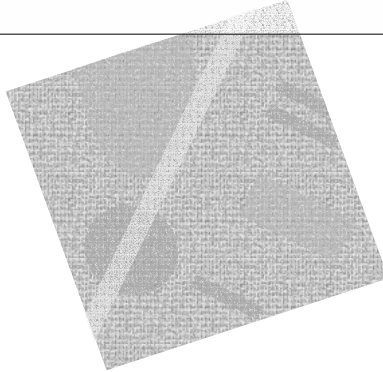


Järjestelmän ulkoinen muisti



Muistihierarkia
Kiintolevyt
Muut pyörivät levyt
I/O:n toteutus

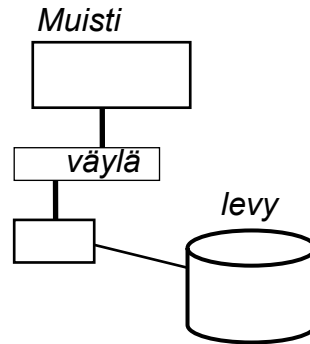
Muistihierarkia ⁽⁴⁾

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 viitatun tiedot tulee suoritusaikana olla sisäisessä muistissa!

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



27/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

3

Virtuaalimuistin toteutus

- Toteutustavat
 - kanta- ja rajarekisterit
 - sivutus
 - (segmentointi ja sivuttava segmentointi)
- Pääosatoteutuksesta ohjelmistotasolla
- Laitteistotuki
 - MMU - muistinhallintayksikkö
 - nopeuttaa viitatus muistipaikan todellisen osoitteen laskentaa
 - osoitetta ei tarvitse laskea usealla konekäskyllä, kun MMU tekee sen laitteistotasolla
 - rakenne ja toiminta vaihtelee virtuaalimuistin toteutustavan mukaan

Lisää
tietoa?



Tietokoneen rakenne,
Käyttö-
järjestelmäkurssit I, II

27/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

4

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 (KJ:n laiteajuri huolehtii siitä)

Levymuisti ⁽⁹⁾

ks. Fig. 6.2 [Stal03]

- Levykkö

150 MB-181GB/levykkö

- pyörii nopeasti (koko ajan?)
- luku/kirjoituspäät liikkuvat kaikki yhtä aikaa?
- monta levyä

~ 3600-10800 rpm

~ 1-16 levyä/levykkö

- Levypinta

ks. Fig.6.2, 6.5 [Stal03]

- 2 per levy (tai 1)
- ura
- sektori: pienin kerralla osoitettavissa oleva alue
- sylinteri: päällekkäin olevat urat luku/kirj. pää samalla kohtaa

~ 2000-3000 uraa/pinta

~ 20-100 sektoria/ura

~ 0.5-8 KB/sektori

~ 1-32 uraa/sylinteri

27/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

7

Levymuistin saantiaika ⁽²⁾

- Tiedon osoite: levypinta + ura + sektori

- laiteajuri etsii KJ-taulukoista loogisen osoitteen perusteella

ks. Fig.6.5 [Stal03]

- Saantiaika:

- hakuvarren siirtoaika

(seek time)

- aver 6.3 ms, min 2 ms, max 15 ms (?)

- odota kunnes sektori kohdalla

(rotational delay)

Esim. Pyörähdysviive on 3600 rpm: 8.33 ms

- on keskim. puolen pyörähdysen aika; esim. 3600 rpm => yksi kierros kestää 16.666 ms = puoli kierrosta kestää 8.33 ms

- siirrä sektorin verran tietoa

(data transfer time)

- esim. pyör.aika/sekt. lkm = 0.42 ms

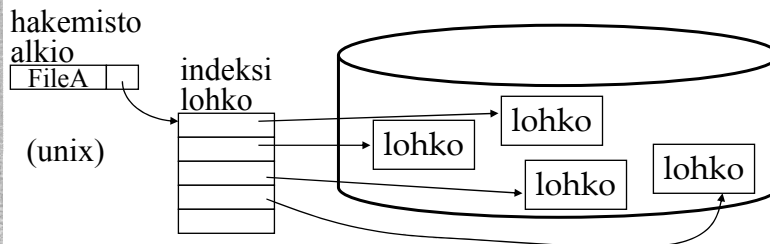
27/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

8

Tiedoston talletus levyille (2)

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



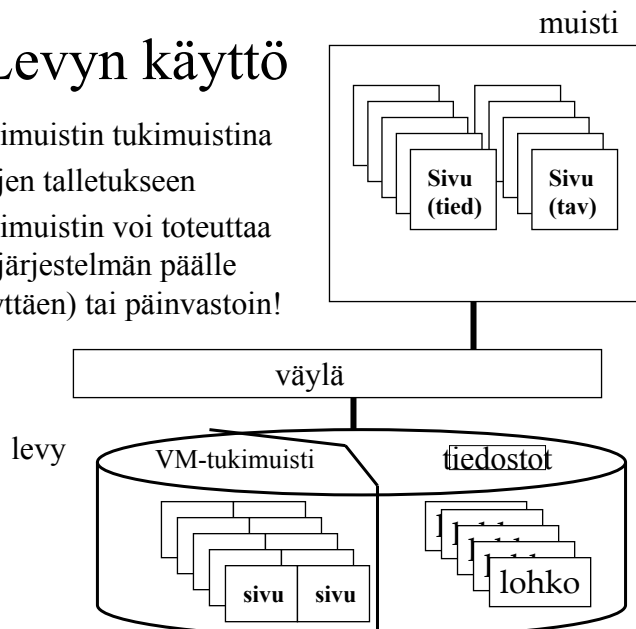
27/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

9

Levyn käyttö

- Virtuaalimuistin tukimuistina
- tiedostojen talletukseen
- Virtuaalimuistin voi toteuttaa tiedostojärjestelmän päälle (sitä käyttäen) tai päinvastoin!



27/05/2004

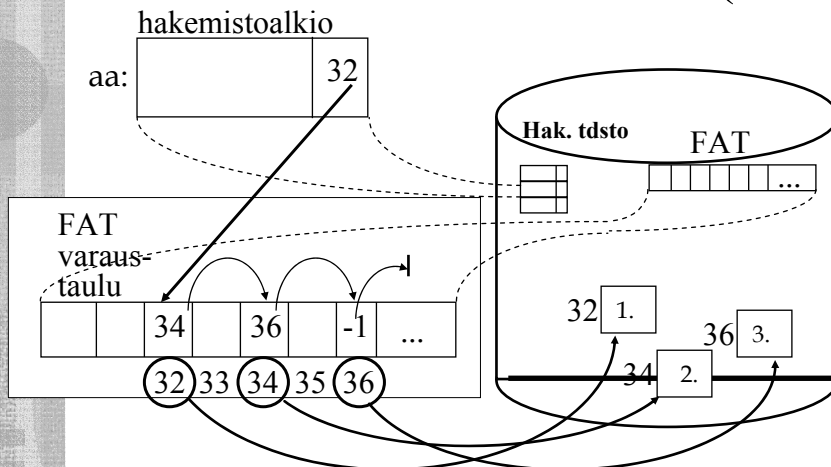
Copyright Teemu Kerola, K2003

10

DOS-levykkeiden rakenne

- FAT -File Allocation Table
 - kertoo, mitkä sektorit ovat vapaana
 - kertoo, mitkä sektorit ovat käytössä millekin tiedostolle
 - kiinteä paikka levykkeellä, 2 kopiota
- Hakemisto
 - erikoistyyppinen hakemisto
 - sisältää hakemistoalkion joka tiedostolle
 - nimi, tyyppi, koko, muutos pvm ja kellonaika
 - attribuutit (invisible, read-only, ...)
 - linkki ensimmäiseen sektoriin (FAT ja itse tiedosto)

FAT - File Allocation Table (DOS)

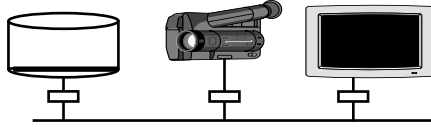


DOS levykkeet: 1.44MB, lohko 512 B, 2.9K lohkoa
entä: 1 GB, lohko 64 KB, 64K lohkoa OK?

Mikä on hyvä levylohkon koko?

- Mihin käyttöön?
- Videokuvan talletus/playback?

- 1 minuutti
- 12.3 MB



- lohko 4KB?
osoitetaulu?

1.64 Mbit/sek (koko ajan)

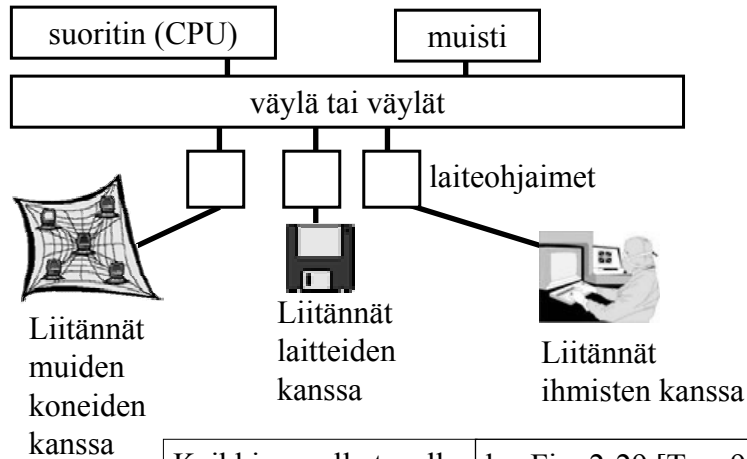
12.3 MB/4KB = 3075 lohkoa

- epäsuorat viittaukset? riittääkö nopeus?
- entä jos 1 tunti? Riittääkö levyn kapasiteetti?

$60 * 12.3 \text{ MB} = 738 \text{ MB} = 5904 \text{ Mb} = 5.9 \text{ Gb}$

=> 184500 lohkoa a' 4 KB

Laitteiden liittäminen järjestelmään (4)

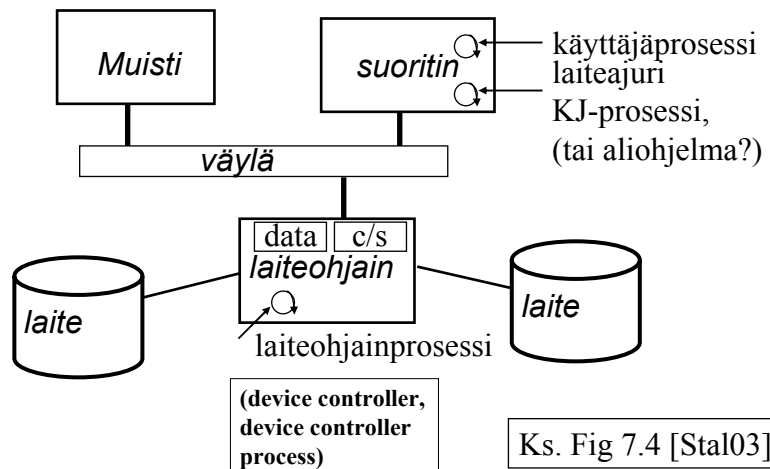


27/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

15

Laiteohjain (I/O Moduuli)



27/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

16

Laitteiden käytön toteutus ⁽⁵⁾

ks. laiteohjainkuva (ed. kalvo)

- Käyttäjäohjelma kutsuu käyttöjärjestelmän laiteajuria tekemään I/O:n. Laiteajuri suoritetaan samalla suorittimella kuin käyttäjäohjelmakin.
- Laiteajuri ohjaa laitteen toimintaa laitteen laiteohjaimella olevien kontrollirekisterien (muistialue 'c') avulla
- Laiteajuri voi lukea laitteen tilatietoa laiteohjaimella olevien statusrekisterien (muistialue 's') avulla
- Laiteajuri voi lukea (kirjoittaa) laitteen lukemaa (laitteelle kirjoitettavaa) tietoa laiteohjaimella olevien datarekistereiden (muistialue 'data') avulla
- Kontrolli-, status- ja datarekisteri kolmikko muodostaa "I/O-portin" suorittimen näkökulmasta

27/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

17

Laiteohjaimen rekistereihin viittaaminen ⁽⁵⁾

- Ongelma: miten suorittimella suoritettava laiteajuri viittaa eri kortilla oleviin rekistereihin? ks. laiteohjainkuva
- Ratkaisu 1: omat I/O-konekäskyt tätä tarkoitusta varten
 - käskyssä annetaan laiteohjaimen identifikaatio ja rekisterin nro (I/O-osoiteavaruus)
 - vaikea laajentaa käyttöä uusiin laitteisiin, joilla 'laiterekisterit' voivat olla hyvinkin erilaisia
 - suorittimen konekäskyjä ei voi muuttaa

x86: IN, OUT
INS, OUTS

KOKSI: IN R1, =KBD,
OUT R2, =CRT

27/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

18

Ratkaisu 2: muistiinkuvattu I/O ⁽⁵⁾

ks. laiteohjainkuva

- Laiteajuri lukee/kirjoittaa laiteohjaimella olevia rekistereitä (data, status/kontrolli) tavallisilla muistin luku/kirjoitus käskyillä
 - ei tarvita erillisiä I/O-konekäskyjä!

load R1, =DiskRd
store R2, DiskCtr
 - laiteohjaimella olevat ”laiterekisterit” ovat samanlaista viitattavaa muistia kuin ”normaali muisti”
 - muistisoitteen ensimmäiset bitit valitsevat, mille laitteelle (vai tavallisen muistiin)

viittaus kohdistuu

DiskCtr EQU 0x80000001
 - voidaan käyttää rinnan I/O-käskyjen kanssa (laiterekistereihin voi siis viitata sekä I/O-käskyillä että muistiinkuvatun I/O:n avulla)

esim. Intelin arkkitehtuurit

I/O-tyypit ⁽²⁾

ks. laiteohjainkuva

- **Suora I/O:** laiteajuri odottaa tiukassa silmukassa, kunnes laiteohjaimen statusrekisteri ilmoittaa I/O-pyyynnön valmistuneen

(direct I/O)

 - laiteajuri siirtää tietoa muistin ja datarekisterin välillä
- **Epäsuora I/O:** I/O:n odotusaikana suorittimella suoritetaan jotain muuta ohjelmaa

(indirect I/O
interrupt driven I/O)

 - Kun I/O-pyyntö valmistuu, laiteohjain antaa keskeytyksen (laitekeskeytys, I/O interrupt) suorittimelle, joka (jonkin ajan kuluttua) jatkaa kesken jäänyttä I/O-pyyynnön esittänyttä ohjelmaa.
 - laiteajuri siirtää tietoa muistin ja datarekisterin välillä

I/O-tyypit (jatkoa) ⁽⁴⁾

ks. laiteohjainkuva

- DMA - Direct Memory Access
 - älykkäämpi laiteohjain
 - laiteohjain voi suoraan kopioida tiedot keskusmuistiin
 - laiteajurin ei tarvitse laiterekistereitä käyttäen siirtää tietoa muistin ja datarekisterin välillä
 - laiteohjain tekee paljon suuremman määrän työtä itsenäisesti (kuin epäsuorassa I/O:ssa) ennen suorittimelle annettavaa laitekeskeytystä



27/05/2004

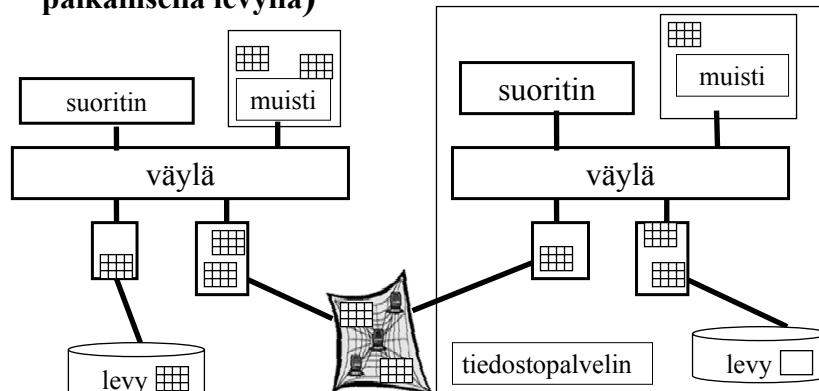
Copyright Teemu Kerola, K2003

21

Tiedostopalvelin

- (Lähi)verkossa oleva palvelin
- Käytettäessä tiedoston (osien) kopio on muistissa (ja ehkä myös paikallisella levyllä)

 orig. tiedosto
 tiedoston kopio?



27/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

22

Tiedostopalvelin

- Käytetään kuin paikallista levyä systeemin KJ:n liitospalikan avulla
- Paljon hitaampi kuin paikallinen levy (file cache)
- Tiedostovälimuistit (muistipuskurit tai levypuskurit) nopeuttavat toimintaa käytännössä
 - omassa järjestelmässä
 - 50% oman järjestelmän keskusmuistista voi olla varattu tiedostovälimuistille
 - palvelimella
 - tiedon päivitys tiedoston kirjoituksen yhteydessä?

Lisää
tietoa?



käyttö-
järjestelmä
kurssit

27/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

23

27/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

24

Esimerkki: kirjoittimen laiteajuri ttk-91-koneelle

- Laitteella voi tulostaa kokonaislukuja yksi kerrallaan
- Muistiinkuvattu I/O, suora I/O
- Laiteportti
 - kontrollirekisteri muistipaikka 1048567= 0x80000
 - tilarekisteri muistipaikka 1048577 = 0x80001
 - datarekisteri muistipaikka 1048578 = 0x80002
- Laiteajuri toimii etuoikeutetussa tilassa
- Kutsu: PUSH SP, =0 ; paluuarvo: onnistui/epäonnistui
 PUSH SP, X ; parametri
 SVC SP, =Print ;
 POP SP, R1
 JNZER R1, TakeCareOfTrouble

27/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

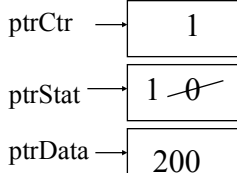
25

Esim. laiteajurin toteutus

ptrCrt DC 1048576; control register address
 ptrStat DC 1048577; status register address
 ptrData DC 10485678
 retVal EQU -3
 parData EQU -2

Solution with no timeout

Oletus: SVC:n ja
 IRET:n toteutus
 samalla tavalla kuin
 CALL ja EXIT

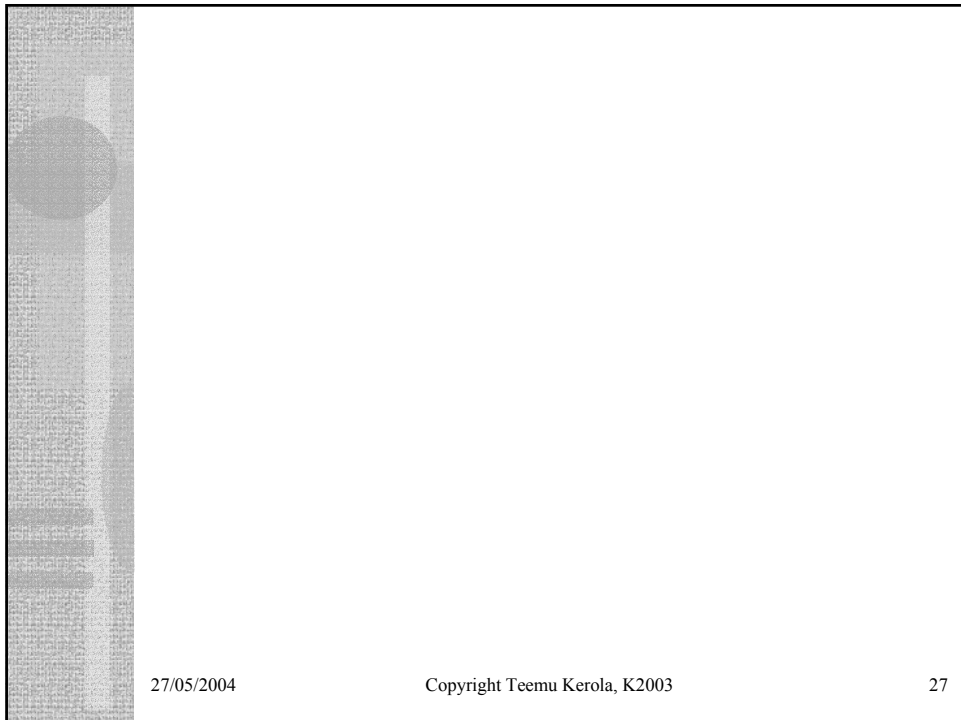


Print	PUSH R SP ; save regs LOAD R1, parData(FP) <u>STORE R1, @ptrData ; data to print</u> LOAD R1, =0 <u>STORE R1, @ptrStat ; init stat register</u> LOAD R1, =1 <u>STORE R1, @ptrCrt ; command to print</u>
Wait	LOAD R1, @ptrStat ; chech stat register <u>JNZER R1, Done</u> JUMP Wait ; wait until I/O done
Done	<u>LOAD R1, =0 ; return 'SUCCESS'</u> STORE R1, retVal(FP) POP R SP ; recover regs IRET SP, =1

27/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

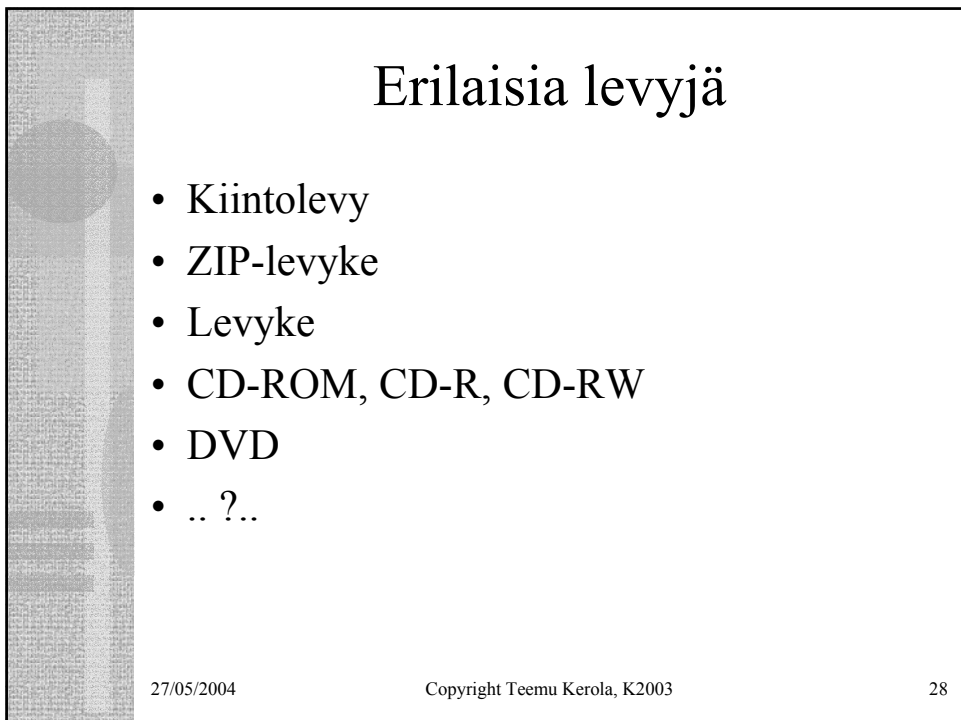
26



27/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

27



Erilaisia levyjä

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

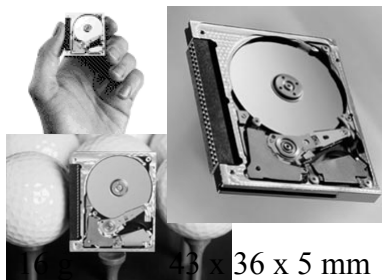
27/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

28

Kiintolevy ⁽⁷⁾

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



27/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

29

Zip- & Jaz- levykeasemat ⁽⁶⁾

- Vaihdettava levyke
- Tila: 0.1 - 2 GB
- Haku aika: 10-30 ms
- Pyörimisnopeus: 3000-5400 rpm
- Siirtonopeus: 1-6 MB/sec



27/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

30

Levykeasema ⁽⁶⁾

- Vaihdettava levyke
- Tila: 1.44 MB
- Hakuaika 90 ms
- Pyörimisnopeus: 300 rpm
- Siirtonopeus 0.05 MB/sec



27/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

31

CD - Compact Disc ⁽⁹⁾

- Vaihdettava levyke
- CD-R (Recordable)
- CD-RW (Rewritable)
- Yksi pitkä spiraalimainen ”ura”
- Tila: 650 MB
- Hakuaika 90 ms
- Pyörimisnopeus 200-9000 rpm
- Siirtonopeus 0.1-2 MB/sec



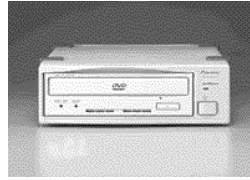
27/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

32

DVD - Digital Versatile Disk ⁽⁹⁾

- Vaihdelevy
- DVD-ROM
- DVD-R (Recordable)
- DVD-RAM (kuten tavallinen kovalevy)
- Tila: 4.7-17 GB
- Haku-aika 100-180 ms
- Pyörimisnopeus 2000-8000 rpm
- Siirtonopeus 2-8 MB/sec
 - hitaampi kuin kovalevy



27/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

33

-- Luennon 9 loppu --

Fig. 5.47 from
Hennessy-Patterson,
Computer Architecture

Alpha AXP 21064
memory hierarchy

käskyjen TLB

käskyvälimuisti

Käskyjen ja datan
yhteinen L2 välimuisti

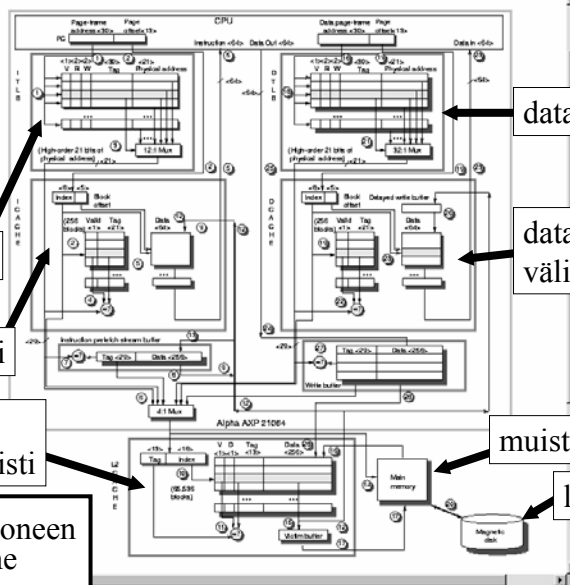
Lisää tietoa? Tietokoneen rakenne

data TLB

data-
välimuisti

muisti

levy



27/05/2004

Copyright Teemu Kerola, K2003

34