LUENTO 21

Tietoturva

Ch 16 [Stal 05]

1

Suojaus (security)

- Salakirjoitus — App 16A [Stal 05]
- Uhat — Ch 16 [Stal 05]
  - turvallisuusuhat
  - pahantahtoiset ohjelmat
  - tunkeutujat
- Suojaus
  - suojausympäristöt
  - virustorjunta
  - luotettu järjestelmä

2

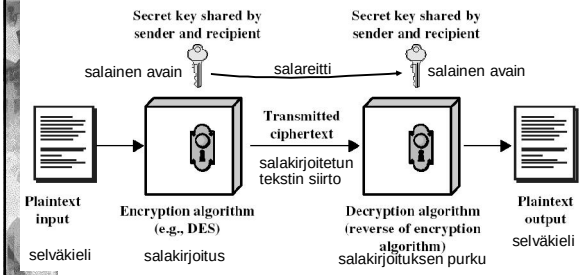
Salakirjoitus

Appendix 16A [Stal 05]

3

Perinteinen, symmetrinen salaus

Sama avain molemmilla!



(Fig 16.14 [Stal 05])

4

DES: Data Encryption Standard

- Symmetrinen: sama avain molemmissa
  - perustuu Lucifer algoritmiin (Horst Feistel, IBM), 1977
- Avain 56 bittiä (plus 8 pariteettibittiä)
  - salaus 64 bitin lohkoissa
- Iteroi lohkolle 16 kertaa bittioperaatioita
  - eri kierroksella alkuperäisen avaimen eri 48 bittiä avaimena
  - kierrosten välillä
    - sekoita bittien järjestystä ja korvaa bittikuvioita toisilla
- Pystytty murtamaan erikoislaitteistolla
  - brute-force, muutama tunti
- Triple DEA
  - käyttää kolmea DES-avainta (168b + 24 pariteettibittiä)
  - kolme peräkkäistä DES'iä (encrypt-decrypt-encrypt)

5

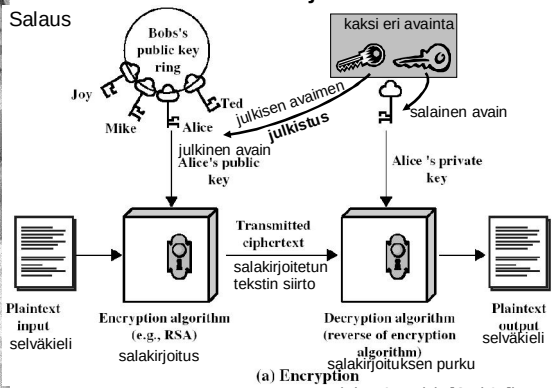
AES – Advanced Encryption Standard

- DES seuraaja, Rijndael lohkosalaaja
  - Joan Daemen & Vincent Rijmen (Belgia), 2000
- eri kokoisia avaimia: 128b, 192b, 256b
- lohkon koko 128b
- eri moodeja
  - nopeampi vai suojatumpi?
- piirteitä
  - "alkuluku" polynomit (irreducible polynomials)
  - polynomien kertolasku
  - alkuperäistä avainta laajennetaan ja siitä johdetaan dynaamisesti vaihtuvat avaintilat, joista johdetaan kussakin vaiheessa käytettävä avain

6

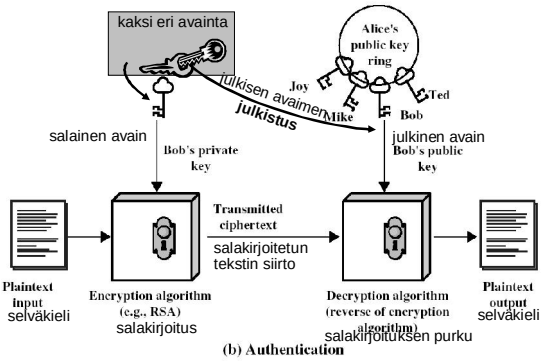
Julkisen avaimen salakirjoitusmenetelmä

Salaus



(Fig 16.15 (a) [Stal 05])

Tunnistus julkisen avaimen menetelmällä



(Fig 16.15 (b) [Stal 05])

Julkisen avaimen salakirjoitus

- Perustuu matemaattisiin funktioihin, ei bittitason operaatioihin
  - Diffie Hellman 1976
  - moduloaritmetiikka, laskennallisesti erittäin vaikeaa ilman avaimia
  - perustuu hyvin pitkiin (300 numeroa?) alkulukuihin ja aikaa vievään polynomiaaliseen (*siis ei NP-täydelliseen*) tekijöihinjako-ongelmaan
- Asymmetrinen: kaksi avainta
  - julkinen publ: kryptaa tällä
  - salainen secr: pura tällä plain = Decrypt_{secr} (Crypt_{publ} (plain))
- Voi tehdä myös toisin päin
  - salainen secr: kryptaa tällä
  - julkinen publ: pura tällä plain = Decrypt_{publ} (Crypt_{secr} (plain))
- RSA-algoritmi
  - Rivest, Shamir, Adleman 1977 Lisää tietoja Tietoturvakurssilla
  - samoja avainpareja voi käyttää kummin päin vain!
  - käytetään nyt melkein kaikkialla avainten jakeluun

Turvallisuusuhat

Turvallisuustarpeet

Fig 16.1 [Stal 05]

- Suojattu pääsy tietoon protection
  - kellä pääsy mihin tietoon muistissa
- Kontrolloitu järjestelmän käyttö user authentication
  - kuka käyttää järjestelmää eli käyttäjän tunnistus
- Suojattu tiedonsiirto järjestelmien välillä
  - verkkoyhteyksien suojaus network security
- Suojattu tiedostojen käyttö file security
  - kellä pääsy mihin tietoon tiedostojärjestelmässä

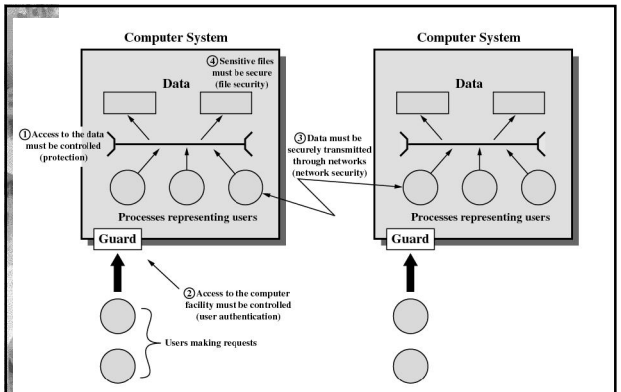


Figure 16.1 Scope of System Security [MAEK87]

Turvallisuusvaatimuksia

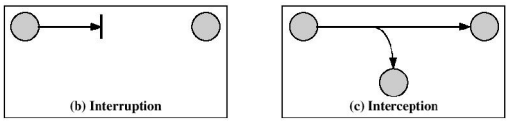
- Luottamuksellisuus (confidentiality, secrecy)
  - tietoa saa lukea vain ne, joilla siihen lupa
  - ei välttämättä tietoa edes tiedon olemassaolosta
- Eheys, koskemattomuus (integrity)
  - tietoa saa tuottaa/muuttaa vain ne, joilla siihen lupa
- Käytettävyys / Saatavuus (availability)
  - tieto oltava saatavilla käyttötarkoituksen mukaisesti
- Oikeaksi todentaminen (authenticity)
  - tiedon käyttäjä pystyttävä todentamaan siksi, joka väittää olevansa
    - kuka on? mitä tietää? mitä omistaa?

13

Uhkia

DoS – denial of service

- Häirintä, pysäyttäminen, "ilkivalta" (interruption)
  - tiedon tuhoaminen tai saatavuuden estäminen
  - esim. kovalevy tuhottu, tietoliikennelinja katkaistu, tiedostojärjestelmä kytketty toiminnasta



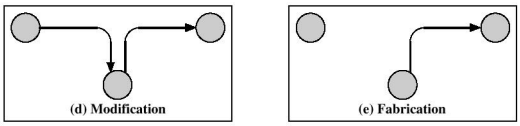
(Fig 16.2 [Stal 05])

- Sieppaus (interception)
  - luottamuksellisen liikenteen salakuuntelu
  - kopiointi

14

Uhkia

- Muuntelu, "peukalointi" (modification)
  - tiedon korvaaminen muutetulla tiedolla
  - esim. ohjelman toimintaa / datatiedostoa muutettu, sanomien väärentäminen



- Valmistus, "satuilu" (fabrication)

(Fig 16.2 [Stal 05])

  - järjestelmän tietojen muuttaminen, jotta saadaan haluttu (luvaton) toiminta
  - esim. tekaistut tietueet, tunnukset, sanomat

15

Suojattavaa ja uhkia

Tbl 16.1 [Stal 05]

- Laitteisto
  - haavoittuvin osa tietokonejärjestelmää
    - saatavuus, luottamuksellisuus, eheys, oikeaksi todentaminen
  - vaikea käyttää automaattisia turvajärjestelyjä
    - lukitut konehuoneet, piilotetut kaapelistot
    - pääsynvalvonta
- Ohjelmisto
  - haavoitettavana saatavuus: tuhottu, muutettu
  - tietoturva ylläpitohenkilökunnan vastuulla
  - osa automatisoitavissa
    - varmuuskopiot
    - tarkistussummat

16

Suojattavaa ja uhkia

Tbl 16.1 [Stal 05]

- Data
  - haavoitettavana
    - saatavuus
    - luottamuksellisuus
    - eheys
  - ylläpito käyttäjien vastuulla
    - oltava käyttöoikeuksia
  - tärkeä tieto voi olla analysoitavissa muita tietoja yhdistelemällä, vaikkei itse tietoon pääse suoraan käsiksi

17

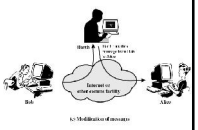
Passiiviset hyökkäykset (kuuntelu, nuuskinta)

Fig 16.3 [Stal 05]

- Luottamuksellisuus rikkoontuu, eheys ei rikkoudu
- Tietoliikenneyhteydet, -verkko
  - salakuuntelu, tarkkailu, vuotaminen julkisuuteen (release of contents)
  - puhelut, sähköposti, tiedostojensiirto
  - salaus, salakirjoitus
    - silti analysoitavissa (traffic analysis)

18

Aktiiviset hyökkäykset



- Tiedon eheys rikkoontuu
- Tietoliikenneyhteydet, -verkko
  - lähettäjä teeskentelee olevansa joku muu (masquerade)
  - virheellinen toisto (replay)
  - viivyttäminen, muuttaminen, uudelleenjärjestely (modification of msg contents)
  - käytön esto (DoS = denial of service)
    - ylikuormitus, yhteyksien sabotointi
    - yritetään havaita ja toipua nopeasti

Fig 16.4 (a) [Stal 05]

Fig 16.4 (b) [Stal 05]

Fig 16.4 (c) [Stal 05]

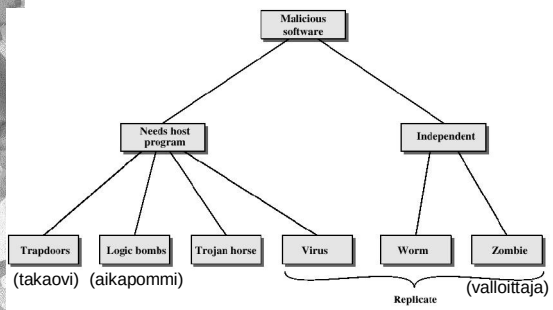
Fig 16.4 (d) [Stal 05]

19

Haittaohjelmat (Malicious software)

20

Luokittelua



(Fig 16.8 [Stal 05])

21

Takaovi (salaovi, trap door)

- Ohjelmoijan / testaajan oikopolku sopivaan kohtaan koodia
  - ko. haaraan pääsee ei-julkisella näppäilyllä
  - välttää kaikenmaailman hidastavat alustukset ja salasanat
  - esim. takaa eteenpäin pääsyn, vaikka testaus muuten jumittaisi
    - laillinen käyttö, joka "unohtunut" koodiin

Fig 9-10 [Tane 01]

- Mukamas "tietoturvapäivitys", mutta sisältääkin heikennystä / takaoven lisäämisen...
  - päivitys vain luotettavalta taholta

22

```
while (TRUE) {                          while (TRUE) {
      printf("login: ");                        printf("login: ");
      get_string(name);                         get_string(name);
      disable_echoing( );                       disable_echoing( );
      printf("password: ");                     printf("password: ");
      get_string(password);                     get_string(password);
      enable_echoing( );                        enable_echoing( );
      v = check_validity(name, password);       v = check_validity(name, password);
      if (v) break;                             if (v || strcmp(name, "zzzzz") == 0) break;
}                                       }
execute_shell(name);                    execute_shell(name);
```

(a) (b)

Fig. 9-10. (a) Normal code. (b) Code with a trap door inserted. [Tane 01]

Fig. 9-9. (a) Correct login screen. (b) Phony login screen.

23

Looginen pommi (aikapommi, logic bomb)

- Ohjelmassa koodinpätkä, joka suoritetaan, kun tietyt ehdot täyttyvät
  - joku tiedosto olemassa / puuttuu
  - tietty viikonpäivä
  - tietty käyttäjä
  - tietylle käyttäjälle ei maksettu palkkaa 2 kk:een
- Kiristys ... vai "konsulttipalkkio"
  - poista pommi
  - laita uusi, parempi tilalle?

24

Troijan hevonen

- Hyödyllinen (tai siltä näyttävä) ohjelma, joka ajettaessa tekee muutakin kuin leipätyötään
  - hävittää tiedostoja
  - antaa muille oikeuksia
- Houkuttele laillinen käyttäjä ajamaan ohjelmaa
  - hänen oikeuksillaan pahanteko onnistuu
    - anna käyttäjälle Pahis tai käyttäjän Pahis ohjelmalle P super-user oikeudet
- Ei näy välttämättä lähdekoodissa
  - kääntäjää, kirjastoa peukaloitu?
  - muutos vain binäärissä?

Fig 9-9 [Tane 01]

25

Puskurin ylivuoto (buffer overflow)

- Koodissa vakiopituinen taulukko
- Indeksiä tai merkkijonon pituutta ei tarkisteta
- Talletus muuttaa tietoa muualla
  - esim. aliohjelmasta paluuosoite

Fig 9-11 [Tane 01]

- Perinteinen hyökkäysreitti
- Huonosti tehty ohjelma

26

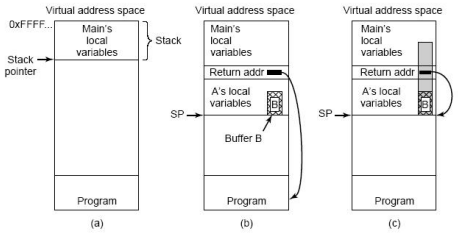


Fig. 9-11. (a) Situation when the main program is running. (b) After the procedure *A* has been called. (c) Buffer overflow shown in gray.

[Tane 01]

27

Virus

- Upotettu ”kohdetiedostoon” (Troijan hevonen)
  - peli, työkalu, kuva, artikkeli
  - dropper – viruksen upotustyökalu
  - kohdekäyttäjä kopioi sen itselleen
- Odottaa, kunnes kohdetiedosto aktivoidaan
  - käynnistyy aina tai joskus (looginen pommi)
- Saastuta kone pysyvämmin
  - upota virus muihin tiedostoihin
- Suorita payload
  - harmiton viesti
  - tuhoisa toiminta (esim. tuhoa BIOS)

28

Viruksen elinkaari

- Lepovaihe (dormant)
  - se vaan olla möllöttää
  - katselee almanakkaa, tarkkailee levyn täyttöastetta...
- Lisääntymisvaihe (propagation)
  - kloonautuu muihin ohjelmiin ja tietyille levyalueille
- Laukaisuvaihe (triggering)
  - herkistyy toimimaan
  - almanakka oikealla sivulla, kopioitunut riittävän monta kertaa, tms.
- Suoritusvaihe (execution)
  - tekee ilkeämieliset temppunsa

29

Mato

- Käyttää verkkoa levitäkseen koneesta toiseen
  - leviää itsestään ilman käyttäjän myötävaikutusta
  - harmiton, tuhoisa tai tuottava payload
- Sähköposti
  - mato postittaa itseään osoitelistasta löytyville
  - mato postittaa harkittua roskapostia osoitelistasta löytyville
    - roskapostiin reagoidaan → madon tekijä saa rahaa
- Etäkomentojen suorittaminen
  - mato suorituttaa itsensä löytämissään etäkoneissa
- Etäistuntojen hyödyntäminen
  - mato ottaa istunnon etäkoneeseen ja käyttää normaaleja komentoja leviämiseen
- Viisas mato ei leviä jo madolliseen koneeseen
- Viisas mato piiloutuu normaalinnäköiseksi (nimiseksi) prosessiksi

30

Zombie valloittaa koneen

- Asettuu uhriksi valittuihin koneisiin ja laukaisee sieltä käsin 'ikävät' toiminnot
- Ei laukea polun alkupään koneissa
  - syntypaikan jäljittäminen vaikeaa
- Kun laukeaa, monistuu eksponentiaalisesti
  - valloittaa CPU-kapasiteetin
  - täyttää muistin
  - täyttää levytilan
- Distributed DoS – Distributed Denial of Service
  - zombiet pommittavat uhria esim. SYN-sanomilla
    - kolmivaiheinen kättely pulmallinen
  - saturoi web-palvelimen tuhansilta koneilta

31

Virustyyppejä

- Loinen (parasitic)
  - kun saastunut ohjelma ajetaan, tutkii levyn ja tarttuu muihin ohjelmiin
- Muistiresidentti
  - hengailee keskusmuistissa muistiresidentin ohjelman osana
    - ei löydy levyskannauksella
  - tarttuu kaikkiin suoritettaviin ohjelmiin
- Käynnistyslohkovirus (boot sector)
  - tarttuu järjestelmän käynnistyslohkoon
  - pääsee muistiin heti, kun järjestelmä käynnistetään

32

Virustyyppejä

- Stealth, "salamyhkäinen"
  - yrittää piiloutua virustorjuntaohjelmilta
    - saastunut ohjelman ei näytä muuttuneen
    - sieppaa esim. levypyynnön ja näyttää epäilijälle alkuperäisen tiedoston

Fig 9-17 [Tane 01]

- Polymorfinen
  - yrittää piiloutua virustorjuntaohjelmilta
    - muuttaa itseään jokaisella käynnistyskerralla
    - salakirjoittaa / purkaa itseään eri avaimin
  - muuttunut virus toiminnaltaan aiemman kaltainen, mutta bittikuviot (sormenjäljet) erilaisia

sober.f

  - mutation engine

33

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
MOV A,R1	MOV A,R1	MOV A,R1	MOV A,R1	MOV A,R1
ADD B,R1	NOP	ADD #0,R1	OR R1,R1	TST R1
ADD C,R1	ADD B,R1	ADD B,R1	ADD B,R1	ADD C,R1
SUB #4,R1	NOP	OR R1,R1	MOV R1,R5	MOV R1,R5
MOV R1,X	ADD C,R1	ADD C,R1	ADD C,R1	ADD B,R1
	NOP	SHL #0,R1	SHL R1,0	CMP R2,R5
	SUB #4,R1	SUB #4,R1	SUB #4,R1	SUB #4,R1
	NOP	JMP .+1	ADD R5,R5	JMP .+1
	MOV R1,X	MOV R1,X	MOV R1,X	MOV R1,X
			MOV R5,Y	MOV R5,Y

Fig. 9-17. Examples of a polymorphic virus.

[Tane 01]

34

Virustyyppejä

LoveLetter

- Makrovirukset
  - MS-Word ja MS-Excel suorittavat makrokomentoja käynnistyessään (oletus)
    - automaattisen toiminnon voi kääntää pois
  - sotkevat / hävittävät dokumentteja
  - kopioituvat dokumentteihin
  - leviää helposti lähettämällä asiakirja sähköpostitse
    - "*I love you*" viidessä tunnissa maailman ympäri
    - ["*Slammer*" mato löysi lähes kaikki haavoittuvat koneet maailmalla 10 minuutissa (25.1.2003)]
  - vuosi 2001 ennätyksellisen vilkas virusvuosi
    - n. 100 tartuntaa 1000 tietokonetta kohden

F-Secure 2005

F-Secure 2005: "*Vuoden toisella puoliskolla virusten määrän kasvu jatkui hälyttävällä tahdilla. Määrä nousi vuoden loppuun mennessä ennennäkemättömälle tasolle, 110.000 viruksesta 150.000 virukseen.*"

35

Tunkeutujat

36

Tunkeutujat (intruders)

- Kasvava ongelma
  - vieraan tunnuksen käyttö — masquerader
  - oman tunnuksen väärinkäyttö — misfeasor
  - salattu käyttö — clandestine user
    - hommaa root-oikeudet, piilota jäljet
- Asiakas/palvelija ympäristö
  - ei enää keskuskoneympäristössä
  - verkon kautta tulevat yhteydenotot
- Krakkerit saavat oppia ja välineitä muilta
  - se verkko...

37

Miten sisään yritetään?

- Arvaa / kokeile salasanoja
  - standarditunnuksia + oletussalasana / ei salasanaa
  - järjestelmällisesti lyhyitä salasanoja
  - käytä apuna järjestelmän sanastoa tai jotain muuta valmista "top100"-listaa
  - käytä käyttäjään liittyviä tietoja
    - puh., nimet, seinällä olevat sanat, ...
- Käytä Troijan hevosta
  - hyötyohjelma, joka myös kokoaa käyttäjätietoa
- Salakuuntele verkkoa
  - tunnus/salasana voi olla selväkielisenä

38

Identiteetin kalastelu (phishing)

- Identiteettivarkaus
- Huijaus
  - ei virus, ei mato
  - käyttäjää höynäytetään antamaan omat tiedot huijarille
- Uskottava väärennetty sähköposti
  - sisältää linkin väärennetylle kotisivulle
  - käyttäjä validoi itsensä ja "päivittää" tietonsa
  - validointitietojen avulla hyökkääjällä käyttäjän identiteettitiedot, tunnukset, salasanat, jne

Phishing filter – Tietokalasteluntorjuntasuodatin (Microsoft IE:n termistöä)

39

Virustorjunta

40

Virustorjunta

- Havaitse - tunnista
  - virustorjuntaohjelmalla
  - vertaile ohjelmien pituuksia ja tarkistussummia
  - etsi viruksen sormenjäljet
  - muistiresidentti virusskanneri huomaa, kun virus yrittää tehdä työtänsä
- Hävitä
  - käynnistä järjestelmä puhtaalta kirjoitussuojatulta levykkeeltä / CD:ltä (vältä käynnistyslohkovirukset)
  - aja virustorjuntaohjelma
    - ajantasainen virustietokanta – ikä max 2 tuntia?
  - joskus ohjelmia asennettava uudestaan

41

Generic Decryption Scanner

- Polymorfisten virusten etsintään
- Tutki ohjelma ensin GD-skannerilla
  - CPU-emulaattori
  - viruksien "sormenjälkien" tunnistin
  - ohjausmoduuli
- Emulaattori tulkitsee ohjelmaa käsky kerrallaan
- *"Sormenjälkitunnistus"* selaa koodin aika-ajoin
  - jos virus löytyy, ei koodia päästetä todelliseen suoritukseen
- Ongelma:
  - kauanko ajettava, ennen kuin virus purettu?
  - ei saa hidastaa tarpeettomasti ohjelmien käynnistystä

42

Digital Immune System (IBM)

Fig 16.9 [Stal 05]

- Kussakin koneessa 'viritelty' virustorjunta
  - tunnetut: normaali virustorjunta
  - uudet: etsi epäilyttäviä piirteitä (heuristiikka)
- Lähetä epäilyttävät ohjelmat tarkemmin tutkittavaksi immuuniin koneeseen
  - emulointi, monitorointi
  - jos virus, kirjaa sormenjäljet, kehitä lääkkeet
- Tunnisteet ja lääkkeet automaattisesti muille koneille
  - nopeammin kuin virus itse leviäisi

43

Digital Immune System

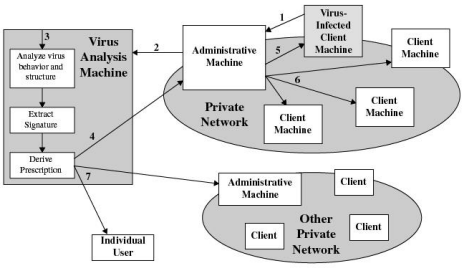


Figure 16.9 Digital Immune System

44