

581305-6

Tietokoneen toiminta (Computer Organization I)

Teemu Kerola

Helsingin yliopisto

Tietojenkäsittelytieteen laitos

Kevät 2010

Tietokoneen toiminta

- Kurssin aihepiiri ja tavoitteet
- Kurssin suoritusmuoto
 - Opintopiirityöskentely
 - Verkkokurssi
 - Kurssilla käytetyt oppimismenetelmät
- Ttk-91 esimerkkietokone
 - Titokone simulaattori
 - Titotrainer ympäristö
- Tietokoneen toiminta –kurssi
vs. Tietokoneen rakenne –kurssi

Oppimistavoitteet

- Ymmärtää tietokonejärjestelmän keskeiset piirteet sillä suoritettavan ohjelman näkökulmasta
- Ymmärtää, miten tietokonejärjestelmä suorittaa sille annettua ohjelmaa
- Ymmärtää ohjelmakoodin/datan talletustavan ja sijainnin laitteistossa
- Ymmärtää ohjelman suoritusaikaisen esitysmuodon
- Ymmärtää käyttöjärjestelmän roolin ja perustoiminnot
- **Tavoite on oppiminen**, ei opintopisteet tai läpipääsy
 - Aloittakaa kurssikuulusteluun valmistautuminen nyt!

http://www.cs.helsinki.fi/u/kerola/tito/kurssikuvaukset/2008_8/oppimistavoitteet.pdf

Mitä hyötyä tästä on?

- Ohjelman suoritusnopeus 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 (ohjelman suoritus konekielen tasolla) asiat

Miksi Java ohjelma (byte-koodi) kannattaisi kääntää?

Mitä Java ohjelmien kääntäminen tarkoittaa?

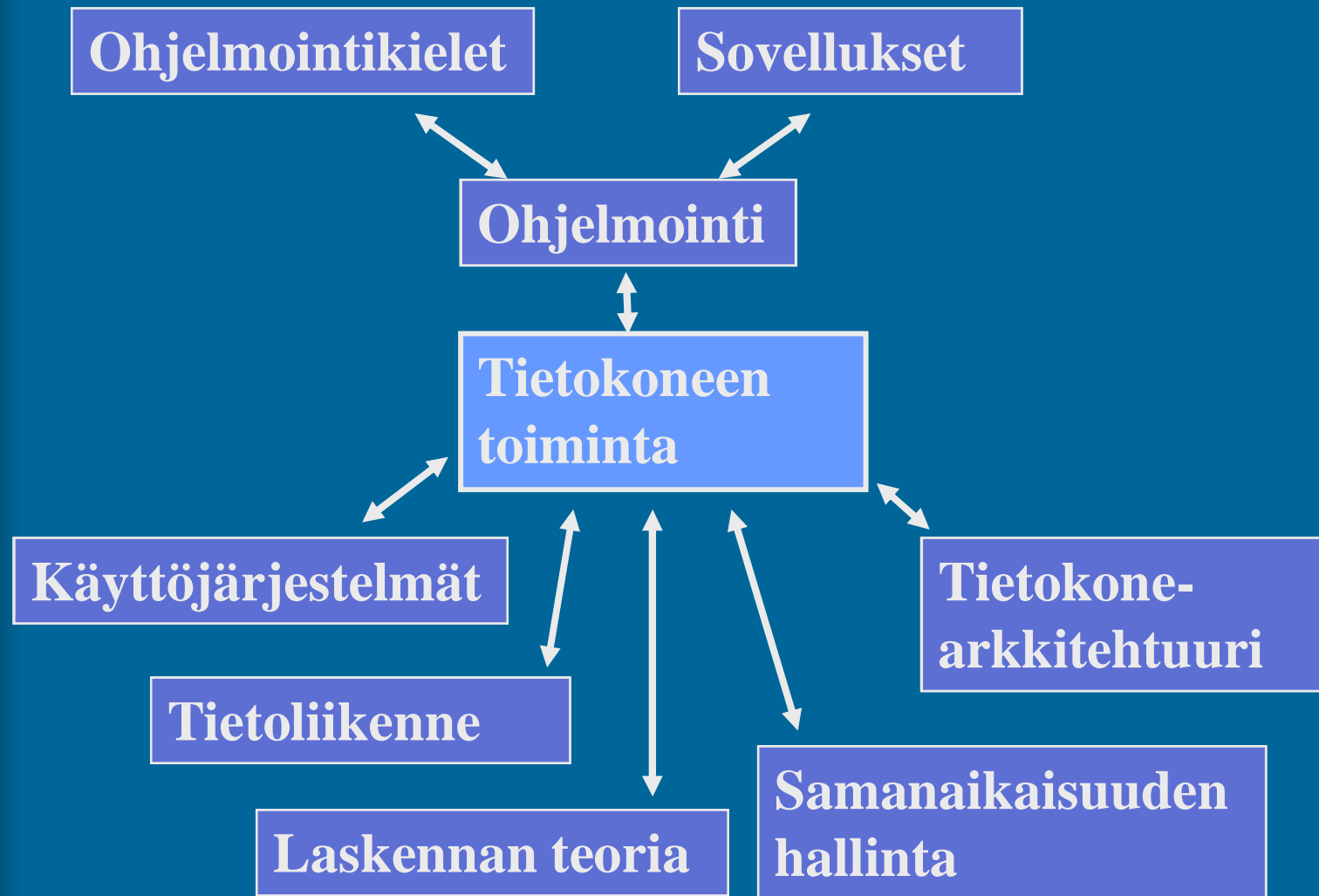
Mitä Java ohjelmien suorittaminen tarkoittaa?

Mitä C ohjelmien suorittaminen tarkoittaa?

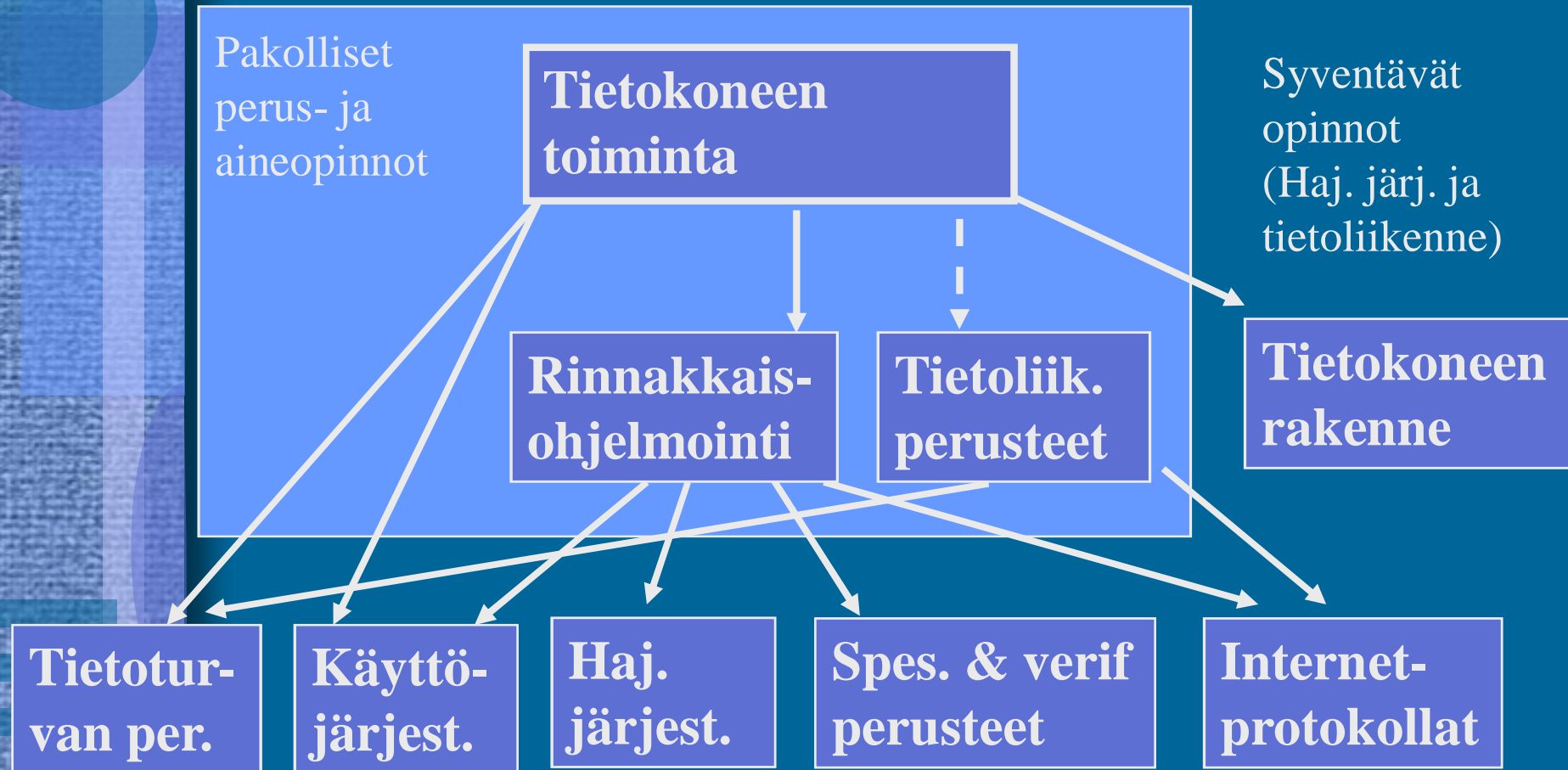
Mihin käyttöjärjestelmää tarvitaan?

Mitä käyttöjärjestelmä tekee? Miten se rakentuu?

Aihepiirien välisiä riippuvuuksia



Kurssien välisiä riippuvuuksia



TiTo (4 op), suoritusmuodot

- Opintopiireihin perustuva verkkokurssi
 - Aloitusluento, yhteenvetoluento "Tavallinen kurssi"
 - Verkkoluennot, oppikirjat, kertauskysymykset
 - Titokone, TitoTrainer
 - Opintopiirissä
 - Harjoitustehtävät, projektit
 - Ryhmätapaamiset (ohjatut ja muut),
 - Kurssikuulustelu
 - Uusintakuulustelu
 - 1. erilliskoe kurssikokeen jälkeen
- Erilliskuulustelu "Loppukoe"
 - Oppikirjoista [Stal10 ja Tane10] kurssikuvauksessa mainitut osat
 - Ohjelmointi ttk-91 symbolisella konekielellä
 - Titokone, TitoTrainer
 - Viimeksi pidetyllä luentokurssilla esitetyt asiat

Opintopiirityöskentely

- Ryhmätyöskentelyn muoto
 - Ryhmässä on parempi opiskella kuin yksin
 - Vertaisopiskelijoiden tuki
 - Opintopiirit muodostetaan 1. viikon ryhmätapaamisessa
- Opiskelijakeskeinen oppiminen
 - Vastuu oppimisesta on opiskelijalla
 - Ohjaajat edistävät opiskelijan oppimista
 - Ohjaajat luovat puitteet oppimiselle
- Eri tyyppistä ryhmätyötä
 - Harjoitustehtävien ratkaisu itsenäisesti ja niistä keskustelu ryhmässä
 - Projektien työstäminen ryhmätyönä
 - Muu vapaamuotoinen yhteistyö

Opintopiirien muodostaminen

- Ehkä suurin ongelma opintopiiriperustaisessa kurssissa
 - ”Jaska lupasi, mutta ei tehnyt eikä häneen saanut yhteyttä. Ja sitten Maija teki pääosan työstä. Tämä ei ole oikein! Väärä!”
- Opintopiirit muodostetaan 1. viikon ryhmätapaamisessa
 - Opintopiirin tavoitteet (& lähtötaso) saisivat olla samansuuntaisia
 - Helppoa työelämässä: ”projekti saatava valmiiksi tai ...”
 - Miettikää tavoitteitanne valmiiksi ennen ryhmätapaamista
 - Haluanko tehdä ylimääräisen projektin?
 - Onko tavoitteenani hyvä asioiden oppiminen vai läpipääsy?
 - Keskustelkaa ja sopikaa yhteisistä tavoitteista opintopiirin jäsenten kanssa ennen ryhmän muodostamista
 - Allekirjoittakaa lopulta ”Opintopiirisopimus”
 - Mailatkaa luennoitsijalle opintopiirin jäsenten nimet
- Pitäkää kiinni sovituista asioista
 - Ilmoittakaa heti opintopiirille, jos ette jatka työskentelyä siinä
 - Irtautukaa nopeasti opiskelijoista, jotka eivät noudata sopimusta

http://www.cs.helsinki.fi/u/kerola/tito/k2010/opintopiiri_sopimus.html

Verkkokurssi

- Merkittävä osa kurssin materiaalista ja toiminnoista verkossa tai verkon avulla
 - Verkkoluennot, kertauskysymykset, TitoTrainer tehtävät
 - Tiedotus, kalvokopiot, tehtävät, tulokset
- Verkkokurssi \neq etäopiskelu
 - Aloitus- ja yhteenvetoluennot auditoriossa
 - Viikoittaiset opintopiirien ryhmätapaamiset TKTL'illä
 - Muut opintopiirin tapaamiset TKTL'illä
 - Osa kurssin osioista voidaan tehdä verkon avulla etäopiskeluna

Verkkoluennot

- Itseopiskelumateriaalia verkossa, luennot 1-11
 - Kuten luennolla, mutta omaan tahtiin
 - Kuten kirja, mutta ääniä ja animaatioita
 - Materiaalin käytöstä ei pidetä kirjaa
 - Materiaalin käytöstä ei saa arvosanaan vaikuttavia pisteitä
- Materiaalin tuotanto
 - Teemu Kerola 2004-2005
 - Macromedia Authorware -ohjelmistolla
- Käyttö <https://www.cs.helsinki.fi/i/kerola/tito/verkkoluennot/lu01/lu01.htm>
 - Selaimen Authorware liitospalikka Windows-ympäristössä (ei W7)
 - TKTL, koti
 - TKTL'n Linux-ympäristöissä Windows-palvelimella
 - Flash-versiot, liki missä ympäristössä vain
<https://www.cs.helsinki.fi/i/kerola/tito/verkkoluennot/>

Kertaus- ja keskusteluluennot

- Kertaus edellisen viikon aihepiiristä
 - Opiskele etukäteen
- Pienryhmäkeskustelua joistakin aihepiirin alueista

Kertaustehtävät

- Kertaustehtävät
 - Itsearviointia
 - tehdään vasta aihepiiriin perehtymisen jälkeen
 - osaanko jo tämän asian?
 - testaa vain osan aihepiiriä, ei takaa osaamista
 - Materiaalin käyttö ei vaikuta suoraan arvosanaan
 - materiaalin käytöstä ei pidetä kirjaa
 - materiaalin käytöstä ei saa arvosanaan vaikuttavia pisteitä

<https://www.cs.helsinki.fi/i/kerola/tito/kertaus/pract.html>

Harjoitustehtävät

- Tavanomaiset laskuharjoitustehtävät
- Oppiminen tapahtuu tehtäviä ratkaistaessa ja niistä keskusteltaessa
 - opiskele aihepiirin asiat ennen tehtävien työstämistä itsenäisesti
 - työstä tehtäviä itsenäisesti ennen niistä käytävää keskustelua
 - valmiin vastauksen lukeminen tai toiselle antaminen on hyvän oppimistilaisuuden hukkaan heittämistä!
- Vaikuttavat arvosanaan
 - tehdyistä tehtävistä saa harjoitustehtävapistettä (htp)
 - vain ryhmätapaamisessa läsnäoleville

<http://www.cs.helsinki.fi/u/kerola/tito/k2010/harjoitukset/lh1.html>

Harjoitustilaisuudet



- Opiskelijat jaetaan ”pöytiin”
 - Joka pöydässä kuhunkin tehtävään ainakin yksi sen tehtävän ratkaissut opiskelija?
- Harjoitustehtävien läpikäynti opiskelijavetoisesti pienryhmissä
 - Ei valmiiden ratkaisujen esityksiä kaikille
 - Voi otaksua, että kaikki ovat tutustuneet tehtäviin etukäteen ja ainakin yrittäneet ratkaista ne
 - Ohjaaja auttaa tarvittaessa
- Malliratkaisut käytettävissä tilaisuuden loppupuolella
 - Mukana ylim. keskustelutehtäviä
- Kaikki ovat paikalla loppuun asti
- Englanninkielisessä tilaisuudessa kuka tahansa voi päätyä englanninkieliseen pöytään
 - Osa pöydistä voi silti olla suomeksi

Ttk-91 esimerkkietokone

- Auvo Häkkinen, 1991
 - Tietokoneen toiminta –kurssi 1991
- Yksinkertainen tietokonearkkitehtuuri
 - Määrittelytaso juuri tälle kurssille sopiva
- Yksinkertainen (symbolinen) konekieli
 - Helppo oppia, ei liikaa konekäskyjä
 - Sopiva tämän kurssin tavoitteisiin
- Tavoitteet
 - Ymmärtää, minkälaista koodia suoritin käyttää
 - Ymmärtää, miten järjestelmä suorittaa ohjelmaa

Titokone

- Java-ohjelma, joka simuloi Auvo Häkkisen suunnittelemaa ttk-91 tietokonetta ja sen käyttöjärjestelmää
 - Toimii siis samalla tavalla kuin laitteistolla toteutettu ttk-91 kone ja sen käyttöjärjestelmä
 - Alkuperäinen suunnittelu ja toteutus
 - Ohjelmistotuotantoprojekti Koski, kevät 2004
- Sisältö
 - Ttk-91 symbolisen konekielen kääntäjä
 - Ttk-91 emulaattori, joka suorittaa käännettyjä ttk-91 konekielisiä ohjelmia
 - Ohjelmistonkehitysympäristö sisäänrakennettuna emulaattorissa
 - Animaattori, joka visualisoi käskyjen suoritusta ttk-91 arkkitehtuurin laitteistossa
 - Graafinen käyttöliittymä

<http://www.cs.helsinki.fi/u/kerola/tito/titokone/asennus/asennus.html>

http://www.cs.helsinki.fi/u/kerola/tito/titokone/kayttoohje/manual_fi.html

TitoTrainer

<http://db.cs.helsinki.fi/titotrainer2/>

- Oikeasti TitoTrainer2
- Titokoneen “päälle” rakennettu ohjelmisto
- Toteutetaan Ttk-91 ohjelmia tai niiden osia
 - Samoja ohjelmia voi myös ajaa Titokoneella
- Vastauksen oikeellisuus tarkistetaan automaattisesti
- Arvostelu
 - Tehdyistä tehtävistä saa arvosanaan vaikuttavia pisteitä
 - Vähän tehtäviä laskuharjoitustehtävinä
 - Enemmän tehtäviä projektissa pr1

Projekti pr1 (12 pp)

- Tee mahdollisimman monta TitoTrainer tehtävää
 - Tee tehtäviä joka viikko
 - Kotitehtävien kanssa samalla tasolla olevat tehtävät?
- Vaikuttaa arvosanaan
 - 1 pp, kun 22 tehtyä tehtävää
 - Sisältävät laskuharjoitukseen tehdyt tehtävät
 - 7 pp, 40 tehtyä tehtävää
 - 12 pp, kun 50 tehtyä tehtävää

<http://www.cs.helsinki.fi/u/kerola/tito/k2010/projektit/proj1.html>

Projekti pr2 (16 pp)

- Uusien kertaustehtävien laadinta
 - Tehdään kahdessa osassa, molemmissa yksi kert. teht. (8 pp)
- Tavoitteena syvällisempi oppiminen projektin aihepiiristä
 - Muut kurssin oppimisosiot taustatietoina
 - Verkkoluennot, oppikirjat, harjoitus- ja keskustelutehtävät
- Arvostelu
 - Ohjaaja arvostelee raportin ja toimivuuden perusteella
 - Projektipisteitä (pp, esim. 8 pp) saa kolmesta eri osasta
 - Peruspisteet (2 pp) projektin saattamisesta loppuun
 - Arvostelupisteet (0-6 pp) opintopiirin työn laadun mukaan
 - Osallistumispisteet (max ± 2 pp) opiskelijan osallistumisen mukaan
 - Opintopiiri määrittelee jäsenten osallistumisasteen

<http://www.cs.helsinki.fi/u/kerola/tito/k2010/projektit/proj2.html>

HY Moodle

<https://moodle.helsinki.fi/my/index.php>

- Kaikille
 - Yhteisiä keskustelupalstoja
 - Harjoitusten (tai muun opiskelun) yhdessä tekemisen koordinoitipalsta
- Opintopiirille oma ryhmä
 - Oma suljettu keskustelupalsta
 - Wiki?
 - Halutaanko muuta?

Opintopiiriin perustuvan verkkokurssin suoritus

- Opiskele viikon asiat
 - verkkoluennot itseopiskeluna **lue** **kuuntele**
 - opi perusasiat kunnolla luennolla **ajattele**
 - lue oppikirjasta samat asiat vähän eri tavalla esitettynä **lue**
 - syvennä tietojasi kertaus- ja keskusteluluennolla **keskustele**
- Tarkista osaamisesi itsearvioinnilla **tee** **arvioi**
 - tee kertaustehtäviä, harjoitustehtäviä, TitoTrainer-tehtäviä **tee**
- Osallistu opintopiirin toimintaan
 - keskustele harjoitustehtävistä opintopiirin kanssa **keskustele**
 - osallistu ryhmätapaamiseen **tee** **keskustele**
 - jatka projektityöskentelyä **ajattele**
 - opintopiirikeskustelu kasvokkain tai verkossa **keskustele**
- Osallistu kurssikokeeseen **lue** **arvioi**

Arviointi

- Itsearviointi
 - Kertaustehtävät joka luennon jälkeen
 - Eivät vaikuta arvosanaan
 - Harjoitus- ja TitoTrainer-tehtävien tekeminen viikoittain
 - Osaanko vai enkö?
 - Mitä vielä opittavaa ja miten sen opin?
 - Vaikuttavat arvosanaan
- Kurssikuulustelu
 - Tahdistaa oppimista
 - Kattaa kaikki kurssin tavoitteissa mainitut asiat
 - Asiat opittu itsenäisen työskentelyn ja opintopiiri-työskentelyn avulla moninaisia oppimismenetelmiä käyttäen
 - Arvioi oppimista
 - Pääosa arvosanasta perustuu tähän
 - Läpipääsyleikkuri (50%)

Arvostelu

- Hyvästä työstä palkitaan
- Ahkeruudesta ja osaamisesta palkitaan
- Kurssin osioiden maksimipistemäärät

Harjoitustehtävät <i>minimitaso 1 p (3-4 htp)</i>	6 p
Projektit TitoTrainer-tehtävät (pr1: 12 pp) Kertaustehtävien tekeminen (pr2: 16 pp) (ylihkera osallistuminen: +4 pp) <i>minimitaso 1 p (3-4 pp)</i>	14 p <i>(16 p)</i>
Kurssikuulustelu, uusintakuulustelu <i>minimitaso 20 p</i>	40 p
Yhteensä <i>minimitaso 30 p</i>	60 p

Oppimateriaali

- Aloitus- ja yhteenvetoluennot
- Kertaus- ja keskusteluluennot
- Authorware verkkoluennot 1-11 (verkossa)
- Oppikirjat
 - Stallings: Computer Org. and Architecture, 8th Ed., 2010
 - Tanenbaum: Structured Computer Organization, 5th Ed, 2010
- Kertaustehtävät (verkossa)
- Titokone simulaattori (verkossa)
- TitoTrainer harjoitteluympäristö (verkossa)
- Harjoitukset ja projektit (verkossa)
- Moodle (verkossa)
- Aikataulusivu ja sisältö (verkossa)
- Kurssi- ja uusintakuulustelu (tulokset verkkoon)

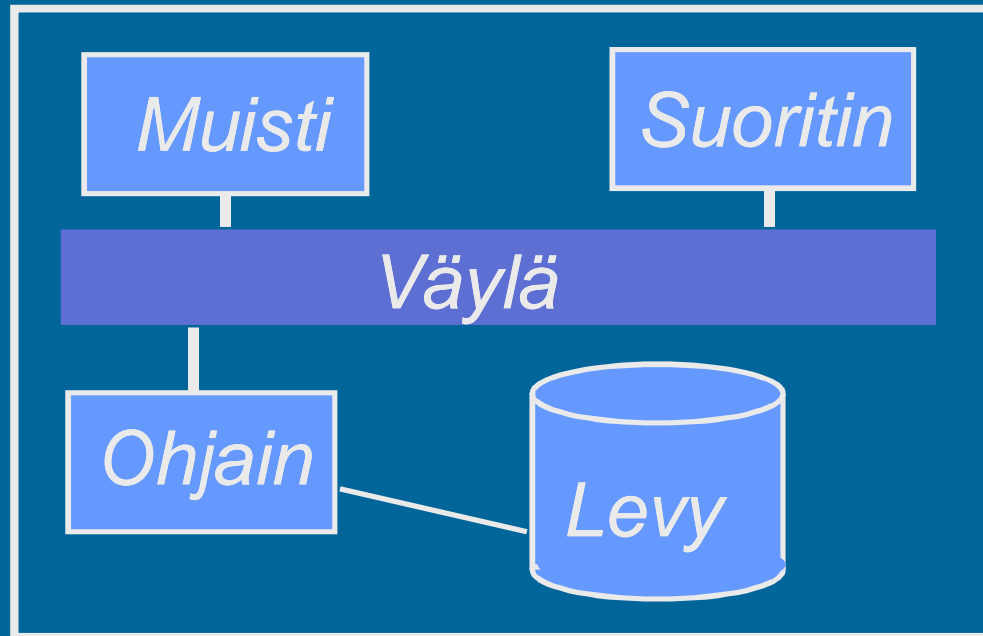
WWW Informaatio

- Kurssin kotisivu <http://www.cs.helsinki.fi/u/kerola/tito/>
- Tämän kurssin aikataulu
 - Täältä löytyy kaikki tiedotus linkitettynä
<http://www.cs.helsinki.fi/u/kerola/tito/k2010/aikataulu.html>
- Osa materiaalista on TKTL Intranetissä
 - Verkkoluennot (Authorware)
 - Kertauskysymykset
 - Kurssin suoritustilastot (htp, pp, koepisteet)
 - Kaikki tarvitsevat TKTL tunnuksen
 - Sivuaineopiskelijoille tulee olla ensin Tietotekniikkaosaston UNIX-tunnus (eli cc-tunnus), haettuna oman pääainelaitoksen kautta

Kurssin sisältö

- Luento 0 Kurssin sisältö, rakenne ja suoritustapa
- Verkkoluento 1 Tietokonejärjestelmän rakenne
- Verkkoluento 2 TTK-91 -tietokone ja sen simulaattori
- Verkkoluento 3 Konekielinen ohjelmointi
- Kertaus- ja keskusteluluento
- Verkkoluento 4 Aliohjelmien toteutus
- Verkkoluento 5 Suoritin ja väylä
- Verkkoluento 6 Tiedon esitysmuodot
- Kertaus- ja keskusteluluento
- Verkkoluento 7 Tiedon muuttumattomuus ja muisti
- Verkkoluento 8 Ohjelman ja käyttöjärjestelmän toteutus
- Kertaus- ja keskusteluluento
- Verkkoluento 9 Ulkoinen muisti ja I/O:n toteutus
- Verkkoluento 10 Käännös, linkitys ja lataus
- Kertaus- ja keskusteluluento
- Verkkoluento 11 Tulkinta ja emulointi
- Luento 12 Yhteenveto luento

Tito vs. Tikra



Tietokoneen
toiminta (Tito)

Tietokoneen
rakenne (Tikra)

Tito: Mitä systeemissä tapahtuu?
Mitä käyttöjärjestelmä tekee?

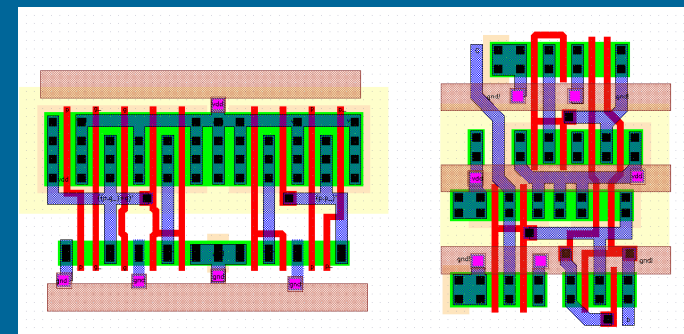
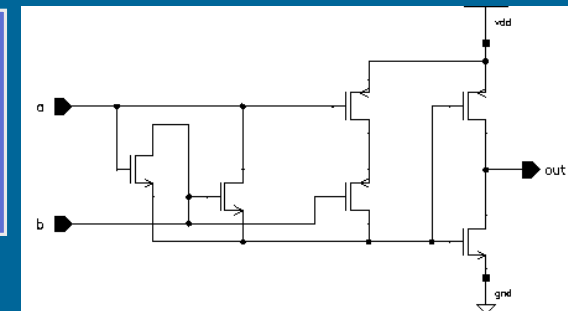
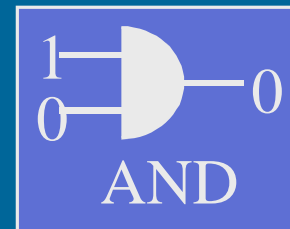
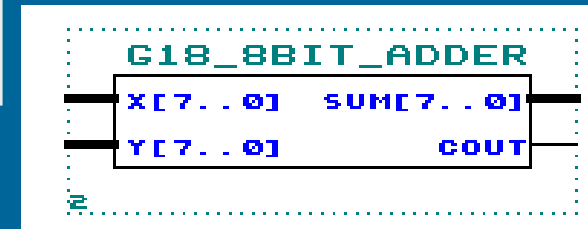
Tikra: Miten CPU ja muisti on toteutettu?
Miten kellopulssi saa käskyt suoritetuksi?

Suorittimen toteutushierarkia (2)

- Konekieliarkkitehtuuri
 - ADD R1, R2
- Moduulit
 - Adder, register, ALU
- Loogiset portit
 - AND, OR, NOR
- Piirisuunnittelu
 - Virrankulutus, ajoitus, piuhojen sijoitus
- Toteutuslaitteisto
 - Elektroniputki, transistori, mikropiiri

Tikra

Tito



Ohjelman suorituksen taso

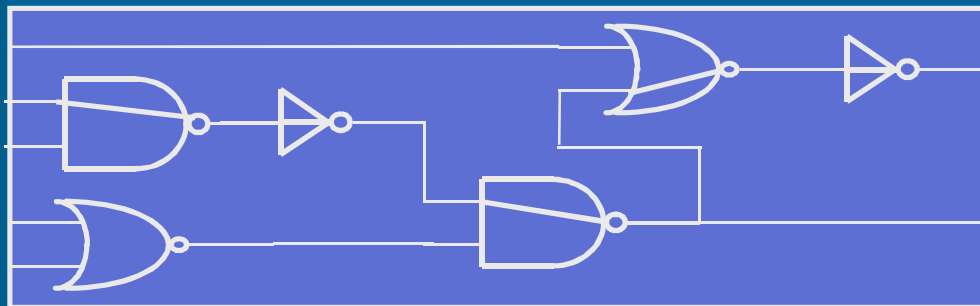
Tietokoneen
toiminta
(Tito,
Comp. Org. I)

A := B + C;
korkean tason kieli

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

konekieli

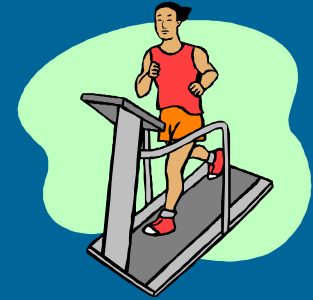
Tietokoneen
rakenne
(Tikra,
Comp. Org. II)



loogiset piirit (porttitasolla)

Motto

- “Kunto ei nouse, jos ei tule hiki”
 (“It is not good exercise, if you do not sweat”)
 - Ei tämä silti mikään maraton ole!
- Yhteensä n. 12 t / viikko (?)
+ kokeeseen valmistautuminen + koe
 - Ennen: noin 80 t / 2 ov kurssi eli 2 työviikkoa
 - Nyt: noin 107 t / 4 op kurssi



$$5 \text{ v} / 300 \text{ op} = 1 \text{ v} / 60 \text{ op} = 1600 \text{ t} / 60 \text{ op} \\ = 26.67 \text{ t} / 1 \text{ op} = 107 \text{ t} / 4 \text{ op}$$

