Università di Genova
Facoltà di Ingegneria

Livello di Applicazione in Internet

2. DNS (Domain Name System)

Prof. Raffaele Bolla
Ing. Matteo Repetto

dist

Identificazione degli host

- Ogni *host* è identificabile in due differenti modalità:
  - Indirizzo IP (ad es. 121.7.106.83)
  - *Hostname* (ad es. www.google.com)

  L'identificazione tramite *hostname* (URL) è normalmente preferita dall'utenza in quanto maggiormente mnemonica rispetto ad un indirizzo IP.

  Gli indirizzi IP, caratterizzati da una lunghezza e da una strutturazione gerarchica fissa, sono infece più efficacemente utilizzabili nel routing rispetto agli *hostname*
- Il meccanismo che realizza la traduzione tra *hostname* e Indirizzo IP e viceversa è detto *Domain Name System* (DNS)

2.2

DNS: introduzione

- Il DNS è un'entità del Livello di Applicazione, infatti fra l'altro:
  - funziona tra terminali comunicanti che usano il paradigma *Client-Server*,
  - si appoggia a un protocollo di trasporto *end-to-end* per trasferire i messaggi DNS tra i due terminali,
- Normalmente, però, non viene utilizzato direttamente dall'utente ma viene richiamato da altre applicazioni (Web,E-mail...).

2.3

DNS: introduzione

- Il DNS è in generale:
  - Un database distribuito implementato in una gerarchia di ***Name Server***.
  - Un protocollo dello strato di applicazione che permette agli *host* di comunicare con i *Name Server* ed ai *Name Server* di interagire fra loro, in modo da fornire il servizio di traduzione.
- I *Name Server* operano prevalentemente su macchine Unix usando l'implementazione software "*Berkeley Internet Name Domain*" (BIND)
- Il protocollo DNS utilizza UDP e la porta 53 (in casi particolari può operare su TCP)

2.4

DNS: introduzione

- Il DNS, inoltre, fornisce altri servizi molto importanti:
  - **Alias degli *hostname***: un *hostname* può avere più di un alias del nome. L'*hostname* originale è detto canonico. Gli alias sono solitamente più mnemonici (www ,ftp , smtp) dell'*hostname* canonico.
  - **Identificazione server di posta:** usato per legare un dominio all'indirizzo di un server di posta. E' possibile indicare eventuali *Server* di posta aggiuntivi da utilizzare in caso di guasto del principale.
  - **Distribuzione del carico**: il DNS è utilizzato anche per ripartire il carico di traffico tra diverse repliche di uno stesso *Server* (ciascuna replica di *Server* su un *host* diverso).

2.5

Name Server

- Il database distribuito è realizzato tramite una gerarchia di molti *Name Server*
- Nessun *Name Server* possiede nel proprio *database* tutte le possibili traduzioni *hostname*/indirizzo IP
- Perché il DNS non è centralizzato?
  - Volume di traffico
  - Il database centralizzato potrebbe essere troppo distante dagli *host*
  - Struttura distribuita più ridondante, quindi più robusta ai guasti e di manutenzione più agevole

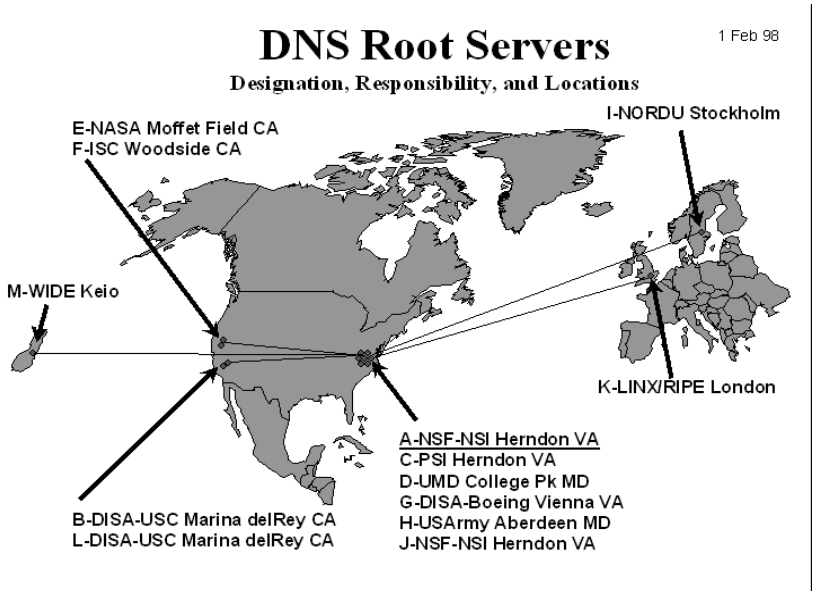
2.6

Name Server

- Local Name Servers:
  - ogni ISP ha un *local (default) name server*
  - le richieste di DNS di ogni host vengono inizialmente sempre indirizzate al *local name server*
- Root Name Servers:
  - Quando un *local name server* non riesce a soddisfare la richiesta, esso si comporta come un *Client* DNS e inoltra tale richiesta al *Root Name Server* (ne esistono alcune dozzine)
  - Se il R.N.S. non possiede la traduzione dell'*hostname* risponde inviando l'indirizzo di un *Authoritative Name Server* che ha la corrispondenza di quel particolare *hostname*

2.7

Name Server



2.8

Name Server

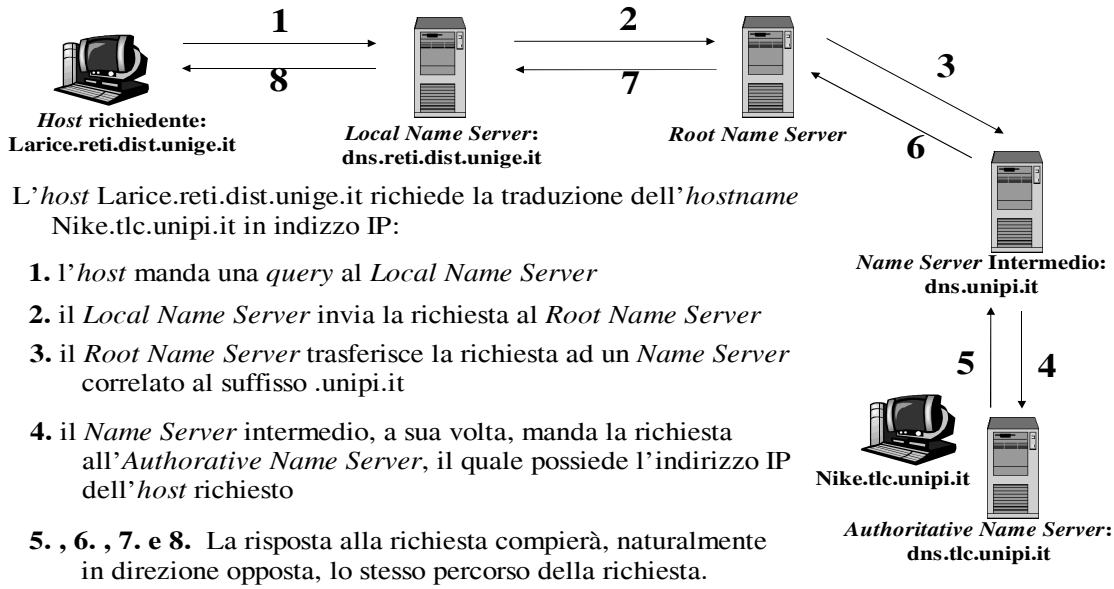
- Authoritative Name Server:

  Ciascun *host* è registrato presso un *Authoritative Name Server* che, tipicamente, per ogni *host* è il *Name Server* situato presso il suo ISP locale.

  Quando un *Authoritative Name Server* riceve una richiesta da un *Root Name Server*, esso risponde con la "traduzione" richiesta. Il *Root Name Server*, a sua volta, invierà la "traduzione" al *Local Name Server*, il quale, infine la girerà all'host richiedente.

2.9

DNS: Esempio



L'*host* Larice.reti.dist.unige.it richiede la traduzione dell'*hostname* Nike.tlc.unipi.it in indizzo IP:

1. l'*host* manda una *query* al *Local Name Server*

2. il *Local Name Server* invia la richiesta al *Root Name Server*

3. il *Root Name Server* trasferisce la richiesta ad un *Name Server* correlato al suffisso .unipi.it

4. il *Name Server* intermedio, a sua volta, manda la richiesta all'*Authorative Name Server*, il quale possiede l'indirizzo IP dell'*host* richiesto

5. , 6. , 7. e 8. La risposta alla richiesta compierà, naturalmente in direzione opposta, lo stesso percorso della richiesta.

2.10

Meccanismi per aumentare l'efficienza

- ***Iteratives query***
  - Ogni Server lungo la catena, se non ha la corrispondenza memorizzata direttamente, può fornire l'indirizzo IP del successivo Server della catena (riducendo la lunghezza del cammino di ritorno).
- ***Caching***
  - Ogni Server mantiene le ultime traduzioni in una memoria temporanea per un periodo di tempo configurabile
- ***Forwarding***
  - Invece che rivolgersi al *Root Server*, il *Local Server* può delegare un Server intermedio che conosce essere particolarmente "capace"

2.11

Esempio di configurazione di un DNS

- Sistema Operativo: *Linux*
- Distribuzione: *Debian (sid)*
- Software DNS: *Bind 9.2.3-2*
- Software di interrogazione: *nslookup*

2.12

Configurazione di bind 9.x

- La configurazione di bind avviene modificando due tipi di file
  - *named.conf,* nel quale si trovano le impostazioni di carattere generale;
  - i *file di zona,* ognuno dei quali è relativo ad un particolare dominio Internet di competenza del name server.

2.13

named.conf

- *Options*
  - *directory:* la directory base;
  - *forwarders:* individua i serventi DNS utilizzati per la risoluzione di nomi di cui non si è authoritative;
  - *allow-query*: permette di fornire il servizio di risoluzione solo a determinati host o sottoreti;
  - *forward only:* individua un servizio di risoluzione solo di tipo slave, ossia rinvia sistematicamente ogni richiesta ai forwarders (*caching-only name server*).
- *Zone*
  - *type:* master, slave, hint;
  - *file:* file contenente i Resource Records;
  - *masters:* solo per i serventi di tipo slave;
  - *allow-transfer:* solo per i serventi di tipo master: chi può trasferire per intero i dati relativi ad un dominio.

2.14

Memoria cache del dominio principale

- zone “.” {
  type hint;
  file “<nome_file>”;
  };
- In questo modo si indica il file contenente le informazioni necessarie a raggiungere i DNS del dominio principale.
- Il DNS locale conserva una memoria cache delle informazioni ottenute, in modo da ridurre le interrogazioni ai serventi principali.
- Senza questa direttiva il DNS non è in grado di risolvere nomi al di fuori del suo ambito di competenza. Questo può essere utile
  - nel caso si gestiscano reti locali “chiuse”;
  - nel caso si utilizzino i *forwarder*.

2.15

Zone su cui si ha autorità

- zone “<dominio>” {
  type master;
  file “<nome_file_di_zona>”;
  allow-transfer {
  <host_abilitato>;
  };
  };
- *master* indica che le informazioni relative al dominio devono essere estratte direttamente dal file specificato;
- esistono zone per i domini normali (o diretti) e per gli *in-addr.arpa* (o inversi).

2.16

Riproduzione delle informazioni di un altro DNS

- zone "<dominio>" {
  type slave;
  file "<nome_file_di_zona>";
  masters {
  <indirizzo_ip_del_master>;
  };
  };
- Il DNS locale può fornire risposte autorevoli insiene ad altri da cui trae periodicamente le informazioni;
- Il file specificato viene creato ed aggiornato automaticamente, in base alle informazioni recuperate dal master;
- Le informazioni vengono eliminate se il master non risulta raggiungibile per un certo periodo di tempo.

2.17

File di zona

- I file di zona costituiscono il database del dominio per cui il DNS è *authoritative.*
- Sono costituiti da un insieme di *Resource Record*, con la seguente sintassi:

[dominio] [TTL] [classe] tipo dati_della_risorsa

- Ogni file di zona è associato al dominio di origine definito in *named.conf*.
- Il simbolo @ indica il dominio di origine
  - di solito viene utilizzato solo per i record di tipo SOA.

2.18

Resource Record

- [dominio] indica il nome a cui gli altri campi fanno riferimento
  - se non è indicato si fa riferimento al record precedente;
  - i nomi assoluti terminano con un punto; quelli relativi sono completati con il nome del dominio di origine.
- [TTL] rappresenta la validità dell'informazione nella cache di altri serventi
  - espressa in secondi;
  - solitamente è la stessa per tutti i record e non viene ripetuta.
- [classe] è la classe di indirizzamento
  - IN (internet) per le reti TCP/IP.
- tipo del record: SOA, MX, NS, A, PTR, CNAME, ecc.
- l'ultimo record rappresenta il contenuto del record stesso
  - spesso consiste in un nome od un indirizzo.

2.19

SOA – *Start Of Authority*

```
@  IN   SOA   timo.lai.reti.dist.unige.it.  postmaster.lai. reti.dist.unige.it (
                                            2003022401    ; Serial number
                                            86400         ; Refresh
                                            1800          ; Retry
                                            2592000       ; Expire
                                            172800 )      ; Negative Cache TTL
```

- timo.lai.reti.dist.unige.it è il nome canonico dell'elaboratore che svolge la funzione di servente primario per il dominio indicato;
- postmaster.lai.reti.dist.unige.it indica l'indirizzo di posta elettronica del responsabile della gestione del servizio di risoluzione dei nomi;
- il numero seriale serve ai serventi secondari per riconoscere gli aggiornamenti del database;
- il tempo di refresh indica l'intervallo di interrogazione da parte del DNS secondario;
- il tempo di retry è intervallo tra successive interrogazione da parte del DNS secondario in caso di irraggiungibilità del server primario;
- le informazioni nel servente secondario nel caso il primario non sia raggiungibile rimangono valide per un periodo di tempo indicato da expire;
- le "risposte negative" da parte di serventi authoritative rimangono valide nei DNS in cui sono transitate per un periodo di tempo pari al negative cache TTL.

2.20

TTL – *Time To Live*

- Normalmente la validità dei RR nelle cache dei DNS è la stessa per tutti i record.
- Il valore TTL non viene normalmente indicato esplicitamente per ogni record
  - di solito si specifica un valore di default.
- Le versioni di bind antecedenti alla 8.2 utilizzavano il campo *minimum* del record SOA
  - attualmente tale valore viene utilizzato per la negative cache.
- Il TTL di default viene attualmente indicato con la direttiva $TTL all'inizio del file di zona.

2.21

NS – *Name Server*

- @ IN NS timo.lai.reti.dist.unige.it.
- Possono essere presenti più serventi per la stessa zona.
- Andrebbero utilizzati nomi canonici (quelli per cui esiste un corrispondente record A).

2.22

MX – *Mail Exchanger*

- @ IN MX 10 mail.lai.reti.dist.unige.it.
  20 mail2.lai.reti.dist.unige.it.
  30 mail.dist.unige.it.
- I record MX indicano i nomi dei server per lo scambio della posta (SMTP server).
- Il numero indica la precedenza del relativo server di posta
- Vengono contattati prima i server con numero di precedenza più basso.

2.23

A – *Address*

- dns 86400 IN A 192.168.8.39
- Permettono di associare il nome degli host agli indirizzi.
- I nomi possono essere indicati in forma abbreviata o assoluta
  - nel secondo caso devono terminare con un punto.
- Diversi nomi possono essere tradotti nello stesso indirizzo.
- È possibile specificare un valore di validità diverso da quello di default.

2.24

CNAME – *Canonical Name*

- www CNAME server.lai.reti.dist.unige.it.
- Permettono di definire degli alias per i nomi canonici.
- Si potrebbe fare la stessa utilizzando più record di tipo A.
- Utilizzando i CNAME è più semplice cambiare l'indirizzo di una macchina (un solo record A da aggiornare).
- L'utilizzo degli alias definiti con CNAME è altamente sconsigliabile nella maggior parte delle situazioni (es. record SOA, NS, MX e CNAME).
- L'utilizzo andrebbe limitato solo alla definizione di nomi standard per le applicazioni (www, ftp, smtp, mail, ntp, dns, ecc.)
  - nei record SOA è assolutamente vietato utilizzare alias.

2.25

Il dominio speciale *in-addr.arpa*

- Il dominio *in-addr.arpa* è utilizzato per associare un nome ad un indirizzo IP.
- *in-addr.arpa* rappresenta un dominio speciale che permette di esprimere gli indirizzi IP in una gerarchia simile a quella utilizzata per i nomi degli host.
- Le zone sono indicate con *x.x.x.in-addr.arpa*, dove le cifre che precedono in-addr.arpa rappresentano un frammento di un indirizzo IP rovesciato.
- Il file di zona contiene i record SOA, NS e PTR.
- Non bisogna specificare i server root per questo dominio.
  - vi si risale con la risoluzione diretta dalla zona “.”

2.26

PTR – *Pointer*

- 30 PTR server.lai.reti.dist.unige.it.
- I record PTR mantengono la corrispondenza tra indirizzo IP e nome dell'host (detta a volte “inversa”).
- Nell'esempio, 30 è l'abbreviazione del nome di dominio 30.8.168.192.in-addr.arpa.
- In pratica questi record rappresentano un collegamento tra un nome di dominio e un altro
  - solo così è possibile risolvere gli indirizzi numerici in nome di dominio.
- Si può abbinare un indirizzo ad un solo nome di dominio
  - anche nel caso ci fossero più record A per lo stesso indirizzo.

2.27

Bilanciamento del carico

- È possibile che lo stesso servizio sia attivo su più host, allo scopo di suddividere il carico di richieste (es. server www, ftp).
- Il DNS permette di utilizzare lo stesso nome per diversi server, inserendo più record di tipo A per lo stesso nome.
- I server DNS rispondono alle richieste cambiando l'ordine dei server.
- I client in genere utilizzano solo il primo record della risposta.

2.28

Messaggi DNS

L'intestazione del messaggio ha una dimensione fissa di 12 *byte* e sono previsti i seguenti campi:

- Identificativo (16bit): per identificare la richiesta
- *Flag*(16bit): i più significativi sono:
  - Domanda o risposta
  - Richiesta di ripetizione
  - Disponibilità del campo di ripetizione
  - Risposta da *Authoritative Server*
- N°domande(16bit): dimensione del campo di domande RR
- N°risposte(16bit):dimensione del campo di risposte RR
- N°*authority*RR(16bit): dimensione campo di *Authority Name Server* RR
- N°RR addizionali(16bit): dimensione del campo di Informazioni Aggiuntive.

identificativo	**flag**
N° domande	**N° risposte RR**
N° *authority* RR	**N° RR addizionali**
Domande RR	
Risposte RR	
***Authority Name Server* RR**	
Informazioni aggiuntive	

2.29

Messaggi DNS

- Il campo dati è così strutturato:
  - Domande RR: contiene informazioni sulle domande inoltrate. Ha due sotto-campi:
    - » Nome: nome che è stato richiesto;
    - » Tipo: tipo di richiesta inoltrata (A, SOA, NS, ...).
  - Risposte RR: contiene le informazioni in risposta e, quindi contiene il *record* desiderato:
    - » *<Nome ,TTL,Classe,Tipo,Dato>*
    - » *possono essere presenti più record*
  - *Authoritative Name Server* RR: contiene l'indicazione sugli *Authoritative Name Server per l'host richiesto.*
  - Informazioni Aggiuntive: contiene altri *record* utili come per esempio nel caso di risposta ad una *query* MX conterrà l'*hostname* di un *server* di posta associato con l'alias-*name*

2.30

Il DNS è molto di più...

- *DDNS*, *Dynamic DNS* – RFC 2136;
- *Split DNS*, per rendere visibile all'esterno solo una parte della propria rete;
- *DNSSEC* - RFC 2535, garantisce l'autenticità delle informazioni ricevute dai DNS;
- *IPv6* e record A6;
- altri RR record: SRV, SIG, CERT, A6...

2.31