T-79.5101

Laskennallisen logiikan jatkokurssi (4 op) L

Kevät 2007

Käytännön asioita

Esitiedot: T-79.3001/144 Logiikka tietotekniikassa: perusteet tai vast.

Luennot: keskiviikoisin klo 10–12, sali TB353
Luennoitsija: Prof. Ilkka Niemelä, TB337,
puh. 451 3290, e-mail: Ilkka.Niemela@tkk.fi.

Laskuharjoitukset: maanantaisin klo 12–13, sali TB353
Laskuharjoitusassistentti: DI Matti Järvisalo, TB354,
puh. 451 2896, e-mail: mjj@tcs.hut.fi.

Kotisivu: `http://www.tcs.hut.fi/Studies/T-79.5101/`

Uutisryhmä: `opinnot.tik.logiikka`

Sähköposti: `t795101@tcs.hut.fi`

Kurssin sisältöä

- Modaalilogiikka
  — syntaksi
  — semantiikka
  — todistusmenetelmät
- Temporaalilogiikan sovellutukset rinnakkaisissa ja hajautetuissa järjestelmissä.
- Tietojenkäsittelyssä usein toistuvat käsitteet:
  — formaali malli
  — ristiriidattomuus ja täydellisyys
  — tehokkuus; ongelmien (laskennallinen) vaativuus

Materiaali

- Luennot (katso kotisivu)
- M. Fitting: *Basic Modal Logic*, Handbook of Logic in Artificial Intelligence and Logic Programming, Volume 1, Logical Foundations, 1993.
- E. Clarke, O. Grumberg and D. Peled: *Model Checking*, The MIT Press, 1999. (Chapters 1-4)
- E.A. Emerson: *Automated Temporal Reasoning about Reactive Systems*, Logics for Concurrency, F. Moller and G. Birtwistle (Eds.), Springer-Verlag, 1996, LNCS 1043, pp. 39–99.

Kurssin suorittaminen

- Kurssin suorittaminen edellyttää hyväksyttyjä
  - kotilaskuja (3 tehtävää)
  - **tenttiä**
- Arvosana: tentin arvosana
- Opiskelija voi saada korkeintaan 4 ponustenttipistettä seuraavasti (tentin maksimipistemäärä 50):
  - Laskuharjoitusaktiivisuus (korkeintaan 3p.):
    läsnä vähintään 4 kertaa / 1 p.
    läsnä vähintään 8 kertaa / 2 p.
    läsnä vähintään 12 kertaa / 3 p.
  - Palautelomakkeen täyttäminen (1 p.)

Logiikka tietojenkäsittelyssä

- Formaalit menetelmät yleistyvät
- Logiikkapohjaisten työkalujen käyttö tavallista

  The use of formal verification tools is well established and becoming more so. Simulation- and emulation- based methodologies aren't sufficient to guarantee correctness with today's complex chips.

  (Carl Pixley, Motorola Inc. in IEEE Spectrum, Jan 1997, p. 61)
- Tähän kehitykseen on vaikuttanut
  — Tietokoneiden suorituskyvyn ja muistin määrän kasvu
  — Toteutusmenetelmien kehittyminen

Modaalilogiikka tietojenkäsittelyssä

- Modaalilogiikka on käsitteiden *välttämätön, aikominen, tietäminen, uskominen, tuleva, mennyt, todistuva, tosi tapahtuman jälkeen,* . . . logiikkaa
- Järjestelmien määrittely, analyysi, verifiointi:
  rinnakkaiset ja hajautetut järjestelmät, reaktiiviset järjestelmät, tietoliikenneprotokollat, tietoturva
- Tietämyksen esittäminen, luonnollisen kielen käsittely, ohjelmistoagentit, semanttinen web, ontologiat, . . .

Järjestelmäsuunnittelun haasteita

- Järjestelmien määrittely ja suunnittelu virhealttiita
- Suunnittelun alkupään virheet kalliita korjata myöhemmin
- Tarvitaan matemaattisia menetelmiä

Rinnakkaiset ja hajautetut järjestelmät

- Useita rinnakkaisia ja hajautettuja prosesseja
- Jaetut resurssit, koordinointi, kommunikointi
- Toimivat keskeytyksettä
- Esimerkkejä: käyttöjärjestelmät, tietoliikenneprotokollat, laitteistokomponentit, ohjausjärjestelmät, . . .
- Tällaisten järjestelmien suunnittelu on haastavaa ja tähän tarvitaan uudenlaisia menetelmiä

Esimerkki. (Reiluus)

Miten ilmaistaan täsmällisesti ja verifioidaan esimerkiksi seuraavantyyppisiä ehtoja?

(i) Jokainen prosessi pääsee suoritettavaksi äärettömän usein.

(ii) Jokainen prosessi, joka on aina ajovalmis, pääsee suoritettavaksi äärettömän usein.

(iii) Jokainen prosessi, joka on äärettömän usein ajovalmis, pääsee suoritettavaksi äärettömän usein.

☞ Tarvitaan **malli** järjestelmän käyttäytymiselle ja **kieli**, jolla voidaan ilmaista mallin ominaisuuksia.

Esimerkki. (jatkoa)

Temporaalilogiikka soveltuu tähän tarkoitukseen:

$\Box P$: aina (tulevaisuudessa) P totta.
$\Diamond P$: joskus (tulevaisuudessa) P totta.

(i) $\Box\Diamond ex$

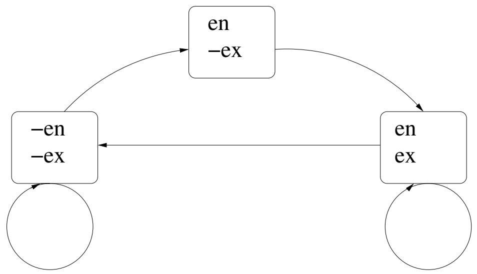
(ii) $\Box en \rightarrow \Box\Diamond ex$

(iii) $\Box\Diamond en \rightarrow \Box\Diamond ex$

Erilaisia sovellutusmahdollisuuksia:

1. Mallintarkastus: Täyttääkö annettu malli halutut ominaisuudet?
2. Toteutuvuus: Onko annetut ehdot täyttäviä malleja?
3. Pätevyys: Onko kaikilla annetut ehdot täyttävillä malleilla halutut ominaisuudet?

Esimerkki. (jatkoa)



(i) $\Box\Diamond ex$?

(ii) $\Box en \rightarrow \Box\Diamond ex$?

(iii) $\Box\Diamond en \rightarrow \Box\Diamond ex$?