pass på at betingelsen `On(Shakey,Floor)` er oppfylt.

  For `Climb(B)` er det en forbetingelse at Shakey er på samme sted som objektet (`At(Shakey,b)`), og at `b` må være klatrebar.

- Klatre ned fra boks : `Down(b)` Den motsatte effekt av `Climb`.

- Skru på lysbryter : `TurnOn(ls)`

  Fordi Shakey er en liten robot kan dette bare utføres når Shakey er oppå en boks og er i samme lokasjon som lysbryteren.

- Skru av lysbryter: `TurnOff(ls)` Dette motsvarer`TurnOn`.

a) Forklar hva som menes med en lineær planlegger.

b) Beskriv Shakeys verden i STRIPS-formalismen.

c) Anta at situasjonen er som på figuren, og at målet er å slå lysbryteren (Switch) på.
Formuler problemet over som et slikt problem.

OPPGAVE 3 (20 %)

To personer Ann og Bob deltar i en konkurranse og er blitt informert om følgende regler:

Både Ann og Bob er blitt gitt en farget flekk på pannen som er enten hvit eller svart.

Begge kan se hverandres flekk, men ikke sin egen.

Begge vet at det er minst en hvit flekk.

Den som vet hvilken farge det er på sin flekk skal fortelle det, og har vunnet konkurransen.

a) Formuler et sett av aksiomer for modal logikk for kunnskap som kan være relevant for scenariet ovenfor.

b) Anta at Ann har en svart flekk.

Bruk disse aksiomene til å formulere et bevis for at Bob vet at han har en hvit flekk. Bruk predikatene

- `Spot(X,C)` – X har en flekk med farge C.
- `Knows(X,P)` – X vet påstanden P.
- `Tell(X,P)` – X forteller påstanden P.

c) Uten å gå i detalj, anta at begge har en hvit flekk, og at Bob ikke forteller sin farge. Hvordan kan Ann utlede fargen på sin egen flekk.

OPPGAVE 4 (20 %)

En robot skal løse følgende problem.

På to plattformer P1 og P2 er det to stabler av røde og blå bokser. Oppgaven er å flytte alle boksene til en annen plattform (P3) slik at alle blå bokser er under alle røde bokser. Roboten kan bare flytte en boks ad gangen.

```
                           ------
                          | red   |
       -------            |_______|
      |  blue |           | red   |
      |_______|           |_______|
      |  red  |           | blue  |
      |_______|           |_______|


================    ================  ================
    P1                     P2                P3
```

a) Beskriv hvordan man kan formulere dette problemet som et heuristisk søkeproblem.

b) Hva menes med en admissibel heuristikk, og hvorfor er begrepet viktig?

c) Hva menes med en monoton (konsistent) heuristikk, og hvorfor er begrepet viktig?

d) Formuler en god heuristikk for dette problemet som er admissibel og monoton.

OPPGAVE 5 (20 %)

Betrakt følgende to-agent spill beskrevet nedenfor:

Tilstanden til spillet er representert ved et positivt heltall (N) som starter med en startverdi.

Etter tur vil spillerne A og B gjøre trekk som kan bestå av

- dividere med et primtall (2,3,5,7,11,13,17,19,...) hvis det går opp i tallet
- redusere N med 1 hvis N >1

Den spilleren som ikke kan trekke (dvs. med N =1) har tapt.

a) Forklar prinsippene for å analysere spilltrær ved hjelp av Minimax-analyse.

b) Bruk følgende statiske evalueringsfunksjon for A til å trekke

```
f(S) =        -99    hvis S=1
f(S) =        +99    hvis S er et primtall
f(S) =        antall forskjellige primtall som går opp i S
```

Hva ville den statiske evalueringen være når det er B sin tur til å trekke?

Hva kan motiveringen være for en slik evalueringsfunksjon ?

c) Ant at spillet begynner med N=20, og at A begynner.

Lag et spilltre ned til 2 dobbelt-trekk.

Tegn hver terminaltilstand som et bilde av tilstanden, med hvem som er i trekket, tilstandens nummer og evalueringen.

```
     --
A   |1  | -99
     --
```

d) Forklar hva som menes med en Alfa-Beta beskjæring av spilltrær.

Hva er fordelene og ulempene sammenlignet med Minimax-analyse?

Spesielt, hva er den teoretisk optimale gevinst, og hva er den teoretisk gjennomsnittlige gevinst under forsjellige vilkår.

e) Lag et nytt spilltre av spillet over, men utnytt Alpha-Beta beskjæring for å unngå å ekspandere noder unødvendig.

Forklar nøye hvor beskjæringene blir utført, og hvorfor.