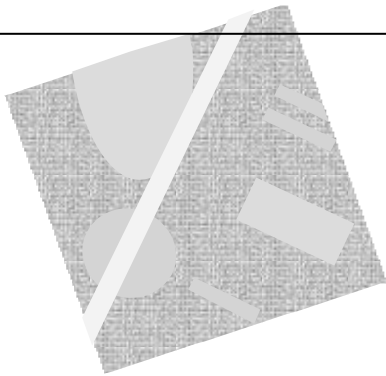


Luento 9

Järjestelmän ulkoinen muisti



Muistihierarkia
Virtuaalimuisti
Kiintolevyt
Muut pyörivät levyt

18.8.2000
Teemu Kerola, K2000
1

Muistihierarkia ⁽⁴⁾

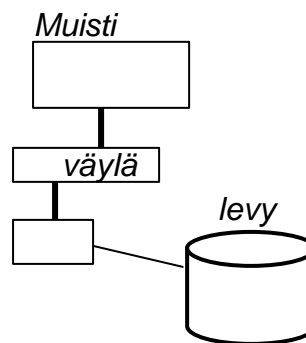
ks. Fig. 2-18 [Tane99]

- Ulkoinen muisti on halvempaa toteuttaa per tavu
- Ulkoinen muisti on hyvin paljon hitaampaa kuin sisäinen muisti
- Aika/tila optimointi
 - suuret tietomäärät täytyy (kannattaa) kustannussyistä pitää ulkoisessa muistissa
 - pienet tietomäärät täytyy (kannattaa) tehokkuussyistä pitää sisäisessä muistissa
- Kaiken viitatus tiedot tulee suoritusajana olla sisäisessä muistissa!

18.8.2000
Teemu Kerola, K2000
2

Virtuaalimuisti (3)

- Osa muistihierarkiaa
- Vastaus ongelmaan: miten tehdä suoritusajaisesta muistista yhtä suuri kuin levymuisti ja yhtä nopea kuin keskusmuisti
- Kaksitasoinen:
 - keskusmuistissa kulloinkin käytössä alueet
 - levyllä kaikki tiedot
 - kopiointi tarvittaessa



18.8.2000

Teemu Kerola, K2000

3

Ohjelman muistiosoitteet (3)

- Ohjelmassa loogiset nimet
 - muuttujat, oliot, aliohjelmat
- Ladatussa ohjelmassa loogiset osoitteet
 - staattinen osoitteiden sidonta
 - joskus myös suorat fyysiset osoitteet käytössä
 - KJ:n osat (esim. keskeytyskäsitteijät)
- Suoritusajana tarvitaan fyysisiä osoitteita
 - dynaaminen osoitteiden sidonta
 - tehdään joka konekäskyllä jokaiselle tarvittavalle osoitteelle
 - käskyn osoite
 - operandien osoitteet

18.8.2000

Teemu Kerola, K2000

4

Heittovaihto (swapping)

- Pidä kaikki ohjelman muistialueet muistissa
 - Suorituksessa oleva ohjelmalle
 - Ready-to-Run jonossa oleville ohjelmille Miksi?
- Uusi prosessi?
 - Etsi vapaa yhtenäinen muistialue ja ”swappaa” prosessi sinne
 - Ei tilaa? Siirrä joku (alemman prioriteetin) työ levyille
- Joskus iso ohjelma pitää jakaa pienempiin ajokelpoisiin heittovaihdettaviin osiin
- Osoitteen muunnos: kanta- ja rajarekisterit

18.8.2000 Teemu Kerola, K2000 5

Virtuaalimuistin toteutus

- Toteutustavat
 - kanta- ja rajarekisterit
 - sivutus
 - (segmentointi ja sivuttava segmentointi)
- Laitteistotuki
 - MMU - muistinhallintayksikkö
 - rakenne ja toiminta vaihtelee virtuaalimuistin toteutustavan mukaan

18.8.2000 Teemu Kerola, K2000 6

Kanta- ja rajarekistereihin perustuva virtuaalimuisti ⁽³⁾

- Yhtenäiset keskusmuistialueet
 - yksi tai useampi per prosessi
 - erilliset segmentit (ja siis kanta ja rajarekisterit) koodille, datalle, I/O-porteille, yhteiselle datalle, ...
- MMU:ssa BASE ja LIMIT rekisterit
 - segmentti joko oletusarvoinen tai nimettykonekäskyssä
 - kaikki osoitteet loogisia virtuaaliosoitteita
 - helppo tarkistus ja muunnos

ttk-91: 1 segmentti

Tarkista:	$x < \text{LIMIT}$
Fyysinen osoite:	$\text{BASE} + x$

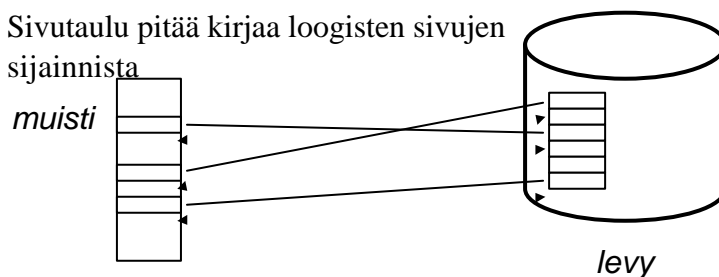
18.8.2000

Teemu Kerola, K2000

7

Sivuttava virtuaalimuisti

- Looginen osoiteavaruus jaettu saman kokoiisiin sivuihin, esim. 1 KB
- Fyysinen muisti jaettu saman kokoiisiin sivuraameihin (page frame)
- Jokainen looginen sivu voidaan sijoittaa mihin tahansa (vapaaseen) sivuraamiin
- Sivutaulu pitää kirjata loogisten sivujen sijainnista



18.8.2000

Teemu Kerola, K2000

8

Sivuttavan virtuaalimuistin osoitteenmuunnos (7)

- Loogiset osoitteet sisältävät kaksi kenttää
 - sivun osoite
 - siirtymä sivun sisällä
- Sivutaulun avulla looginen sivun osoite korvataan fyysisellä sivuraamin osoitteella
- Ongelmatilanteet
 - looginen sivun osoite voi olla virheellinen
 - kyseinen looginen sivu ei ole missään sivuraamissa (vielä) ⇒ sivunpuutoskeskeytys

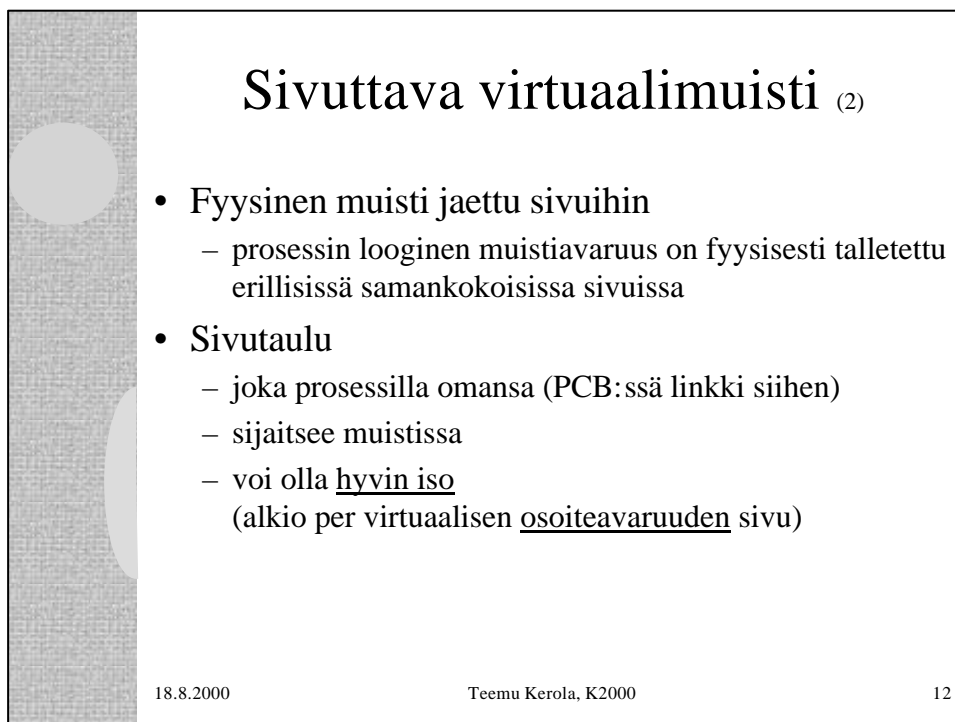
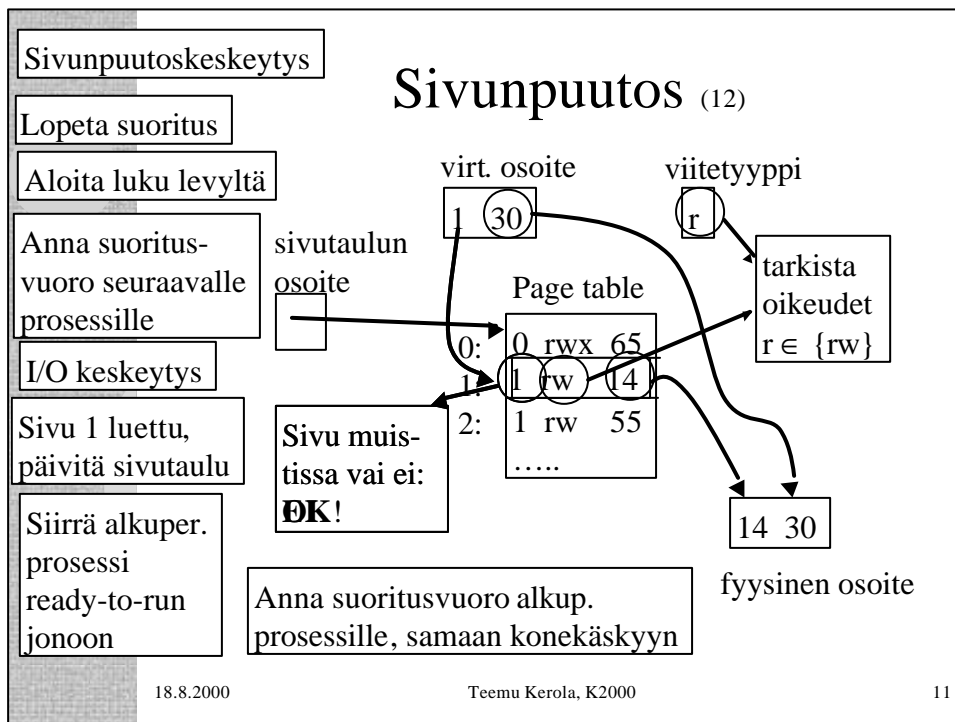
01100110	10110000
sivu	siirtymä

00111011	10110000
sivuraami	siirtymä

18.8.2000
Teemu Kerola, K2000
9

Sivuttava virtuaalimuistin osoitteenmuunnos (4)

18.8.2000
Teemu Kerola, K2000
10



Osoitteen muunnos ⁽³⁾

- MMU tekee jokaiselle osoitteelle
 - koodi, data
 - useammin kuin kerran per käsky!
- Ei voi hakea osoitteenmuutostietoja muistista sivutaulusta joka kerta!
 - liian kallis hinta virtuaalimuistista?
- MMU pitää tallessa ("välimuistissa") viimeisimmät osoitteenmuunnokset
 - osoitteenmuunnostaulukko TLB (Translation Lookaside Buffer)
 - 99.9% osumasuhde?

18.8.2000

Copyright Teemu Kerola 1999

13

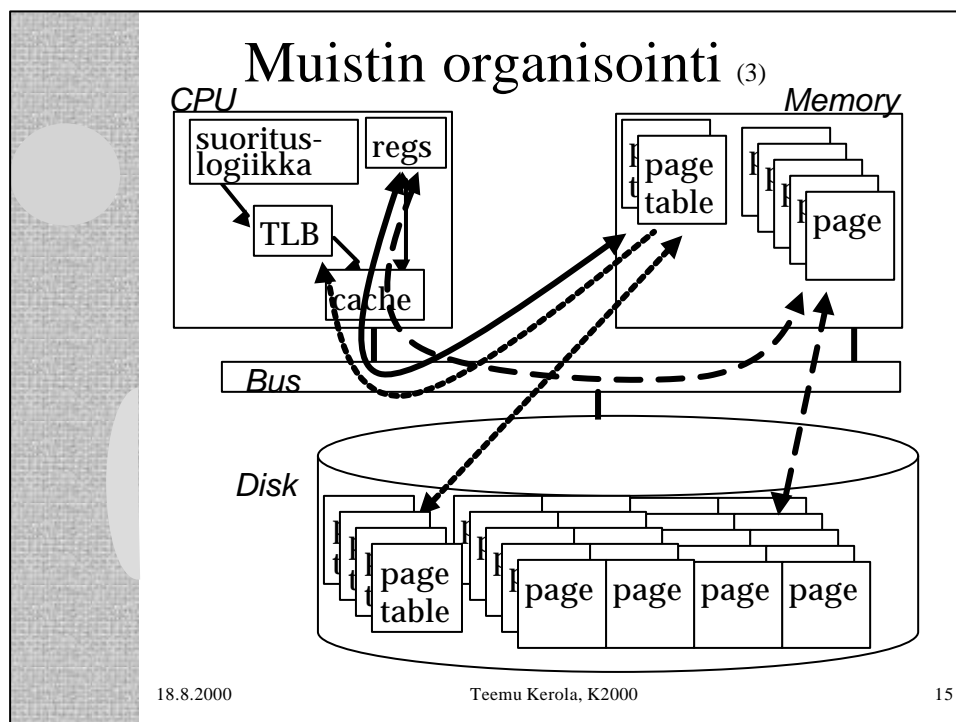
TLB - osoitteenmuunnostaulukko ⁽³⁾

- TLB "osuma" ? Fig. 7.19 [Sta199]
 - Osoitteenmuunnos löytyy TLB:stä - nopea
- TLB "huti"?
 - täytyy lukea tiedot sivutaulusta muistista
 - vie aikaa vähän
 - suoritin odottaa (tyhjäkäynnillä)
- Toteutus
 - samalla tavalla kuten tavallinenkin välimuisti
 - välimuistin rivin (datan) asemesta löytyykin haluttu tiedon fyysinen osoite

18.8.2000

Teemu Kerola, K2000

14



TLB ja välimuisti (4)

- Yleensä osoitteenmuunnos ensin ja sitten välimuistihaku
- Välimuisti voi perustua myös virtuaalisoihteisiin
 - voi tehdä TLB-haun ja välimuistihauun samanaikaisesti
 - nopeuttaa
- Toteutukset hyvin samankaltaisia
 - TLB toteutus optimoitu ajalliselle paikallisuudelle
- Kumpikin ovat tuntumattomia ("näkymättömiä") niitä hyödyntäville ohjelmille
 - KJ rutiinit voivat "nollata" molemmat, mutta eivät lukea niiden sisältöä

18.8.2000 Teemu Kerola, K2000 16

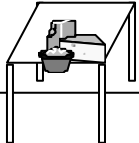

TLB vs. Välimuisti

TLB huti	Välimuistihuti
<ul style="list-style-type: none"> • CPU odottaa • HW toteutus • Tuntumaton prosessille • Tiedot kopioidaan muistista TLB:hen <ul style="list-style-type: none"> – sivutaulusta 	<ul style="list-style-type: none"> • CPU odottaa • HW toteutus • Tuntumaton prosessille • Tiedot kopioidaan muistista välimuistiin <ul style="list-style-type: none"> •sivuraamista

18.8.2000
Teemu Kerola, K2000
17

TLB hudit vs. sivunpuutoshudit

TLB huti	Sivunpuutos
<ul style="list-style-type: none"> • Suoritin odottaa tyhjäkäynnillä • HW toteutus • Data kopioidaan sivutaulusta TLB:hen • kesto 4 ns (?) 	<ul style="list-style-type: none"> • Prosessi odottaa ja suoritusvuoro toisella prosessilla • SW toteutus • Data kopioidaan levytä muistiin • kesto 30 ms (?)

18.8.2000
Teemu Kerola, K2000
18

Tiedostojärjestelmä ⁽⁵⁾

- KJ:n osa, hallitsee kaikkia tiedostoja
- Valvoo oikeuksia tiedostoa avattaessa
- Muuntaa tiedostonimet fyysisiksi osoitteiksi
- Ylläpitää taulukoita, joista näkee mitä kohtaa mistäkin tiedostosta kukin prosessi on käsittelemässä
- Tiedostojärjestelmä lukee ja kirjoittaa tiedostoja suurina kerralla käsiteltävinä lohkoina (0.5-8 KB?)
 - käyttäjätason prosessit käsittelevät tiedostoja tavuittain, niiden ei tarvitse tietää tiedoston todellista fyysistä rakennetta (laiteajuri huolehtii siitä)

18.8.2000

Teemu Kerola, K2000

19

Levymuisti ⁽⁹⁾

- Levykkö
 - pyörii nopeasti (koko ajan?) ks. Fig.2.20 [Tane99]
 - luku/kirjoituspäät liikkuvat kaikki yhtä aikaa 0.5MB-16GB/levykkö
 - monta levyä ~ 3600-10800 rpm
 - ~ 1-16 levyä/levykkö
- Levypinta ks. Fig.2.19 [Tane99]
 - 2 per levy (tai 1) ~ 2000-3000 uraa/pinta
 - ura ~ 20-100 sektoria/ura
 - sektori: pienin kerralla osoitettavissa oleva alue ~ 0.5-8KB/ura
 - sylinteri: päällekkäin olevat urat (luku/kirj. pää samalla kohtaa) ~ 1-31 uraa/sylinteri

18.8.2000

Teemu Kerola, K2000

20

Levymuistin saantiaika ⁽²⁾

- Tiedon osoite: levypinta + ura + sektori
 - laiteajuri etsii KJ-taulukoista loogisen osoitteen perusteella ks. Fig.2.20 [Tane99]
- Saantiaika:
 - hakuvarren siirtoaika (seek time)
 - odota kunnes sektori kohdalla (pyörähdysviive) (rotational delay)
 - siirrä sektorin verran tietoa (data transfer time)

18.8.2000
Teemu Kerola, K2000
21

Tiedoston talletus levyille ⁽²⁾

- Tiedosto koostuu useista lohkoista
 - lohko per sektori
- Levyn hakemistossa on tieto kunkin tiedoston käyttämistä lohkoista
 - luetaan lohkot annetussa järjestyksessä

hakemisto

alkio	
FileA	

(unix)

indeksi

lohko	

18.8.2000
Teemu Kerola, K2000
22

FAT - File Allocation Table (DOS)

The diagram illustrates the FAT system. On the left, a directory entry 'aa:' contains the value 32. This points to a FAT table (FAT varaustaulu) with entries 34, 36, -1, and Below the FAT table, a sequence of blocks is shown: (32), (33), (34), (35), (36). On the right, a disk layout shows three blocks: 1. (pointed to by 32), 2. (pointed to by 34), and 3. (pointed to by 36). Dashed lines indicate the mapping from the directory entry to the FAT table and then to the physical blocks on the disk.

DOS levykkeet: 1.44MB, lohko 512 B, 2.9K lohkoa
 entä: 1 GB, lohko 64 KB, 64K lohkoa OK?

18.8.2000 Teemu Kerola, K2000 23

Mikä on hyvä levylohkon koko?

- Mihin käyttöön?
- Videokuvan talletus/playback?
 - 1 minuutti
 - 12.3 MB
 - lohko 4KB? osoitetaulu?
 - epäsuorat viittaukset? riittääkö nopeus?
 - entä jos 1 tunti?

1.5 Mbit/sek (koko ajan)

18.8.2000 Teemu Kerola, K2000 24

Erilaisia levyjä

- Kiintolevy
- ZIP levyke
- Levyke
- CD-ROM, CD-R, CD-RW
- DVD

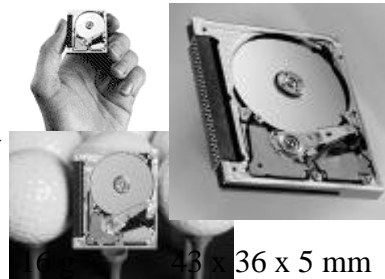
18.8.2000

Teemu Kerola, K2000

25

Kiintolevy ⁽⁷⁾

- Kiinteä, ei vaihdettavissa oleva levy
- Väylä: IDE, EIDE, ATA, SCSI, PCMCIA
- Tila: 150 MB - 70 GB
- Haku aika: 5-15 ms
- 1-10 levyä
- Pyörimisnopeus: 4500-10800 rpm
- Siirtonopeus: 5-50 MB/sec



18.8.2000

Teemu Kerola, K2000

26

Zip & Jaz levykeasemat ⁽⁶⁾



- Vaihdettava levyke
- Väylä: USB, rinnakkaisväylä, SCSI, ...
- Tila: 100 MB - 2 GB
- Haku aika: 10-30 ms
- Pyörimisnopeus: 3000-5400 rpm
- Siirtonopeus: 1-6 MB/sec

18.8.2000

Teemu Kerola, K2000

27

Levykeasema ⁽⁶⁾



- Vaihdettava levyke
- Väylä: ...
- Tila: 1.44 MB
- Haku aika 90 ms
- Pyörimisnopeus: 300 rpm
- Siirtonopeus 0.05 MB/sec



18.8.2000

Teemu Kerola, K2000

28

CD - Compact Disc ⁽⁹⁾

- Vaihdelevy
- CD-R (Recordable)
- CD-RW (Rewritable)
- Yksi pitkä spiraalimainen ”ura”
- Väylä: SCSI, USB, ...
- Tila: 650 MB
- Hakuaika 90 ms
- Pyörimisnopeus 200-9000 rpm
- Siirtonopeus 0.1-2 MB/sec



18.8.2000

Teemu Kerola, K2000

29

DVD - Digital Versatile Disk ⁽⁹⁾

- Vaihdelevy
- DVD-ROM
- DVD-R (Recordable)
- DVD-RAM (kuten tavallinen kovalevy)
- Väylä: EIDE, ATAPI, SCSI
- Tila: 4.7-17 GB
- Hakuaika 100-180 ms
- Pyörimisnopeus 2000-8000 rpm
- Siirtonopeus 2-8 MB/sec



18.8.2000

Teemu Kerola, K2000

30

