Unix-käyttöjärjestelmien tietoturva ja OpenBSD

Arto Jonsson

Marraskuu 2012

Kalvot

http://iki.fi/artoj

Luentojen sisältö

1. Kolme poimintaa tietoturvasta
2. Tietoturva yleisesti
3. OpenBSD
4. Ohjelmointirajapintojen väärinkäyttö
5. Etuoikeuksien peruuttaminen ja erottaminen

Kolme poimintaa tietoturvasta: Medtronic

- McAfeen tutkijat löysivät Medtronic-yhtiön insuliinipumpuista haavoittuvuudeen, jonka avulla hyökkääjän on mahdollista hallita laitetta
- Hyökkäys voidaan tehdä etänä useiden kymmenien metrien päästä
- http://www.reuters.com/article/2011/10/26/us-medtronic-idUSTRE79P52620111026

Kolme poimintaa tietoturvasta: Ammattirikolliset

- Haittaohjelmien kehittäminen ja palvelunestohyökkäysien tekeminen on nykyään bisnestä, jota harjoittavat ammattirikolliset.
- Esimerkkejä artikkelista: palvelunestohyökkäys päiväksi 30-70 dollaria, miljoonan roskapostin lähetys 10 dollaria
- http://arstechnica.com/tech-policy/2012/11/the-russian-underground-economy-has-democratized-cybercrime/

Kolme poimintaa tietoturvasta: Stuxnet

- Stuxnet on erittäin monimutkainen haittaohjelma, joka löydettiin vuonna 2010 Iranista.
- Stuxnet hyökkää Siemensin tuotanto-ohjelmistoja ja laitteistoja vastaan.
- Stuxnet käyttää hyväkseen useita käyttöjärjestelmässä olevia tietoturva-aukkoja. Lisäksi osa sen ohjelmakoodista on allekirjoitettu varastetulla sertifikaatilla.
- http://arstechnica.com/security/2012/06/why-antivirus-companies-like-mine-failed-to-catch-flame-and-stuxnet/

Tietoturva yleisesti

- Ohjelmistoja ja käyttöjärjestelmiä on kaikkialla: matkapuhelimet, televisiot, autot, pelikonsolit, sydäntahdistimet, ...
- Ohjelmistot ovat huomattavasti monimutkaisempia kuin ennen (esim. web-selaimet)
- Tulevaisuudessa tulemme olemaan vielä riippuvaisempia ohjelmistoista ja käyttöjärjestelmistä

Tietoturvan kolme päätehtävää

1. Luottamuksellisuus (engl. *confidentiality*)
2. Eheys (engl. *integrity*)
3. Saatavuus (engl. *availability*)

Tietoturva vs. helppokäyttöisyys

- Tietoturva ja helppokäyttöisyys ovat jatkuvasssa tasapainossa
- Ei riitä, että tietoturvaominaisuudet ovat käytössä niiden on oltava myös helppokäyttöisiä (“Haluatko varmasti jatkaa?”-ponnahdusikkunat)
- Tietojärjestelmän on oltava oletuksena turvallinen (engl. *secure by default*)

Haavoittuvuustilastoja

- 2001: 1677
- 2005: 4931
- 2009: 5732
- 2012: 4964

Lähteet: http://cve.mitre.org/ ja
http://web.nvd.nist.gov/view/vuln/statistics

OpenBSD

- 4.4BSD:hen perustuva vapaan lähdekoodin Unixin kaltainen käyttöjärjestelmä
- Yksinkertaisuus, standardointi (ANSI, POSIX) ja siirrettävyys (eri laitteistoille)
- Ensimmäinen julkaisu lokakuussa 1996
- Nykyään noin 100 enemmän ja vähemmän aktiivista kehittäjää

OpenBSD

- Osa OpenBSD:n ohjelmista julkaistaan erillisversioina muille käyttöjärjestelmille
- OpenSSH: etäkirjautumisohjelmisto
- OpenNTPD: kellonajan synkronointi
- Packet Filter (PF) palomuuriohjelmisto

OpenBSD

- Julkaisut vuosittain marraskuussa ja toukokuussa
- Uusin versio: 5.2 (marraskuu 2012)
- http://www.openbsd.org/

Ohjelmointirajapintojen väärinkäyttö

- Tietoturvahaavoittovuudet ovat usein yleisiä ohjelmointivirheitä
- Yleiset ohjelmointivirheet ovat taas ohjelmointirajapintojen väärinkäyttöjä
- Puutteellinen ohjeistus, huonot esimerkit, tietämättömyys, huolimattomuus...

C-ohjelmointikieli

- Dennis Ritchien 1970-luvun alussa kehittämä ohjelmointikieli
- Soveltuu erityisesti järjestelmäohjelmointiin matalan tason primitiiviensä vuoksi
- Lähes poikkeuksetta kaikki käyttöjärjestelmät on kehitetty C:llä
- C on standardoitu ohjelmointikieli (viimeisin vuodelta 2011), mutta standardi jättää asioita implementaation määriteltäviksi tai ei määrittele joitain ollenkaan.

Yksinkertainen C-esimerkki

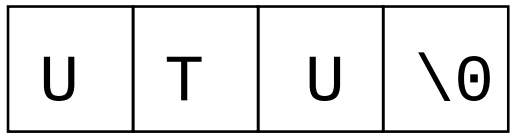
```
#include <stdio.h>
int main(void)
{
    int     c, chars, tabs, bl, nl;
    chars = tabs = bl = nl = 0;

    while ((c = getchar()) != EOF) {
        chars++;
        if (c == '\t')
            tabs++;
        else if (c == ' ')
            bl++;
        else if (c == '\n')
            nl++;
    }
    printf("%d %d %d %d\n", chars, tabs, bl, nl);
}
```

Merkkijonot C-kielessä

- C-kielessä ei ole merkkijonotyyppiä vaan merkkijono esitetään taulukkona merkkejä, joka päättyy arvoon NULL
- Esimerkiksi merkkijonon pituus lasketaan kasvattamalla indeksinumeroa, kunnes käsiteltävä merkki on NULL

Esimerkki merkkijonosta “UTU”:



Merkkijonot C-kielessä

- Toisin kuin esim. Javassa C:ssä ei ole ennakkotarkastuksia taulukon (merkkijonon) indeksien oikeellisuudesta
- Indeksointiin liittyvät ongelmat yleisiä C-ohjelmien haavoittuvuuksissa
- Merkkijonojen käsittelyssä useita ongelmallisia rajapintoja mm. `strcat`, `strcpy`, `sprintf` ja `gets`

gets-funktio

```
#include <stdio.h>
int main(void)
{
    char buf[128];

    if (gets(buf) != NULL)
        printf("%s\n", buf);

    return 0;
}
```

OpenBSD:n C-kääntäjä varoittaa mm. gets-funktion käytöstä (mutta ei estä sitä).

Ohjelmointirajapintojen väärinkäyttö ja OpenBSD

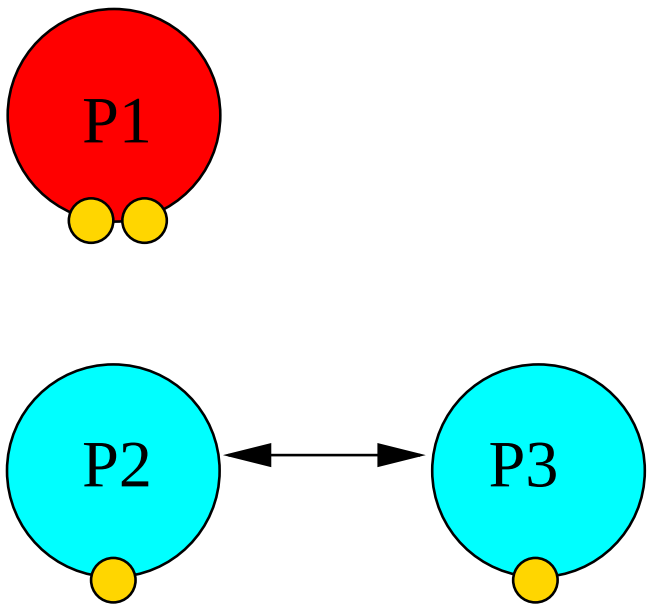
- Koodikatselmointi
- Kouluttaminen (http://www.openbsd.org/papers/)
- Uusien rajapintojen luonti (`strlcat`, `strlcpy`)
- Ohjeistus rajapintojen oikeasta käytöstä

Pienimmän oikeuden periaate

"Järjestelmän moduulilla tulee olla vain ne oikeudet, joilla se pystyy suoriutumaan sille määrätystä tehtävästä."

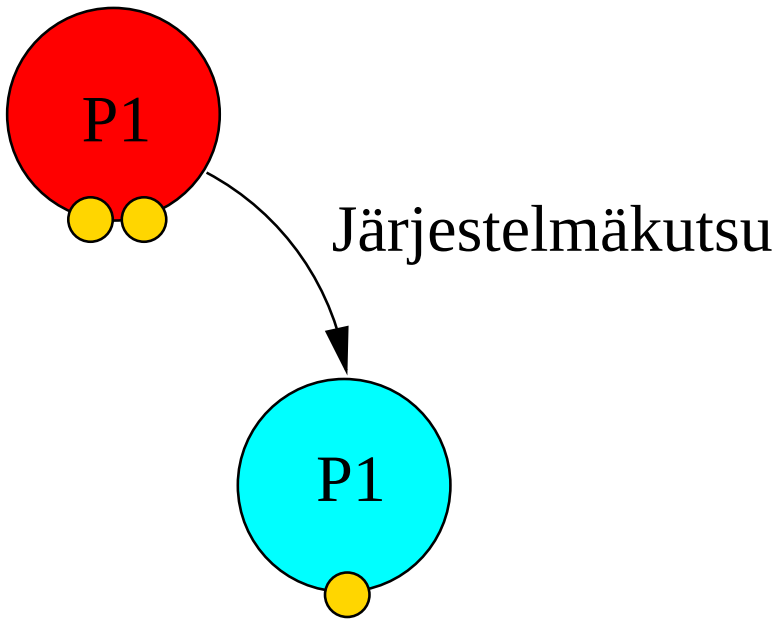
Oikeuksien erottaminen (privilege separation)

- Tarvittavat oikeudet jaetaan erillisiksi oikeuksia käyttäviksi prosesseiksi
- Prosessit kommunikoivat keskenään tarvittaessa



Oikeuksien peruuttaminen (privilege revocation)

- Prosessi luopuu oikeuksistaan kutsumalla järjestelmäkutsua



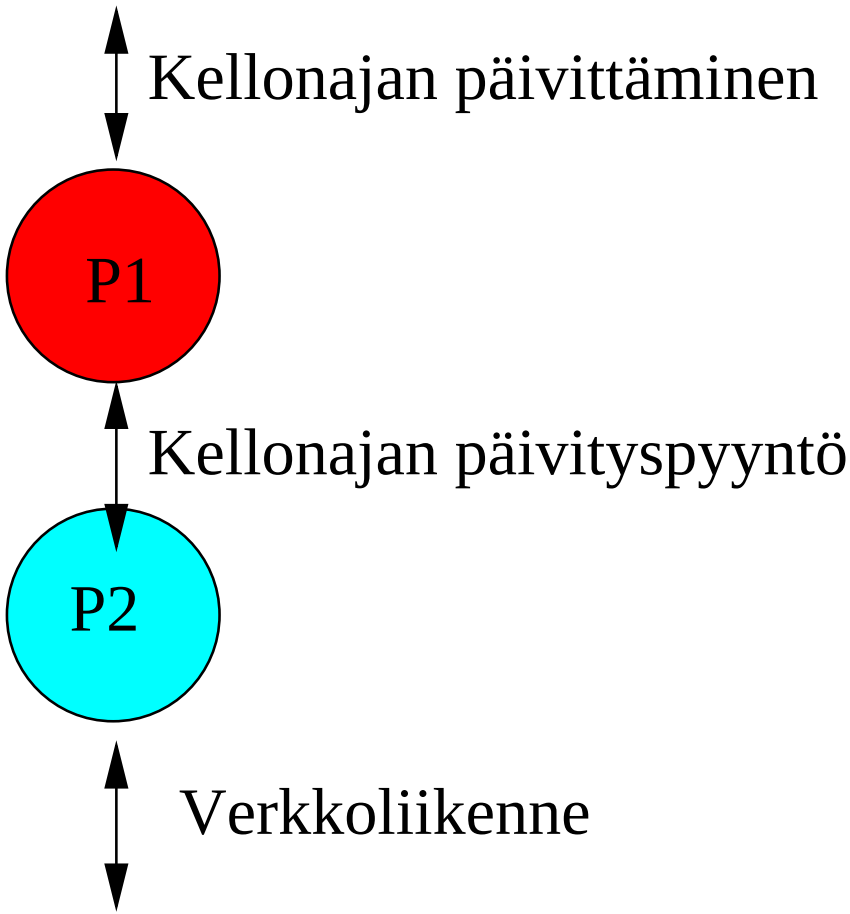
Esimerkki: openntpd

- NTP (network time protocol) on prototolla, jota käytetään synkronoimaan paikallinen kellonaika NTP serverin kellonaikaan (RFC 1305)
- openntpd on OpenBSD:n NTP toteutus
- Toteuttaa oikeuksien peruuttamisen ja erottamisen

openntpd:n rakenne

- openntpd:n toiminta on jaettu pääasiallisesti kahteen prosessiin
- Oikeuksia pitävä prosessi kutsuu järjestelmäkutsuja, joilla kelloa päivitetään
- Oikeudet peruuttava prosessi ylläpitää listaa NTP-servereistä ja käsittelee serverien lähettämät paketit

openttpd:n rakenne



openntpd:n toiminta

1. Käynnistyessään openntpd:llä on pääkäyttäjän oikeudet (vaatimus).
2. Käynnistyvä prosessi luo uuden prosessin, joka vaihtaa juurihakemiston /var/empty-hakemistoon ja peruuttaa omat oikeutensa
3. Prosessien välille luodaan viestiyhteys
4. Pääkäyttäjän oikeuksilla toimiva prosessi jää odottamaan palvelupyyntöjä oikeuksien peruuttaneelta prosessilta
5. Oikeudet peruuttanut prosessi aloittaa keskustelun NTP-serverien kanssa ja tekee palvelupyynnön toiselle prosessille, kun kellonaikaa pitää päivittää.

Lähteet

1. McGraw, G., *Software Security: Building Security In*, 2006
2. Brauer, H., Dehmlow, S., *Puffy At Work - getting code right and secure, The OpenBSD way*, http://bulabula.org/papers/2010/bsdcan/, haettu 2012-11-24
3. Herrb, M., *Security measures in OpenBSD*, http://homepages.laas.fr/matthieu/talks/openbsd-h2k9.pdf, haettu 2012-11-24
4. OpenBSD:n manuaalisivut, http://www.openbsd.org/cgi-bin/man.cgi