



HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

Linux: Virransäästö

Jani Jaakkola

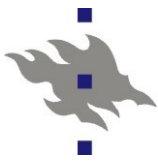
jjaakkol@cs.helsinki.fi

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



Virransäästön tavoitteet?

- Akun riittävyys
- Koneen sammutus ilman istunnon sammutusta
 - Standby
 - Suspend-to-ram
 - Suspend-to-disk (tai hibernointi)
- Käyttäjän kontrolli
 - Virta pois laitteista joita ei juuri nyt tarvita
- Pöytäkoneen lämmöntuotto
 - Pöytäkoneen aiheuttama sähkölasku
- Laitteiden käyttöiän lisäys
 - Monitorien taustavalot



APM

■ Advanced Power Management

- Ajalta jolloin Win95/Win98 oli kannettavien KJ
- Toteutettu taustalla toimivalla BIOS-koodilla
- Suspend-tila ei tarvinnut käyttöjärjestelmän apua
- Myös rajapinta käyttöjärjestelmälle
 - Virtalähteen ja akun tila
 - Käyttis saattoi pyytää suspend-tilaa
 - Käyttikselle tieto suspend/resume tapahtumista
- CPU virransäästö sulkemalla CPU hetkeksi
 - BIOS:issa tai bootissa valittiin oliko käytössä CPU:n koko teho vai rajoitettu teho
- Paremmat BIOS:it osasivat myös hibernoinnin
- Yksinkertainen ja toimi Linuxeissa melko luotettavasti jo 2.0 kerneleillä
- Käytännössä katosi läppäreistä 2000-2004 välisenä aikana



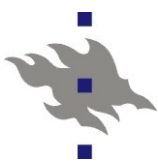
ACPI

- Advanced Configuration and Power Interface
 - Kehittäjinä HP, Intel, **Microsoft**, Phoenix ja Toshiba
 - Tavoitteena ratkoa APM:n ongelmia: ei SMP-tukea, sidottu x86 laitteistoon
 - **Teoriassa** KJ- ja laiteriippumaton rajapinta
 - Vuoden 1999 tienoilla ACPI-BIOS:it alkoivat yleistyä
 - **Käytännössä** virransäästöominaisuudet, jotka tähän asti olivat toimineet hyvin APM-pohjaisina toimivat ainoastaan enää Win32-alustalla
 - Uudet BIOS:ien ACPI-toteutukset eivät olleet yhteensopivia, mutta olivat hyvin bugisia
 - Laitevalmistajat eivät korjanneet BIOS-koodiaan, edes jälkeinpäin
 - Ominaisuudet lisättiin ja ongelmat korjattiin laitekohtaisilla windows-ajureilla



ACPI-tuki linuxissa

- Alkoi oikeasti toimia vasta viime vuonna (2006)
 - Virtalähteen ja akkujen määrän ja tilan monitorointi
 - Myös virrankulutuksen monitorointi
 - Power-, Sleep-, LID-, Hibernate-näppäimet
 - Lämpötilan monitorointi
 - Ulkoisen VGA-liittymän kontrolli
 - Lämpötilan monitorointi
 - Flektien kontrolli
 - CPU:n kellotaajuuden ja virransäästötilojen kontrolli
 - Suspend-to-RAM tila
 - Ajastettu koneen herätys
 - Virransäästöön liittymättömiä asioita: CPU:iden lukumäärä, keskeytysten reititys



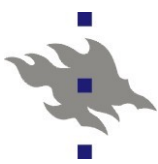
CPU:n kellotaajuus

- CPU:n virrankulutukseen vaikuttaa huomattavasti sen kellotaajuus
 - *acpi_cpufreq* ajuri mahdollistaa kellotaajuuden säädön ACPI:n avustuksella
 - Jos CPU:n kellotaajuuden säätöön löytyy laiteajuri, kannattaa käyttää sitä:
 - *p4_clockmod*, *powernow-k8*, *speedstep-smi*
- Kuvernöörin valinta
 - *performance* - 100% teho, virrankulutuksella ei väliä
 - *ondemand* – lisää hertsejä, jos niitä tarvitaan
 - *powersave* – minivirrankulutus, minimiteho
 - *userspace* – käyttäjätason prosessi valitsee taajuuden
 - *conservative* – mikä tämä on? (use the source..)
- Käyttö ja säätö
 - *Cpufreq-utils* ja hakemisto */sys/devices/cpu/cpu0/*



CPU throttling

- ACPI BIOS saattaa osata laittaa CPU:n virtasäästävään unitilaan, kun CPU normaalisti idlaisi
 - ACPI C-tilat
 - Yllättäen, tämä ominaisuus toimii pakasta vedetyssä Linux-distrossa
 - Jos kerneli on riittävän uusi ja ACPI-BIOS toimii
 - `/proc/acpi/processor/CPU0/power`
 - Myös pakotettuna: `/proc/acpi/processor/CPU0/throttling`
- Vastaa APM BIOS:ien CPU-virransäästöä



ACPI-suspend (ACPI S3-tila)

■ Suspend-to-ram tila

- Akku kuluu edelleen, mutta huomattavasti hitaammin
- Herääminen tapahtuu (teoriassa) hyvin nopeasti
- *echo mem > /sys/power/state*

■ Ongelmat:

- Edellyttää että ACPI-BIOS todellakin toimii
- Nukahtaminen on helppoa, herääminen ei
- ACPI-BIOS:in pitäisi säilyttää näytönohjaimen tila
 - OS X-ajurien kirjoittajilta puuttuvat tarvittavat speksit
 - Käytännössä tarvitaan kikkoja/työkaluja näytönohjaimen tilan palauttamiseksi (acpi=s3bios, vbetool)
- Laite-ajurien suspend-tuki usein buginen tai puuttuu
 - Sata-ajureissa kernelissä 2.6.15

■ Desktop työkalut?

- Tässä ACPI Sleep- ja LID-tapahtumat hyödyllisiä



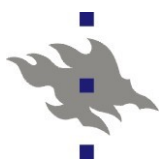
Software Suspend

- Kokonaan Linux-kernelillä toteutettu hibernointi
 - Tyhjennetään RAM ja kernelin tila swappiin
 - Seuraavassa bootissa tämä tila luetaan ja palautetaan
 - Edellyttää että laiteajurit osaavat säilöä oman tilatietonsa muistiin ja myös palauttaa sen
 - Tämäkin on X-ajureille hankalaa: X-ajurilla voi kirjaimellisesti olla satoja megoja tilatietoa
 - W2K:ssa vakio-ominaisuus. Linuxissa vasta 2.6-kernelissä
 - Swap-tilan on oltava partitiolla, jonka kerneli voi lukea bootissa
 - Swsuspend 2 versiossa resume voidaan suorittaa initrd:ltä
 - Näyttää vain silta swsuspend 2 tai vastaava viritys ei tule vakiokerneliin ihan heti
 - *echo disk > /sys/power/state*
- Käli? Jotain syötävää?
 - Tässäkin ACPI-eventit hyödyllisiä



ACPI-tapahtumat

- User-space tason prosessi acpid
- Vahtii ACPI-tapahtumia (*/proc/acpi/event*)
 - */etc/acpi/events* – tapahtumat ja niihin liitetyt toiminnot
 - */etc/acpi/actions* – tapahtuma skriptit
- Akun tila
- Näppäinten painallukset
- Esim. Dell latitude 510
 - Lämpärin kannen kiinnittäminen aiheuttaa LID-tapahtuman
 - Ystävällinen ACPI vääntää virran pois päältä LCD-näytöstä
 - Mutta ei väännä virtaa takaisin!
 - Täytyy liittää skripti LID-tapahtumaan, joka vääntää BIOS:in DPMS-tilan pois päältä



Muita ACPI-kikkoja

- LCD-monitorin kirkkaus ja VGA-signaali
 - */proc/acpi/video*
 - Kaikissa uusissa läppäreissä on dual head näytönohjain
 - Eli ulkoisen VGA-signaalin säätö tapahtuu X:ää konfiguroimalla
 - Pikanäppäimet kirkkauden säätöön voivat toimia acpi-event härvelin kautta
- Virtalähteen, akkujen ja virrankulutuksen monitorointi
 - */proc/acpi/battery* ja */proc/acpi/ac_adapter*
- Lämpötilan ja flektien monitorointi
 - */proc/acpi/thermal_zone* ja */proc/acpi/fan*
- Joissain läppäreissä integroidun CD/DVD-aseman virran voi kytkeä päältä



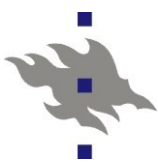
Kovalevyn pysäytys

■ Levyn pysäyttäminen?

- Taustalla pyörii daemoneja, jotka availevat tiedostoja
- Tiedoston avaus aiheuttaa myös kirjoitusoperaation
 - Inoden `atime`
 - Läppärissä syytä mountata tiedostojärjestelmät `-o noatime` vivulla
- `hdparm -S10` – levy pinnan pysäyttäminen IDE-levyillä
- Ja tämähän yleensä riittää..

■ Laptop-mode

- Kirjoitetaan data levyille kun levyllä muutenkin olisi aktiviteettia
- Likaisten puskurien timeout isommaksi



Muut laitteet

- Teoriassa USB- ja PCI-laitteet saa säädettyä virransäästötilaan käsin yksitellen
 - `/sys/bus/foo/bar/power/state`
- `iwconfig eth1 power off`
 - WLAN-lähettimeistä virta pois
- Joillain valmistajakohtaisilla ACPI-virityksillä voi saada virran pois IDE CD/DVD laitteesta
- PCCARD-laitteilla `/sbin/cardctl suspend`
- ALSA-ajurin äänikorteilla `/sbin/alsactl power d3`



Distrojen tuki?

- Kuulemma jotkin distrot osaavat ottaa cpufreq-modulin käyttöön
- ACPI-eventeillä tyypillisesti saa pakasta vedetyssä asennuksessa ajettua */sbin/poweroff* -komennon
 - Loput voi konfiguroida käsin
- FC5 ilmeisesti osaa vakiona software suspendin?
- Laptop-mode paketti saattaa löytyä valmiina