

**KONTINUASJONSEKSAMEN I EMNE**  
**TDT4136 Logikk og resonnerende systemer**  
**Onsdag 10. august 2011, 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: 31.8.2011

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) En funksjon  $f$  sies å være kontinuerlig i et punkt  $x$  dersom det for alle størrelser  $\epsilon$  fins en størrelse  $\delta$  slik at

$$|f(s) - f(x)| < \epsilon \text{ for alle } s \text{ der } |x - s| < \delta$$

Bruk predikatene  $P$  og  $Q$ , gitt ved

$$P(x, s, \delta) : |x - s| < \delta$$

$$Q(x, s, \epsilon) : |f(s) - f(x)| < \epsilon.$$

og formuler definisjonen av en kontinuerlig funksjon som et uttrykk i første ordens predikatlogikk.

- b) En funksjon  $f$  sies å være diskontinuerlig i et punkt  $x$  dersom det fins en størrelse  $\epsilon$  slik at for alle størrelser  $\delta$  så fins en størrelse  $s$  slik at

$$|x - s| < \delta \text{ og ikke } |f(s) - f(x)| < \epsilon$$

Bruk de samme predikatene  $P$  og  $Q$  som over,

og formuler definisjonen av en diskontinuerlig funksjon som et uttrykk i første ordens predikatlogikk.

- c) Vis at en funksjon  $g$  ikke kan være både kontinuerlig og diskontinuerlig. Det skal vi gjøre ved å formulere påstandene

" $g$  er en kontinuerlig funksjon og  $g$  er en diskontinuerlig funksjon"

i første ordens predikatlogikk, konvertere dette til klausal form og utlede en selvmotsigelse ved hjelp av et resolusjonsbevis.

**OPPGAVE 2 (20 %)**

- a) Hva menes med et semantisk nett ?
- b) Tegn et semantisk nett for følgende kunnskapsbase:

Alle roboter er agenter.

Roboter går typisk på ben.

Dør-roboter er roboter.

Dør-roboter beveger seg ikke.

Dør-roboter arbeider om dagen og om natten.

Alle leverings-roboter er roboter.

Leverings-roboter arbeider om dagen.

Rengjørings-roboter er roboter.

Rengjørings-roboter beveger seg på hjul.

Rengjørings-roboter arbeider om natten.

Marvin er en leverings-robot.

Jimmy er en dør-robot.

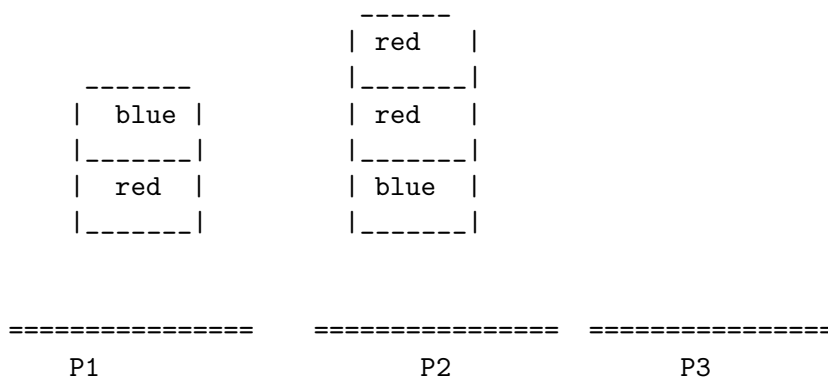
Billy er en rengjørings-robot og en leverings-robot.

- c) Forklar hvordan egenskapsarving foregår i semantiske nett.
- d) Formuler det semantiske nettet ved hjelp av en logisk kunnskapsbase.
- e) Formuler egenskapsarvingen på en slik måte at vi får verifisert følgende utsagn fra kunnskapsbasen:
  - i) Leverings-roboter beveger seg ved hjelp av ben.
  - ii) Billy arbeider om natten.
  - iii) Billy beveger seg på hjul.

### OPPGAVE 3 (20 %)

En robot skal løse følgende problem.

På to plattformer P1 og P2 er det to stabler av røde og blå bokser. Se Figur 1 som eksempel på starttilstand. 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. Oppgaven er å flytte boksene til riktig posisjon med færrest mulig flytt.



Figur 1 Eksempel på starttilstand

- 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 4 (20 %)**

På et lager i Kristiansand dyrepark har de et manuelt system der en lagerassistent Julius Apeland ved hjelp av en truck flytter kasser.

Problemet er å flytte kasser slik som beskrevet i oppgave 3.

Trucken kan gjøre følgende oppgaver:

- Løfte den øverste kassen i en stabel
- Sette kassen ned på en kasse eller på en ledig plattform

For å spare penger har man gått til anskaffelse av en intelligent maskin TRUC1 som skal monteres på trucken, og styre denne.

Vi antar at TRUC1 har et TV-kamera som sammen med et synsprogram gir TRUC1 en fullstendig oversikt over situasjonen i form av fakta.

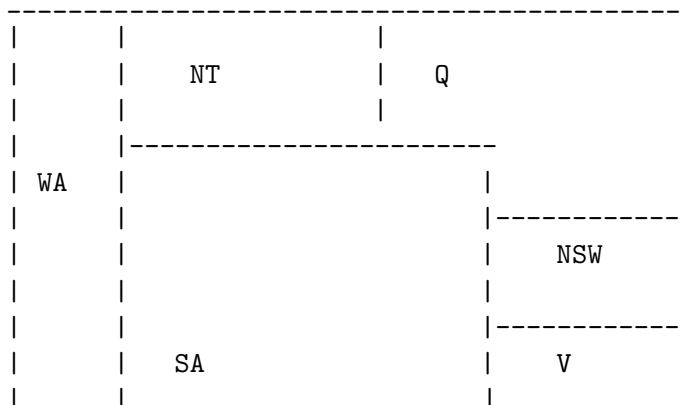
- Forklar kort hva som i sin alminnelighet kjennetegner et Produksjons-system (Production System).
- Forklar kort hva som kjennetegner Produksjons-systemet PROXY.
- Lag en regelbase i PROXY som løser problemet ovenfor. Det er overhode ikke noe krav at oppgaven skal løses på en optimal måte, f.eks med et minimalt antall flytt.

**OPPGAVE 5 (20 %)**

Gulvet i korridoren i Department of AI (DAI) skal fargelegges etter følgende prinsipp:

Gulvet er delt opp i felt (WA,NT,Q,SA,NSW,V) som på Figur 2.

Det skal bare brukes fargene Rød(R), Blå(B) og Grønn(G). To nabofelt som har felles linje må ikke ha samme farge.



Figur 2: Korridoren i DAI

- a) Formuler i generelle termer hva som menes med et beskranknings-oppfyllings problem (constraint satisfaction problem), CSP.
- b) Formuler problemet over som et CSP som benytter en beskrankningsgraf (constraint graph).
- c) Diskuter meget kort følgende metode for å løse CSP'er:  
Tilbakesporings-søking (Backtracking search) for CSP.
- d) Forklar noen strategier for å effektivisere søkingen ved valg av variable for tilordning, og valg av verdier for disse tilordningene.
- e) Illustrer en eller flere strategier med et eksempel fra dette problemet.