

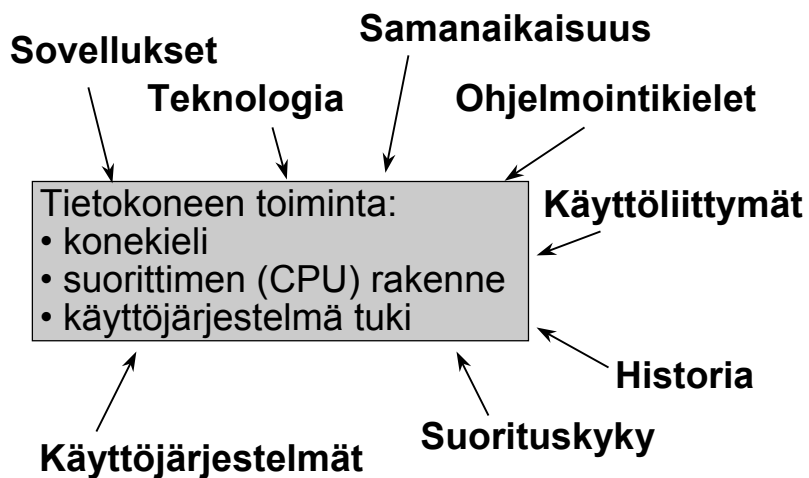
# 581305-6

## Tietokoneen toiminta (Computer Organization I)

Päivi Kuuppelomäki  
Helsingin yliopisto  
Tietojenkäsittelytieteen laitos

Kevät 2002

## Aihepiiri



# Tavoitteet

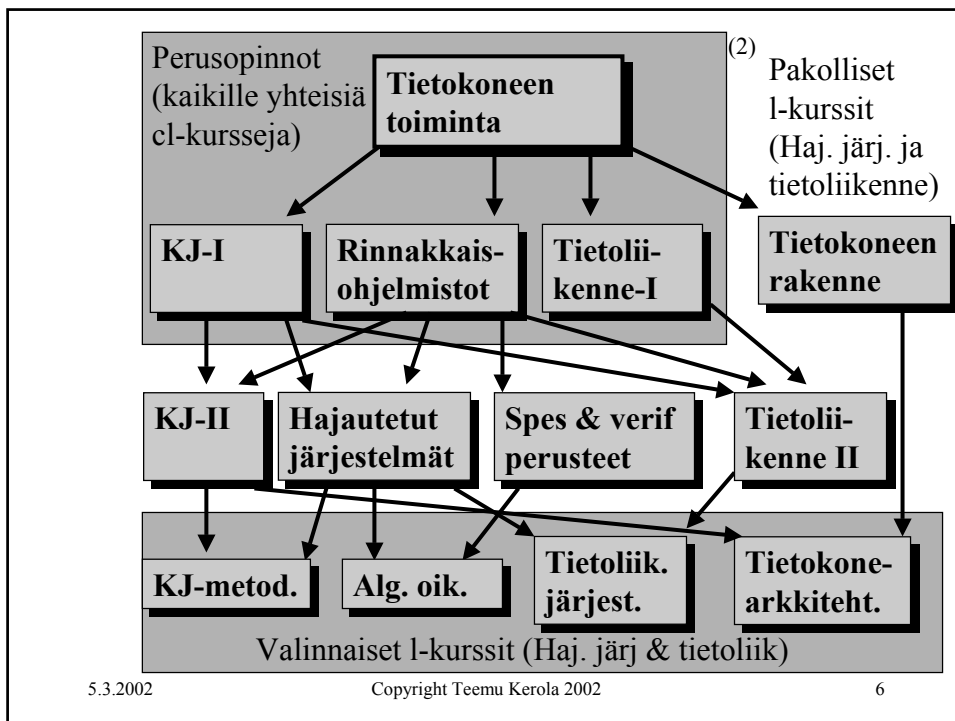
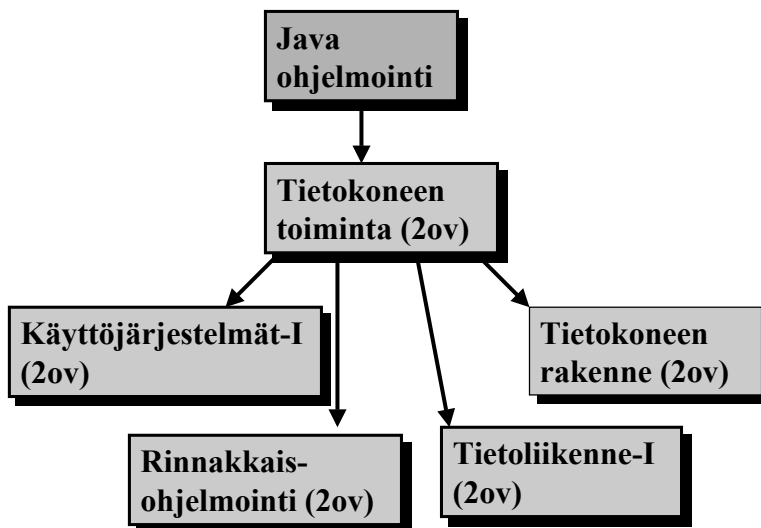
- Ymmärtää tietokonejärjestelmän keskeiset piirteet sillä suoritettavan ohjelman näkökulmasta
- Miten tietokonejärjestelmä suorittaa sille annettua ohjelmaa?
- Minkälaista koodia suoritin ymmärtää?
- Mikä on käyttöjärjestelmän rooli?

## Mitä hyötyä tästä on? <sup>(3)</sup>

- Ohjelman suoritusnopeus perustuu suorittimen (CPU) suorittamiin konekäskyihin, ei pelkästään ohjelman korkean tason esitysmuotoon
- Ylemmän tason asioiden ymmärtäminen on helpompaa (mahdollista), kun ymmärtää alemman tason asiat

Miksi Java ohjelma (byte koodi) kannattaisi kääntää?  
Mitä Java ohjelmien kääntäminen tarkoittaa?  
Mitä Java ohjelmien suorittaminen tarkoittaa?  
Mitä C ohjelmien suorittaminen tarkoittaa?


# Kurssien välisiä riippuvuuksia



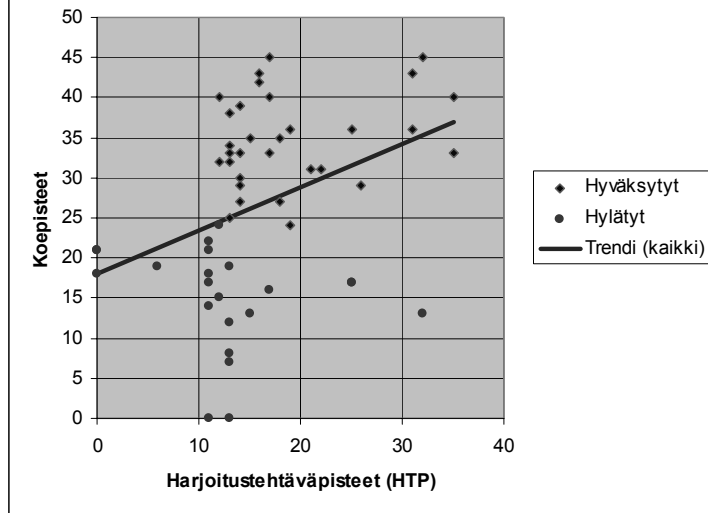
# TiTo (2ov), suoritusmuodot <sup>(2)</sup>

- Luentokurssi Tämä kurssi
  - luennot, luentokalvot
  - luentomoniste, kirjat, laskuharjoitukset
  - kurssikuulustelu (luentojen jälkeen)
    - vain luentokurssiin aktiivisesti osallistujille
- Erilliskoe
  - kirjoista [Stal99 ja Tane99] kurssikuvauksessa mainitut osat
  - ohjelmointi TTK-91 symbolisella konekielellä

# Luentokurssin suoritus <sup>(6)</sup>

- 
- Luennot 4t / vk
    - luentokalvot verkossa, kopioi etukäteen
    - opi perusasiat kunnolla luennolla
  - Lue kirjasta samat asiat
  - vähän eri tavalla esitettynä
  - Tee laskuharjoitukset
  - Osallistu laskuharjoitukseen
- }
- 6t / vk ?
- Lue ja harjoittele itsenäisesti 2t / vk
  - Osallistu kurssikokeeseen 8t ?

## Tito S2000 koe vs LH

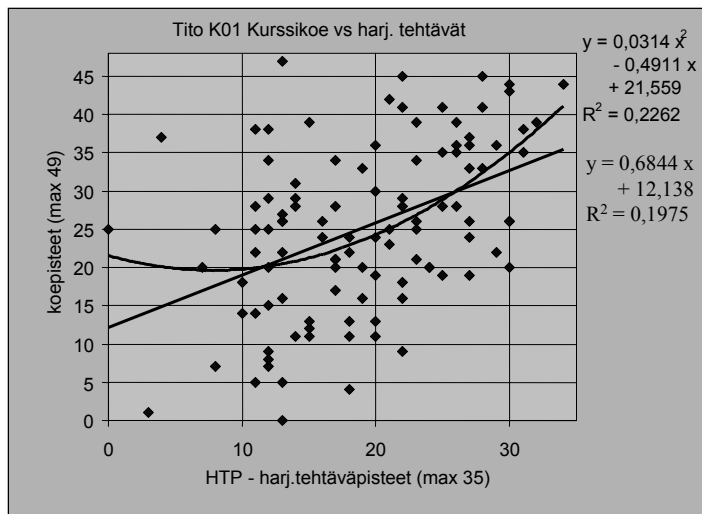


5.3.2002

Copyright Teemu Kerola 2002

9

## Kevät 2001 kurssikuulustelu vs. HTP



5.3.2002

Copyright Teemu Kerola 2002

10

# Oppimateriaali

- Kurssimoniste:  
Auvo Häkkinen, Tietokoneen toiminta,  
opetusmoniste D390, TKTL, 30.1.1998  
(pääpiirteittäin luvut 1-8.2, 10)  
– painos vuoden 1998 jälkeen (Java)
- Stallings: Comp. Org. and Arch, 5th Ed
- Tanenbaum: Struct. Comp. Org., 4th Ed
- KOKSI simulaattori & dokumentit
- Luennot – luentokalvojen kopiot verkossa
- Harjoitukset – tehtävät verkossa

# Huomaa

- Nämä kalvot on tehty luentojen  
(ja luentomonisteen) tueksi
- Kalvot eivät sisällä kaikkea luennolla  
ollutta asiaa
- Kalvot eivät korvaa oppikirjaa
- Jos haluat opiskella itsenäisesti, niin lue  
siihen tarkoitettuja oppikirjoja

Stallings

Tanenbaum

Patterson-Hennessy

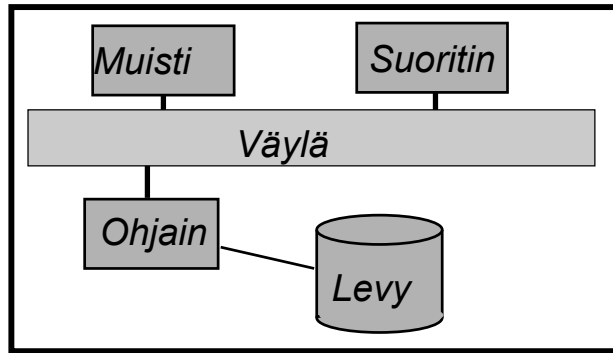
## Motto <sup>(2)</sup>

- “Kunto ei nouse, jos ei tule hiki”  
 (“It is not good exercise,  
 if you do not sweat”)  
 – Ei tämä silti mikään maraton ole!
- 4t luentoja, 2t laskareita ja 6t omaa opiskelua per viikko  
 – yht. n. 12t/viikko  
 + kokeeseen valmistautuminen + koe  
 – yht. n. 80t / kurssi eli 2 työviikkoa

tavallinen  
luentokurssi

## WWW Informaatio <sup>(6)</sup>

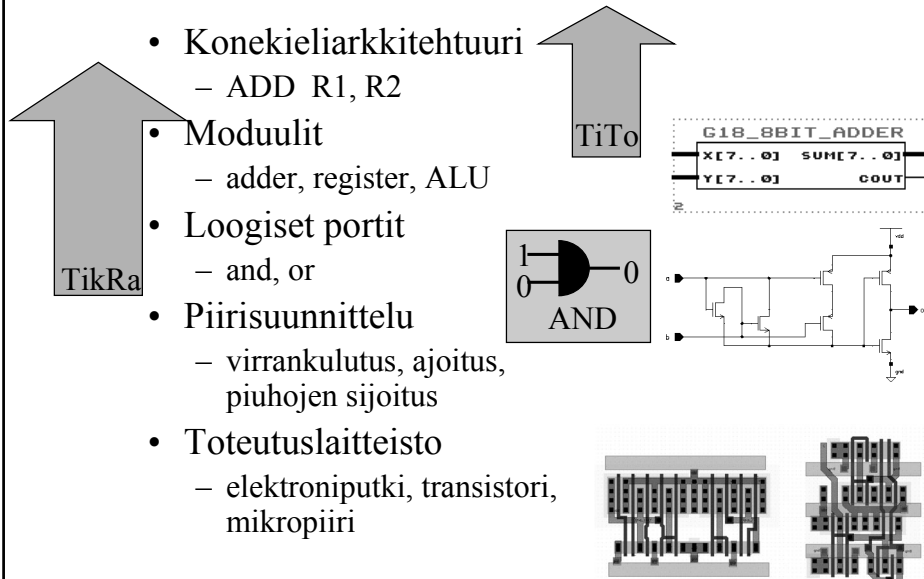
- Kurssin kotisivu  
*<http://www.cs.helsinki.fi/u/kerola/tito/>*
- Tämän lukukauden aikataulu  
*<http://www.cs.helsinki.fi/u/kuuppelo/tito/k2002/aikataulu.html>*
- Luennot *<.../u/kuuppelo/tito/k2002/luennot/>*
- Laskuharjoitukset  
*<.../u/kuuppelo/tito/k2002/laskuharj/>*
- Vanhat kokeet *<.../u/kerola/tito/kokeet/>*
- Uutisryhmä *<hy.opiskelu.tkl.tito>*



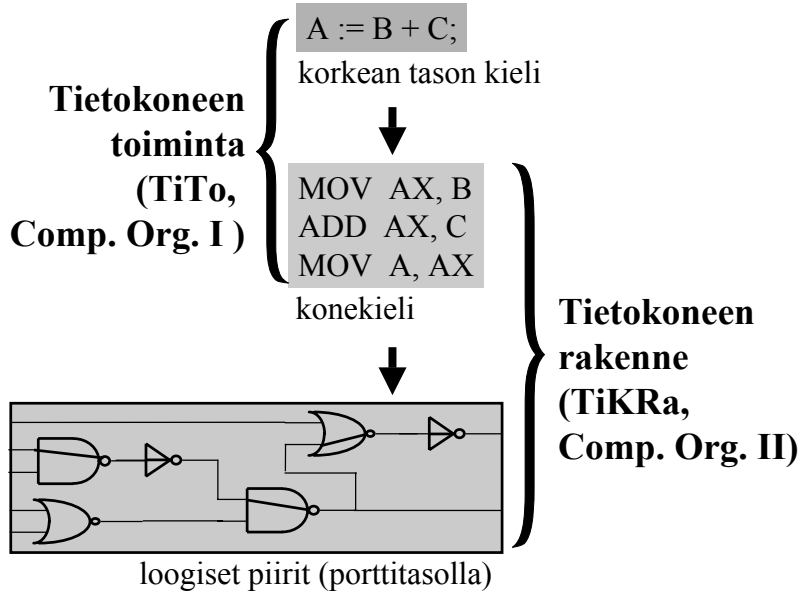
**TiTo:** Mitä systeemissä tapahtuu?

**TiKRä:** Miten CPU ja muisti on toteutettu?  
Miten kellopulssi saa käskyt suoritetuksi?

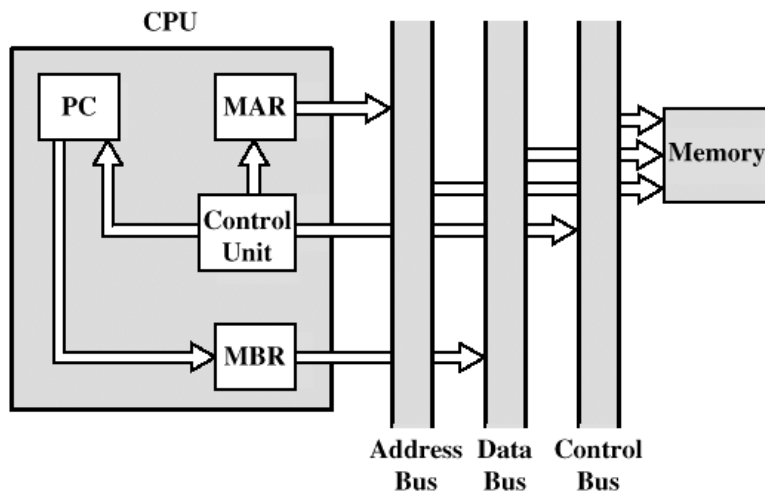
## Suorittimen toteutushierarkia (7)



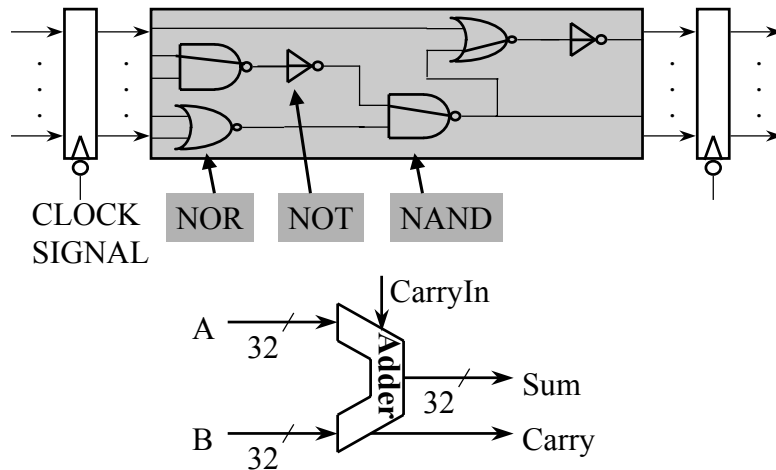




## Tietokoneen toiminta -kurssin alin esitystaso



# Tietokoneen rakenne -kurssin alin esitystaso



5.3.2002

Copyright Teemu Kerola 2002

19

## Kurssin sisältö (12)

- Luento 1: Johdanto: tietokonejärjestelmän rakenne
- Luento 2: TTK-91 -tietokone ja sen KOKSI simulaattori
- Luento 3: Konekielinen ohjelmointi
- Luento 4: Aliohjelmien toteutus konekielen tasolla
- Luento 5: Suoritin (CPU) ja väylä
- Luento 6: Tiedon esitysmuodot
- Luento 7: Tiedon muuttumattomuus, järj. sis. muisti
- Luento 8: Ohjelman toteutus järjestelmässä
- Luento 9: Ulkoinen muisti, I/O toteutus, I/O laitteet
- Luento 10: Käännös, linkitys, lataus
- Luento 11: Tulkinta ja emulointi (Java ohjelmien suoritus)
- Luento 12: Yhteenveto

5.3.2002

Copyright Teemu Kerola 2002

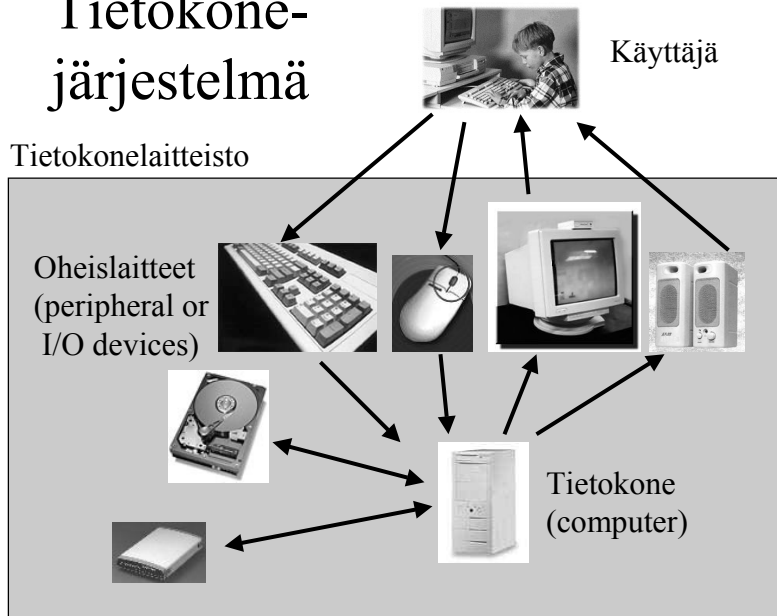
20

# Luento 1

## Tietokonejärjestelmän rakenne

Järjestelmän eri tasot  
Laitteiston nopeus

# Tietokone- järjestelmä

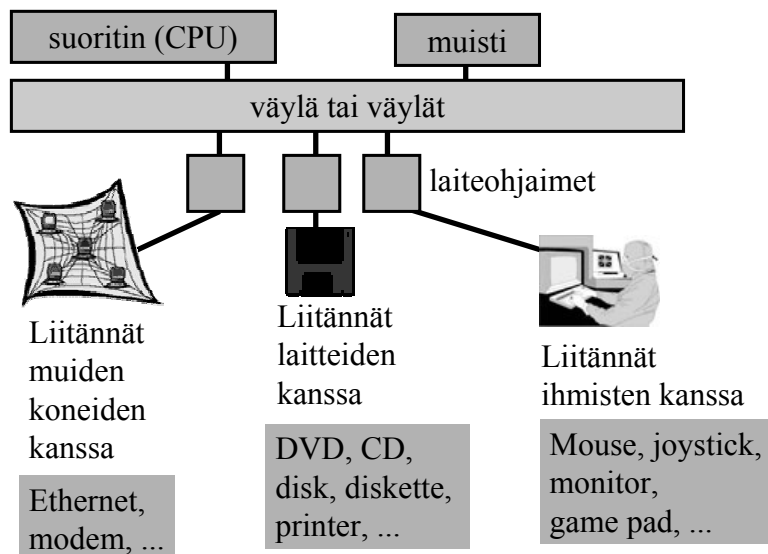


5.3.2002

Copyright Teemu Kerola 2002

23

## Tietokone (3)



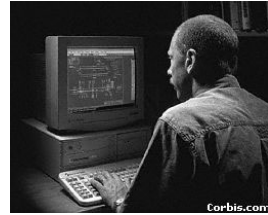
5.3.2002

Copyright Teemu Kerola 2002

24

# Tietokoneohjelman sijainti ja esitysmuoto (4)

- Käyttäjän kannalta
  - jossain tietokonelaitteistossa
  - jossain muodossa
  - helppo suorittaa
    - napauta ikonia hiirellä
    - anna ohjelman nimi ja parametrit tekstuaaliselle käyttöliittymälle
      - DOS tai UNIX kehoitteen jälkeen
    - sijoita CD-levy CD-asemaan



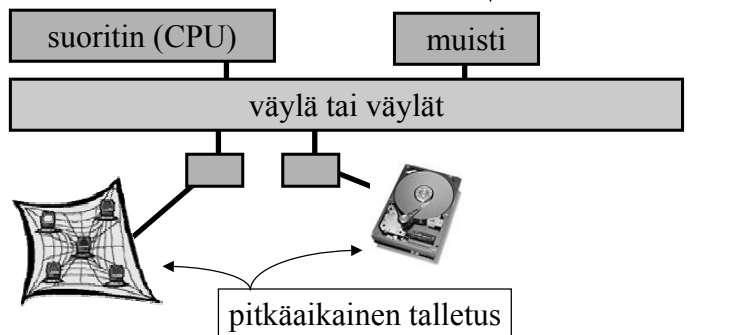
# Tietokoneohjelman sijainti ja esitysmuoto (jatkuu) (4)

- Pitkäaikainen talletus
  - jollain laitteella, jossa tieto säilyy myös ilman sähkövirtaa
    - kovalevy, levyke, magneettinauha, CD, DVD
  - jollain kielellä kuvattuna
    - ohjelmointikielet: Java, Fortran, C,
    - tietokannan kuvauskielet: SQL, SQL\*Forms,
    - suorittimen konekieli: x86, MIPS, PA-RISC, ...
  - pakattuna ehkä jollain tavoin
    - zip, tar, gz, ...

# Tietokoneohjelman sijainti ja esitysmuoto (jatkuu) <sup>(1)</sup>

- Suoritusaikana

- muistissa
- konekielisessä muodossa



5.3.2002

Copyright Teemu Kerola 2002

27

## Konekieli <sup>(3)</sup>

- Suorittimen konekielen käskykanta määrittelee tietokoneen käskykanta-arkkitehtuurin

- ISA - Instruction Set Architecture

- Kukin käsky on esim.

10-numeroinen kokonaisluku

2234563212  
5437658756

- Usein esitetty symbolisella konekielellä

- käsky jaettu osiin (kenttiin) `LOAD R1,Summa`
- joidenkin kenttien arvot kuvattu symboleilla
- helpompi ihmisten lukea ja kirjoittaa

5.3.2002

Copyright Teemu Kerola 2002

28

# Symbolinen konekieli

- Yleinen esitystapa konekielisille ohjelmille
  - luettavassa muodossa oleva konekieli
- Helppo muuttaa konekieleksi
  - suora vastaavuus konekieleen
  - usein mielletään (vähän väärin, muttei paljon):

symbolinen konekieli  $\approx$  konekieli

129543876	LOAD	R2, Summa	% R2 $\leftarrow$ Mem(Summa)
439874387	ADD	R2, =5	% R2 $\leftarrow$ R2 + 5
544399765	JUMP	Loop	% PC $\leftarrow$ Loop

# Ohjelma vs. konekieli

- Ongelma:

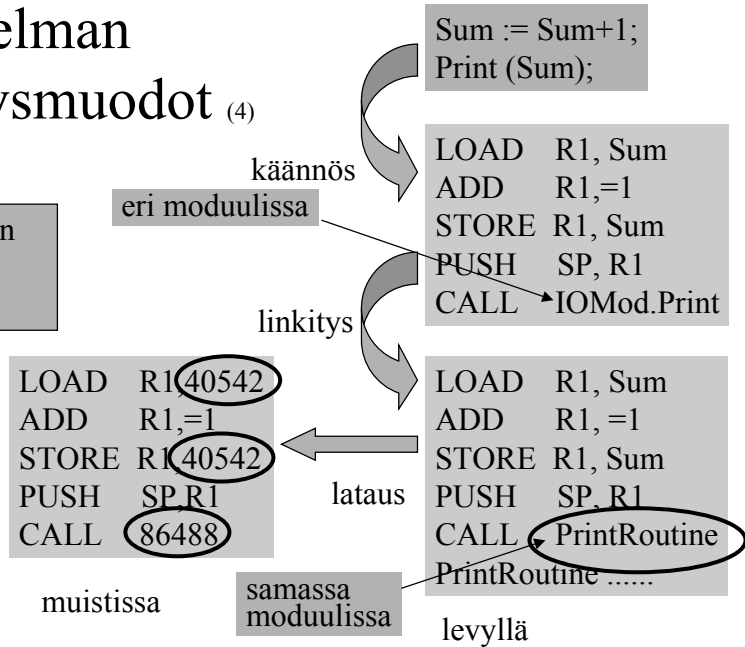
Ohjelma on talletettu ohjelmointikielillä (esim. Java) pitkäaikaismuistiin (esim. kovalevy), mutta suoritusta varten sen tulee olla suoritettavan tietokonelaitteiston prosessorin konekielellä laitteiston muistissa.

- Ratkaisu: esitysmuodon muunnokset

- käännös ohjelmointikieli  $\rightarrow$  konekieli
- linkitys paketoidaan kirjasto-ohjelmat mukaan
- lataus sijoitetaan ohjelma muistiin suoritettavaksi

# Ohjelman esitysmuodot (4)

ks. C-kielinen esimerkki (2 sivua)



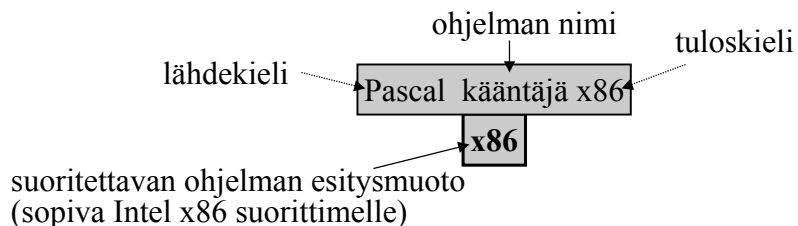
5.3.2002

Copyright Teemu Kerola 2002

31

# Kääntäjä esimerkki (4)

- Pascal-kääntäjä kääntää Pascal-kielisen ohjelman (esim.) Intel x86 konekielelle (Pentium PC:lle)
- Pascal-kääntäjä on ohjelma, joka suoritetaan (esim.) Intelin Pentium-prosessori pohjaisessa laitteistossa
- Pascal-kääntäjän esitysmuoto käännösaikana (suoritusaikana) täytyy olla Intel x86 konekieli



5.3.2002

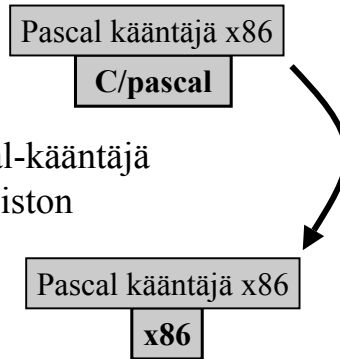
Copyright Teemu Kerola 2002

32



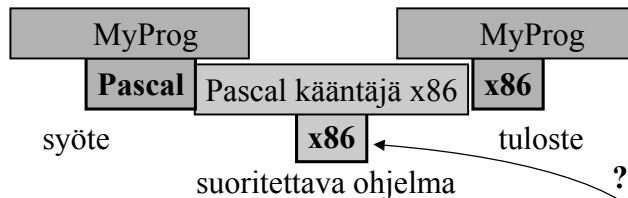
## Kääntäjä esimerkki (jatkuu) (2)

- Pascal-kääntäjä on ohjelma, joka on alkuaan kirjoitettu jollain ohjelmointikielellä
  - C-kielellä?
  - Pascal-kielellä?
- Ennen suoritusta myös Pascal-kääntäjä täytyy olla käännettynä laitteiston konekielelle
  - Intel x86, PA-RISC, ...

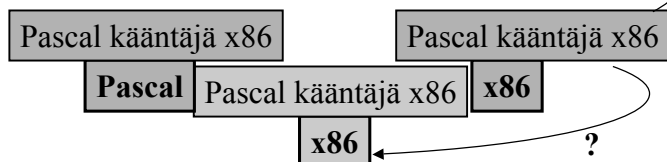


## Kääntäjä esimerkki (jatkuu) (5)

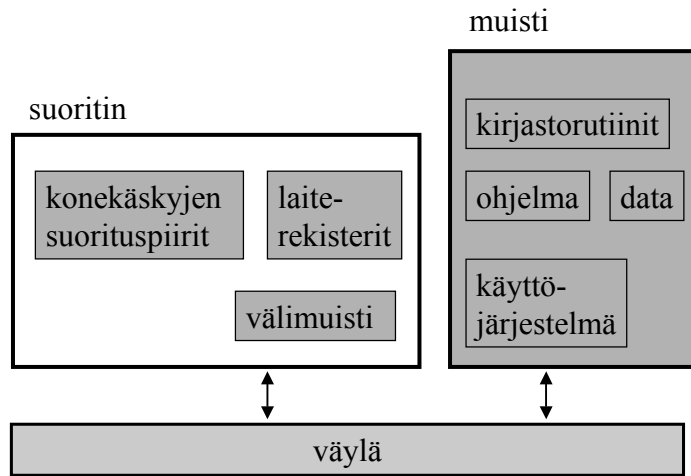
- Käännä ohjelma MyProg Pascalista konekielelle?



- Käännä Pascal kääntäjä Pascalista konekielelle?



# Suorittimen ja muistin sisältö



5.3.2002

Copyright Teemu Kerola 2002

35

## Laitteiston nopeus (7)

- Järjestelmän eri komponenteilla on suuret nopeuserot
  - laiterekisterit kaikkein nopeimmat
  - välimuisti lähes yhtä nopea
  - muisti jo aika kaukana
  - laitteet hyvin kaukana
  - eräät laitteet todella hyvin kaukana
    - magneettinauha, ihmisen käyttöliittymät
  - muut tietokoneet todella hyvin kaukana

5.3.2002

Copyright Teemu Kerola 2002

36

# Teemun juustokakku (5)

Rekisterien, välimuistin, muistin, levymuistin ja magneettinauhan nopeudet suhteutettuna juuston haku aikaan juustokakkuu tehdessä?



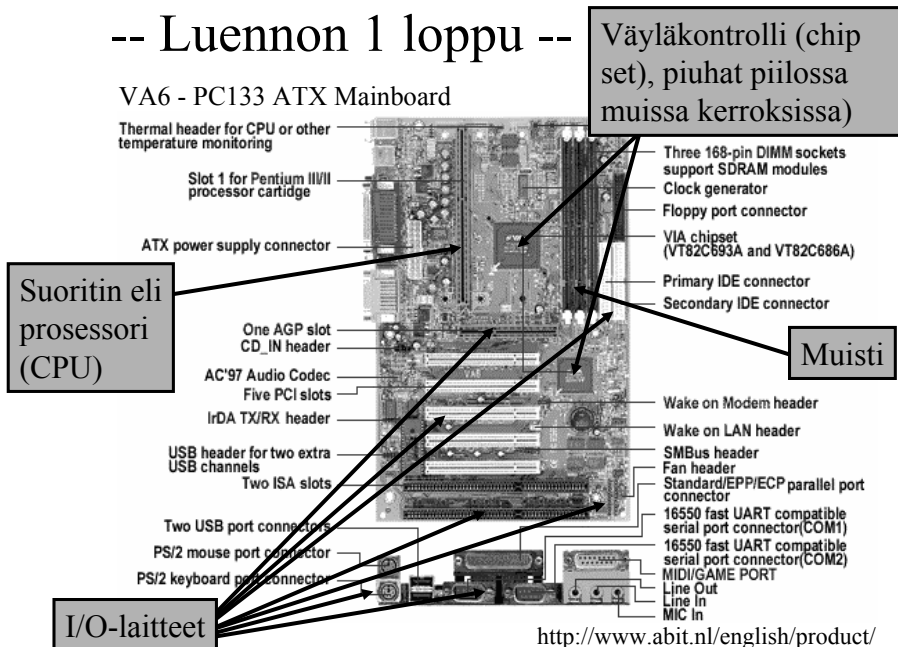
5.3.2002

Copyright Teemu Kerola 2002

37

## -- Luennon 1 loppu --

### VA6 - PC133 ATX Mainboard



5.3.2002

Copyright Teemu Kerola 2002

38