Számítógépes Hálózatok
2008

13. Biztonság: titkosítás, tűzfalak;
Felhasználói réteg – DNS, email, http, P2P

Az RSA-séma

- RSA-séma helyessége:

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

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} mod 77

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

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

- Titkosítás:
  - `code` = `message`^{7} mod 77
  - message = 5
  - code = $5^7 \bmod 77 = 47$

Elektronikus aláírás

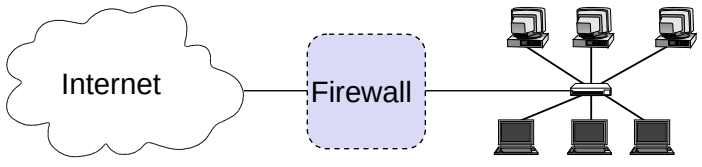
- Más néven digitális szignatúra
  - Az aláírónak van egy (titkos) privát kulcsa
  - A dokumentumot a privát kulccsal írja alá
  - és a nyilvános kulccsal verifikálható, hogy az aláírás tőle származik
  - A nyilvános kulcs mindenki számára ismert
- Példa egy aláírás sémára
  - `text`: üzenet
  - Az aláíró
    - 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

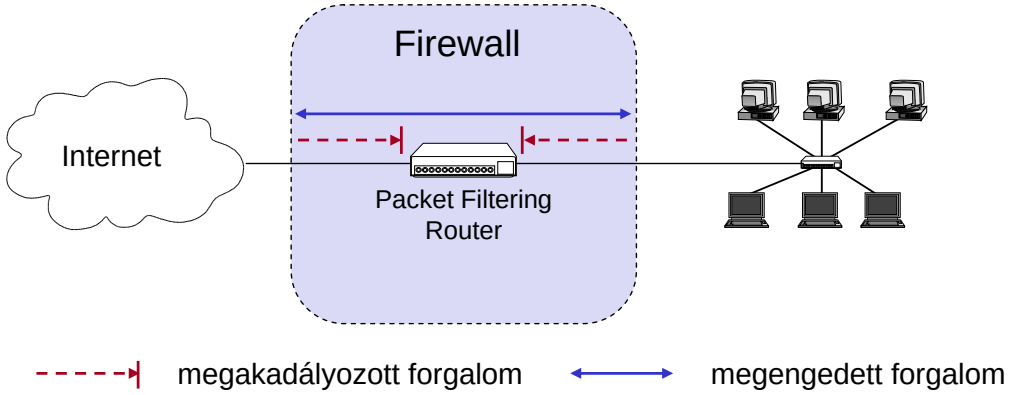
- NAT (Network Address Translation)
- Basic NAT (Static NAT)
  - Minden belső IP cím egy külsővel helyettesítődik
- Hiding NAT = PAT (Port Address Translation) = NAPT (Network Address Port Translation)
  - A socket-pár (IP-cím és Port-szám) átszámítódik
- Módszerek
  - A különböző lokális számítógépeket 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

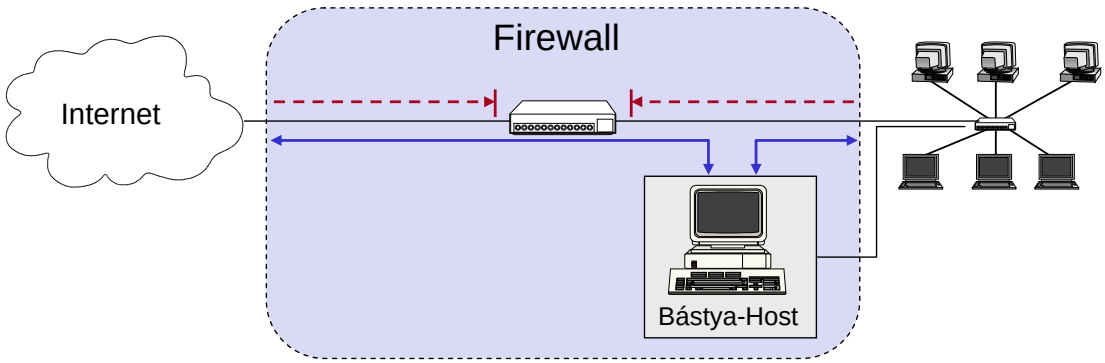
Tűzfal architektúra – egyszerű csomagszűrő

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



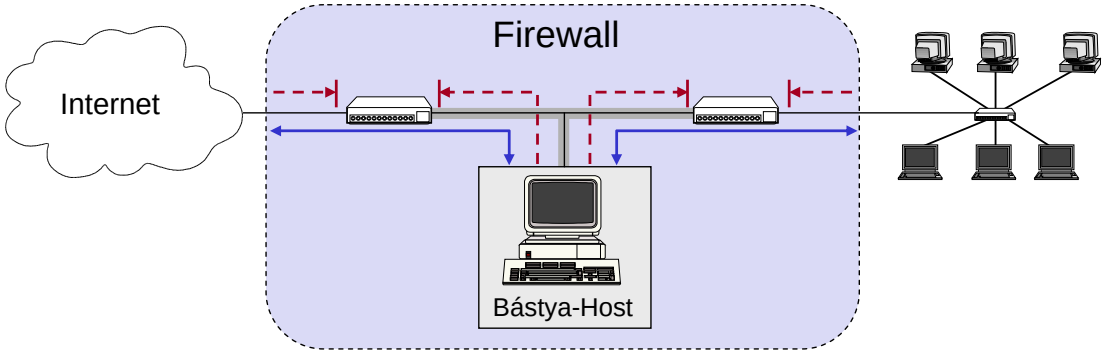
Tűzfal architektúra -- Screened Host

- 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

Felhasználói réteg

Felhasználói réteg

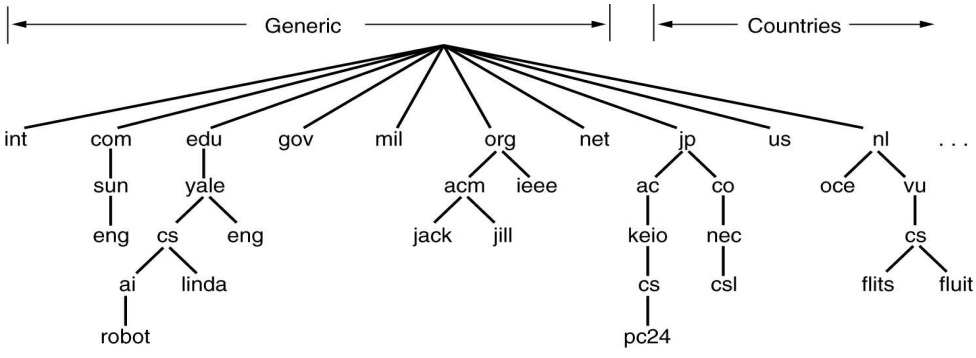
- Domain Name System
- Példák a felhasználói rétegre:
  - E-Mail
  - WWW
  - Content Delivery Networks
  - Peer-to-Peer-Networks
- A forgalom az Interneten

Domain Name System (DNS)

- Az emberek számára 4 byte IPv4 cím nehezen kezelhetők:
  - 209.85.135.99 google.com-hoz
  - 157.181.151.154 az ELTE-hez
  - Mit jelent?
    - 207.46.19.30
    - 157.181.35.45
- Jobb: Természetes szavak az IP-címekhez
  - Pl. www.google.com
  - vagy www.elte.hu
- A Domain Name System (DNS)
  - lefordítja ezeket a címeket IP-címekre (és fordítva)
  - elosztott adatbázis

DNS – Felépítés

- DNS neveket képez le IP-címekre
  - Pontosabban: neveket erőforrás-bejegyzésekre
- A nevek hierarchikusan struktúráltak egy névtérben
  - Max. 63 jel komponensenként, összesen max. 255 jel
  - Minden domain-en belül, a domain tulajdonosa ügyeli fel a névteret a domain alatt



DNS Resource Record

- **Erőforrás bejegyzés** (resource record RR): a domain-ekről, egyes host-okról, stb... adnak információt
- RR formátum: (name, ttl, class, type, value)
  - name: pl. domain név vagy host név
  - ttl (time to live): érvényesség (másodpercben)
  - class: Internet esetén mindig “IN”
  - type: lásd a táblázatot
  - value: pl. IP-cím

Type	Meaning	Value
SOA	Start of Authority	Parameters for this zone
A	IP address of a host	32-Bit integer
MX	Mail exchange	Priority, domain willing to accept e-mail
NS	Name Server	Name of a server for this domain
CNAME	Canonical name	Domain name
PTR	Pointer	Alias for an IP address
HINFO	Host description	CPU and OS in ASCII
TXT	Text	Uninterpreted ASCII text

- RR Példa:
  pandora.inf.elte.hu. 43200 IN A 157.181.161.52

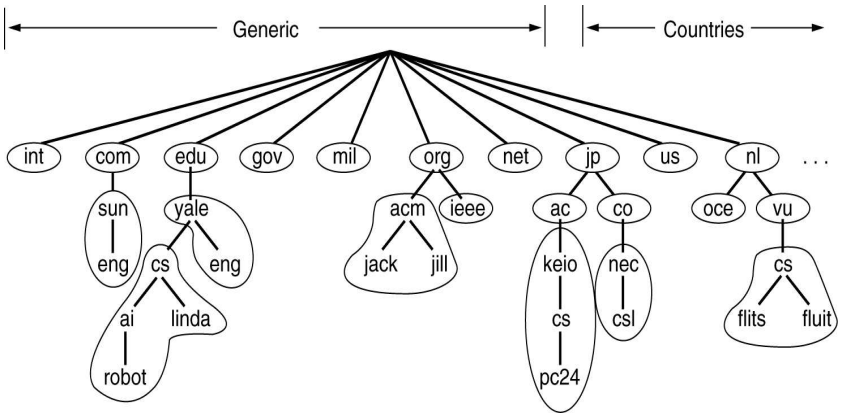
DNS Resource Records -- Példák

Példák RR tipusokra

- Type=A
  - name: egy végrendszer (host) neve
  - value: egy IP-cím
- Type=NS
  - name: egy domain (pl elte.hu)
  - value: a domain authoritative name server-jének az IP-címe
- Type=MX
  - value: a name-hez tartozó mail server neve
- Type=CNAME
  - name: egy alias név egy kanonikus névhez
  - value: a kanonikus név
- Type = SOA (start of authority)
  - name: a domain neve
  - value: szerverek neve, melyek a zónához tartozó mérvadó információkat rendelkezésre bocsátják, paraméterek a zónához
    - a zóna sorszáma,
    - frissítési intervallum a másodlagos szervernek,…

DNS Name Server

- A névtér **zónák**ra van osztva
- Minden zónához tartozik egy **Authoritativ Server** a mérvadó információval
  - Egy **Primary Name Server**
  - Továbbá egy vagy több **Secondary Name Server** a megbízhatóság miatt
- Minden Name Server ismeri
  - a saját zónáját
  - a gyermek-zónák Name-Server-jeit

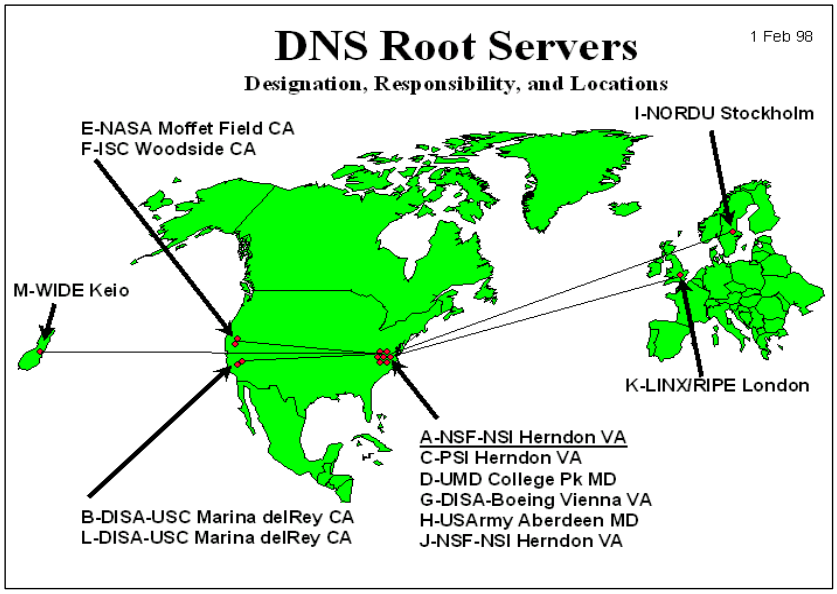


Servers/Resolvers

- Minden végrendszernek van egy „feloldója” (resolver)
  - Tipikusan egy könyvtár, amit felhasználásokhoz kapcsolhatunk
  - Lokális name-server-ek kézzel konfigurálva (pl. /etc/resolv.conf)
- Name servers
  - Tipikusan egy zónáért felelősek
  - Lokális szerverek
    - A lokális végrendszereknek végeznek lekérdezéseket távoli végrendszer nevekről
    - Megválaszolják a lekérdezéseket a lokális zónáról

DNS: Root Name Servers

- A “root” zonáért felelősek
- Jelenleg 13 root name server világszerte
  - A-M „számozva”
- Lokális szerverek kapcsolatba lépnek a root szerverrel, ha ők nem tudják megválaszolni a lekérdezést
  - Jól ismert root szerverekkel konfiguráltak



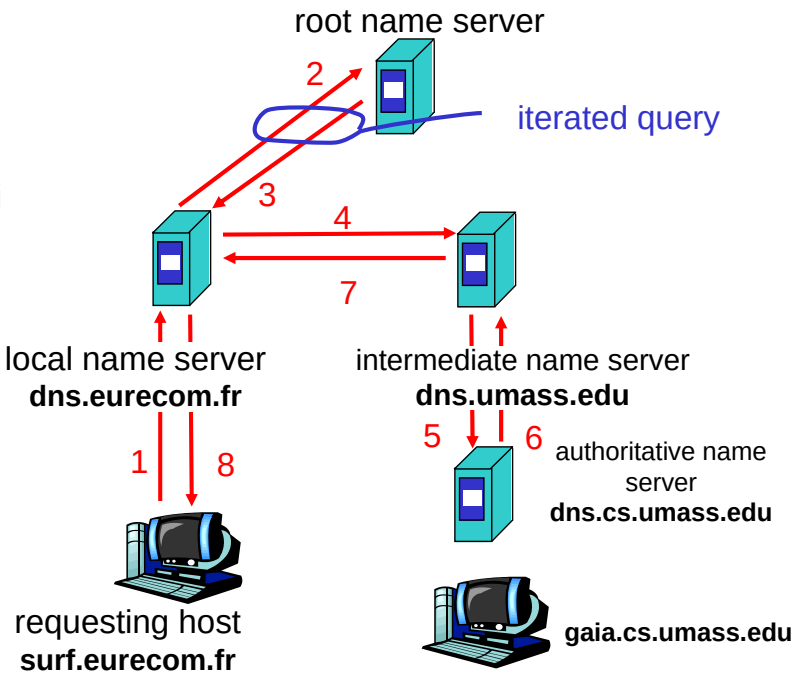
DNS lekérdezések

Iteratív lekérdezés:

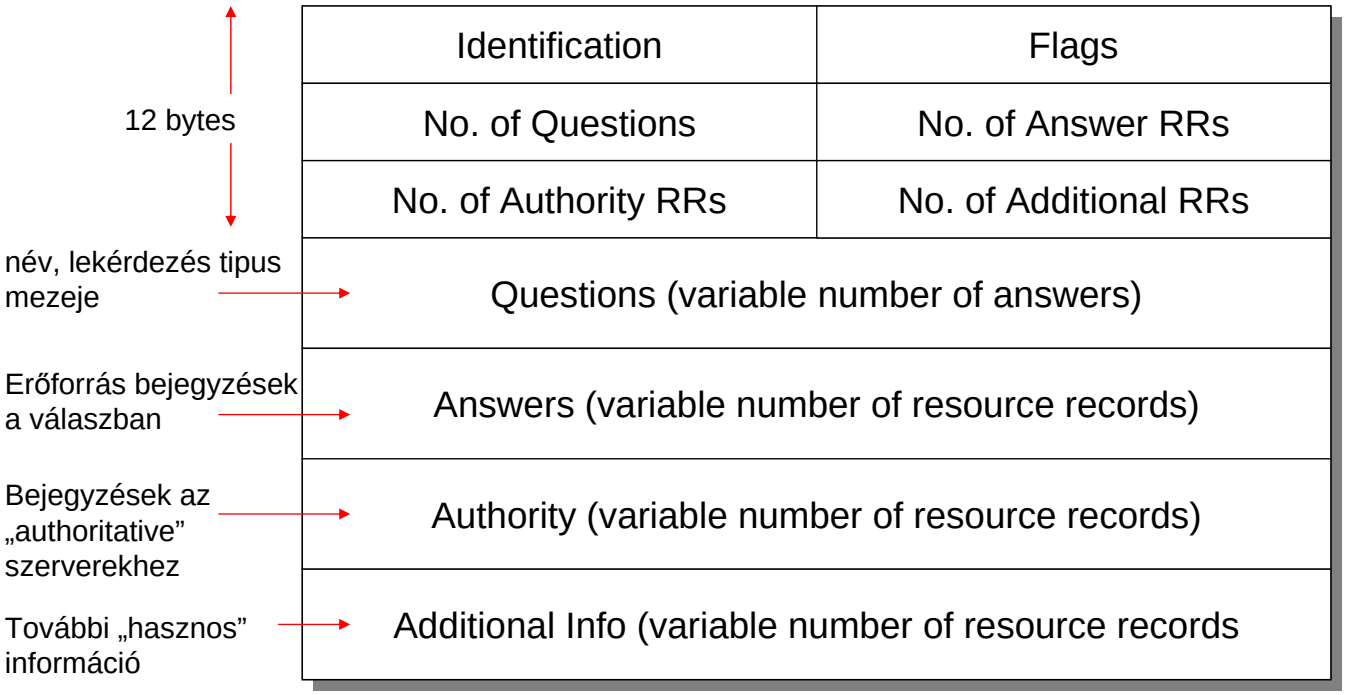
- A megkérdezett szerver annyi információt ad a válaszban, amit ő maga tud
- Pl. annak a szervernek a nevét, akit meg kell kérdezni

Rekurzív lekérdezés:

- A megkérdezett szerver rekurzívan „kideríti” a hiányzó információt
- A lokális szerverek tipikusan rekurzív lekérdezési módban dolgoznak
- Root vagy távoli szerverek iteratívban



DNS üzenet formátum



Tipikus feloldási folyamat

- A www.inf.elte.hu név feloldásának lépései
  - A felhasználás hívja a gethostbyname() függvényt
  - A végrendszer lekérdezi a lokális name server-t (S_1)
  - S_1 lekérdezi a root server-t (S_2) a www.inf.elte.hu névvel
  - S_2 válaszol a elte.hu-hoz (S_3) tartozó NS bejegyzéssel
  - Honnan tudjuk meg az A bejegyzést S_3 -hoz
    - Erre való az „additional information section”
  - S_1 lekérdezi S_3 -t a www.inf.elte.hu névvel
  - S_3 válaszol a www.inf.elte.hu-hoz tartozó A bejegyzéssel
- Több A bejegyzés is érkezhet a válaszban → mit jelent ez?

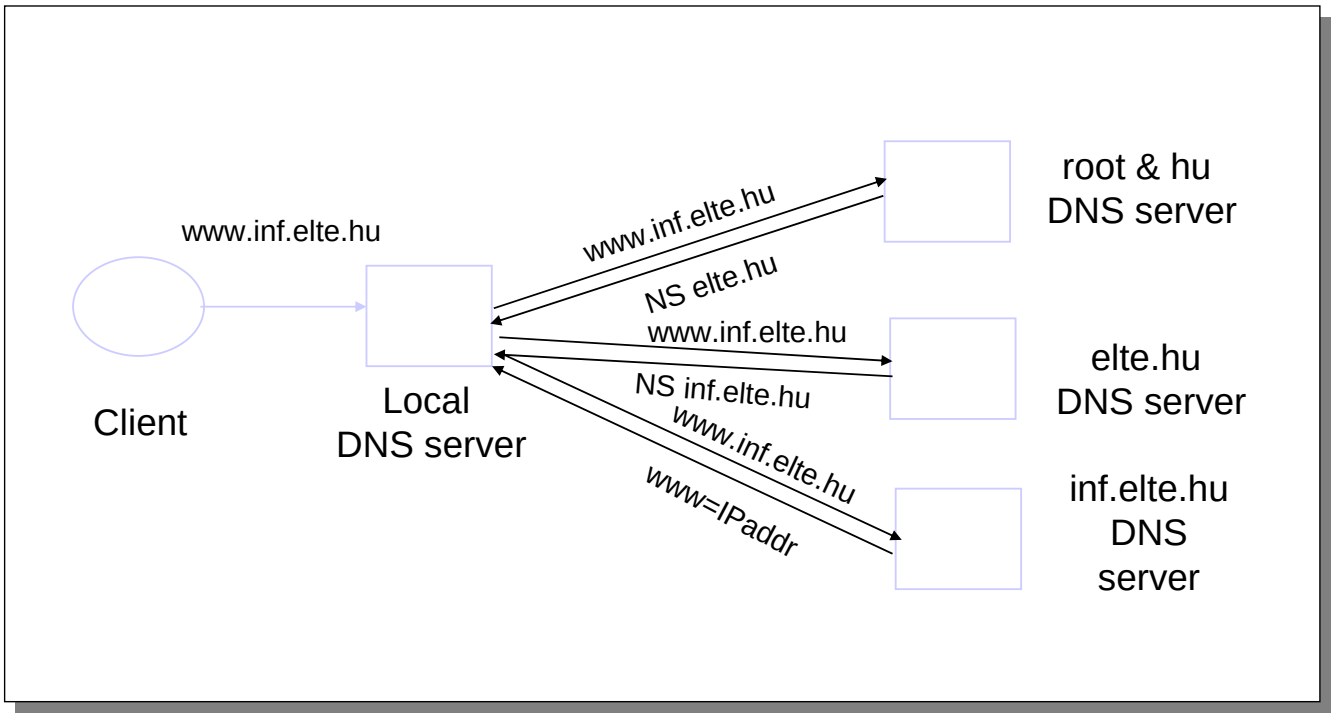
Caching

- DNS válaszok tárolódnak az érintett szervereken (caching)
  - Gyors válasz ismételt lekérdezés esetén
  - Más lekérdezések bizonyos részeket újra felhasználhatnak a válaszból
    - Pl. NS bejegyzéseket a domain-ekhez
- DNS negatív lekérdezések tárolódnak a cache-ben
  - Ne kelljen megismételni a kudarcot
  - Pl. elgépelés
- A cache-ben tárolt adatok érvényessége egy idő után lejár
  - Az érvényesség idejét (TTL) az adat tulajdonosa határozza meg
  - Minden bejegyzés tartalmaz TTL-t

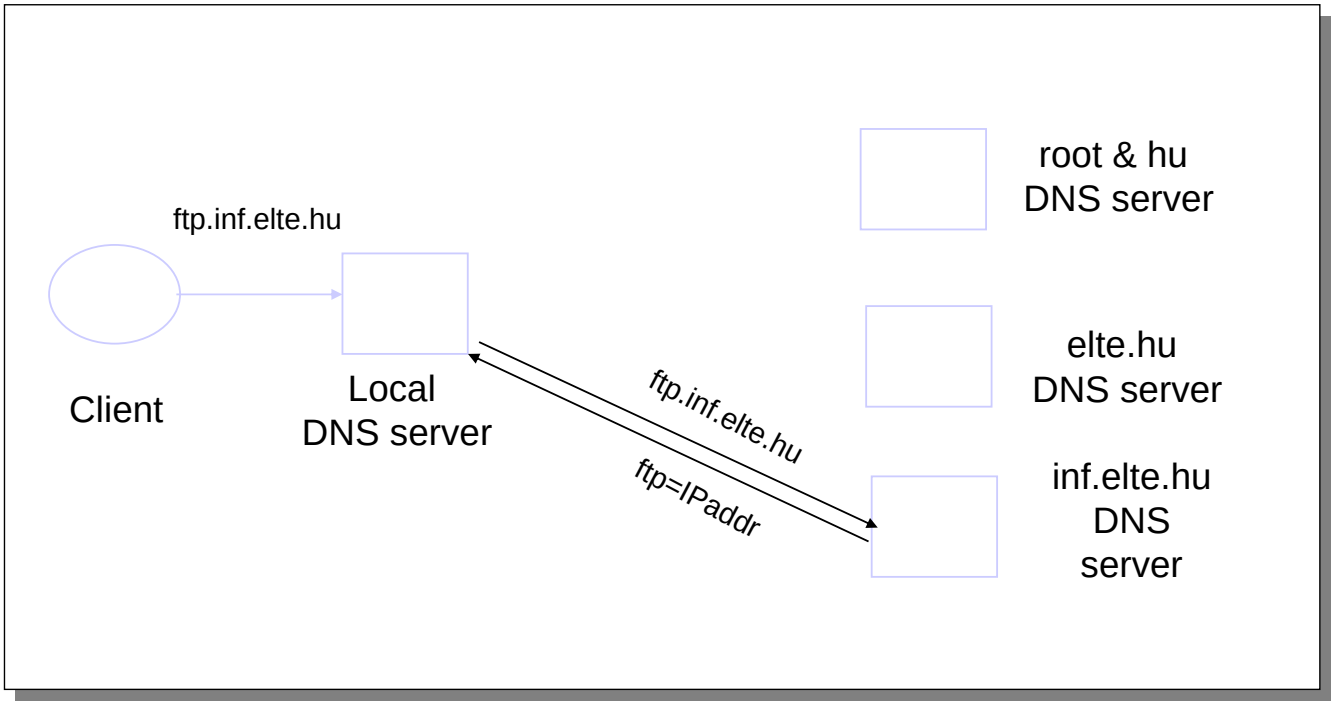
Prefetching

- Name server minden válaszhoz adhat további adatokat
- Tipikusan prefetcing-hez használják
  - CNAME/MX/NS tipikusan más végrendszer nevére mutat
  - Válaszok tartalmazzák a végrendszerek címeit, amelyekre mutatnak az “additional section” részben

DNS lekérdezés példa



Példa egy későbbi lekérdezésre

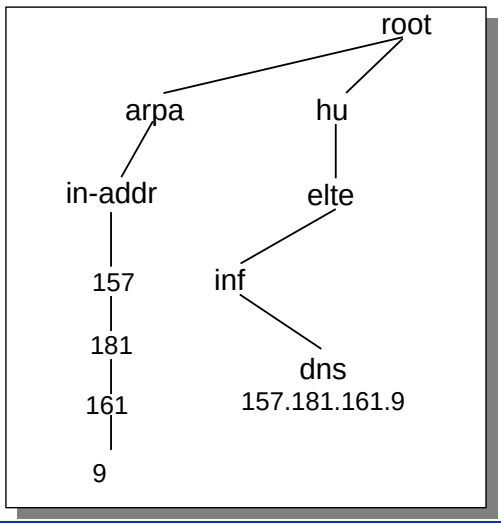


Megbízhatóság, rendelkezésre állás

- DNS szerverek replikáltak
  - A name service müködik, ha egy replika működik
  - A lekérdezések kiegyensúlyozhatók a replikák között (load balancing
- UDP-t használ a lekérdezéshez
  - Megbízhatónak kell lenni → Miért nem TCP?
  - Timeout esetén alternatív szervert próbál
  - „Exponential backoff”, ha visszatér ugyanahhoz a szerverhez
  - Ugyanaz az azonosító minden lekérdezéshez
    - Mindegy melyik szerver válaszol

Reverse Name Lookup

- Melyik számítógéphez tartozik az 157.181.161.9 IP-cím?
  - Lekérdezés: 9.161.181.157.in-addr.arpa
  - Miért van megfordítva a cím?
  - dns.inf.elte.hu



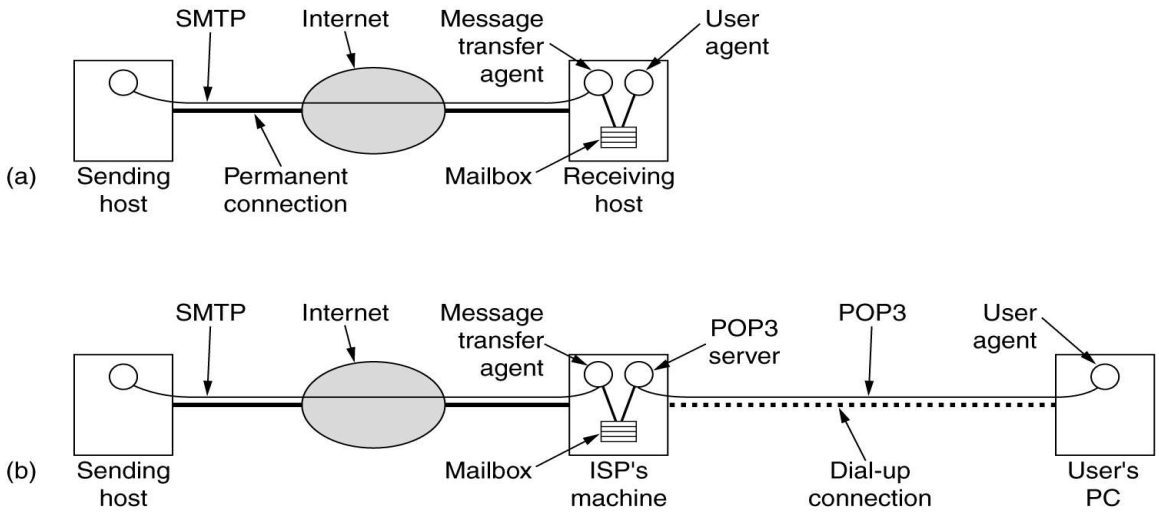
Dinamikus DNS

- Probléma
  - Időlegesen hozzárendelt IP-címek
  - Pl. DHCP által
- Dinamikus DNS
  - Amint egy csomópont egy új IP-címet kap, regisztrálja azt azon a DNS-szerveren, amely őérte felelős
  - Rövid TTL bejegyzések biztosítják azt, hogy a bejegyzések gyorsan aktualizálódjanak
    - egyébként a lekérdezések rosz számítógépre irányítódnának
- Felhasználás
  - Egy privát domain regisztrálása
  - lásd www.dyndns.com

Email (RFC 821/822)

- Komponensei:
  - user agents (UA)
  - message transfer agents (MTA)
- Szolgáltatások
  - kompozíció, küldés, értesítés, megjelenítés, rendelkezés (disposition)
- További szolgáltatások
  - továbbküldés, auto-válasz, szabadság-funkciók, levelező listák, …
- Struktúra:
  - Boríték – a szállításhoz szükséges információ, a MTA használja
  - Tartalom
    - Fejléc – kontroll információ a UA-nek
    - Törzs – a valódi tartalom

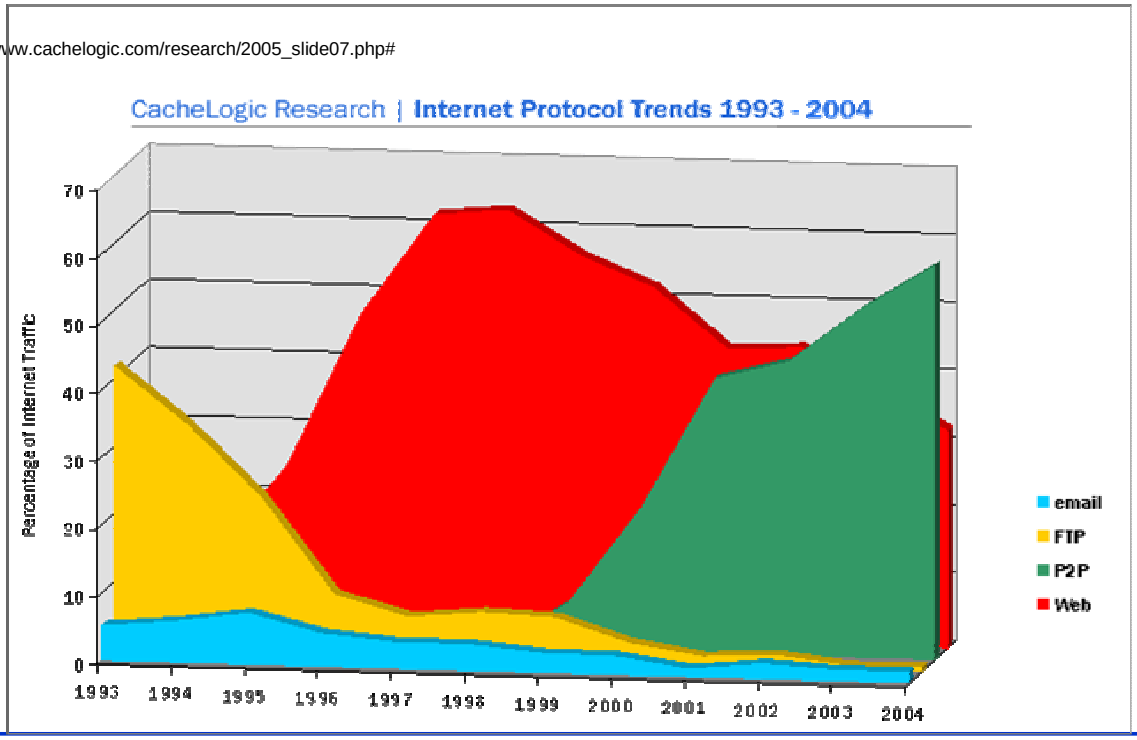
E-Mail: SMTP és POP



SMTP: Simple Mail Transfer Protocol
POP: Post Office Protocol
IMAP: Internet Message Access Protocol

Forgalom az Interneten

- http://www.cachelogic.com/research/2005_slide07.php#



Mi az hogy Peer-to-Peer hálózat?

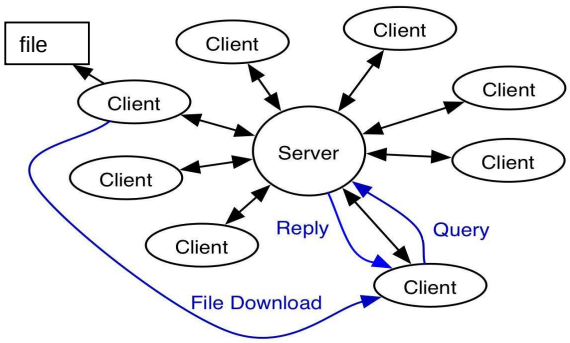
- Mi nem Peer-to-Peer hálózat?
  - Egy Peer-to-Peer hálózat nem kliens-szerver hálózat!
- Definíció
  - **Peer-to-Peer**
    - egyenértékű partnerek közötti kapcsolatot jelenti
  - **P2P** = Peer-to-Peer (Internet slang)
  - Egy **Peer-to-Peer hálózat** egy
    - számítógépek közötti kommunikációs hálózat az Interneten
    - melyben nincs központi irányítás
    - és megbízható partner sem.

Napster

- Shawn (Napster) Fanning
  - 1999 júniusában adta közre az azóta legendás P2P hálózat beta verzióját
  - Cél: File-sharing rendszer
  - Valójában: Zene cserebörze
  - 1999 őszén Napster volt az „év download-ja”
- A zene ipar szerzői jog pere 2000 júniusában
- 2000 végére kooperációs szerződés
  - Fanning és Bertelsmann Ecommerce között
  - jogilag is biztosított
- 2001 óta Napster egy kommerciális file-sharing rendszer

Hogy működik Napster?

- Kliens-szerver struktúra
- A szerver tárolja
  - Indexet meta-adatokkal
    - File-név, dátum, stb...
  - Táblázatot a résztvevő kliensek közötti kapcsolatokról
  - Táblazatot a résztvevő kliensek minden file-járól
- Lekérdezés (query)
  - Kliens a file-nével kérdezi le a szervert
  - A szerver megkeresi a megfelelő résztvevőket, akik tárolják a file-t
  - A szerver válaszol, ki tárolja a file-t
  - A lekérdező kliens a file-t a tulajdonos klienstől tölti le

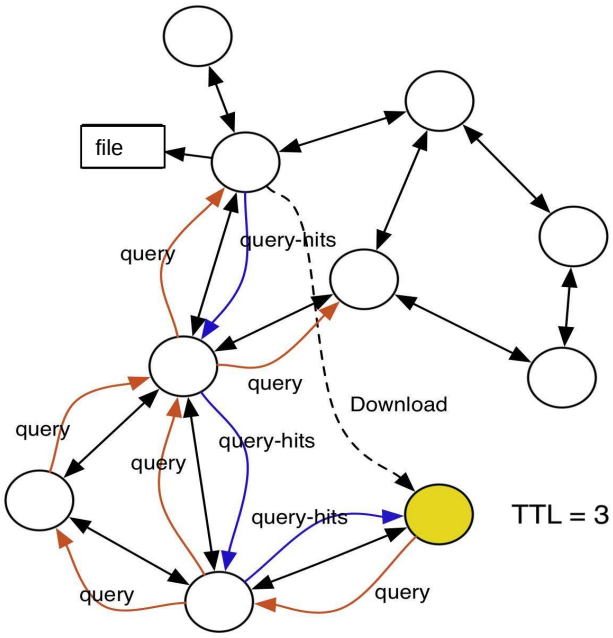


Gnutella - Történet

- Gnutella
  - 2000 márciusában tette közzé Justin Frankel és Tom Pepper a Nullsoft-tól
  - Nullsoft 1999 óta AOL tulajdona
- File-Sharing rendszer
  - Cél: mint Napster-nél
  - De teljesen központi struktúrák nélkül dolgozik

Gnutella

- File lekérdezés:
  - a szomszédoknak küldi a kliens
  - azok a saját szomszédjaikhoz küld
  - amíg hop-ok egy megadott számát nem lépi túl
    - TTL mező (time to live)
- Protokoll
  - **`Query`**
    - A file lekérdezése TTL hop-ig továbbítódik (restricted flooding)
  - **`Query-hits`**
    - A válasz a fordított útvonalon
- Ha file-t megtalálta, direkt letöltés a tulajdonos klienstől



Peer-to-Peer összefoglalás

- Peer-to-Peer hálózatok forgalmának túlnyomó része szerzői jogokat sért
- De vannak legális felhasználások:
  - Internet-telefon, pl. Skype
  - Szoftver elosztás (pl. Suse disztribúció BitTorrent által)
    - Gyorsabb letöltés, szerverek tehermentesítése
  - Group Ware
    - néhány Group Ware rendszer Peer-to-Peer-t használ
  - GNU-licence alatti szoftver cseréje
  - Privát filmek, fényképek, dokumentumok cseréje
- Peer-to-Peer hálózatok illegális haszonélvezőit az utóbbi időben egyre inkább büntetőjogilag üldözik