LOGIIKKA TIETOTEKNIIKASSA

Luennot: maanantai klo 12-14 sali K

Luennoitsija: TkL Tomi Janhunen
(Tomi.Janhunen@hut.fi, 451 3255)

Laskuharjoitukset:

1. ryhmä: tiistai klo 11-12 huone Y427B
2. ryhmä: torstai klo 9-10 sali J

alkaa 17. syyskuuta (huomenna)

... pitää: DI Patrik Simons (Patrik.Simons@hut.fi, 451 3258)

1. tentti: torstai 12. joulukuuta

Vastaanotto: maanantaisin klo 14-15 huone Y429A.

Tiedottaminen:
ilmoitustaululla (Y417B vieressä), kurssin kotisivulla
`http://saturn.hut.fi/html/Tik-79.144.html`
ja otaxin uutisryhmässä `opinnot.tik.logiikka`.

Kirjallisuus:

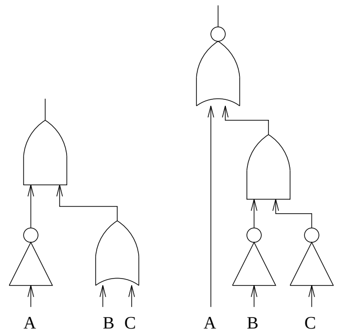
- A. Nerode ja R. A. Shore, *Logic for Applications*, Springer-Verlag, 1993.
- opetusmonisteissa saatetaan toimittaa laskuharjoitusten mallivastauksia yms.

Kolme pakollista kotitehtävää!

Kurssin sisältö

- lauselogiikka
  - syntaksi
  - semantiikka
  - todistusteoria
  - semanttiset taulut (analyyttiset taulut)
  - normaalimuodot
  - resoluutiosääntö
- predikaattilogiikka (lauselogiikan yleistys)
- automaattinen teoreemantodistaminen
- logiikkaohjelmointi

Esimerkki: kombinatoriset piirit



Lauselogiikan lauseina: $\neg A \wedge (B \vee C)$ ja $\neg(A \vee (\neg B \wedge \neg C))$

Esimerkki: relaatiotietokannat

- relaatioiden R_1 ja R_2 unioni

$$\forall \overline{x}(R_1(\overline{x}) \vee R_2(\overline{x}) \rightarrow P(\overline{x}))$$

- relaatioiden R_1 ja R_2 leikkaus

$$\forall \overline{x}(R_1(\overline{x}) \wedge R_2(\overline{x}) \rightarrow P(\overline{x}))$$

- projektio $XYZ \mapsto XZ$

$$\forall x \forall y \forall z(R(x,y,z) \rightarrow P(x,z))$$

- relaatioiden R_1 ja R_2 natural join

$$\forall x \forall y \forall z \forall v(R_1(x,y) \wedge R_2(z,v) \rightarrow R(x,y,z,v))$$

Esimerkki: deduktiiviset tietokannat

sisarus(a,b)
sisarus(c,e)
vanhempi(a,c)
vanhempi(d,e)

$\forall x \forall y(\text{sisarus}(x,y) \rightarrow \text{sisarus}(y,x))$
$\forall x \forall y \forall z(\text{sisarus}(x,y) \wedge \text{sisarus}(y,z) \rightarrow \text{sisarus}(x,z))$
$\forall x \forall y(\text{vanhempi}(x,y) \rightarrow \neg\text{vanhempi}(y,x))$
$\forall x \forall y \forall z \forall v(\text{vanhempi}(x,y) \wedge \text{vanhempi}(v,z) \wedge \text{sisarus}(y,z) \rightarrow$
$\text{serkku}(x,v))$

Esimerkki: logiikkaohjelmointi

```
append([],L,L).
append([A|T],L,[A|S]) :- append(T,L,S).

?- append([1,2,3],[4,5,6],X).

X = [1,2,3,4,5,6]

?- append([1,X,3],Y,[1,2,3,4]).

X = 2, Y=[4]
```


Lauselogiikan syntaksi

Lauselogiikan *aakkosto*:

- lausemuuttujat: $A, A_1, A_2, \ldots, B, B_1, \ldots, C, \ldots$
- negaatiosymboli: $\neg$ (ei)
- konjunktiosymboli: $\wedge$ (ja)
- disjunktiosymboli: $\vee$ (tai)
- implikaatiosymboli: $\rightarrow$ (jos...niin)
- ekvivalenssisymboli $\leftrightarrow$ (jos ja vain jos)
- sulut: ()

Symbolit $\neg, \vee, \wedge, \rightarrow, \leftrightarrow$ ovat *konnektiiveja.*

Lauselogiikan *lauseenmuodostussäännöt*:

1. lausemuuttujat ovat *lauseita*
2. jos P ja Q ovat lauseita, niin myös

   $(\neg P)$
   $(P \vee Q)$
   $(P \wedge Q)$
   $(P \rightarrow Q)$
   ja $(P \leftrightarrow Q)$

   ovat *lauseita.*
3. vain edellä olevien sääntöjen perusteella muodostetut merkkijonot ovat *lauseita.*

Esimerkkejä lauseista ovat:

$$B$$
$$(B \rightarrow \neg A)$$
$$(\neg(C \vee D) \rightarrow (A \vee B))$$

A = "Australiassa on kevät",
B = "Belgiassa on kevät",
C = "Kanadassa on talvi",
D = "Uudessa Seelannissa on talvi".

Huomio 1. implikaatio $\rightarrow$ *ei* tarkoita syy-seuraus-suhdetta. Esim. olkoon

A = "Suomi sijaitsee Afrikassa",
B = "Ruotsi sijaitsee Aasiassa".

Lause $A \rightarrow B$ on tosi.

Huomio 2. Disjunktio $A \vee B$ on tosi, jos A tai B tai sekä A että B (OR eikä XOR).

Esimerkki. Muotoillaan seuraava luonnollisen kielen lause lauselogiikan lauseena.

> Jos tänään sataa, niin otan mukaan sateenvarjon tai kastun.

Olkoon

A = "Tänään sataa",
B = "Otan mukaan sateenvarjon",
C = "Kastun".

Saadaan:

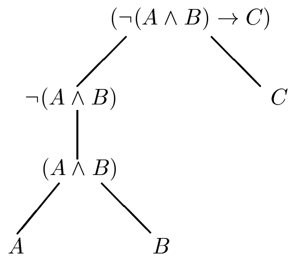
> jos A, niin B tai C.

Tunnistetaan konnektiivit:

$$A \rightarrow (B \vee C)$$

Jokaisella lauselogiikan lauseella on yksikäsitteinen *jäsennyspuu*.

Esimerkki. Lauseen $\neg(A \wedge B) \to C$ jäsennyspuu on seuraava:



Lauseiden ominaisuuksia voidaan todistaa induktiolla yli lauseen (tai sitä vastaavan jäsennyspuun) rakenteen.