HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

Käyttöjärjestelmät I

# Osio 2: Luennot 5-8

# Muistinhallinta

Tiina Niklander; kalvot © Auvo Häkkinen

Tietojenkäsittelytieteen laitos
Helsingin yliopisto

## Käyttöjärjestelmät I

# Luento 5: YKSINKERTAINEN MUISTINHALLINTA

Stallings, Luku 7



## Sisältöä

**Yleistä muistinhallinnasta** (luku 7.1)
**Yksinkertainen muistinhallinta**
- **a) kiinteät partitiokoot** (luku 7.2)
- **b) dynaamiset partitiokoot** (luku 7.2)
- **c) Buddy System** (luku 7.2)
- **d) yksinkertainen segmentointi** (luku 7.4)
- **e) yksinkertainen sivutus** (luku 7.3)

**Yksinkertainen =**
**prosessi aina kokonaan muistissa tai kokonaan levyllä**



## Käyttöjärjestelmät I

# YLEISTÄ MUISTINHALLINNASTA



## Fyysinen muisti

- **Fyysinen muisti, 'sitä voi potkaista'**
  - muistiavaruus
  - laitteisto (MMU, väylät) käyttää fyysisiä osoitteita
- **Keskusmuisti**
  - koodin + käsiteltävän datan suoritusaik. tallennus
  - joukko peräkkäisiä tavuja
- **Tukimuisti**
  - tiedon (ohjelmat, data) pysyvä tallennus
  - joukko peräkkäisiä lohkoja
- **Siirto näiden välillä muistinhallinnan ja tiedostojärjestelmän leipätyötä**
  - mahd. automaattisesti KJ:n toimesta



## Looginen muisti

- **prosessin osoiteavaruus**
  - loogiset osoitteet eli virtuaaliosoitteet
- **voi olla suurempi kuin fyysinen muisti**
- **kullakin prosessilla oma osoiteavaruus**
  - osoitteet suhteellisia alun suhteen (0..MAX)
- **sovellus jakaantuu loogisesti moduuleihin**
  - ne voidaan tehdä eri aikoina, osoitteiden paikkaus linkityksessä
  - erilaisia käyttöoikeuksia
    - koodi R (vapaakäyntisyys)
    - data R / W / RW
  - osa moduuleista tarkoitettu yhteiskäyttöön

## Prosessin rakenne

- **PCB**
- **Ohjelma-alue**
- **Data-alue**
- **Pino alueen lopussa**
- **Suhteellisia viittauksia prosessin omalla muistialueella**

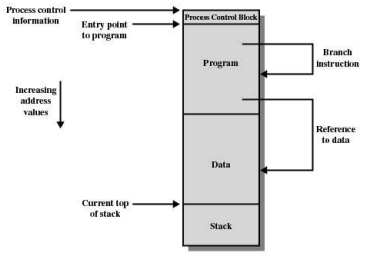



Figure 7.1 Addressing Requirements for a Process



## Yleistä muistinhallinnasta

- **Ytimelle voidaan sallia kiinteä paikka muistissa**
  - voi käyttää suoraan fyysisiä osoitteita
- **Loppu KJ:n muille osille ja sovelluksille**
- **KJ huolehtii siitä, että muistiin mahtuu mahd. monta prosessia**
  - vapaan / varatun tilan hallinta
- **Laitteisto huolehtii siitä, etteivät prosessit sotke toisiaan**
  - MMU



## Muistinhallinta: vaatimuksia

**Vapaa sijoitettavuus**

- **Heittovaihto**
  - KJ voi siirtää prosesseja välillä levylle
  - KJ voi ottaa suoritettavaksi useampia prosesseja
  - prosessin paikka voi vaihdella suorituksen aikana
- **Ohjelmoija ei voi tietää minnepäin muistia sovellus sijoittuu suoritusaikana**
  - suhteelliset osoitteet
- **Viittaukset fyysiksi osoitteiksi viimeistään ennen muistinoutoa/talletusta**

→ **Ajonaikainen osoitemuunnos MMU:ssa**



## Muistinhallinta: vaatimuksia

**Suojaus**

- **Luvatta ei saa käyttää toisen muistialueita**
- **Osoitetarkistus käännösaikana mahdotonta**
  - sovelluksen moduulit voidaan kääntää eri aikoina
  - prosessien sijainti voi vaihtua suoritusaikana
  - käskykanta voi sallia osoitustapoja, joissa osoite lasketaan suoritusaikana
- **KJ ei voi sitä tehdä!**

→ **Ajonaikainen laillisuustarkistus osittain MMU:ssa ja osittain KJ:ssa**



## Muistinhallinta: vaatimuksia

**Yhteiskäyttö**

- **Sallittava yhteisen koodin / datan käyttö**
  - suojauksista tinkimättä!
- **Koodi ei muutu suorituksen kuluessa**
  - vapaakäyntisyys (reentrancy)
  - järkevämpää sallia koodin yhteiskäyttö kuin pitää muistissa useita kopioita
- **Monet prosessit tekevät yhteistyötä muiden kanssa, joten niillä yhteisiä tietorakenteita**
  - Esim. tuottajalla ja kuluttaja yhteinen puskuri

→ **käytä säikeitä, palvelupyyntöjä**



## Käyttöjärjestelmät I

**YKSINKERTAINEN MUISTINHALLINTA**

## Yksink. muistinhallinta

= Prosessi kokonaan muistiin / levylle

- **Jos ohjelma > fyysisen muistin koko, sitä ei välttämättä pystytä suorittamaan**
- **Menetelmät:**
  - a) kiinteä partitiointi
  - b) dynaaminen partitiointi
  - c) Buddy System
  - d) yksinkertainen segmentointi
  - e) yksinkertainen sivutus
- **Katso ns. katoava kansanperinne**
  - ei paljon käyttöä nykyisissä järjestelmissä
  - kuuluu kuitenkin KJ:n peruskäsitteistöön



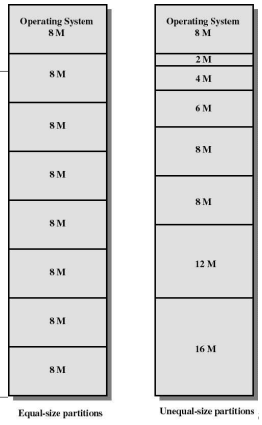
## Käyttöjärjestelmät I

**a) Kiinteät partitiot**



## Kiinteät partitiot

- **KJ (operaattori) jakoi muistin kiinteänkokoisiin partitioihin**
- **Varausalueet olivat kaikki yhtäsuuria tai niiden koot saattoivat vaihdella**
- **Ohjelma, joka oli pienempi tai yhtäsuuri kuin partitio, voitiin ladata ja ajaa ko. partitiossa**






## Kiinteät partitiot

- **Jos ei riittävän suurta vapaata partitiota, KJ teki tilaa heittovaihdolla**
  - joku prosessi levylle
  - PCB jäi muistiin
- **Jos ohjelma niin iso, ettei sopinut mihinkään partitioon, piti ohjelmoijan ratkaista tilanne**
  - kerrostus (overlaying)
    - "ohjelmoijan hoitama segmentointi"
  - vain osa ohjelmasta muistissa
  - piti koodata mitä osia (aliohjelmia, 'segmenttejä') kullakin hetkellä muistissa ja missä kohdassa



## Kiinteät partitiot

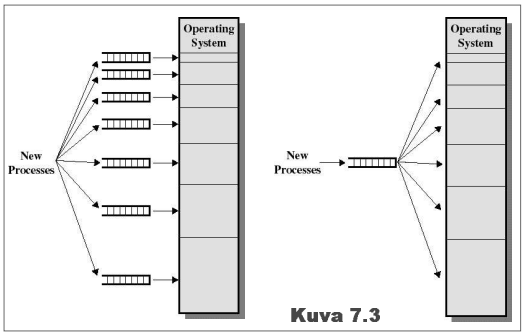
- **Muistin käyttö melko tehotonta**
  - varattiin aina kokonainen partitio, vaikka vähempikin olisi riittänyt
- **Sisäinen pirstoutuminen (internal fragmentation)**
  - partitioiden sisälle jäi tyhjää tilaa
  - vapaa tila yhdessä olisi saattanut riittää uudelle prosessille, mutta se ei ollut yhtenäisellä alueella



## Kiinteät partitiot: Sijoitus

- **Jos kaikki partitiot samankokoisia**
  - jos vapaita, valitse joku niistä
  - jos kaikki varattuja, heittovaihda joku Blocked-prosessi levylle
    - tilaa vapautuu aina saman verran
- **Jos partitiot eri kokoisia**
  - valitse pienin partitio, johon prosessi sopii
    - yritti minimoida sisäistä pirstoutumista
  - a) erikokoisille partitioille omat prosessijononsa
    - partitiokoko yksi työn parametreista
  - b) yksi jono, josta valittiin johonkin vapaaseen partitioon

## Kiinteät partitiot: Sijoitus




Kuva 7.3



## Käyttöjärjestelmät I

**b) Dynaaminen partitiointi**

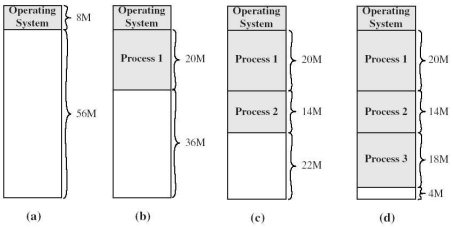


## Dynaaminen partitiointi

- **Ei etukäteen partitiointia**
- **Varausten koot ja lukumäärä vaihtelivat dynaamisesti prosessien tarpeiden mukaan**
- **Prosessille muistia vain sen verran kuin tarvitsi**
- **Ulkoinen pirstoutuminen** (external fragmentation)
  - varausten / vapautusten tuloksena väleihin jäi pieniä vapaita alueita
- **KJ tiivisti muistia välillä** (compaction)
  - prosesseja siirreltiin, jotta vapaa tila yhteen kohtaan
  - yleisrasite



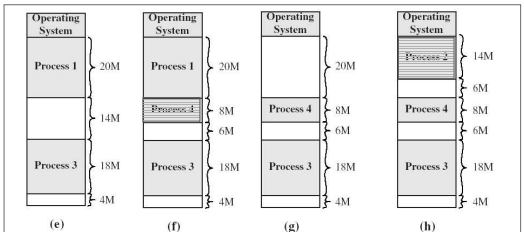
## Dynaaminen partitiointi Kuva 7.4




- **Vaiheessa (d) ei enää tilaa prosessille 4 , koko 8 M**
- **Jos kaikki 3 prosessia joutuivat Blocked-tilaan, KJ otti uuden P4:n suoritettavaksi**



## Dynaaminen partitiointi




- **Niinpä KJ heitti P2:n ulos (e) ja P4 sai sen paikan (f)**
- **Aikanaan P2 pääsi taas Ready-tilaan**
- **Kun muistissa ei Ready-prosesseja, KJ vaihtoi P2:n muistiin**

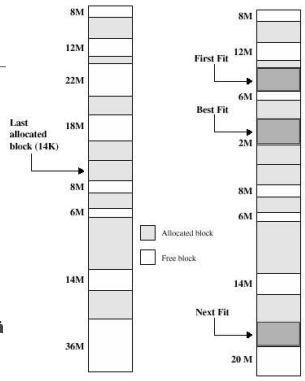
→ **Tuloksena 3 pirstaletta: 6M + 6M + 4M = 14M**



## Sijoitus Kuva 7.5

**Mistä kohtaa varataan?**

- **Tavoitteena vähäinen tiivistämistarve**
- **Best-fit kooltaan sopivin**
- **First-fit ens. kooltaan riittävän suuri**
- **Next-fit jatka etsintää edellisestä kohdasta**




Example Memory Configuration Before and After Allocation of 16 Mbyte Block

## Paras sijoitusalgoritmi?

- **First fit**
  - yksinkertainen
  - helpoin toteuttaa tehokkaasti (paras)
  - isosta aukosta jää jäljelle isohko aukko
- **Best fit**
  - hyvä nimi, mutta tuloksena mahd. pieniä aukkoja
  - tuloksena nopeimmin pirstoutuminen
- **Next fit**
  - varaukset / aukot muistin loppuosaan
- **Toteutus: linkitetty lista, jossa vapaat alueet koon tai osoitteen mukaisessa järjestyksessä**
  - kumpi parempi?
  - (osoite,pituus)→… →(osoite,pituus)→



## Poistoalgoritmi

- **Kun muistissa vain Blocked-prosesseja, kannatti ottaa uusi prosessi suoritukseen**
  - ettei CPU jouten
  - heittovaihda joku levylle
  - poistettava prosessi Blocked-Suspend-tilaan
  - uusi prosessi tilaan Ready-Suspend tai Ready
- **Mikä pois, jotta saatiin sopivasti vapaata?**
  - iso vs. pieni
  - sellainen, jonka vieressä iso tyhjä alue
  - pieni vs. suuri prioriteetti



## Käyttöjärjestelmät I

## c) Buddy System



## Buddy System

- **Kompromissi kahdesta em. menetelmästä**
  - kiinteät partitiokoot, mutta dynaaminen jako partitioihin
  - ei haluta jättää pieniä tyhjiä tiloja
  - varaa pikkuisen enemmänkin kuin tarve vaatii
- **Varausyksikön koko ilmaistavissa 2:n potenssissa**
  - suurin mahdollinen yleensä koko muisti
  - pienimmälle varausyksikölle joku minimikoko
    - yksinkertaistaa vapaiden alueiden kirjanpitoa
- **Varaukset ja vapaiden alueiden yhdistely toteutettavissa tehokkaasti**

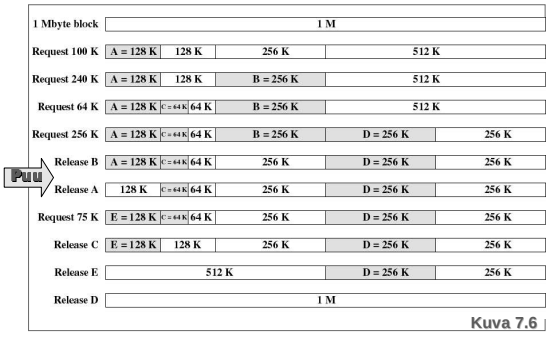


## Buddy System

- **KJ ylläpitää kustakin koosta omaa listaa**
  - lista osoitteiden mukaisessa järjestyksessä
  - aluksi vain yksi suuri varausyksikkö
- **Varaus**
  - jos oikean kokoluokan listassa ei vapaata alkiota, jaa luokkaa suurempi alue kahdeksi pienemmäksi
  - toista tarvittaessa
- **Vapautus**
  - kun listassa kaksi fyysisesti vierekkäistä aluetta, yhdistä ne kokoluokkaa suuremmaksi alueeksi
  - toista tarvittaessa



## Buddy System: esimerkki




Kuva 7.6

## Buddy: varaukset puuna

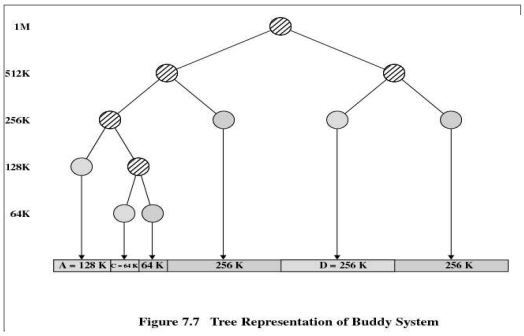



Figure 7.7 Tree Representation of Buddy System



## a) b) c) Osoitemuunnos

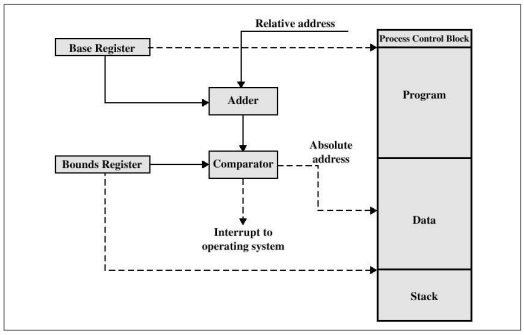
- **Ohjelmassa loogiset osoitteet**
  - kaikki suhteellisia sen alun suhteen
- **Historia**

  **Lataaja (KJ:n osa) muutti loogiset osoitteet fyysisiksi osoitteiksi samalla, kun latasi ohjelmakoodin muistiin**
- **Nykyaika**

  **osoitemuunnos vasta käskyjä suoritettaessa**
- **KJ:n ydin voi käyttää fyysisiä osoitteita, joten kun CPU suorittaa KJ:tä, osoitemuunnosta ei tarvitse tehdä**



## a) b) c) Osoitemuunnos Kuva 7.8






## Laitteistotuki

- **MMU:hun muunnosta ja suojaustarkistusta varten kaksi rekisteriä**
  - ns. kanta- ja rajarekisteri
  - Base prosessin fyysinen alkuosoite
  - Limit prosessin loppuosoite (tai pituus)
- **Kun prosessi suoritukseen, kopioidaan näille arvot PCB:stä**
- ```
  Fyys.osoite = loog.osoite + Base
  jos fyysinen osoite > Limit
     aiheuta poikkeus 'virh. muistiosoite'
  muuten
     MAR <-- fyysinen osoite
  ```
  ```