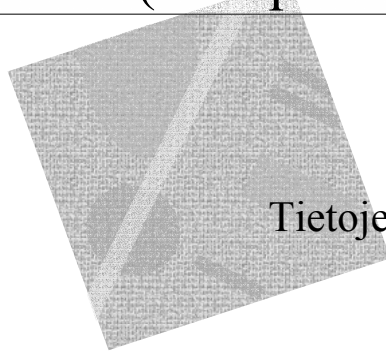


581305-6

Tietokoneen toiminta (Computer Organization I)



Liisa Marttinen
Helsingin yliopisto
Tietojenkäsittelytieteen laitos

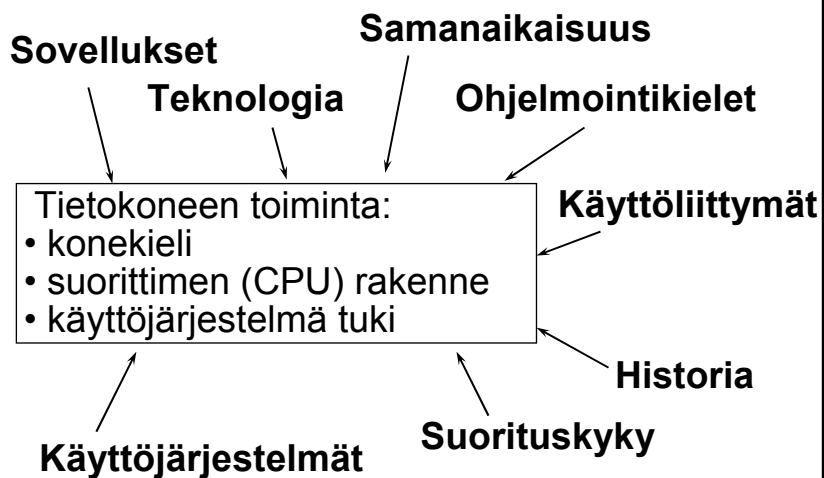
Kevät 2004

10/05/2004

Copyright Teemu Kerola 2003

1

Aihepiiri



10/05/2004

Copyright Teemu Kerola 2003

2

Tavoitteet ⁽⁴⁾

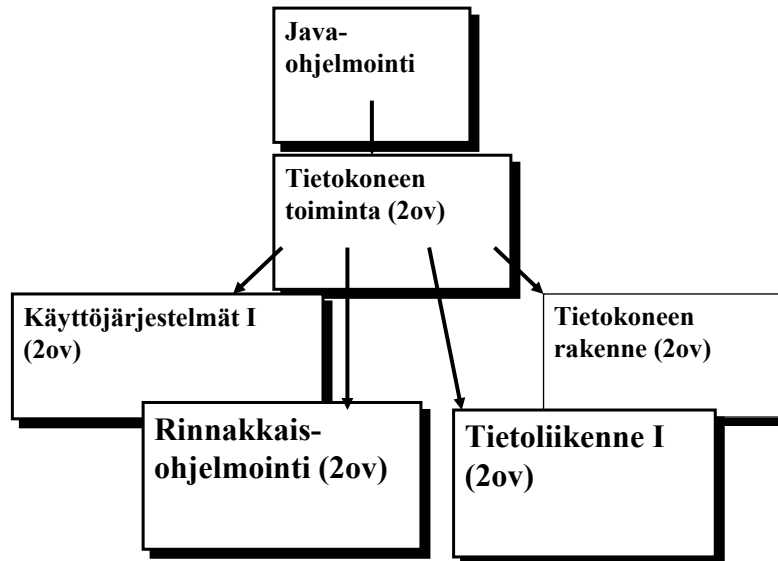
- Ymmärtää tietokonejärjestelmän keskeiset piirteet sillä suoritettavan ohjelman näkökulmasta
- Miten tietokonejärjestelmä suorittaa sille annettua ohjelmaa?
- Miten/minne ohjelmakoodi ja data on talletettu laitteistossa?
- Minkälaista koodia suoritin ymmärtää?
- Mikä on käyttöjärjestelmän rooli?

Mitä hyötyä tästä on? ⁽⁴⁾

- Ohjelman suoritussnopeus perustuu suorittimen (CPU) suorittamiin konekäskyihin eikä ohjelman korkean tason kielen (C, Pascal, Java) esitysmuotoon
- Ylemmän tason asioiden ymmärtäminen on helpompaa/mahdollista, kun ymmärtää alemman tason asiat (ohjelman suoritus konekielen tasolla)

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



10/05/2004

Copyright Teemu Kerola 2003

5

Tito-kurssin (2ov), suoritus

- **Luentokurssi**
 - luennot, luentokalvot
 - luentomoniste
 - Häkkinen: Tietokoneen toiminta, opetusmoniste D390, HY/TKTL 1998
 - harjoitukset
 - koe 16.6. klo 17-21
 - uusintakuulustelut: la 4.9. klo 9-13, la 2.10. klo 9-13
 - Muu kirjallisuus:
 - Tanenbaum: Structured Computer Organisation, 4th ed. 1999
 - Stallings: Computer Organisation and Architecture, 6th ed. 2003 (5th ed. 1999 OK!)

10/05/2004

Copyright Teemu Kerola 2003

6

Luentokurssin suoritus

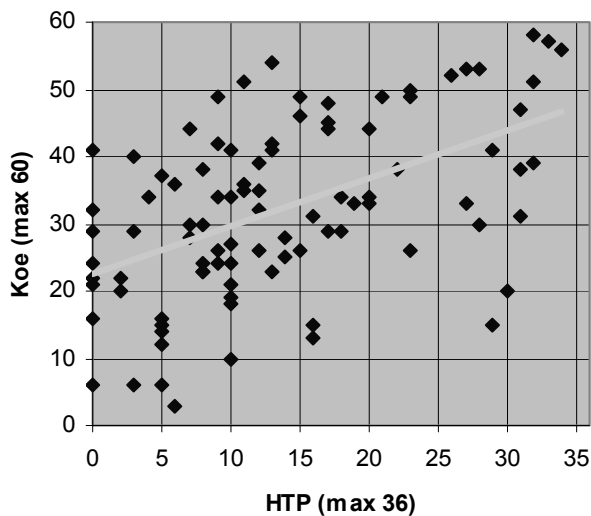
- Luennot $6 \text{ t} / \text{vk} \times 4 \text{ vk} = 24 \text{ t}$
 - luentokalvot verkossa, kopioi etukäteen
 - opi perusasiat kunnolla luennolla
 - Lue monisteesta/kirjasta samat asiat
 - vähän eri tavalla esitettyinä $2 \text{ t} / \text{vk} ?$
 - Tee harjoitukset $2 \text{ t} / \text{vk} ?$
 - Osallistu harjoitukseen $2 \text{ t} / \text{vk} ?$
 - Lue ja harjoittele itsenäisesti
 - Osallistu kokeeseen
- $6 \text{ t} / \text{vk} \times 6 \text{ vk} = 36 \text{ t}$
- $20 \text{ t} = x \text{ t} / \text{vk}$
esim.
 $2+8+10 \text{ t} / \text{vk}$

10/05/2004

Copyright Teemu Kerola 2003

7

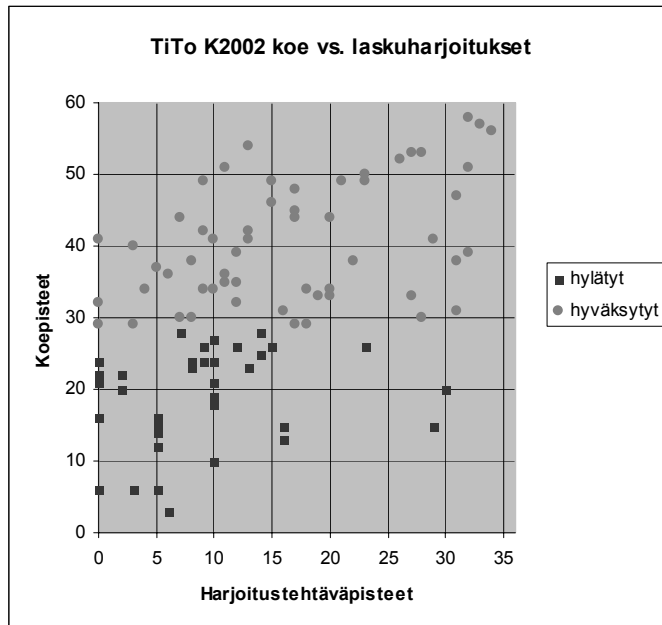
TITO K2002 koe vs. laskuharjoitukset



10/05/2004

Copyright Teemu Kerola 2003

8



10/05/2004

Copyright Teemu Kerola 2003

9

Oppimateriaali

- Kurssimoniste:
 - Auvo Häkkinen, Tietokoneen toiminta, opetusmoniste D390, TKTL, 30.1.1998 (pääpiirteissään luvut 1-8.2, 10)
 - painos vuoden 1998 jälkeen (Java)
- Luentokalvot
 - kopiot verkossa
- Harjoitukset
 - tehtävät verkossa; ratkaisut harjoituksissa
 - KOKSI-simulaattori & -dokumentit
- Kirjat: Stallings ja Tanenbaum (eivät ole välttämättömiä)

10/05/2004

Copyright Teemu Kerola 2003

10

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

Tanenbaum

Stallings

10/05/2004

Copyright Teemu Kerola 2003

11

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!
- 24 t luentoja, 12t laskareita ja noin 44 omaa opiskelua => 80 t kuuden (5 ja 1/2) viikon aikana.
 - 12 t + 12 t + 12 t + 14 t + 14 t + 10 t

10/05/2004

Copyright Teemu Kerola 2003

12

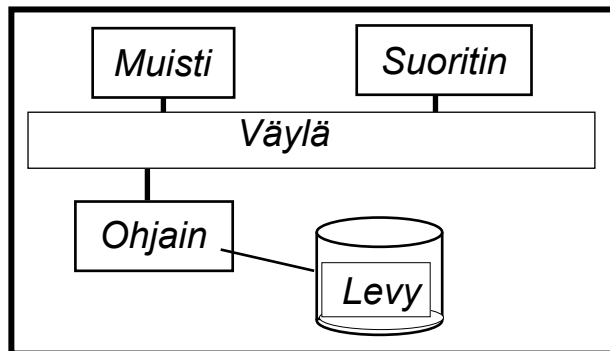
WWW Informaatio ⁽⁶⁾

- Kurssin kotisivu
<http://www.cs.helsinki.fi/u/marttine/tito/avoink04>
- Luennot *.../luennot/*
- Laskuharjoitukset *.../harjoitukset/*
- Vanhat kokeet *.../tito/kokeet/*
- Uutisryhmä *hy.opiskelu.tkl.tito*

10/05/2004

Copyright Teemu Kerola 2003

13



TiTo: Mitä systeemissä tapahtuu?

Miten CPU ja muisti on toteutettu?
Miten kellopulssi saa käskyt suoritetuksi?
Näitä ei käsitellä tällä kurssilla! (TiKRra)

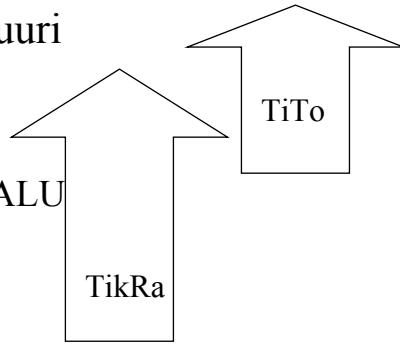
10/05/2004

Copyright Teemu Kerola 2003

14

Suorittimen toteutushierarkia

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



10/05/2004

Copyright Teemu Kerola 2003

15

**Tietokoneen
toiminta
(TiTo,
Comp. Org. I)**

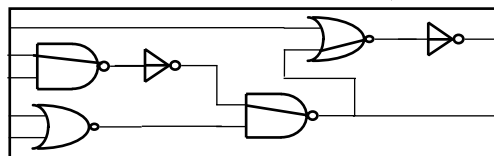
A := B + C;

Korkean tason kieli



MOV AX, B
ADD AX, C
MOV A, AX

Konekieli



Loogiset piirit (portitasolla)

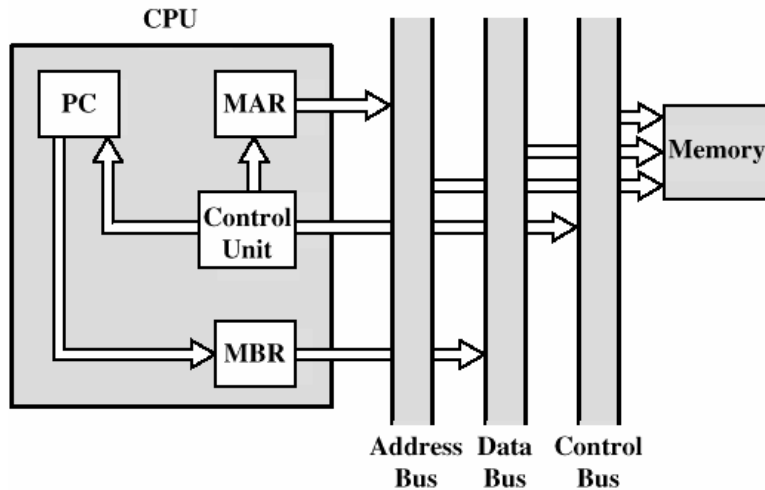
**Tietokoneen
rakenne
(TiKR,
Comp. Org. II)**

10/05/2004

Copyright Teemu Kerola 2003

16

Tietokoneen toiminta -kurssin alin esitystaso



10/05/2004

Copyright Teemu Kerola 2003

17

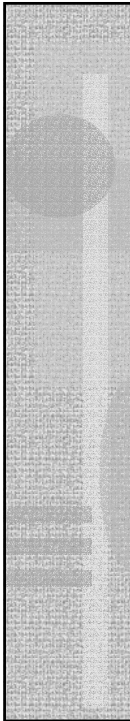
Kurssin sisältö (12)

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

10/05/2004

Copyright Teemu Kerola 2003

18



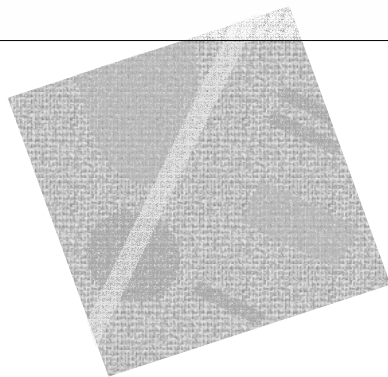
10/05/2004

Copyright Teemu Kerola 2003

19

Jakso 1

Tietokonejärjestelmän rakenne



Järjestelmän eri tasot
Laitteiston nopeus

10/05/2004

Copyright Teemu Kerola 2003

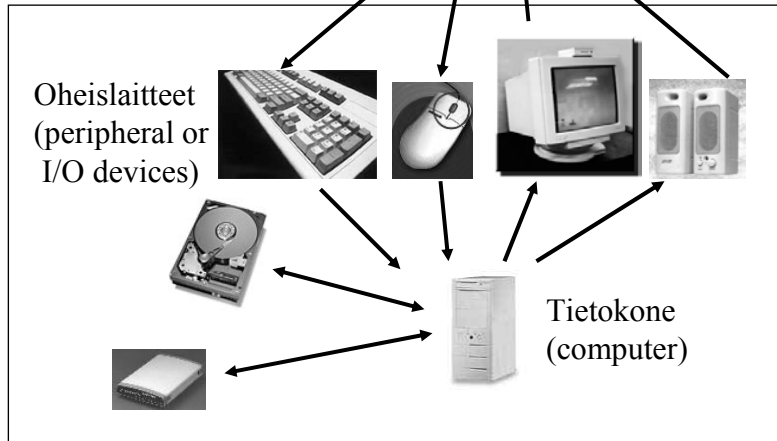
20

Tietokone- järjestelmä

Tietokonelaitteisto



Käyttäjä



10/05/2004

Copyright Teemu Kerola 2003

21

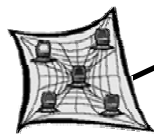
Tietokone (3)

suoritin (CPU) mm

Muisti
mm

väylä tai väylät

laiteohjaimet



Liitännät
muiden
koneiden
kanssa

Ethernet,
modem, ...



Liitännät
laitteiden
kanssa

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



Liitännät
ihmisten kanssa

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

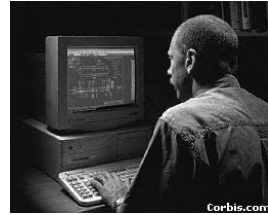
10/05/2004

Copyright Teemu Kerola 2003

22

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
 - sijoittamalla CD-levy CD-asemaan



10/05/2004

Copyright Teemu Kerola 2003

23

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, ...

10/05/2004

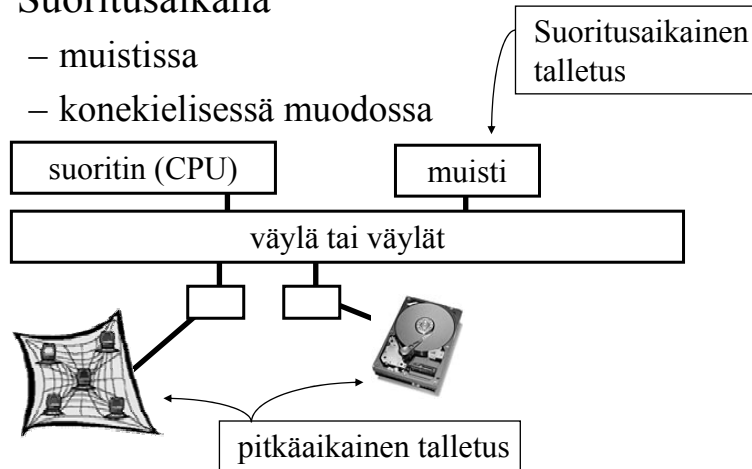
Copyright Teemu Kerola 2003

24

Tietokoneohjelman sijainti ja esitysmuoto (jatkuu) ⁽¹⁾

- Suoritusajana

- muistissa
- konekielisessä muodossa



10/05/2004

Copyright Teemu Kerola 2003

25

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

10/05/2004

Copyright Teemu Kerola 2003

26

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
439874387
544399765

\approx

LOAD R2, Summa ; R2 \leftarrow Mem(Summa)
ADD R2, =5 ; R2 \leftarrow R2 + 5
JUMP Loop ; hyppy osoitteeseen

(koodi)

(; kommentti)

10/05/2004

Copyright Teemu Kerola 2003

27

Ohjelma vs. konekieli

- Ongelma:

Ohjelma on talletettu ohjelmointikiielellä (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

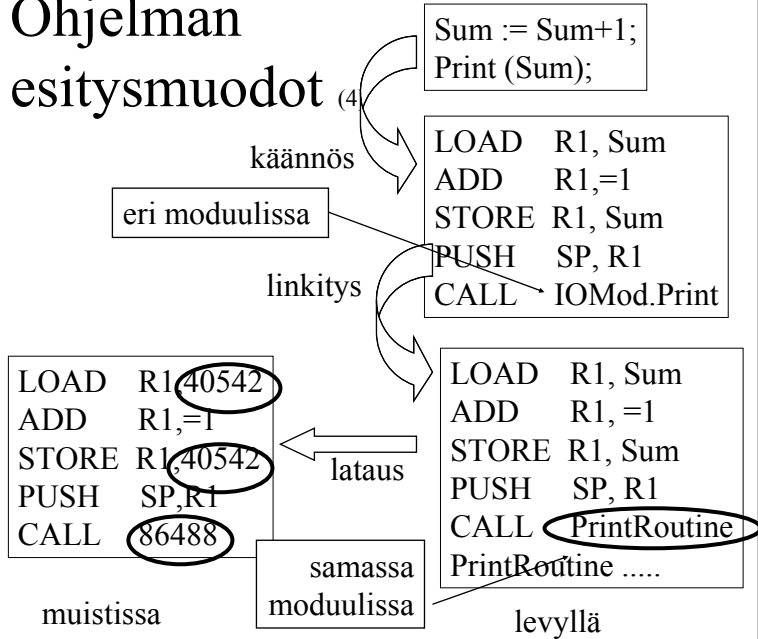
sijoitetaan ohjelma muistiin suoritettavaksi

10/05/2004

Copyright Teemu Kerola 2003

28

Ohjelman esitysmuodot (4)



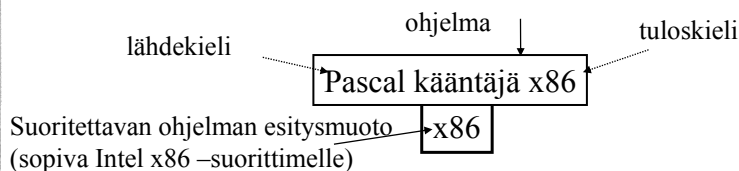
10/05/2004

Copyright Teemu Kerola 2003

29

Kääntäjäesimerkki (4)

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



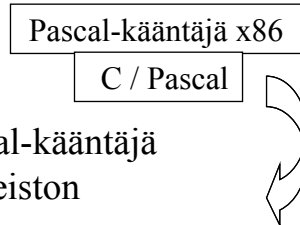
10/05/2004

Copyright Teemu Kerola 2003

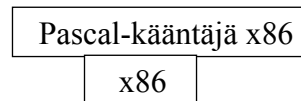
30

Kääntäjä esimerkki (jatkuu)

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

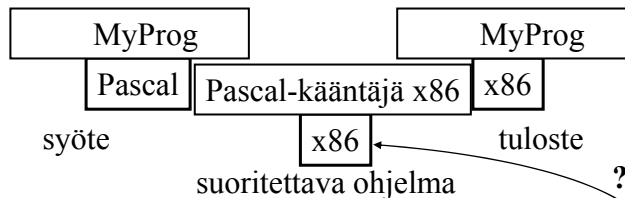


- Ennen suoritusta myös Pascal-kääntäjä täytyy olla käännettynä laitteiston konekielelle
 - Intel x86, PA-RISC, ...

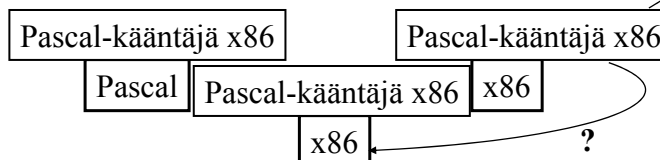


Kääntäjä esimerkki (jatkuu) (5)

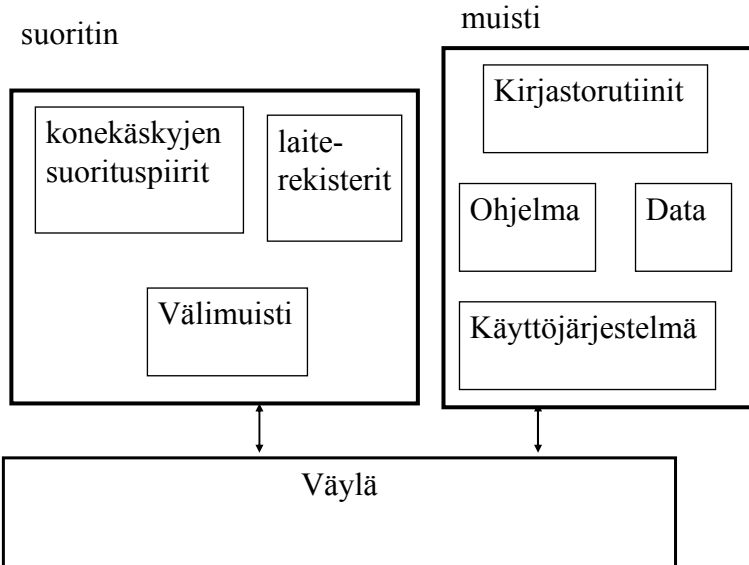
- Käännä ohjelma MyProg Pascalista konekielelle?



- Käännä Pascal-kääntäjä Pascalista konekielelle?



Suorittimen ja muistin sisältö



10/05/2004

Copyright Teemu Kerola 2003

33

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

10/05/2004

Copyright Teemu Kerola 2003

34

Juustokakun tekeminen (5)

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



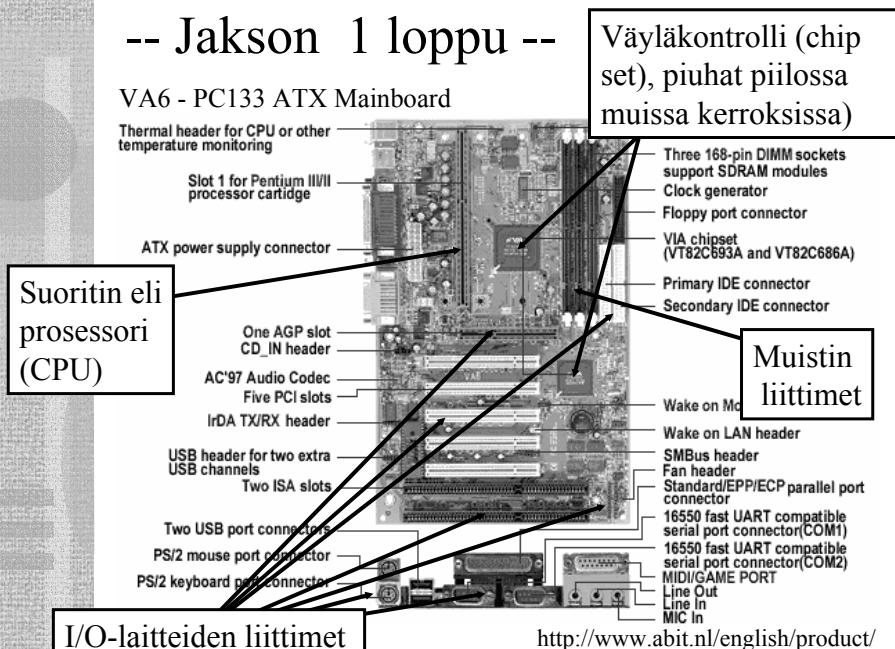
10/05/2004

Copyright Teemu Kerola 2003

35

-- Jakson 1 loppu --

VA6 - PC133 ATX Mainboard



10/05/2004

Copyright Teemu Kerola 2003

36