

DNS

giuseppe di battista, maurizio patrignani

150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

1

nota di copyright

- questo insieme di slides è protetto dalle leggi sul copyright
- il titolo ed il copyright relativi alle slides (inclusi, ma non limitatamente, immagini, foto, animazioni, video, audio, musica e testo) sono di proprietà degli autori indicati sulla prima pagina
- le slides possono essere riprodotte ed utilizzate liberamente, non a fini di lucro, da università e scuole pubbliche e da istituti pubblici di ricerca
- ogni altro uso o riproduzione è vietata, se non esplicitamente autorizzata per iscritto, a priori, da parte degli autori
- l'informazione contenuta in queste slides è fornita per scopi didattici e non può essere usata in progetti di reti, impianti, prodotti, ecc.
- gli autori non si assumono nessuna responsabilità per il contenuto delle slides, che sono comunque soggette a cambiamento
- questa nota di copyright non deve essere mai rimossa e deve essere riportata anche in casi di uso parziale

150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

2

premessa

- l'indirizzamento IPv4 (IPv6) usa 32 (128) bit che rappresentano un numero
- esiste però un meccanismo che permette di denotare un'interfaccia di rete specificandone il nome (più facile da ricordare), e che si occupa poi della traduzione del nome in un indirizzo IP (mapping)
- lo spazio dei nomi ammissibili è detto namespace

150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

3

un po' di storia

- inizialmente internet utilizzava un namespace “flat”, in cui i nomi erano sequenze di caratteri senza ulteriore struttura (es.: mycomp, sally, server, huge,...)
 - al crescere delle dimensioni della rete potevano sorgere facilmente conflitti
- inoltre la possibilità di aggiungere e modificare i nomi compete ad un'unica autorità centrale, che doveva occuparsi anche di conservare la coerenza tra le copie

150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

4

impostazione generale del servizio

- si è pensato quindi di:
 - decentralizzare il sistema di assegnazione dei nomi
 - decentralizzare la responsabilità del mapping nome-indirizzo
 - realizzare l'accesso al mapping con tecniche client-server
- uso di un database distribuito di corrispondenze nome-indirizzo
- robustezza ed efficienza conseguite anche mediante:
 - replicazione
 - caching

150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

5

impostazione generale del servizio

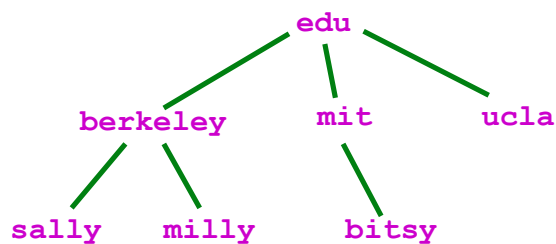
- partizionamento del namespace tale da garantire un mapping efficiente ed un controllo autonomo delle assegnazioni
 - struttura gerarchica per i nomi
- i nomi sono sequenze di caratteri separate da punti (es.: `sally.berkeley.edu`)

150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

6

l'albero del namespace

- i nomi che hanno un suffisso comune:
sally.berkeley.edu
milly.berkeley.edu
bitsy.mit.edu
ucla.edu
...
- possono essere rappresentati con un albero



chi assegna i nomi? chi decide quali sono i nomi ammissibili?

150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

7

gerarchia del namespace

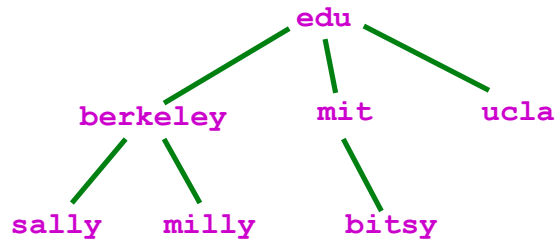
- il livello più alto (top level) della gerarchia partiziona lo spazio dei nomi e delega la gestione dei nomi delle singole partizioni ad autorità locali
- l'autorità top level non deve occuparsi di questioni interne alle partizioni
- la gerarchia viene definita non (o non solo) in base alla collocazione fisica degli host nella rete, ma in accordo con la struttura dell'organizzazione a cui appartengono

150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

8

gerarchia del namespace

- esempio: supponiamo che il dominio più alto abbia nome **edu** (per “educational”), supponiamo inoltre che **edu** sia partizionato nei sottodomini **berkeley**, **mit**, **ucla**, ... inoltre siano **sally** e **milly** due host di **berkeley** e **bitsy** un host di **mit**



150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

9

gerarchia del namespace

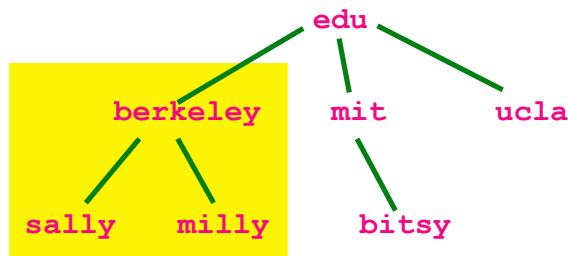
- il top level **edu** crea tre sottounità **berkeley.edu**, **mit.edu** e **ucla.edu** e delega ad esse la gestione dei nomi locali
- la sottounità **berkeley.edu**, a sua volta, può creare nuove unità di gestione “subordinate”, nell’esempio **sally.berkeley.edu** e **milly.berkeley.edu**

150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

10

gerarchia del namespace

- un **dominio** è un sottoalbero del namespace
- il nome del dominio è il nome della radice del sottoalbero; es: **berkeley.edu**
- anche un singolo host è un dominio
- le foglie dell'albero rappresentano host (sono cioè associate a indirizzi IP); anche i nodi intermedi possono rappresentare host



150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

11

gerarchia del namespace

- ci sono alcuni (pochi) domini top-level: es. **com**, **edu**, **gov**, **mil**, **net**, **org**, **int** + i domini nazionali (es: **it**) con sigle standardizzate da iso 3166 + vari domini di recente definizione (es. **cern**)
- per generalità, si assume che tutti i domini top-level siano figli di un unico dominio radice, cui corrisponde la stringa nulla (“”)
- **attenzione**: la struttura del namespace è largamente ortogonale a quella delle sottoreti di IP

150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

12

impostazione generale del servizio

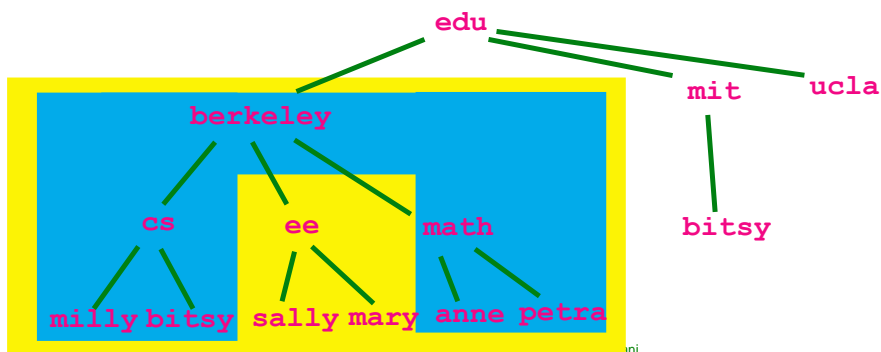
- l'organizzazione dei nomi di internet è detta **domain name system (DNS)**
- i sistemi che realizzano i mapping tra nomi ed indirizzi sono detti **name server (ns)**
- alcuni name server hanno la delega per una porzione del namespace
- i name server possono dialogare tra loro

150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

13

zona

- un name server ha informazioni complete su una parte del namespace detto **zona**; un name server è *l'autorità* per quella **zona**
- i concetti di **dominio** e **zona** sono differenti



14

zona

- la zona coincide con un dominio che un name server è stato delegato ad amministrare (es: **berkeley.edu**) privato dei sottodomini che ha delegato ad altri name server (es: **ee.berkeley.edu**)
- un name server può essere l'autorità per varie zone

150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

15

name server: primary e secondary

- relativamente ad una zona un name server può essere
 - primary
 - secondary
- c'è un solo primary per ogni zona; le richieste di traduzione dei nomi della zona vengono tipicamente indirizzate al primary
- ci possono essere più secondary per ogni zona; un secondary viene interpellato se il primary non è disponibile

150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

16

name server: master e slave

- relativamente ad una zona i name server possono essere
 - master
 - slave
- un master assume di avere (nei suoi file di configurazione) la versione corretta e aggiornata delle informazioni di mapping della zona
- uno slave richiede periodicamente una copia delle informazioni di mapping della zona ad un master

150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

17

name server

- generalmente per una zona un name server è primary master, mentre tutti gli altri sono secondary slave
- un name server può essere contemporaneamente primary master per certe zone e secondary slave per altre
- vari gradi di libertà nella progettazione: dove collocare il primary ed i secondary name server (eventualmente anche “fuori dal dominio”)

150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

18

resolver

- i client che usano i name server si chiamano resolver
- i resolver sono a bordo degli host e fanno
 - interrogare un name server
 - interpretare le risposte
 - inviare le informazioni ricavate ai programmi che li utilizzano

150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

19

resolver

- non è detto che un resolver sia un processo autonomo; ad esempio nelle comuni implementazioni di alcuni browser il resolver è semplicemente un insieme di funzioni ricavate da una libreria
- quando ad un resolver serve, dato un nome, conoscerne l'indirizzo, si rivolge ad un name server

150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

20

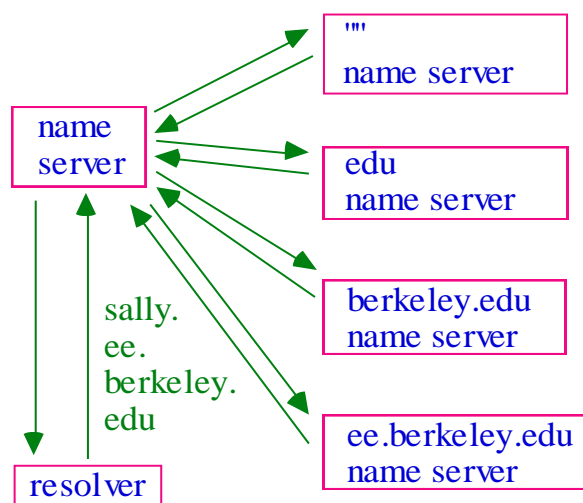
risoluzione

- quando un resolver chiede informazioni ad un name server, se il name server le ha le fornisce direttamente
- se il name server non le ha, esso si rivolge al name server autorità per la radice dello spazio dei nomi
- il name server autorità per la radice dello spazio dei nomi a sua volta indica al name server un name server più specifico, ecc....
- il name server alla radice (in realtà ce ne sono vari) è molto sotto pressione ed ha varie migliaia di query ogni secondo

150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

21

risoluzione



150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

22

atteggiamenti possibili nella risoluzione

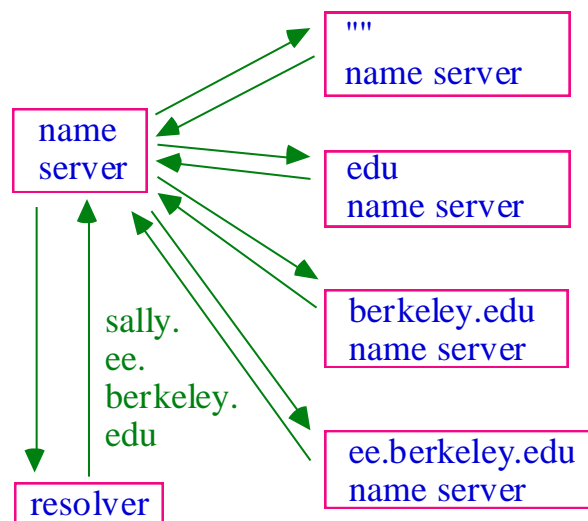
- la risoluzione può essere **ricorsiva** o **iterativa**
- **ricorsiva**: il client chiede a quale indirizzo corrisponda il nome **n** e pretende come risultato l'indirizzo; se il server non possiede l'indirizzo di **n** è affar suo contattare altri server per ottenerlo
- **iterativa**: il client chiede a quale indirizzo corrisponda il nome **n** e, in caso il server non lo abbia, si accontenta di un'indicazione di un altro server a cui rivolgersi

150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

23

atteggiamenti possibili nella risoluzione

in questo disegno, che corrisponde a quanto accade normalmente in Internet, il resolver fa una query ricorsiva ad un name server; il server fa query iterative agli altri server

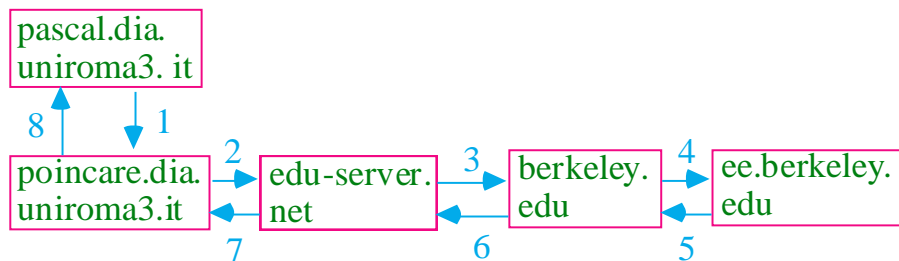


150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

24

atteggiamenti possibili nella risoluzione

- atteggiamento completamente ricorsivo:



150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patignani

25

cache

- durante ogni query un name server **apprende informazioni** sui nomi e sui server che svolgono il ruolo di autorità per le varie zone
- le informazioni apprese sono **memorizzate** in una cache
- esempio: nei casi precedenti il name server locale ha appreso l'indirizzo del name server della zona **ee.berkeley.edu**; se qualcuno poi chiede di risolvere **stina.ee.berkeley.edu**, il name server locale non deve più rivolgersi ai name server di alto livello

150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patignani

26

cache

- alcuni server memorizzano anche informazioni negative
- è necessario definire opportunamente il tempo di vita - time to live (ttl) delle informazioni in cache
 - compromesso tra consistenza ed efficienza

150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

27

resource record

- le informazioni DNS sono memorizzate in **record**; ogni dominio (anche un singolo host) ha associato un **resource record**
- i **record** contengono gli indirizzi IP, ma anche altre informazioni (es: il server di posta elettronica per un dominio)
- quando un resolver fa una query relativa a un nome ottiene come risposta i **record** associati a quel nome

150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

28

resource record

<resource record> →

<domain name> <time to live>

<class> <type> <value>

<domain name> → nome del dominio

<time to live> → tempo di vita del record in secondi

<class> → in internet è sempre IN

<type> → tipo di record

<value> → questo valore dipende dal valore di <type>

150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

29

resource record

i tipi (type) principali sono:

- SOA
 - start of authority; contiene informazioni amministrative sulla zona
- A
 - indirizzo IPv4 di un host
- MX
 - specifica il nome dell'host che accetta le mail indirizzate al dominio del record
- NS
 - name server per una zona

150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

30

resource record

i tipi (type) principali sono:

- AAAA
 - indirizzo IPv6 di un host
- CNAME
 - canonical name; il nome corrisponde ad un altro nome (alias)

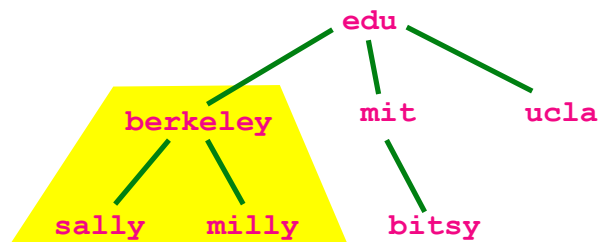
150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

31

resource record e namespace

- con riferimento all'esempio in figura (nomi e indirizzi fittizi)
 - sia **nameserver.berkeley.edu** il name server che serve la zona **berkeley.edu**
 - **nameserver.berkeley.edu** ha almeno i record
 - sally.berkeley.edu IN A 70.70.70.70
 - milly.berkeley.edu IN A 70.70.70.71

servono a stabilire la corrispondenza tra nomi e indirizzi



150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

32

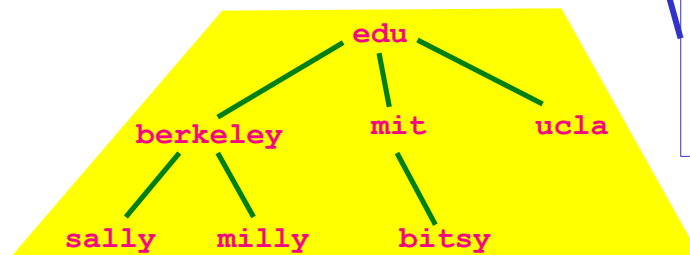
resource record e namespace

- con riferimento all'esempio in figura (nomi e indirizzi fittizi)

- sia **nameserver.edu** il name server che serve la zona **edu**
- **nameserver.edu** ha almeno i record

berkeley.edu NS nameserver.berkeley.edu

nameserver.berkeley.edu IN A 50.50.50.50



servono durante la risoluzione, quando nameserver.edu deve suggerire a chi rivolgersi per avere informazioni sulla zona berkeley.edu

150-dns-06

copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

33

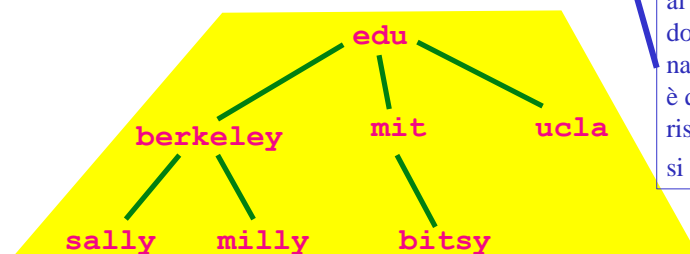
resource record e namespace

- con riferimento all'esempio in figura (nomi e indirizzi fittizi)

- sia **nameserver.edu** il name server che serve la zona **edu**
- **nameserver.edu** ha almeno i record

berkeley.edu NS nameserver.berkeley.edu

nameserver.berkeley.edu IN A 50.50.50.50



il record di tipo A sembra al posto sbagliato; dovrebbe essere su nameserver.berkeley.edu; è qui per permettere la risoluzione; si chiama *glue record*

150-dns-06

copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

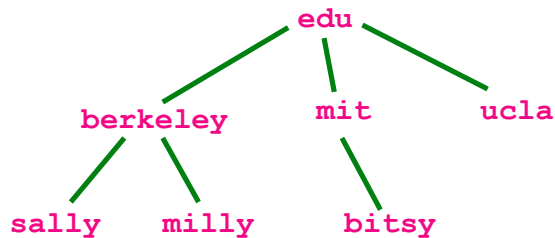
34

resource record e namespace

- con riferimento all'esempio in figura (nomi e indirizzi fittizi)
 - sia **root.info** il root name server
 - **root.info** ha almeno i record

edu NS nameserver.edu
nameserver.edu IN A 20.20.20.20

servono durante la
risoluzione, quando
root.info deve suggerire a
chi rivolgersi per avere
informazioni sulla zona
edu



150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

35

formato dei messaggi DNS

- due tipi di messaggi, con uguale formato
 - richieste
 - risposte
- tra i campi dell'header
 - QR: indica se il messaggio è una domanda o una risposta
 - RD: recursion desired, indica se la query è ricorsiva
- tra i campi della question section
 - NAME: nome della risorsa richiesta
 - TYPE: tipo del resource record richiesto

150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

36

trasporto dei messaggi DNS

- normalmente i messaggi DNS viaggiano su UDP
 - i client si rivolgono alla well known port 53
 - la richiesta viaggia in un singolo pacchetto UDP
 - la risposta viaggia in un singolo pacchetto UDP
- per dialoghi richiesta-risposta che richiedono risposte di grandi dimensioni si può usare TCP

150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

37

dig: uso del comando

```
dig [ @server ] [ -b address ] [ -c class ] [ -f  
filename ] [ -k filename ] [ -p port# ] [ -t type ]  
[ -x addr ] [ -y name:key ] [ name ] [ type ] [  
class ] [ queryopt... ]
```

- **server**
 - is the name or IP address of the name server to query
- **name**
 - is the name of the resource record that is to be looked up
- **type**
 - indicates what type of query is required: ANY, A, MX,...
- **-b**
 - sets the source IP address of the query
- **-c**
 - overrides the default query class (IN for internet)
- **-f**
 - makes dig operate in batch mode by reading a list of lookup requests to process from a file
- **-p**
 - to query a non-standard port number
- ...

150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

38

una prima query semplice (1/2)

```
<gdb@perseo ~> dig www.polimi.it

; <<>> DiG 9.11.4-P2-RedHat-9.11.4-26.P2.el7_9.2 <<>>
  www.polimi.it
;; global options: +cmd
;; Got answer:
;; ->>HEADER<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 56585
;; flags: qr rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 1, AUTHORITY: 3,
  ADDITIONAL: 3

;; OPT PSEUDOSECTION:
;; EDNS: version: 0, flags:; udp: 4096
;; QUESTION SECTION:
;www.polimi.it.                IN      A

;; ANSWER SECTION:
www.polimi.it.                3600    IN      A      131.175.187.72
```

150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

39

una prima query semplice (2/2)

```
;; AUTHORITY SECTION:
polimi.it.                2203    IN      NS      ns.polimi.it.
polimi.it.                2203    IN      NS      ns2.polimi.it.
polimi.it.                2203    IN      NS      dns.cineca.it.

;; ADDITIONAL SECTION:
ns.polimi.it.             2203    IN      A      131.175.12.1
ns2.polimi.it.            2203    IN      A      131.175.12.2

;; Query time: 14 msec
;; SERVER: 193.205.219.55#53(193.205.219.55)
;; WHEN: Wed Dec 02 13:51:54 CET 2020
;; MSG SIZE rcvd: 150
```

150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

40

la stessa query dopo un po' (1/2)

```
<gdb@perseo ~> dig www.polimi.it

; <<>> DiG 9.11.4-P2-RedHat-9.11.4-26.P2.el7_9.2 <<>>
  www.polimi.it
;; global options: +cmd
;; Got answer:
;; ->>HEADER<<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 17923
;; flags: qr rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 1, AUTHORITY: 3,
  ADDITIONAL: 3

;; OPT PSEUDOSECTION:
;; EDNS: version: 0, flags:; udp: 4096
;; QUESTION SECTION:
;www.polimi.it.                IN      A

;; ANSWER SECTION:
www.polimi.it.                3446    IN      A      131.175.187.72
```

150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

41

la stessa query dopo un po' (2/2)

```
;; AUTHORITY SECTION:
polimi.it.                2049    IN      NS      ns.polimi.it.
polimi.it.                2049    IN      NS      dns.cineca.it.
polimi.it.                2049    IN      NS      ns2.polimi.it.

;; ADDITIONAL SECTION:
ns.polimi.it.             2049    IN      A      131.175.12.1
ns2.polimi.it.            2049    IN      A      131.175.12.2

;; Query time: 0 msec
;; SERVER: 193.205.219.55#53(193.205.219.55)
;; WHEN: Wed Dec 02 13:54:28 CET 2020
;; MSG SIZE rcvd: 150
```

150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

42

una macchina “locale” (1/2)

```
<gdb@perseo ~> dig ssh4.inf.uniroma3.it

; <<>> DiG 9.11.4-P2-RedHat-9.11.4-26.P2.el7_9.2 <<>>
  ssh4.inf.uniroma3.it
;; global options: +cmd
;; Got answer:
;; ->>HEADER<<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 16795
;; flags: qr aa rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 2, AUTHORITY: 5,
  ADDITIONAL: 6

;; OPT PSEUDOSECTION:
;; EDNS: version: 0, flags:; udp: 4096
;; QUESTION SECTION:
ssh4.inf.uniroma3.it.      IN      A

;; ANSWER SECTION:
ssh4.inf.uniroma3.it.    21600   IN      CNAME
  perseo.inf.uniroma3.it.
perseo.inf.uniroma3.it. 21600   IN      A      193.204.161.106

150-dns-06      copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani
```

43

una macchina “locale” (2/2)

```
;; AUTHORITY SECTION:
inf.uniroma3.it.      21600   IN      NS      mailbox.dia.uniroma3.it.
inf.uniroma3.it.      21600   IN      NS      mail2.dia.uniroma3.it.
inf.uniroma3.it.      21600   IN      NS      mbox2.dia.uniroma3.it.
inf.uniroma3.it.      21600   IN      NS      mbox.dia.uniroma3.it.
inf.uniroma3.it.      21600   IN      NS      zeta.dia.uniroma3.it.

;; ADDITIONAL SECTION:
mailbox.dia.uniroma3.it. 21600   IN      A      193.205.219.54
mbox2.dia.uniroma3.it.  21600   IN      A      193.205.219.55
mail2.dia.uniroma3.it.  21600   IN      A      193.204.161.78
mbox.dia.uniroma3.it.   21600   IN      A      193.204.161.123
zeta.dia.uniroma3.it.   21600   IN      A      193.204.161.85

;; Query time: 0 msec
;; SERVER: 193.205.219.55#53(193.205.219.55)
;; WHEN: Wed Dec 02 14:02:19 CET 2020
;; MSG SIZE rcvd: 270

150-dns-06      copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani
```

44

una query non ricorsiva (1/2)

```
[gdb@omega /]$ dig www.cs.utaustin.edu +norecurse

;<>> DiG 9.2.4 <>> www.cs.utaustin.edu +norecurse
;; global options: printcmd
;; Got answer:
;; ->>HEADER<<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 13029
;; flags: qr ra; QUERY: 1, ANSWER: 0, AUTHORITY: 8, ADDITIONAL: 5

;; QUESTION SECTION:
;www.cs.utaustin.edu.          IN      A

;; AUTHORITY SECTION:
edu.          130708  IN      NS      g3.nstld.com.
edu.          130708  IN      NS      h3.nstld.com.
edu.          130708  IN      NS      l3.nstld.com.
edu.          130708  IN      NS      m3.nstld.com.
edu.          130708  IN      NS      a3.nstld.com.
edu.          130708  IN      NS      c3.nstld.com.
edu.          130708  IN      NS      d3.nstld.com.
edu.          130708  IN      NS      e3.nstld.com.
```

150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

45

una query non ricorsiva (2/2)

```
;; ADDITIONAL SECTION:
a3.nstld.com.    16217  IN      A      192.5.6.32
c3.nstld.com.    100263 IN      A      192.26.92.32
d3.nstld.com.    100263 IN      A      192.31.80.32
e3.nstld.com.    16316  IN      A      192.12.94.32
m3.nstld.com.    100263 IN      A      192.55.83.32

;; Query time: 0 msec
;; SERVER: 193.204.161.133#53(193.204.161.133)
;; WHEN: Thu Sep 21 14:51:42 2006
;; MSG SIZE rcvd: 262
```

150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

46

simuliamo le richieste di un name server (1/2)

```
[gdb@omega /]$ dig www.mit.edu +trace

; <<>> DiG 9.2.4 <<>> www.mit.edu +trace
;; global options: printcmd
.                2788      IN      NS      b.root-servers.net.
.                2788      IN      NS      c.root-servers.net.
.                2788      IN      NS      d.root-servers.net.
.                2788      IN      NS      e.root-servers.net.
.                2788      IN      NS      f.root-servers.net.
.                2788      IN      NS      g.root-servers.net.
.                2788      IN      NS      h.root-servers.net.
.                2788      IN      NS      i.root-servers.net.
.                2788      IN      NS      j.root-servers.net.
.                2788      IN      NS      k.root-servers.net.
.                2788      IN      NS      l.root-servers.net.
.                2788      IN      NS      m.root-servers.net.
.                2788      IN      NS      a.root-servers.net.
;; Received 276 bytes from 193.204.161.133#53(193.204.161.133) in 1 ms
```

150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

47

simuliamo le richieste di un name server (2/2)

```
edu.             172800    IN      NS      A3.NSTLD.COM.
edu.             172800    IN      NS      C3.NSTLD.COM.
edu.             172800    IN      NS      D3.NSTLD.COM.
edu.             172800    IN      NS      E3.NSTLD.COM.
edu.             172800    IN      NS      G3.NSTLD.COM.
edu.             172800    IN      NS      H3.NSTLD.COM.
edu.             172800    IN      NS      L3.NSTLD.COM.
edu.             172800    IN      NS      M3.NSTLD.COM.
;; Received 302 bytes from 192.228.79.201#53(b.root-servers.net) in 194 ms

mit.edu.         172800    IN      NS      STRAWB.mit.edu.
mit.edu.         172800    IN      NS      BITSY.mit.edu.
mit.edu.         172800    IN      NS      W20NS.mit.edu.
;; Received 138 bytes from 192.5.6.32#53(A3.NSTLD.COM) in 182 ms

www.mit.edu.     60        IN      A       18.7.22.83
mit.edu.         21600     IN      NS      BITSY.mit.edu.
mit.edu.         21600     IN      NS      STRAWB.mit.edu.
mit.edu.         21600     IN      NS      W20NS.mit.edu.
;; Received 154 bytes from 18.71.0.151#53(STRAWB.mit.edu) in 150 ms
```

150-dns-06 copyright ©2020 g. di battista, m. patrignani

48

di nuovo (1/2)

```
[gdb@omega /1$ dig www.cs.newcastle.edu.au +trace

; <<>> DiG 9.2.4 <<>> www.cs.newcastle.edu.au +trace
;; global options: printcmd
.                2579      IN      NS      g.root-servers.net.
.                2579      IN      NS      h.root-servers.net.
.                2579      IN      NS      i.root-servers.net.
.                2579      IN      NS      j.root-servers.net.
.                2579      IN      NS      k.root-servers.net.
.                2579      IN      NS      l.root-servers.net.
.                2579      IN      NS      m.root-servers.net.
.                2579      IN      NS      a.root-servers.net.
.                2579      IN      NS      b.root-servers.net.
.                2579      IN      NS      c.root-servers.net.
.                2579      IN      NS      d.root-servers.net.
.                2579      IN      NS      e.root-servers.net.
.                2579      IN      NS      f.root-servers.net.
;; Received 292 bytes from 193.204.161.133#53(193.204.161.133) in 0 ms
```

di nuovo (2/2)

```
au.                172800   IN      NS      ADNS2.BERKELEY.EDU.
au.                172800   IN      NS      AUDNS.OPTUS.NET.
au.                172800   IN      NS      AUNIC.AUNIC.NET.
au.                172800   IN      NS      MUWAYA.UCS.UNIMELB.edu.au.
au.                172800   IN      NS      NS.UU.NET.
au.                172800   IN      NS      DNS1.TELSTRA.NET.
au.                172800   IN      NS      SEC1.APNIC.NET.
au.                172800   IN      NS      SEC3.APNIC.NET.
au.                172800   IN      NS      ADNS1.BERKELEY.EDU.
;; Received 444 bytes from 192.112.36.4#53(g.root-servers.net) in 141 ms

newcastle.edu.au.  86400    IN      NS      netslave2.cc.monash.edu.au.
newcastle.edu.au.  86400    IN      NS      neddy.newcastle.edu.au.
newcastle.edu.au.  86400    IN      NS      seagoon.newcastle.edu.au.
;; Received 165 bytes from 128.32.136.14#53(ADNS2.BERKELEY.EDU) in 201 ms

www.cs.newcastle.edu.au. 43200   IN      CNAME   rambler13.newcastle.edu.au.
rambler13.newcastle.edu.au. 43200   IN      A       134.148.100.227
newcastle.edu.au.  43200    IN      NS      seagoon.newcastle.edu.au.
newcastle.edu.au.  43200    IN      NS      netslave2.cc.monash.edu.au.
newcastle.edu.au.  43200    IN      NS      frey.newcastle.edu.au.
newcastle.edu.au.  43200    IN      NS      neddy.newcastle.edu.au.
;; Received 240 bytes from 130.194.7.99#53(netslave2.cc.monash.edu.au) in 387 ms
```