

# 1. Johdanto

## 1.1. Kurssin esittely

- Kurssin aihepiiri liittyy kysymyksiin:
  - Mitä tietokoneella voidaan laskea?
  - Mitä “laskenta” on?
- Laskettavuusteoria: Mitkä ongelmat voidaan ratkaista tietokoneella?
- Eri (laskennalliset) ongelmat ovat luonteeltaan eri vaikeuksia.  
Laskennan vaatavuusteoria: Mitkä ongelmat voidaan ratkaista tietokoneella *tehokkaasti*?
- Kuten luonnontieteissä yleensä, ilmiöt mallinnetaan jolloin voidaan käyttää matemaattisen eksaktia loogista päättelyä selittämään luonnon ilmiöitä
- Tämän kurssin aiheena on (joitakin tärkeitä) *laskennan malleja*. Nämä tarjoavat tarvittavat mallit laskettavuusteorialle ja laskennan vaatavuusteorialle. Aloitamme yksinkertaisimmista malleista ja etenemme kohti monimutkaisempia.
- Tärkeimmät tämän kurssin käsitteet luotiin 1930-50-luvuilla
- Kurssin käsitteistöllä on myös käyttöä käytännön tietojenkäsittelyssä. Tarkastellaan esimerkkinä ohjelmointikielen kääntämistä

- Tarkastellaan käytännön esimerkkinä yksinkertaista ohjelmointikieltä, kutsuttakoon sitä nimellä **olpe03**.
- Oheinen esimerkki esittelee kielen piirteitä:

```
x = read;  
i := 0; y := 1;  
while i < x do  
begin  
  y := y * x;  
  i := i + 1  
end;  
write(y);  
if i < 10 then z = (y + 1) * x else z = (y - 1) * x
```
- olpe03 on melko rajoittunut kieli: kaikki muuttujat ovat tyyppiä *int* eikä muita rakenteita ole kuin esimerkissä ilmenevät, siis esim. aliohjelmat puuttuvat
- kuitenkin olpe03 rajoitteistaan huolimatta yhtä ilmaisuvoinainen kuin mikä tahansa ohjelmointikieli ja se sopii hyvin muutamien kurssin käsitteiden hyödyllisyyden esittelyyn:
  - miten määritellään *yksikäsitteisesti* kielen syntaksi?
  - voisiko syntaksimäärittely tehdä siten että se tukisi kääntäjän tekemistä?
- tarkastellaan kurssin aikana hieman sitä miten kääntämisen ensimmäinen vaihe eli syntaksin tarkastus on ylipäättänsä mahdollista tehdä

## Käytännön järjestelyistä

- 2 ov, cumun pakollinen kurssi pääaineopiskelijoille, cumun valinnainen kurssi sivuaineopiskelijoille
- Taustatiedot: riittävät matemaattiset perustiedot (lukion oppimäärä sekä mielellään appro-tason matematiikan kurseja tai Diskreetti matematiikka I). Tietorakenteet-kurssi on myös avuksi
- Kurssin jatkokurssina on laudaturkurssi Laskennan teoria, jossa käsitellään tarkemmin laskettavuusteoriaa ja laskennan vaativuusteoriaa
- opetus:
  - ma 3.5 16-20 A414 (luento)
  - ke 5.5 16-20 A414 (luento)
  - pe 7.5 16-20 A414 (16-18 laskari, 18-20 luento)
  
  - ma 10.5 16-20 A414 (luento)
  - ke 12.5 16-20 A414 (16-18 laskari, 18-20 luento)
  - to 13.5 16-20 A414 (luento)
  
  - ma 17.5 16-20 A414 (16-18 laskari)
  
  - ma 24.5 16-20 A414 (luento)
  - ke 26.5 16-20 A414 (16-18 laskari)

- Osa luennoiksi merkityistä ajoista käytetään yhdessä tapahtuvaan laskuharjoitusten ratkaisemiseen.
- Luennoija: Matti Luukkainen  
email: Matti.Luukkainen@cs.helsinki.fi
- Kurssi suoritetaan joko
  - kurssikokeella max 54 p + laskuharjoituspisteillä max 6 p = yht. 60 p, tai
  - erilliskokeella (max 60 p)
- Kurssikoe pe 4.6. klo 16-20 Auditorio

## Laskuharjoitukset

- Laskuharjoitukset ovat *pakolliset* siten, että harjoitustehtävistä on suoritettava vähintään kolmannes

## Kurssimateriaali

- Kurssimateriaali koostuu luentokalvoista, jotka löytyvät kurssin kotisivulta  
<http://www.cs.Helsinki.FI/u/mluukkai/olpemuutok2004/>
- Luennot pohjautuvat pääosin Pekka Orposen luentomonisteeseen Laskennan teoria (s. 1–60), mutta lisäksi käsitellään muitakin asioita

- Kirjallisuutta

- Pekka Orponen: Laskennan teoria, Helsingin yliopisto, Tietojenkäsittelytieteen laitos. (luentomoniste)
- John E. Hopcroft, Rajeev Motwani & Jeffrey D. Ullman: Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation. Addison-Wesley, 2001 (kurssikirjahyllyssä)
- Harry R. Lewis & Christos H. Papadimitriou: Elements of the Theory of Computation, Second Edition. , Prentice-Hall, 1998 (kurssikirja, saa luettavaksi pyytämällä lainaamosta)
- Michael Sipser: Introduction to the Theory of Computation. PWS Publishing Company, 1997 (kurssikirja, saa luettavaksi pyytämällä lainaamosta)
- Efim Kinber & Carl Smith: Theory of Computing - A Gentle Introduction. Prentice-Hall, 2001 (kurssikirjahyllyssä)

## Kurssin sisältö

1. Johdanto
  - Kurssin esittely
  - Muutamien matemaattisten käsitteiden kertausta
  - Laskennalliset ongelmat ja ratkeavuus
2. Säännölliset kielet ja äärelliset automaattit
  - Säännölliset lausekkeet ja kielet
  - Deterministiset äärelliset automaattit
  - Äärellisen automaatin minimointi
  - Epädeterministinen äärellinen automaatti
  - Automaatin determinisointi
  - Säännöllisten kielten rajoituksista: pumppauslemma
3. Kontekstittomat kielet ja pinoautomaattit
  - Kontekstittomat kieliopit ja kielet
  - Kieliopin jäsenysoongelma
  - Rekursiivisesti etenevä jäsentäminen
  - CYK-jäsenyso algoritmi
  - Pinoautomaattit
  - Kontekstittomien kielten rajoituksista
4. Johdanto laskennan vaativuusteoriaan
  - Turingin kone
  - Kieliluokkia kontekstittomien kielten tuolla puolen