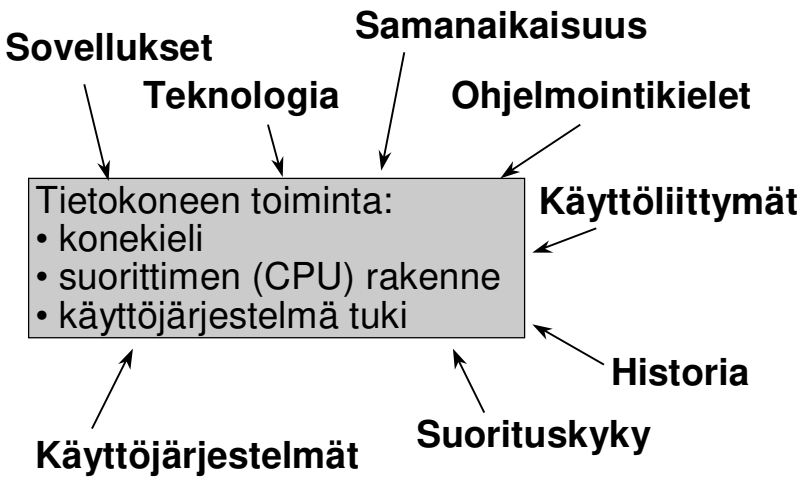
581305-6 Tietokoneen toiminta (Computer Organization I)

Teemu Kerola
Helsingin yliopisto
Tietojenkäsittelytieteen laitos

Kevät 2002
Muuntokoulutettavien erikoiskurssi

 Copyright Teemu Kerola 2002

Aihepiiri



 Copyright Teemu Kerola 2002

Tavoitteet

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

 Copyright Teemu Kerola 2002

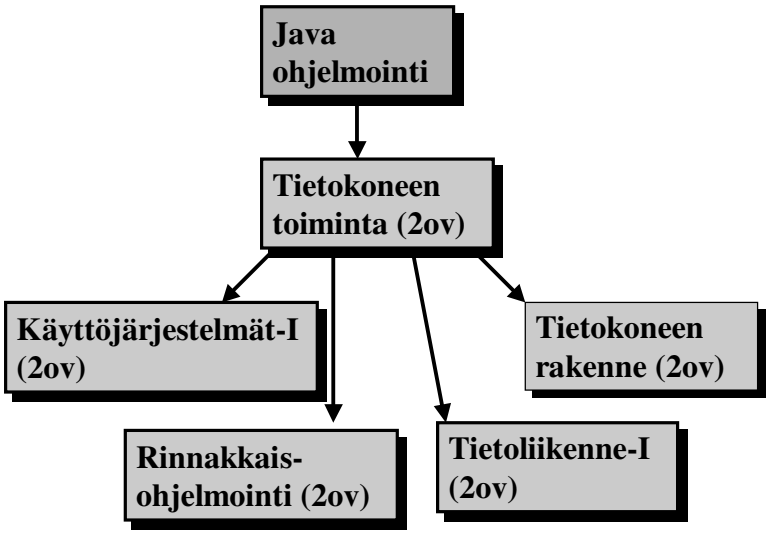
Mitä hyötyä tästä on? (3)

- 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

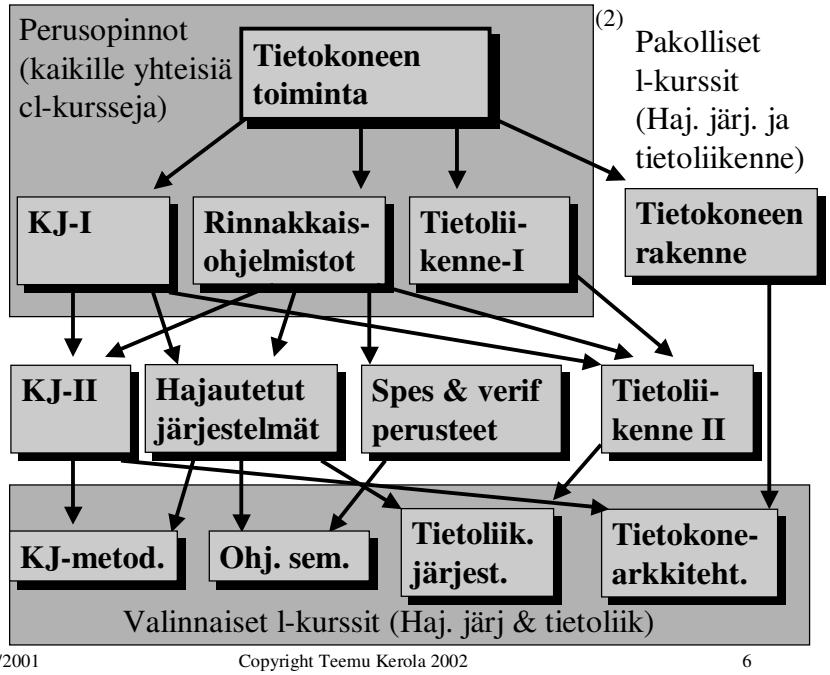
Miksi Java ohjelma (byte koodi) kannattaisi kääntää?
Mitä Java ohjelmien kääntäminen tarkoittaa?
Mitä Java ohjelmien suorittaminen tarkoittaa?
Mitä C ohjelmien suorittaminen tarkoittaa?

 Copyright Teemu Kerola 2002

Kurssien välisiä riippuvuuksia



12/12/2001 Copyright Teemu Kerola 2002 5



12/12/2001 Copyright Teemu Kerola 2002 6

TiTo (2ov), suoritusmuodot (2)

- Luentokurssi
  - 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

Tämä kurssi

12/12/2001 Copyright Teemu Kerola 2002 7

Tavanomaisen luentokurssin suoritus (6)

- Luennot — 4t / vk
  - luentokalvot verkossa, kopioi etukäteen
  - opi perusasiat kunnolla luennolla
- Lue kirjasta samat asiat
  - vähän eri tavalla esitettynä
- Tee laskuharjoitukset

6t / vk ?

- Osallistu laskuharjoituksiin — 2t / vk
- Lue ja harjoittele itsenäisesti — 8t ?
- Osallistu kurssikokeeseen

12/12/2001 Copyright Teemu Kerola 2002 8

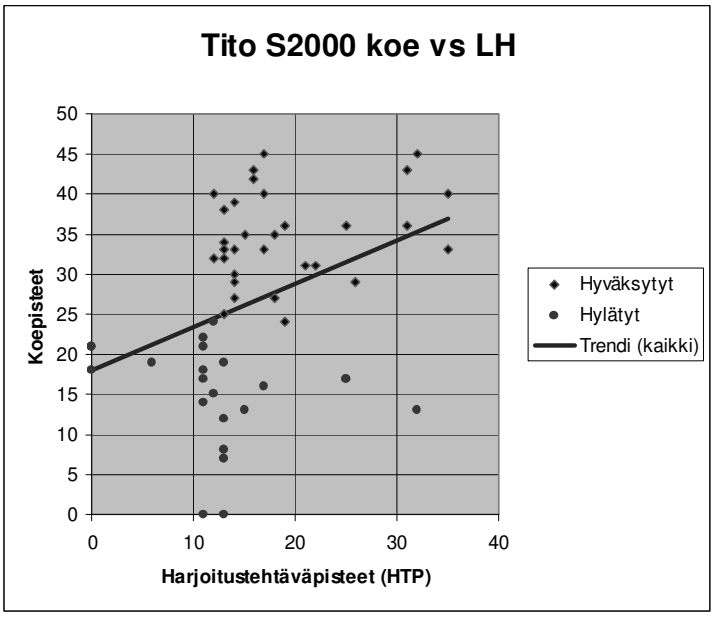
Tämän tiivistetyn (2x) luentokurssin suoritus

- Luennot — 8t / vk
  - luentokalvot verkossa, kopioi etukäteen
  - opi perusasiat kunnolla luennolla
- Lue kirjasta samat asiat
  - vähän eri tavalla esitettynä
- ~~Tee laskuharjoitukset~~

} 4-12t / vk ?

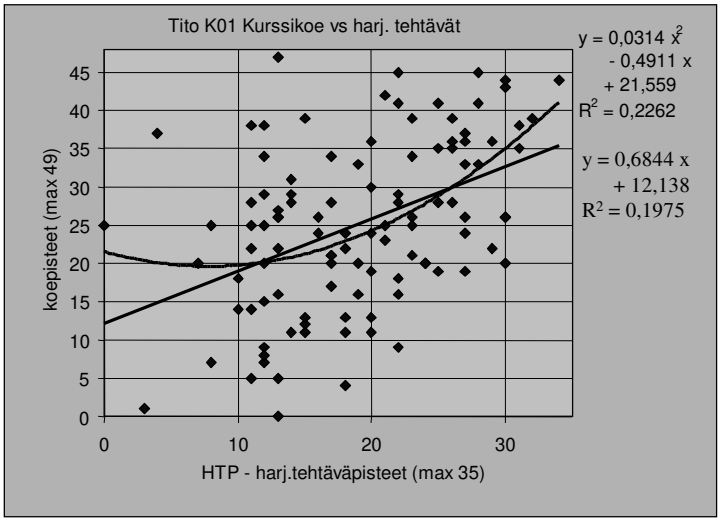
- Osallistu (lasku)harjoituksiin — 4t / vk
- Lue ja harjoittele itsenäisesti — 8-32t ?
- Osallistu kurssikuulusteluun

12/12/2001 Copyright Teemu Kerola 2002 9



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

 Copyright Teemu Kerola 2002

Motto (2)

- "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 6t omaa opiskelua per viikko

tavallinen luentokurssi

  - yht. n. 12t/viikko
    + kokeeseen valmistautuminen + koe
  - yht. n. 80t / kurssi eli 2 työviikkoa

 Copyright Teemu Kerola 2002

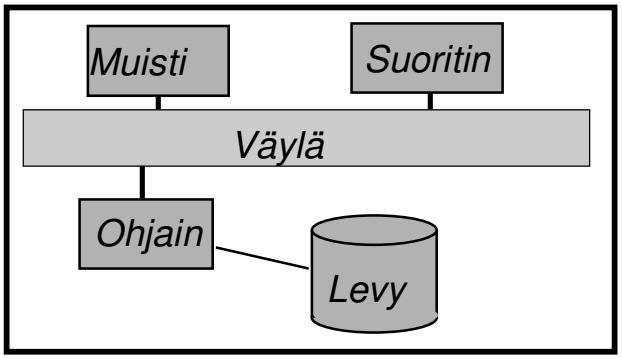
Motto

- "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
  12t omaa opiskelua per viikko
  - yht. n. 24t/viikko, 3 viikkoa
    + kokeeseen valmistautuminen + koe
  - yht. n. 80t / kurssi eli 2 työviikkoa

tämä luentokurssi

WWW Informaatio (6)

- 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.tktl.tito*



TiTo: Mitä systeemissä tapahtuu?

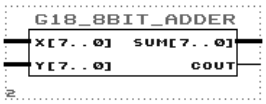
TiKRa: Miten CPU ja muisti on toteutettu?
Miten kellopulssi saa käskyt suoritetuksi?

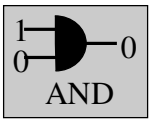
Suorittimen toteutushierarkia (7)

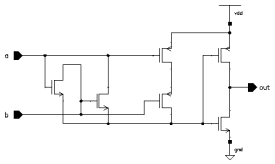
- Konekieliarkkitehtuuri
  - ADD R1, R2
- Moduulit
  - adder, register, ALU
- Loogiset portit
  - and, or
- Piirisuunnittelu
  - virrankulutus, ajoitus, piuhojen sijoitus
- Toteutuslaitteisto
  - elektroniputki, transistori, mikropiiri

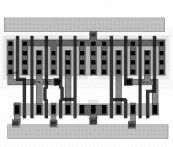
TiTo

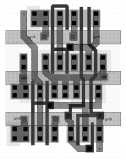
TikRa

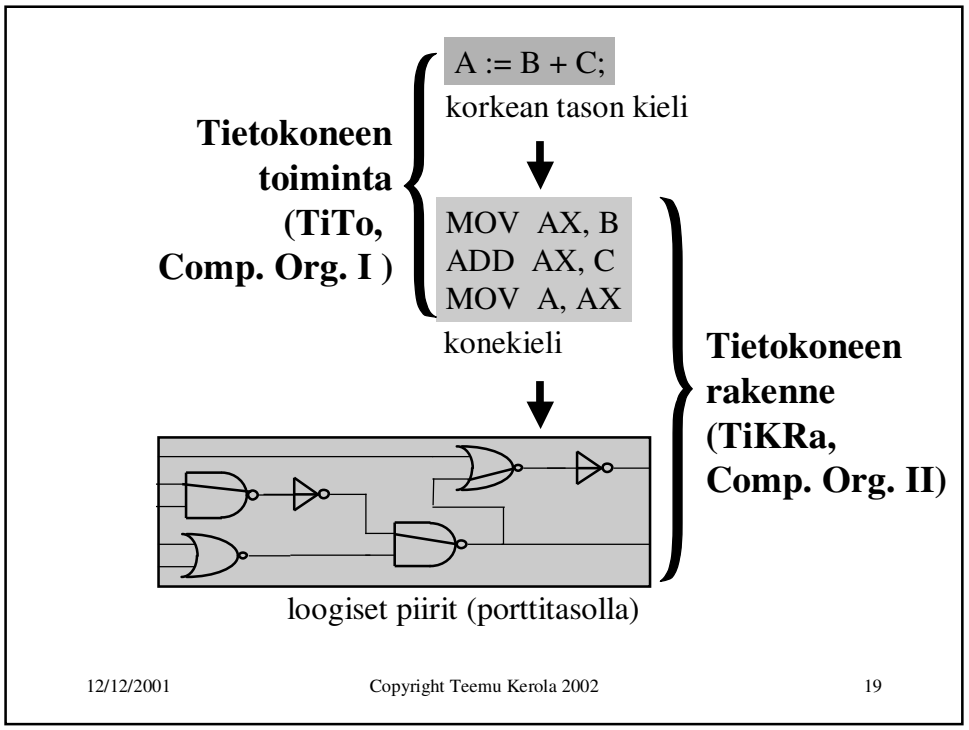


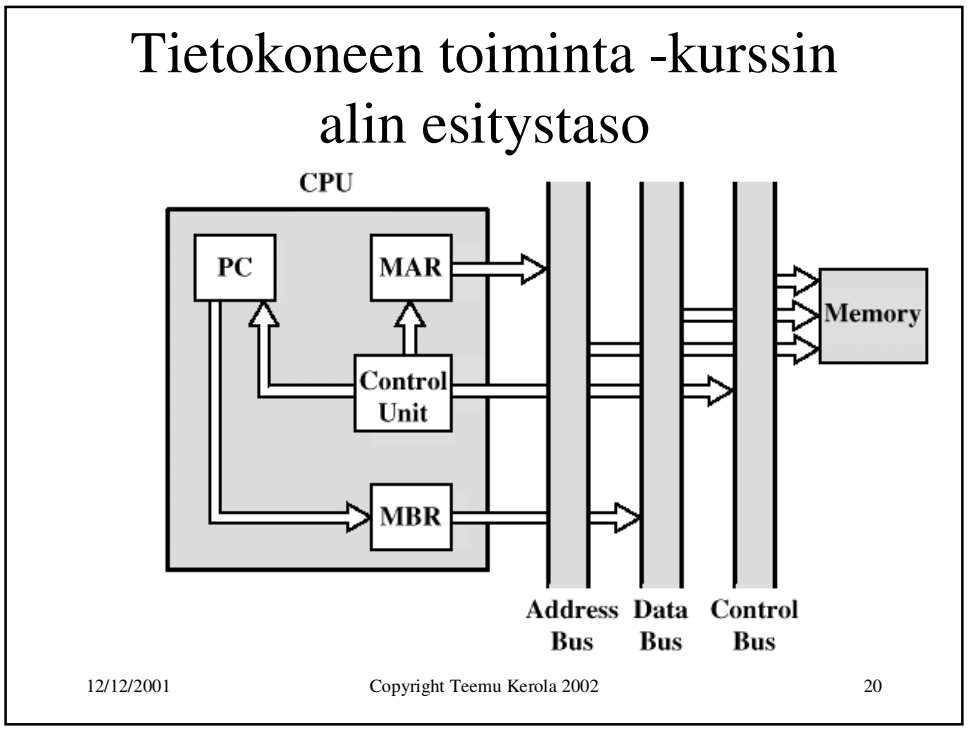




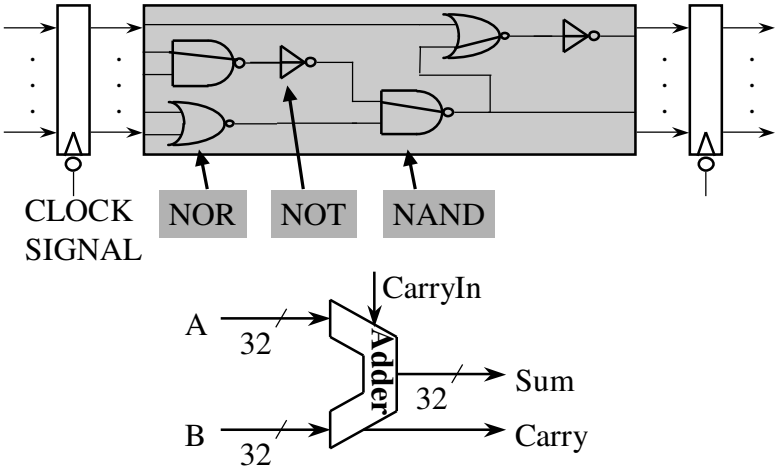





A := B + C;
korkean tason kieli
Tietokoneen toiminta (TiTo, Comp. Org. I)
MOV AX, B
ADD AX, C
MOV A, AX
konekieli
Tietokoneen rakenne (TiKRa, Comp. Org. II)
loogiset piirit (porttitasolla)
12/12/2001
Copyright Teemu Kerola 2002
19


Tietokoneen toiminta -kurssin alin esitystaso
CPU
PC
MAR
Control Unit
MBR
Memory
Address Bus
Data Bus
Control Bus
12/12/2001
Copyright Teemu Kerola 2002
20

Tietokoneen rakenne -kurssin alin esitystaso



12/12/2001 Copyright Teemu Kerola 2002 21

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

12/12/2001 Copyright Teemu Kerola 2002 22

 Copyright Teemu Kerola 2002

Luento 1
Tietokonejärjestelmän rakenne

Järjestelmän eri tasot

Laitteiston nopeus

 Copyright Teemu Kerola 2002

Tietokone-järjestelmä

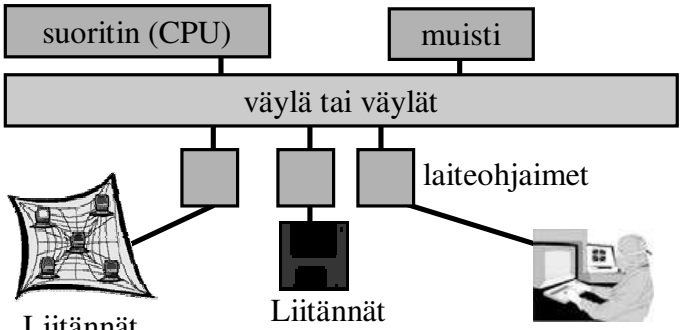
Käyttäjä

Tietokonelaitteisto

Oheislaitteet (peripheral or I/O devices)

Tietokone (computer)

Tietokone (3)



Liitännät muiden koneiden kanssa

Ethernet, modem, ...

Liitännät laitteiden kanssa

DVD, CD, disk, diskette, printer, ...

Liitännät ihmisten kanssa

Mouse, joystick, monitor, game pad, ...

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 kehotteen jälkeen
    - sijoita CD-levy CD-asemaan

12/12/2001 Copyright Teemu Kerola 2002 27

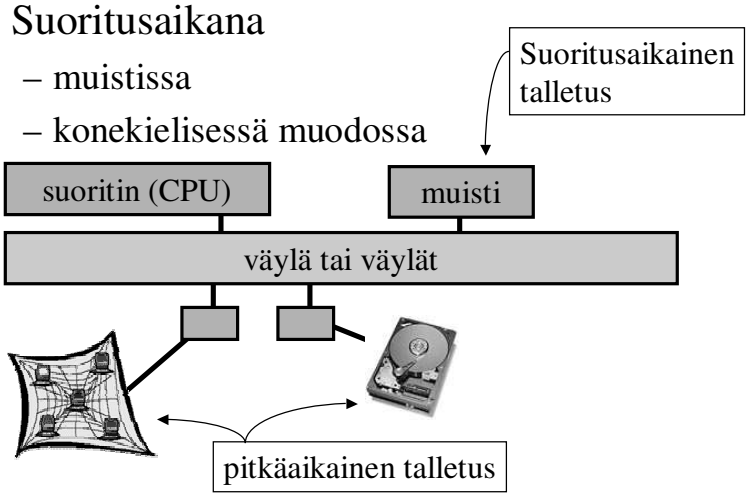
Tietokoneohjelman sijainti ja esitysmuoto (jatkuu) (4)

- 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, ...

12/12/2001 Copyright Teemu Kerola 2002 28

Tietokoneohjelman sijainti ja esitysmuoto (jatkuu) (1)

- Suoritusaikana
  - muistissa
  - konekielisessä muodossa



12/12/2001 Copyright Teemu Kerola 2002 29

Konekieli (3)

- 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 konekieleen
  - usein mielletään (vähän väärin, muttei paljon):

symbolinen konekieli ≈ konekieli

129543876		LOAD	R2, Summa	% R2 ← Mem(Summa)
439874387	≈	ADD	R2, =5	% R2 ← R2 + 5
544399765		JUMP	Loop	% PC ← Loop

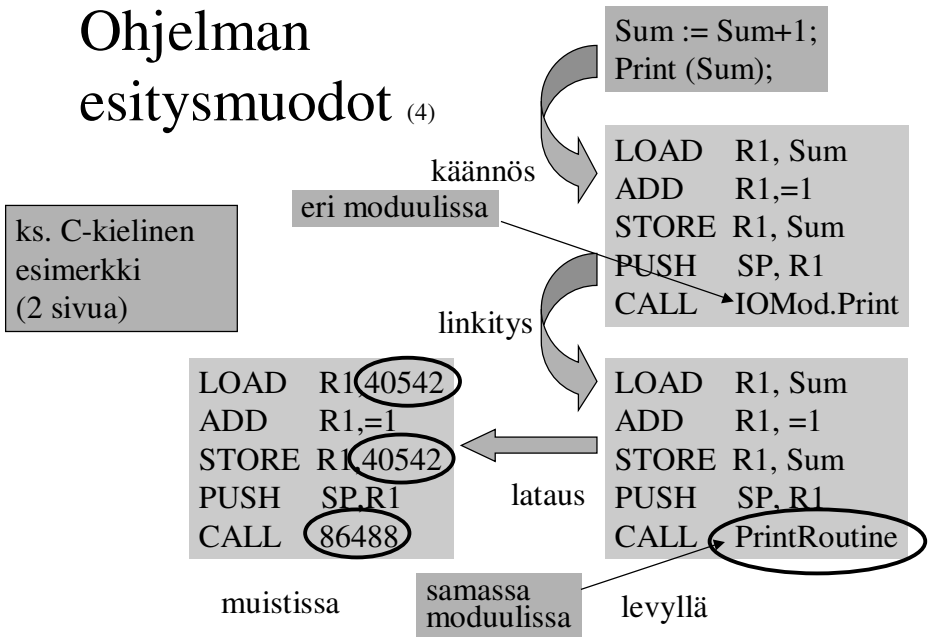
Ohjelma vs. konekieli

- Ongelma:

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

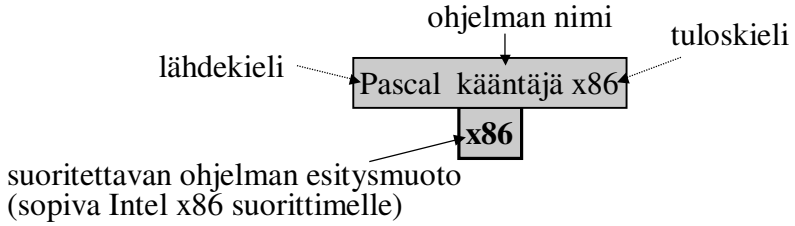
- Ratkaisu: esitysmuodon muunnokset
  - käännös — ohjelmointikieli → konekieli
  - linkitys — paketoidaan kirjasto-ohjelmat mukaan
  - lataus — sijoitetaan ohjelma muistiin suoritettavaksi

Ohjelman esitysmuodot (4)



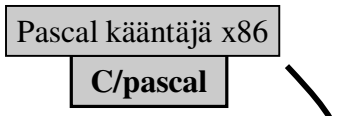
Kääntäjä esimerkki (4)

- 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



Kääntäjä esimerkki (jatkuu) (2)

- Pascal-kääntäjä on ohjelma, joka on alkuaan kirjoitettu jollain ohjelmointikielellä
  - C-kielellä?
  - Pascal-kielellä?

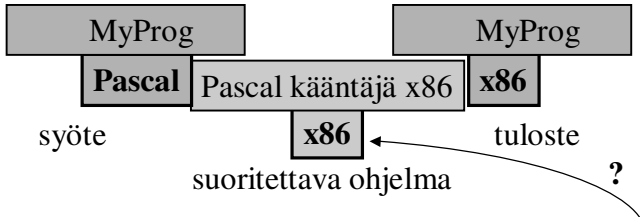


- Ennen suoritusta myös Pascal-kääntäjä täytyy olla käännettynä laitteiston konekielelle
  - Intel x86, PA-RISC, ...

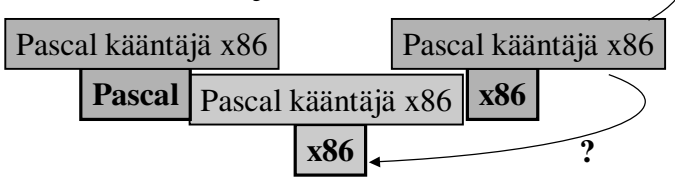
12/12/2001 Copyright Teemu Kerola 2002 35

Kääntäjä esimerkki (jatkuu) (5)

- Käännä ohjelma MyProg Pascalista konekielelle?

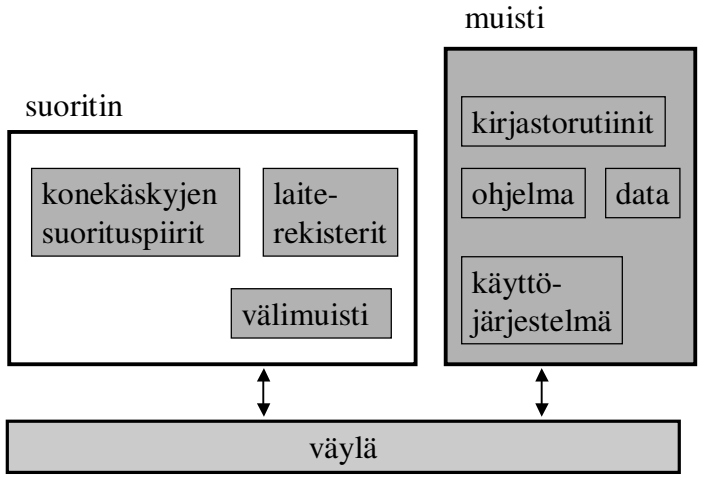


- Käännä Pascal kääntäjä Pascalista konekielelle?



12/12/2001 Copyright Teemu Kerola 2002 36

Suorittimen ja muistin sisältö



 Copyright Teemu Kerola 2002

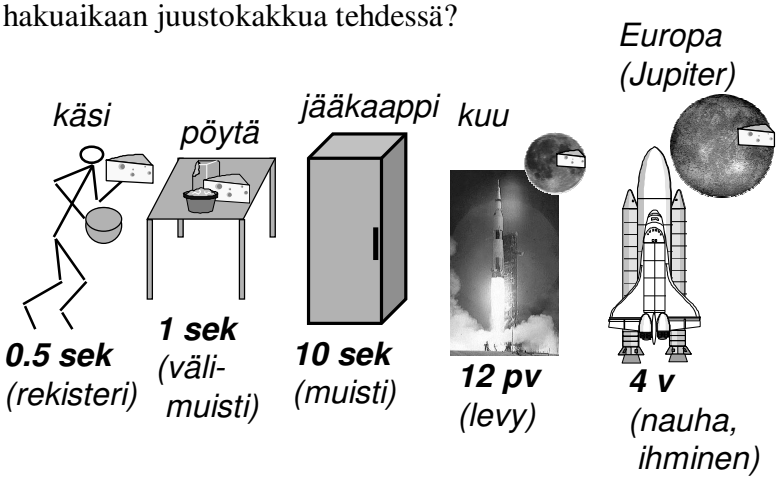
Laitteiston nopeus (7)

- 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

 Copyright Teemu Kerola 2002

Teemun juustokakku (5)

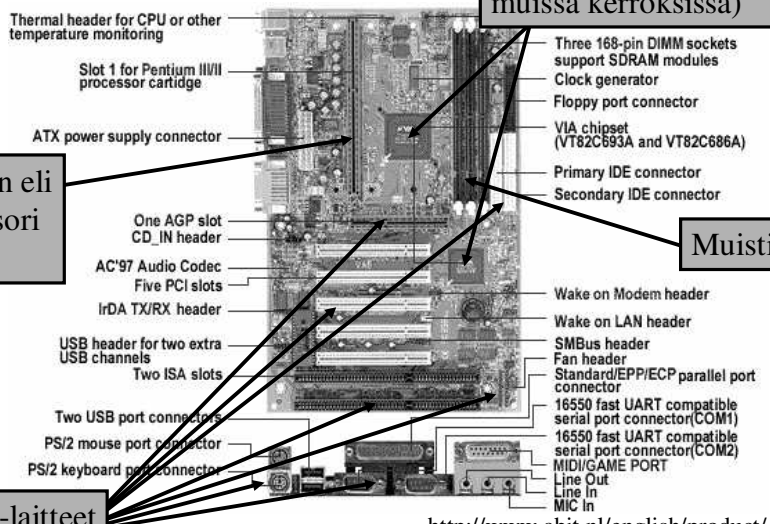
Rekisterien, välimuistin, muistin, levymuistin ja magneettinauhan nopeudet suhteutettuna juuston hakuaikaan juustokakkua tehdessä?



-- Luennon 1 loppu --

Väyläkontrolli (chip set), piuhat piilossa muissa kerroksissa)

VA6 - PC133 ATX Mainboard



Suoritin eli prosessori (CPU)

Muisti

I/O-laitteet

http://www.abit.nl/english/product/