T-79.5101

Laskennallisen logiikan jatkokurssi (4 op) L

Kevät 2006

Opetusohjelman 2005–2006 mukainen sisältö: *Modaalilogiikan perusteet. Ajankohtaisia sovelluksia tietotekniikassa.*

© 2006 TKK, Tietojenkäsittelyteorian laboratorio

Käytännön asioita

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

Luennot: tiistaisin klo 10–12, sali TB353
Luennoitsija: ma. prof., TkT Tomi Janhunen, TB335,
puh. 451 3255, e-mail: Tomi.Janhunen@tkk.fi.

Laskuharjoitukset: perjantaisin 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`

© 2006 TKK, Tietojenkäsittelyteorian laboratorio

Kurssin sisältöä

- Modaalilogiikka
  - syntaksi
  - semantiikka
  - todistusmenetelmät
- Temporaalilogiikan sovellutukset rinnakkaisissa ja hajautetuissa järjestelmissä.
- Tietojenkäsittelyssä usein toistuvat käsitteet:
  - formaali malli
  - ristiriidattomuus ja täydellisyys
  - tehokkuus; laajojen ongelmien monimutkaisuus

© 2006 TKK, Tietojenkäsittelyteorian laboratorio

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.

© 2006 TKK, Tietojenkäsittelyteorian laboratorio

Kurssin suorittaminen

Kurssin suorittaminen edellyttää hyväksyttyjä

- kotilaskuja
  (3 tehtävää)
- **tenttiä**

Arvosana: tentin arvosana

© 2006 TKK, Tietojenkäsittelyteorian laboratorio

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

© 2006 TKK, Tietojenkäsittelyteorian laboratorio

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, ...

© 2006 TKK, Tietojenkäsittelyteorian laboratorio

Järjestelmäsuunnittelun haasteita

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

© 2006 TKK, Tietojenkäsittelyteorian laboratorio

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

© 2006 TKK, Tietojenkäsittelyteorian laboratorio

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.

© 2006 TKK, Tietojenkäsittelyteorian laboratorio

Esimerkki. (jatkoa)

Temporaalilogiikka soveltuu tähän tarkoitukseen:

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

(i) $\Box\Diamond ex$

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

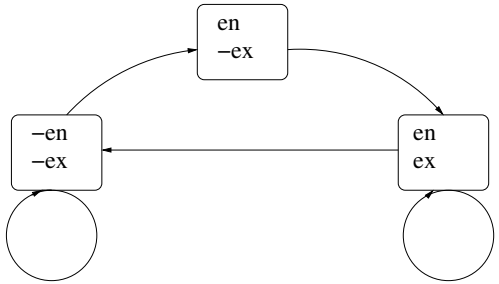
(iii) $\Box\Diamond en \rightarrow \Box\Diamond ex$

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?

© 2006 TKK, Tietojenkäsittelyteorian laboratorio

Esimerkki. (jatkoa)



(i) $\Box\Diamond ex$?

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

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

© 2006 TKK, Tietojenkäsittelyteorian laboratorio