HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

Linux-ylläpito, kevät 2014

3. luentokalvosetti 5.2 – 19.2

Jani Jaakkola
jjaakkol@cs.helsinki.fi

HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

Verkkolaitteet ja verkon konfigurointi

Verkkolaitteiden konfigurointi

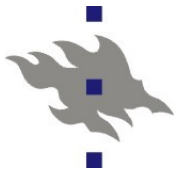
- Kernel ei osaa itse konfiguroida verkkolaitteita lainkaan
  - IP-osoitteet, reitit ja langattomien verkkojen tunnisteet ja kryptausavaimet annetaan käyttäjätasolta
  - DHCP-asiakas on normaali käyttäjätason prosessi
  - Kernel ei tallenna verkkoasetuksia mihinkään: Linuxin käynnistyessä käyttäjätason on konfiguroitava asiat uudelleen
- Jokaista kernelin tuntemaa verkkolaitetta kohden on yksi tai useampia verkkoliitäntöjä (network interface)
  - */proc/net/dev* listaa kernelin tuntemat liitännät
  - Kaikki verkkoliitännät eivät ole oikeiden fyysisten verkkolaitteiden toteuttamia
    - PPP-linkit: mokkulat, bluetooth dialup, USB- ja sarjamodemit
    - VPN-linkit: openvpn, IPSec
    - Virtuaaliset verkkolaitteet: sillat, virtuaalikoneiden verkkolaitteet, yhteenliitetyt interfacet (bonding)
  - Liitännät nimetään löytymisjärjestyksessä (eth0, eth1)
    - Udev varaa pysyvän nimen MAC-osoitteen perusteella

Verkkoliitännät komentoriviltä

- */sbin/ifconfig:*
  - Verkkoliitännän nostaminen ylös ja ajaminen alas
  - Käytössä olevien linkkien ja niiden asetusten listaus
  - Osoitteiden konfigurointi
- */sbin/route*
  - Reitityksen konfigurointi
  - Olemassa olevien reittien listaus
- */sbin/ethtool*
  - Ethernet-verkkolaitteen fyysinen tila ja kortin mielipide liitännän tilasta
- */sbin/ip*
  - Uudempi yleiskäyttöinen työkalu verkkoasetuksien säätöön

Distribuution verkkokonfiguraatio

- Distribuution käynnistysskriptien tehtävänä on verkkoliitäntöjen konfigurointi
  - Verkkokonfiguraatio RedHat pohjaisissa:
    - */etc/sysconfig/network*: globaali konfiguraatio
    - */etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-*:* liitäntöjen konfiguraatio
  - Debian/Ubuntu:
    - */etc/network/interfaces*
  - Nimipalvelinten konfiguraatiotiedosto: */etc/resolv.conf*
- Staattinen liitäntöjen konfigurointi on nykyään harvinaista
  - DHCP-asiakas (*/sbin/dhclient)* selvittää verkosta koneen IP-osoitteen, reitin ulkomaailmaan ja nimipalvelimet
  - Joskus käytössä on myös paikallinen proxy-nimipalvelin, jolloin *resolv.conf* tiedostoa ei tarvitse editoida
    - Proxy voi osata fiksummin päätellä, mihin nimipalvelukyselyt oikeasti kannattaa lähettää

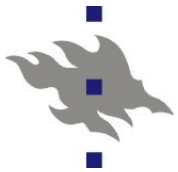


Langattomat verkot: Wi-Fi

- Langattomat wlan-verkkoliitännät käyttäytyvät pitkälti kuten ethernet-liitännät, mutta:
  - Langattoman verkon tukiasemalla on ESSID (Service Set Identifier), jolla päätetään mihin mahdollisesti monesta verkosta liitytään
  - Samalla ESSID:llä voi näkyä useampia tukiasemia eri taajuuksilla: ajuri päättää mille (parhaiten kuuluvalle) tukiasemalle jutellaan
  - Ajurin on tuettava verkon skannausta, jotta käyttäjä voisi valita sopivan tukiaseman
    - Ja tarvitaan rajapinta, millä tämä voi tapahtua käyttäjän työpöydältä
  - Langattomat verkot ovat tyypillisesti (ja hyvästä syystä) kryptattuja
    - Vanha, mutta heikoksi havaittu WEP-kryptaus
    - Uudempi WPA-kryptaus (Wi-Fi Protected Access)

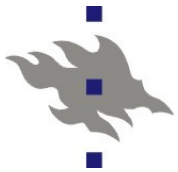
Wi-Fi komentoriviltä

- */sbin/iwconfig*: Langattoman verkkoliitännän tila ja konfigraatio
  - */sbin/iwconfig essid*: verkkotunnisteen vaihto
  - Ad-hoc verkkojen konfigurointi
- */sbin/iwlist*: näkyvien langattomien verkkojen listaus
  - Toiminnan täsmälliset yksityiskohdat ovat vaihdelleet
    - Ajurista riippuen palautetaan tila välimuistista, odotetaan ja skannataaan uudelleen tai aloitetaan uusi skannaus eikä palauteta mitään...
  - Nykyään kernelissä on WLAN laiteajureista riippumaton toteutus WLAN-protokollasta
    - Edelleen voi löytyä ajureita, jotka eivät sitä käytä



Langattomien verkkojen kryptaus

- *wpa_supplicant* daemon toteuttaa Wi-Fi-verkkojen kryptausprotokollat
  - WEP-protokolla (Wireless Equivalent Privacy)
  - WPA ja WPA2-protokolla (Wi-Fi Protected Access)
  - Salausavainten hallinta
  - Kryptaus
- */usr/sbin/wpa_cli* asiakasohjelma keskustelee daemonin kanssa
- NetworkManager hoitaa *wpa_supplicant* -daemonin konfiguroinnin nykydistroissa



Point-to-Point yhteydet: PPP

- Aikoinaan käytössä aidoilla analogisilla modemeilla
  - Joskus aidoilla sarjapiuhoilla
- Nykyään käytössä:
  - USB 3G-mokkuloissa
    - Näyttävät sarjamodemilta Linuxin kannalta
  - Kännyköissä
    - USB-piuhalla ja bluetooth dialup-profiilissa
- Erillinen daemoni */usr/sbin/pppd* toteuttaa ppp-protokollan
  - Toteuttaa neuvotteluosuuden PPP-protokollasta
  - Neuvottelun jälkeen kerneli hoitaa paketinvälityksen ja TCP/IP reitityksen

NetworkManager

- Daemoni verkkoliittymien käyttäjäystävälliseen konfigurointiin
- Toteuttaa dbus-rajapinnan, jolla tavallinen käyttäjä voi konfiguroida verkkoliitännän työpöytätasolta
  - Verkkoliitännän alustus ja sulkeminen
  - Langattomien verkkojen skannaus
  - Langattoman verkon valinta
    - Tunnettujen verkkojen valinta automaattisesti
  - DHCP-asiakkaan käynnistys ja sulkeminen, kun langallinen verkko on aktivoitu tai langaton verkko on valittu ja neuvoteltu ylös
- Mukana tulee GUI käyttöliittymän toteuttava gnome-sovelma *nm-applet*
- Osaa tallettaa langattomien verkkoliitäntöjen salasanat käyttäjän henkilökohtaiseen avainrenkaaseen
  - Myös VPN ja PPP-verkkojen konfigurointi

HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

Virransäästö

Virransäästö: ACPI

- Advanced Configuration and Power Interface
  - Tarjoaa BIOS-rajapinnan PC:n virransäästöominaisuuksien konfigurointiin ja valvontaan
  - Teoriassa laitteen mukana tullut BIOS tietää, miten juuri kyseisessä laitteessa optimoidaan virrankulutus
    - Käytännössä ACPI BIOS:it ovat bugisia useammin kuin eivät
  - CPU:n virransäästö
    - erilaiset CPU:n unitilat ja kellotaajuuden säätö
  - Laitteen herätys kellolla
  - Standby- ja suspend-tilat
  - ACPI voi tarjota tilatietoa:
    - Lämpötilan ja tuuletinten tilan
    - Onko käytössä verkkovirta vai akku
    - Akun lataus ja purkautumisnopeus
    - Tapahtumat
      - virta ja uninäppäinten painallukset
      - kannettavan kannen sulkeminen ja avaaminen

Virransäästö: CPU

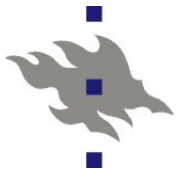
- CPU:n automaattinen kellotaajuuden säätö
  - Udev tarjoaa dbus-rajapinnan käyttäjätasolle
  - */sys* -virtuaalitiedostojärjestelmä tarjoaa kernel-rajapinnan
  - Kernelin ajurimoduli toteuttaa laitteistotasolla kellotaajuuden vaihdon (mahdollisesti ACPI BIOS-kutsulla)
- CPU:n unitilat
  - Jos CPU:lla ei ole tehtävää, kernelin cpuidle-ajurit yrittävät nukuttaa CPU:n
  - Unitiloista heräämiseen kuluu aikaa, tyypillisesti syvemmistä unitiloista heräämiseen enemmän aikaa
- Keskeytyskäsittelyn minimointi
  - Jokainen keskeytys herättää CPU:n unitilasta
  - Kellokeskeytyksiä on pyritty vähentämään tickless-kernelillä
    - Kellokeskeytykset konfiguroidaan tapahtumaan dynaamisesti silloin kun niitä tarvitaan, ei jatkuvasti jollain (usein isolla) taajuudella

Virransäästö: kovalevyt

- Kovalevyn pysäytys: /usr/sbin/*hdparm* -S
  - Usein kannettavien kovalevyt ja uudet virtaa säästävät mallit oletusarvoisesti pysähtyvät ilman käskytystä
  - */usr/sbin/hdparm -y:* välitön standby-tila
  - */usr/sbin/hdparm -Y*: välitön sleep-tila
  - */usr/sbin/hdparm -C*: kovalevyn virransäästötilan kysely
- Tiedostojen atime-päivitysten estäminen:
  - Linuxissa tiedoston tai hakemiston lukeminen aiheuttaa levykirjoituksen
    - Ellei tälle tehdä jotain, kovalevy käynnistyy aina 30s välein
  - Tiedostojärjestelmäoptiot *noatime* ja *relatime*
    - Ei päivitetä atime-bittejä tai päivitetään niitä ainoastaan kerran, jos tiedostoa on luettu edellisen muokkauksen jälkeen
  - Ubuntussa *relatime* oletuksena
- Laptop-mode
  - Lykätään levykirjoituksia pitämällä tietoa levyvälimuistissa

Virransäästö: nukkuminen

- ACPI S1-tila: standby
  - Kovalevy on sammutettu, CPU on pysäytetty
  - Tilasta herätään erittäin nopeasti
- ACPI S3-tila: suspend
  - Kovalevy on sammutettu, CPU on sammutettu
  - Kaikki laitteet sammutettu, paitsi ne joita tarvitaan heräämiseen (näppäimistöt ja hiiret)
  - Koneen tila on talletettu RAM-muistiin: tila kuluttaa ainakin muistin ylläpitoon tarvittavan virran
    - Laitteesta riippuen akku loppuu muutamassa päivässä tai viikossa
- Linuxin hibernate-tila (software suspend)
  - Ei tarvitse ACPI:n apua (mutta käytössä olevien laiteajurien täytyy osata palauttaa laitteiden tila herätessä)
  - RAM-muisti ja systeemin tila talletetaan swap:ille
  - Ei käytä virtaa lainkaan

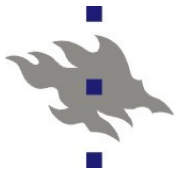


Virransäästö: powertop

- Ohjelma prosessorin virransäästötilojen ja keskeytyskäsittelyn tarkkailuun
  - Listaa virransäästötilat ja virrankäytön
  - Osaa kertoa keskeytysten aiheuttajat
  - Osaa tehdä ehdotuksia virransäästön optimoimiseksi

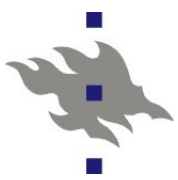
HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

D-Bus: käyttö ja rajapinnat



D-Bus

- Rajapinta ja daemoni prosessien väliseen viestinvälitykseen
  - Yksi järjestelmän daemoni (system bus)
  - Yksi daemoni jokaisella käyttäjäistunnolla (session bus)
  - C- ja python-kirjastot
  - Mekanismi rajapintojen tyyppiturvalliseen määrittelyyn ja listaukseen
  - Palvelua pyytävän prosessin identiteetin ja oikeuksien varmistus
  - Käytetään työpöytäohjelmistojen väliseen viestinvälitykseen
    - Esim. Työpöydän lukitseminen
  - Käyttäjärajat ylittävään viestinvälitykseen
    - Desktop-ohjelmistot voivat pyytää ylläpitäjän oikeuksin toimivilta daemoneilta palveluita
    - Laitteiston ja virransäästön hallintaan (udev), verkonhallinta (network manager) , Bluetooth-laitteet (bluetoothd) …
  - Komentoriviltä *dbus-monitor* ja *dbus-send*



DBus: prosessien välinen kommunikointi

- Dbus tarjoaa rajapinnan eri oikeuksilla toimivien prosessien välisten rajapintojen toteutukseen
  - Tehokkaasti, yksinkertaisesti
  - Turvallisesti
- Kaksi eri kutsuväylää
  - **session** - väylä käyttäjän istunnon sisäisiin rajapintoihin
  - **system** - väylä järjestelmädaemonien rajapintoihin
- Esimerkiksi:
  - **com.Ubuntu.upstart** - upstart daemonin hallinta
  - **org.freedesktop.NetworkManager** – rajapinta verkon konfigurointiin
  - **org.freedesktop.DisplayManager –** graafisen sisäänkirjautumisen rajapinta (useammat käyttäjät)
  - **org.freedesktop.Udisks** - levyjen hallinta
  - **org.bluez** – bluetooth laitteiden hallinta
- Rajapinnat eivät ole vakiintuneet!

Dbus komentoriviltä

- */usr/bin/dbus-send* – dbus kutsujen suoritus
- */usr/bin/qdbus* – hieman ystävällisempi ohjelma samaan tehtävään
- */usr/bin/dbus-monitor*
  - Dbus-viestien monitorointiin
- Ympäristömuuttuja DBUS_SESSION_BUS_ADDRESS
  - Viittaa käyttäjän oman istunnon paikalliseen dbus-väylään
- */usr/bin/d-feet*
  - GUI työkalu dbus-rajapintojen tutkimiseen, debuggaamiseen ja kutsumiseen

HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

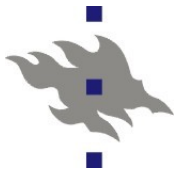
Lohkolaitteet ja tiedostojärjestelmät

Lohkolaitteet (block device)

- Lohkolaite: laitetiedosto */dev/* -hakemistossa
  - Käyttäytyy kuten tavallinen tiedosto, mutta on kiinteän kokoinen
    - Laitetiedoston koko selvitetään komennolla *blockdev –getsz*
  - Toteuttaa käyttäjätason rajapinnan levyille
  - Komentorivin komennot levyjen hallintaan käyttävät lohkolaitteiden nimiä parametreina
- Fyysisiä lohkolaitteita:
  - Fyysiset levyt: */dev/sd[a-z][a-z]* - esim. */dev/sda*
    - Väylästä riippumatta nimetty samalla tavalla (SATA, USB, SCSI, jne)
    - Ei ole kiinni toteutuksesta: perinteiset levyt, flash-levyt ja RAID ja SAN-järjestelmät nimetty samoin
  - Partitiot: */dev/sd*[partitionumero]* – esim */dev/sda1*
  - Optiset media: */dev/scd[asemanumero]* – esim. */dev/scd0*
  - Koneen RAM: */dev/mem*
  - Paikalliset RAM-levyt: */dev/ram[numero]* – esim */dev/ram0*

Virtuaaliset lohkolaitteet

- Virtuaaliset lohkolaitteet on toteutettu ohjelmistolla
  - Ohjelmisto on kernelissä sijaitseva ajuri
  - Mahdollistaa älykkyyden fyysisten laitteiden ja tiedostojärjestelmien välillä
- SoftaRAID: */dev/md[numero]* – esim. */dev/md0*
  - Ohjelmistolla toteutettu RAID0, RAID1, RAID5 tai RAID6
- Loopback: */dev/loop[numero]* – esim. */dev/loop0*
  - Mahdollistaa tavallisen tiedoston käytön lohkolaitteena
- LVM: Logical volume management
  - Useampi aito lohkolaite yhdistetään virtuaaliseksi lohkolaitteeksi
- Device Mapper
  - Toteuttaa kryptatut lohkolaikkeet
  - Ja useamman vaihtoehtoisen polun takaa löytyvät vikasietoiset lohkolaitteet (multipath)



/etc/fstab

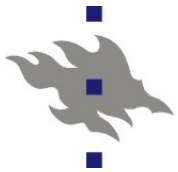
- Listaa asennuksen kiinteät tiedostojärjestelmät
  - Hotplug mediat liitetään dbus-kutsuilla
  - Listataan vähintään juuritiedostojärjestelmä
    - Usein kotihakemistot ovat erillisellä tiedostojärjestelmällä (*/home*)
    - … ja muut erilliset tiedostojärjestelmät (*/tmp, /var , /var/tmp*)
    - Swap-partitiot tai tiedostot
    - Verkkotiedostojärjestelmät (NFS, SMB)
  - <laite> <liitoskohta> <tj:n tyyppi> <optiot> <milloin ajetaan fsck>
  - Laite voi olla suora polku laitetiedostoon, UUID tai LABEL
    - Verkkotiedostojärjestelmillä omat syntaksit
  - Tiedostojärjestelmän tyyppi
    - Tavallisesti ”auto”, koska mount tunnistaa tiedostojärjestelmät
  - Optiot ovat tiedostojärjestelmäkohtaisia. tosin:
    - ro: readonly, nosuid: ei kunnioiteta suid-bittejä, nodev: ei tueta laitetiedostoja
    - user: annetaan käyttäjälle oikeus liittää tiedostojärjestelmä kutsumalla */bin/mount*:ia suoraan

Työkaluja

- */sbin/blkid*
  - Listaa tunnettuja lohkolaiteiden tyypit ja attribuutit
    - LABEL, UUID
- */proc/partitions*
  - Kernelin näkemät lohkolaitteet, niiden koot ja laitenumerot
- */bin/mount, /bin/umount*
  - lohkolaitteiden liittäminen tiedostojärjestelmään
- */sbin/hdparm*
  - Työkalu IDE, SATA ja SCSI kovalevyjen hallintaan
- */sbin/smartctl, hddtemp*
  - Smart-protokollalla kovalevy osaa kertoa omasta tilastaan
- Partitiotaulueditorit
  - *fdisk, sfdisk,* jne
- */sbin/fsck*
  - Tiedostojärjestelmäriippumaton työkalu eheystarkastuksiin
  - Kutsuu varsinaista */sbin/fsck.<fstyyppi>* työkalua

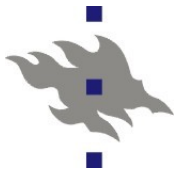
Swap ja tmpfs

- Keskusmuistia on rajallinen määrä
  - Muistin loppuessa muistisivuja voidaan kirjoittaa levylle
  - Harvoin käytetyt sivut voidaan siirtää levylle
- Swap-tila on partitio tai tiedosto (mahdollisesti useampia), joka on varattu tähän tarkoitukseen
- levyvälimuistin sivuja ei talleteta swappiin
  - Niille on tila varattu itse tiedostojärjestelmästä
- tmpfs on tilapäistiedostoille tarkoitettu fs
  - Tieto on normaalisti keskusmuistissa, mutta voidaan tallettaa swappiin mikäli tiedostoja ei käytetä tai keskusmuistia tarvitaan muuhun käyttöön
- Hibernoidessa järjestelmän tila talletaan swapille
- Swap-tilan loppuessa linux tyypillisesti jumiutuu tai kaatuu
- Työkalut */sbin/mkswap*, */sbin/swapon, /sbin/swapoff, /bin/free*



RAID

- Redundant Array of Inexpensive Disks
  - Kohta ”inexpensive” ei pidä paikkansa: palvelinten RAID-levyt ovat kalliita verrattuna kuluttujalevyihin
  - RAID-pakka: useista fyysisistä levyistä koottu looginen levy
- RAID0
  - Monta fyysistä levyä kytketty yhdeksi isoksi levyksi
  - Jos yksi levy hajoaa, koko RAID-pakka on rikki
- RAID1: mirroring
  - Kaksi saman kokoista levyä kytketty yhdeksi loogiseksi
  - Kaikki data kirjoitetaan molemmille levyille: toinen levy voi hajota, mutta data pysyy tallessa
- RAID5
  - 3 tai useampia levyjä kytketty isoksi loogiseksi levyksi
  - Yksi levyistä voi hajota, mutta data pysyy tallessa
- RAID6
  - Kuten RAID5, mutta kaksi levyä voi hajota



RautaRAID

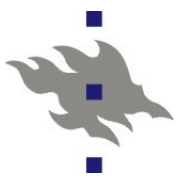
- Erillinen ohjain: vaatii ohjainkohtaisen ajurin
- Tarvitaan myös erilliset ohjainkohtaiset hallintatyökalut RAID-pakkojen konfigurointiin
  - Tyypillisesti myös yksinkertainen BIOS-työkalu, jonka käyttö edellyttää koneen uudelleenkäynnistystä
- Tarvitsee BIOS-ajurin, jotta RAID-levyltä voi ladata käynnistyslataajan, kernelin ja initrd:n
- Valvontatyökalu(t)
  - Jos (ja kun) RAID-pakasta hajoaa levy, täytyy siitä toimittaa tieto, että uusi levy saadaan tilalle
- Patrol read tuki
  - Ohjaimen firmware lukee itsekseen levyä läpi, etsien virheitä
- Työkalut firmware-päivityksiin
  - Valitettavasti näitä joutuu tekemään

Tiedostojärjestelmän valinta

- Tiedostojärjestelmän valintaperusteet tärkeysjärjestyksessä:
  - 1. Luotettavuus
  - 2. Ominaisuudet
  - 3. Tehokkuus
- Miksi näin?
  - Tiedostojärjestelmän tehokkuudella ei ole juuri väliä
    - Järjestelmän tehokkuusongelmat ovat muualla
  - Tiedostojärjestelmän ominaisuuksillakaan ei ole niin väliä, jos bitit eivät pysy tallessa
    - Reiserfs oli hyvä ja tehokas, mutta jos rauta teki bittivirheitä, koko tj saattoi päätyä bittien taivaaseen
- Linuxin levyvälimuisti kirjoittaa oletusarvoisesti:
  - Metadatan (hakemistot, tiedostojen attribuutit) levylle 5s kuluessa muutoksista
  - Tiedoston sisällön levylle 30s kuluessa muutoksista

TJ:n Ominaisuuksia

- Toipuminen kaatumisista
  - Koneen kaatuessa väistämättä bittejä hukkuu
    - Linuxin voi oletusasetuksilla pitää tietoa 30s levyvälimuistissa
    - Ja pidempäänkin, mikäli levylle kirjoitus ei heti valmistu
  - Journaloiva tiedostojärjestelmä takaa, että tiedostojärjestelmä voidaan palauttaa konsistenttiin tilaan
  - *Fsck* ja tarkistussummat auttavat bittivirheiden havaitsemisessa ja korjaamisessa
- Pääsyoikeuslistat (Access Control Lists, ACL)
  - Oikeuksien monipuolisempi hallitseminen
- Hakemistoindeksit isoille hakemistoille
  - */usr/lib*
- Tiedostojärjestelmän koon säätäminen
  - Online tai Offline tilassa
  - lohkolaitteen kokoa vaihtamalla tai lisäämällä partitioita
- Fragmentoitumisen välttäminen



Linuxin tj historiaa: ext2, ext3 ja ext4

- Ext2 oli Linux v. 1.0:n natiivi tiedostojärjestelmä
  - Perinteinen inode-tauluihin ja lohkobittokarttoihin perustuva
    - Tiedostojen maksimilukumäärä on vakio
  - Tuki Unixien oikeusbittejä, mutta ACL:iä
  - Tehokas, suoraviivainen ja yksinkertainen
  - Ei journalia
- Ext3
  - Tiedostojärjestelmään lisättiin journal ja myöhemmin ACL-listat
  - Isojen levyjen myötä lohkobittikartat muuttuivat epäkäytännöllisiksi
  - Journal yhdistettynä lohkobittikarttoihin teki isojen tiedostojen poistosta hidasta
- Ext4
  - Lohkobittikartoista siirryttiin extents-pohjaiseen kirjanpitoon
    - Tiedostojärjestelmätarkastukset nopeutuivat huimasti
  - Inodeilla on edelleen maksimilukumäärä
  - Journaliin lisättiin tarkastussummat
  - Tiedostojärjestelmän kokoa voi säätää lennossa

Ext4: ominaisuuksia

- Melko tuore: julistettu stabiiliksi kernelissä 2.6.28
- Edelleen melko yksinkertainen ja luotettava
- Riittävän tehokas kaikkeen normaaliin käyttöön
- Ominaisuuksia:
  - Hakemistoindeksit
  - Pääsyoikeuslistat
  - Journal ja journalin tarkastussummat
  - Extents pohjainen tilanvaraus
    - Paljon tehokkaampaa, erityisesti isoilla tiedostoilla
    - Varaus on viivästetty ja tapahtuu vasta tiedostoa levylle kirjoitettaessa
    - Varaukset ovat pysyviä: tiedosto voi kasvaa fragmentoitumatta
  - Aikaleimat nanosekunnin tarkkuudella
  - Koon kasvatus ja pienennys online-tilassa
- Yli 32000 alihakemistoa yhdessä hakemistossa

Ext4: ongelmia

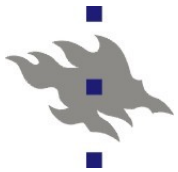
- Inode-taulut ovat vakiokokoisia edelleen
  - Tiedostoilla on maksimilukumäärä
  - Taulujen tarvitsema tila varataan etukäteen ja on pois muusta käytöstä
- Vain yksi tiedostojärjestelmä yhdellä lohkolaitteella
  - Ei levypintojen online poistoa ja lisäystä
  - Ei klusterointia
- Ei tue poistettujen tiedostojen palautusta
  - Joitain palautustyökaluja on. Toimivuus vaihtelee.
  - Journalin tarkassummia lukuunottamatta ei sisäänrakennetuja eheystarkastuksia, eikä kryptaustaJulistettu stabiiliksi kernelissä 2.6.28
- Ei tue tiedostojen eheystarkastuksia journalia lukuunottamatta

Ext4: journalointi

- Journal voidaan konfiguroida kolmella eri tavalla
  - Journal: Metadata **ja** tiedostojen sisältö kierrätetään kirjoitettaessa journalin kautta
    - Kaatumiseen jälkeen TJ on aina jossain konsistentissa tilassa
    - Kaikki tieto joudutaan kirjoittamaan kahteen kertaan
  - Ordered: vain metadata kierrätetään journalin kautta
    - Tiedoston sisältö synkronoidaan levylle samalla kun tiedoston metadatamuutokset viedään journaliin
    - Kompromissi tehokkuuden ja luotettavuuden välillä
    - Oletusasetus
  - Writeback: vain metadata kierrätetään journalin kautta
    - Tiedostojen sisällön kaatumisen jälkeen ei ole mitään takuita
    - 30s sisällä tapahtuva tiedostojen sisällön synkronointi tarkoittaa vain, että synkronointi aloitetaan

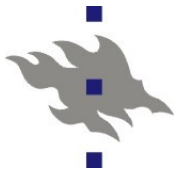
Ext4: työkalut

- */sbin/mkfs.ext4*
  - Alustaa ext4-tiedostojärjestelmän
- */sbin/tune2fs*
  - Tiedostojärjestelmän attribuuttien listaus ja säätö
- */sbin/e2fsck*
  - Tiedostojärjestelmän eheystarkastus
- */sbin/resize2fs*
  - Tiedostojärjestelmän kasvatus ja pienennys
- */sbin/dump* ja */sbin/restore*
  - Varmistuskopiointi suoraan tiedostojärjestelmän lohkolaitteelta (marginaalisesti tehokkaampaa)
  - Vaarallista: ei mitään takuita varmistuskopion ehjyydestä
- */sbin/debugfs*
  - Debuggaustyökaluja



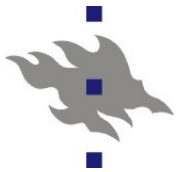
ISO9660

- iso9660-standarditiedostojärjestelmä optiselle medialle
  - Kirjoitetaan kerran, luetaan monta kertaa
  - *genisofs* -käyttäjätason ohjelmisto tiedostojärjestelmän luontiin
  - Erilliset ohjelmistot tj:n polttamiseen optiselle medialle
  - Nykyään käytössä toimivat GUI-ohjelmistot, jotka piilottavat ikävät yksityiskohdat (k3b)
- Variantit:
  - Rockridge: lisäattribuutit unix-bittien ja pitkien tiedostonimien tallettamiseen medialle
  - Joliet: MS:n laajennus pitkille tiedostonimille
- Nykyään cdrom:ien liittäminen tapahtuu GUI-ohjelmista dbus-rajapintojen kautta



FAT

- File Allocation Table
- MS:n tiedostojärjestelmä DOS-käyttöön
  - Teknologiaa suoraan 80-luvun 16-bittisistä laitteista
- Tuhlaa tilaa, erityisesti isoilla tiedostojärjestelmillä
- Ei tukea >2G kokoisille tiedostoille
- Fragmentoituu ja hajoaa helposti
- VFAT lisäsi tuen pitkille tiedostonimille
- Valitettavasti edelleen ainoa kaikkien käyttöjärjestelmien yhteisesti tukema tiedostojärjestelmä
  - Käytetään muistitikuilla ja korteilla

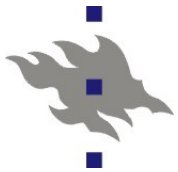


UDF

- Universal Disk Format
- Tiedostojärjestelmä optisille medioille
  - Myös ylikirjoittaville
- Korvaa ISO9660-standardin
- DVD-levyillä
  - Myös video DVD:t ja bluray
- Mahdollistaa suoran kirjoituksen optiselle RW-medialle
- Jonain kauniina päivänä ehkä korvaa FAT:in

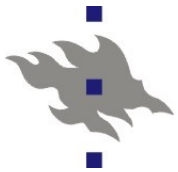
NTFS, HFS+

- NTFS on Windows-käyttöjärjestelmien natiivi tiedostojärjestelmä
  - Linuxille on kaksi NTFS-ajuria:
    - Vanhempi kernelin sisäinen ajuri, joka on toimiva read-only käytössä
    - FUSE-ajuri, jota voi käyttää myös NTFS tiedostojärjestelmälle kirjoittamiseen ilman pelkoa tj:n hajoamisesta
  - Ei tue Unix-tiedostobittejä eikä tunne tiedoston omistajan käsitettä
  - Linuxista käsin ei pääse muokkaamaan NTFS tiedosto-oikeuksia
- HFS+
  - Mac OS X:n natiivi tiedostojärjestelmä
  - Tuntee Unix-bitit ja tiedoston omistajan
  - Toimiva Linux-tuki, tosin ilman journalointia



Brtfs

- Kesken oleva kehitysprojekti
  - Takana Oracle
- Moderni tiedostojärjestelmä
- Tarkastussummat sekä datalle että metadatalle
- Ajoaikainen:
  - Lohkolaitteiden lisäys ja poisto
  - Defragmentointi
  - Blokkilaitteiden kuorman tasaus (tietoa siirtämällä)
  - Kompressointi
  - Tilannekuvat (snapshot)
- read-only median käyttäminen tj:n alustuksessa
- Tiedostojärjestelmän transaktiot
- Suunnitellut ominaisuudet
  - RAID5 tuki tiedostojärjestelmän sisällä
  - Inkrementaalivarmistukset
  - Automaattinen duplikaattiblokkien poisto

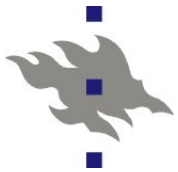


Loopback -lohkolaite

- Loopback -lohkolaitteen avulla tavallisen tiedoston saa näyttämään lohkolaitteelta
- Hyödyllinen erityisesti CDROM ja DVD-levyimageja käytettäessä
- Korppuja ei nykyään käytetä enää mihinkään, mutta korppuimagelta usein käynnistetään laitteita, esim. BIOS-päivityksiä varten

Linux softaRAID

- Kernelin sisäinen RAID-toteutus
- Tukee RAID0, RAID1 ja RAID5 tasoja
- initrd:n ansiosta myös juuritiedostojärjestelmä voi olla RAID-levyllä
- BIOS **ei** osaa käynnistää linuxia softaRAID-levyltä
- Linux osaa tallettaa luotujen RAID-pakkojen metadatan RAID-partitioille
  - Pakka saadaan automaattisesti käyttöön käynnistyessä
  - Levyjen fyysisellä sijainnilla ei ole väliä
- Hallintatyökaluna */sbin/mdadm*
  - */sbin/mdadm --create*: pakan luonti
  - */sbin/mdadm --detail:* pakan tiedot
  - */sbin/mdadm --add*: lisää levyn pakkaan
  - */sbin/mdadm --remove*: poistaa levyn pakasta
  - */proc/mdstat*: Kernelin mielipide RAID-pakan tilasta

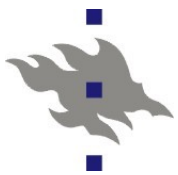


Rauta vs. SoftaRAID

- Aidot RAID-ohjaimet ovat kalliita
- Käytännössä SoftaRAID on hidas
  - Teoriassa näin ei pitäisi olla
- Hajoava RAID-ohjain vie mukanaan koko RAID-pakan
  - Myös levyohjaimet voivat hajota, mutta levyohjaimet ovat helpommin korvattavissa
  - Multipath konfiguraatiossa laitteessa on useampi kuin yksi levyohjain: yhden ohjaimen hajoamisesta toivutaan automaattisesti
- SoftaRAID ei aina toivu kaatumisista siististi
  - Kernel ei tiedä, ehdittiinkö viimeisetkin bitit kirjoittaa kaikille levyille
  - RautaRAID on akuilla suojattua
- SoftaRAID voi erehtyä luulemaan levyä rikkinäiseksi
  - jokin ihan muu ongelma aiheuttaa timeoutin
- Linuxin SoftaRAID ei aktiivisesti lue levyjä
  - Ei patrol read -tukea

Devicemapper ja kryptaus

- Kernel-moduli, kirjasto ja työkalut virtuaalisten lohkolaitteiden luontiin ja hallintaan
  - Virtuaalilohkolaitteet koostuvat yhdestä tai useammasta fyysisestä laitteesta
- Työkalu */sbin/dmsetup*
- Kryptattujen tiedostojärjestelmien alustus ja käyttö
  - */sbin/cryptsetup*
  - Tukee LUKS salausavainten hallintastandardia
    - Useampia salausavaimia samalle partitiolle
    - Esim. Järjestelmäylläpitäjälle oma salasana ja käyttäjälle oma
  - Ilmeisesti LUKS-levyille pääsee käsiksi myös windowsista



LVM: Logical Volume Management

- LVM mahdollistaa levyjen lisäämisen, vaihtamisen ja poistamisen levyjärjestelmästä, ilman tiedostojärjestelmien uudelleenalustusta
  - Myös kuorman tasaus useampien fyysisten levyjen välillä
  - Ei tue vikasietoisuutta: se täytyy toteuttaa RAID:in avulla
- LVM niputtaa yhden tai useamman fyysisen levyn yhdeksi levynideryhmäksi (Volume Group)
- Levynideryhmälle luodaan levyniteitä (Volume)
  - Levyniteet käyttäytyvät kuten partitiot: levyniteelle tehdään tiedostojärjestelmä, jota lopulta käytetään
- Levynideryhmät tukevat erilaisia operaatioita:
  - Levyniteiden luonti ja poisto
  - Levyniteiden kasvatus ja kutistus
    - Vaatii tukea tiedostojärjestelmältä
  - Fyysisten levyjen poisto ja lisäys
  - Levynideotokset (snapshot) tietyn täsmällisen tilan varmistuskopiointia tai talletusta varten

LVM työkalut

- */usr/sbin/pvcreate*
  - Fyysisen levyn alustus LVM-käyttöön
- */usr/sbin/vgcreate, /usr/sbin/vgremove*
  - Levynideryhmän luonti ja poisto
- */usr/sbin/vgextend, /usr/sbin/vgreduce*
  - Fyysisten levyjen lisäys ja poisto levynideryhmään
- */usr/sbin/lvreate, /usr/sbin/lvremove*
  - Levyniteen luonti ja poisto
  - Otoksien (snapshot) luonti ja poisto
- */usr/sbin/lvextend, /usr/sbin/lvreduce*
  - Levyniteen koon kasvatus ja pienennys
- */usr/sbin/lvs, /usr/sbin/lvdisplay*
  - Leviniteiden tila, levyniteen attribuutit

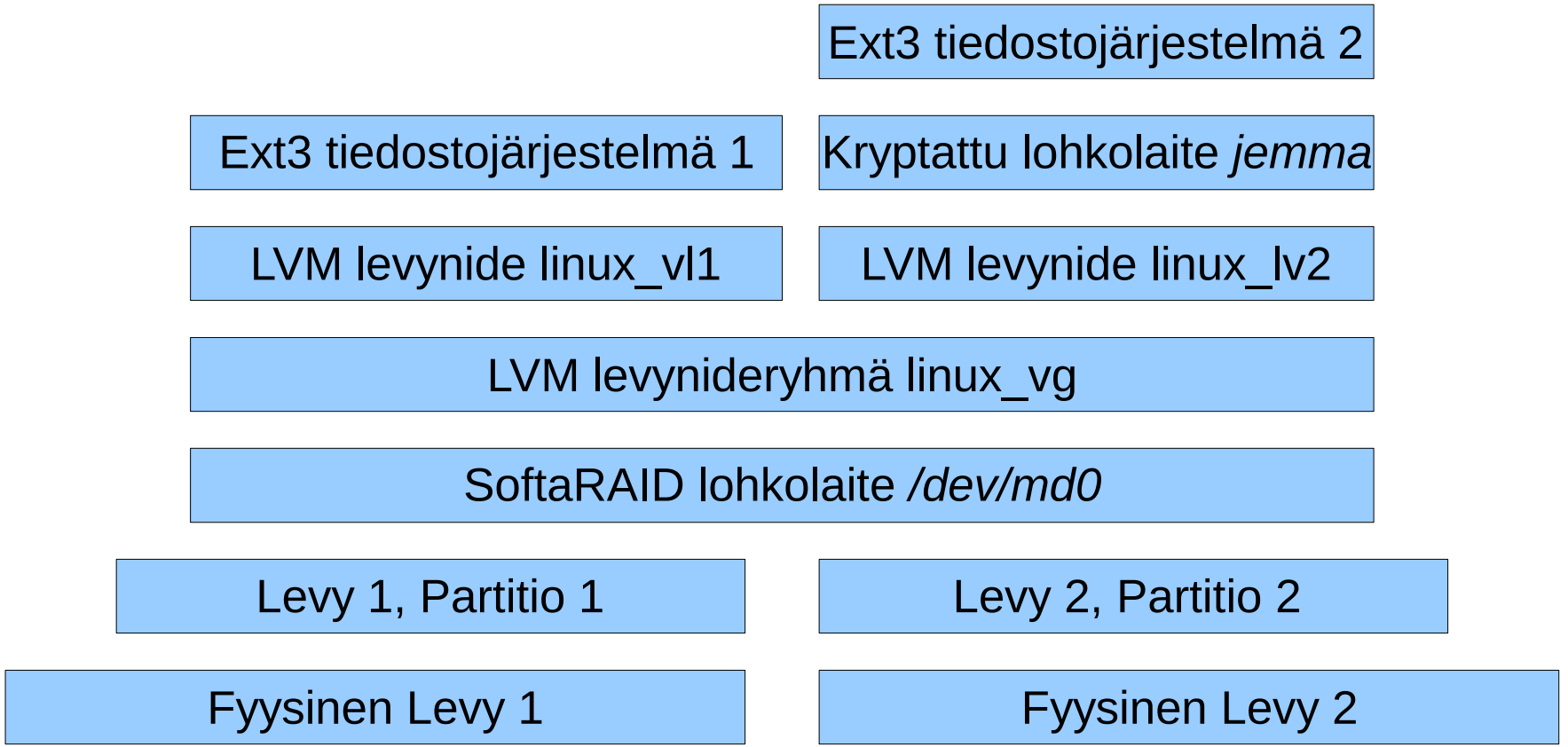
LVM: sudenkuoppia

- Levyjen lisäys ja poisto ja vikasietoisuus pitäisi oikeasti olla tiedostojärjestelmän tehtävä
  - Nyt ylläpitäjä joutuu manuaalisesti rakentamaan RAID:in, levyniteet ja komentomaan tiedostojärjestelmää
  - Brtfs voi olla tulevaisuuden ratkaisu
- LVM on hyödyllinen vain yhden työaseman sisällä
  - LVM tosin tukee lukittua LVM levypinnan jakamista klusterissa, siten että ainoastaan yksi solmu kerrallaan voi käyttää jotain tiettyä levynidettä

LUKS-kryptatut lohkolaitteet

- Linux Unified Key Setup
- Lohkolaitetason kryptaukseen
- Toteuttaa dookumentoidun ja avoimen metadataformaatin
  - LUKS-lohkolaitteen automaattinen tunnistus
  - Kryptausalgoritmi ja algoritmin optiot
  - LUKS-lohkolaitteen UUID
- Dynaaminen kryptausavainten hallinta
  - Samaan kryptattuun lohkolaitteeseen voi olla useita avaimia
  - Avaimia voi lisätä ja poistaa
- Lohkolaitteen suspend-tila
  - Kryptausavaimen voi tilapäisesti heittää pois muistista
- */sbin/cryptsetup luksFormat* - LUKS lohkolaitteen alustus
- */sbin/cryptsetup luksOpen* – LUKS lohkolaitteen avaus
- */sbin/cryptsetup remove* – Lohkolaitteen sulkeminen ja avaimen poisto muistista
- */sbin/crypsetup luksAddKey|luksRemoveKey*
  - Avainten hallinta

Esimerkkikonfiguraatio



HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

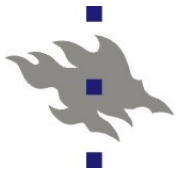
Linux ja audio

Linux ja audio

- Linuxin ikääntyessä on jo useamman kerran käynyt niin, että käytössä olevasta audiorajapinnasta on tullut esiin isompia ja pienempiä puutteita
  - Ratkaisuksi on tavallisesti keksitty kokonaan uusi audiorajapinta
- Linux-1.0: OSS-ajurit ja API
- ESD äänidaemoni ja API tukemaan ääntä verkon yli ja useamman äänilähteen yhteen miksausta
- 2.4-kerneliin ALSA-ajurit ja ALSA-kirjastorajapinta
- Fedora 8: Pulseaudio daemoni korjaamaan ALSA:n puutteita
- Lisäksi:
  - gstreamer- ja xine-rajapinnat median toistoon
  - SDL-audio peleille
  - Openal-kirjasto surround- ja ääniefekteille peleissä

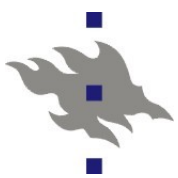
Erilaiset audioliitännät

- PCI-kortit ja emolle integroidut äänikortit
  - Emolta löytyy nykyään aina integroitu äänikortti: erilliset äänikortit ovat erikoistuneeseen käyttöön
- USB-äänilaitteet
  - USB-äänikorttien 2.0 stereoaudion laitteistorajapinta on standardoitu
    - Myös langattomat USB-kuulokkeet
- Bluetooth-audiolaitteet
- HDMI-äänilaitteet
- Audion siirto verkon yli
  - WLAN-protokollat langattomaan audiosiirtoon
- Liitäntä voi tukea
  - Ainakin 16-bit 44100kHz stereoaudiota (CD-levyillä)
  - Useampia kanavia: tyypillisesti 2.1, 5.1 ja 7.1
  - Digitaalista SPDIF-ulostuloa
    - Passthrough audio: PCM, AC-5.1 ja Dolby Digital
- Midilaitteet



OSS – Open Sound System

- Vanha ja perinteinen kernelin audiorajapinta
  - Hannu Savolaisen Linuxille toteuttama rajapinta
- Myöhemmin OSS-rajapinnasta tuli kaupallinen tuote
  - Vanhan OS Linux-ajurin kehitys lakkasi
- OSS-rajapinta on edelleen käytössä
  - FreeBSD, Solaris
- Vanhat Linux-ohjelmistot tuntevat vain OSS-rajapinnan
- Laitetiedostot:
  - */dev/dsp:* PCM-audiolaite
  - */dev/mixer:* Audiomikseri



ALSA – Advanced Linux Sound Architecture

- ALSA on
  - Kernelin sisäinen rajapinta äänikorttiajureille
  - Varsinaiset äänikorttiajurit
  - Kirjastorajapinta ohjelmistojen käyttöön
    - Teoriassa tämä kirjastorajapinta olisi siirrettävä myös muille käyttöjärjestelmille
  - Plugin-rajapinta, jolla käyttäjätasolla voidaan toteuttaa audio-liitäntöjä
  - Kernel-tason yhteensopivuus OSS:n kanssa (*/dev/dsp)*
  - Konfiguraatio, jolla käyttäjätasolla voidaan luoda virtuaalisia ääniliitäntöjä ohjaamalla audio-data erilaisten suotimien läpi ja vasta lopuksi (mahdollisesti) varsinaiselle äänilaitteelle
    - Dmix-softamikseri on toteutettu käyttäjätason suotimilla

ALSA komentoriviltä

- Alsamixer
  - Äänikortin kanavien äänenvoimakkuuden säätö
  - Äänikortin säädettävät ominaisuudet
- */usr/bin/aplay:* audiorajapinnat ja PCM-koodatun audion syöttö alsa-rajapinnalle
- aplay -l
  - Fyysisten äänikorttien ja audioulostulojen listaus
- *aplay -L*
  - *Virtuaalisten audioulostujen listaus*
- Konfiguraatiohakemisto */etc/alsa* tai */usr/share/alsa*
  - Ja kotihakemiston *.asoundrc*
- */dev/snd*
  - Hakemisto, joka sisältää alsan laitetiedostot

Audiolaitteiden pääsyoikeudet

- Jotta käyttäjätason prosessi voisi päästä käsiksi fyysiseen audiolaitteeseen, sillä täytyy olla luku- ja kirjoitusoikeus audiolaitteen laitetiedostoihin
  - */dev/snd/** ja */dev/dsp*
- Debian- ja Ubuntu-distribuutioissa laitetiedostoon pääsyoikeuksia hallitaan audio ryhmän lisäksi pääsyoikeuslistoilla
- Fedora- ja RedHat-distribuutioissa laitetiedoston omistaja vaihdetaan konsolikäyttäjäksi
  - Kerran annettuja ryhmäoikeuksia ei Unixissa voi helposti ottaa pois
  - Verkosta kirjautuneet käyttäjät eivät pääse tekemään käytännön piloja (tai kuuntelemaan mikrofonia)

Pulseaudio daemon

- Pa on keskitetty audiodaemoni, jonka kautta on tarkoitus kierrättää kaikki Linux-audio
  - Pa:lla on oma kirjastorajapinta
  - Pa:n mukana tulee alsa-plugin, jolla voi ohjata alsa-rajapintaa käyttävien ohjelmien audion pa-daemonille
    - Fedorassa ja Ubuntussa tämä alsa-plugin on oletusaudiolaite
  - Toteuttaa suoraan esd-daemonin vanhan rajapinnan
- Pa ominaisuuksia:
  - Eri softilta tulevan audiodatan miksauksen yhteen
    - Softakohtaisen äänenvoimakkuuden säännön
  - Verkkoprotokollan audion siirtämiseen verkon yli
  - Audion ohjaamisen lennossa laitteelta toiselle
  - Protokollan jolla konfiguroida daemonia lennossa
    - Ja tähän käyttöliittymät
  - Lisää latenssia
  - passthrough digitaalinen audio

Pulseaudio komentorivillä

- /usr/bin/pulseaudio
  - Itse daemoni
    - Tyypillisesti käynnistetään sisäänkirjautumisen yhteydessä tai automaattisesti kun ensimmäinen pa:ta käyttävä sovellus käynnistyy
  - Suid-binääri, jotta pääsisi käsiksi audio-laitteisiin (debian ja ubuntu) ja jotta voisi toimia reaaliaikaprioriteetilla (latenssin vähentämiseksi)
- */usr/bin/pactl*
  - Audiodaemonin ohjaaminen komentoriviltä
- */etc/pulse*
  - Daemonin konfiguraatiotiedosto

OpenAL

- 3D-ääniefektien tuottamiseen (lähinnä peleissä)
- Edellyttää äänikortilta tukea useammalle kuin kahdelle kanavalle
- Rajapinnalle annetaan äänilähteet, niiden sijainti 3D-avaruudessa ja kuulijan nopeus äänilähteen suhteen
- Äänen miksauksen lisäksi toteuttaa myös doppler-efektin
- Käytössä lähinnä peleissä
  - Doom3, Quake4, jne
- Mac OS X peleillä sama rajapinta

HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

Bluetooth

Bluetooth

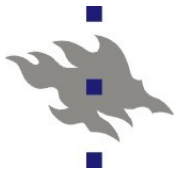
- Bluetooth on 2.4GHz alueella toimiva tiedonsiirtoprotokolla vähävirtaisille laitteille
  - Radiotekniikkamagian ansiosta WLAN ja BT eivät juuri häiritse toisiaan
  - Bluetooth 2.0 nimellisnopeus on 3Mbit/s
    - Käytännön kaista on n. 200KB/s ihanneolosuhteissa;
    - Pakkaamaton CD tasoinen audio vaatii ~1.5Mbit/s kaistaa
  - Yhteyksien autentikointi pariuttamalla bt-laitteet
  - Autentikoitujen yhteyksien kryptaus
- BT-protokollat
  - Palveluiden listaus (Service Discovery Protocol)
  - Viestien ja tiedostojen siirto OBEX-protokollalla
  - 2-suuntainen audio kännyköille, 1-suuntainen stereo-audio
  - Internet-yhteys kännykän kautta (Modemiemulaatio ja PPP)
  - HID näppäimistöille, hiirille ja peliohjaimille

Bluez: Linuxin bluetooth pino

- Kernelissä:
  - bt-laitteen ajuri: tyypillisesti erillinen ulkoinen bt-dongle tai koneeseen sisäänrakennettu
  - bt-pistokerajapinta sovelluksille
  - rfcomm-laitetiedostot, joilla bt-pistokkeet naamioidaan näyttämään sarjaportilla
    - Kännykkämodemit ja ppp tarvitsevat rfcomm-laitetiedoston
  - Input-laite tuki bt-näppäimistöille ja hiirelle
- bluetoothd-daemoni
  - Toteuttaa parituksen ja kryptausavainten hallinnan
  - Vastaanottaa Linuxille lähetetyt palvelupyynnöt
    - mm. ottaa paritetun näppäimistön käyttöön
  - Käynnistää SBC-koodekin käytettäessä bt-audiolaitteita
- Dbus-rajapinta
  - PIN-koodien kysely työpöytätasolta
  - Luotettujen laitteiden valinta ja yhteyksien hyväksyminen

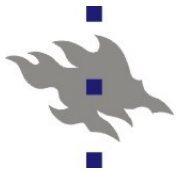
Bluez: paritus

- Parituksessa kaksi bt-laitetta neuvottelevat jaetun salaisen avaimen, jota myöhemmin käytetään salausavaimen generointiin ja laitteiden autentikointiin
  - Pariutuessa laitteet ovat alttiita salakuuntelulle ja MITM-hyökkäyksille
  - PIN-koodi antaa lisäsuojaa, mutta on murrettavissa brute force-hyökkäyksellä
- Bluez aloittaa paritusprosessin automaattisesti
  - Jos bt-laitetta yritetään käyttää linuxista
  - Tai jos bt-laite yrittää ottaa yhteyden linuxiin
- PIN-koodi ja varmistuskyselyt tulevat käyttäjätasolle dbus-rajapinnan kautta
- Bt-laitteen voi merkitä luotetuksi, jolloin sen annetaan jatkossa automaattisesti aloittaa bt-yhteys
- Paritus on laitekohtainen!



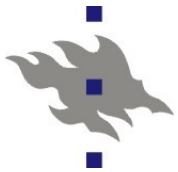
Bluez komentorivillä

- Konfiguraatiohakemisto: */etc/bluetooth*
- Tunnetut ja paritetut laitteet: */var/lib/bluetooth*
- */usr/sbin/hciconfig*
  - BT-liitäntöjen (donglen) konfigurointi
- */usr/bin/hcitool*
  - BT-laitteiden etsintä
  - BT-yhteyksien listaus ja konfigurointi
- */usr/bin/sdptool*
  - Service Discovery Protocol
  - Bt-palveluiden etsintä



OBEX-tiedostonsiirto

- Bt-viestien välitys ja tiedostonsiirto tapahtuu OBEX-protokollalla
  - Obex oli (ja on) myös käytössä infrapunalaitteilla
- Openobex-kirjasto toteuttaa protokollan linuxissa
- Komentorivillä *obexftp* ja *obexftpd*
- KDE:ssä ja Gnomessa työpöytätyökalut tiedostojen lähettämiseen ja työpöydän virtuaalitiedostojärjestelmätuki tiedostojen selailulle



Bluetooth audio

- bt:n kaista ei riitä cd-tasoiseen audioon
  - Audio siirretään bt:n yli kompressoituna
  - SCO-audio (Synchronous Connection Oriented) on kaksisuuntainen audioprotokolla puhelukäyttöön
    - Mono, äänen laatu on huono, latenssi on pieni
    - Kaikki bt-handsfree laitteet toteuttavat SCO-audion
  - A2DP-audio on SBC-koodekilla pakattua lähes CD-tasoista stereo-audiota (~300kbit/s)
    - A2DP löytyy stereo handsfree-laitteista, erillisistä audio-gateway laitteista ja joistain autostereoista
- Bt-audio näkyy prosesseille alsa-pluginin kautta
  - Plugin kommunikoi bt-daemonin kanssa, joka toteuttaa audiokoodauksen
- Pulseaudio daemoni näkee aktiiviset bt-audio laitteet ja osaa välittää audion suoraan niille