T-79.179 Rinnakkaiset ja hajautetut digitaaliset järjestelmät
4. kotitehtävä, 3. maaliskuuta 2003 **Marko Mäkelä**

Aikalogiikkaa ja invarianttilaskentaa

Määrityshahmojen *(specification patterns)* on esitetty helpottavan aikalogiikan käyttöä. Lineaarisen ajan logiikalle niitä on koottu osoitteeseen `http://www.cis.ksu.edu/santos/spec-patterns/ltl.html`. Ajatus on, että vaatimusmääritysten esittäjä hakee vaatimustaan vastaavan valmiin kaavan ja määrittelee tarvittavien propositioiden tulkinnan, esimerkiksi ”p on tosi täsmälleen silloin kun merkkivalo palaa”.

1. Yhdistä seuraavat kaavat ja vaatimukset toisiinsa siten, että kukin kaava ja vaatimus tulee käyttöön kerran. Anna propositioille sanallinen tulkinta eli määrittele, milloin mikäkin propositio on tosi.

   $$\begin{array}{llll} (1) & \Box(p \rightarrow \Box q) & (3) & \Box(p \rightarrow \Box(q \rightarrow \Diamond r)) \\ (2) & (\Diamond r) \rightarrow \Diamond(r \wedge \Diamond s) & (4) & \Box((p \wedge \bigcirc\Diamond q) \rightarrow \bigcirc\Diamond(q \wedge \Diamond r)) \end{array}$$

   (a) sulakkeen lauettua laite pysyy sammuksissa
   (b) näppäinyhdistelmä ctrl-c keskeyttää ohjelman suorituksen
   (c) sähkökatkoksen jälkeen palvelin vastaa taas pyyntöihin
   (d) jonkin ajan kuluttua kuulokkeen nostamisesta kuuluu valintaääni

2. Esitä kolme kohdan kaavoja $(1),(2)$ ja (3) vastaavaa tilakonetta siten, että alkutilassa pätee kyseinen kaava ja muut kaksi kaavaa eivät päde. Merkitse tilakoneiden kuhunkin tilaan ne propositiot, jotka ovat tosia. Vihje: tilakoneet voivat olla enintään kolmitilaisia suoritusketjuja, joissa propositio s on aina epätosi ja viimeinen tila toistuu loputtomiin.

   Esimerkki: sellainen yksitilainen tilakone, jossa vain p ja q pätevät, toteuttaa kaavan (1) mutta ei kaavaa (3). Jos se ei toteuttaisi kaavaa (2), se kelpaisi (1)-kohdan ratkaisuksi.

   Lisätehtävä (5 lisäpistettä): esitä edellä mainittuun tapaan neljä tilakonetta siten, että myös kaava (4) on mukana.

3. Esitä toisen laskuharjoituksen ensimmäisen tehtävän mallivastauksen paikka–siirtymä-järjestelmän insidenssimatriisi, jossa paikat ovat järjestyksessä vene$_1$, vene$_2$, kaali$_1$, kaali$_2$, vuohi$_1$, vuohi$_2$, susi$_1$, susi$_2$. Verkon rakenteesta päätellen $M(x_1)+M(x_2)$ voisivat olla invariantteja kaikille $x \in \{\text{vene}, \text{kaali}, \text{vuohi}, \text{susi}\}$. Esitä näitä invarianttiehdokkaita vastaavat vektorit ja tarkista matriisilaskulla, ovatko ne invariantteja.

Palauta tehtävä tietotekniikkatalon huoneiden B 336 ja B 337 väliseen laatikkoon maanantaihin 7.4.2003 klo 16.00 mennessä. Voit myös palauttaa vastauksesi Postscript- tai PDF-muodossa osoitteeseen jukka.honkola@hut.fi.