

## Käyttöjärjestelmät I

# Luento 7: VIRTUAALIMUISTIN SIVUTUS JA SEGMENTOINTI

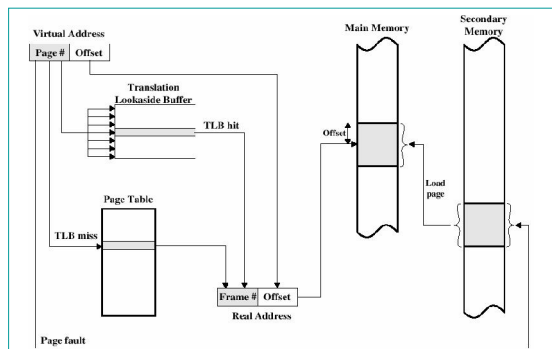
Stallings, Luku 8.1

## Sisältö

- n Käänteinen sivutaulu
- n Segmentointi
- n Segmentointi ja sivutus yhdistettynä
- n Yhteiskäytöstä

## Sivutuksen kertaus

Kuva 8.7



## Sivutuksen kertaus

- n **Sivutaulu virtuaalimuistissa**
  - u Muunnos prosessin sivunumerosta sivutilanumeroksi
  - u Kussakin alkiossa:
    - F Sivutilan numero, läsnäolobitti, muutettu-bitti, ...
- n **Osoitteenmuunnos**
  - u Katenoimalla
- n **Osoitemuunnospuskuri TLB**
  - u MMU:ssa; juuri äsken käytettyjä muunnoksia
- n **2-tasoinen sivutaulu**
- n **Sivukoko?** 512 tavusta aina 256 megatavuun

## Käyttöjärjestelmät I

# KÄÄNTEINEN SIVUTAULU

## Käänteinen sivutaulu

- n **Fyys.muisti pienempi kuin virtuaalivaraus**
- n **Kirjaa sivutilakohtaisesti mikä sivu sijaitsee ko. sivutilassa**
  - u vain yksi globaali käänteinen sivutaulu
  - u yksi alkio per fyysinen sivutila,
    - jossa ko. sivutilassa sijaitsevan sivun numero
- n **Jokaisella prosessilla sivu 0, 1, 2, ... miten tiedetään minkä prosessin sivu kyseessä?**
  - u alkiossa myös prosessin numero (pid)
  - u MMU:hun rekisteri, jossa suoritettavan prosessin pid

## Käänteinen sivutaulu

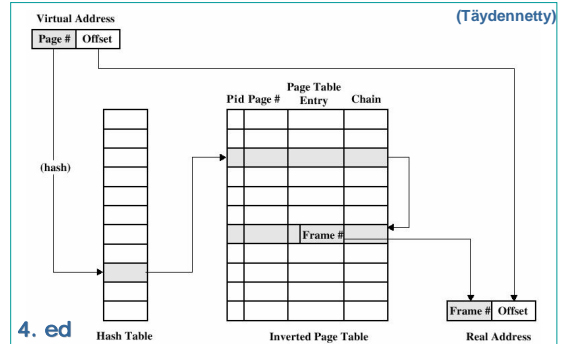
- n Käänteisen ST:n indeksit sivutilan numeroita, mutta prosessin osoitteesta käy ilmi sivunumero ja siirtymä
  - u etsittävä sisällön perusteella
- n Etsintä peräkkäishakuna tehotonta
- n Käytetään apuna hajautustaulua
  - u käytä hajautinta indeksin laskentaan, etsi kotisolusta
  - u samaan hajautusosoitteeseen kuvautuvat alkio linkitetty toisiinsa
- n Jos sivun tiedot ei listassa, aiheuta sivunpuutoskeskeytys
- n Käyttökelpoinen vain jos TLB riittävän suuri

KJ-I S2005 / Tiina Niklander; kalvot Auvo Häkkinen

7 - 7

## Käänteinen sivutaulu

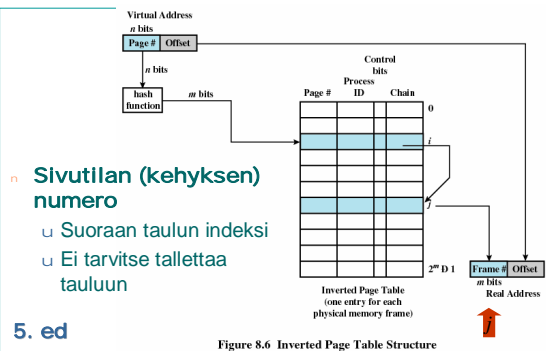
Kuva 8.6



KJ-I S2005 / Tiina Niklander; kalvot Auvo Häkkinen

7 - 8

## Käänteinen sivutaulu v.2



KJ-I S2005 / Tiina Niklander; kalvot Auvo Häkkinen

7 - 9

## Käyttöjärjestelmät I

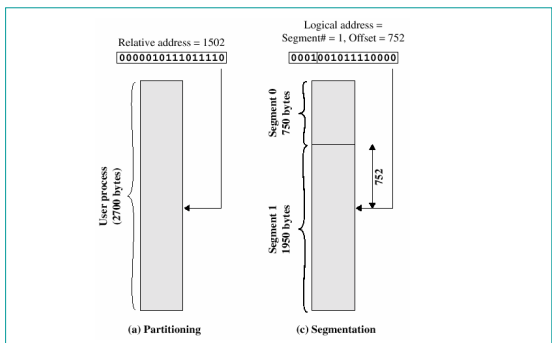
### SEGMENTOINTI

KJ-I S2005 / Tiina Niklander; kalvot Auvo Häkkinen

7 - 10

## Segmentointi

Kuva 7.11



KJ-I S2005 / Tiina Niklander; kalvot Auvo Häkkinen

7 - 11

## Segmentointi

- n Perusideoiltaan samanlainen kuin sivutus, 'yksiköt' vain keskenään erikokoisia segmenttejä
- n Jokaisella prosessilla oma segmenttitaulu
  - u Kertoo missä tämän prosessin segmentit sijaitsevat
- n Osoitemuunnos segmenttitaulun avulla
- n TLB:n käyttö kuten edellä
- n MMU:n rekisterissä nyt segmenttitaulun fyysinen osoite

KJ-I S2005 / Tiina Niklander; kalvot Auvo Häkkinen

7 - 12

## Segmenttitaulu

Kuva 8.2b

Virtual Address  

Segment Number	Offset
----------------	--------

 P = present bit  
 M = Modified bit

Segment Table Entry  

P	Other Control Bits	Length	Segment Base
---	--------------------	--------	--------------

Jokaisessa alkiossa läsnäolobitti P

P=1: segmentti muistissa,  
 alkiossa fyysinen alkuosoite sekä pituus

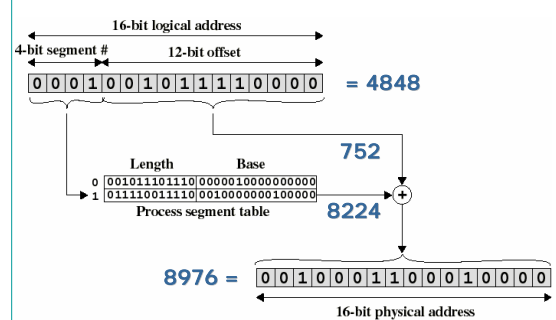
Jokaisessa alkiossa muutettu-bitti M  
 kuten sivutaulussa

Jokaisessa alkiossa myös muuta tietoa  
 kuten sivutaulussa

KJ-I S2005 / Tiina Niklander; kalvot Auvo Häkkinen

7 - 13

## Looginen vs Fyysinen osoite



KJ-I S2005 / Tiina Niklander; kalvot Auvo Häkkinen

7 - 14

## Osoitemuunnos

segm.nro = loog. osoitteen alkubitit  
 siirtymä = loog. osoitteen loppubitit

Jos segmentin tiedot ei TLB:ssä tai V=0,  
 nouda TLB:hen segmenttitaulun alkio  
 osoitteesta STR + segm.nro

Jos P=0, aiheuta segm.puutoskeskeytys

Jos siirtymä > Length,  
 aiheuta keskeytys 'virh.muistiosoite'

fyys. osoite = Base + Siirtymä

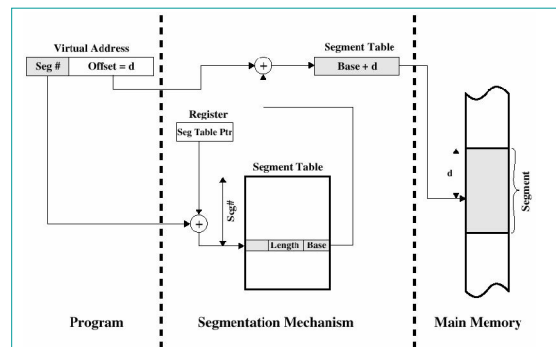
n Kun keskeytys käsitelty, sama osoite  
 tulee viitattavaksi uudelleen

KJ-I S2005 / Tiina Niklander; kalvot Auvo Häkkinen

7 - 15

## Osoitemuunnos

Kuva 8.12



KJ-I S2005 / Tiina Niklander; kalvot Auvo Häkkinen

7 - 16

## Huomioita

n Segmenttitaulun alkiossa alkuosoite ja pituus

u segmentin kokoa helppo kasvattaa/pienentää  
 dynaamisesti

f saattaa vaatia segmentin uudelleensijoittamista

u osoitteen oikeellisuus tarkistettavissa MMU:ssa

n Segmentit erikokoisia,  
 syntyy ulkoista pirstoutumista

u Varaus/vapautus ei niin tehokasta kuin sivuilla

u Muistin tiivistämistarvetta

n Segmentti sopiva suojauksen yksikkö

u ohjelmoija määrittelee segmentit ja käyttöoikeudet

u käyttötapa kopioitu segmenttitaulun alkioon

KJ-I S2005 / Tiina Niklander; kalvot Auvo Häkkinen

7 - 17

## Käyttöjärjestelmät I

Segmentointi ja sivutus  
 yhdistettynä

KJ-I S2005 / Tiina Niklander; kalvot Auvo Häkkinen

7 - 18

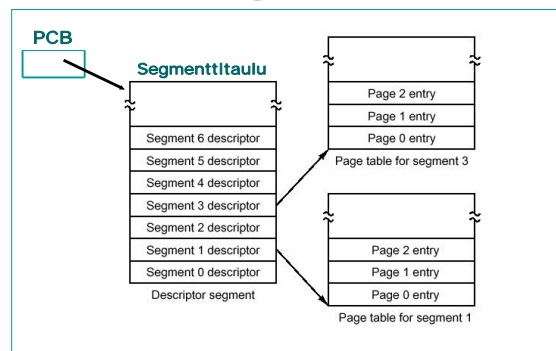
## Sivuttava segmentointi

- n Eräät laitteistot ja KJ:t jakavat myös segmenttejä sivuiksi, ohessa eräs tapa
  - u muistia helpompi hallita samankokoisina sivuina
  - u ei ulkoista pirstoutumista
  - u ei tiivistämistarvetta
- n Jokaisella prosessilla
  - u oma segmenttitaulu ja
  - u yksi sivutaulu per segmentti
- n Vrt. 2-tasoinen sivutaulu

KJ-I S2005 / Tiina Niklander; kalvot Auvo Häkkinen

7 - 19

## Sivuttava segmentointi Tan01 4-39



KJ-I S2005 / Tiina Niklander; kalvot Auvo Häkkinen

7 - 20

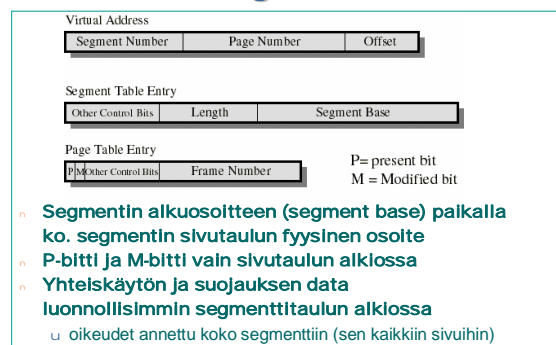
## Sivuttava segmentointi

- n Looginen osoite jakautuu nyt kolmeen osaan
  - u **segmenttinumero**
    - f segmentin sivutaulun fyysinen osoite löytyy segmenttitaulun tästä alkista
  - u **sivunumero**
    - f sivunumeroa vastaava sivutilan numero löytyy sivutaulun tästä alkista
  - u **siirtymä**
    - f sivulla viitattu sana näin kaukana sivun alusta
- n Myös segmenttitaulua / sivutaulua voidaan sivuttaa

KJ-I S2005 / Tiina Niklander; kalvot Auvo Häkkinen

7 - 21

## Sivuttava segmentointi Kuva 8.2c

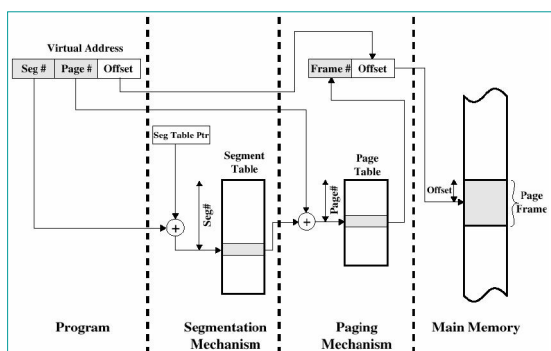


KJ-I S2005 / Tiina Niklander; kalvot Auvo Häkkinen

7 - 22

## Osoitemuunnos

Kuva 8.13



KJ-I S2005 / Tiina Niklander; kalvot Auvo Häkkinen

7 - 23

## Hyötyjä

- n Ratkaisee dynaamisen linkittämisen ongelmakohdat
  - u uuden segmentin (dynaaminen) linkittäminen tarkoittaa vain uuden alkion lisäämistä segmenttitauluun
- n Segmentin koko voi kasvaa sivu kerrallaan, eikä segmentille tarvitse etsiä uutta paikkaa fyysisessä muistissa
- n Yhteiskäyttö ja käyttöoikeudet voi määrittää segmenttiokohtaisiksi
  - u kauniisti loogisten kokonaisuuksien mukaan
  - u useita erilaisia suojaustasoja

KJ-I S2005 / Tiina Niklander; kalvot Auvo Häkkinen

7 - 24

# Käyttöjärjestelmät I

## Yhteiskäyttö

KJ-I S2005 / Tiina Niklander; kalvot Auvo Häkkinen

7 - 25

# Yhteiskäyttö

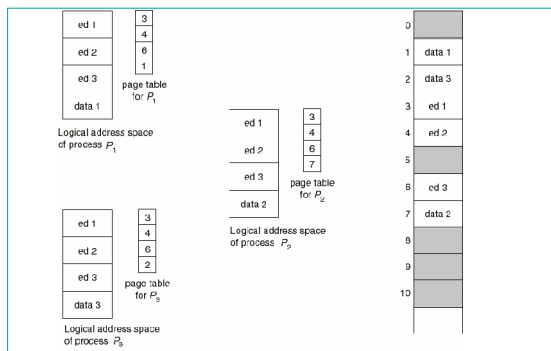
- n Jos usea prosessi ajaa samaa koodia, riittää siitä yksi kopio muistissa
  - u jokaisen prosessin sivu / segmenttitaulussa viitteet yhteisen koodin ja datan sisältäviin sivutiloihin / segmentteihin
  - u mutta kullakin prosessilla omat tilat yksityiselle datalle
- n Koodin oltava vapaakäyntistä
  - u ei saa muuttua
- n Sivutus ei paras tapa yhteiskäyttöä ajatellen:
  - u sivu 'kokoyksikkö', ei looginen yksikkö
  - u käyttöoikeudet vaikea rajata funktiotasolla

KJ-I S2005 / Tiina Niklander; kalvot Auvo Häkkinen

7 - 26

# Yhteiskäyttö: editori

Tan01?



KJ-I S2005 / Tiina Niklander; kalvot Auvo Häkkinen

7 - 27

# Segmentointi ja yhteiskäyttö

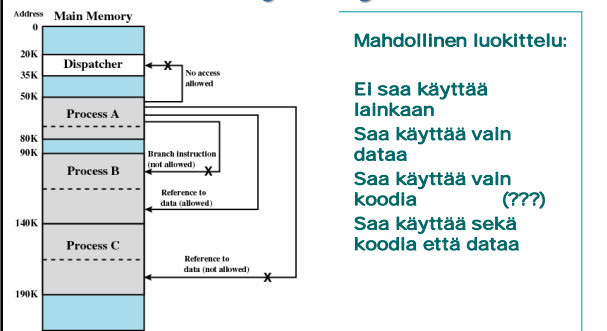
- n Segmentointi kaunis tapa yhteiskäyttöä ajatellen
  - u ohjelman jakaminen eripituisiin segmentteihin loogisempaa kuin jakaminen tasapitkiksi sivuiksi
  - u esim. yhteiskäyttöön tarkoitettu data omaksi segmentiksi, yksityinen data omaksi segmentiksi
- n Ohjelmoija kertoo kääntäjälle
  - u haluamastaan segmenttijaosta
  - u haluamastaan käyttöoikeuksista
- n Kääntäjä muodostaa tällä perusteella ohjelman loogiset osoitteet
  - u segmentti ja siirtymä sen sisällä

KJ-I S2005 / Tiina Niklander; kalvot Auvo Häkkinen

7 - 28

# Erilaisia suojausryhmiä

kuva 8.14



Mahdollinen luokittelu:

- Ei saa käyttää lainkaan
- Saa käyttää vain dataa
- Saa käyttää vain koodia (???)
- Saa käyttää sekä koodia että dataa

Figure 8.14 Protection Relationships Between Segments

7 - 29

# Toteutuksessa huomioitavaa

- n Työjoukon koko
  - u paljonko tilaa varataan per prosessi?
- n Hakupolitiikka
  - u milloin sivu / segmentti tuodaan muistiin?
- n Sijoituspolitiikka
  - u minne prosessin sivu / segmentti sijoitetaan?
- n Poistopolitiikka:
  - u mikä varaus vapautetaan?
  - u globaali/lokaali: joku sivu / joku prosessin oma sivu?
- n EI käsitellä tällä kurssilla (=> KJ-II)

KJ-I S2005 / Tiina Niklander; kalvot Auvo Häkkinen

7 - 30

## Yhteenvetoa

ks. Taulukko 8.1

Sivutus	Segmentointi
Keskusmuisti jaettu vaklokokoisiin sivutiloihin	
KJ jakaa prosessin vaklokokoisiin sivuihin	Ohjelmoija/kääntäjä jakaa prosessin vaihtelevankok. segmentteihin
Prosessikoht. sivutaulut: missä sivutilassa sivu sijaitsee	Prosessikoht. segmenttitaulut: segmentin alkuos. ja pituus
Virt.os: (sivu, siirtymä)	Virt.os: (segmentti, siirtymä)
Sisäistä pirstoutumista	Ulkolista pirstoutumista muistin tiivistämistarve
Vapaiden sivutilojen lista	Vapaiden muistialueiden lista
Kaikki sivut ei muistissa: läsnäolobitti Sivut:n alkiossa	Kaikki segmentit ei muistissa läsnäolobitti SegT:n alkiossa

KJ-I S2005 / Tiina Niklander; kalvot Auvo Häkkinen

7 - 31

## Kertauskysymyksiä

- n Miten paikallisuus ja virtuaalimuisti liittyvät toisiinsa?
- n Mitä tietoa on talletettava sivutauluun? Entä segmenttitauluun?
- n Miksi segmentointi aiheuttaa muistin tiivistämistarvetta, mutta sivutus ei?
- n Miksi osoitemuunnos vasta ajoaikana?
- n Mitä hyötyä on TLB:n käytöstä?
- n Mitä on TLB:n sisältönä?

KJ-I S2005 / Tiina Niklander; kalvot Auvo Häkkinen

7 - 32