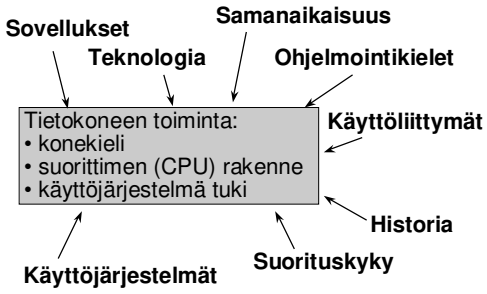
581305-6 Tietokoneen toiminta (Computer Organization I)

Teemu Kerola
Helsingin yliopisto
Tietojenkäsittelytieteen laitos

Syksy 2001

Aihepiiri



Tavoitteet (4)

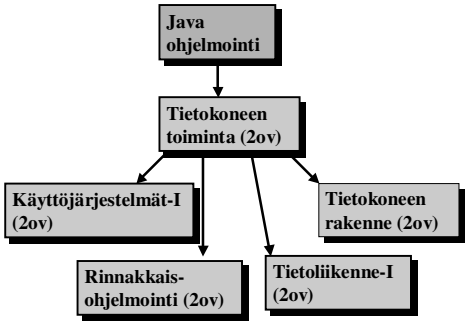
- Ymmärtää tietokonejärjestelmän keskeiset piirteet sillä suoritettavan ohjelman näkökulmasta
- Miten tietokonejärjestelmä suorittaa sille annettua ohjelmaa?
- Minkälaista koodia suoritin ymmärtää?
- Mikä on käyttöjärjestelmän rooli?

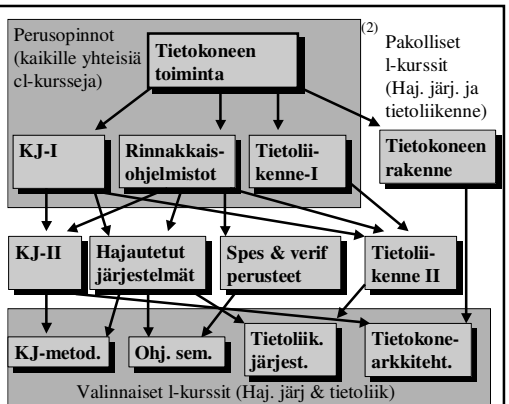
Mitä hyötyä tästä on? (3)

- 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?

Kurssien välisiä riippuvuuksia





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

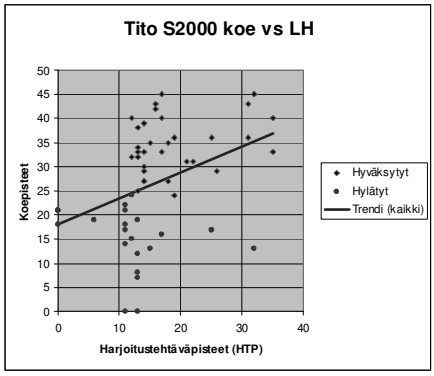
Tämä kurssi

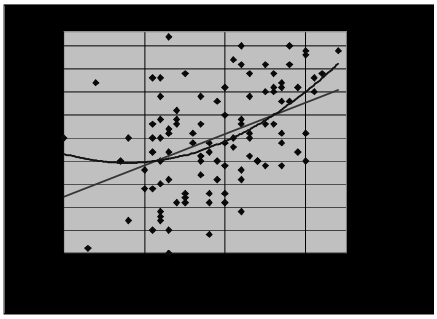
Tavanomaisen luentokurssin suoritus (6)

- 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
- Osallistu kurssikokeeseen





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
- Luentokalvot
  - kopiot verkossa

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

Motto (2)

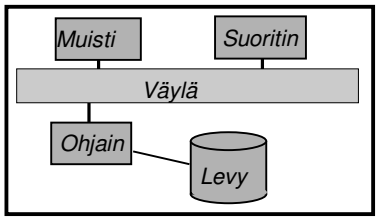
- "Kunto ei nouse, jos ei tule hiki" ("It is not good exercise, if you do not sweat")
  - Ei tämä silti mikään maratoni ole!
- 4t luentoja, 2t laskareita ja 6t omaa opiskelua per viikko (tav. kurssi)
  - yht. n. 12t/viikko + kokeeseen valmistautuminen + koe
  - yht. n. 80t / kurssi eli 2 työviikkoa

07/11/2001 Copyright Teemu Kerola 2001 13

WWW Informaatio (6)

- Kurssin kotisivu *http://www.cs.helsinki.fi/u/kerola/tito/*
- Tämän lukukauden aikataulu *.../tito/s2001/aikataulu.html*
- Luennot *…/tito/s2001/luennot/*
- Laskuharjoitukset ***...****/tito/s2001/laskuharj/*
- Vanhat kokeet *…/tito/kokeet/*
- Uutisryhmä *hy.opiskelu.tktl.tito*

07/11/2001 Copyright Teemu Kerola 2001 14



TiTo: Mitä systeemissä tapahtuu?

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

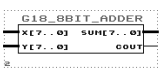
07/11/2001 Copyright Teemu Kerola 2001 15

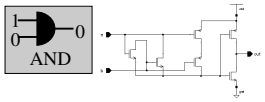
Suorittimen toteutushierarkia (7)

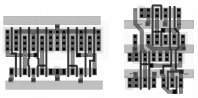
- Konekieliarkkitehtuuri
  - ADD R1, R2
- Moduulit
  - adder, register, ALU
- Loogiset portit
  - and, or
- Piirisuunnittelu
  - virrankulutus, ajoitus, piuhojen sijoitus
- Toteutuslaitteisto
  - elektroniputki, transistori, mikropiiri

TiTo

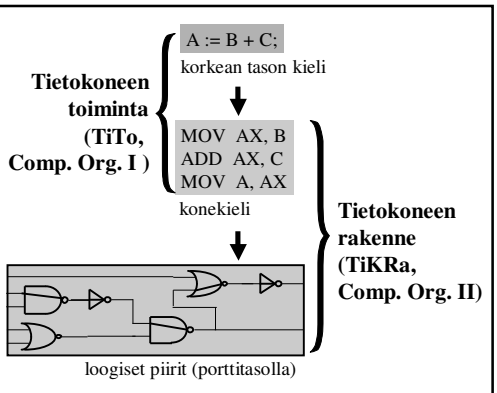
TikRa





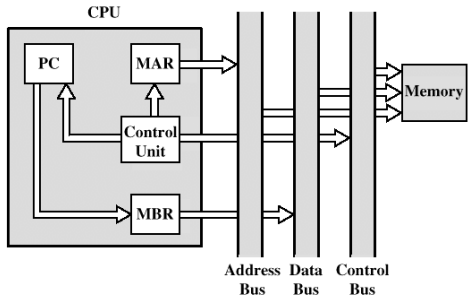


07/11/2001 Copyright Teemu Kerola 2001 16



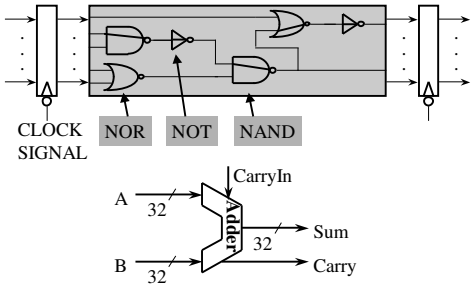
07/11/2001 Copyright Teemu Kerola 2001 17

Tietokoneen toiminta -kurssin alin esitystaso



07/11/2001 Copyright Teemu Kerola 2001 18

Tietokoneen rakenne -kurssin alin esitystaso



Kurssin sisältö (12)

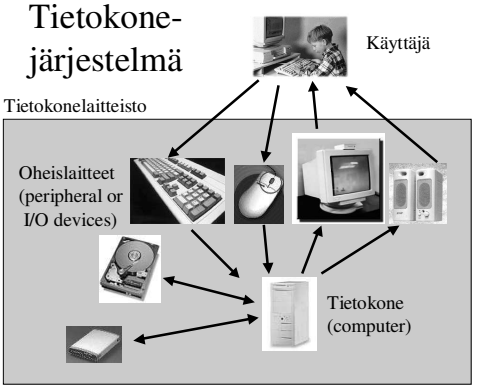
- Luento 1: Johdanto: tietokonejärjestelmän rakenne
- Luento 2: TTK-91 -tietokone ja sen KOKSI simulaattori
- Luento 3: Konekielinen ohjelmointi
- Luento 4: Aliohjelmien toteutus konekielen tasolla
- Luento 5: Suoritin (CPU) ja väylä
- Luento 6: Tiedon esitysmuodot
- Luento 7: Tiedon muuttumattomuus, 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
- Luento 12: Yhteenveto

Luento 1
Tietokonejärjestelmän rakenne

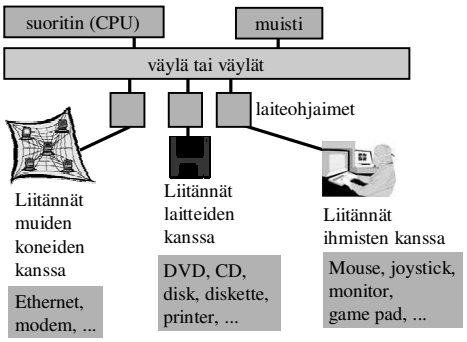
Järjestelmän eri tasot

Laitteiston nopeus

Tietokone-järjestelmä



Tietokone (3)



Tietokoneohjelman sijainti ja esitysmuoto (4)

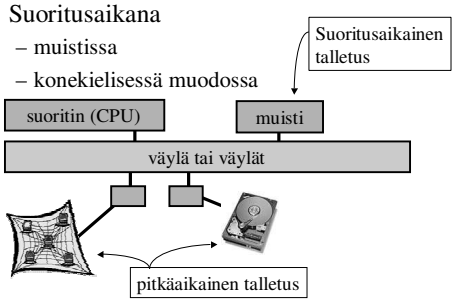
- Käyttäjän kannalta
  - jossain tietokonelaitteistossa
  - jossain muodossa
  - helppo suorittaa
    - napauta ikonia hiirellä
    - anna ohjelman nimi ja parametrit tekstuaaliselle käyttöliittymälle
      - DOS tai UNIX kehotteen jälkeen
    - sijoita CD-levy CD-asemaan

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, ...

Tietokoneohjelman sijainti ja esitysmuoto (jatkuu) (1)

- Suoritusaikana
  - muistissa
  - konekielisessä muodossa



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

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

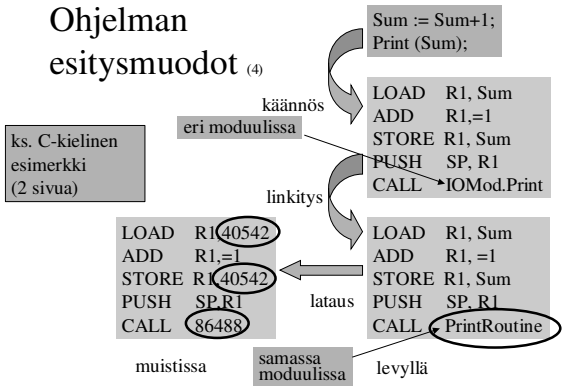
Ohjelma vs. konekieli

- Ongelma:

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

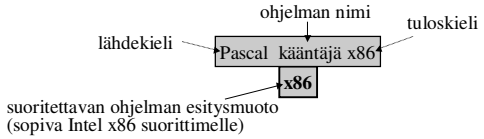
- Ratkaisu: esitysmuodon muunnokset
  - käännös ohjelmointikieli → konekieli
  - linkitys paketoidaan kirjasto-ohjelmat mukaan
  - lataus sijoitetaan ohjelma muistiin suoritettavaksi

Ohjelman esitysmuodot (4)



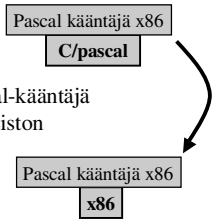
Kääntäjä esimerkki (4)

- 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



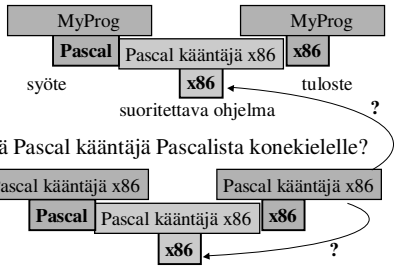
Kääntäjä esimerkki (jatkuu) (2)

- 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, ...



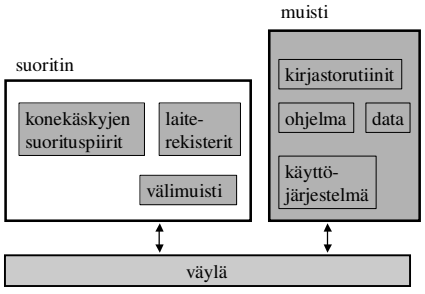
Kääntäjä esimerkki (jatkuu) (5)

- Käännä ohjelma MyProg Pascalista konekielelle?



- Käännä Pascal kääntäjä Pascalista konekielelle?

Suorittimen ja muistin sisältö

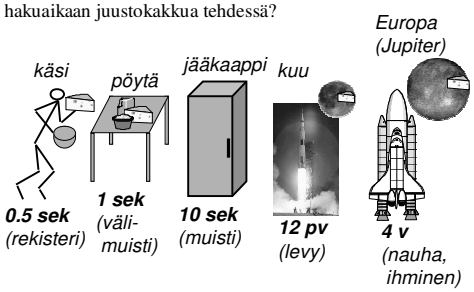


Laitteiston nopeus (7)

- 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

Teemun juustokakku (5)

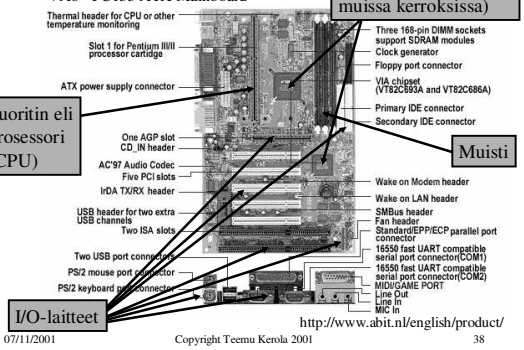
Rekisterien, välimuistin, muistin, levymuistin ja magneettinauhan nopeudet suhteutettuna juuston hakuaikaan juustokakkua tehdessä?



07/11/2001 Copyright Teemu Kerola 2001 37

-- Luennon 1 loppu --

VA6 - PC133 ATX Mainboard



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

07/11/2001 Copyright Teemu Kerola 2001 38