



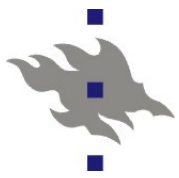
HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

Linux-ylläpito, kevät 2010

Jani Jaakkola

jjaakkol@cs.helsinki.fi

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



Viikon sisältö

- Kurssin yleisesittely ja sisältö
- Lyhyt Linuxin esittely
- Hakemistorakenne
- Linux-jakelupaketeista
- 1. kotitehtävä



HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

Kurssin sisältö ja esittely





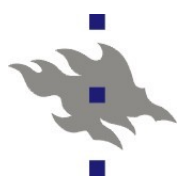
Linux-ylläpito

- Luennot: 20.01.-26.02. ja 17.03.-30.0 ke, pe 14-16
- Sali D122
- Luennoijat: Jani Jaakkola, Mikko Pervilä
- Esitietovaatimukset
 - Tietokoneen toiminta
 - Tietokantojen perusteet
 - Tietokantasovellus
 - Tietoliikenne I / Tietoliikenteen perusteet
- Suositeltavia kursseja: C-kielen ohjelmointikurssit, Käyttöjärjestelmät I ja Internet-protokollat
- Suoritus (max 60 pistettä):
 - Tentti 30 pistettä, Harjoitustyöt x 3 á 10 pistettä
- **Kurssi on työläs!**



Verkossa

- Kurssin kotisivu:
<http://www.cs.helsinki.fi/u/jjaakkol/lyp2010/>
- Irc-kanava #hy-linux-yp
 - Vuoden 2009 kurssilla kanavaa kanava oli hyödyllinen
- Moodle?

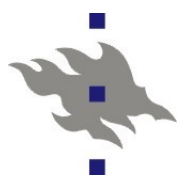


System administrator

Marcel Gagné:

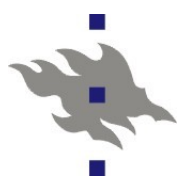
system administrator

”n. Part magician, part juggler, part technical support analyst, and part bartender/psychoanalyst, the system administrator performs the impossible job of keeping all members of his or her company satisfied by making sure that everything works. This usually includes such things that are *completely* outside the system administrator’s control, such as telephones, photocopiers, fax machines, heating, air conditioning, and paper shortages in the supply cabinet.”



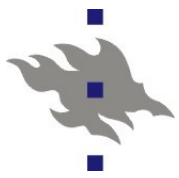
Yleisesittely ja tavoitteet

- Kurssilla käsitellään organisaation tietotekniikka-infrastruktuurin kannalta keskeisiä asioita
- Kurssin sisältö on jaettu kolmeen osaan:
 - työaseman,
 - verkkopalvelimien ja
 - verkkoinfrastruktuurin asentaminen ja konfigurointi
- Tämä ei ole pelkästään tentittävä kurssi, sillä oleellista on oppia, miten asioita saadaan aikaiseksi
- Suurin osa todellisesta opista tulee luennoilta ja luennoijien esityksistä, osan asioista joutuu opiskelemaan itse kirjoista tai Internetin avulla
- Suurimman osan ns. "nippelitiedoista" voi tarkistaa manuaalisivuilta ja howto-dokumenteista – tärkeää on oppia tietämään, mitä kaikkea voi tehdä ja miten



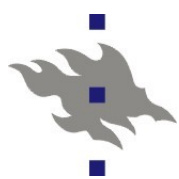
Yleisesittely ja tavoitteet

- Linuxin konfigurointiin on nykyisin paljon erilaisia graafisia käyttöliittymiä
 - Joskus jopa helppokäyttöisiä ja toimivia
- Graafiset käyttöliittymät:
 - Muokkaavat konfiguraatietiedostoja
 - Suorittavat komentoja
 - Kommunikoivat daemonien kanssa
- Tällä kurssilla opettelemme myös mitä GUI-työkalut täsmälleen tekevät!
- Pääpaino on komentorivipohjaisessa työskentelyssä, siinä, mitä pitää tehdä, missä ja missä järjestyksessä
 - GUI-työkalujen joustavuus ei aina riitä aivan kaikkeen
 - Eivät välttämättä toimi ollenkaan etäkäytössä, kun koneen konsolilla on tavallinen ei-etuoikeutettu käyttäjä



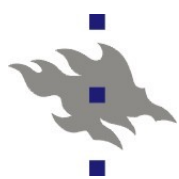
Yleisesittely ja tavoitteet

- Kurssilla keskitytään Linux-ylläpidon tekniseen osaamiseen
- Kurssilla ei käsitellä muuta tärkeää osaamista esim.
 - Tiedottamista
 - Asiakkaiden (käyttäjien) ohjaamista
 - Asiakkaiden ongelmien ratkaisemista sivistyneesti
 - Psykologian perusteita liittyen edellisiin kohtiin
 - Sopimusneuvotteluja toimittajien kanssa
 - Ongelmien ratkaisemista laitetoimittajien kanssa
- Kurssilla ei myöskään käsitellä syvällisesti Linuxin ydintä ja sen toimintaa
- Avoimen lähdekoodin lisenssejä ei käsitellä
 - Vai pitäisikö?
- Linuxin käyttöä ei opeteta, sen kaikki täällä osaavat



Työasemat

- Käsitellään työaseman asentaminen ja säätäminen osaksi organisaation verkkoympäristöä
- Aihepiirejä ovat:
 - Levyjen hallinta ja partitiointi
 - Tiedostojärjestelmät
 - Käynnistysprosessi
 - Laitteisto
 - X-ikkunointi
 - Ohjelmistojen ylläpito
 - Käyttäjien hallinta
 - Työaseman tietoturva
 - Ytimen kääntäminen ja moduulit
 - Erillisten ajurien kääntäminen ja asentaminen
 - DKMS



Verkkopalvelut

- Verkkopalveluista käydään läpi yleisimpiä nykyaikaisia palveluja ja niiden konfiguroitua
 - Sertifikaatit
 - Sähköposti
 - WWW (Apache)
 - SSH
 - Tulostus (Cups, LPD)
 - Käyttäjätietokannat (LDAP, kerberos, NIS)
 - SAMBA
 - Relaatiotietokannat (Postgres, MySQL, Oracle)
 - NFS
 - Virtualisointi (VMWare, XEN, KVM)



Verkkoinfrastruktuuri

- Verkkoinfrastruktuurista käsitellään IP-verkon perustoimintoja:
- Verkon toiminta
 - Reititys
 - Palomuurit
 - DHCP
 - DNS
- Tunnelointi
 - Ipv6
 - NAT (ja sen ongelmat)
 - OpenVPN
- Työkalut
 - Tcpdump, ethereal, netcat
- Verkonvalvonta
 - Nagios
- Pakettien skedulointi (QoS)



Linux-käyttöjärjestelmän oleelliset komponentit

Työasema

Sovellukset

Ohjelmistopaketti-
tietokanta

Työpöytäympäristö

Gnome

KDE

Display
Manager

Käyttöliittymä-
kirjastot

GTK

Qt

X-kirjasto

Näytönohjaimen
ajuri

OpenGL

X-Palvelin

Järjestelmäpalvelut

Init

Crond

D-Bus

HAL

Pulseaudio

Järjestelmäkirjastot

Linux-kernel

Prosessit

Muistinhallinta

Tiedostojärjestelmät

Verkko

Ajurit

Software-
RAID

Laitteisto tai virtuaalikone

SCSI

IDE/SATA

USB

PCI

ACPI BIOS

RAID

Palvelin

Virtuaalikoneet

VMWare

XEN

KVM

WWW-sovellukset

Tietokannat

PHP

JavaEE

Verkkopalvelut

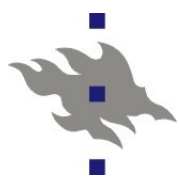
DNS

Cups

Apache

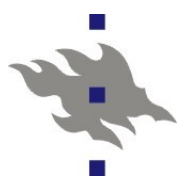
Samba

Ssh



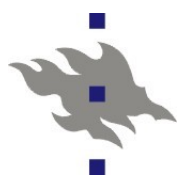
Harjoitukset

- Kurssilla ei ole tavallisia viikottaisia laskuharjoituksia, vaan kolme harjoitustyötä
- Harjoituksissa suoritetaan erilaisten työasemien tai palvelinten asentamista ja säätämistä
- Kaksi ensimmäistä harjoitusta on käytännön harjoituksia
 - Harjoitustöistä kirjoitetaan ja palautetaan oppimispäiväkirja
- 3. harjoitustyön muotoa vielä mietitään
- Yhteistyötä voi ja kannattaakin tehdä, mutta jokainen palauttaa oman työn
 - Mainitkaa yhteistyö oppimispäiväkirjassa!
- Kaikki harjoitustyöt ovat pakollisia
- Puolet kurssin pisteistä annetaan harjoitustöistä



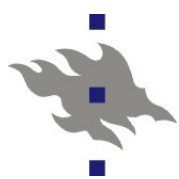
Sisältö osa I: työasema

- Työaseman asentaminen ja eri laitteiden ja ominaisuuksien konfigurointi
- Osion luentojen jälkeen harjoitustyönä asennetaan ja konfiguroidaan työasema
- Aikaa työn tekemiseen on n. kaksi viikkoa
- Harjoitus palautetaan suorittamalla myöhemmin annettava shelliskripti vasta-asennetulla työasemalla
- Käytetään aitoa fyysistä työasemaa



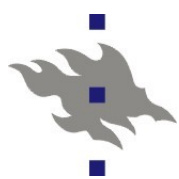
Sisältö osa I: työasema

- Linux-työaseman asentaminen
 - Laitteiston valinta
 - partitioni, suunnittelu/määrittely ja toteutus(levyjen määrä, koot,liitännät, kernelin sijainti, swap)
 - tiedostojärjestelmän konfigurointi ja valinta (ext3, ext4, brtfs, reiserfs, xfs, jfs)
 - Usean kiintolevyn käyttöönotto ja konfigurointi: SoftaRAID ja LVM, milloin tarvitaan ja miten käytetään
- Käynnistystiedostot, käynnistettävien palveluiden konfigurointi, käynnistyskriptien kirjoitus ja muokkaus, ajotasot
- Oheislaitteiden konfigurointi, laitteiden automaattinen tunnistaminen ja ajureiden asennus ja konfigurointi, käynnistuksen yhteydessä tapahtuva tunnistus, plug&play: PCI, IDE/SATA, SCSI, USB



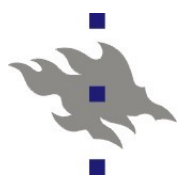
Sisältö osa I: työasema

- Äänet ja äänilaitteet
- X-ikkunoinnin konfigurointi, työpöydän hallinta
- Paikallisen tulostimen asentaminen
- Verkkotulostinten käyttöönotto/asentaminen
- hotplug-laitteiden toiminta: hotplug-skriptit, USB, PCMCIA, firewire
 - Udev
- Käyttäjätason konfigointi
 - D-Bus, Hal
- Kannettavat ja virransäästö
- Asennetun ohjelmiston ylläpito, paketit, pakettitietokanta (dpkg, rpm), riippuvuuksien hallinta automatisoidut asennukset ja päivitykset, pakettien rakentaminen
- Kernelin kääntäminen ja moduulit



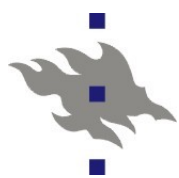
Sisältö osa I: työasema

- Käyttäjähallinta, käyttäjämäärittelyt, lisääminen, poistaminen, jäädyttäminen
- Ryhmämäärittelyt, erityisryhmät ja oikeudet (useradd, userdel, groupadd, gpasswd, passwd, file passwd, group, shadow ja gshadow)
- Globaalit ja käyttäjäkohtaiset profiilit, muokkaus
- Lokalisointi
- Työaseman tietoturva (tulee monien osa-alueiden yhteydessä)



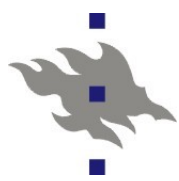
Sisältö osa II: verkkopalvelut

- Luennot 20.2. - 12.4.
- Luennoijana *Jani Jaakkola*
- Erilaisten verkkopalvelujen pystyttäminen, ylläpitäminen ja niiden tietoturva
- Osion luentojen jälkeen harjoitellaan jonkin/joidenkin palvelimien pystyttämistä ja konfigurointia
- Aikaa työn tekemiseen on n. kaksi viikkoa
- Työstä kirjoitetaan oppimispäiväkirja



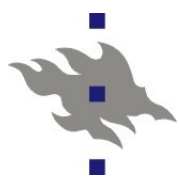
Sisältö osa II: verkkopalvelut

- WWW-palvelut eli Apache-palvelimen asentaminen ja konfigurointi, käyttäjäautentikointi, eri autentikointimenetelmät, palvelimen ylläpito (mm. SSL), erilliset apache moduulit (perl, php, webdav)
 - Proxy-palvelut (apache ja ehkä squid): proxy-palvelun käyttöönotto, suunnittelu ja toimeenpano, käyttöoikeudet, suodatukset (domain, tiedosto, sana), levy- ja keskusmuistin käyttö
- Sähköpostipalvelut: MTA:n (mail transfer agent) valinta/asentaminen/käyttöönotto, ongelmatilanteiden monitorointi, lokitiedot, aliakset, quotat, postijonot, smtp-palvelin monitorointi, saapuvan postin filtteröinti (lajittelu, spam, virukset), postituslistan asentaminen ja ylläpito
- SSH



Sisältö osa II: verkkopalvelut

- LDAP-palvelut: LDAP-palvelimen asennus ja konfigurointi, hakemistorakenne, rakennesuunnittelu, käyttäjäryhmät, suunnittelu ja lisääminen, hostit, palvelut, Kerberos, /etc/passwd, shadow, NIS, LDAP
- Verkkotulostimet: lpd, cups, useamman tulostimen määrittely, tulostinpalvelimen konfigurointi
- SAMBA: liittäminen Windows-domainiin, tulostus, tiedostonjako
- Tiedostopalvelin Linuxeille: NFS, AFS, Samba
- Tietokannat: Mysql, Postgres
- Virtualisointi



Sisältö osa III: verkkoinfra

- Luennoijana *Mikko Pervilä*
- Verkon perustoiminnan kannalta oleelliset toiminnot, kuten verkkolaitteiden käsittely, reititys, tietoturva



Sisältö osa III: verkkoinfra

■ Verkkolaitteet

- Käsitellään lähinnä Ethernet-pohjaisia laitteita
- Jonkin verran WLAN-laitteita ja niiden suojausta
- Verkkolaitteen manuaalinen ja automaattinen konfigurointi

■ Verkkopalvelut

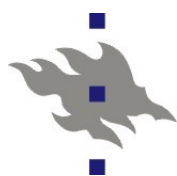
- DHCP
- DNS

■ Reititys ja tunnelointi

- Palomuurit
- NAT
- Ipv6
- OpenVPN
- QoS

■ Verkonvalvonta

- Nagios



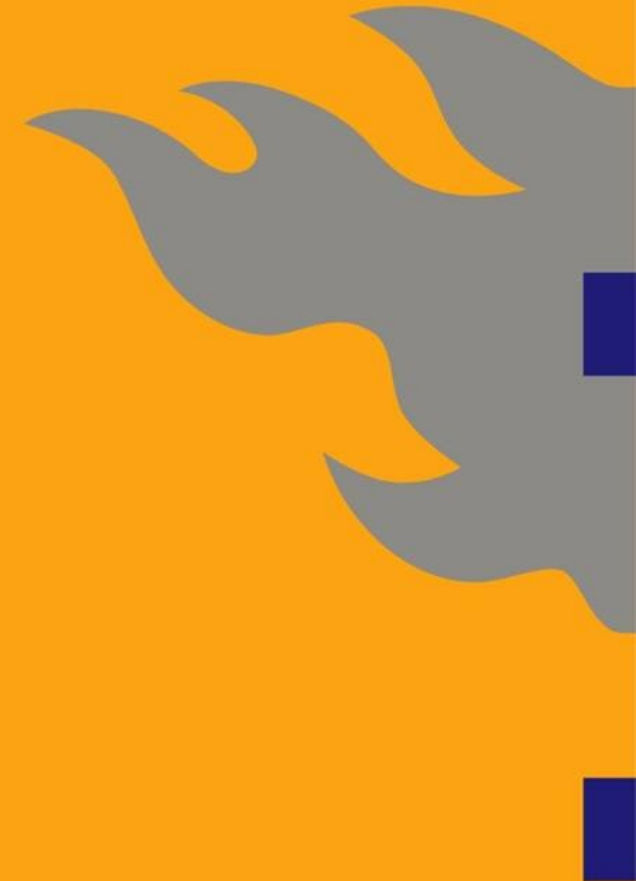
Laitteita Kumpulassa

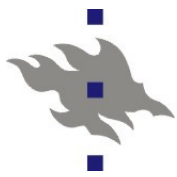
- Harjoitukset voi tehdä laitoksen tiloissa, kurssia varten erikseen varatuilla koneilla ja/tai virtuaalikoneilla
- Näille koneille saa ns. Root-tunnuksen
- Koneet eristetty laitoksen normaalista verkosta ja ovat NAT:n takana
- Laitoksella työtä voi tehdä arkisin kello 8-20
- Koneita on rajoitettu määrä, joten joustavuutta tarvitaan
- Vuoden 2010 kurssille tulee jonkin verran miniläppäreitä käyttöön



HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

Ensimmäinen kotitehtävä





1. kotitehtävä

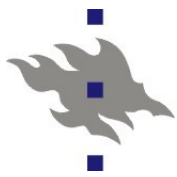
- Ensimmäinen kotitehtävä: tutustu shell-ohjelmointiin
 - Linux Documentation Project: Advanced Bash-Scripting Guide:
<http://www.tldp.org/guides.html>
 - Shelliskriptien syntaksi, kontrollirakenteet, shell- ja ympäristömuuttujat
- Komentorivipohjaiset perustyökalut pitää tuntea!
 - Manuaalit: man, info
 - Tiedostojen käsittely ja tiedosto-oikeudet: cp, rm, mv, chmod, chown, df, du, find, ...
 - Prosessien hallinta: ps, kill, top
 - Tavalliset tekstitiedon käsittelytyökalut: cat, grep, sort, sed ...
- Manuaalisivut



HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

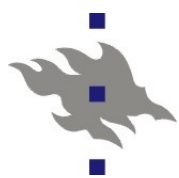
Lyhyt Linuxin esittely





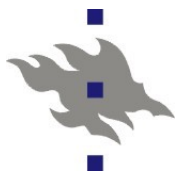
Linux käyttöjärjestelmä

- Käytössä Linux-kernel: käyttöjärjestelmän alin taso, joka toteuttaa laitteiston ja resurssien hallinnan
- Kernel ja alimman tason kirjastot on kirjoitettu C:llä
 - Kääntäjänä (lähes) aina gcc
- Iso joukko kirjastoja
- Joukko käyttöjärjestelmän daemoneja
 - Udev
 - Syslogd
 - Sshd
- Tekstipohjainen shell-käyttöliittymä
 - Tavallisesti shellinä Bash
- Graafinen käyttöliittymä
 - X Window System
 - Käyttöliittymäkirjastot X:n alla
- Paljon erilaisia sovellusohjelmia



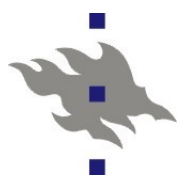
Mikä on Linux?

- *Linux*-nimeä tyypillisesti käytetään puhuttaessa koko järjestelmästä, jossa on Linux-pohjainen käyttöjärjestelmä
- Linux on kuitenkin (vain) käyttöjärjestelmän ydin, joka tarjoaa rajapinnan sovellusohjelmille käyttää tietokoneen laitteita ja ylipäänsä suoriutua
- Kaikki muu on avoimia tai suljettuja ohjelmia, esim. kaikki komentorivin ohjelmat, C-kielen kääntäjät, graafiset käyttöliittymät ja muut sovellusohjelmat
- Suurin osa näistä ohjelmista on saatavilla muillekin käyttöjärjestelmille
- Ylläpidon kannalta ydin ja sen hallinta ja säätäminen on vain yksi osa-alue



Linux kehittyminen

- Ytimestä on useita versioita
- Uusien ominaisuuksien kehitystyö siirtyy aina uusimpaan puuhun
- Vanhojen puiden virheitä korjataan silti pitkään
 - Usein distribuutioiden toimesta
 - Distribuutiot saattavat käyttää vanhoja kerneleitä vuosien ajan
- Uusin versio 2.6.28
 - Julkaistu 24.12.2008
 - 25200 tiedostoa
 - 9 miljoonaa riviä koodia
 - Koko 344MB

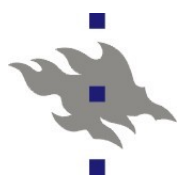


Pari sanaa historiasta

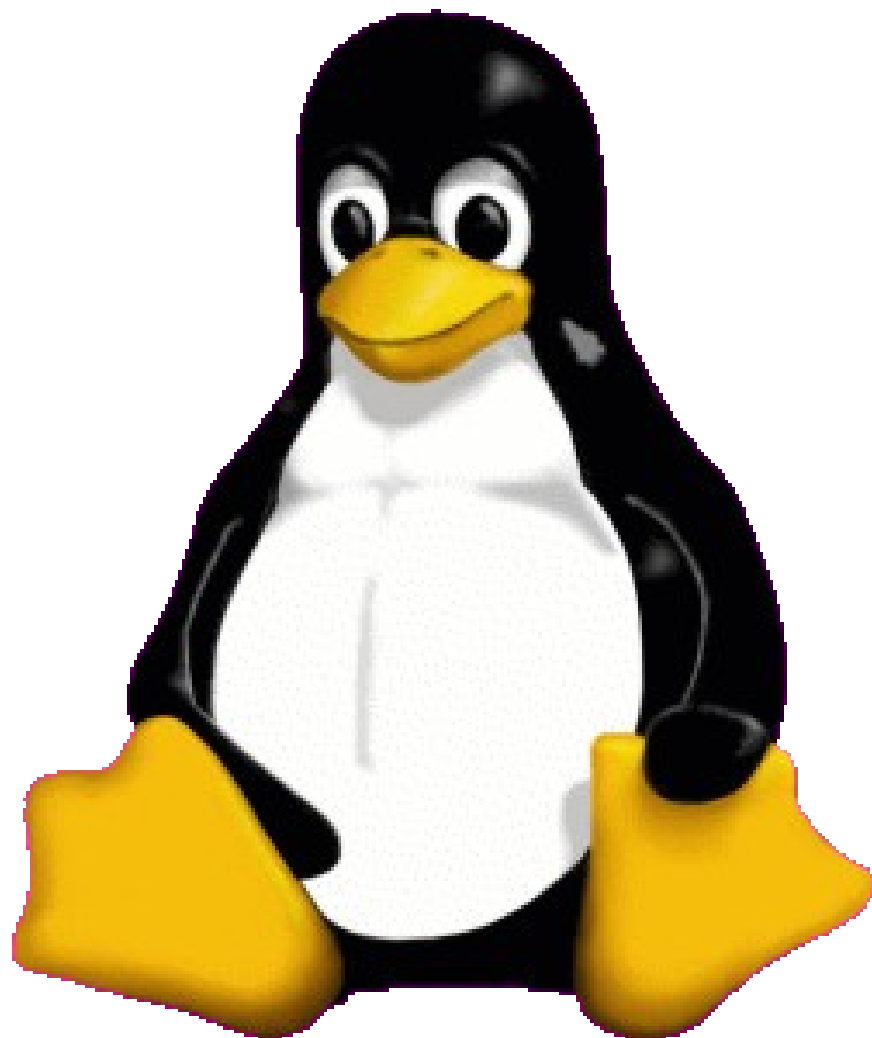
■ Linusin työ alkoi 1991

■ Julkaisuaikataulu

Versio	PVM	Rivejä n.
0.01	09/1991	8.4K
1.0	03/1994	165K
1.2	03/1995	282K
2.0	07/1996	674K
2.2	01/1999	1604K
2.4	01/2001	2980K
2.6	12/2003	5232K



tux

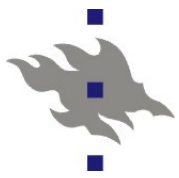


© Larry Ewing



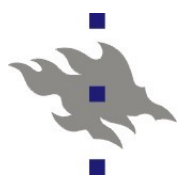
tux

- Alkuvuodesta 1996 linux-kernel-mailing sähköposti-listalla alkoi keskustelu sopivasta logosta Linuxille
- Pingviini oli yksi ehdotus
- Jossain vaiheessa Linus totesi, että hän kyllä pitää pingviineistä, mikä lopetti keskustelun melko pian
- Perustelut pingviinille
 - ”Tyytyväisen näköinen”, söpö, positiivinen, rakastettava
 - Toisaalta peto tarvittaessa (Linusta puri pingviini aikoinaan Australiassa, totta vai tarua?)
 - Voidaan piirtää tekemässä kaikkea erilaista, esim. lukemassa sanomalehteä tai kirjoittamassa tietokoneella (koetapas tehdä sama vaikka Windows-logolla)
- Mistä nimi ”tux” tulee?
 - (T)orvalds (U)ni(X) = TUX
 - ”tux” on lyhenne sanasta ”tuxedo” eli smokki
- Lisää historiasta: <http://sjbaker.org/tux/>

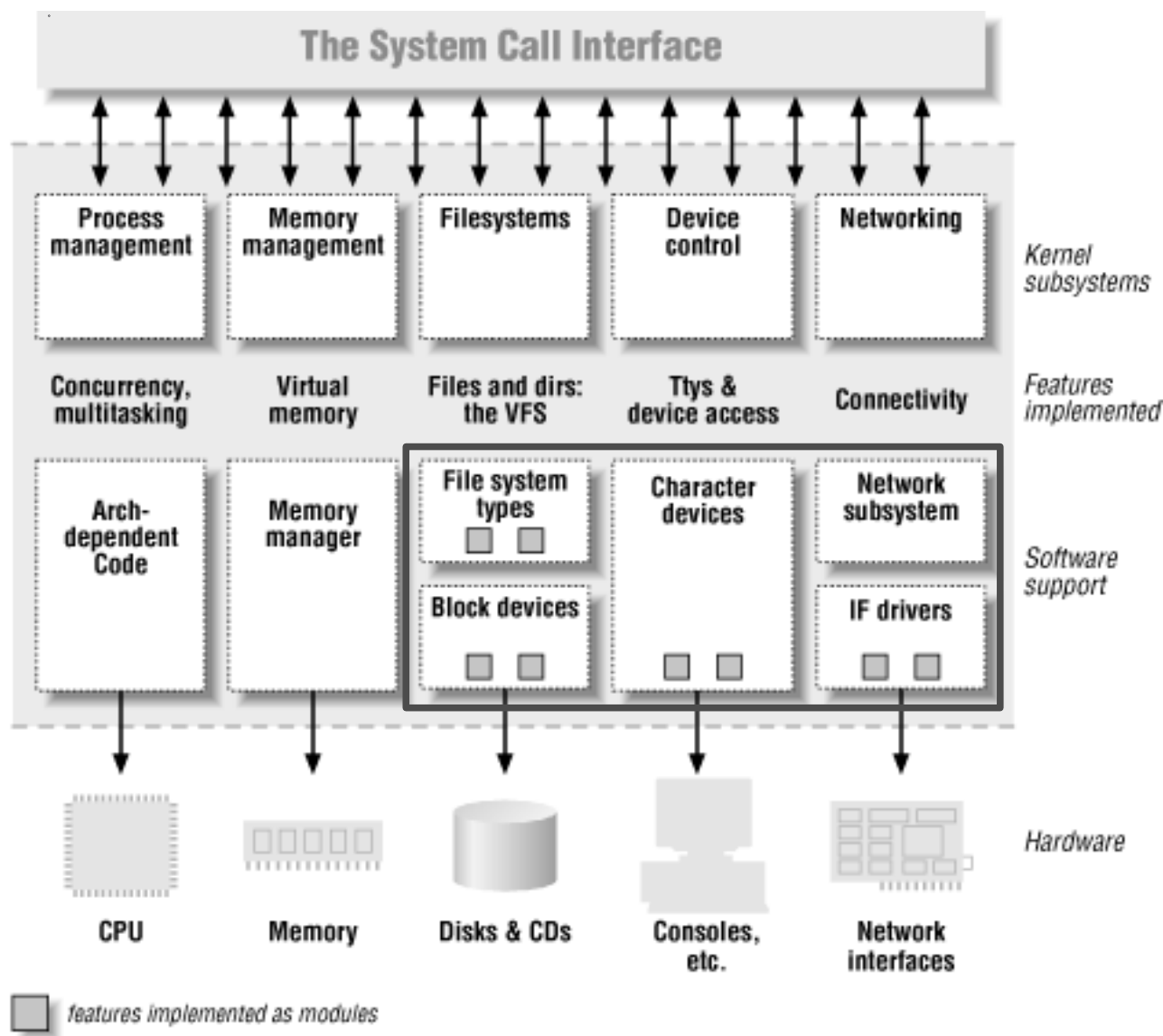


Linuxin rakenne

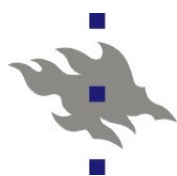
- Linuxin ydin on pohjimmiltaan ns. monoliittinen ydin
- Koko KJ:n ydin, toiminnot ja laiteajurit ovat osa ydintä ja toimivat ytimen muistiavaruudessa
- Linuxin keskeisiä ominaisuuksia ovat ns. moduulit, joiden avulla ytimeen voidaan kääntää mukaan uusia toiminnallisuuksia
- Nykyisin moduuleja voidaan myös ladata ja poistaa tarvittaessa "lennosta", mikä tekee ytimestä erittäin monipuolisen ja helposti laajennettavan
- Ytimestä voi tehdä
 - pääosiltaan erittäin pienen, jossa on vain tietyt ominaisuudet
 - erittäin ison, jossa kaikki ominaisuudet on suoraan käännetty osaksi ydintä
 - jotain tuolta väliltä (tyypillisin), jossa ydin sisältää tietyt perustoiminnot ja lisäominaisuudet ladataan tarvittaessa



Käyttöjärjestelmän tehtävä

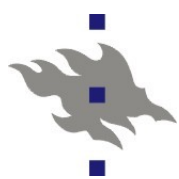


Linux Device Drivers, 2nd Edition, By Alessandro Rubini & Jonathan Corbet, 2nd Edition June 2001



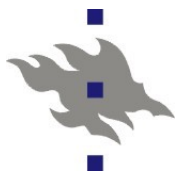
Laitteiston käyttö Linuxissa

- UNIX ja Linux käsittelevät perinteisesti laitteita tiedostojärjestelmän kautta
- Kukin laite näkyy omana tiedostonaan
- Laitteita on kahdenlaisia
 - Lohkolaitteet: tietoa käsitellään lohkoissa ja järjestys voi olla satunnainen, lähinnä levyjärjestelmät
 - Merkkilaitteet: tietoa käsitellään merkki kerrallaan, esim. ääni, video, hiiri, terminäali, modeemi/ISDN, IRDA
- Verkkolaitteiden käsittelyyn on omat mekanisminsa
 - BSD-pistokkeet
- Jotkin laiteajurit toimivat käyttäjätilassa
 - 3D-kiihdytys näytönohjaimissa
 - USB-laitteet (skannerit, tulostimet, kamerat ja mediatoistimet)



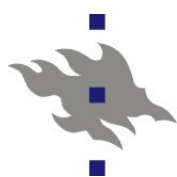
Kernel moduulit

- Suuren osan ytimen toiminnoista ja laiteajureista voidaan kääntää moduuleiksi, jotka ladataan tarvittaessa
 - Laiteajurit
 - Tiedostojärjestelmät
 - Verkkoprotokollat
 - Verkkolaitteet
- Udev-daemoni tunnistaa järjestelmän laitteet ja automaattisesti lataa tarpeelliset ajurimoduulit
 - Moduleja voidaan ladata myös käsin
- Moduulit mahdollistavat saman ytimen käytön eri laiteympäristöissä
- Moduleja voi ladata ja poistaa myös manuaalisesti



Kernelin vastuualueet

- Prosessit, säikeet ja skedulointi
 - Kernel-tason kevyet säikeet
- Muistinhallinta
 - Tuki 64-bittiselle muistiavaruudelle (myös 32-bit kernelillä)
 - Tukee 32-bit prosesseja 64-bittisellä alustalla
- SMP-suorituskyky
 - Keskeyttävä ydin
 - “Pienet”-kernel lukot
 - NUMA
- Virransäästö
 - ACPI
 - Suspend to RAM, hibernointi soft Suspend-to-RAM
 - CPU:n kellotaajuuden säätö ja virransäästötilat
 - Dynaamiset kellokeskeytykset



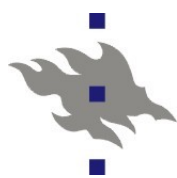
Lisää kernelin vastuualueita

■ Tiedostojärjestelmät

- Tehokkaat kaatumisista toipuvat tiedostojärjestelmät
 - Ext3, Ext4, Brtfs, XFS, JFS
 - Hakemistoindeksit, Access Control Lists
 - Ajonaikainen tj:n koon kasvattaminen
- Verkkotiedostojärjestelmät
 - NFS, Samba
- Tuki käyttäjätason tiedostojärjestelmille (ssh, ntfs)

■ Verkko

- IPv4 ja Ipv6-protokollapino
 - Ethernet ja p2p-interfacet
 - Pistokkeet, palomuuuri, reititys (ja siltaus), VPN
 - Tuki user space -tason verkoille (tunnelointi, VPN, virtuaalikoneiden verkot)
- Myös muita protokollapinoja (IPX)



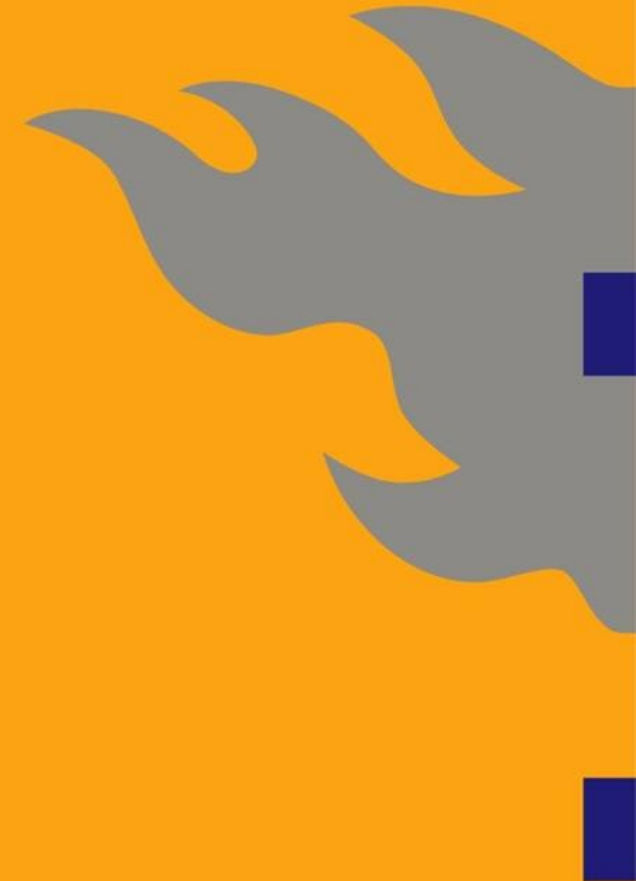
Linux laitteisto

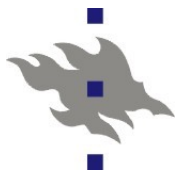
- Iso joukko laitearkkitehtuureja
 - Intel IA32, IA64, AMD, ARM, Power, ...
- Laiteajurit
 - PCI (AGP, PCI-X), USB, Firewire
 - laitteiden listaus, alustus, virransäästö
 - Verkkokortit
 - WLAN- ja Bluetooth-protokollapinot
 - Ennen WLAN-ajurit toteuttivat itse WLAN-protokollapinon
 - HID (Human Interface Device) rajapinta
 - Näppäimistöt, hiiret, peliohjaimet, kaukosäätimet
 - ALSA (Advanced Linux Sound Architecture)
 - Äänikorttiajurit ja rajapinta
 - kanavat, asetukset, Digital Passthrough
 - Levyohjaimet
 - IDE/SATA, SCSI, USB, Firewire, FC (multipath), RautaRAID
 - Plug&Play



HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

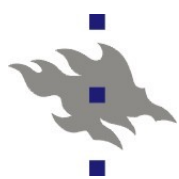
Hakemistorakenne





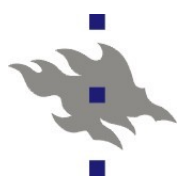
Hakemistorakenne

- Linuxille on määritelty suositus tiedostojen sijoittelulle
Filesystem Hierarchy Standard: www.pathname.com/fhs/
 - /bin – tärkeät binäärit (kaikille käyttäjille)
 - /boot – käynnistystiedostot ja ydin
 - /dev – laitetiedostot (device files)
 - /etc – konfiguraatiotiedostot
 - /home – käyttäjien kotihakemistot
 - /lib – välttämättömät jaetut kirjastot ja ytimen moduulit
 - /media – irroitettavat mediat
 - /mnt – väliaikaiset tiedostojärjestelmät
 - /opt – ”ylimääräinen” softa, isot paketit
 - /root – järjestelmänvalvojan (rootin) kotihakemisto
 - /sbin – tärkeät binäärit (root)
 - /tmp – väliaikaiset tiedostot
 - /usr – toissijainen hakemistopuu, pääosa sovellus-ohjelmista ja näiden kirjastoista, man-sivut, ym.
 - /var – muuttuva data, esim. lokit ja tulostusjono



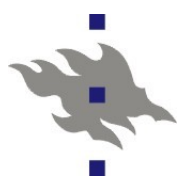
Ohjelmia

- Suoritettavia ohjelmia löytyy useasta paikasta:
 - /bin: keskeiset ohjelmat kaikille käyttäjille, esim. bash
 - /usr/bin ja /usr/local/bin: erilaisia sovellusohjelmia kaikille käyttäjille
 - /usr/local/[JOTAIN]/bin: suurempien sovellusten asennuspaikka ja ohjelmat, esim. Open Office ja KDE
 - /usr/X11R6/bin: muinainen sijainti X-ohjelmille
 - /sbin, /usr/sbin ja /usr/local/sbin: rootin ohjelmia
 - Pääperiaate on, että /bin, /lib ja /sbin sisältävät vähintään ne binäärit, joita tarvitaan järjestelmää käynnistettäessä, sillä /usr-puu ei välttämättä tällöin ole vielä liitetty järjestelmään
 - Hakemiston /usr/local pitäisi periaatteessa sisältää sellaisia ohjelmia, jotka eivät kuulu varsinaiseen jakelupakettiin, vaan on asennettu jälkeinpäin (/opt-hakemistoa kuitenkin suositellaan)



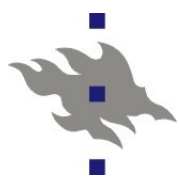
Kirjastoja

- Ohjelmien tarvitsemat dynaamiset kirjastot ja header-tiedostot löytyvät pääosin neljästä paikasta
 - /lib: käynnistysvaiheessa tarvittavien ja rootin käyttämien ohjelmien keskeiset kirjastot
 - /usr/lib: dynaamiset kirjastot ja muut laitteistoriippuvat binäärit
 - /usr/include: C ja C++ header-tiedostot, joita vasten voidaan lähdekoodia kääntää käyttämään kirjastoja
 - /usr/local/: vastaavasti kuin /usr, mutta pakettihallinnan ulkopuolella
- Näissäkin pätee sama nyrkkisääntö kuin ohjelmien/binäärien kanssa, eli käynnistysvaiheessa ei /usr ole välttämättä käytettävissä



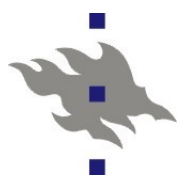
Konfiguraatiotiedostoja

- Kaikki järjestelmäkohtaiset konfiguraatiotiedostot pitäisi löytyä /etc-hakemistosta
- Osa on suoraan hakemiston alla, toiset ovat sovelluskohtaisissa alihakemistoissa, esim.
 - Käynnistysvaihe: /etc/init.d
 - Kernelin modulien konfiguraatio: /etc/modprobe.conf
 - Kiinteät (ei P&P) tiedostojärjestelmät: /etc/fstab
 - SSH: /etc/ssh/
 - Erilaisia laitteita: /etc/sysconfig/ (RH)
 - Verkkolaitteet: /etc/sysconfig/network-scripts/
 - Bluetooth: /etc/bluetooth
- Eri Linux-jakelupaketeissa on erilaisia polkuja samoihin tiedostoihin



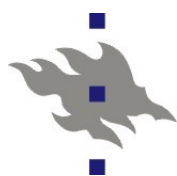
/proc-tiedostojärjestelmä

- Virtuaalinen tiedostojärjestelmä, josta saa tietoa koko järjestelmästä, esim.
 - /proc/modules: ladatut moduulit
 - /proc/cpuinfo: tietoa prosessorista
 - /proc/meminfo: tietoa virtuaalimuistista (keskus+levy)
 - /proc/sys/net/ipv4: IP-protokollien säätöjä, esim. reititys ja TCP-parametrit
 - /proc/<pid>/: prosessien tiedot
- Osa "tiedostoista" on vain lukemista varten, osaan voi kirjoittaa arvoja, jotka muuttavat järjestelmän toimintaa, esim. IP-tietoliikenne



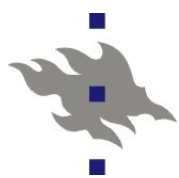
/sys-tiedostojärjestelmä

- Tullut uutena ominaisuutena 2.6 ytimen mukana
- Virtuaalinen tiedostojärjestelmä, joka esittää järjestelmän laitteet, kuten ydin ne näkee
- Sisältää myös laitteiden attribuutteja, kuten IRQ ja DMA osoitteet, tilan, ym.
- Tarjoaa rajapinnan laitteiden konfigurointiin käyttäjätasolta
 - CPU-virransäästö
- Osin päällekkäinen /proc/sys-hakemiston kanssa
- Täydellinen siirtyminen tulee tapahtumaan jollain aikavälillä



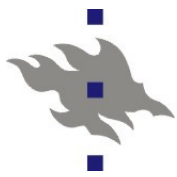
Laitteet (/dev)

- Pääosa laitteista (muut kuin verkko) näkyvät hakemistossa /dev
- *udev* -daemoni luo laitetiedostot dynaamisesti
- Jokaisella erityyppisellä laitteella on
 - selväkielinen nimi
 - ns. "major number", jolla erotellaan eri laitteet
 - kullakin saman tyypin laitteella on eri "minor number"
 - tyyppi, joka b (block device) tai c (character device)
 - käyttöoikeudet!
- Usein symlinkeillä tuetaan "perinteisiä" tunnettuja nimiä
- Alihakemistoja eri laitetyppeille



Muita hakemistoja ja tiedostoja

- /var: muuttuvalle datalle, esim. erilaiset lokit, tulostusjono, sähköpostijono, sovellusten välimuisteja, lukkotiedostoja
- /tmp: tilapäisiä tiedostoja varten, usein tyhjennetään bootissa (usein sijaitsee virtuaalimuistissa)
- /opt: muuta sekalaista, esim. (isompia)sovellusohjelmia (katso vaikka CSL:n hakemistosta)
- /media: Käyttäjätasolta liitetty Plug & Play tiedostojärjestelmät: CD, DVD, USB, Firewire, muistikortit
- /lost+found: tiedostojärjestelmän korjaamisessa löydetylle datalle (ext3)
- /mnt: dynaamisten tiedostojärjestelmien vanha sijainti



Tiedostot: Kernel ja boot (grub)

- ***/lib/modules:*** Kernelin moduulit(eli suurin osa Linuxin ajureista)
 - Kernelin versioon mukaan järjestetyissä alihakemistoissa
 - Eri kernelin versioiden moduulit eivät ole keskenään yhteensopiva
 - Kääntäjän ja kernelin käännösaikaisen konfiguraation vaihtaminen voi myös tehdä kernelin moduleista epäyhteensopivia
 - ***/usr/src/kernels:*** Kernelin header-tiedostot ja konfiguraatio moduulien kääntämistä varten (myös lähdekoodi)
- ***/boot:*** konetta käynnistettäessä tarvittavat tiedostot
 - ***/boot/vmlinuz-<versio>:*** kernel image
 - ***/boot/initrd-<versio>.img:*** ramdisk image, joka sisältää bootissa tarvittavat moduulit ja ohjelmistot
 - ***/boot/grub:*** Grub-bootloader