

581305-6
Tietokoneen toiminta
(Computer Organization I)

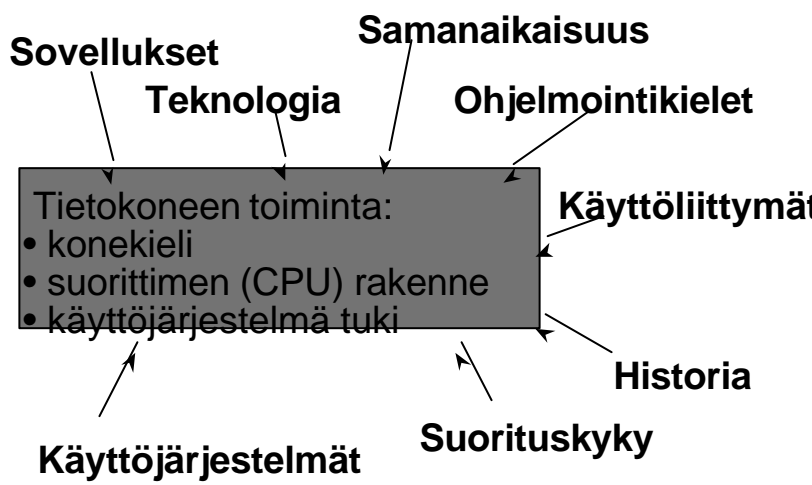


Liisa Marttinen
Helsingin yliopisto
Tietojenkäsittelytieteen laitos

Kevät 2002

14.5.2002 Copyright Teemu Kerola 2002 1

Aihepiiri



Sovellukset **Samanaikaisuus**
Teknologia **Ohjelmointikielet**

Tietokoneen toiminta:
• konekieli
• suorittimen (CPU) rakenne
• käyttöjärjestelmä tuki

Käyttöliittymät
Historia
Suorituskyky
Käyttöjärjestelmät

14.5.2002 Copyright Teemu Kerola 2002 2

Tavoitteet ⁽⁴⁾

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

14.5.2002

Copyright Teemu Kerola 2002

3

Mitä hyötyä tästä on? ⁽⁴⁾

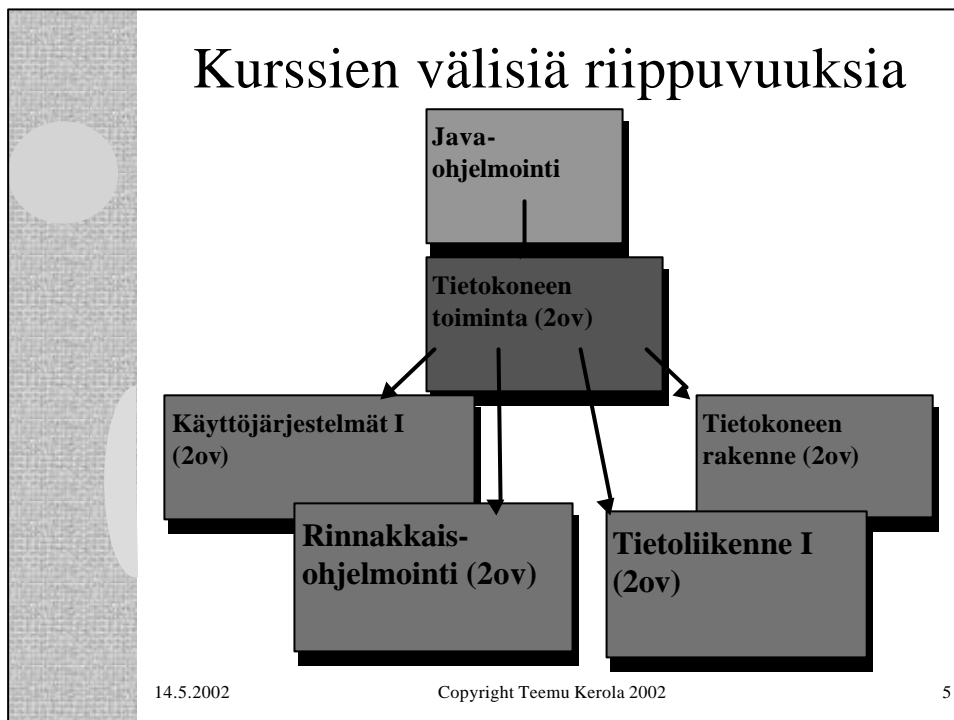
- Ohjelman suoritusnopeus perustuu suorittimen (CPU) suorittamiin konekäskyihin, ei pelkästään ohjelman korkean tason esitysmuotoon
- Ylemmän tason asioiden ymmärtäminen on helpompaa (mahdollista), kun ymmärtää alemman tason asiat

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

14.5.2002

Copyright Teemu Kerola 2002

4



TiTo (2ov), suoritus

- **Luentokurssi**
 - luennot, luentokalvot
 - luentomoniste
 - **Häkkinen: Tietokoneen toiminta, opetusmoniste D390, HY/TKTL 1998**
 - pääpiirteissään luvut 1-8.2, 10
 - harjoitukset
 - koe 19.6. klo 17-21
 - uusintakuulustelut: 7.9., 5.10.
 - Muu kirjallisuus:
 - Tanenbaum: Structured Computer Organisation
 - Stallings: Computer Organisation and Architecture

14.5.2002 Copyright Teemu Kerola 2002 6

Luentokurssin suoritus

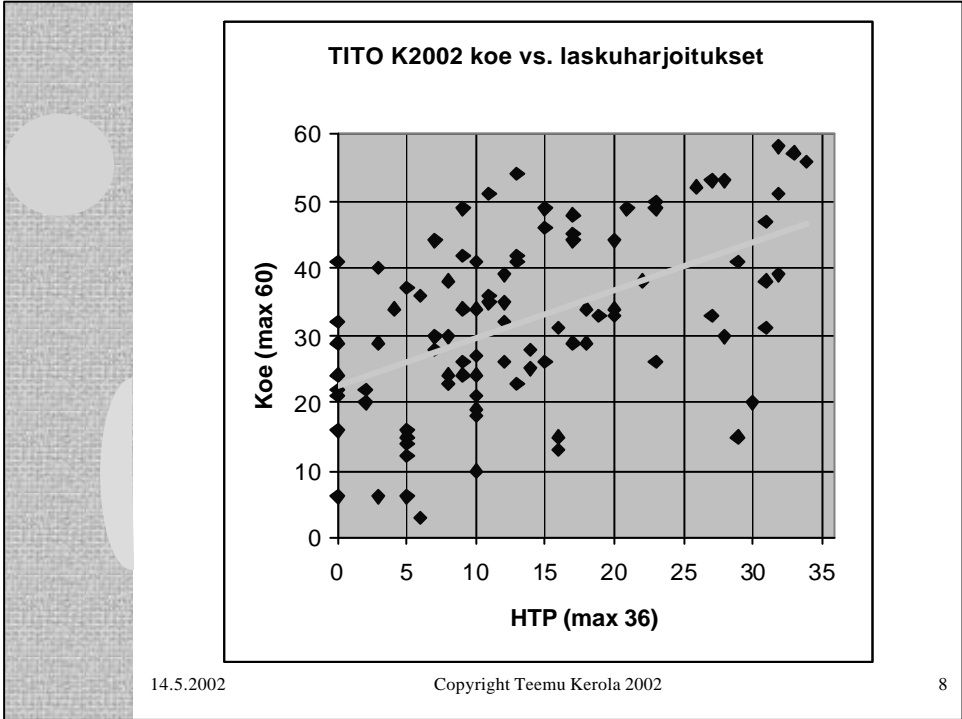
- Luennot 6 t / vk x 4vk = 24 t
 - luentokalvot verkossa, kopioi etukäteen
 - opi perusasiat kunnolla luennolla
- Lue monisteesta/kirjasta samat asiat
 - vähän eri tavalla esitettynä 2 t / vk ?
- Tee harjoitukset 2 t / vk ?
- Osallistu harjoituksiin 2 t / vk ?
- Lue ja harjoittele itsenäisesti
- Osallistu kokeeseen

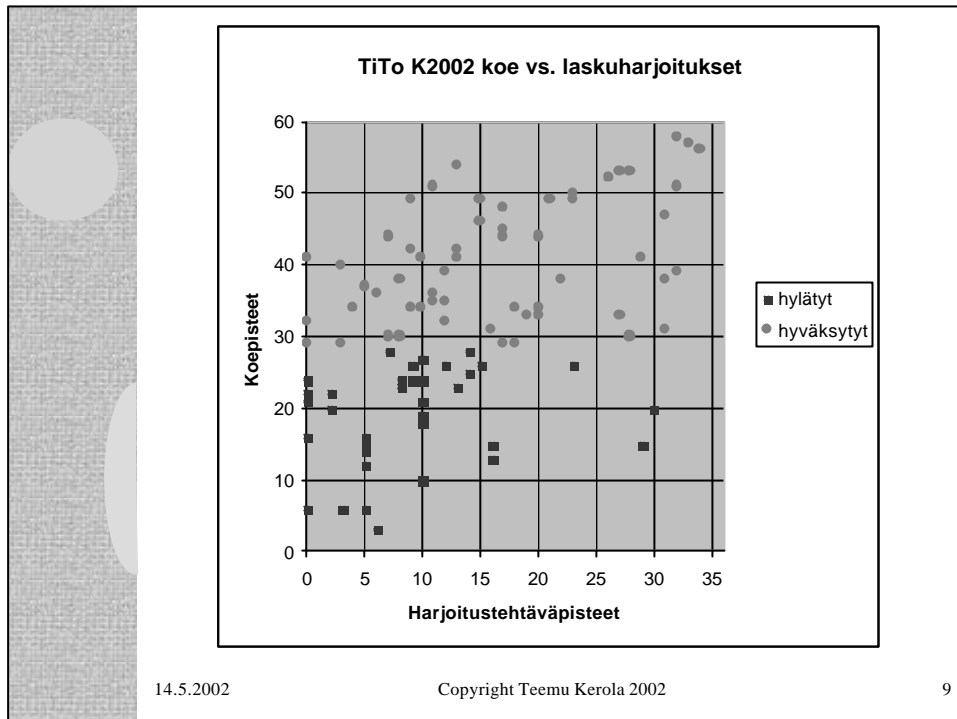
$$\left. \begin{array}{l} 2 t / vk ? \\ 2 t / vk ? \end{array} \right\} \begin{array}{l} 6 t / vk \\ \times 6 vk \\ = 36 t \end{array}$$

$$20 t = x t / vk$$

esim.
2+8+10 t/vk

14.5.2002
Copyright Teemu Kerola 2002
7





Oppimateriaali

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

14.5.2002 Copyright Teemu Kerola 2002 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

Patterson-Hennessy

14.5.2002

Copyright Teemu Kerola 2002

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

14.5.2002

Copyright Teemu Kerola 2002

12

WWW Informaatio ⁽⁶⁾

- Kurssin kotisivu

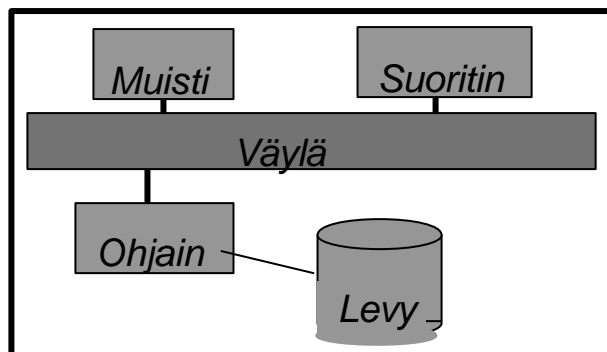
<http://www.cs.helsinki.fi/u/marttine/tito/avoink02>

- Luennot *.../luennot/*
- Laskuharjoitukset *.../harjoitukset/*
- Vanhat kokeet *.../tito/kokeet/*
- Uutisryhmä *hy.opiskelu.tktl.tito*

14.5.2002

Copyright Teemu Kerola 2002

13



TiTo: Mitä systeemissä tapahtuu?

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

14.5.2002

Copyright Teemu Kerola 2002

14

Suorittimen toteutushierarkia

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

14.5.2002 Copyright Teemu Kerola 2002 15

Tietokoneen toiminta (TiTo, Comp. Org. I)

`A := B + C;`
Korkean tason kieli

↓

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

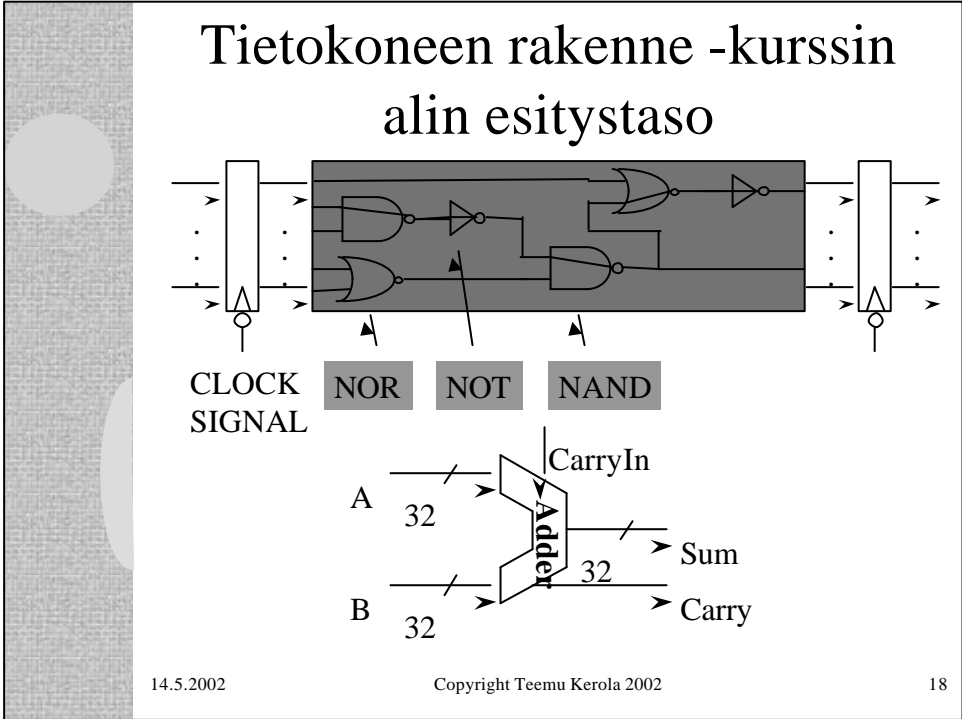
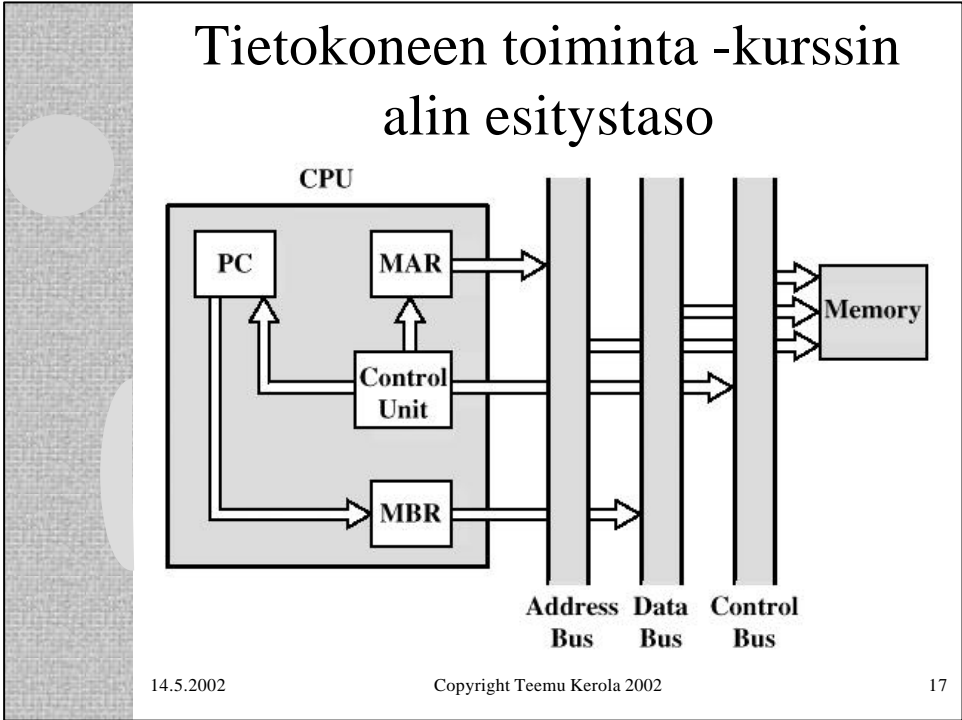
Konekieli

↓

Loogiset piirit (portitasolla)

Tietokoneen rakenne (TiKRa, Comp. Org. II)

14.5.2002 Copyright Teemu Kerola 2002 16



Kurssin sisältö ⁽¹⁰⁾

- Johdanto: tietokonejärjestelmän rakenne 2 t
- TTK-91 -tietokone ja sen KOKSI simulaattori 2 t
- Konekielinen ohjelmointi 2 t
- Aliohjelmien toteutus konekielen tasolla 2 t
- Suoritin (CPU) ja väylä 2 t
- Tiedon esitysmuodot 2 t
- Tiedon muuttumattomuus, järj. sis. muisti 2 t
- Ohjelman toteutus järjestelmässä 2 t
- Järjestelmän ulkoinen muisti, I/O, levy 2 t
- Käännös, linkitys ja lataus 2 t
- Tulkinta ja emulointi (Java-ohjelmien suoritus) 2 t
- Yhteenveto 2 t

14.5.2002

Copyright Teemu Kerola 2002

19


14.5.2002

Copyright Teemu Kerola 2002

20

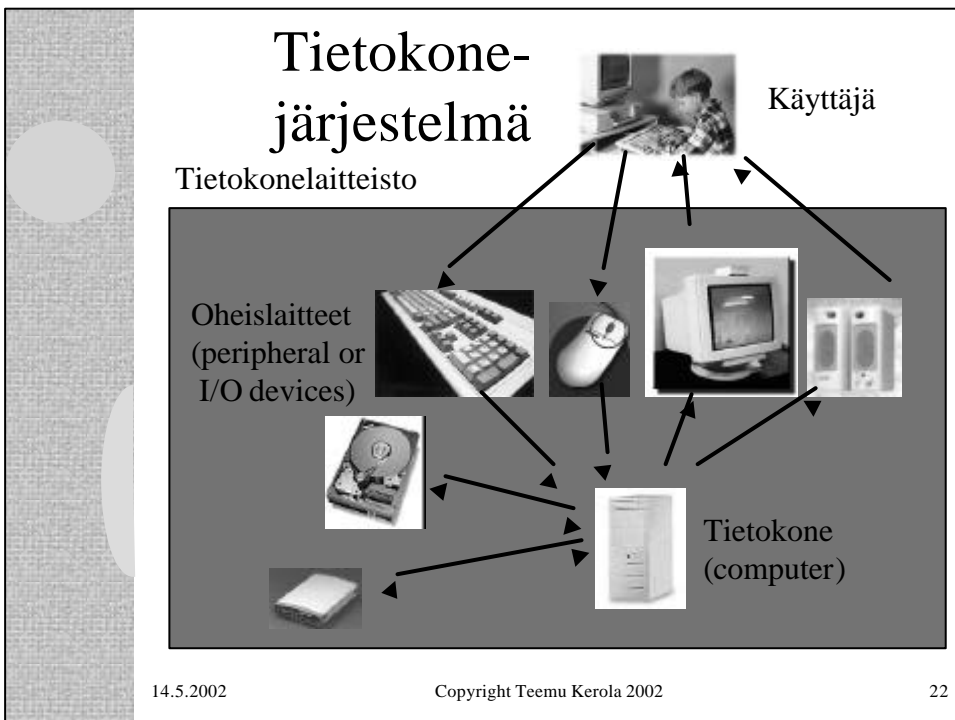
Jakso 1

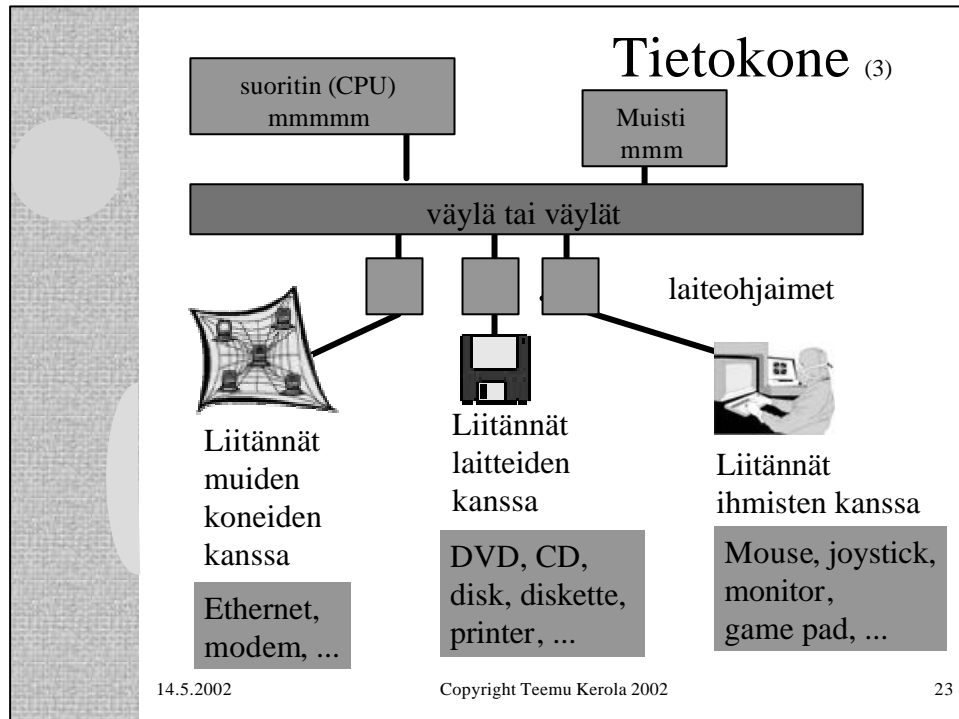
Tietokonejärjestelmän rakenne



Järjestelmän eri tasot
Laitteiston nopeus

14.5.2002 Copyright Teemu Kerola 2002 21





Tietokoneohjelman sijainti ja esitysmuoto (4)

- Käyttäjän kannalta
 - jossain tietokonelaitteistossa
 - jossain muodossa
 - helppo suorittaa
 - napauttaa ikonia hiirellä
 - antaa ohjelman nimi ja parametrit tekstuaaliselle käyttöliittymälle
 - DOS tai UNIX kehoitteen jälkeen
 - sijoittamalla 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, ...

14.5.2002 Copyright Teemu Kerola 2002 25

Tietokoneohjelman sijainti ja esitysmuoto (jatkuu) ⁽¹⁾

- Suoritusaikana
 - muistissa
 - konekielisessä muodossa

The diagram illustrates the flow of data between different components of a computer system. At the top, a box labeled 'suoritin (CPU)' is connected to a box labeled 'muisti' (memory). Below these is a horizontal bar representing the 'väylä tai väylät' (bus or buses). From the bus, two lines lead to a network icon on the left and a hard drive icon on the right. A box labeled 'pitkäaikainen talletus' (long-term storage) is positioned below the hard drive icon, with an arrow pointing from the hard drive to it. Another box labeled 'Suoritusaikainen talletus' (execution-time storage) is positioned above the 'muisti' box, with an arrow pointing from the bus to it.

14.5.2002 Copyright Teemu Kerola 2002 26

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

14.5.2002

Copyright Teemu Kerola 2002

27

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	\approx	ADD	R2, =5	%	R2	$+$ 5
544399765	JUMP	Loop	%	hyppy osoitteeseen		

14.5.2002

Copyright Teemu Kerola 2002

28

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

14.5.2002 Copyright Teemu Kerola 2002 29

Ohjelman esitysmuodot

muistissa

```
LOAD R1, 40542
ADD R1, =1
STORE R1, 40542
PUSH SP, R1
CALL 86488
```

levyllä

```
Sum := Sum+1;
Print (Sum);

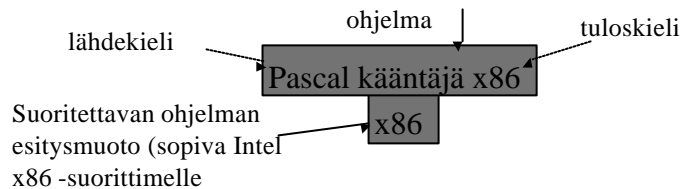
LOAD R1, Sum
ADD R1, =1
STORE R1, Sum
PUSH SP, R1
CALL IOMod.Print

LOAD R1, Sum
ADD R1, =1
STORE R1, Sum
PUSH SP, R1
CALL PrintRoutine
```

14.5.2002 Copyright Teemu Kerola 2002 30

Kääntäjä esimerkki ⁽⁴⁾

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



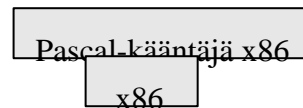
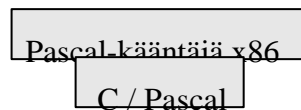
14.5.2002

Copyright Teemu Kerola 2002

31

Kääntäjä esimerkki (jatkuu)

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



14.5.2002

Copyright Teemu Kerola 2002

32

Kääntäjä esimerkki (jatkuu) ⁽⁵⁾

- Käännä ohjelma MyProg Pascalista konekielelle?

- Käännä Pascal kääntäjä Pascalista konekielelle?

14.5.2002
Copyright Teemu Kerola 2002
33

Suorittimen ja muistin sisältö

suoritin

konekäskyjen suorituspiirit

laite-rekisterit

Välimuisti

muisti

Kirjastorutiinit

Ohjelma

Data

Käyttöjärjestelmä

Väylä

↑

↓

14.5.2002
Copyright Teemu Kerola 2002
34

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

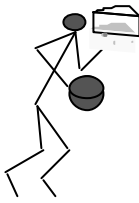



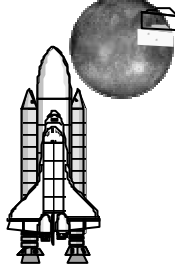
14.5.2002

Copyright Teemu Kerola 2002

35

Juustokakun tekeminen (5)

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

<i>käsi</i>	<i>pöytä</i>	<i>jääkaappi</i>	<i>kuu</i>	<i>Europa (Jupiter)</i>
				
0.5 sek (rekisteri)	1 sek (väli- muisti)	10 sek (muisti)	12 pv (levy)	4 v (nauha, ihminen)

14.5.2002

Copyright Teemu Kerola 2002

36

