

581305-6

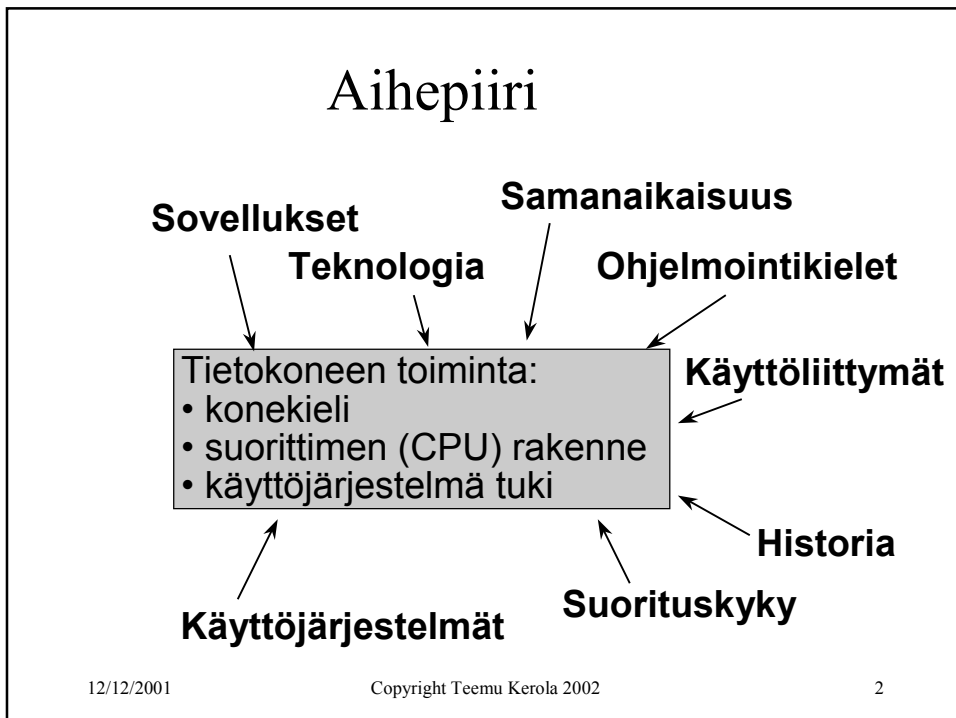
**Tietokoneen toiminta  
(Computer Organization I)**

Teemu Kerola  
Helsingin yliopisto  
Tietojenkäsittelytieteen laitos

Kevät 2002

Muuntokoulutettavien erikoiskurssi

12/12/2001 Copyright Teemu Kerola 2002 1



## Tavoitteet

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

12/12/2001

Copyright Teemu Kerola 2002

3

## 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

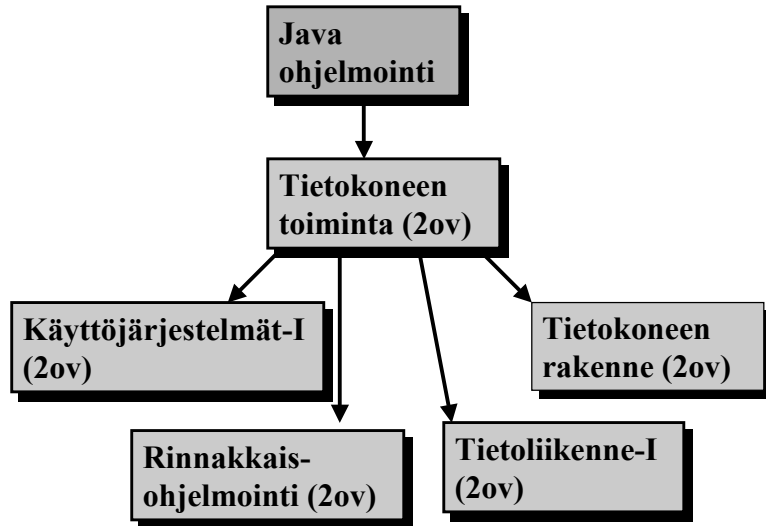
Miksi Java ohjelma (byte koodi) kannattaisi kääntää?  
Mitä Java ohjelmien kääntäminen tarkoittaa?  
Mitä Java ohjelmien suorittaminen tarkoittaa?  
Mitä C ohjelmien suorittaminen tarkoittaa?

12/12/2001

Copyright Teemu Kerola 2002

4

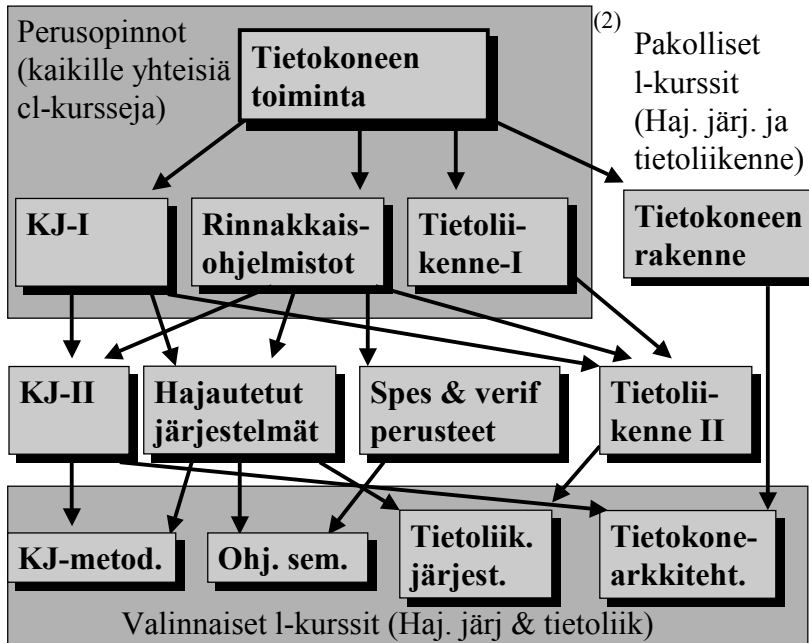
## Kurssien välisiä riippuvuuksia



12/12/2001

Copyright Teemu Kerola 2002

5



12/12/2001

Copyright Teemu Kerola 2002

6

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


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

12/12/2001

Copyright Teemu Kerola 2002

7

## Tavanomaisen luentokurssin suoritus <sup>(6)</sup>

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

12/12/2001

Copyright Teemu Kerola 2002

8

## Tämän tiivistetyn (2x) luentokurssin suoritus

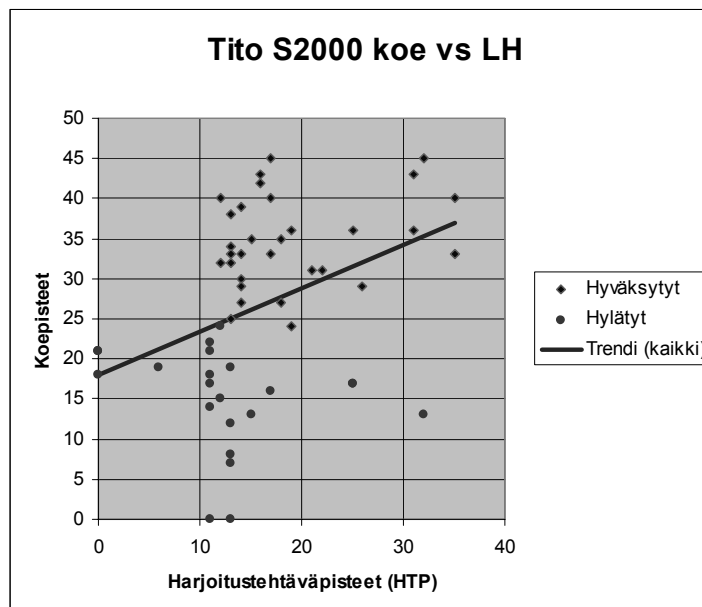
- Luennot 8t / vk
  - luentokalvot verkossa, kopioi etukäteen
  - opi perusasiat kunnolla luennolla
- Lue kirjasta samat asiat 4-12t / vk ?
  - vähän eri tavalla esitettynä
- ~~Tee laskuharjoitukset~~
- Osallistu (lasku)harjoituksiin 4t / vk
- Lue ja harjoittele itsenäisesti 8-32t ?
- Osallistu kurssikuulusteluun

12/12/2001

Copyright Teemu Kerola 2002

9

### Tito S2000 koe vs LH

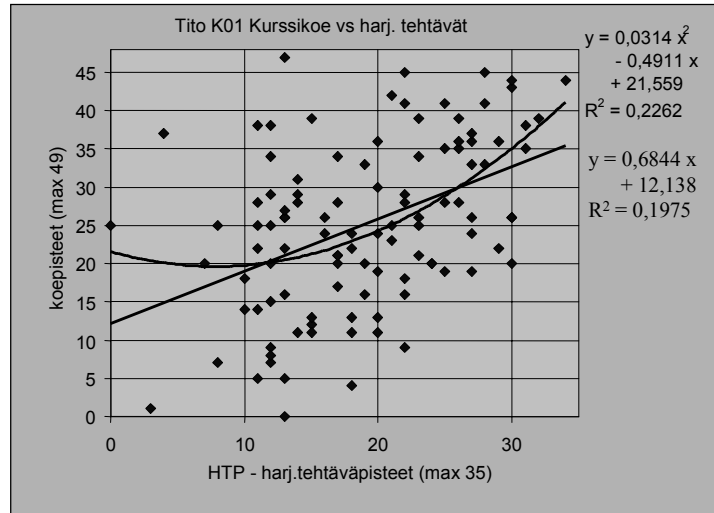


12/12/2001

Copyright Teemu Kerola 2002

10

## Kevät 2001 kurssikuulustelu vs. HTP



12/12/2001

Copyright Teemu Kerola 2002

11

## 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

12/12/2001

Copyright Teemu Kerola 2002

12

## 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

12/12/2001

Copyright Teemu Kerola 2002

13

## 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 maratoni ole!
- 4t luentoja, 2t laskareita ja tavallinen luentokurssi  
 6t omaa opiskelua per viikko  
 –yht. n. 12t/viikko  
 + kokeeseen valmistautuminen + koe  
 –yht. n. 80t / kurssi eli 2 työviikkoa

12/12/2001

Copyright Teemu Kerola 2002

14

## Motto

- “Kunto ei nouse, jos ei tule hiki”  
 (“It is not good exercise,  
 if you do not sweat”)  
 – Ei tämä silti mikään maratoni ole!
- 8t luentoja, 4t laskareita ja tämä  
luentokurssi  
 12t omaa opiskelua per viikko  
 – yht. n. 24t/viikko, 3 viikkoa  
   + kokeeseen valmistautuminen + koe  
 – yht. n. 80t / kurssi eli 2 työviikkoa

12/12/2001

Copyright Teemu Kerola 2002

15

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

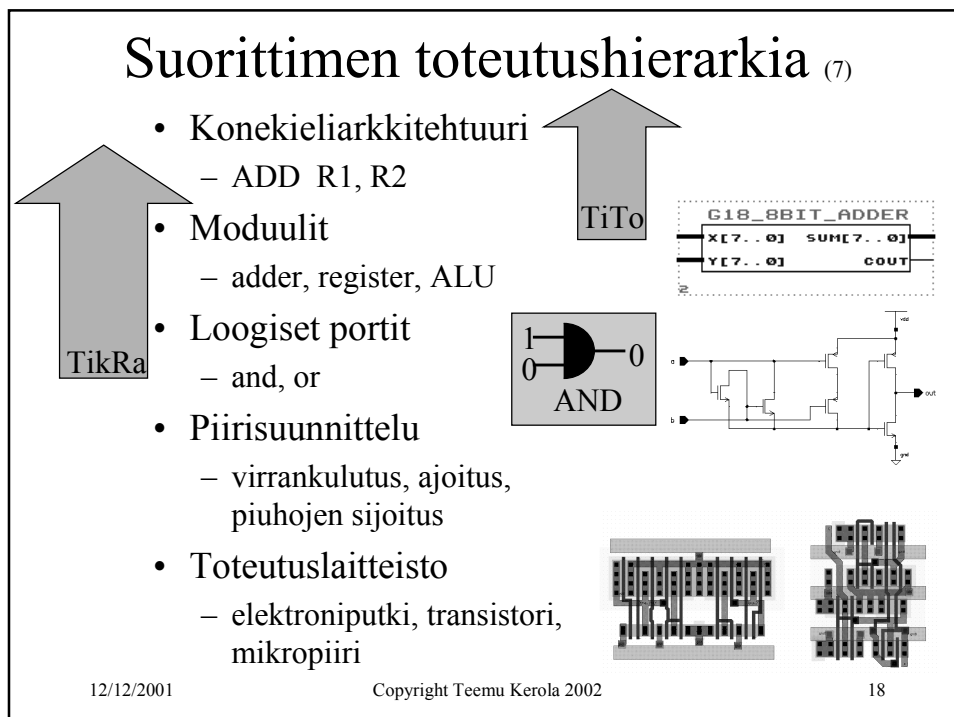
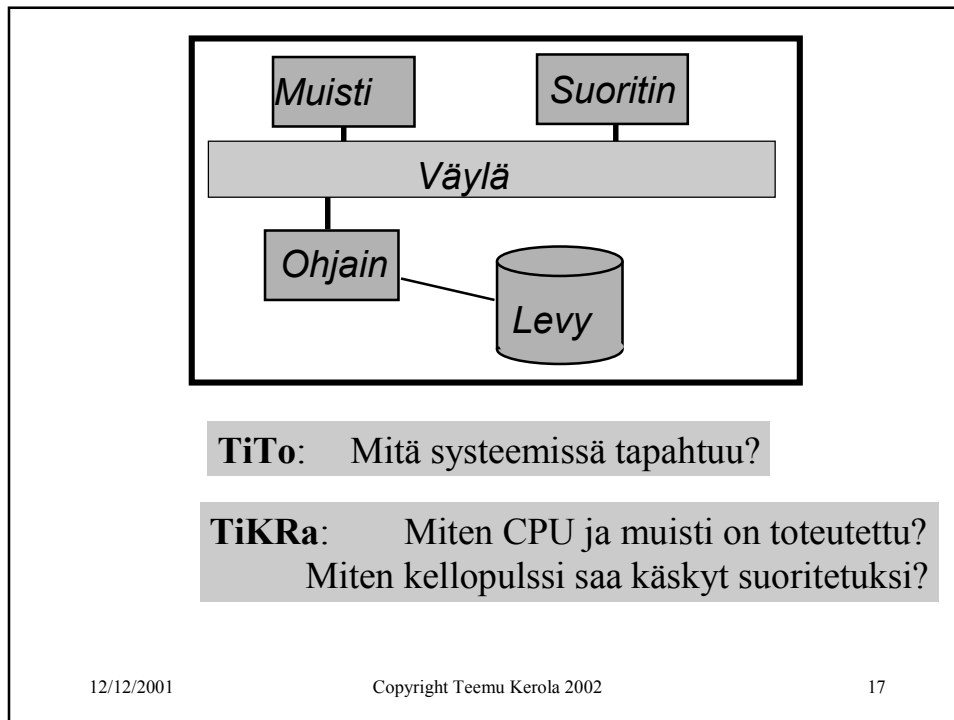
- Kurssin kotisivu  
<http://www.cs.helsinki.fi/u/kerola/tito/>
- Tämän lukukauden aikataulu  
<.../tito/k2002.muunto/aikataulu.html>
- Luennot <.../k2002.muunto/luennot/>
- Laskuharjoitukset  
<.../k2002.muunto/laskuharj/>
- Vanhat kokeet <.../tito/kokeet/>
- Uutisryhmä <hy.opiskelu.tkl.tito>

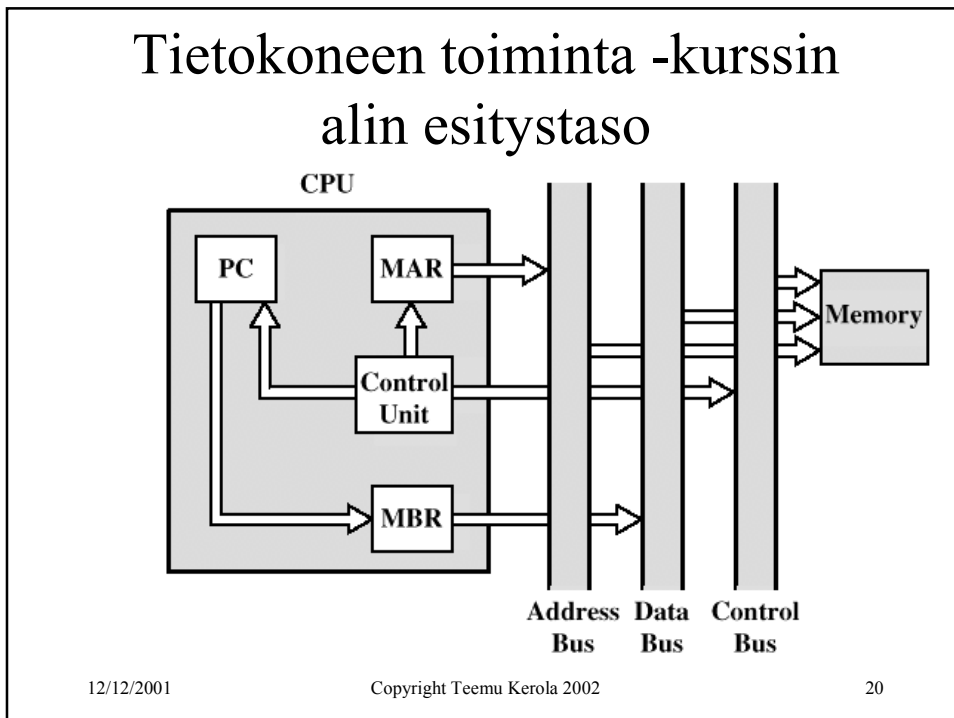
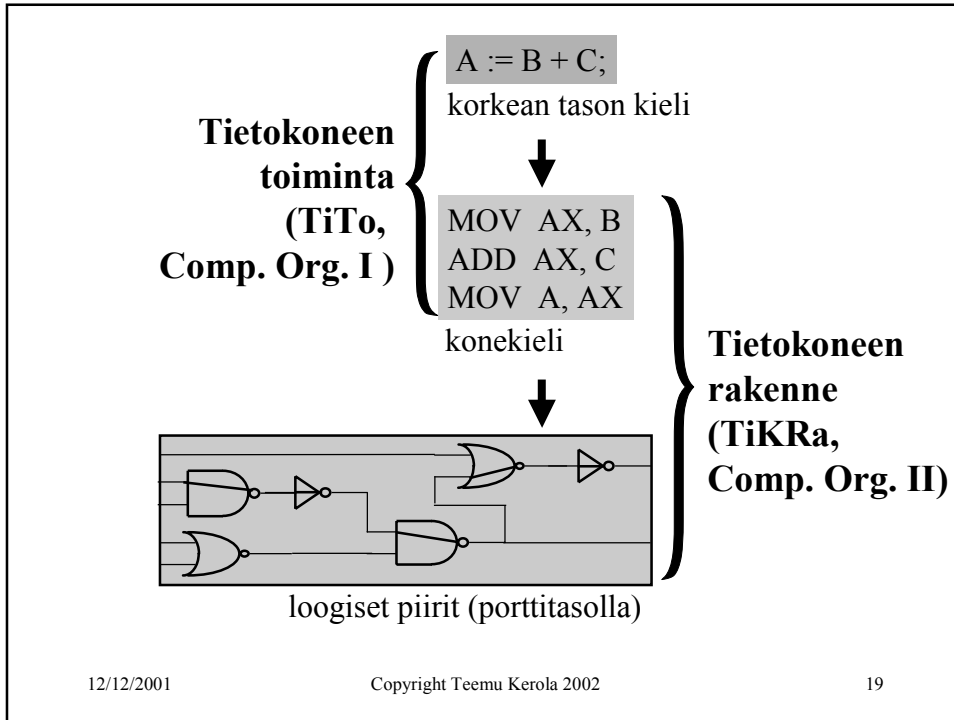
12/12/2001

Copyright Teemu Kerola 2002

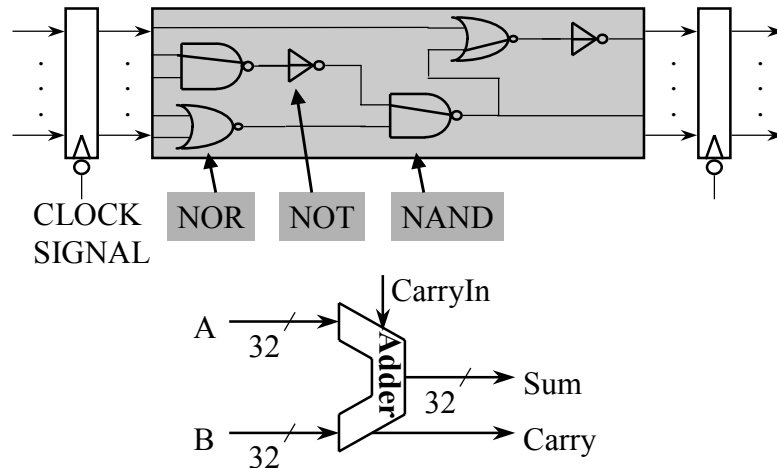
16







## Tietokoneen rakenne -kurssin alin esitystaso



12/12/2001

Copyright Teemu Kerola 2002

21

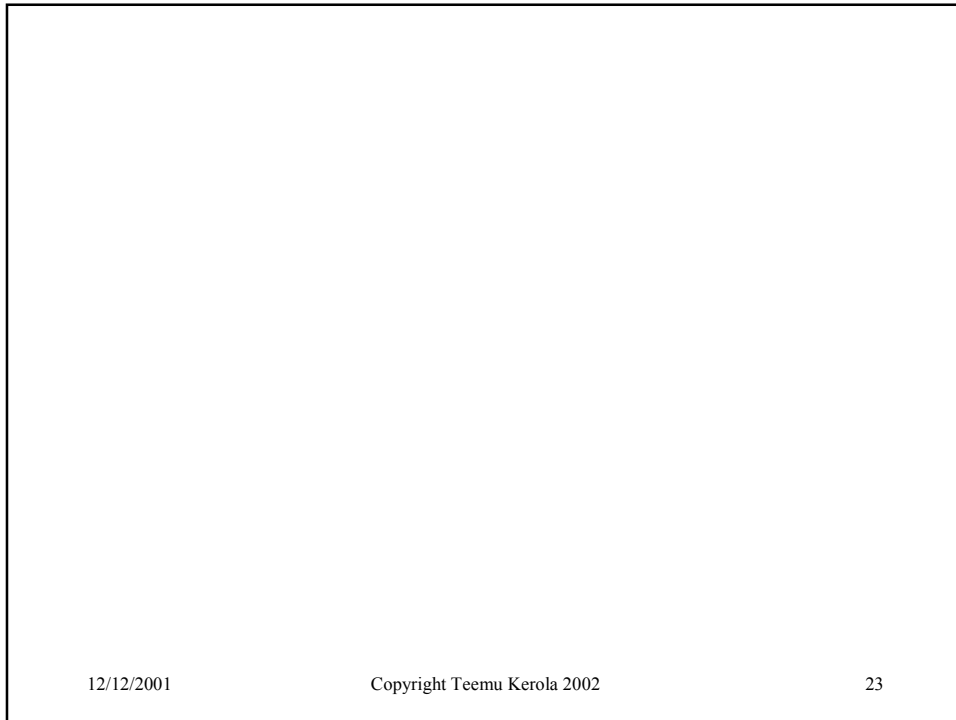
## Kurssin sisältö <sup>(12)</sup>

- 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

12/12/2001

Copyright Teemu Kerola 2002

22

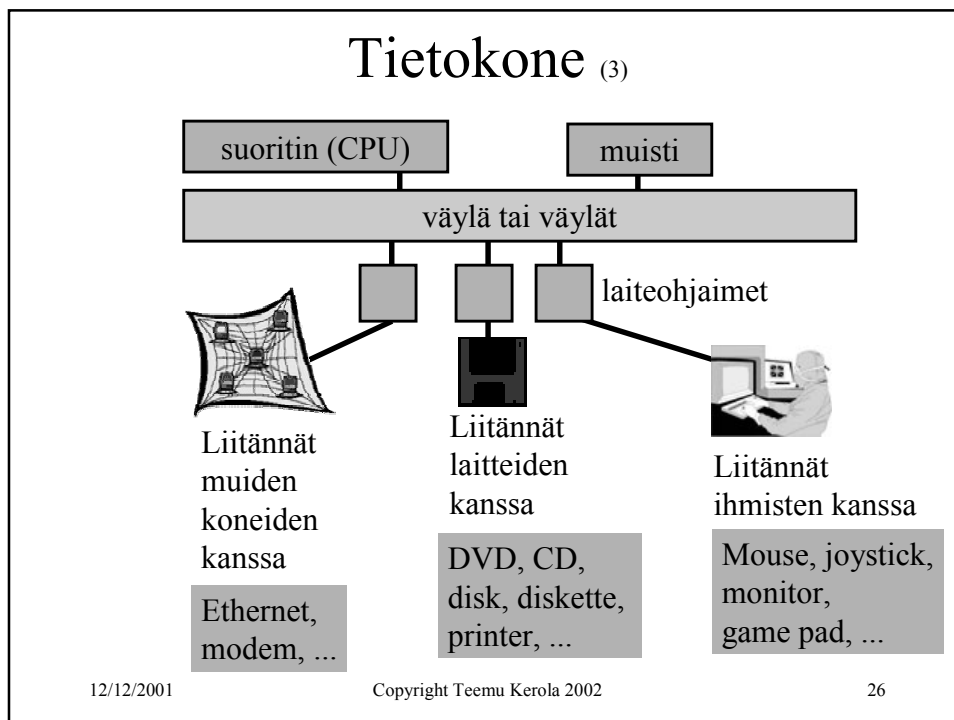
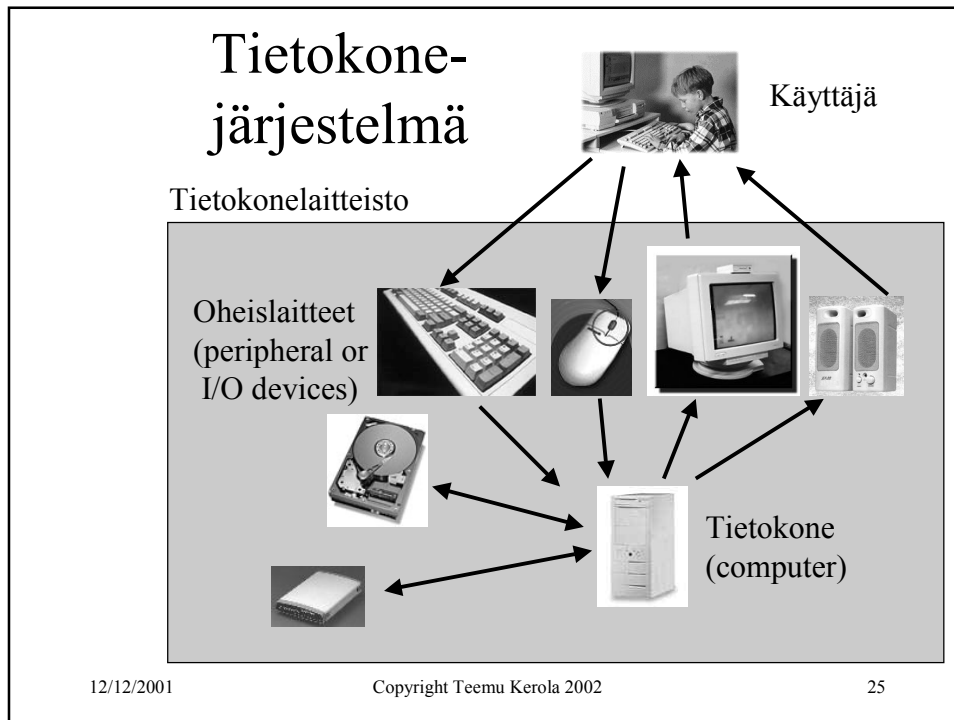


Luento 1

Tietokonejärjestelmän rakenne

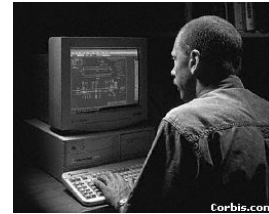
Järjestelmän eri tasot  
Laitteiston nopeus

12/12/2001 Copyright Teemu Kerola 2002 24



## Tietokoneohjelman sijainti ja esitysmuoto <sup>(4)</sup>

- 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



12/12/2001

Copyright Teemu Kerola 2002

27

## Tietokoneohjelman sijainti ja esitysmuoto (jatkuu) <sup>(4)</sup>

- 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, ...

12/12/2001

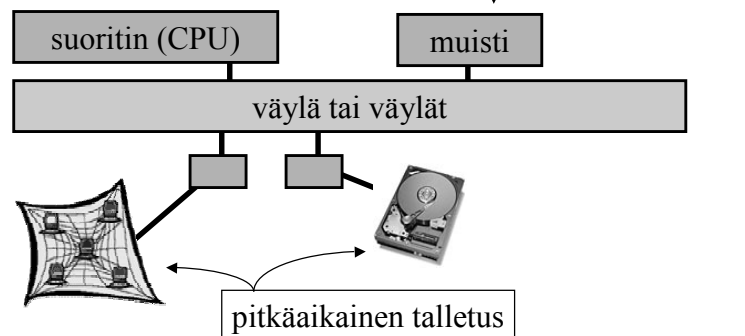
Copyright Teemu Kerola 2002

28

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

- Suoritusajana

- muistissa
- konekielisessä muodossa



12/12/2001

Copyright Teemu Kerola 2002

29

## 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

12/12/2001

Copyright Teemu Kerola 2002

30

## Symbolinen konekieli

- Yleinen esitystapa konekielisille ohjelmille
  - luettavassa muodossa oleva konekieli
- Helppo muuttaa konekieleksi
  - suora vastaavuus konekieleeseen
  - 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

12/12/2001

Copyright Teemu Kerola 2002

31

## Ohjelma vs. konekieli

- Ongelma:

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

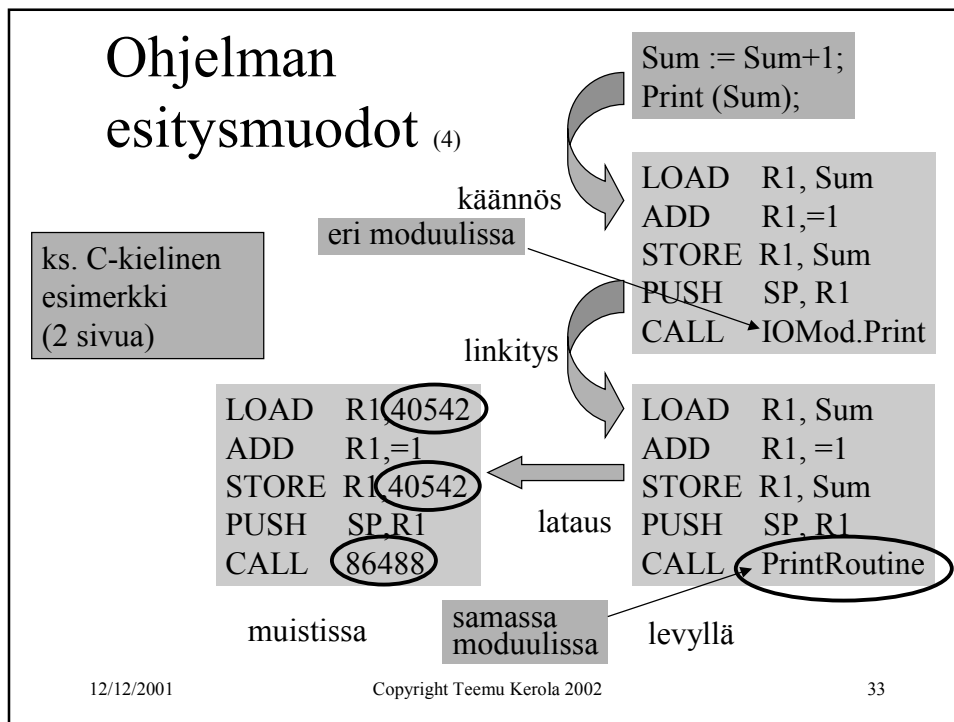
- Ratkaisu: esitysmuodon muunnokset
  - käännös ohjelmointikieli  $\rightarrow$  konekieli
  - linkitys paketoidaan kirjasto-ohjelmat mukaan
  - lataus sijoitetaan ohjelma muistiin suoritettavaksi

12/12/2001

Copyright Teemu Kerola 2002

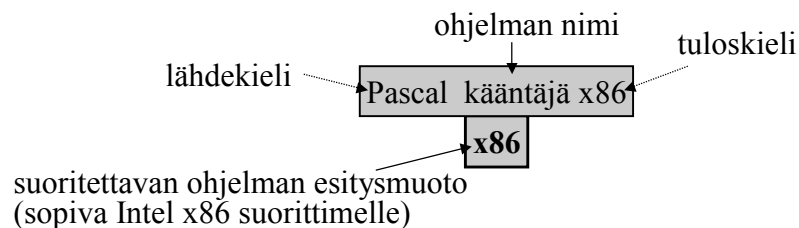
32





## Kääntäjä esimerkki <sup>(4)</sup>

- 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 (suoritusajana) täytyy olla Intel x86 konekieli



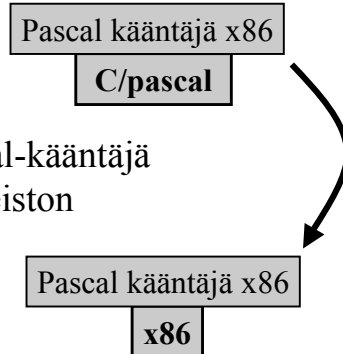
12/12/2001

Copyright Teemu Kerola 2002

34

## 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, ...



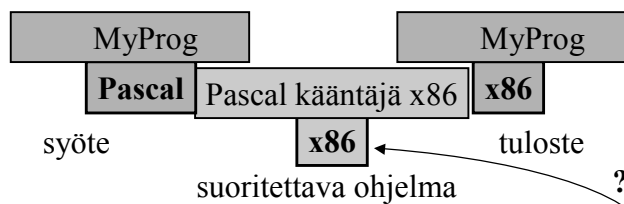
12/12/2001

Copyright Teemu Kerola 2002

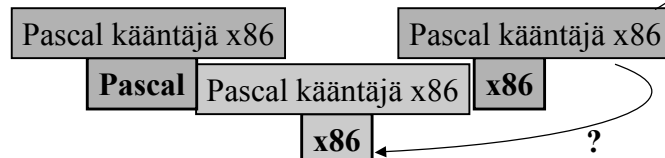
35

## Kääntäjä esimerkki (jatkuu) (5)

- Käännä ohjelma MyProg Pascalista konekielelle?



- Käännä Pascal kääntäjä Pascalista konekielelle?

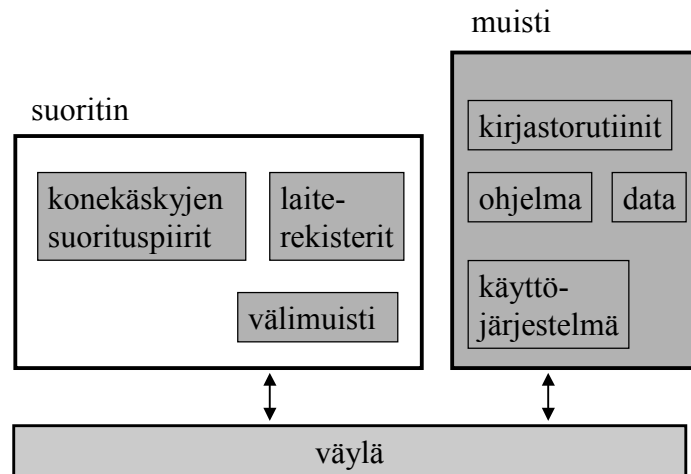


12/12/2001

Copyright Teemu Kerola 2002

36

## Suorittimen ja muistin sisältö



12/12/2001

Copyright Teemu Kerola 2002

37

## Laitteiston nopeus <sup>(7)</sup>

- 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

12/12/2001

Copyright Teemu Kerola 2002

38

# Teemun juustokakku (5)

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



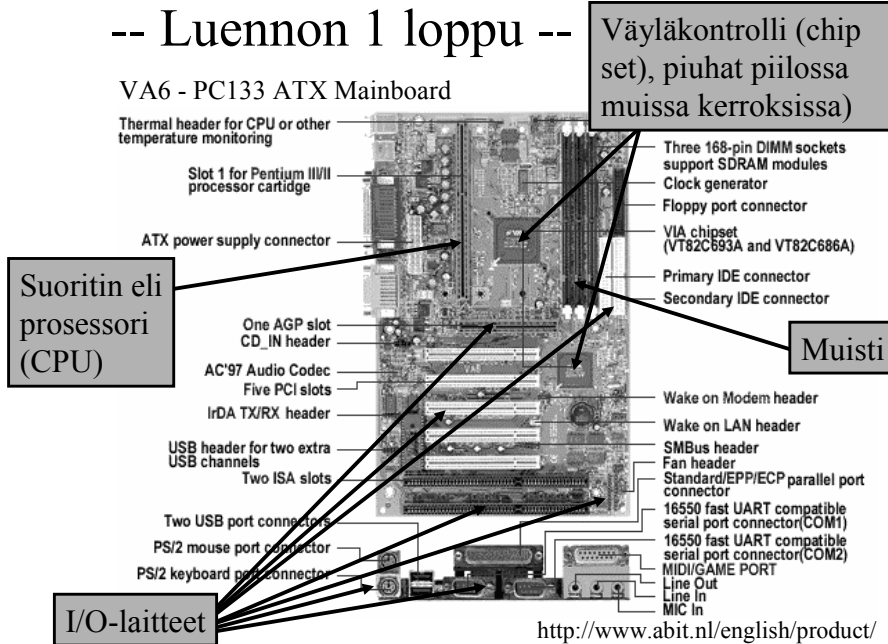
12/12/2001

Copyright Teemu Kerola 2002

39

## -- Luennon 1 loppu --

VA6 - PC133 ATX Mainboard



12/12/2001

Copyright Teemu Kerola 2002

40