

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

Aihepiiri

12/12/2001 Copyright Teemu Kerola 2002 2

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? ⁽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?

12/12/2001 Copyright Teemu Kerola 2002 4

Kurssien välisiä riippuvuuksia

12/12/2001 Copyright Teemu Kerola 2002 5

Perusopinnot (kaikille yhteisiä cl-kursseja)

(2) Pakolliset I-kurssit (Haj. järj. ja tietoliikenne)

12/12/2001 Copyright Teemu Kerola 2002 6

TiTo (2ov), suoritusmuodot ⁽²⁾

- 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 ⁽⁶⁾

- Luennot 4t / vk
 - luentokalvot verkossa, kopioi etukäteen
 - opi perusasiat kunnolla luennolla
- Lue kirjasta samat asiat } 6t / vk ?
 - vähän eri tavalla esitettyinä
- 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

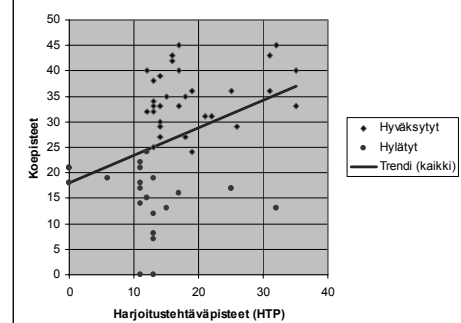
- Luennot 8t / vk
 - luentokalvot verkossa, kopioi etukäteen
 - opi perusasiat kunnolla luennolla
- Lue kirjasta samat asiat } 4-12t / vk ?
 - vähän eri tavalla esitettyinä
- Tee laskuharjoitukset
- Osallistu (lasku)harjoituksiin 4t / vk
- Lue ja harjoittele itsenäisesti 8-32t ?
- Osallistu kurssikuulusteluun

12/12/2001

Copyright Teemu Kerola 2002

9

Tito S2000 koe vs LH

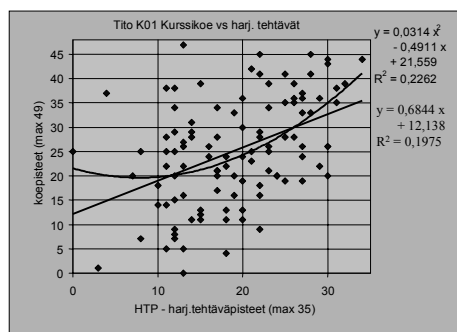


12/12/2001

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 ⁽²⁾

- “Kunto ei nouse, jos ei tule hiki”
 (“It is not good exercise,
 if you do not sweat”)
 –Ei tämä silti mikään maratoni ole!

tavallinen
luentokurssi

- 4t luentoja, 2t laskareita ja 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!

tämä
luentokurssi

- 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

12/12/2001

Copyright Teemu Kerola 2002

15

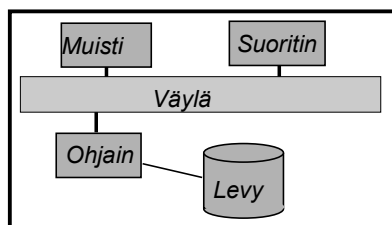
WWW Informaatio ⁽⁶⁾

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

12/12/2001

Copyright Teemu Kerola 2002

16



TiTo: Mitä systeemissä tapahtuu?

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

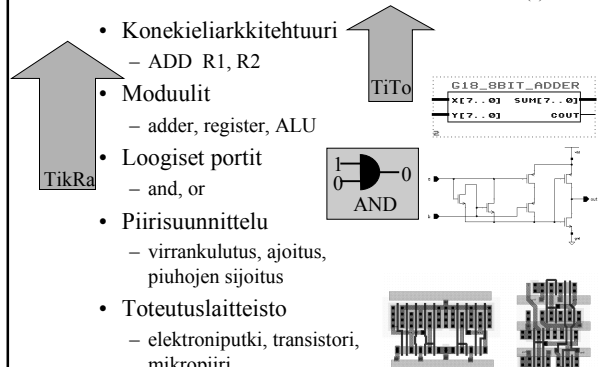
12/12/2001

Copyright Teemu Kerola 2002

17

Suorittimen toteutushierarkia ⁽⁷⁾

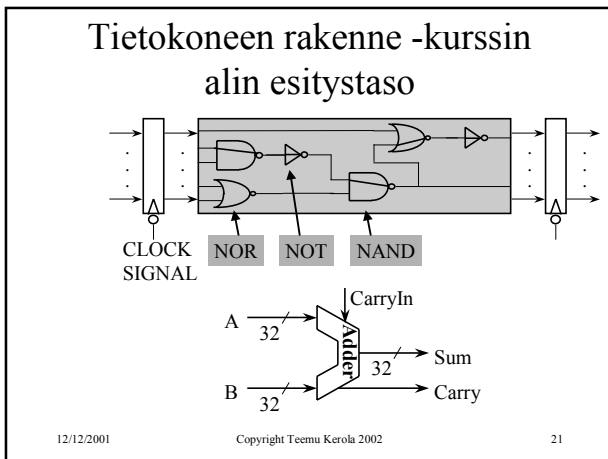
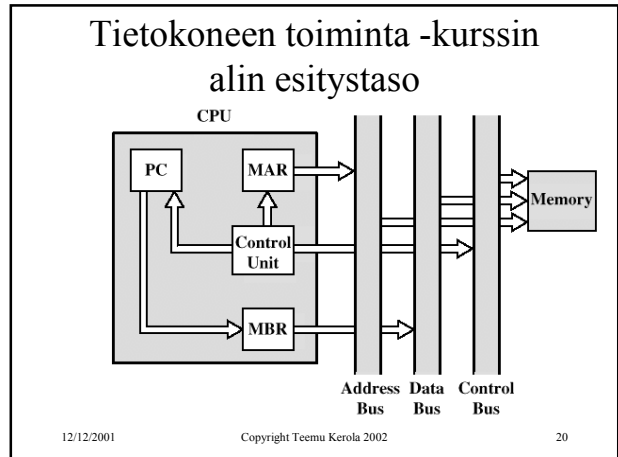
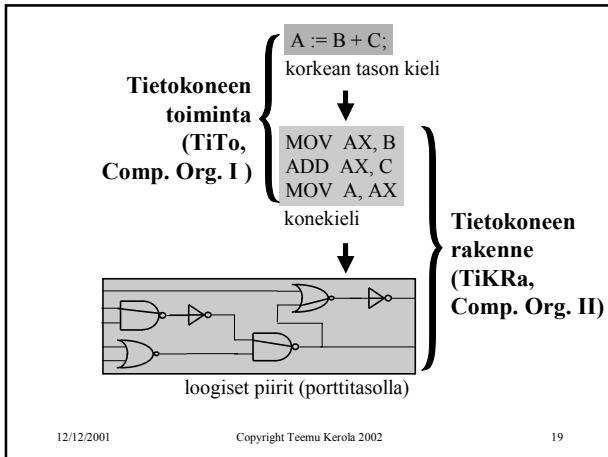
- Konekieliarkkitehtuuri
– ADD R1, R2
- Moduulit
– adder, register, ALU
- Loogiset portit
– and, or
- Piirisuunnittelu
– virrankulutus, ajoitus,
piuhojen sijoitus
- Toteutuslaitteisto
– elektroniputki, transistori,
mikropiiri



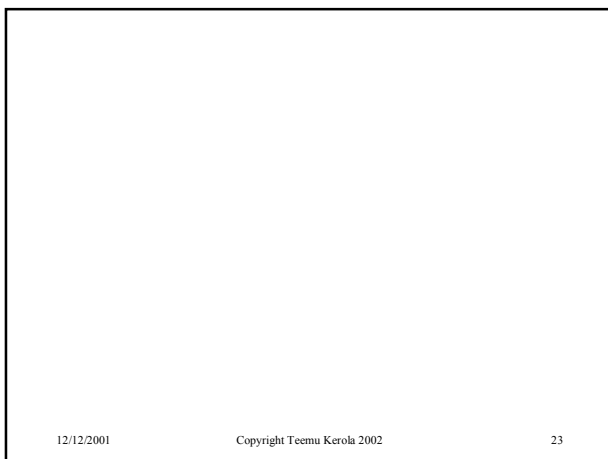
12/12/2001

Copyright Teemu Kerola 2002

18



- 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

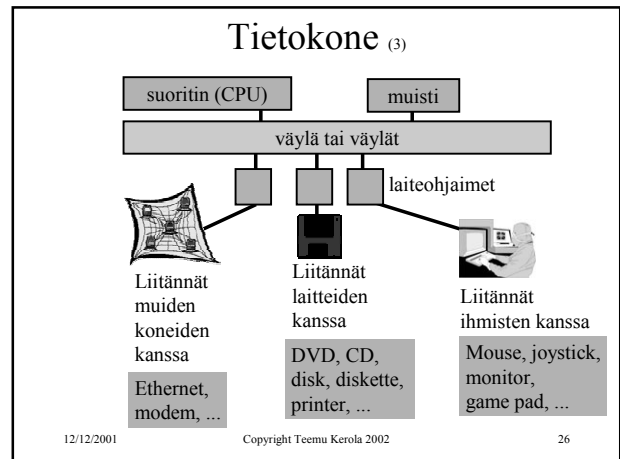
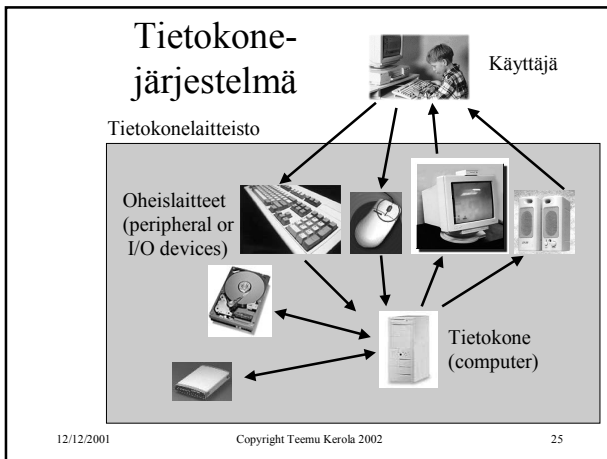


Luento 1

Tietokonejärjestelmän rakenne

Järjestelmän eri tasot
Laitteiston nopeus

12/12/2001 Copyright Teemu Kerola 2002 24



Tietokoneohjelman sijainti ja esitysmuoto (4)

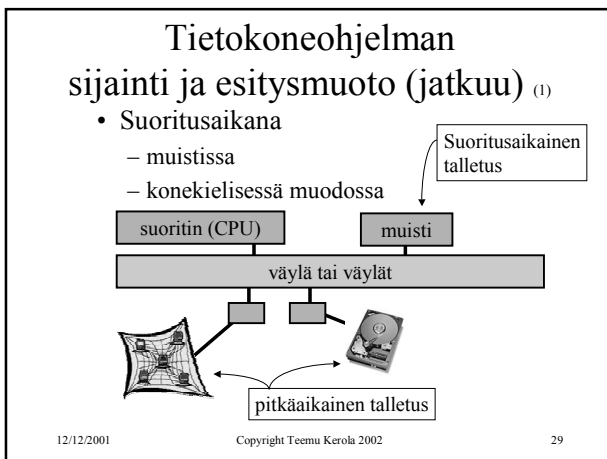
- Käyttäjän kannalta
 - jossain tietokonelaitteistossa
 - jossain muodossa
 - helppo suorittaa
 - napautta ikonilla hiirellä
 - anna ohjelman nimi ja parametrit tekstuaaliselle käyttöliittymälle
 - DOS tai UNIX kehoitteen jälkeen
 - sijoita CD-levy CD-asemaan

12/12/2001 Copyright Teemu Kerola 2002 27

Tietokoneohjelman sijainti ja esitysmuoto (jatkuu) (4)

- Pitkäaikainen talletus
 - jollain laitteella, jossa tieto säilyy myös ilman sähkövirtaa
 - kovalevy, levyke, magneettinauha, CD, DVD
 - jollain kielellä kuvattuna
 - ohjelmointikielien: 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



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
    
```

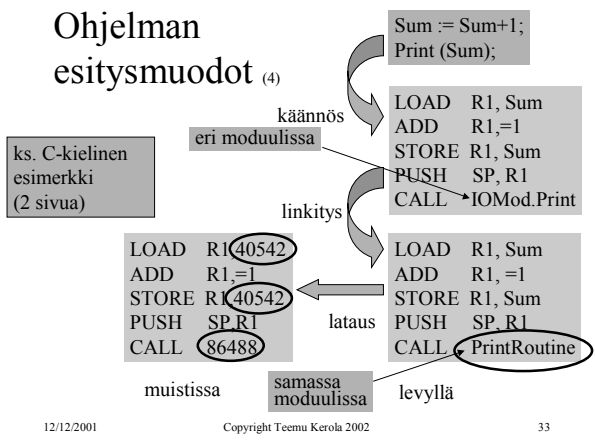
Ohjelma vs. konekieli

- Ongelma:

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

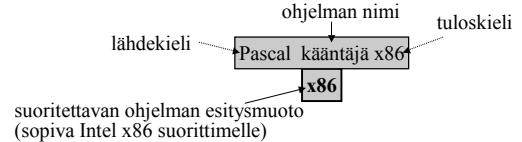
- Ratkaisu: esitysmuodon muunnokset
 - käännös ohjelmointikieli → konekieli
 - linkitys paketoidaan kirjasto-ohjelmat mukaan
 - lataus sijoitetaan ohjelma muistiin suoritettavaksi

Ohjelman esitysmuodot (4)



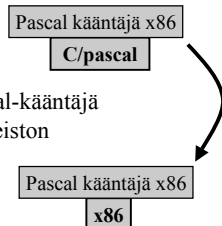
Kääntäjä esimerkki (4)

- 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 (suoritusajana) täytyy olla Intel x86 konekieli



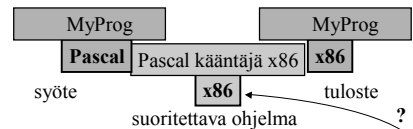
Kääntäjä esimerkki (jatkuu) (2)

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

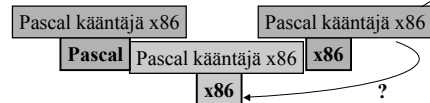


Kääntäjä esimerkki (jatkuu) (5)

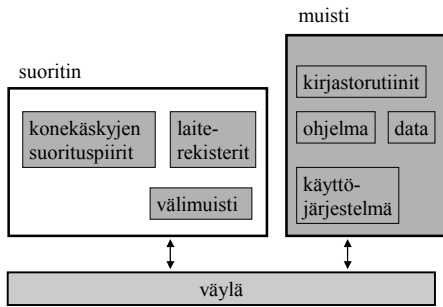
- Käännä ohjelma MyProg Pascalista konekielelle?



- Käännä Pascal kääntäjä Pascalista konekielelle?



Suorittimen ja muistin sisältö



12/12/2001

Copyright Teemu Kerola 2002

37

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

12/12/2001

Copyright Teemu Kerola 2002

38

Teemun juustokakku (5)

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

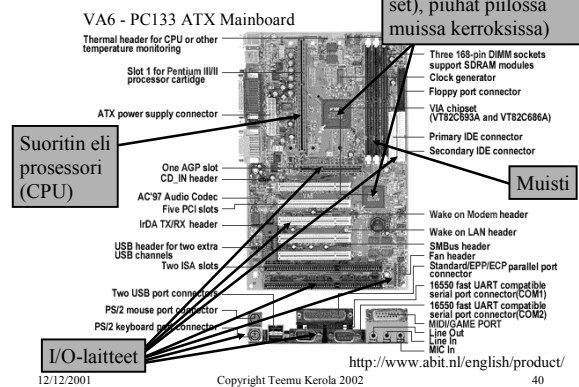


12/12/2001

Copyright Teemu Kerola 2002

39

-- Luennon 1 loppu -- Väyläkontrolli (chip set), piuhat piilossa muissa kerroksissa)



12/12/2001

Copyright Teemu Kerola 2002

40