

dns

giuseppe di battista, maurizio patrignani

150-dns-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

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-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

premessa

- l'indirizzamento IPv4 usa 32 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-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

un po' di storia

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

150-dns-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

impostazione generale del servizio

- si è pensato quindi di:
 - decentralizzare il sistema di assegnazione dei nomi
 - decentralizzare la responsabilità del mapping
 - 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-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

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-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

l'albero del namespace

- i nomi che hanno un suffisso comune:

`sally.berkeley.edu`

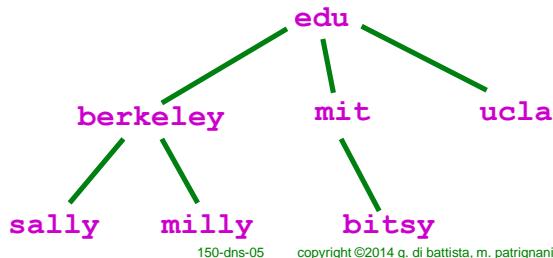
`milly.berkeley.edu`

`bitsy.mit.edu`

`ucla.edu`

...

- possono essere rappresentati in un albero



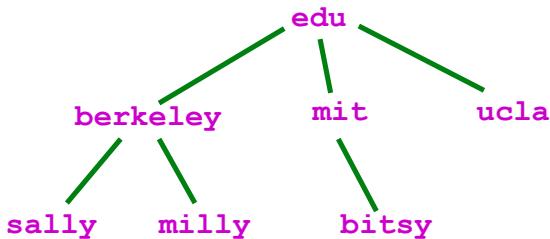
chi assegna i
nomi? chi
decide quali
sono i nomi
ammissibili?

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

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 **milliy** due host di **berkeley** e **bitsy** un host di **mit**



150-dns-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

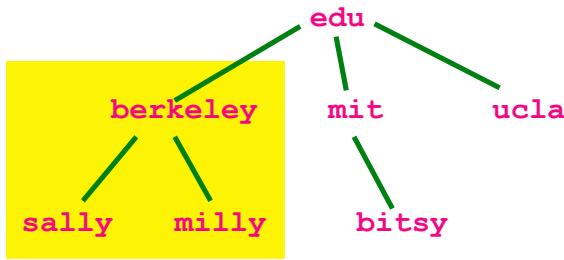
gerarchia del namespace

- 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 **milliy.berkeley.edu**

150-dns-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

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-05

copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

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 recenti
- 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-05

copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

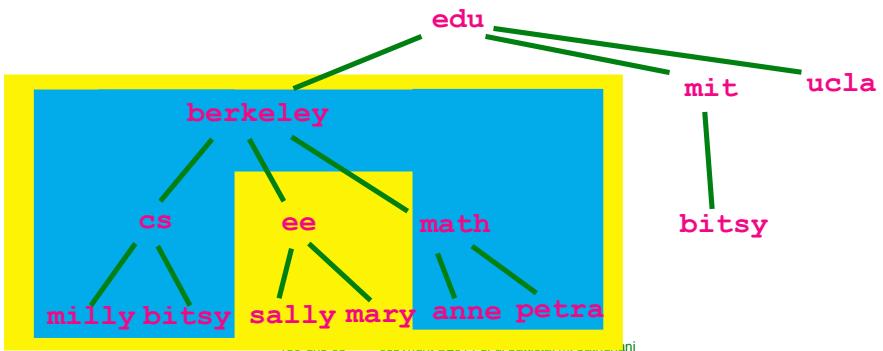
impostazione generale del servizio

- 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-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

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



zona

- la zona coincide con un dominio che il 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-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

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 indirizzate al primary
- ci possono essere più secondary per ogni zona; un secondary viene interpellato se il primary non è disponibile

150-dns-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

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-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

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-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

resolver

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

150-dns-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

resolver

- non è detto che un resolver sia un processo autonomo; ad esempio nelle comuni implementazioni di telnet e ftp 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

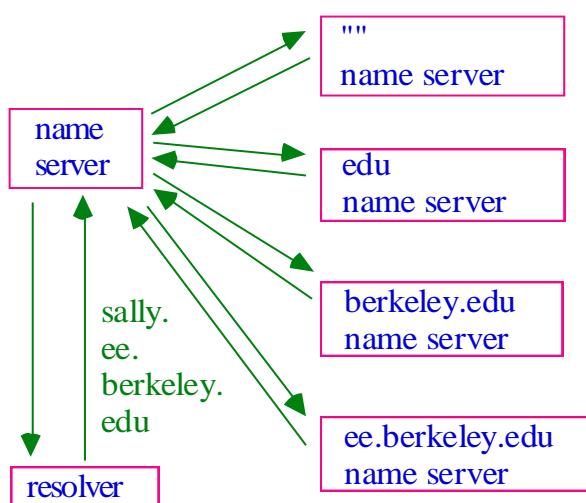
150-dns-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

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-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

risoluzione



150-dns-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

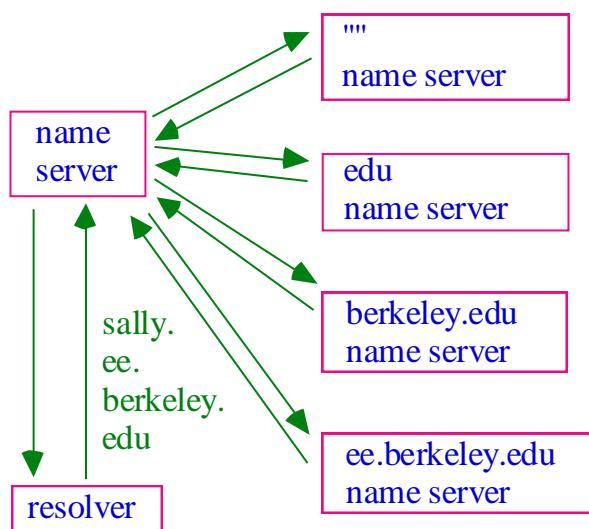
atteggiamenti possibili nella risoluzione

- 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-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

atteggiamenti possibili nella risoluzione

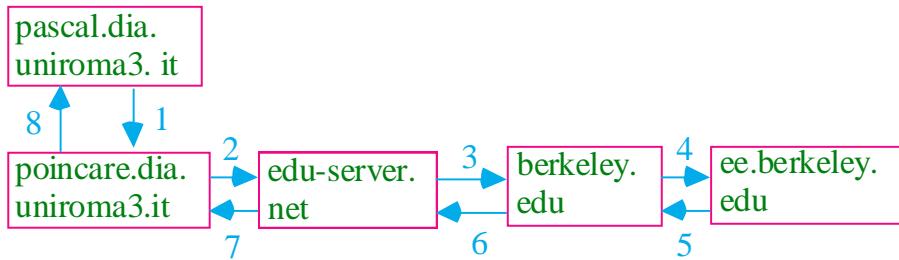
- in questo disegno, il resolver fa una query ricorsiva al server; il server fa query iterative agli altri server



150-dns-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

atteggiamenti possibili nella risoluzione

- atteggiamento completamente ricorsivo:



150-dns-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

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-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

cache

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

150-dns-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

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 il dominio)
- quando un resolver fa una query relativa a un nome ottiene come risposta i **record** associati a quel nome

150-dns-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

resource record

<resource record> →
 <domain name> <time to live>
 <class> <type> <value>

<domain name> → nome del dominio
<time to live> → stabilità del record
<class> → in internet è sempre IN
<type> → tipo di record
<value> → questo valore dipende dal valore di <type>

150-dns-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

resource record

i tipi principali sono:

- SOA
 - start of authority; nome del name server che è autorità della zona, e-mail dell'amministratore, altre informazioni utili per i name server secondari della 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-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

resource record

i tipi principali sono:

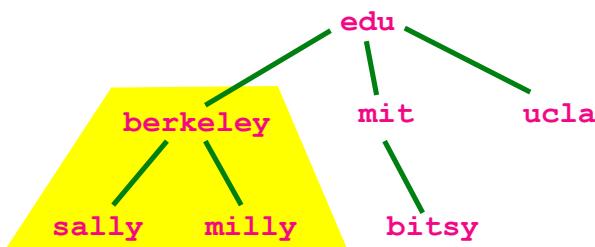
- AAAA
 - indirizzo ipv6 di un host
- CNAME
 - canonical name; il nome corrisponde ad un altro nome (alias)

150-dns-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

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

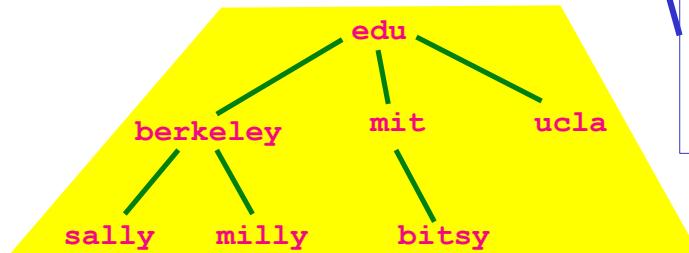


150-dns-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

resource record e namespace

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



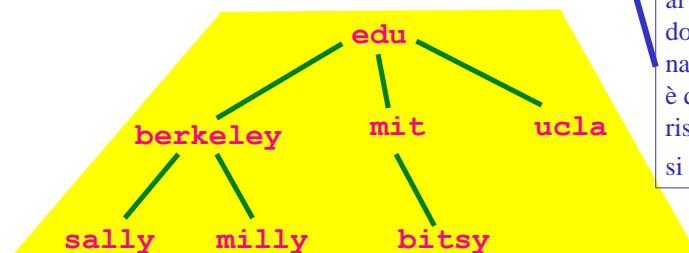
servono durante la risoluzione, quando nameserver.edu deve suggerire a chi rivolgersi per avere informazioni sulla zona berkeley.edu

150-dns-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

resource record e namespace

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



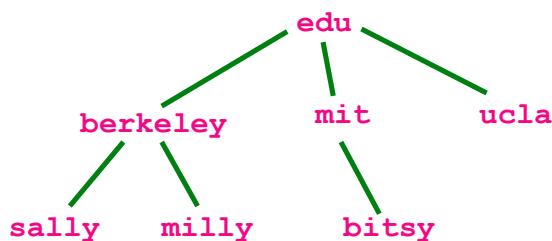
il record di tipo A sembra al posto sbagliato; dovrebbe essere su nameserver.berkeley.edu; è qui per permettere la risoluzione; si chiama *glue record*

150-dns-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

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-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

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-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

una prima query semplice (1/2)

```
[gdb@omega /]$ dig www.cs.ucsd.edu

; <>> DiG 9.2.4 <>> www.cs.ucsd.edu
;; global options: printcmd
;; Got answer:
;; ->>HEADER<<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 36764
;; flags: qr rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 1, AUTHORITY: 4,
;; ADDITIONAL: 1

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

;; ANSWER SECTION:
www.cs.ucsd.edu.        172800  IN      A      132.239.51.66
```

150-dns-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

una prima query semplice (2/2)

```
; ; AUTHORITY SECTION:
ucsd.edu.          102880  IN      NS
    ns1.nosc.mil.
ucsd.edu.          102880  IN      NS
    ns1.ucsd.edu.
ucsd.edu.          102880  IN      NS
    ns2.ucsd.edu.
ucsd.edu.          102880  IN      NS
    ns0.ucsd.edu.

; ; ADDITIONAL SECTION:
ns2.ucsd.edu.     16550   IN      A
132.239.1.52

; ; Query time: 199 msec
; ; SERVER: 193.204.161.133#53(193.204.161.133)
; ; WHEN: Thu Sep 21 14:46:10 2006
; ; MSG SIZE  rcvd: 145
```

150-dns-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

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

```
[gdb@omega /]$ dig www.cs.ucsd.edu

; <>> DiG 9.2.4 <>> www.cs.ucsd.edu
;; global options: printcmd
;; Got answer:
;; ->>HEADER<<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 61138
;; flags: qr rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 1, AUTHORITY: 4,
;; ADDITIONAL: 3

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

;; ANSWER SECTION:
www.cs.ucsd.edu.        172710  IN      A
132.239.51.66
```

150-dns-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

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

```
;; AUTHORITY SECTION:
ucsd.edu.          102790  IN      NS      ns2.ucsd.edu.
ucsd.edu.          102790  IN      NS      ns0.ucsd.edu.
ucsd.edu.          102790  IN      NS      ns1.nosc.mil.
ucsd.edu.          102790  IN      NS      ns1.ucsd.edu.

;; ADDITIONAL SECTION:
ns1.nosc.mil.     3510    IN      A       128.49.16.7
ns1.nosc.mil.     3510    IN      AAAA   2001:480:10:16::7
ns2.ucsd.edu.     16460   IN      A       132.239.1.52

;; Query time: 0 msec
;; SERVER: 193.204.161.133#53(193.204.161.133)
;; WHEN: Thu Sep 21 14:47:40 2006
;; MSG SIZE  rcvd: 189
```

150-dns-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

una macchina “locale” (1/2)

```
[gdb@omega /]$ dig ssh2.dia.uniroma3.it

; <>> DiG 9.2.4 <>> ssh2.dia.uniroma3.it
;; global options: printcmd
;; Got answer:
;; ->>HEADER<<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 35046
;; flags: qr aa rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 2, AUTHORITY: 7,
;; ADDITIONAL: 2

;; QUESTION SECTION:
;ssh2.dia.uniroma3.it.           IN      A

;; ANSWER SECTION:
ssh2.dia.uniroma3.it.  900      IN      CNAME
    omega2.dia.uniroma3.it.
omega2.dia.uniroma3.it.  900      IN      A
    193.204.161.32
```

150-dns-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

una macchina “locale” (2/2)

```
;; AUTHORITY SECTION:
dia.uniroma3.it.  900      IN      NS
    dns1.dia.uniroma3.it.
dia.uniroma3.it.  900      IN      NS
    dns2.dia.uniroma3.it.
dia.uniroma3.it.  900      IN      NS
    dns3.dia.uniroma3.it.
dia.uniroma3.it.  900      IN      NS
    dns4.dia.uniroma3.it.
dia.uniroma3.it.  900      IN      NS
    dns5.dia.uniroma3.it.
dia.uniroma3.it.  900      IN      NS      luna.uniroma3.it.
dia.uniroma3.it.  900      IN      NS      dns.uniroma3.it.

;; ADDITIONAL SECTION:
dns.uniroma3.it.   86400    IN      A      193.205.139.10
luna.uniroma3.it.  86400    IN      A      193.205.139.253

;; Query time: 1 msec
;; SERVER: 193.204.161.133#53(193.204.161.133)
;; WHEN: Thu Sep 21 14:49:25 2006
;; MSG SIZE  rcvd: 239
```

150-dns-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

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-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

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-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

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-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

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-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

di nuovo (1/2)

```
[gdb@omega /]$ 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
```

150-dns-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani

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
```

150-dns-05 copyright ©2014 g. di battista, m. patrignani