Tik-79.146 **Kevät 1998/IN**
Logiikka tietotekniikassa: erityiskysymyksiä I
Tentti 20.5.1998

1. a) Onko lause $\Box(P \to \Box P)$ pätevä mallissa $\langle S, R, v\rangle$, missä $S = \{a, b, c\}$, $R = \{\langle a, b\rangle, \langle a, c\rangle, \langle c, a\rangle, \langle b, b\rangle\}$, $v(a, P) = v(b, P) =$ true, $v(c, P) =$ false ja P on atomilause?

b) Määrittele mitä tarkoittaa, että modaalilogiikalla **L** on äärellisen mallin ominaisuus.

c) Anna LTL-malli, jossa LTL-lause $\mathbf{FG}P$ on toteutuva muttei pätevä (P on atomilause).

2. Tutki taulumenetelmällä, pitääkö annettu väite paikkansa. Jos väite ei pidä paikkansa, anna vastamalli.

a) $\{\} \models_{\mathbf{S4}} \{\Box(\Box P \to P)\} \Longrightarrow \Box P$

b) $\{\} \models_{\mathbf{T}} \{\} \Longrightarrow \Box(\Box(\Box P \to P) \to P)$

c) $\{\neg\Box\neg P\} \models_{\mathbf{K}} \{\Box\Box(P \to Q)\} \Longrightarrow \neg\Box\neg Q$

P ja Q ovat atomilauseita.

3. Anna lause, joka on

a) **T**-pätevä muttei **K**-pätevä ja tälle lauseelle malli, joka osoittaa, ettei lause ole **K**-pätevä,

b) **S4**-pätevä muttei **T**-pätevä ja tälle lauseelle malli, joka osoittaa, ettei lause ole **T**-pätevä,

c) **S5**-pätevä muttei **S4**-pätevä ja tälle lauseelle malli, joka osoittaa, ettei lause ole **S4**-pätevä.

4. a) Anna seuraavia ehtoja vastaavat CTL-lauseet.

(i) Jos järjestelmän tilassa on voimassa ehto `req`, on ko. tilasta saavutettavissa tila, jossa on voimassa ehto `ack`.

(ii) Tila, jossa on voimassa ehto `req`, esiintyy äärettömän usein millä tahansa laskentapolulla.

(iii) On olemassa laskentapolku, jossa ehto (i) on voimassa, kunnes ehto (ii) tulee voimaan.

b) Olkoon $\langle S, R, v\rangle$ tarkasteltavan järjestelmän CTL-malli, missä $S = \{a, b, c, d, e\}$, $R = \{\langle a, b\rangle, \langle a, c\rangle, \langle c, a\rangle, \langle c, b\rangle, \langle b, d\rangle, \langle d, d\rangle, \langle c, e\rangle, \langle e, e\rangle\}$, $v(d, \texttt{ack}) = v(e, \texttt{ack}) =$ true, $v(a, \texttt{ack}) = v(b, \texttt{ack}) = v(c, \texttt{ack}) =$ false, $v(a, \texttt{req}) = v(d, \texttt{req}) =$ true, $v(b, \texttt{req}) = v(c, \texttt{req}) = v(e, \texttt{req}) =$ false.

Anna mallin tilat, joissa a-kohdan ehtoja (i)–(iii) vastaavat lauseet ovat tosia.

Tehtävissä käytettyjä merkintöjä:
K: kaikkien kehysten joukko,
T: kaikkien refleksiivisten kehysten joukko,
S4: kaikkien refleksiivisten ja transitiivisten kehysten joukko ja
S5: kaikkien refleksiivisten, symmetristen ja transitiivisten kehysten joukko.

Relaation R ominaisuuksia:	Refleksiivisyys:	$\forall s(sRs)$
	Symmetrisyys:	$\forall s\forall t(sRt \to tRs)$
	Transitiivisuus:	$\forall s\forall t\forall u(sRt \wedge tRu \to sRu)$