LUENTO 7

MUISTINHALLINTA

Stallings, Luku 7

1

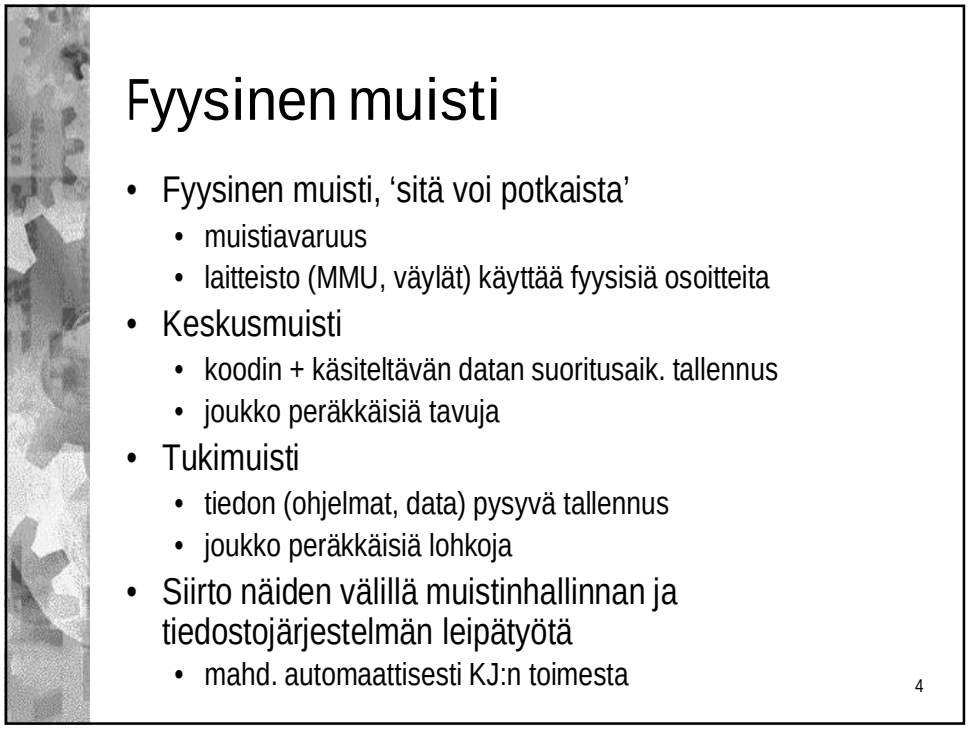
Sisältöä

- 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 sivutus (luku 7.3)
  e) yksinkertainen segmentointi (luku 7.4)

Yksinkertainen =
prosessi aina kokonaan muistissa tai kokonaan levyllä

2


YLEISTÄ MUISTINHALLINNASTA
3


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
4

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

5

Prosessin rakenne

- PCB
- Ohjelma-alue
- Data-alue
- Pino alueen lopussa

- Suhteellisia viittauksia prosessin omalla muistialueella

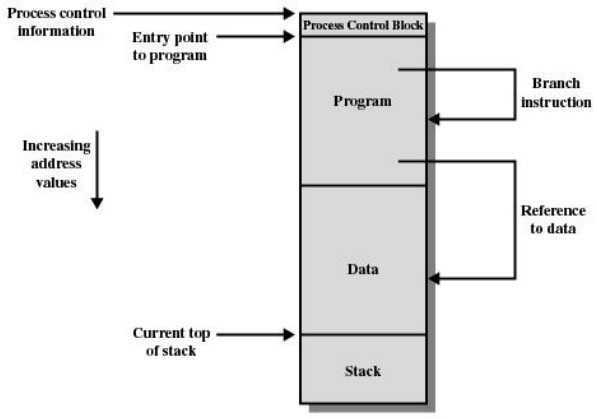
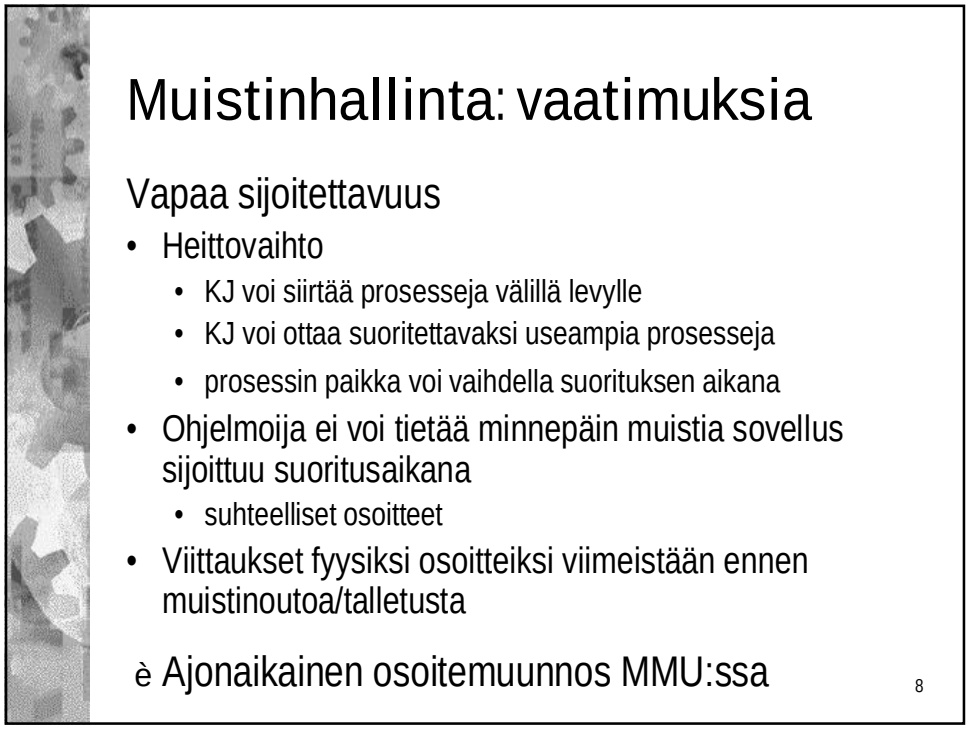


Figure 7.1 Addressing Requirements for a Process


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
7


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
è Ajonaikainen osoitemuunnos MMU:ssa
8

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!

è Ajonaikainen laillisuustarkistus osittain MMU:ssa ja osittain KJ:ssa

9

Muistinhallinta: vaatimuksia

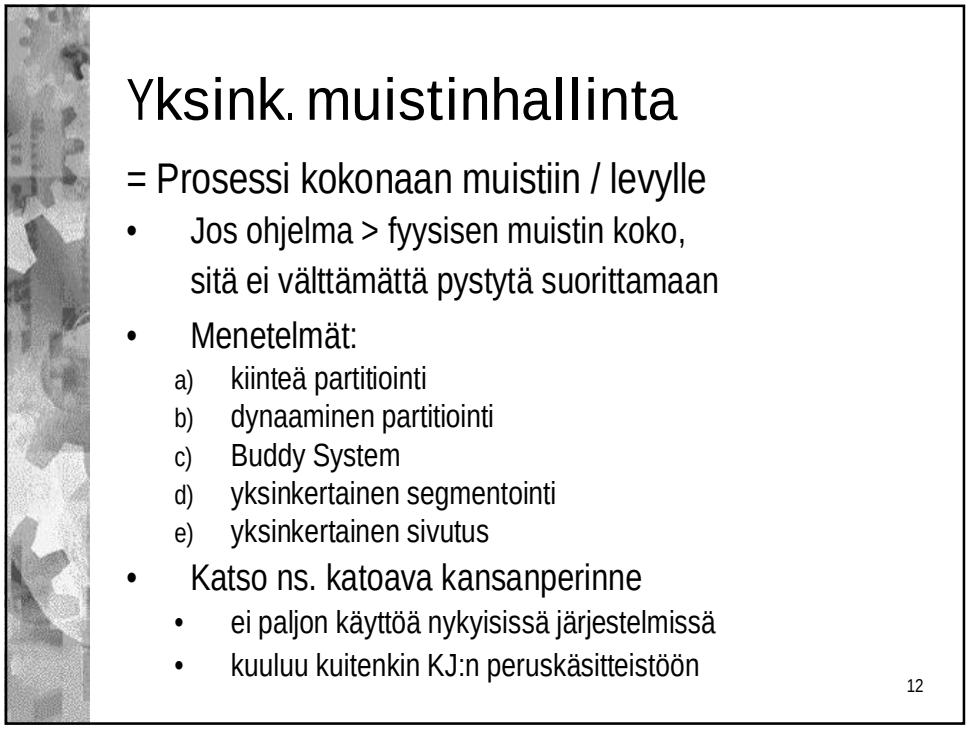
Yhteiskäyttö

- 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

è käytä säikeitä, palvelupyyntöjä

10


YKSINKERTAINEN MUISTINHALLINTA
11

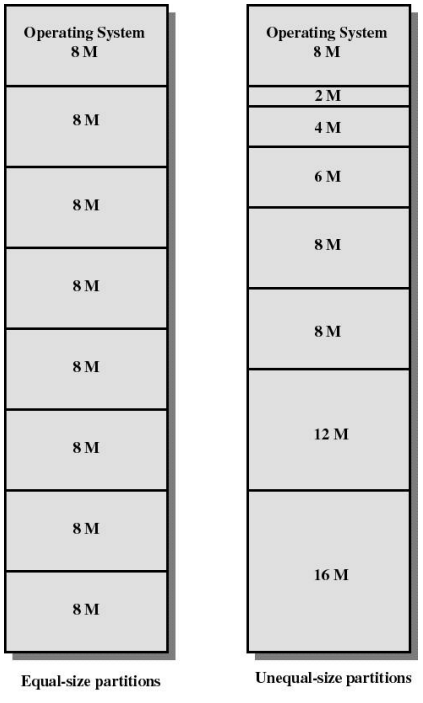

Yksink. muistinhallinta
= Prosessi kokonaan muistiin / levylle
• Jos ohjelma > fyysisen muistin koko, sitä ei välttämättä pystytä suorittamaan
• Menetelmät:
a) kiinteä partitiointi
b) dynaaminen partitiointi
c) Buddy System
d) yksinkertainen segmentointi
e) yksinkertainen sivutus
• Katso ns. katoava kansanperinne
• ei paljon käyttöä nykyisissä järjestelmissä
• kuuluu kuitenkin KJ:n peruskäsitteistöön
12

a) Kiinteät partitiot

13

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

15

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

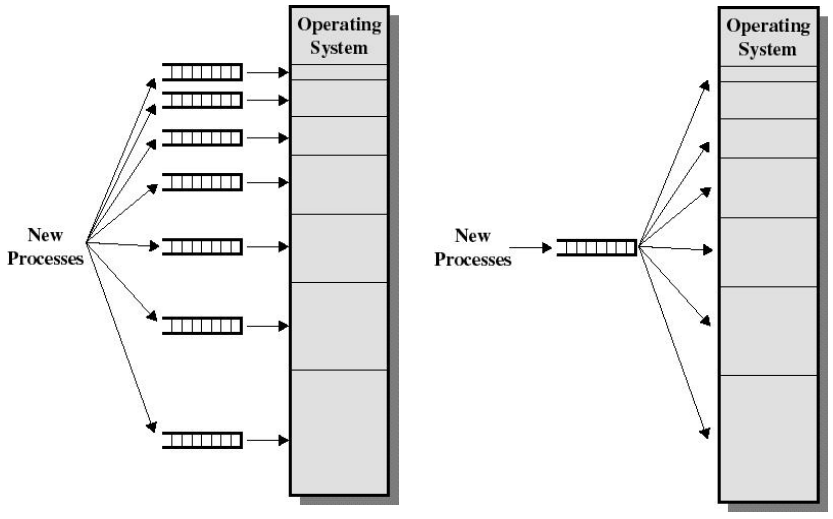
16

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

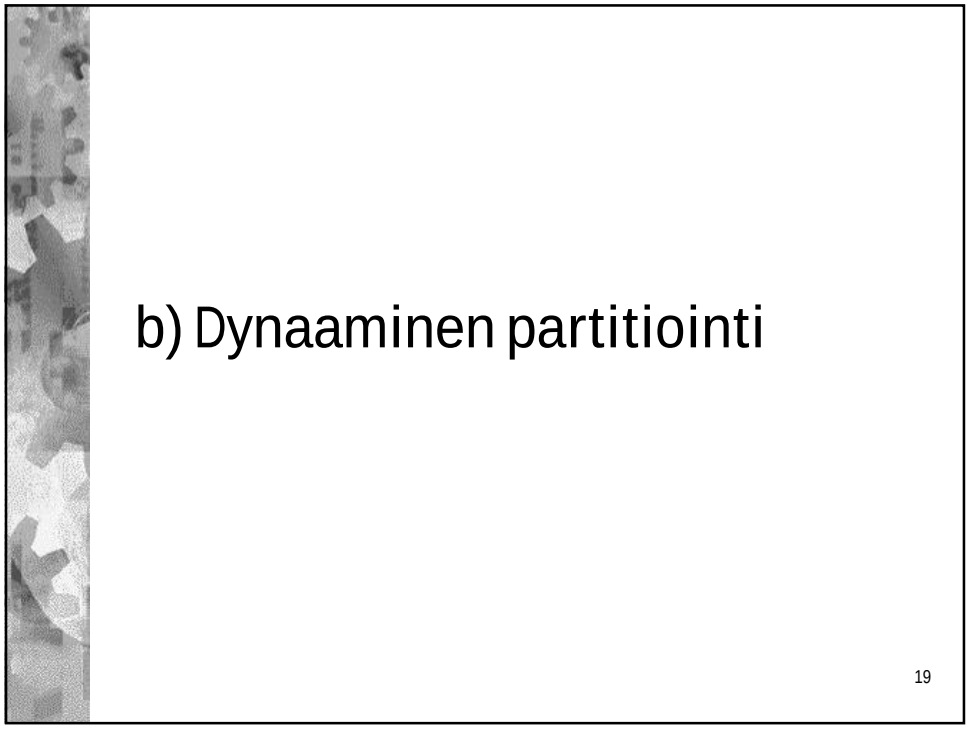
17

Kiinteät partitiot: Sijoitus



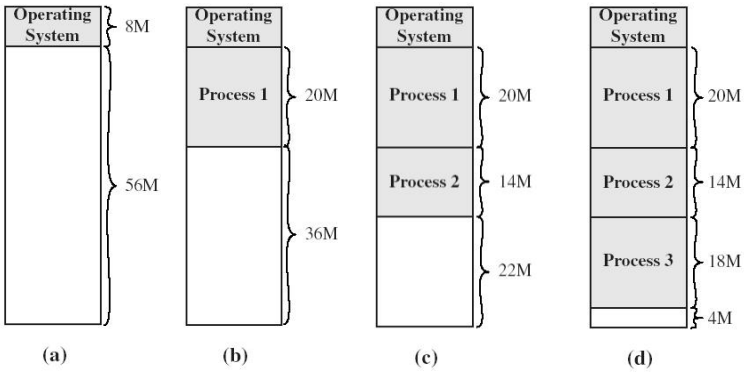
Kuva 7.3

18


b) Dynaaminen partitiointi
19


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
20

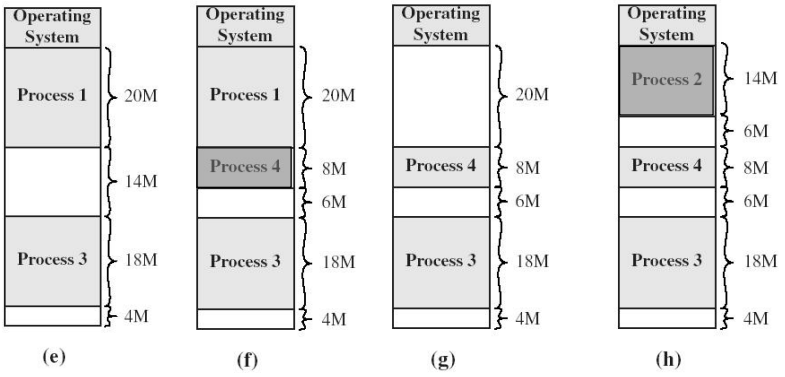
Dynaaminen partitiointi Kuva 7.4



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

21

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

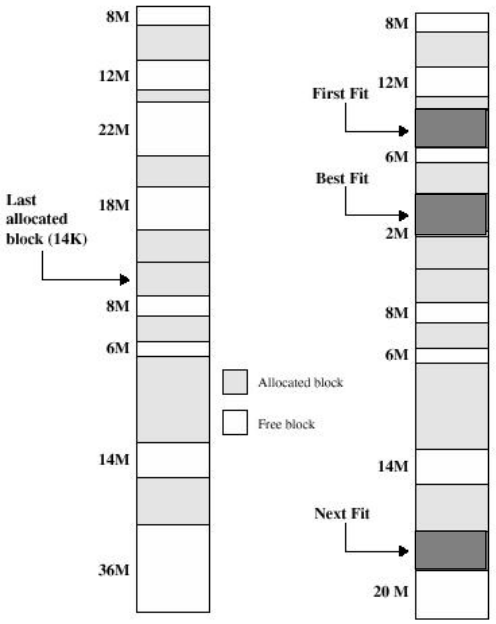
è Tuloksena 3 pirstaletta: 6M + 6M + 4M = 14M

22

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



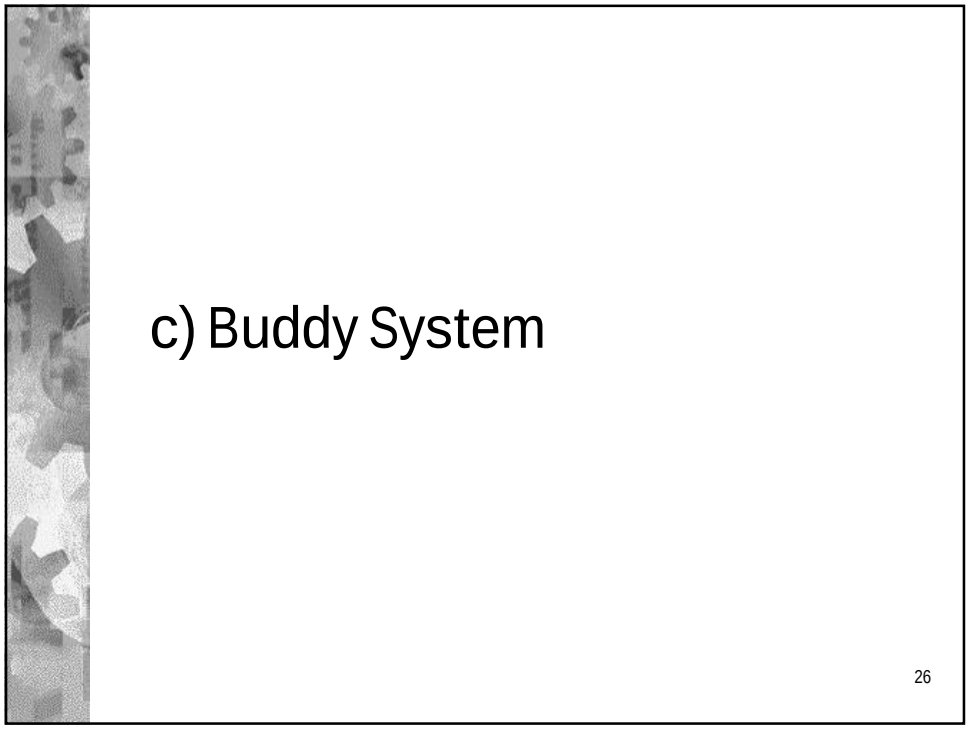
Example Memory Configuration Before and After Allocation of 16 Mbyte Block

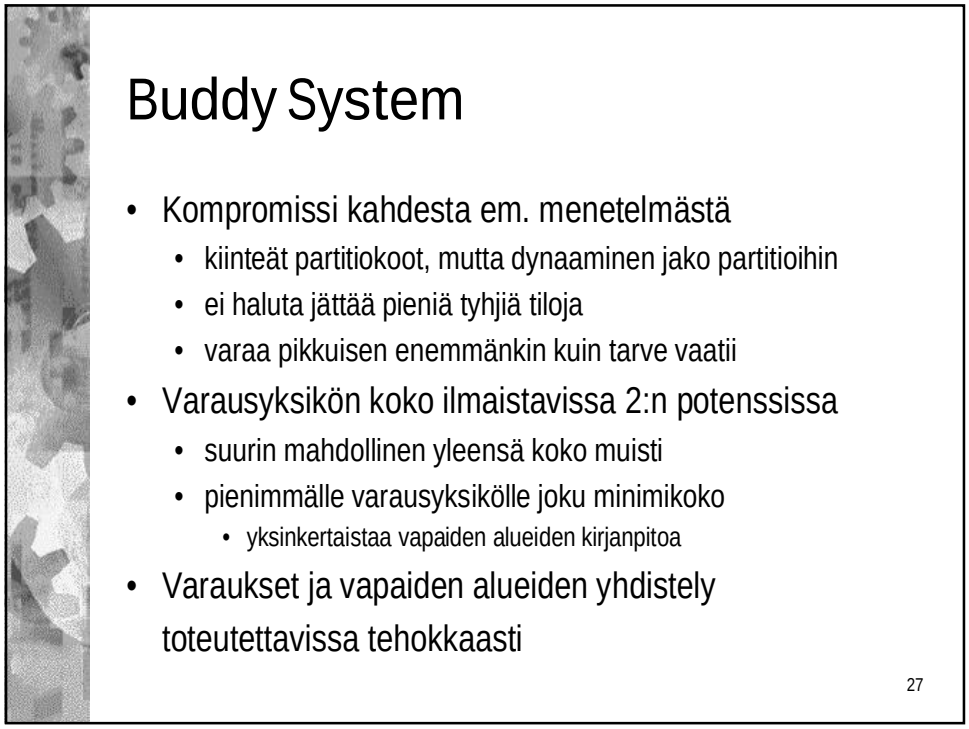
Paras sijoitusalgoritmi?

- 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) à … à (osoite,pituus) à

24


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
25

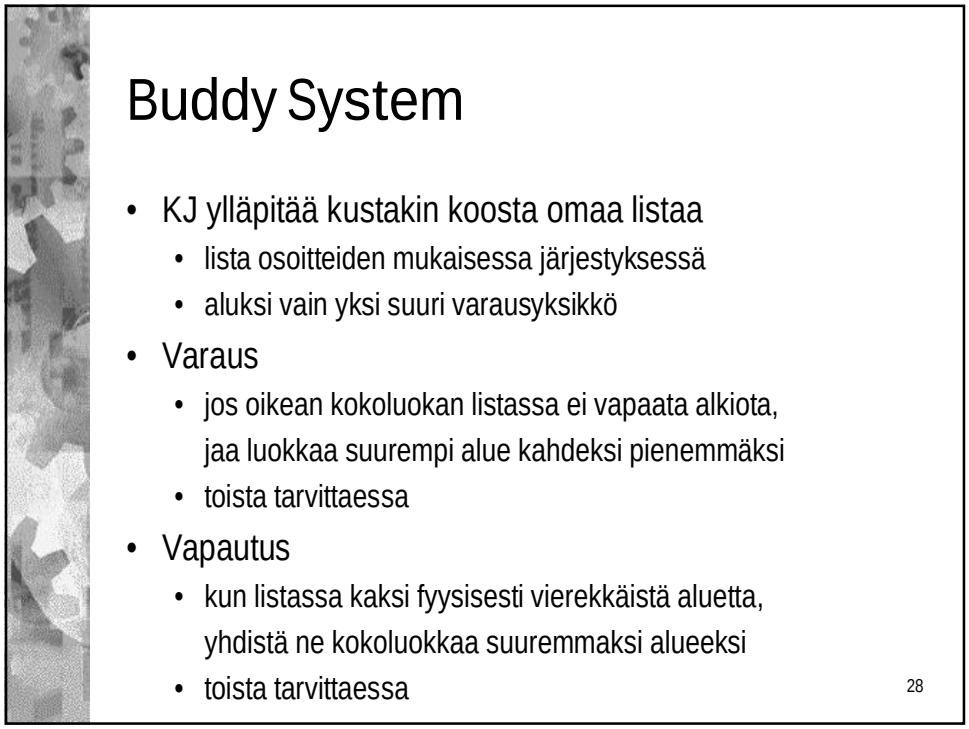

c) Buddy System
26



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

27



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

28

Buddy System: esimerkki

1 Mbyte block	1 M					
Request 100 K	A = 128 K	128 K	256 K	512 K		
Request 240 K	A = 128 K	128 K	B = 256 K	512 K		
Request 64 K	A = 128 K	C = 64 K	64 K	B = 256 K	512 K	
Request 256 K	A = 128 K	C = 64 K	64 K	B = 256 K	D = 256 K	256 K
Release B	A = 128 K	C = 64 K	64 K	256 K	D = 256 K	256 K
Release A	128 K	C = 64 K	64 K	256 K	D = 256 K	256 K
Request 75 K	E = 128 K	C = 64 K	64 K	256 K	D = 256 K	256 K
Release C	E = 128 K	128 K	256 K	D = 256 K	256 K	
Release E	512 K			D = 256 K	256 K	
Release D	1 M					

Puu

Kuva 7.6

29

Buddy: varaukset puuna

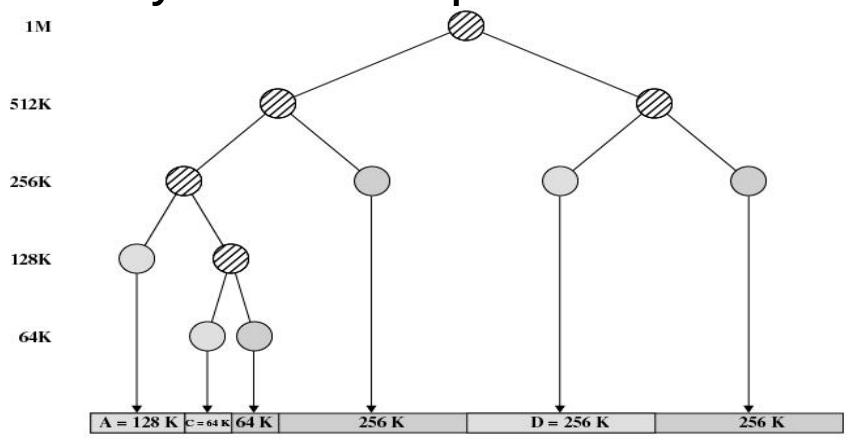


Figure 7.7 Tree Representation of Buddy System

30

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

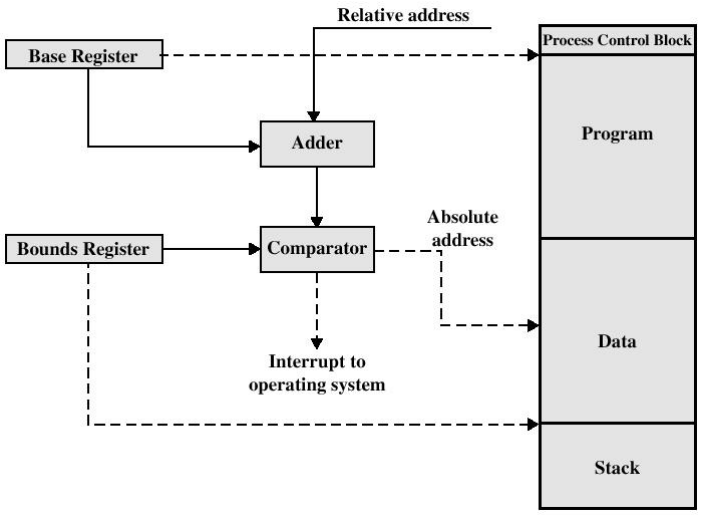
  osoitemuunnos vasta käskyjä suoritettaessa
- KJ:n ydin voi käyttää fyysisiä osoitteita,

  joten kun CPU suorittaa KJ:tä,

  osoitemuunnosta ei tarvitse tehdä

31

a) b) c) Osoitemuunnos Kuva 7.8



32

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

33

d) Yksinkertainen sivutus

34

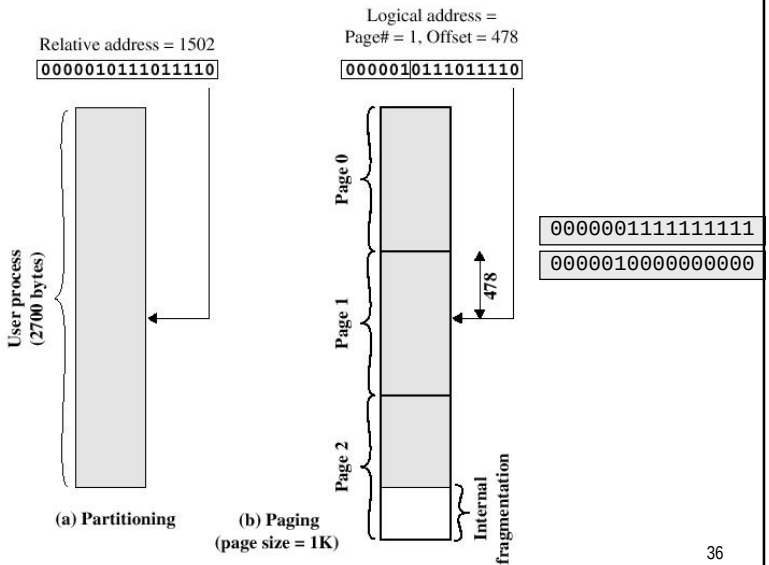
Yksinkertainen sivutus

- KJ varaa muistia sivutila kerrallaan **(page frame)**
  - kaikki samankokoisia
  - 'suhteellisen pieniä', esim. 1KiB tai 4 KiB
  - koko aina joku 2:sen potenssi
    - käsittely helppoa laitetasolla
- KJ käsittelee ohjelmaa sivuina **(page)**
  - sivu ja sivutila samankokoisia
- KJ sijoittaa prosessin sivut vapaisiin sivutiloihin
  - Kun käytössä yksinkertainen muistinhallinta, KJ tuo kaikki sivut kerralla muistiin / vapauttaa

35

Sivutus

Kuva 7.11



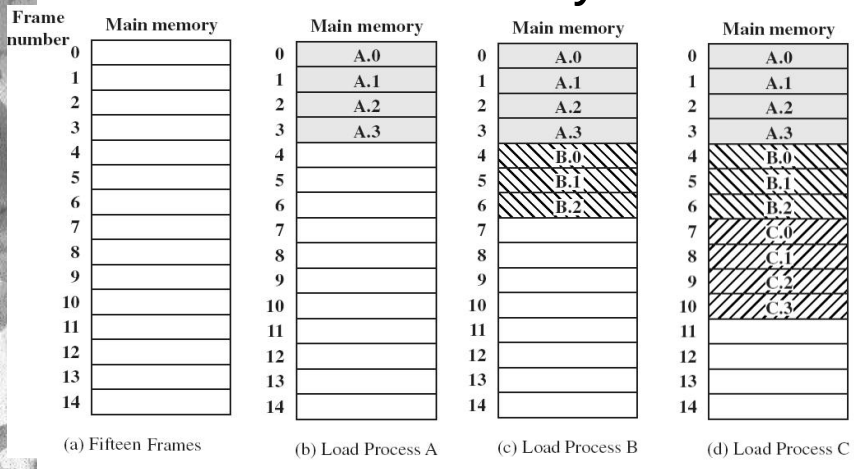
36

Yksinkertainen sivutus

- KJ pitää prosessikohtaista sivutaulua **(page table)**
  - PCB:ssä sivutaulun fyysinen alkuosoite
    - osoite MMU:hun, kun prosessi suoritukseen
  - alkiossa tieto sivutilasta, jossa ko. sivu majailee
- Looginen osoite muodostuu nyt parista (sivunumero, siirtymä)
  - bittijonon alkupään bitit kertoo sivunumeron
  - bittijonon loppupään bitit siirtymän sivun sisällä
- Vain viimeinen sivu voi aih. pirstoutumista

37

Esimerkki muistin käytöstä



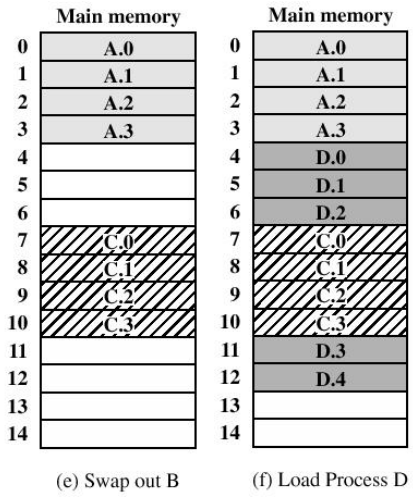
- (d) Prosessi D (5 sivua) ei sovi muistiin

38

Esimerkki (jatkuu)

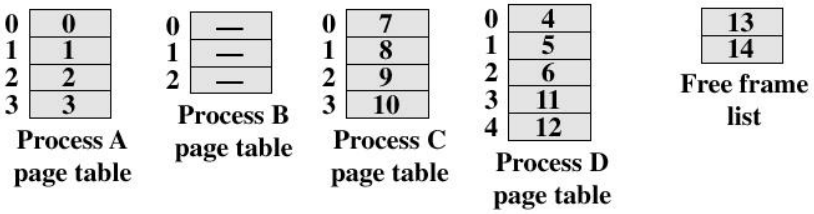
Kuva 7.9

- (e) KJ heittovaihtaa prosessin B levylle
- (f) KJ lataa prosessin D muistiin (5 sivua)
- Prosessin D sivut eivät sijaitse peräkkäin
- Ei ulk. pirstoutumista
- Sis. pirstoutumista keskim. 1/2 sivutilaa per prosessi



39

Esimerkin prosessien sivutaulut

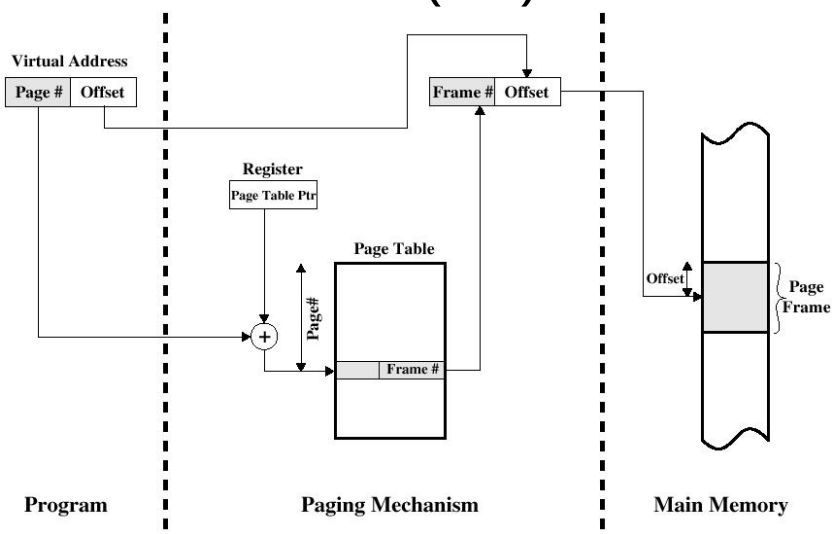


- Jokaisella prosessilla ikioma sivutaulu
  - Sivutaulun alkiossa sen sivutilan numero, jossa sivu sijaitsee
- KJ:llä sivutilataulu (tai linkitetty lista), josta käy ilmi mitkä sivutilat vapaita

40

Osoitemuunnos (siv.)

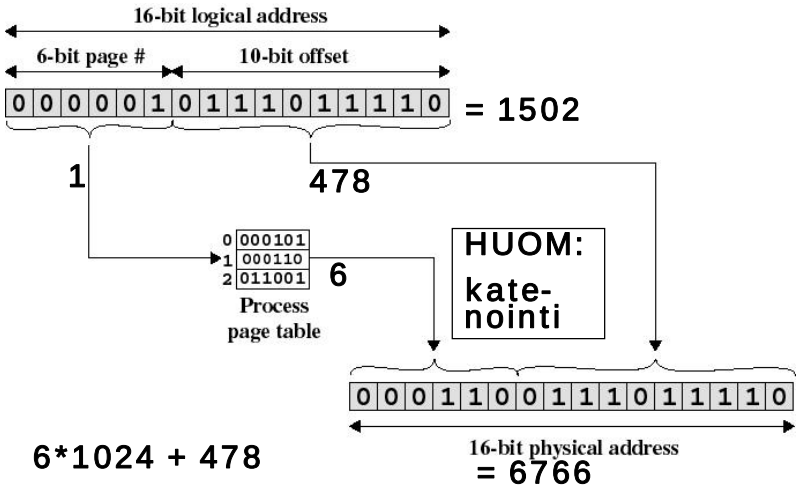
Kuva 8.3



41

Looginen vs Fyysinen osoite

Kuva 7.12



42

e) Yksinkertainen segmentointi

43

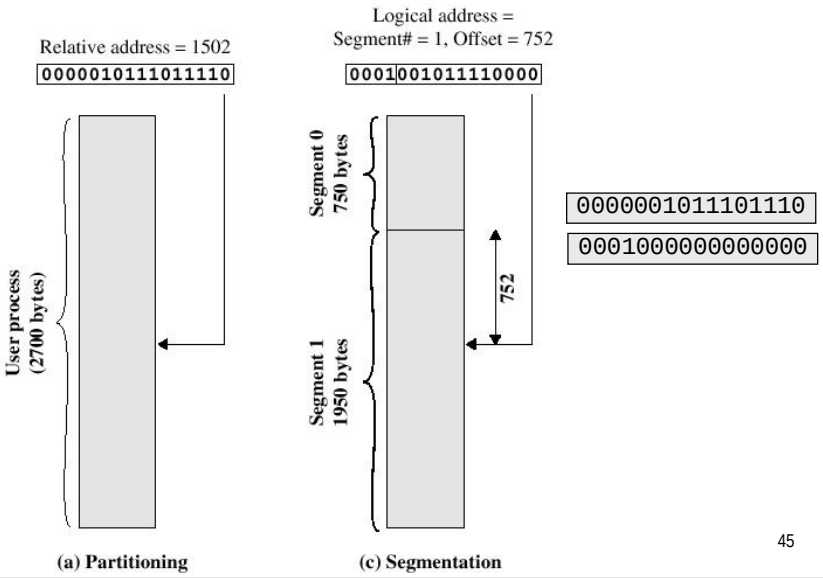
Yksinkertainen segmentointi

- Ohjelmoija tai kääntäjä jakaa ohjelman kooltaan erilaisiin loogisiin kokonaisuuksiin, segmentteihin
  - segmentti = esim. data-alue tai muutama aliohjelma
- Kääntäjä tuottaa koodia, jossa segmentin sisäiset loogiset osoitteet
  - osoite tavallaan muotoa (segmentti,siirtymä)
    - alkupään bitit kertoo segmenttinumeron
    - loppupään bitit kertoo siirtymän segm. sisällä
- Järjestelmässä yleensä segmentin maksimikoko

44

Segmentointi

Kuva 7.11



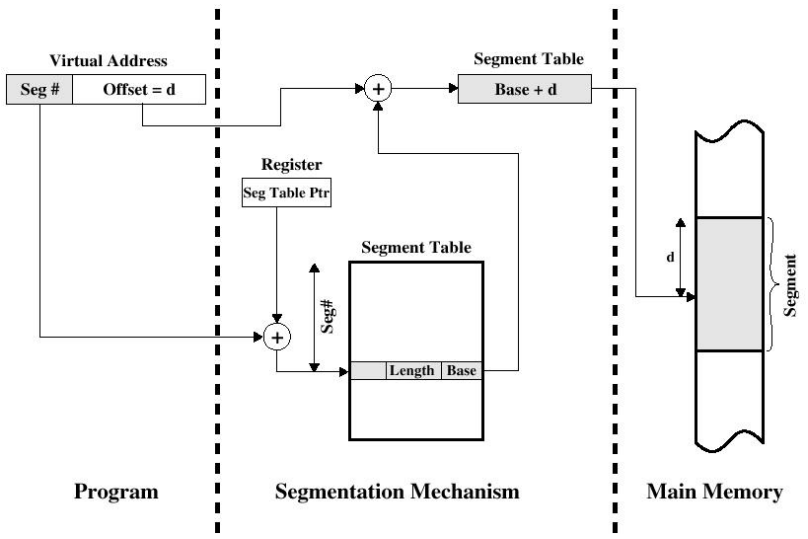
45

Yksinkertainen segmentointi

- Kun KJ lataa prosessin muistiin,
  se voi sijoitella segmentit vapaasti muistiin
  - kun käytössä yksinkertainen muistinhallinta,
    KJ tuo kaikki segmentit kerralla muistiin
  - muistia varataan aiemmin esitetyillä menetelmillä
    segmenttikohtaisesti
- KJ ylläpitää prosessin segmenttitaulua
  - PCB:ssä segmenttitaulun fyysinen alkuosoite
    - osoite MMU:hun, kun prosessi suoritukseen
  - alkioissa kunkin segmentin
    fyysinen alkuosoite (Base) ja pituus (Length)

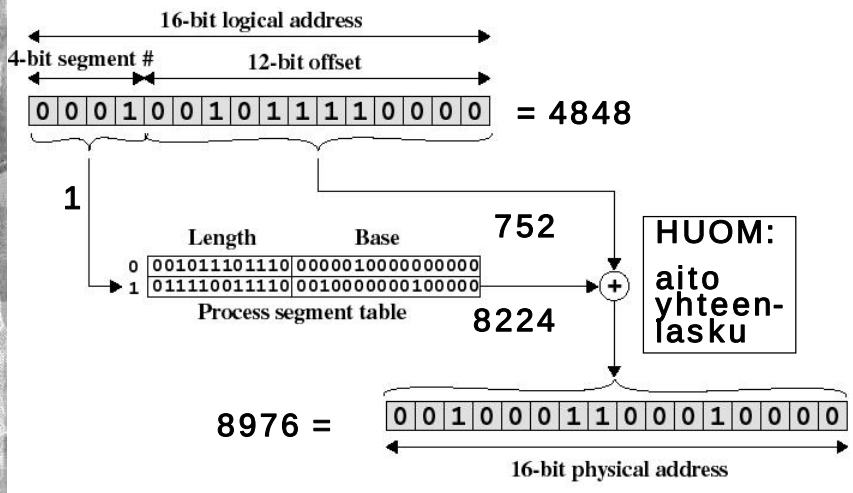
46

Osoitemuunnos (segm.) Kuva 8.12



47

Looginen vs Fyysinen osoite



48

Arviointia

- Segmenttitaulun alkiossa alkuosoite ja pituus
  - segmentin kokoa helppo kasvattaa/pienentää dynaamisesti
    - saattaa vaatia segmentin uudelleensijoittamista
  - osoitteen oikeellisuus tarkistettavissa MMU:ssa
- Segmentti sopiva suojauksen yksikkö
  - ohjelmoija määrittelee segmentit ja käyttöoikeudet
  - käyttötapa kopioitu segmenttitaulun alkioon
- Ongelmana muistin pirstoutuminen
  - segmentit eri kokoisia
  - muistin tiivistämistarve

49

Segmentointi vai Sivutus

- Pirstoutuminen
  - segmentointi aiheuttaa ulkoista, sivutus sisäistä
  - segmentoinnin yhteydessä muistin tiivistämistä
- Osoitemuunnos MMU:ssa
  - rekisteri, jossa segmentti-/sivutaulun fyys. osoite
  - segmentoinnissa yhteenlaskua (yht.laskulaitteistoa)
  - sivutuksessa katenointia (helppoa)

50

Segmentointi vai Sivutus

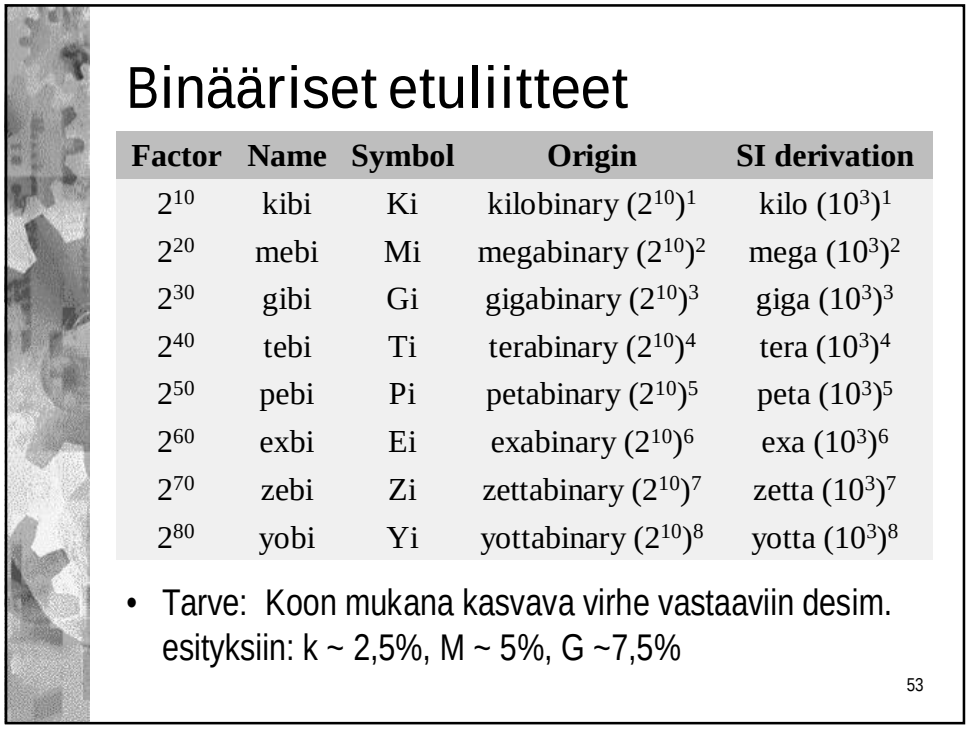
- Sivutus ohjelmoijalle näkymätöntä, segmentointi ei
- Segmentti suojauksen kannalta loogisempi yksikkö kuin sivu
- Segmentointi sopii hyvin rutiinien dynaamiseen linkitykseen (yhteiskäyttö helpompi järjestää)
- Miksei molemmat: Yhdistettävissä!

51

Yhteenveto

Menetelmä	kuvaus	vahvuudet	heikkoudet
Kiinteä partitio	**Muisti jaettu etukäteen osiin. Prosessi vain yhdessä osassa.**	**helppo toteutus**	**sisäinen pirstoutuminen maksimi prosessimäärä rajoitettu**
Dynaaminen partitio	**Muistia varataan tarpeen mukaan. Prosessi vain yhdessä osassa.**	**ei sis. pirst. par. muistin käyttöaste**	**ulkoinen pirstoutuminen, tiivistämistarve**
Buddy System	**Muistinvar. dyn., mutta kiinteänkokoisina osina. Prosessi vain yhdessä osassa.**	**ei juurikaan ulkoista pirstoutumis-ta**	**vähäinen sisäinen pirstoutuminen**
Yks. segmentointi	**Prosessi jaettu segmentteihin. Segm. sijoitettavissa vapaasti.**	**ei sis. pirst. par. muistin käyttöaste**	**ulkoinen pirstoutuminen**
Yks. sivutus	**Prosessi ja muisti jaettu sivuihin. Sij. vapaasti**	**ei ulk. pirst.**	**hyvin vähän sis. pirst. (vain viimeinen sivu)**

52



Binääriset etuliitteet

Factor	Name	Symbol	Origin	SI derivation
2^{10}	kibi	Ki	kilobinary $(2^{10})^1$	kilo $(10^3)^1$
2^{20}	mebi	Mi	megabinary $(2^{10})^2$	mega $(10^3)^2$
2^{30}	gibi	Gi	gigabinary $(2^{10})^3$	giga $(10^3)^3$
2^{40}	tebi	Ti	terabinary $(2^{10})^4$	tera $(10^3)^4$
2^{50}	pebi	Pi	petabinary $(2^{10})^5$	peta $(10^3)^5$
2^{60}	exbi	Ei	exabinary $(2^{10})^6$	exa $(10^3)^6$
2^{70}	zebi	Zi	zettabinary $(2^{10})^7$	zetta $(10^3)^7$
2^{80}	yobi	Yi	yottabinary $(2^{10})^8$	yotta $(10^3)^8$

- Tarve: Koon mukana kasvava virhe vastaaviin desim. esityksiin: k ~ 2,5%, M ~ 5%, G ~7,5%

53