



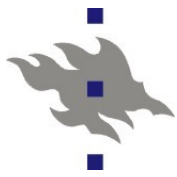
HELSINGIN YLIOPISTO  
HELSINGFORS UNIVERSITET  
UNIVERSITY OF HELSINKI

# Linux-ylläpito, kevät -10

Jani Jaakkola

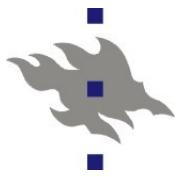
[jjaakkol@cs.helsinki.fi](mailto:jjaakkol@cs.helsinki.fi)

<http://www.cs.helsinki.fi/u/jjaakkol/lyp2010/>



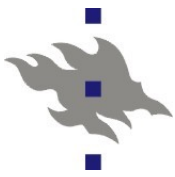
# Kalvoston 3 asiat

- Ohjelmistopakettitietokannat
  - RPM
  - DEB
- Käyttäjätunnukset ja käyttäjien autentikointi
- Verkkolaitteet
- Bluetooth
- Audio



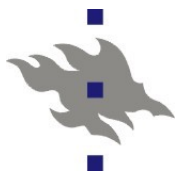
# Ohjelmistopakettitietokannat

- Tyypillinen Linux-distribuutio koostuu useista sadoista erilaisista ohjelmistoista ja oheistiedostoista
- Ohjelmistojen välillä on riippuvuuksia
  - Ohjelmistot tarvitsevat toimiakseen kirjastoja, palveluita, tiedostoja, toisia ohjelmia, jne...
    - Tavallisesti vielä jonkin tietyn version
- Distribuution mukana asentuu pakettitietokanta
  - Jokainen tiedosto on osa jotain ohjelmistopakettia
  - Ohjelmistopakettitietokanta pitää yllä tietoa asennetuista ohjelmistopaketeista, versioista, pakettien sisältämistä tiedostoista ja pakettien välisistä riippuvuuksista
  - Pakettienhallintaohjelmat ylläpitävät tietokantaa ja voivat kieltäytyä asentamasta ohjelmistoja, jotka eivät puuttuvien riippuvuuksien vuoksi toimisi
  - Metapaketit eivät itse tee mitään, mutta sisältävät ohjelmistokokonaisuuksia riippuvuuksinaan



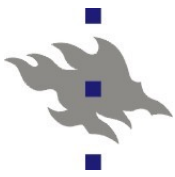
# Ajoaikaiset päivitykset

- Unixeissa auki olevan tiedoston voi poistaa tiedostojärjestelmästä
  - Jos prosessilla on muistiavaruudessaan kirjastotiedosto, voi tiedoston poistaa näkyvistä tiedostoavaruudesta, ilman että prosessin muistiavaruudelle käy huonosti
  - Paketinasennusohjelma kirjoittaa asentamansa tiedostot tilapäisillä nimillä, sitten suorittaa *rename()* -systeemikutsun, jolla vanhat tiedosto mahdollisesti poistetaan tieltä
  - Vanhat tiedostot siivotaan pois viimeiseksi
  - Jos uudet tiedostot ovat yhteensopivia vanhan käynnissä olevan ohjelmiston kanssa tai jos vanha käynnissä oleva ohjelmisto ei edes yritä avata niitä, järjestelmä jatkaa toimintaansa normaalisti
  - Vanhat tiedostot voivat jäädä roikkumaan; lopullisesti ne poistuvat vasta kun kone käynnistetään uudelleen



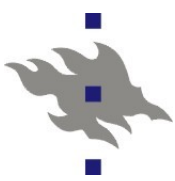
# Pakettivarasto (repository)

- Distribuution oletusasennuksen mukana tulee rajallinen määrä ohjelmistoja
- Distribuutio tarvitsee mekanismin ohjelmistopäivityksiin
- Ratkaisuna verkossa sijaitsevat pakettivarastot
  - Pakettivarasto sisältää oletusasennuksen ulkopuoliset ohjelmistot ja myöhemmin tehdyt päivitykset
  - Metatietona lista kaikista paketeista, pakettien riippuvuuksista ja versionumeroista
  - Distribuution mukana tulee ohjelmisto, joka osaa hakea ja asentaa ja päivittää ohjelmistopaketteja pakettivarastoista
    - Ohjelmisto myös ratkoo pakettien väliset riippuvuudet
  - Debian: apt, Fedora: Yum, Suse: Yast
- Distribuution ulkopuoliset pakettivarastot
  - Ohjelmistoille, joita ei voi jakaa distribuution mukana
  - Multimediakoodekit, 3. osapuolen ohjelmistot, omat paketit



# RPM-pakettitietokanta

- RPM: Red Hat Package Manager
  - Alunperin RedHat-1.0 distribuutiolle vuonna 94
- RPM-pakettitietokannan osat
  - *.rpm* -tiedostoformaatti
  - Tietokanta asennetuista paketeista: */var/lib/rpm*
  - Komentoriviohjelmisto pakettien hallintaan: */usr/bin/rpm*
  - Kirjasto rpm-paketteja tai tietokantaa käyttävien ohjelmistojen käyttöön
- RPM-paketin sisältö:
  - Paketin varsinaiset tiedostot (pakattu cpio arkistotiedosto)
    - Konfiguraatio- ja dokumentaatiotiedostot on erikseen merkattu
  - Paketin metatiedot (tags): versio, arkkitehtuuri, jne
  - Paketin vaatimat ja tarjoamat riippuvuudet
    - Ja konfliktit: kaikki ohjelmistot eivät ole yhteensopivia
    - Lista vanhoista paketeista, jotka uusi paketti korvaa kokonaan
  - Asennuksen ja poiston yhteydessä suoritettavat skriptit



# RPM: Digitaaliset allekirjoitukset

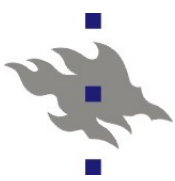
- Ohjelmistopaketteja asennettaessa on jotenkin voitava varmistua paketin sisällöstä ja alkuperästä
- RPM-paketit voivat sisältää osanaan digitaalisen allekirjoituksen
  - Distribuutioiden pakettivarastojen paketit sisältävät aina allekirjoituksen
- Järjestelmän pakettitietokantaan taas on talletettu distribuution julkinen avain
- Paketteja asennettaessa paketin sisäistä allekirjoitusta verrataan julkiseen avaimeseen



# Yum pakettivarastonhallinta

- Fedoran pakettivaraston ja päivitykset toteuttaa *yum*
- Yum hakee pakettivarastosta ajantasaisen listan ohjelmistopaketeista ja asentaa sen pohjalta päivitykset ja halutut uudet ohjelmistot
  - Yum ratkoo myös ohjelmistoriippuvuudet ja automaattisesti asentaa tarvittavat ohjelmistot
  - Yum tallettaa pakettivarastosta haetun metadatan ohjelmistoriippuvuuksista välimuistiin
    - Jos metadata ei ole muuttunut, ei turhaan ladata sitä uudelleen
- Oletusarvoisesti yum suostuu asentamaan vain allekirjoitettuja paketteja
  - Kuka tahansa voi peilata (mirror) pakettivaraston: allekirjoitus kertoo onko paketti luotettava
- Pakettivarastot listataan konfiguraatiohakemistossa */etc/yum.repos.d/*





# RPM-paketit komentorivillä

- Paketin asennus: `rpm -i <paketti>`
- Paketin päivitys: `rpm -U <paketti>`
- Paketin poisto: `rpm -e <paketti>`
- Tietoja paketista: `rpm -qi <paketti>`
- Paketin sisältämät tiedostot: `rpm -ql <paketti>`
- Mikä paketti sisältää tiedoston: `rpm -qf <paketti>`
- Paketin asennus- ja poistoskriptit: `rpm -q --scripts <paketti>`
- Asennettujen pakettien listaus: `rpm -qa`
- Järjestelmän päivitys ajan tasalle: `yum update`
- Ohjelmistopakettien asennus varastosta: `yum install <paketti>`
- Kaikkien saatavilla olevien pakettien listaus: `yum list available`
- Päivitysten listaus: `yum list updates`



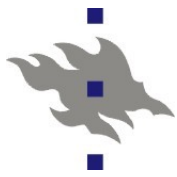
# **.deb -paketit**

- Debian-distribuution käyttöön kehitetty pakettiformaatti
- *.deb*-paketti on *ar* kirjastotiedosto, jonka sisältä löytyy kolme tiedostoa
  - *debian-binary*: pakettiformaatin tunnistus ja versionumero
  - *control.tar.gz*: paketin metadata
    - Asennuksessa ja poistossa suoritettavat skriptit
    - *Control*: paketin kuvauksen ja metadatan sisältävä tekstitiedosto
    - Tarkastussummat
    - Listan konfiguraatitiedostoista
      - Konfiguraatitiedostoja ei ylikirjoiteta pakettia päivitettäessä
  - *data.tar.gz*: paketin sisältämät varsinaiset tiedostot



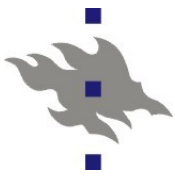
# dpkg-paketinhallinta

- */usr/bin/dpkg* on *.deb*-pakettien matalan tason hallintatyökalu
  - Pakettien asennus
  - Pakettien poisto
  - Pakettitietokannan hallinta
- Dpkg osaa varmistaa, että pakettien asennus tai poisto täyttää pakettien väliset riippuvuusvaatimukset
  - Mutta ei automaattisesti hakea tarvittavia uusia paketteja
  - Kuten */usr/bin/rpm*
- Asennettujen pakettien tietokanta */var/lib/dpkg*
  - Metatiedot isoissa tekstitiedostoissa
  - Asennusskriptit ja listat talletettuna */var/lib/dpkg/info* -hakemistoon erillisiin tiedostoihin
- Daemonien hallinta
  - */sbin/start-stop-daemon* asennusskripteille



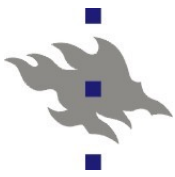
# Debconf

- Monia deb-paketteja konfiguroidaan debconf-järjestelmällä
- Paketin mukana tulee tiedosto, joka sisältää kysymyksiä, joihin ylläpitäjän täytyy vastata
- Vastausten perusteella erillinen skripti konfiguroi paketin (tyypillisesti muokkaamalla konfiguraatitiedostoja)
- Kysymyksiin voi kuitenkin vastata etukäteen: täysin automaattiset asennuksen ovat mahdollisia
- `/usr/bin/dpkg-reconfigure` komennolla voi myöhemmin konfiguroida paketit uudelleen



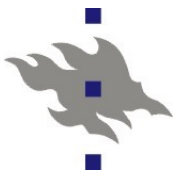
# APT-paketinhallinta

- Kuten *yum* (*apt* toki oli olemassa ensin)
  - Hakee pakettilistat ja pakettien metadatan debian-pakettivarastosta
  - Ratkoo riippuvuudet ja asentaa riippuvuuksien vuoksi tarvittavat lisäpaketit
  - Välimuistissa olevat tieto pakettien metadatatista pitää päivittää erikseen
  - Pakettivarastojen konfiguraatitiedosto */etc/apt/sources.list*
- Käyttö:
  - *apt-get update*: pakettilistojen päivittäminen
  - *apt-get install <paketit>*: pakettien asennus
  - *apt-get remove <paketit>*: pakettien ja niistä riippuvien pakettien poisto
  - *apt-get -u upgrade*: päivitysten asennus ja niiden listaus



# Apt-secure allekirjoitukset

- Apt-pakettivarasto sisältää *Release*-tiedoston, joka sisältää kaikkien pakettivaraston tiedoston tarkastussummat
  - Tiedosto *Release.gpg* sisältää *Release*-tiedoston gpg-allekirjoituksen
  - Apt tarkastaa allekirjoituksen ja suostuu asentamaan vain paketteja, joiden tarkastussumma on sama kuin *Release*-tiedostossa listattu tarkastussumma
- *debian-archive-keyring* -paketti sisältää debian-pakettivarastojen luotetut julkiset avaimet
  - *ubuntu-archive-keyring* ubuntu-paketeilla
  - Mahdollistaa avainten automaattisen päivityksen



# RPM vs DEB

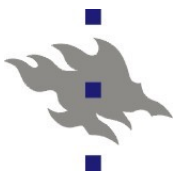
- RPM käyttää indeksoituja binääritiedostoja, deb suoria tekstitiedostoja
  - Rpm on nopeampi
  - deb-ongelmia on helpompi ratkoa
- Molemmat tukevat symbolisia riippuvuuksia
  - RPM tukee riippuvuuksia myös tiedostoista
- RPM-paketit sisältävät digitaalisen allekirjoituksen
  - Debianin mallissa vain pakettivarastot allekirjoitetaan
- RPM-pakettien asennus ei (lähes) koskaan edellytä ylläpitäjän interaktiota
  - Debconf-järjestelmä taas usein alkaa kysellä tyhmiä kesken pakettien asennuksen



# Käyttäjien hallinta

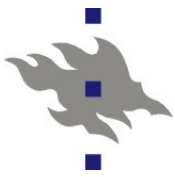
- Työasemakäyttäjä tarvitsee:
  - Kotihakemiston
  - Rivin */etc/passwd* -tiedostossa
    - Kotihakemisto, UID, GID, SHELL
  - Rivin */etc/shadow* -tiedostossa
  - Yksisuuntaisen hash-funktion läpi ajettu salasana ja salasanan ja tunnuksen voimassaoloaika
  - Ryhmän */etc/group* -tiedostossa
    - Nykyään on tapana perustaa jokaiselle käyttäjällä oma ryhmä
- */usr/sbin/adduser* ja */usr/sbin/addgroup*
  - Käyttäjätunnusten ja ryhmien lisäys
- */usr/sbin/deluser* ja */usr/sbin/delgroup*
  - Vastaavasti tunnusten ja ryhmien poisto
- */usr/sbin/chage*
  - *Shadow-tiedoston käsittely*
- */usr/bin/passwd*
  - Salasanan vaihto





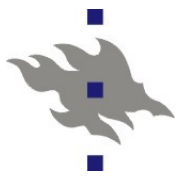
# Shadow-tiedosto

- *sp\_lstchg*:
  - Päivä jolloin salasana edellisen kerran vaihdettiin
  - Mitattuna päivinä vuoden 1970 alusta
- *sp\_min*
  - Minimimäärä päiviä, joiden on kuluttava ennen kuin salasanan voi vaihtaa uudelleen
- *sp\_max*
  - Monenko päivän jälkeen salasanan vaihtoon pakotetaan
- *sp\_warn*
  - Monenko päivän jälkeen varoitetaan salasanan vanhenemisesta
- *sp\_inact*
  - Monenko päivän jälkeen salasanaa ei voi enää vaihtaa ja tunnus vanhenee
- *sp\_expire*
  - Päivä jolloin tunnus vanhenee



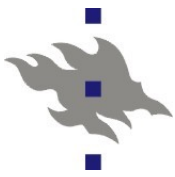
# PAM

- Pluggable Authentication Modules
  - Plugin-mekanismi autentikoinnin konfigurointiin
  - Kirjasto sovellusten käyttöön
- Olettaa, että sisäänkirjautuvan käyttäjän kanssa voi kommunikoida (tekstipohjaisesti)
  - Näyttää käyttäjälle tiedotuksia ja virheilmoituksia (esim. Password has expired)
  - Kysellä käyttäjältä asioita (tavallisesti käyttäjätunnus ja salasana)
  - Salasanan vaihto tapahtuu pam-kommunikaatiolla
    - Mahdollisesti pakotetusti sisäänkirjautumisen yhteydessä
- Voidaan käyttää myös ei-interaktiiviseen autentikointiin
  - Tällöin tavallisesti oletetaan, että salasana tiedetään ilman erillistä kyselyä (esim. HTTP basic auth)



# PAM: konfigurointi

- */etc/pam.d/* -hakemiston alla konfiguraatiotiedosto jokaiselle pam-sovellukselle
  - Konfiguraatiotiedostossa autentikoinnissa käytettävät pam-modulit (ja modulien argumentit) niiden suoritusjärjestyksessä
  - *Required* -moduli: modulin on hyväksyttävä autentikointi, mutta kirjautumisen epäonnistuessa myös muut modulit silti suoritetaan järjestyksessä
    - *Requisite* -moduli: kuten *required*, mutta muita moduleja ei suoriteta
  - *Sufficient* -moduli: Jos tämä moduli hyväksyy autentikoinnin, ei muita moduleja enää suoriteta
- *Include* -direktiivillä toteutetaan systeemin laajuinen autentikointikonfiguraatiotiedosto
  - Fedora pohjaisissa */etc/pam.d/system-auth*
  - Ubuntussa */etc/pam.d/common-auth*, */etc/pam.d/common-account* jne



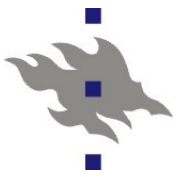
# PAM: konfigurointi

- Pam-konfiguraatitiedostossa neljä eri lokeroa
  - Auth: autentikointimodulit
    - Autentikointimodulit varmistavat käyttäjän identiteetin
    - Tavallisesti kysymällä salasanaa
  - Account: käyttäjätunnusmodulit
    - Varmistaa käyttäjätunnuksen voimassaolon
  - Password: salasanan vaihtomodulit
    - Pakotettu ja vapaaehtoinen salasanan vaihto
  - Session: istunnon aloitus ja lopetus
    - Istunnon aloituksessa ja lopetuksessa suoritettavat toimenpiteet
    - Tyypillisesti suoritetaan ylläpidon oikeuksin
- *pam\_unix* -moduli toteuttaa passwd/shadow -autentikoinnin ja salasanan vaihdon
- *pam\_console* -moduli antaa konsolioikeudet konsolilta kirjautuvalle käyttäjälle



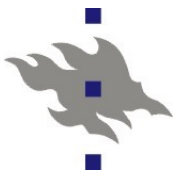
# Sisäänkirjautuminen

- Sisäänkirjautumisen toteuttavat erilliset root-oikeuksin pyörivät sovellukset
- Display Manager
  - X-palvelimen alla toimiva graafisen pam-autentikoinnin toteuttava sovellus
    - Gnome-projektilla *gdm*, KDE-projektilla *kdm* ja vielä vanha perinteinen *xdm*
- Ssh
  - Pam-käytettävissä vain interaktiivisessa ssh-autentikoinnissa
  - ssh-protokollassa on pam-autentikoinnin lisäksi omat autentikointimekanismit (näistä lisää myöhemmin)
- Getty
  - Virtuaalikonsolin alustus ja pam-autentikointi konsolilla
- */bin/su*
  - Käyttäjätunnuksen vaihto komentoriviltä (suid-bitillä)



# D-Bus

- Rajapinta ja daemoni prosessien väliseen viestinvälitykseen
  - Yksi järjestelmän daemoni
  - Yksi daemoni jokaisella käyttäjäistunnolla
  - C- ja python-kirjastot
  - Mekanismi rajapintojen tyyppiturvalliseen määrittelyyn ja listaukseen
  - Palvelua pyytävän prosessin identiteetin varmistus
  - Käytetään työpöytäohjelmistojen väliseen viestinvälitykseen
    - KDE ja Gnome
    - Esim. Työpöydän lukitseminen
  - Käyttäjärajat ylittävään viestinvälitykseen
    - Desktop-ohjelmistot voivat pyytää ylläpitäjän oikeuksin toimivilta daemoneilta palveluita
    - Laitteiston ja virransäästön hallintaan (HAL), verkonhallinta (network manager) , Bluetooth-laitteet ...



# HAL-daemon

## ■ Deprekoitu!

## ■ D-bus -rajapinta käyttäjän työpöydän ja laitteiston välillä

- Laitteiston ja sen ominaisuuksien listaus ilman ylläpitäjän oikeuksia
- Toimittaa työpöytätasolle tiedon uusista laitteista ja niiden poistumisesta
- Tarjoaa rajapintoja laitteisto-operaatioihin, jotka normaalisti tarvitsisivat ylläpitäjän oikeuksia
  - Tiedostojärjestelmien liittäminen
  - Linuxin sammutus, suspendointi, hibernointi
  - CPU:n virransäästö
- Jokaiselle laitteelle annetaan oma dbus-objekti, joka sisältää kenttinsä laitteen tiedot
  - Kenttien sisältö tulee freedesktop-”standardista”

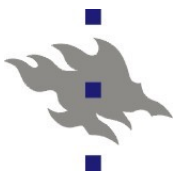
## ■ <http://www.freedesktop.org/hal>



# HAL / DeviceKit / Udev rajapinnat

- Käyttäjätason ja laitteistotason rajapintojen toteuttavat daemonit ovat vaihtumassa
  - Udev tulee lähitulevaisuudessa toteuttamaan käyttäjätasolle laiterajapinnat
- Nyt distribuutiosta ja rajapinnasta riippuen toteuttaja on HAL, DeviceKit tai Udev





# Verkkolaitteiden konfigurointi

- Kernel ei osaa itse konfiguroida verkkolaitteita lainkaan
  - IP-osoitteet, reitit, langattomat verkot ja niiden avaimet 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 (tyypillisesti) yksi verkkoliitäntä (network interface)
  - `/proc/net/dev` listaa kernelin tuntemat liitännät
  - Kaikki verkkolaitteet eivät ole fyysisiä oikeita verkkokortteja
    - PPP-linkit (tästä lisää bluetooth-laitteiden yhteydessä)
    - VPN-linkit
  - 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-verkkokortin fyysinen tila ja kortin mielipide liitännän tilasta

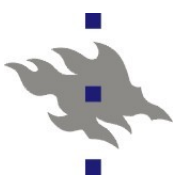
## ■ */sbin/ip*

- Uudempi yleiskäyttöinen työkalu verkkoasetuksien säätöön



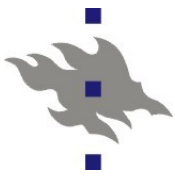
# NetworkManager

- Daemoni verkkoliitännän 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 käyttöliittymän toteuttava gnome-sovelma *nm-applet*
- Osaa tallettaa langattomien verkkoliitäntöjen salasanat käyttäjän henkilökohtaiseen avainrenkaaseen
  - Myös VPN ja PPP-verkkojen konfigurointi



# Distribuution verkkokonfiguraatio

- Distribuution käynnistyskriptien tehtävänä on verkkoliitännöiden konfigurointi
  - Verkkokonfiguraatio RedHat pohjaisissa:
    - */etc/sysconfig/network*: globaali konfiguraatio
    - */etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-\**: liitännöiden konfiguraatio
  - Debian/Ubuntu:
    - */etc/network/interfaces*
  - Nimipalvelimet: */etc/resolv.conf*
- Staattinen liitännöiden 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



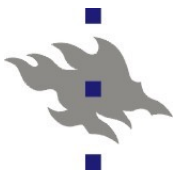
# Langattomat verkot: WiFi

- 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 kuuluvalla) 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)



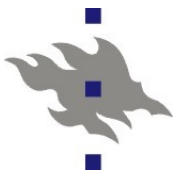
# WLAN komentoriviltä

- `/sbin/iwconfig`: Langattoman verkkoliitännän tila ja konfiguraatio
  - `/sbin/iwconfig essid`: verkkotunnisteen vaihto
  - Ad-hoc verkkojen konfigurointi
  - WEP-avainten asettaminen
- `/sbin/iwlist`: näkyvien langattomien verkkojen listaus
  - Toiminnan täsmälliset yksityiskohdat ovat vaihdelleet
    - Ajurista riippuen palautetaan tila välimuistista, odotetaan ja skannataan 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



# Linux ja WPA

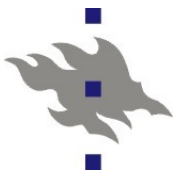
- *wpa\_supplicant* daemon toteuttaa (mahdollisesti vaihtuvien) tukiasemien kanssa WPA-protokollan
  - Toteuttaa salausavainten hallinnan ja kryptauksen
- */usr/sbin/wpa\_cli* asiakasohjelma keskustelee daemonin kanssa
- Normaalisti NetworkManager keskustelee *wpa\_supplicantin* kanssa



# Point-to-Point yhteydet: PPP

- Aikoinaan käytiin aidoilla lankamodemeilla
  - Joskus aidoilla sarjapiuhoilla
- Nykyään käytössä:
  - USB 3G-mokkuloissa
    - Näyttävät sarjamodemilta Linuxin kannalta
  - Kännyköissä
    - Bluetoothin yli ja langallisesti
- Erillinen daemoni `/usr/sbin/pppd` neuvottelee yhteyden avaamisen
  - Toteuttaa neuvotteluosuuden PPP-protokollasta
  - Neuvottelun jälkeen kerneli välittää paketit kuten normaalia





# Bluetooth

- Bluetooth on 2.4GHz alueella toimiva tiedonsiirtoprotokolla vähävirtaisille laitteille
  - Radiotekniikkamagian ansiosta WLAN ja BT eivät juuri häiritse toisiaan
  - Bluetooth 2.0 nimellishopeus 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
- Vastaa 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



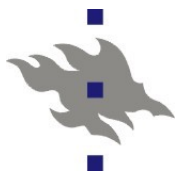
# Bluez: paritus

- 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!



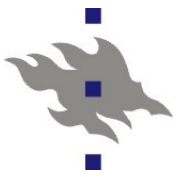
# Bluez komentorivillä

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



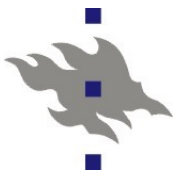
# OBEX-tiedostonsiirto

- 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



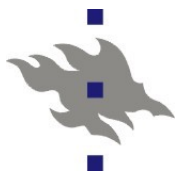
# Linux ja audio

- 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 käyttävät lähinnä hifistit ja audio-alan ammattilaiset
- USB-äänilaitteet
  - USB-äänikorttien laitteistorajapinta on standardoitu
    - Langattomat USB-kuulokkeet
- Bluetooth-audiolaitteet
- Audion siirto verkon yli
  - WLAN-protokollat langattomaan audiosiiirtoon
- 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-liitännät
- Kernel-tason yhteensopivuus OSS:n kanssa (*/dev/dsp*)
- Konfiguraatio, jolla käyttäjätasolla voidaan luoda virtuaalisia ääniliitännät ohjaamalla audio-data erilaisten suotimien läpi ja vasta lopuksi (mahdollisesti) varsinaiselle äänilaitteelle
  - Dmix-softamiksi on toteutettu käyttäjätason suotimilla



# ALSA komentoriviltä

## ■ Alsamixer

- Äänikortin kanavien äänenvoimakkuuden säätö
- Äänikortin säädettävät ominaisuudet

## ■ *Aplay*

- Fyysisten äänikorttien ja audio ulostulojen listaus
- PCM-audion (wav) soitto

## ■ *Lshal: audiolaitteiden listaus*

- Pulseaudio daemoni hakee äänilaitteet hal:in listalta

## ■ Konfiguraatiohakemisto */etc/alsa* tai */usr/share/alsa*

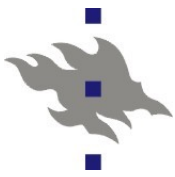
## ■ */dev/snd*

- Hakemisto, joka sisältää alsan laitetiedostot



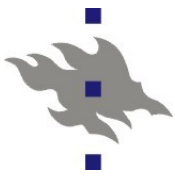
# Audiolaitteiden pääsyoikeudet

- 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 pääsee käsiksi vain audio-ryhmään kuuluvat käyttäjät
  - Ylläpitäjän täytyy käsin tehdä audio-ryhmään lisäys halutuille käyttäjille
  - Ubuntussa oletusarvoisesti daemonien käyttö on pakollista
- 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 toteuttaa:
  - 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
- Ei ole yhteensopiva passthrough surround-audion kanssa



# Pulseaudio komentorivillä

## ■ /usr/bin/pulseaudio

### ■ Itse daemoni

- Tyypillisesti käynnistetään sisäänkirjautumisen yhteydessä tai automaattisesti kun ensimmäinen pa:ta käyttävä sovellus käynnistyy

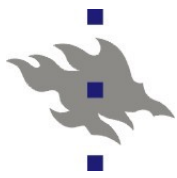
### ■ Suid-binääri, jotta pääsisi käsiksi audio-laitteisiin (debian ja ubuntu) ja jotta voisi toimia reaaliaikaprioriteetilla (latenssin vähentämiseksi)

## ■ /usr/bin/pactl

### ■ Audiodaemonin ohjaaminen komentoriviltä

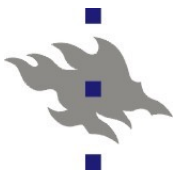
## ■ /etc/pulse

### ■ 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



# 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-koodekillä 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