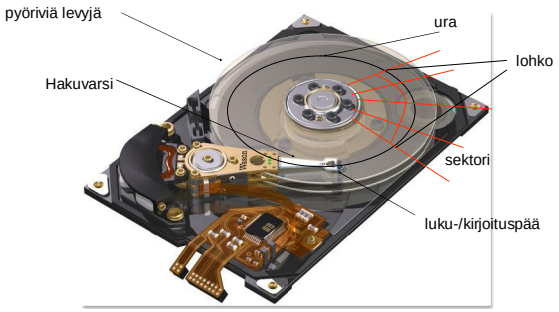
Levyn rakenne

- Levykössä (disk drive) on useita samankeskisiä levyjä (disk)
- Levyissä on magneettinen pinta (disk surface) kummallakin puolella levyä
- Levyllä on osoitettavissa olevia uria (track), muutamasta sadasta muutamaan tuhanteen, päällekkäiset urat muodostavat sylinterin (cylinder)
- Urat voivat jakautuvat sektoreihin (sector)

1

Levykön rakenne



2

Levyn rakenne

- Lohko (=levyjakso, block) on yhdestä tai useammasta peräkkäisestä sektorista muodostuva alue uralla.
- Lohkokoko on yleensä 512 tavun monikerta (kakkosen potenssi). Lohkot erotetaan toisistaan lohkovälillä, johon talletetaan lohkoon liittyvää kontrollitietoa.
  - jos sektorikoko on 512B ja lohkokoko 8KB muodostuu yksi lohko 16 peräkkäisestä sektorista
- Tietoa siirretään levyltä ja levylle aina kokonaisina lohkoina.
  - lohkon fyysinen osoite muodostuu **levypinnan numerosta**, **uran numerosta** ja uran sisäisestä **lohkon numerosta**

3

Levyn rakenne

- Lohkon sisällön hakemiseksi
  - Siirretään luku/kirjoituspäät halutulle sylinterille (päät siirtyvät kullakin pinnalla samanaikaisesti yhdessä)
  - Odotetaan, että haluttu lohko pyörähtää luku/kirjoituspään kohdalle (levyn pyörimisnopeus luokkaa 100 kierrosta sekunnissa)
  - Aktivoidaan halutulla pinnalla oleva luku/kirjoituspää lukemaan dataa – yleensä vain yksi pää voi olla samanaikaisesti aktiivinen
  - I/O prosessori siirtää luetun datan hakupyynnön yhteydessä annettuun puskuriin

4

Hakuaika

- Levyltä hakemiseen kuluva aika (hakuaika, access time) muodostuu:
  - hakuvarren siirtoajasta eli kohdistusajasta (seek time) (sylinterille siirtyminen) (*st*)
    - aika riippuu siitä millä sylinterillä päät ovat alunperin, lyhyt siirtymä vie vähemmän aikaa, 0 – levykohtainen maksimi. Usein ilmoitetaan keskimääräinen kohdistusaika esim. 6 ms
  - pyörähdysviiveestä (rotational delay) (*rd*)
    - riippuu alkuperäisestä kohdasta ja pyörimisnopeudesta.
  - lohkon siirtoajasta (block transfer time) (*btt*)
    - riippuu uran kapasiteetista, pyörimisnopeudesta ja lohkon koosta

5

Pyörähdysviive

- Jos levyn pyörimisnopeus on p kierrosta minuutissa (rpm), niin keskimääräinen pyörähdysviive
  rd= ½ *(1/p) min = ½*(60*1000/p) ms
- Jos p=10000, niin rd=3 ms (tyypillinen)
- Jos p=6000, niin rd= 5 ms

6

Lohkon siirtoaika

- Lohkon siirtoaika (= aika, joka kuluu siihen, että lukupää kulkee lohkon sektoreiden yli
  = täyden kierroksen pyörähdysaika kerrottuna lohkon koon suhteella uran kapasiteettiin
- Esimerkki:
  - Olkoon lohkokoko 4KB, uralle mahtukoon 50 lohkoa, joten uran kapasiteetti on 200KB. Olkoon kierrosnopeus 6000 rpm eli 100 kierrosta sekunnissa. Tällöin siirtonopeus (transfer rate, *tr*) =100*200 KB/s =20 KB/ms
    ja lohkon siirtoaika = lohkokoko/siirtonopeus= 0.2 ms

7

Hakuaika

- Mitä lähempänä (oikeaan suuntaan) nykyistä kohtaa seuraava haettava jakso on sitä nopeampaa on haku, nopeasta hitaaseen
  - seuraavana samalla uralla
  - samalla sylinterillä 'seuraavana' – ei pyörähdysviivettä
  - jossain samalla uralla tai sylinterillä
  - läheisellä sylinterillä
  - kaukaisella sylinterillä

8

Hakuaika

- Peräkkäisten saman uran ja sylinterin jaksojen siirtäminen on tehokkainta koska tällöin ei tule hakuvarren siirtoa eikä pyörähdysviivettä.
- Levyjen siirtonopeudet ilmoitetaan usein bitteinä sekunnissa. Voidaan antaa joko sisäinen siirtonopeus ja tehollinen siirtonopeus

9

Hakuaika

- Olkoon
  - st= kohdistusaika
  - rd= pyörähdysviive
  - btt= jakson siirtoaika= kierrosaika/uran lohkojen lukumäärä.
- Lohkon hakuaika = sd+rd+btt
  - kohdistusaika ja pyörähdysviive vaihtelevat, arvioissa käytetään usein keskimääräistä hakuaikaa
- Sivupyynnön toteutuksen palveluaikaan on vielä lisättävä levyohjaimen jonotusaika sillä levyohjain voi suorittaa vain yhtä pyyntöä kerrallaan – jonotusaikaan vaikuttaa kaikki levylle kohdistuva kuorma

10

Usean lohkon hakuaika

- Haettaesa *k* lohkoa, lohkojen yhteenlaskettu saantiaika on
  - enintään *k**(st+rd+btt), jos lohkot sijaitsevat satunnaisesti levyllä
  - sd+*k**(rd+btt), jos lohkot sijaitsevat satunnaisesti samalla sylinterillä ja
  - minimissään sd+ rd + *k**btt, jos lohkot ovat peräkkäin samalla sylinterillä
- Kaavojen tekijöistä sd ja rd ovat samaa millisekunneissa mitattavaa kokoluokkaa ja btt T noin kymmes– -tuhannesosa niistä (millisekunnin osia)
- Jos S=5ms, R=5ms ja T=0.2 ms ja k=1000, niin kokonaissaantiajan vaihteluväli olisi 0.22s - 10.2s

11

Levytiedoston käsittely

- Tiedostot sijoitetaan levylle
  - yhdelle tai useammalle peräkkäisistä lohkoista koostuvalle alueelle
    - voidaan hyödyntää peräkkäiskäsittelyn nopeutta koko tiedoston lukemisessa
    - puskurien hallinnassa voidaan käyttää ns. ennakoivaa hakua (pre-fetch) – haetaan valmiiksi puskureihin järjestyksessä seuraavia sivuja vaikka niitä ei ole vielä pyydetty

12

Levytiedoston käsittely

- Vaikka tiedoston tietueet alunperin sijoitettaisiin tiiviisti lohkoihin voivat poistot ja muutokset huonontaa rakennetta
  - peräkkäisjärjestykseen jää väliin tyhjiä lohkoja poistojen takia
  - jatkotietueet ylivuotolohkoissa vaativat poikkeamista optimaalisesta lukemisjärjestyksestä – mahdollisesti jopa siirtymistä pois sylinteriltä

13

RAID–levyt ja rinnakkaisuus

- RAID = redundant array of independent disks
- ryhmä toisistaan riippumattomia levyjä, jotka toimivat rinnakkain yhtenä loogisena levynä
- Kullakin levyllä oma levyohjain
- tavoitteena luotettavuuden ja tehokkuuden parantaminen
  - tehokkuutta parannetaan viipaloinnilla (striping)
  - luotettavuutta redundanssilla (ylimäärällä)
- Nykyaikainen levyratkaisu

14

RAID–levyt ja rinnakkaisuus

- Viipaloinnin periaatteena on jakaa tiedosto usealle levylle. Tiedonsiirtoa levyjen ja puskureiden välillä voidaan suorittaa rinnakkain koska jokainen levyohjain toimii itsenäisesti. Näin tiedonsiirtonopeus kasvaa.
- Käytössä on eri viipalekokoihin (striping unit) perustuvia viipalointiperiaatteita. Jos käytettävissä on D levyä, sijoitetaan i:s viipale levylle i mod D.

15

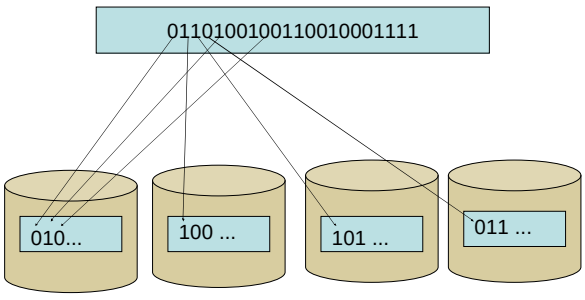
RAID–levyt ja rinnakkaisuus

- Viipalekoko voisi olla yksi bitti.
  - Tällöin D peräkkäistä bittiä ovat kukin eri levyillä ja kaikki D levyä osallistuvat jokaiseen hakuoperaatioon.
  - Koska pienin siirtoyksikkö on lohko joudutaan sivupyynnön yhteydessä siirtämään D lohkoa.
    - Jos käsittely on peräkkäiskäsittelyä, on siirron yhteydessä tehty ennakoiva haku D-kertaisella siirtonopeudella
    - Jos käsittely on hajakäsittelyä, on siirretty turhaa dataa, mutta siihen ei ole mennyt enempää aikaa kuin yhtä levyä käytettäessä

16

RAID–levyt ja rinnakkaisuus

yhden bitin viipalekoko – 4 levyä



17

RAID–levyt ja rinnakkaisuus

- Lohkotason viipaloinnissa viipaleen koko on yksi lohko.
  - Jos sivupyynnöt kohdistuvat eri levyille voidaan pyynnöt suorittaa rinnakkain. Jonotusaika pienenee joten myös hajakäsittely nopeutuu.
  - Peräkkäiskäsittelyssä peräkkäiset lohkot sijaitsevat eri levyillä, joten tiedonsiirtonopeus kasvaa
  - Suurella levymäärällä saadaan suuremmat tehot

18

RAID–levyt ja rinnakkaisuus

- Tietojen jakaminen usealle levylle aiheuttaa luotettavuusongelman.
- N levyn järjestelmässä häiriön todennäköisyys on N-kertainen yhteen levyyn verrattuna
- Jos yhden levyn kohdalla häiriövälin odotusarvo on 50000 tuntia (5.7 vuotta), niin 100 levyn järjestelmässä se onkin enää 50000/100 =500 tuntia eli noin 21 päivää
- Luotettavuutta lisätään ylimäärällä, jolloin häiriöitä voi sietää.

19

RAID–levyt ja rinnakkaisuus

- Eräs ylimäärän muoto on peilaus (mirroring)
  - Tieto kirjoitetaan kahdelle identtiselle levylle.
  - Jos toinen levy vikaantuu, voidaan jatkaa toisella kunnes vika saadaan korjattua.
  - Kumpaakin levyä voi käyttää sivupyyntöjen toteutukseen, pyyntö ohjataan levylle, jolla on lyhyempi saantiaika.
  - Levyjen tehollinen kapasiteetti puolittuu
  - Kallis ratkaisu

20

RAID–levyt ja rinnakkaisuus

- Peilauksen vaihtoehtona on erilaisia virheenkorjauksen mahdollistavia tekniikoita: Hamming koodi, bittitason tai lohkotason viipalointiin perustuvat pariteettibitit omalla levyllään tai hajautettuna yksikön levyille.

21