

LUENTO 1

# 582497 Käyttöjärjestelmät, 8 op

Tiina Niklander

Helsingin yliopisto  
Tietojenkäsittelytieteen laitos

## Kurssin asema

- *Hajautettujen järjestelmien ja tietoliikenteen erikoistumislinjan* maisteriopintojen pakollinen kurssi
- Esitietoina edellytetään:
  - Kandidaatin tutkinnon opinnot, ainakin kurssit
    - Tietokoneen toiminta
    - Rinnakkaisohjelmointi
- Edeltäjiä:
  - Tietokone ja käyttöjärjestelmä
  - Käyttöjärjestelmät I ja II

## Kurssin tavoite

- Ymmärtää KJ:n perusrakenteet ja toteutusperiaatteet sekä käyttäjän että toteuttajan näkökulmasta
- Tuntea yleisperiaatteiden lisäksi myös vaihtoehtoisia algoritmeja ja toteutuksia
- Esimerkeinä  
Unix = Linux, Windows XP ja Solaris
- Kurssin jälkeen:
  - Osaa kuvata käyttöjärjestelmän osat, niiden toiminnan ja vuorovaikutuksen
  - Pystyy tarvittaessa vaikka lähdekoodin avulla selvittämään miten tietty käyttöjärjestelmä toteuttaa jonkin tietyn toiminnon

## Kurssikirja

- Kurssikirja
  - [Stal05] William Stallings, *Operating Systems, 5th. ed.*, Prentice-Hall, 2005
- Oheislukemistoa
  - [Tane01] A.S. Tanenbaum, *Modern Operating Systems, 2nd. ed.*, Prentice-Hall, 2001.
  - [DDC04] H.M. Deitel, P.J. Deitel, D.R. Choffnes, *Operating Systems, 3rd ed.*, Prentice-Hall 2004
  - Mikä tahansa kirja, jonka otsikossa maagiset avainsanat *Operating Systems*

## Kurssin rakenne:

- Osio 1: Prosessit ja säikeet
  - Myös käyttöjärjestelmän rakenne ja tehtävät
- Osio 2: Muistinhallinta
  - Erityisesti virtuaalimuisti
  - Myös vuorottaminen
- Osio 3: Siirräntä ja tiedostojärjestelmät
- Osio 4: Hajautus ja tietoturva

## Kurssin suorittaminen

### Tapa 1: luentokurssi

- Ilmoittaudu kurssin harjoitusryhmään
- Seuraa luentoja
- Tee viikoittaiset harjoitukset
  - osallistu tavallisiin laskareihin
- Osallistu opintopiiriin ja tee ryhmätyöt
- Osallistu kurssikuulusteluihin
- Kerää riittävästi pisteitä harjoituksista, ryhmätyöistä ja kokeesta

## Kurssin suorittaminen

### Tapa 2: erilliskuulustelu

- Ilmoittaudu ja osallistu erilliskokeeseen
- Erilliskokeen koealue määritelty kurssikuvauksessa
- Koe max 60 pistettä

*Kurssin läpäisyyn tarvitset vähintään 30 pistettä*

## Ryhmätyöt (opintopiirit)

- Kolmeen ensimmäiseen osioon liittyy ryhmätyö
- Näistä saa pisteitä 1-4
- Ryhmissä on 2-4 opiskelijaa
- Ryhmät sovitaan harjoituksissa, niistä voi ilmoittaa myös sähköpostitse luennoijalle
- Ryhmätyöt voivat olla
  - Raportin kirjoittamista (selvitä miten jokin toimii tai on toteutettu)
  - Ohjelmointia (toteuta jokin toiminnallisuus)
  - Jotain muuta (simulaattori, yms.)

## WWW Informaatio

- Kurssin kotisivu  
<http://www.cs.helsinki.fi/u/niklande/opetus/kj/>
- Uutisryhmä [hy.opiskelu.tkl.kj](mailto:hy.opiskelu.tkl.kj)
- Kertauskysymyksiä (vanhalta KJ-II kurssilta)  
<https://www.cs.helsinki.fi/i/kerola/kj2/kertaus/pract.html>
- CSMoodle <http://moodle.cs.helsinki.fi>

LUENTO 1

## Yleistä käyttöjärjestelmistä

## Sisältö

- Käyttöjärjestelmän palvelut
- Käyttöjärjestelmän keskeisiä osa-alueita
  - Prosessien hallinta
  - Resurssien hallinta
  - Muistin hallinta
  - Tiedostojärjestelmä
  - Siirräntäjärjestelmä (I/O)
- Laitteistosta

## Tietokonejärjestelmä

- Sovellus saa laitteiston käyttöönsä KJ:n avustuksella
  - CPU ja muisti
  - oheislaitteet
- KJ tarjoaa laitteiston käytössä tarvittavat 'palvelunsa' sovellukselle
  - prosessien hallinta
  - muistinhallinta
  - siirräntäjärjestelmä
  - tiedostojärjestelmä

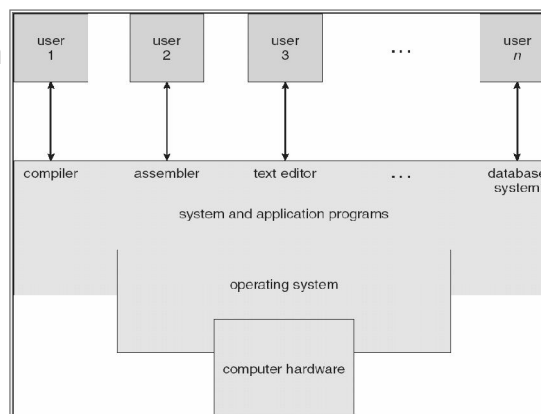


Fig 1.1 [SGG07] –  
Silbershatz, Galvin and Gagne: Operating Systems Concepts with Java, Wiley, 2007

## Kerrosmalli

- Peruskäyttäjä näkee vain sovellukset
  - Niiden alla on varusohjelmia ja käyttöjärjestelmä
- Sovellusohjelmoija näkee ja käyttää palvelurajapintaa (esim. funktiokirjasto)

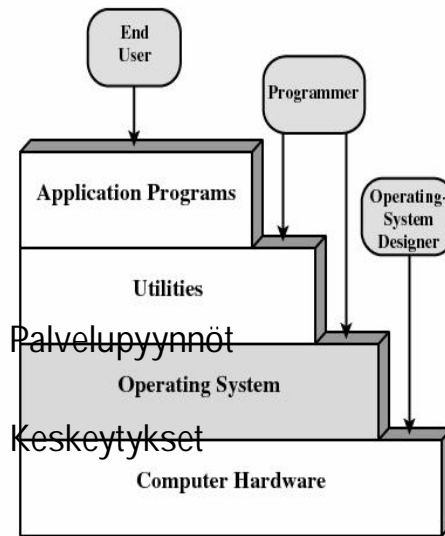


Figure 2.1 Layers and Views of a Computer System

## Käyttöjärjestelmä on ...

- Valvoja (control program), joka
  - huolehtii sovellusten suorittamisesta CPU:lla
  - antaa laitteiston sovelluksen käyttöön
  - huolehtii, että sovellus ei yksin valloita koko laitteistoa
  - tarjoaa turvallisen suoritusympäristön
- Resurssien jakaja (resource allocator), joka
  - Hallinnoi kaikkia järjestelmän resursseja, kuten muisti, oheislaitteet, jne
  - Ratkoo ristiriidat ja konfliktit mahdollisimman tehokkaasti ja reilusti
- KJ myös optimoi laitteiston käyttöä hyvän suorituskyvyn saamiseksi

## KJ:n tarjoamia palveluja <sup>(1)</sup>

- Käyttöliittymä (user interface)
  - Ikkunointiympäristö, komentotulkki (shell)
- Ohjelmointiympäristö (utility programs)
  - editorit, kääntäjät, linkittäjät, debuggerit, ...
- Ohjelmien suorittaminen
  - prosessien käynnistäminen
    - kirjanpito, lataaminen muistiin ...
  - prosessien vuorottaminen
    - CPU:n käyttövuorot, resurssien varaus ja käyttö
  - prosessien tappaminen
    - resurssien vapauttaminen

## KJ:n tarjoamia palveluja <sup>(2)</sup>

- Muistinhallinta
  - varaa muistitilaa sovellukselle
- Siirräntä
  - sovellus pyytää palvelua KJ:ltä
  - KJ 'komentaa' I/O-ohjaimia töihin
- Tiedostojen hallinta
  - kirjanpito tdstoista, hakemistot
  - tdstosta lukeminen / tallettaminen
- Suojaus
  - muistin suojaus ja tdstojen käyttöoikeudet
  - resurssien varaamisen kilpailutilanteet ja ristiriidat

## KJ:n tarjoamia palveluja <sup>(3)</sup>

- Virhetilanteiden hallinta
  - laitteistovirheet
  - ohjelmistovirheet
  - resurssipula
- Virheistä toipuminen
  - palauttaa status tietoa sovellukselle
  - uudelleenyritykset
  - prosessin tappaminen

***Välilyksymys: Mitä yleistermi resurssi tarkoittaa?***

## KJ:n tarjoamia palveluja <sup>(4)</sup>

- Kirjanpito / tilinpito (accounting)
  - tilastointi resurssien käytöstä
  - suorituskyvyn seuranta (esim. vastausaika)
  - järjestelmäparametrien optimointi  
hyvän suorituskyvyn saamiseksi
  - koneen käyttäjien laskuttaminen

Kirjanpito voi antaa vihjeitä siitä,  
kuinka KJ:tä voitaisiin kehittää edelleen

## Laitteistosta

Keskusyksikkö, Käskeykli

Keskeytys ja sen käsittely, Siirräntä

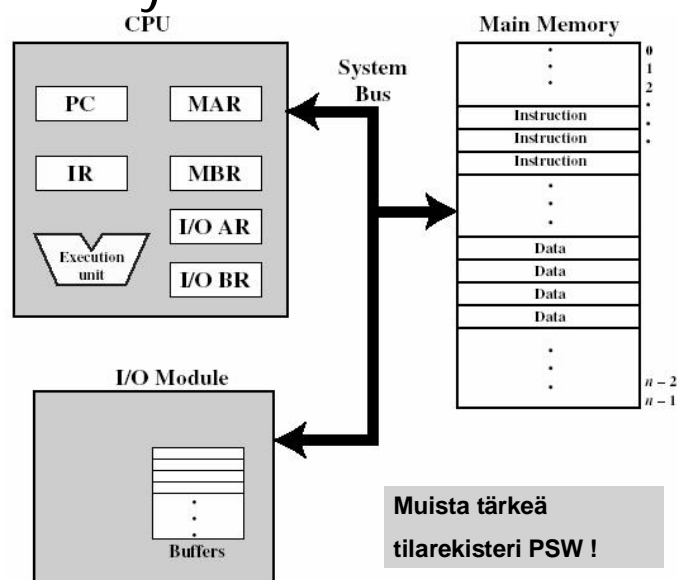
Muistihierarkia

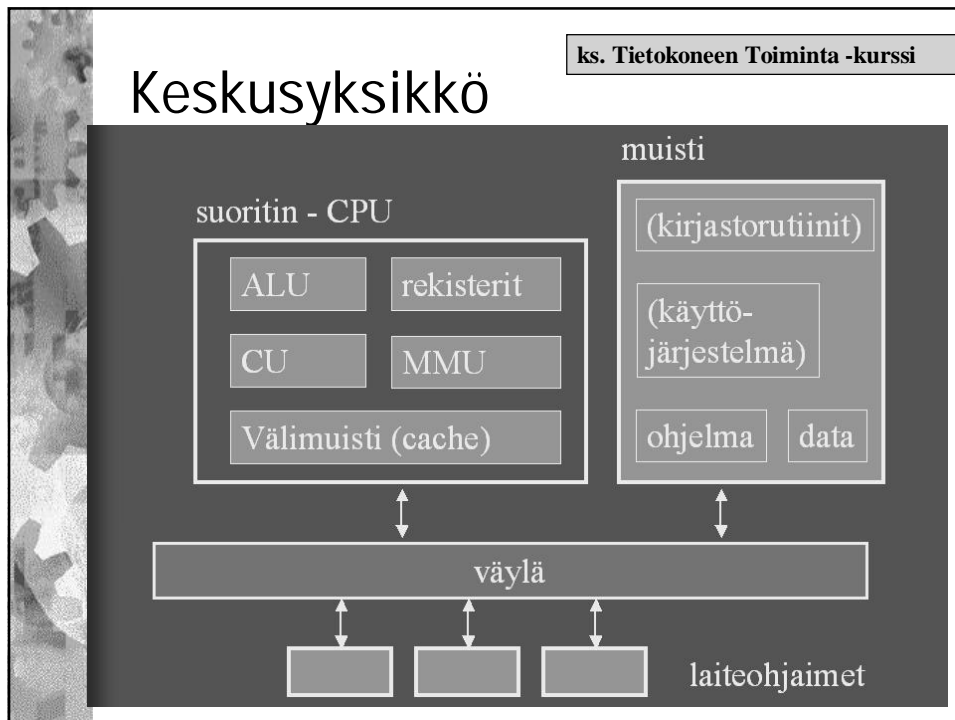
Stallings, Luku 1

= Tietokoneen Toiminta kurssin kertausta

## Keskusyksikkö

Fig 1.1 [Stal05]





- ## Keskusyksikön osat
- Prosessori (CPU)
    - käskyjen suoritus
  - (Keskus)muisti
    - tilaa ohjelmille ja niiden datalle (myös KJ on ohjelma!)
  - I/O ohjaimet (I/O kanavat, I/O prosessorit...)
    - laitteistoa, joka siirtää tietoa muistin ja oheislaitteiden välillä
      - syöttö- ja tulostuslaitteet
      - tallennuslaitteet
      - tietoliikennelaitteet
    - kommunikointi rekistereitä (I/O portteja) käyttäen
    - voivat sisältää omaa muistia (puskureita)
  - Väylät
    - tiedonsiirto eri osien välillä

## Muistinhallintayksikkö MMU

### Memory Management Unit

- Muuttaa ohjelman sisäisen osoitteen fyysiseksi muistiosoitteeksi
  - ohjelma käyttää siirtymiä alkunsa suhteen
  - laitteisto käyttää fyysisiä osoitteita
- MAR, Memory Address Register
  - muistiosoitetta varten
- MBR, Memory Buffer Register
  - Muistista noudettavan muistipaikan sisältö
  - Muistiin kirjoitettava arvo

## Muistinhallintayksikkö MMU

- Kanta- ja rajarekisteriä käyttävä järjestelmä:
  - Base Register: ohjelman fyysinen alkuosoite
  - Limit Register: viimeinen kelvollinen fyysinen osoite tai viitattavissa olevan alueen pituus
- Virtuaalimuistijärjestelmä (esim.):
  - PTR, Page Table Register
    - Suoritettavan prosessin sivutaulun fyys. alkuosoite
  - TLB, Translation Lookaside Buffer
    - Viimeisimmissä osoitemuunnoksissa käytettyjä tietoja

## Proessorin rekistereitä

- Ohjaus- ja tilarekisterit (Control & Status Registers)
  - osa vain CPU:n sisäiseen käyttöön
  - osa vain KJ:n käyttöön
  - osa epäsuorasti ohjelmien viitattavissa
    - hyppykäskey muuttaa PC:n arvoa
    - vertailu asettaa tilarekisterin
    - ehdollinen hyppykäskey tutkii tilarekisteriä
- Yleiskäyttöiset rekisterit (User-visible registers)
  - ohjelmien käytettävissä (myös KJ:n!)
  - viitattavissa nimellä konekielen tasolla
  - datan ja osoitteiden tallettamiseen

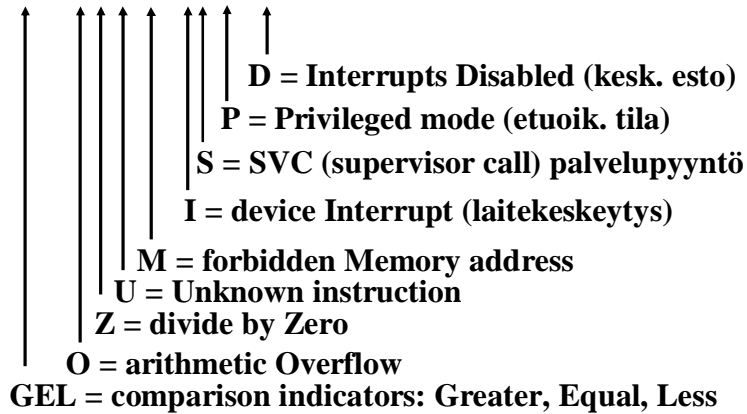
## Ohjaus- ja tilarekistereitä

- Käskyosoitin PC (Program Counter)
  - seuraavaksi suoritettavan käskeyn virtuaaliosoite
- Käskyrekisteri IR (Instruction Register)
  - suoritettavaksi noudettu käskey
- Tilarekisteri PSW (Program Status Word)
  - Tietoa laitteiston tilasta ja toiminnan siihen aiheuttamista muutoksista
  - lipukkeet (flags)
    - vertailujen tuloksille, virheilanteille
    - keskeytyksille, keskeytyksien esto / salliminen
    - etuoikeutettu tila / käyttäjätila

## Esimerkki Tilarekisteristä

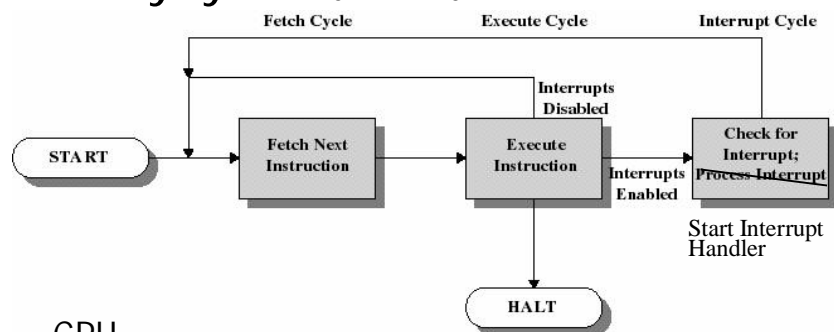
32 bittiä (kunkin arvo 0 tai 1)

GEL OZUM IS P D . . .



## Käskesykli (täydennetty)

Kuva 1.7



### CPU

- noutaa käskyn PC:n osoittamasta paikasta ja kasvattaa PC:n arvoa
- noutaa operandit rekistereistä tai muistista
- suorittaa käskyn yleensä ALU:ssa
- tallettaa tuloksen rekisteriin tai muistiin
- Kun keskeytys sallittu, CPU tutkii tilarekisterin ennen seuraavaa käskyä
- Jos keskeytys, suorita keskeytyskäsitellyn käskyt

## Keskeytys

- Sallii CPU:n ja ohjaimien yhtäaikaisen toiminnan
- CPU vain käynnistää siirännän, ja voi jatkaa muiden käskyjen suoritusta
- Kun siirto valmis, ohjain keskeyttää CPU:n
- CPU siirtyy suorittamaan KJ:hin kuuluvaa keskeytyskäsitelyä
- Kun KJ käsitellyt tilanteen, siirron valmistumista odottanut prosessi voi päästä taas suoritettavaksi

## Moniajo (multiprogramming)

- Siirräntä hidasta, eikä sovellus voi aina jatkaa ennenkuin siirto valmis
  - esim. prosessi lukee tietoa oheislaitteelta
- CPU odottaa toimeettomana keskeytystä

Idea: KJ ottaa suoritukseen useita prosesseja

- Kun yksi odottaa, suorita toista
- Entä, jos prosessi ei tee siirräntää?
  - Ei palvelupyynnöjä, ei keskeytyksiä
  - Muut prosessit nälkiintyvät
- Tarvitaan kello, joka keskeyttää

# Keskeytyk

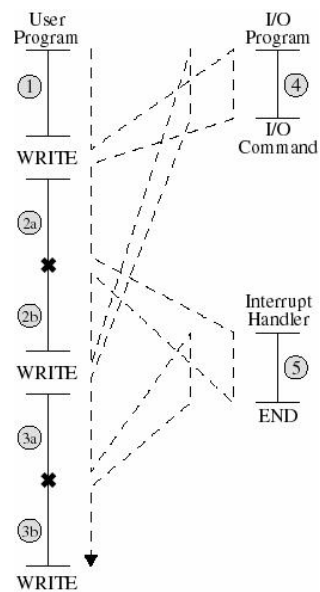
Table 1.1 Classes of Interrupts

<b>Program</b> - virhe - palvelupyyntö	Generated by some condition that occurs as a result of an instruction execution, such as arithmetic overflow, division by zero, attempt to execute an illegal machine instruction, and reference outside a user's allowed memory space.
<b>Timer</b>	Generated by a timer within the processor. This allows the operating system to perform certain functions on a regular basis.
<b>I/O</b>	Generated by an I/O controller, to signal normal completion of an operation or to signal a variety of error conditions.
<b>Hardware failure</b>	Generated by a failure, such as power failure or memory parity error.

## Siirräntä ja keskeytyk

- Palvelupyyntö siirtää kontrollin KJ:n laiteajurille
- Ajuri alustaa ohjaimen ja antaa siirtokäskyn (4)
- Kontrolli takaisin sovellukseen
- CPU voi suorittaa sovelluksen käskyjä samaan aikaan siirron kanssa (2a)
- Kun siirto valmis, ohjain keskeyttää (x)
- Kontrolli keskeytyskäsitelylle, josta edelleen ajurille
- Ajuri tarkastaa miten siirrossa kävi, ja tekee tarvittavat lopputoimet (5)
- Kun keskeytyk käsitelty, sovelluksen suoritus jatkuu (2b)

Fig 1.5b [Stal05]



## Keskeytyksäsittelijä (Interrupt handler)

- KJ:n koodia,
  - jonka laitteisto käynnistää keskeytyksen sattuessa
- Selvittää keskeytyksen syyn
- Käynnistää toimet tilanteen hoitamiseksi
  - Siirtyminen sopivaan käsittelyrutiiniin
- Keskeytynyttä prosessia voitava jatkaa myöhemmin siitä mihin se jäi keskeytyksen sattuessa
  - CPU:n rekistereiden arvot talletettava muistiin
    - PC, PSW, muut ohjelman käyttämät rekisterit

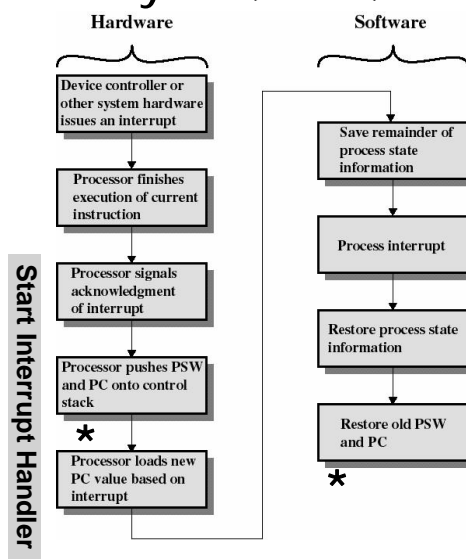
## Keskeytyksäsittely

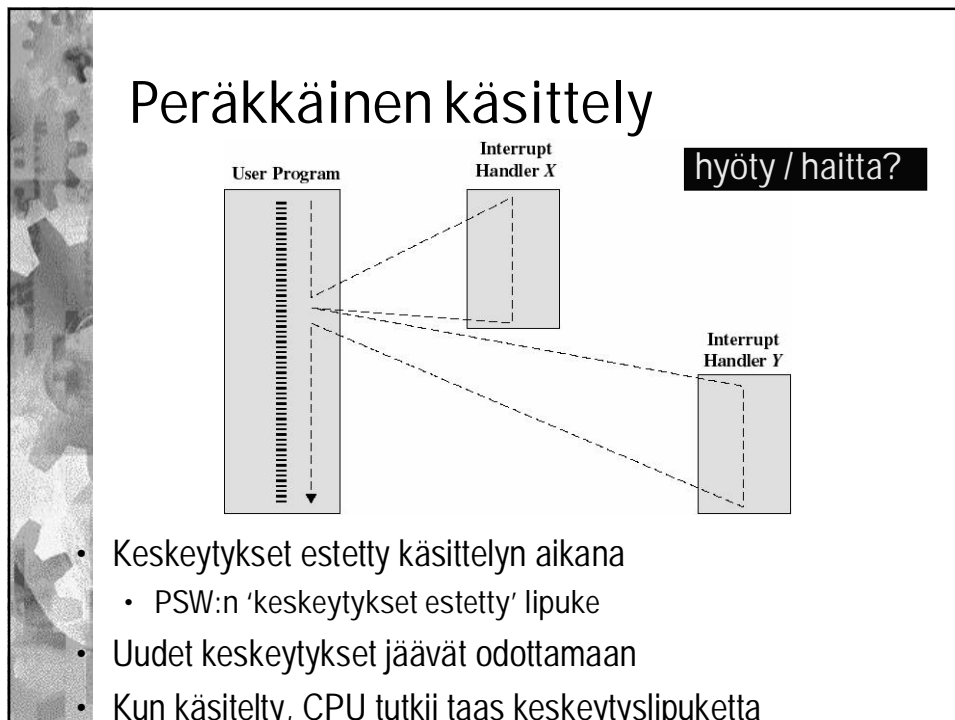
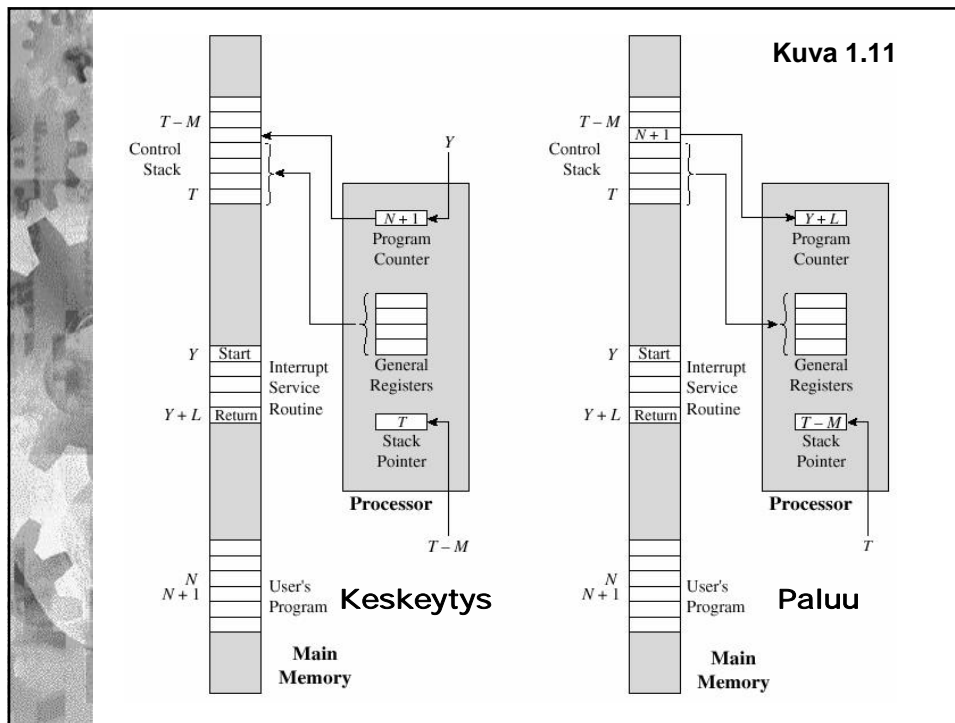
(kuva 1.10)

Kirja s. 21-25

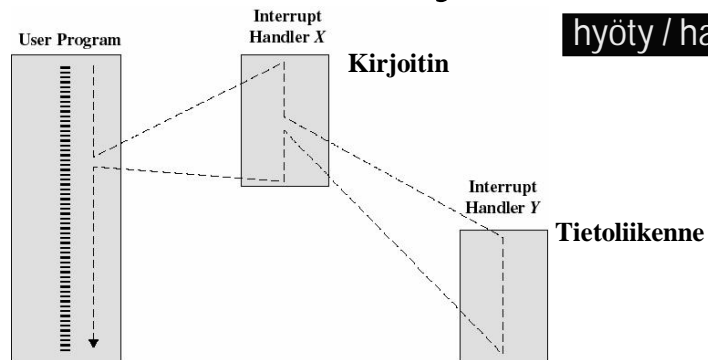
\* Etuoikeutettu tila vs. käyttäjätila

\* Keskeytysten esto vs. salliminen





## Priorisoitu käsittely



- Alemman prioriteetin keskeytyskäsittely jää kesken, jos tulee kiireellisempi keskeytys
  - Myös keskeytyskäsittely voi keskeytyä!
- Esim. Tietoliikenneohjaimen keskeytys käsitellään välittömästi, jotta saadaan uutta tilaa saapuvalla datalla

## Muistihierarkia

Tan01 1.14

Typical access time		Typical capacity
1 nsec	Registers	<1 KB
2 nsec	Cache	1 MB
10 nsec	Main memory	64-512 MB
10 msec	Magnetic disk	5-50 GB
100 sec	Magnetic tape	20-100 GB

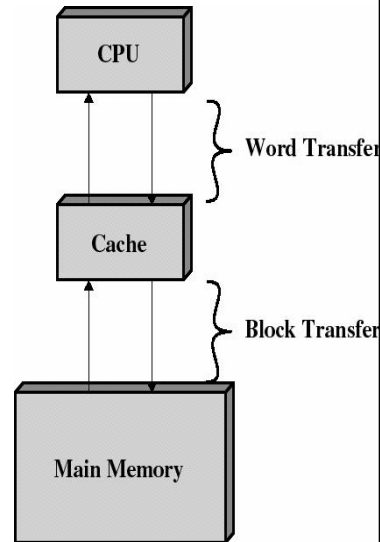
### Pentium 4 cache:

**8 KB datalle, 12 KB koodille, ulkoinen 256 KB**

nano =  $10^{-9}$ , mikro =  $10^{-6}$ , milli =  $10^{-3}$

## Välimuisti (cache memory)

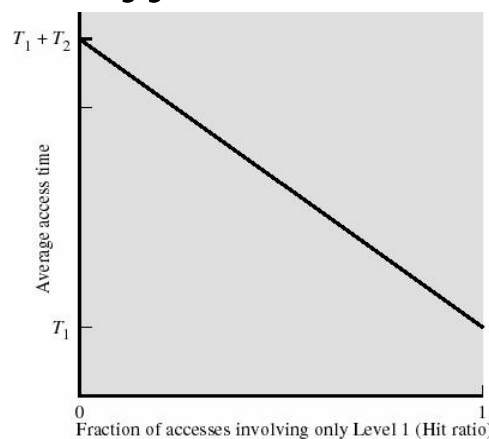
- Pieni, nopea muisti / rekisterijoukko CPU:n ja keskusmuistin välissä
- CPU:n osana ja / tai ulkopuolella
- Laitetasolla, ei näy ohjelmissa / KJ:ssä
- CPU tutkii ensin löytyykö viitatus fyys. muistipaikan sisältö välimuistista
- Jos ei löydy, CPU tuo välimuistiin lohkon, joka sisältää myös viitatus muistipaikan



## Osumatodennäköisyys (Hit Ratio)

= Todennäköisyys, että viitattu muistipaikka on välimuistissa

- $T_1$  = saantiaika välimuistista
- $T_2$  = saantiaika keskusmuistista
- $T_2 \gg T_1$
- Kun osumatodenn. lähellä arvoa 1, keskim. saantiaika lähellä  $T_1$ :tä



## Paikallisuus (locality of references)

Ajallinen ja alueellinen paikallisuus:

- Esim. silmukassa suoritetaan toistuvasti samaa käskyjoukkoa
  - Tietystä osasta koodia käytetään tyypillisesti vain tiettyjä muuttujia (data)
- ⇒ Kun ohjelma viittaa tiettyyn muistipaikkaan (käsky tai data), on tn., että se viittaa pian samaan paikkaan uudelleen tai sen lähellä oleviin muistipaikkoihin
- Osumatodenn. helposti lähellä arvoa 1 jo pienellä välimuistilla

## PALVELUPYYNNÖT

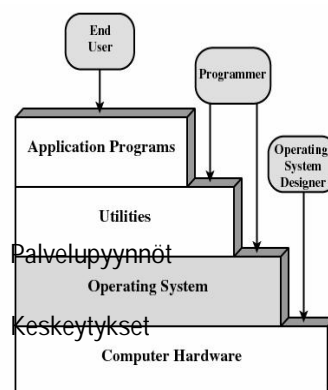
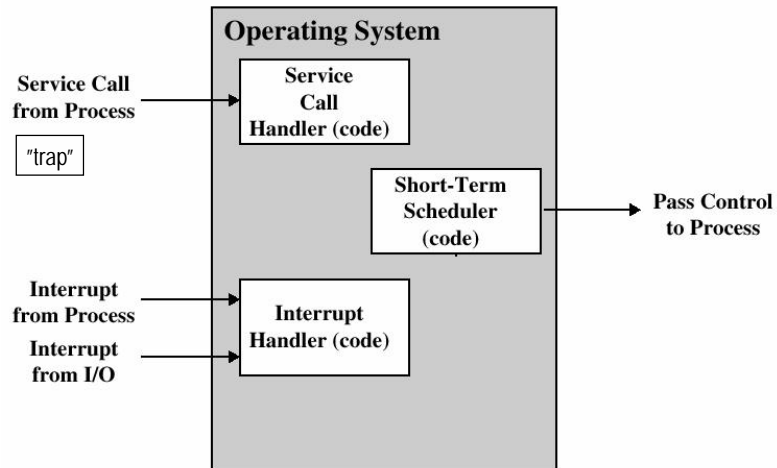


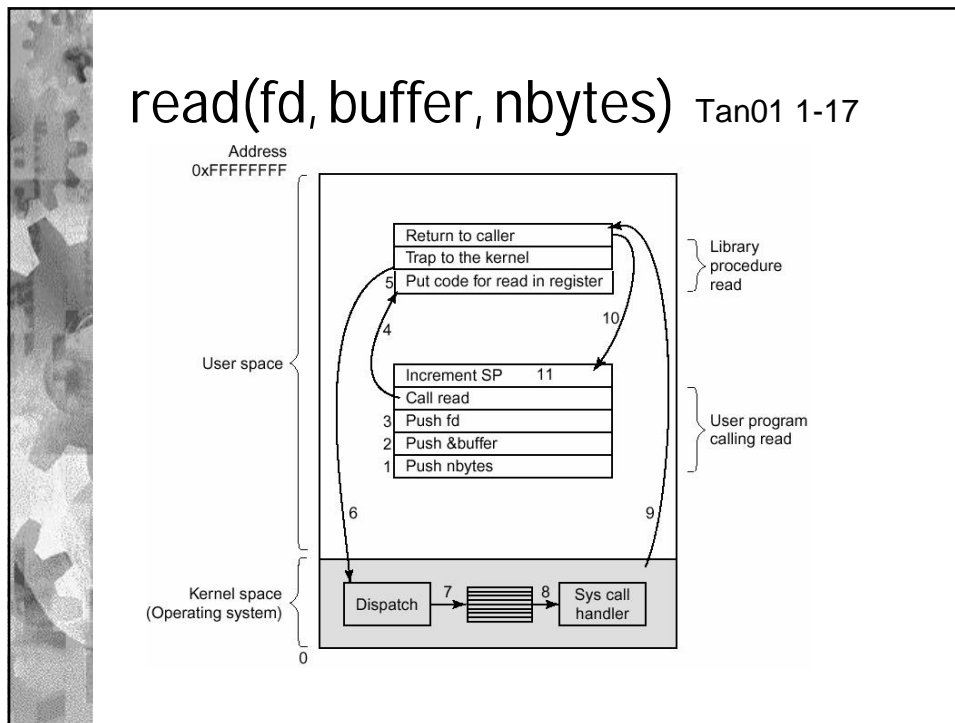
Figure 2.1 Layers and Views of a Computer System

## Palvelupyynnöt



## Palvelupyynnöt

- Sovellus pyytää KJ:n palvelua käskykantaan kuuluvan käskyn välityksellä
  - Prosessit ja niiden välinen kommunikointi
  - Muisti
  - Tiedostot ja tiedostojärjestelmä
  - Siirräntä
  - Ym.
- Aliohjelmakutsun mekanismi
- Parametrit pinon, sitten käsky esim. SVC
- Palvelupyynnö aiheuttaa keskeytyksen
  - CPU etuoikeutettuun tilaan
  - CPU suorittamaan KJ:tä



## POSIX palvelupyntöjä

### Process management

Call	Description
<code>pid = fork()</code>	Create a child process identical to the parent
<code>pid = waitpid(pid, &amp;statloc, options)</code>	Wait for a child to terminate
<code>s = execve(name, argv, environp)</code>	Replace a process' core image
<code>exit(status)</code>	Terminate process execution and return status

### File management

Call	Description
<code>fd = open(file, how, ...)</code>	Open a file for reading, writing or both
<code>s = close(fd)</code>	Close an open file
<code>n = read(fd, buffer, nbytes)</code>	Read data from a file into a buffer
<code>n = write(fd, buffer, nbytes)</code>	Write data from a buffer into a file
<code>position = lseek(fd, offset, whence)</code>	Move the file pointer
<code>s = stat(name, &amp;buf)</code>	Get a file's status information

## Portable Operating System ("UNIX Style")

## POSIX palvelupyynnöt Tan01 1-18

### Directory and file system management

Call	Description
s = mkdir(name, mode)	Create a new directory
s = rmdir(name)	Remove an empty directory
s = link(name1, name2)	Create a new entry, name2, pointing to name1
s = unlink(name)	Remove a directory entry
s = mount(special, name, flag)	Mount a file system
s = umount(special)	Unmount a file system

### Miscellaneous

Call	Description
s = chdir(dirname)	Change the working directory
s = chmod(name, mode)	Change a file's protection bits
s = kill(pid, signal)	Send a signal to a process
seconds = time(&seconds)	Get the elapsed time since Jan. 1, 1970

## Käyttöesimerkki Tan01 1-19

```
#define TRUE 1

while (TRUE) {
    type_prompt( );          /* repeat forever */
    read_command(command, parameters); /* display prompt on screen */
                                /* read input from terminal */

    if (fork() != 0) {
        /* Parent code. */
        waitpid(-1, &status, 0); /* fork off child process */
                                /* wait for child to exit */
    } else {
        /* Child code. */
        execve(command, parameters, 0); /* execute command */
    }
}
```

**"Riisuttu" komentotulkki**

## WIN32 API palvelupyynnöt

UNIX	Win32	Description
fork	CreateProcess	Create a new process
waitpid	WaitForSingleObject	Can wait for a process to exit
execve	(none)	CreateProcess = fork + execve
exit	ExitProcess	Terminate execution
open	CreateFile	Create a file or open an existing file
close	CloseHandle	Close a file
read	ReadFile	Read data from a file
write	WriteFile	Write data to a file
lseek	SetFilePointer	Move the file pointer
stat	GetFileAttributesEx	Get various file attributes
mkdir	CreateDirectory	Create a new directory
rmdir	RemoveDirectory	Remove an empty directory
link	(none)	Win32 does not support links
unlink	DeleteFile	Destroy an existing file
mount	(none)	Win32 does not support mount
umount	(none)	Win32 does not support mount
chdir	SetCurrentDirectory	Change the current working directory
chmod	(none)	Win32 does not support security (although NT does)
kill	(none)	Win32 does not support signals
time	GetLocalTime	Get the current time