Számítógépes Hálózatok 2012

12. Biztonság

Fenyegetés, támadás

- Definíció:
  - Egy számítógéphálózat fenyegetése minden olyan lehetséges esemény vagy akciók sorozata, amely biztonsági célok megsértéséhez vezethet
  - A támadás a fenyegetés realizálása
- Példa:
  - Egy hacker betör egy zárt hálózatba
  - Az átfutó email-ek nyilvánosságra hozása
  - Idegen hozzáférés egy online bankszámlához
  - Egy hacker egy rendszer összeomlását okozza
  - Valaki autorizálatlanul tevékenykedik valaki más nevében (Identity Theft)

Biztonsági célok

- Bizalmaság (confidentiality):
  - Csak egy előre meghatározott publikum tudja írni vagy olvasni az átvitt vagy tárolt adatokat
  - A résztvevők azonosságának a bizalmassága: Anonimitás
- Adatintegritás (data integrity)
  - Adatok megváltoztatása kideríthető legyen
  - Az adatok szerzője felismerhető legyen
- Felelős hozzárendelhetősége (accountability)
  - Minden kommunikációs eseményhez hozzárendelhető legyen annak okozója
- Rendelkezésre állás (availability)
  - A szolgáltatások elérhetők legyenek és helyesen működjenek
- Kontrollált hozzáférés (controlled access)
  - A szolgáltatásokat és az információkat csak autorizált felhasználók érjék el

Támadások technikai definíciója

- Álarc (masquerade)
  - Valaki másnak adja ki magát
- Lehallgatás (eavesdroping)
  - Valaki olyan információt olvas, amit nem neki szántak
- Hozzáférési jog megsértése (Authorization Violation)
  - Valaki olyan szolgáltatást vagy erőforrást használ, ami nem neki szánt
- (Átvitt) Információ elvesztése vagy megváltoztatása
  - Az adatokat megváltoztatják vagy megsemmisítik
- Kommunikáció letagadása (denial of commmunication acts, repudiation)
  - Valaki (hamisan) letagadja a részvételét a kommunikációban
- Információ hamisítás (forgery of information)
  - Valaki más nevében állít elő (változtat) üzeneteket
- Sabotage
  - Minden olyan akció, amely a szolgáltatások vagy a rendszer helyes működését vagy rendelkezésre állását csökkenti

Fenyegetések és biztonsági célok

biztonsági cél	fenyegetés						
	álarc	lehallgatás	hozzáférési jog megsértése	információ elvesztése vagy megváltoztatása	kommunikáció letagadása	információ hamisítás	sabotage (pl. túlterhelés)
bizalmasság	x	x	x				
adatintegritás	x		x	x		x	
felelős hozzárendelhetőség	x		x		x	x	
rendelkezésre állás	x		x	x			x
kontrollált hozzáférés	x		x			x	

A kommunikációs biztonság terminológiája

- Biztonsági szolgáltatás
  - Egy absztrakt szolgáltatás, amely egy biztonsági tulajdonságot kíván biztosítani
  - Lehet kryptografikus protokollal vagy anélkül realizálni, pl.
    - Adatok titkosítása egy merev lemezen
    - CD a páncélszekrényben
- Kryptografikus algoritmus
  - matematikai transzformáció
  - kryptografikus (titkosító) protokollokban használt
- Kryptografikus protokoll
  - lépések és kicsrélendő üzenetek sora egy biztonsági cél eléréséhez

Biztonsági szolgáltatás

- Authentifikáció
  - Digitális aláírás: az adat bizonyíthatóan a létrehozótól származik
- Integritás
  - Biztosítja, hogy az adat ne legyen észrevétel nélkül megváltoztatható
- Bizalmasság
  - Az adat csak a fogadó által érthető
- Kontrollált hozzáférés
  - Biztosítja, hogy csak az arra jogosultak férjenek hozzá a szolgáltatásokhoz és információkhoz
- Letagadhatatlanság
  - Bizonyítja, hogy az üzenet letagadhatatlanul az előállítójától származik

Kryptológia

- Kryptológia
  - A titkos kommunikáció tudománya
  - A görög kryptós (rejtett) és lógos (szó) szavakból
  - Kryptológia részei:
    - Kryptográfia (gráphein = írás): titkos kommunikáció létrehozásának a tudománya
    - Krypto-analízis (analýein = megoldani, kibogozni): titkosított információ kibogozásának a tudománya

Titkosítási módszerek

- Szimetrikus titkosítási módszerek
  - pl. Caesar kód
  - Enigma
  - DES (Digital Encryption Standard)
  - AES (Advanced Encryption Standard)
- Kryptografikus Hash-függvények
  - SHA-1, SHA-2, MD5
- Aszimetrikus titkosítási módszerek
  - RSA (Rivest, Shamir, Adleman)
  - Diffie-Helman
- Digitális aláírás
  - PGP (Phil Zimmermann), RSA

Szimetrikus titkosítási módszerek

- pl. Caesar kód, DES, AES
- Léteznek f,g függvények, úgy hogy
  - titkosítás:
    - f(kulcs,szöveg) = kód
  - visszakódolás:
    - g(kulcs,kód) = szöveg
- A kulcsnak
  - titokban kell maradni
  - a küldő és a fogadó számára ismertnek kell lenni

Kryptografikus hash-függvények

- pl. SHA-1, SHA-2, MD5

- Egy kryptografikus hash-függvény h egy szöveget képez le egy fix hosszúságú kódra, úgy hogy
  - h(szöveg) = kód
  - és nincs olyan másik szöveg szöveg´, melyre:
    - h(szöveg´) = h(szöveg) és szöveg ≠ szöveg´
- Lehetséges megoldás:
  - Szimetrikus kryptográfikus módszerek felhasználása

Aszimetrikus titkosítási módszerek

- pl. RSA, Ronald Rivest, Adi Shamir, Lenard Adleman, 1977
  - Diffie-Hellman, PGP
- Privát kulcs `privat`
  - titkos, csak az üzenet fogadója ismeri
- Nyilvános kulcs `public`
  - minden résztvevő ismeri
  - egy függvény állítja elő
    - keygen(`privat`) = `public`
- Titkosító függvény f és visszakódoló függvény g
  - mindenki számára ismert
- Titkosítás
  - f(`public`,`text`) = `code`
  - minden résztvevő ki tudja számítani
- Visszakódolás
  - g(`privat`,`code`) = `text`
  - csak a fogadó tudja kiszámítani

Példa: RSA

- Az eljárás a prím-faktor felbontás nehézségére alapul
- 1. példa: 15 = ? * ?
  - 15 = 3 * 5
- 2. példa:

3865818645841127319129567277348359557444790410289933586483552047443
=
12345678901234567890123456789002 09 *
31313131313131313131313131313002 27

- Máig nem ismert hatékony eljárás a prím-faktor felbontásra
  - De két prím szorzata hatékonyan kiszámítható
  - Prím számok hatékonyan meghatározhatók
  - Prím számok gyakoriak

Az RSA-séma

1. Legyen p,q két nagy prím szám (1024-2048 bit)
2. Számítsuk ki n = p q
3. Számítsuk ki $\phi(n) = (p-1)(q-1)$ (Euler ϕ függvény)
4. Legyen e egy szám, $1<e<\phi(n)$, úgy hogy e és $\phi(n)$ relatív prím
5. Legyen d egy szám, melyre $e\,d = 1 \bmod \phi(n)$

- Privát kulcs (n,d)
- Visszakódolás:
  - $\texttt{message} = \texttt{code}^d \bmod n$
- Nyilvános kulcs: (n,e)
- Titkosítás:
  - $\texttt{code} = \texttt{message}^e \bmod n$
- Euler tétele:
  - $\forall$ m egészre, m és n relatív prím: $m^{\phi(n)} = 1 \bmod n$
- Helyesség (ha message és n relatív prím):

$$(\texttt{message}^e \bmod n)^d \bmod n$$
$$= \texttt{message}^{e\,d} \bmod n = \texttt{message}^{e\,d \bmod \phi(n)} \bmod n$$
$$= \texttt{message} \bmod n$$

Az RSA-séma

- RSA-séma helyessége:

$code^d \bmod n$
$= (message^e \bmod n)^d \bmod n$
$= message^{e\,d} \bmod n$

Mivel $ed = 1 \bmod (p-1)(q-1)$ és így
$ed = 1 \bmod (p-1)$ és
$ed = 1 \bmod (q-1)$,
a kis Fermat tétel (változat) alpján
$message^{ed} = message \bmod p$
és
$message^{ed} = message \bmod q$

Ekkor a Kínai maradék tétel miatt
$message^{ed} = message \bmod pq$

- Kis Fermat tétel:
  - $\forall$ p prímre és m egészre: $m^p = m \bmod p$
- Változat:
  - $\forall$ p prímre, m egészre, ha i,j pozitív egészek, i=j mod p-1, akkor $m^i = m^j \bmod p$
- Kínai maradék tétel:
  - $\forall$ $n_1,n_2,...,n_k$ egészre, melyek páronként relatív prímek, és $\forall$ $a_1,a_2,...,a_k$ egészre $\exists$ x egész, melyre $x = a_i \bmod n_i$, i=1,...,k. Továbbá minden ilyen x kongruens moduló $n=n_1n_2...n_k$.

RSA példa

- Két nagy prím szám 7,11
- n=77
- $\phi(n) = (p-1)(q-1) = 60$

- Privát kulcs (n,d):
  - d = 43, amelyre
    - $e * d = 1 \bmod \phi(n)$

- Visszakódolás:
  - $message = code^{43} \bmod 77$

$47^{43} \bmod 77$
$= 47^{1+2+8+32} \bmod 77$
$= 47*47^2*47^8*47^{32} \bmod 77$
$= 47*47^2*((47^2)^2)^2*((((47^2)^2)^2)^2)^2 \bmod 77$
$= ...$
$= 5 = message$

- Nyilvános kulcs (n,e):
  - n = 77 és egy szám e = 7

- Titkosítás:
  - $code = message^7 \bmod 77$
  - message = 5
  - $code = 5^7 \bmod 77 = 47$

Elektronikus aláírás

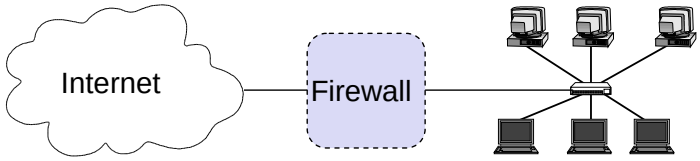
- Más néven digitális szignatúra
  - Az aláírónak van egy (titkos) privát kulcsa
  - A dokumentumot a privát kulcs felhasználásával írja alá
  - és a nyilvános kulccsal verifikálható, hogy az aláírás tőle származik
  - A nyilvános kulcs mindenki számára ismert
- Példa egy aláírás sémára
  - `text`: üzenet
  - Az aláíró
    - kiszámítja `h(text)` értékét egy h kryptografikus hash függvénnyel
    - nyilvánosságra hozza `text` és `signature = g(privat,h(text))` értékét, ahol g az asszimmetrikus visszakódoló függvény
  - Az aláírást ellenőrző
    - kiszámítja `h(text)` értékét
    - és megvizsgálja, hogy `f(public,signature)= h(text)`, ahol `f` az asszimetrikus titkosító függvény

IPsec (RFC 2401)

- Védelem Replay-támadással szemben
- IKE (Internet Key Exchange) Protokoll
  - Megegyezés egy Security Association-ról (SA)
    - Idientifikáció, rögzítése a kulcsoknak, hálózatoknak, az autentifikálás és az IPsec kulcs megújítási időközeinek
  - Egy SA létrehozása gyors üzemmódban (a megalapítása után)
- Encapsulating Security Payload (ESP)
  - IP-fejléc titkosítás nélkül, adatok titkosítva, autentifikálással
- IPsec szállítói módban (direkt kapcsolatokhoz)
  - IPsec-fejléc az IP-fejléc és az adatok között
  - Vizsgálat az IP-Routerekben (azokban IPsec-nek jelen kell lenni)
- IPsec alagút (tunel) módban (ha legalább egy router IPsec nélkül közben van)
  - Az egész IP csomag titkosított és az IPsec-fejléccel együtt egy új IP csomagba pakoljuk
  - Csak a végpontokban kell lenni IPsec-nek.
- IPsec része IPv6
- IPv4-portolás létezik

Internet tűzfalak (firewalls)

- Egy hálózati tűzfal
  - Korlátozza a belépést a hálózatba egy gondosan ellenőrzött pontra
  - Véd, hogy a támadók ne jussanak más védelmi mechanizmusok közelébe
  - Korlátozza a kilépést egy gondosan ellenőrzött pontra
- Általában egy hálózati tűzfal egy olyan pontra van telepítve ahol a védett (al)hálózat egy kevésbé megbízható hálózathoz kapcsolódik
  - Pl.: egy belső „corporate local area network” és az Internet



  - Alpjában, tűzfalak hozzáférés ellenőrzést realizálnak a (al)hálózathoz

Tűzfalak -- tipusok

- Tűzfalak tipusai
  - Host-Firewall
  - Hálózat-Firewall
- Hálózat-Firewall
  - megkülönböztet
    - Külső hálózatot (Internet: ellenséges)
    - Belső hálózatot (LAN: megbízható)
    - Demilitarizált zónát (a külső hálózatról elérhető szerverek)
- Host-Firewall
  - pl. Personal Firewall
  - Felügyeli a számítógép teljes adatforgalmát
  - Védelem külső és belső támadásoktól (pl. trojai)

Tűzfalak -- módszerek

- Módszerek
  - Csomagszűrő (packet filter)
    - Portok vagy IP címek letíltása
  - Tartalomszűrő (content filter)
    - SPAM-Mailek, Vírusok kiszűrése, vagy ActiveX vagy JavaScript kiszűrése a HTML oldalakból
  - Proxy
    - Transzparens (kívülről látható) Host-ok
    - A kommunikáció és a lehetséges támadások elvezetése biztosított számítógépekre
  - NAT, PAT
    - Network Address Translation
  - Bástya Host

Tűzfalak -- fogalmak

- (Network) Firewall
  - A hozzáférést az Internetről egy biztosított hálózatra korlátozza
- Csomagszűrő (packet filter)
  - Csomagokat választ ki a hálózatba menő vagy a hálózatból érkező adatfolyamból
  - Erkező csomagok szűrésének célja:
    - pl. a hozzáférés kontrolljának megsértésének felismerése
  - Kimenő csomagok szűrésének célja:
    - pl. Trojai felismerése
- Bástya host
  - Egy olyan számítógép a periférián, ami különös veszélynek van kitéve
  - és ezért különösen védett
- Dual-homed host
  - Közönséges számítógép két interfésszel (összeköt két hálózatot)

Tűzfalak -- fogalmak

- Proxy (helyettes)
  - Speciális számítógép, amelyen a kérések és válaszok keresztül vannak irányítva
  - Előny
    - Csak ott kell védelmet biztosítani
- Network Address Translation (NAT):
  - lásd a következő fóliát

- Perimeter Network:
  - Egy részhálózat, amely a védett és védetlen zóna között egy további védelmi réteget ad
  - Szinoníma: demilitarizált zóna (DMZ)

NAT és PAT

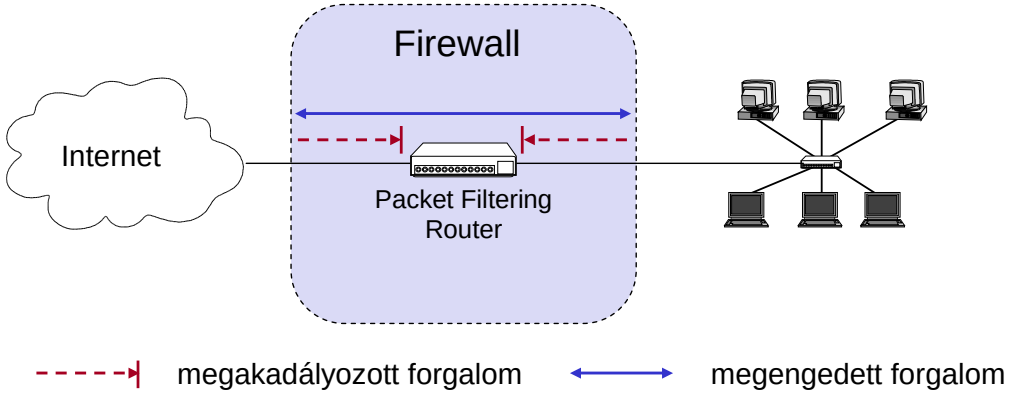
- NAT (Network Address Translation)
- Basic NAT (Static NAT)
  - Minden belső IP cím egy külsővel helyettesítődik
- Hiding NAT = PAT (Port Address Translation) = NAPT (Network Address Port Translation)
  - A socket-pár (IP-cím és Port-szám) átszámítódik
- Módszerek
  - A különböző lokális számítógépeket a portokban kódoljuk
  - Ezeket a WAN-hoz csatlakozó router megfelelően átszámítja
  - Kimenő csomagoknál a LAN-IP-cím és egy kódolt Port kerül megadásra mint forrás
  - Érkező csomagoknál (melyeknek a célja a LAN-IP-cím), a kódolt Port alapján a lokális számítógép és a hozzátartozó Port egy táblázat segítségével számítható vissza

NAT és PAT -- előnyök

- Előnyök
  - A lokális hálózat számítógépei direkt nem elérhetők
  - Megoldja/enyhíti az IPv4 címek szűkösségének a problémáját
  - Lokális számítógépek nem szolgálhatnak szerverként
- DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)
  - Hasonló előnyöket biztosít

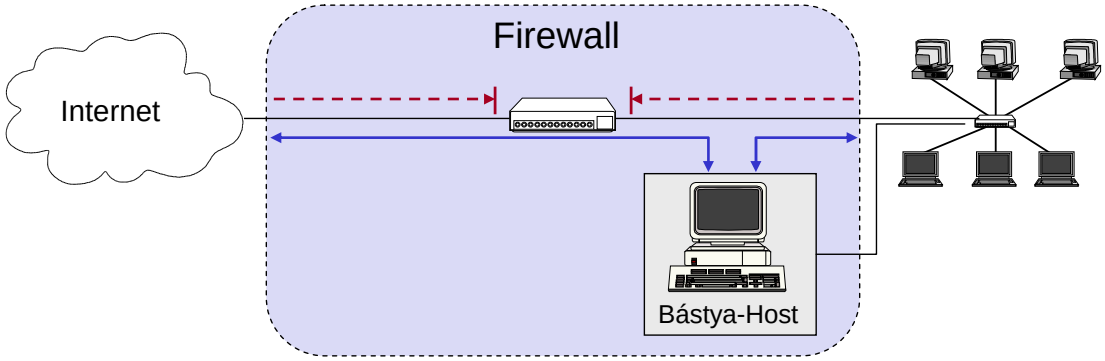
Tűzfal architektúra – egyszerű csomagszűrő

- Realizálható
  - egy standard workstation (pl. Linux PC) által, amely két hálózati interfésszel és szűrő szoftverrel rendelkezik vagy
  - speciális, szűrésre képes router által



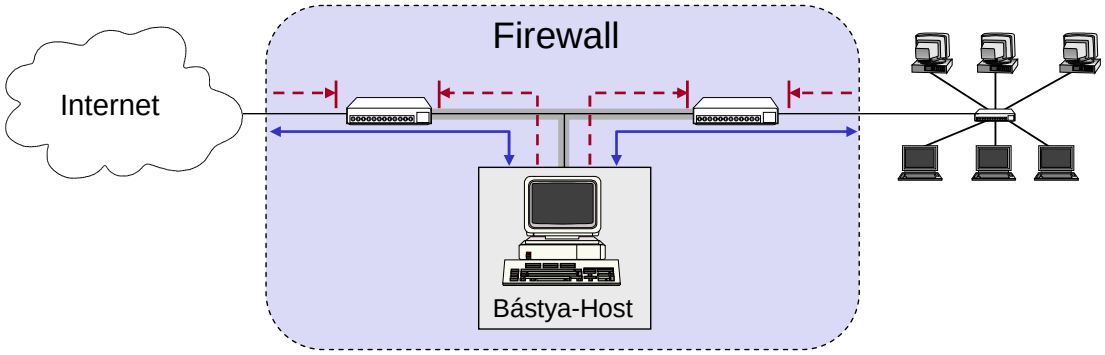
Tűzfal architektúra -- Screened Host

- A csomagszűrő
  - csak az Internet és a screened host között és a
  - screened host és a védett hálózat között enged meg forgalmat
- A screened host proxy szolgáltatást kínál fel
  - A screened host bástya-hostként működik, képes önmaga támadást elhárítani



Tűzfal architektúra -- Screened Subnet

- Perimeter hálózat két csomagszűrő között
- A belső csomagszűrő védi a belső hálózatot, ha a bástya-hostnak nehézségei támadnak
  - Egy hackelt bástya-host így nem tudja a belső hálózati forgalmat kikémlelni
- Perimeter hálózatok különösen alkalmasak nyilvános szolgáltatások rendelkezésre bocsátására, pl. FTP, vagy WWW-szerver



Tűzfal -- csomagszűrő

- Mit lehet elérni csomagszűrőkkel
  - Elvileg majdnem mindent, mert a teljes kommunikáció csomagokkal történik…
  - Gyakorlatban hatékonysági kérdéseket kell mérlegelni egy proxy-megoldással szemben
- Alap csomagszűrés lehetővé teszi az adatátvitel ellenőrzését a következők alapján
  - Source IP Address
  - Destination IP Address
  - Transport protocol
  - Source/destination application port
- Csomagszűrés (és tűzfalak) korlátai
  - Tunnel algoritmusok nem ismerhetők fel
  - Lehetséges betörni más kapcsolatok által is
    - pl. Laptop, UMTS, GSM, Memory Stick