Luento 8
Ohjelman toteutus järjestelmässä

Prosessi

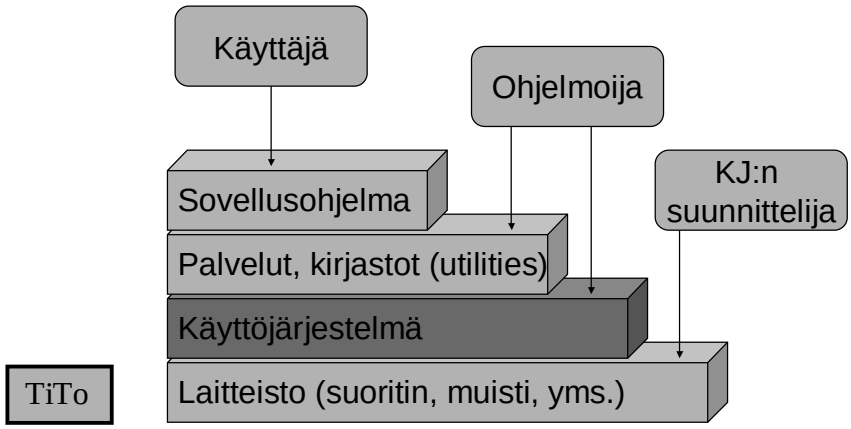
Prosessin esitysmuoto järjestelmässä

Käyttöjärjestelmä

KJ-prosessit

Käyttöjärjestelmien kehitys

Tietokonejärjestelmä



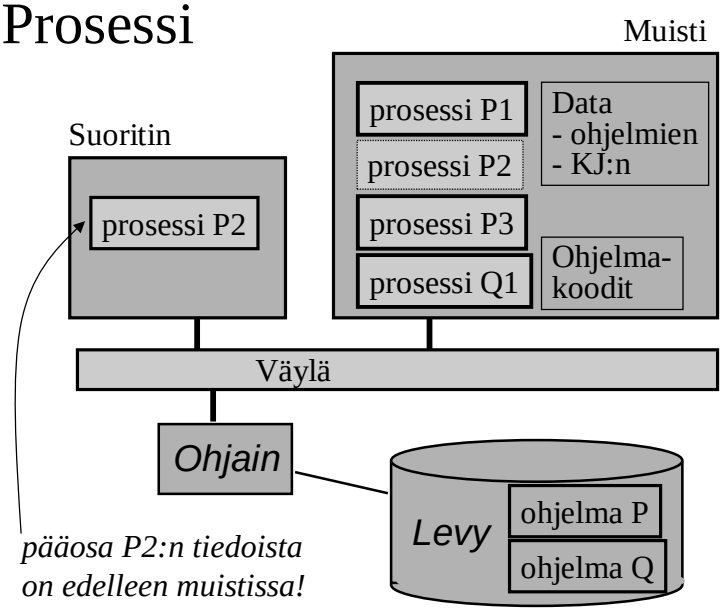
Kuva 8.1 [Sta03]

Prosessi (4)

- Järjestelmässä olevan ohjelman esitysmuoto
- Järjestelmässä voi olla ”samalla kertaa” monta prosessia joko samasta tai eri ohjelmasta
  - käyttäjän (ihmisen) näkökulma ja aikaskaala (1 min, 1 sek?)
- Suorittimella suorituksessa on yksi prosessi kerrallaan
  - laitteiston näkökulma ja aikaskaala (1 ms, 1 µs, 1 ns?)
- Muut prosessit ovat odottamassa jotakin
  - suoritinta? I/O:ta? viestiä toiselta prosessilta?
  - vapaata muistitilaa?

7.4.2004 3

Prosessi



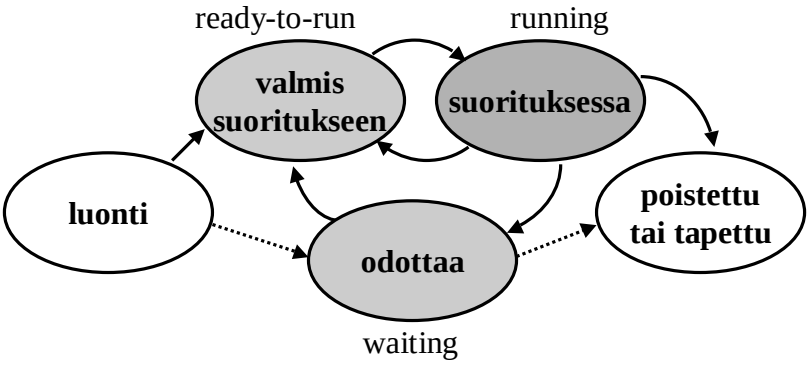
7.4.2004 4

Prosessin vaihto (3)

- Suorittimella suoritusvuorossa olevan prosessin vaihtaminen
- Tapahtuu aika usein
  - keskimäärin noin 2000-3000 konekäskyn välein?
  - esim. 50-500 kertaa sekunnissa?
- Iso operaatio - paljon kopiointia
  - montako konekäskyä tähän kuluu?

50-500?
0?

Prosessin elinkaari (11)



- Prosessin 5 suoritustilaa
  - Milloin tilanvaihto tapahtuu?
  - Mitä tilanvaihdossa tapahtuu?

Mitä suoritin tietää suorituksessa olevasta prosessista?

Prosessin esitysmuoto järjestelmässä

- PCB - Prosessin kuvaaja eli kontrollilohko (Process Control Block)
  - isohko tietue, joka sisältää kaiken yhdestä prosessista
    - muistialueet, tiedostot, tiedostojen käsittelykohdat
    - ei suorituksessa oleville myös: suorittimen tila (laiterekisterit, MMU:n rekisterit, kontrollirekisterit)
  - joka prosessista oma PCB
  - luodaan prosessin luonnin yhteydessä ja tuhotaan prosessin päättyessä
  - käyttöjärjestelmärutiinit manipuloivat PCB:tä

Prosessin kuvaajan sisältö (9)

- Prosessin tunniste 14023
- Prioriteetti suorittimen vuoronantoa varten 143
- Prosessin tila ja/tai odottamisen syy R-to-R
- Suoritinympäristö talletettuna odottamisen aikana
  - rekisterit, PC, SP, FP, tilarekisterit
- Seuraavaksi suoritettavan käskyn osoite Main {}
- Poikkeuskäsittelijöiden osoitteet (ellei oletusarv.)
- Aikaviipale
- Käytössä olevat muistialueet, aukiolevat tiedostot
- KJ:n hallintotietoa (kokonaisaika, etc etc)

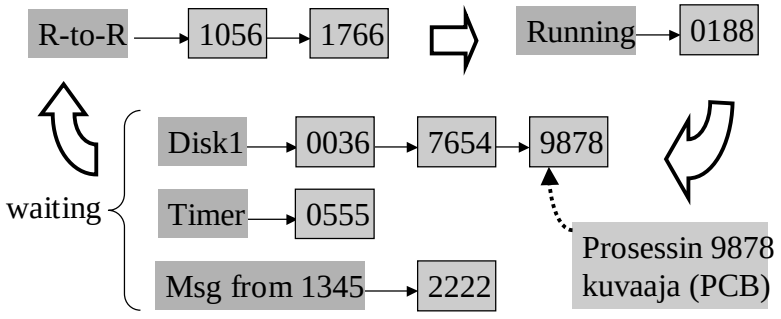
Ks. Minix esimerkin *struct proc* [Tane87], 1 kalvo

Prosessin tilanvaihdon toteutus (5)

- Prosessin tilanvaihto tapahtuu siirtämällä prosessi (sen PCB) jonosta toiseen
  - ready-to-run jono (tai jonot) — odottaa suoritinta
  - running jono — suorituksessa
    - ei oikeastaan ole olemassa
  - waiting jono — odottaa jotakin
    - joka tyypille oma jononsa
    - esim: laitteen Disk1 I/O:n valmistumista odottavat
    - esim: näppäimistön painallusta odottavat
    - esim: kellolaitekeskeytystä odottavat
    - esim: prosessilta 1345 signaalia odottavat

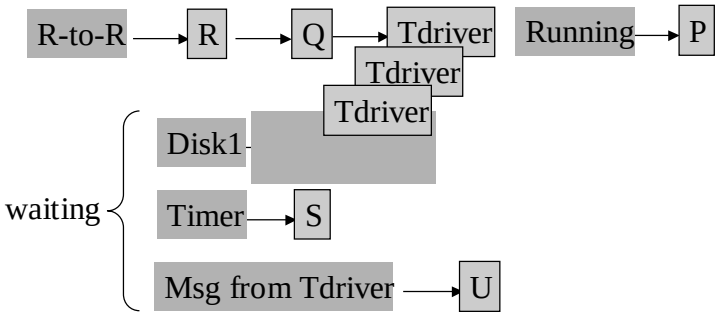
Ks. Minix esimerkin *ready* [Tane87], 1 kalvo

Prosessit jonoissa (1)



Vuoronanto:
valitse seuraava prosessi Ready-to-Run -jonosta ja
siirrä se suoritukseen CPU:lle
(kopioi tämän prosessin **suorittimen tila** suorittimelle)

KJ esimerkki: I/O keskeytys (5)



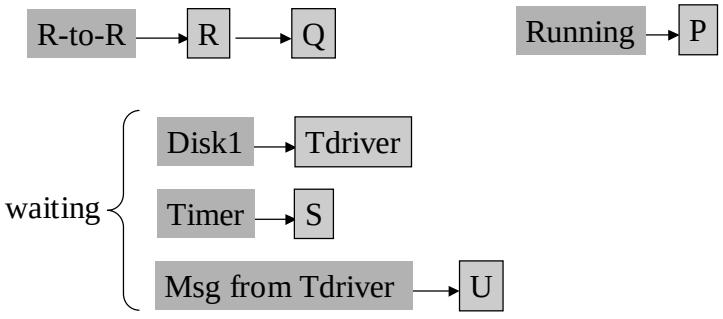
I/O keskeytys laitteelta Disk1 prosessille Tdriver?

Suoritin havaitsee keskeytyssignaalin ja suorittaa I/O keskeytyskäsittelyrutiinin (P:n ympäristössä)

Tdriver siirretään R-to-R jonoon

P:n suoritus jatkuu vai jatkuuko?

KJ esimerkki: I/O keskeytys (ei anim)



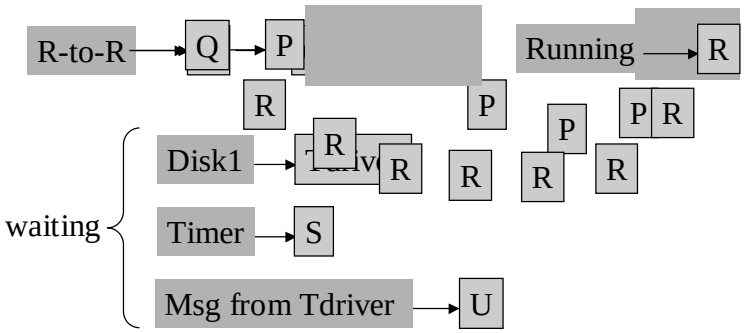
I/O keskeytys laitteelta Disk1 prosessille Tdriver?

Suoritin havaitsee keskeytyssignaalin ja suorittaa I/O keskeytyskäsittelyrutiinin (P:n ympäristössä)

Tdriver siirretään R-to-R jonoon

P:n suoritus jatkuu vai jatkuuko?

KJ esim: aikaviipalekeskeytys (3)



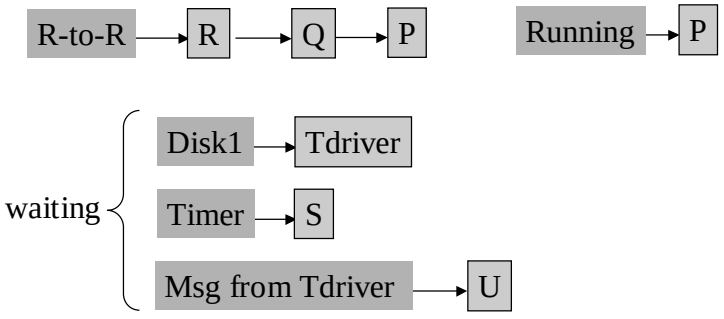
P saa aikaviipalekeskeytyksen?

P siirretään takaisin R-to-R jonoon

Seuraava prosessi R saa suoritusvuoron

Entä jos P olisi pyytänyt levy I/O:ta Disk1:ltä?

KJ esim: aikaviipalekesk. (ei anim)



P saa aikaviipalekeskeytyksen?

P siirretään takaisin R-to-R jonoon

Seuraava prosessi R saa suoritusvuoron

Entä jos P olisi pyytänyt levy I/O:ta Disk1:ltä?

Prosessin vaihto (4)

- Vaihdon tekee KJ rutiini sillä hetkellä suorittavan prosessin ympäristössä
- Talleta vanhan prosessin suoritinympäristö suorittimelta omalle talletusalueelle muistiin
  - talleta kaikki suorittimella olevat tiedot muistiin
- Kopioi uuden prosessin suoritinympäristö omalta talletusalueeltaan suorittimelle
  - lataa kaikki suorittimen rekisterit (myös PC!)
- Uuden prosessin suoritus jatkuu täsmälleen siitä mihin viime kerralla jäätiin
  - sama konekäsky, käytännössä sama suoritusympäristö

Ks. Minix esimerkin tty_int [Tane87], kalvot INT 1-3/3

  - usein keskellä prosessin vaihtoa suorittavaa KJ rutiinia

Prosessin prioriteetti (3)

- Prosessin tärkeysjärjestys suorittimella
  - esim. pieni numero $\Rightarrow$ iso (parempi) prioriteetti
- Joka prioriteetti(luokalle) oma R-to-R jononsa
  - KJ prosesseilla parempi prioriteetti kuin käyttäjätason prosesseilla
  - tosiaikasovelluksen prosesseilla parempi prioriteetti kuin KJ prosesseilla
    - muistakaa antaa KJ:lle aikaa aina joskus .... !
- Prioriteetti voi vaihdella prosessin elinaikana
  - paljon suoritinaikaa $\Rightarrow$ huonompi prioriteetti
  - kauan R-to-R jonossa $\Rightarrow$ parempi prioriteetti (prosessi siirretään korkeamman prioriteetin R-to-R jonoon)

Käyttäjän näkökulma (käyttö)järjestelmään

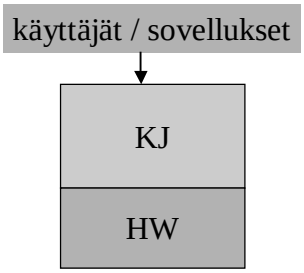
- Miten järjestelmä toimii minun ohjelmani kanssa?
- Onko järjestelmä riittävän nopea pelaamaan suosikkipeliäni isolla näytöllä?
- Onko minun helppo asentaa uusi ohjelma koneelle?
- Onko minun helppo muuntaa (portata) ohjelmani tähän käyttöjärjestelmään?
- Miten muistin lisääminen vaikuttaisi minun ohjelmani nopeuteen?

Käyttöjärjestelmän näkökulma (käyttö)järjestelmään

- Ovatko kaikki systeemin resurssit mahdollisimman hyvässä käytössä?
- Mikä on keskimääräinen jonon pituus (prosessien lukumäärä) suorittimelle?
- Minkä osan ajasta suoritin odottaa järkevää työtä?
- Minkä osan ajasta kovalevyn hakuvarsi on liikkeessä?
- Miten usein datamuistiviitteet löytyivät välimuistista?
- Miten muistin lisääminen vaikuttaisi nopeuteen?

Käyttöjärjestelmä käyttöliittymänä laitteistoon

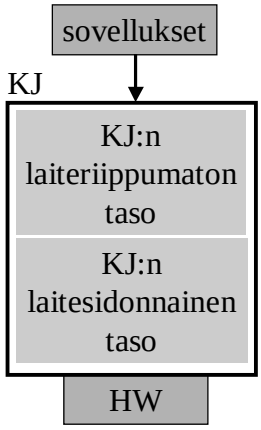
- Loppukäyttäjälle (ihmiselle)
- Sovellusohjelmille
- Piilottaa laitteiston erityispiirteet käyttäjiltä
  - käskykanta
  - konekäskyn rakenne
  - suorittimen toteutus ja suorittimien lukumäärä
  - I/O:n toteutus
  - I/O-laitteiden sijainti



7.4.2004 Copyright Teemu Kerola 2003 & Tiina Niklander 2004 19

Käyttöjärjestelmän tavoitteet

- Laiteriippumaton (HW-riippumaton) käyttöliittymä laitteistoon
  - järjestelmää on helppo käyttää
  - järjestelmä antaa reilua palvelua kaikille
  - sovellukset on helppo tehdä
  - sovellukset on helppo siirtää muista järjestelmistä



7.4.2004 Copyright Teemu Kerola 2003 & Tiina Niklander 2004 20

Käyttöjärjestelmän tavoitteet (jatk)

- Järjestelmän resurssien tehokas hallinta
  - kaikista resursseista saada maksimihyöty
    - kuka osti liikaa levyjä?
  - joustava resurssien yhteiskäyttö
    - lue tiedosto levyltä vai verkkopalvelimelta?
  - tiukka tietosuoja
    - kuka muu kuin Pekka tai Maija luki tietojani?

Käyttöjärjestelmä resurssien vartijana

- Suoritinaikaa reilusti kaikille
  - kukaan ei odota suoritinta ikuisesti
  - kriittiset prosessit saavat ajoissa suoritinaikaa
- Tiedostojen (koodi, data) tehokas käyttö
  - laitteesta ja sijainnista riippumaton käyttö
  - helppo yhteiskäyttö ja samalla tietojen suojaus
- Tietoliikenneverkkojen käyttö
  - laiteriippumaton käyttö
  - helppo yhteiskäyttö ja samalla tietojen suojaus
- Hallintokirjanpito

KJ järjestelmän eheyden turvaajana

- Varauduttu kaikkiin mahdollisiin virheisiin
- Sovellusohjelmat eivät voi häiritä KJ:tä tai muita prosesseja
  - tahallaan (esim. tietokonevirukset)
  - vahingossa (yleisin tapaus)
- Järjestelmä ei lukkiudu tai ”kaadu”
  - KJ:n omat tietorakenteet ovat aina eheitä
  - sovellusohjelmat eivät voi koskea KJ:n tietorakenteisiin
  - sovellusohjelmat aina lopulta antavat vuoron KJ:lle

Käyttöjärjestelmän rakenne (4)

- Prosessien hallinta
  - prosessien luonti, tuhoaminen
  - prosessien välinen viestintä (IPC, Inter-Process Comm)
  - kenelle suoritinaikaa ja milloin?
- Muistin hallinta
  - miten keskusmuistia varataan eri prosessien käyttöön?
  - kunkin prosessin muistitilan hallinta
  - yhteiskäyttö ja tiedon suojaus
- Tiedostojen ja laitteiden hallinta
  - miten tiedostoja voidaan lukea/kirjoittaa?
  - yhteiskäyttö ja tiedon suojaus
- Verkon hallinta
  - miten kommunikoida muiden koneiden kanssa?

Käyttöjärjestelmän toteutus (5)

- Joukko prosesseja ja/tai aliohjelmia
  - prosessit elävät omaa elämäänsä (etuoikeutetussa tilassa eli root'ina?)
    - swapper (Unix) - muistinhallintaprosessi
    - init prosessi (Unix) - kaikkien käyttäjätason prosessien "äiti"
    - laiteajurit
  - aliohjelmat suoritetaan sen hetkisen prosessin ympäristössä (etuoikeutetussa tilassa?)
    - keskeytyskäsittelijät
  - saavat kontrollin aina tarvittaessa
    - aliohjelmakutsut, SVC, viestit
    - ajastimet ja muut keskeytykset

KJ palvelun kontrollin palautus

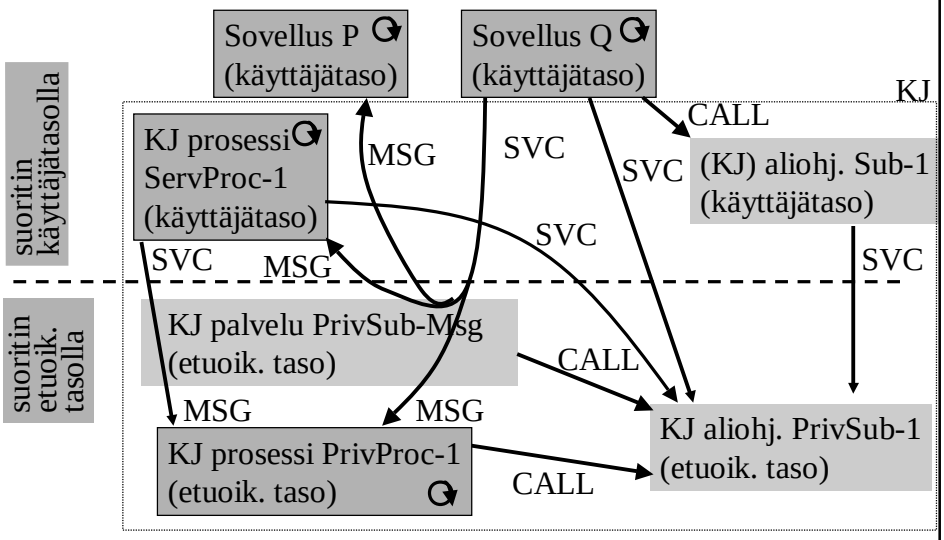
Explisiittinen KJ-palvelun kutsu

- Aliohjelmakutsut
  - CALL → RETURN
- SVC
  - SVC → IRET
- Viestit
  - viesti → vastausviesti (lähettäjä odottaa vastausta RECEIVE:ssä)

Implisiittinen KJ-palvelun kutsu

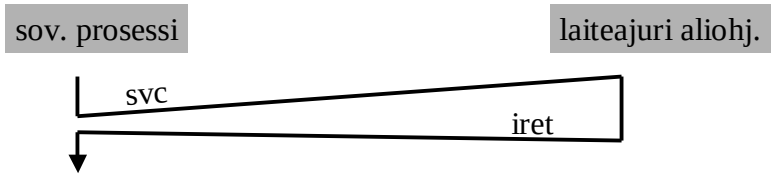
- Ajastimet ja muut keskeytykset
  - keskeytys → IRET

Prosessit ja aliohjelmat (7)



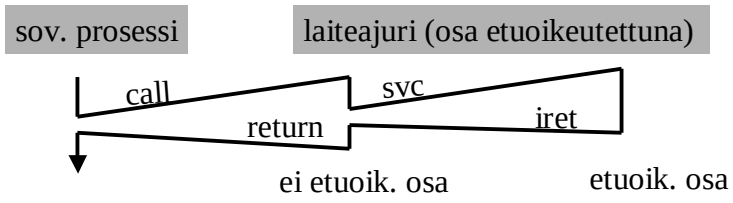
KJ esimerkki: laiteajuri

- Aliohjelmana (eli proseduurina)
  - laiteajuri suoritetaan KJ-rutiinina tavallisen SVC-kutsun kautta
    - vain yksi kutsu kerrallaan suorituksessa? miksi? miten voidaan valvoa?



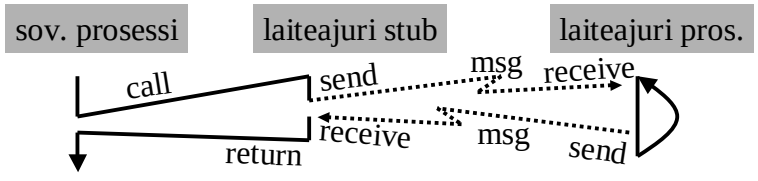
KJ esimerkki: laiteajuri (jatk.)

- Aliohjelmana (eli proseduurina)
  - laiteajuri suoritetaan KJ-rutiinina tavallisen aliohjelmakutsun ja/tai SVC-kutsun kautta
    - osa tai kaikki koodista voi olla etuoikeutettua
    - vain yksi kutsu kerrallaan suorituksessa? miksi? miten voidaan valvoa?



KJ esimerkki: laiteajuri

- Prosessina
  - proseduurina kutsuttu laiteajurin tynkä (stub) lähettää I/O-pyynnön viestinä laiteajuriprosessille ja odottaa vastausta
    - tynkä voi olla käyttäjätilainen
    - ajuriprosessi voi olla (joskus) etuoikeutettu
    - vaatii prosessien välistä viestintää

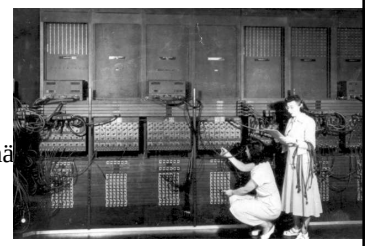


Ks. Minix esimerkki floppy disk driver [Tane87], 2 kalvoa

Käyttöjärjestelmien kehitys

- Varhaiset järjestelmät
  - ei käyttöjärjestelmää, kytkimiä
- Eräajojärjestelmät (batch systems)
  - osaa suorittaa yhden työn kerrallaan
  - ja jatkaa sitten vuorossa seuraavalla
- Moniajojärjestelmät (multiprogramming)
  - vuorottaa useaa samaan aikaan suorituksessa olevaa työtä
  - edelleen eräajoa
- Osituskäyttöjärjestelmät (timesharing)
  - suorakäyttö (on-line), useita samanaikaisia käyttäjiä

Varhaiset järjestelmät



- Ei käyttöjärjestelmää, kytkimiä
- Vain yksi ohjelma kerrallaan
  - ladataan suoritukseen konekielisenä
  - suoritetaan
  - tulokset tallennetaan
- Käyttäjä ei välttämättä ollut suoraan yhteydessä koneen kanssa
- Suoritusvuorojen jakelu
  - Varauslista paperilla (aikajaksot)
  - Kehittyneempi menettely:
    - Operaattori, jolle toimitettiin suoritettavat ohjelmat

7.4.2004 Copyright Teemu Kerola 2003 & Tiina Niklander 2004 33

Eräajojärjestelmät (batch systems)

- Vain yksi ohjelma kerrallaan suorituksessa,
- mutta tietokoneella pieni ohjelmanpätkä (lataaja, monitori), joka osaa ’automaattisesti’ ladata työn ja suorittaa sen
- Operaattori järjestää työt jonoon
  - laittaa korttipakat kortinlukijaan tai
  - lataa magneettinauhat nauhuriin
- Käyttäjä toimittaa ohjelmansa suoraan korttipakkana tai magneettinauhana operaattorille ja saa joskus suorituksen jälkeen tuloksen paperilla tai magneettinauhalla

7.4.2004 Copyright Teemu Kerola 2003 & Tiina Niklander 2004 34

Moniajojärjestelmät (multiprogramming)

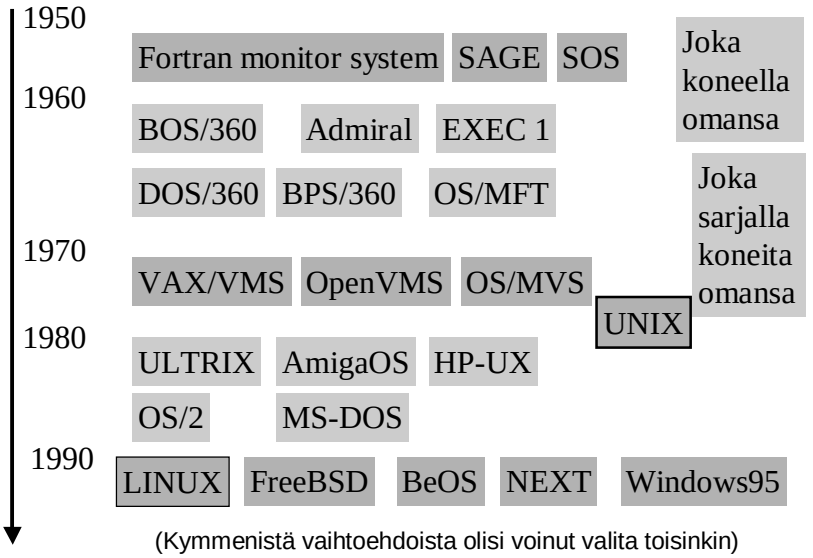
- Edelleen operaattorien suorittamaa eräajoa
- Nyt samanaikaisesti suorituksessa useita töitä
  - kun yksi työ odottaa oheislaitetta, suoritin voi
  - suorittaa sillä aikaa jotain toista ohjelmaa
- Tämä toimintaperiaate käytössä nykyisissäkin käyttöjärjestelmissä (ns. *tausta-ajo*)
  - prosessi ei ole suoritti-mella, jos se odottaa oheislaitteelle annetun tehtävän valmistumista

IBM System/360

Osituskäyttöjärjestelmät (timesharing)

- Suorakäyttö (on-line) – käyttäjällä on suora yhteystietokoneeseen
- useita samanaikaisia käyttäjiä
- Valtaosa nykyisistä käyttöjärjestelmistä tarjoaa käyttäjälle ajantasaisen yhteyden tietokoneeseen (esim. kaikki PC:t)

Käyttöjärjestelmien historiaa



(Kymmenistä vaihtoehdoista olisi voinut valita toisinkin)

-- Luennon 8 loppu --

[Tane99]

```
// Open files for input and output.
inhandle = CreateFile("data", GENERIC_READ, 0, NULL, OPEN_EXISTING, 0, NULL);
outhandle = CreateFile("newf", GENERIC_WRITE, 0, NULL, CREATE_ALWAYS,
      FILE_ATTRIBUTE_NORMAL, NULL);

// Copy the file.
do {
      s = ReadFile(inhandle, buffer, BUF_SIZE, &count, NULL);
      if (s > 0 && count > 0) WriteFile(outhandle, buffer, count, &ocnt, NULL);
while (s > 0 && count > 0);

// Close the files.
CloseHandle(inhandle);
CloseHandle(outhandle);
```

Figure 6-40. A program fragment for copying a file using the Windows NT API functions. This fragment is in C because Java hides the low-level system calls and we are trying to expose them.

Lisää tietoa? → KJ kurssit, RIO, HajJärj

