

# **Esperti nella gestione dei sistemi informativi e tecnologie informatiche**

---

## **Sistemi avanzati di gestione dei Sistemi Informativi**

**Docente:** Eduard Roccatello  
**Email:** [eduard@roccatello.it](mailto:eduard@roccatello.it)  
**Sito:** <http://www.roccatello.it/teaching/gsi/>

# Cosa sono i "nomi"

---

- Un host è identificato in una internetwork da (almeno) un indirizzo IP
  - Gli indirizzi IP sono gerarchici e contengono al proprio interno informazioni utili per il processo di instradamento nella internetwork
  - Gli indirizzi IP sono, però, molto scomodi da memorizzare per un utente umano
    - [www.roccatello.it](http://www.roccatello.it) è decisamente più facile di **62.149.140.14**
    - Es. i cellulari hanno un'agenda in cui si cerca **per nome**

# I nomi assegnati agli host

---

- Per agevolare gli utenti, Internet fornisce un
  - **servizio per i nomi di dominio (domain name service - DNS)**
- I nomi di dominio assegnati agli host
  - Sono stringhe di caratteri anziché sequenze di numeri
    - Più facili, se i caratteri costituiscono parole
  - Sono gerarchici, ma seguono una gerarchia logica e non topologica, per cui non sono di alcuna utilità per l'indiradamento (non sostituiscono gli indirizzi IP!)

# Servizio per i nomi

---

- È caratterizzato da uno **spazio per i nomi** (*name space*)
  - Definisce l'insieme dei nomi possibili
  - Può essere gerarchico
    - Es. nomi di file in un filesystem di Unix oppure non gerarchico (*flat*)
    - Es. l'insieme dei cognomi degli italiani
- Gestisce un insieme di corrispondenze (*binding*) tra nomi e **valori** (in sostanza, una tabella)
  - I valori sono solitamente indirizzi IP, ma non è detto

# Servizio per i nomi

---

- Prevede un **meccanismo di risoluzione dei nomi**
  - Una procedura che restituisce il valore associato ad un nome, effettuando una ricerca nell'insieme di corrispondenze
- La risoluzione dei nomi viene effettuata da **server per i nomi**
  - Sono disponibili sulla rete e rispondono ad interrogazioni (client/server) di altri host

# Internet e DNS

---

- Il sistema per i nomi usato da Internet (DNS - domain name system)
  - Era inizialmente flat, ora è gerarchico
- Il sistema usato inizialmente era costituito da una tabella di corrispondenze gestita direttamente dal NIC (file **hosts.txt**)
  - I nuovi nomi si ottenevano dal NIC e il NIC provvedeva ad inviare, per posta elettronica, il file aggiornato agli amministratori di tutti gli host
  - La risoluzione dei nomi era un processo locale
    - Bastava consultare il file **hosts.txt** presente sull'host

# DNS gerarchico

---

- Nella prima metà degli anni Ottanta la gestione del file **hosts.txt** in quel modo non era più possibile
  - Il nuovo (e attuale) DNS
    - Usa uno spazio di nomi gerarchico
    - Suddivide lo spazio dei nomi in più parti distinte (zone)
    - Suddivide la “tabella delle corrispondenze” in più sottotabelle (una per ogni zona), gestite da server per i nomi (due o più per ogni zona)

# Come viene usato il DNS?

---

- Solitamente, le applicazioni di rete consentono agli utenti di usare nomi di dominio per identificare gli host con i quali vogliono comunicare
  - Sono poi le applicazioni ad interrogare il servizio di risoluzione dei nomi (DNS) per ottenere l'indirizzo IP necessario a trasmettere e ricevere i dati
  - Si dice che l'applicazione DNS è un software di tipo **middleware**, cioè è uno strumento intermedio

# DNS

---

Servizio per i nomi (DNS):  
Gerarchia di domini

# Gerarchia di domini

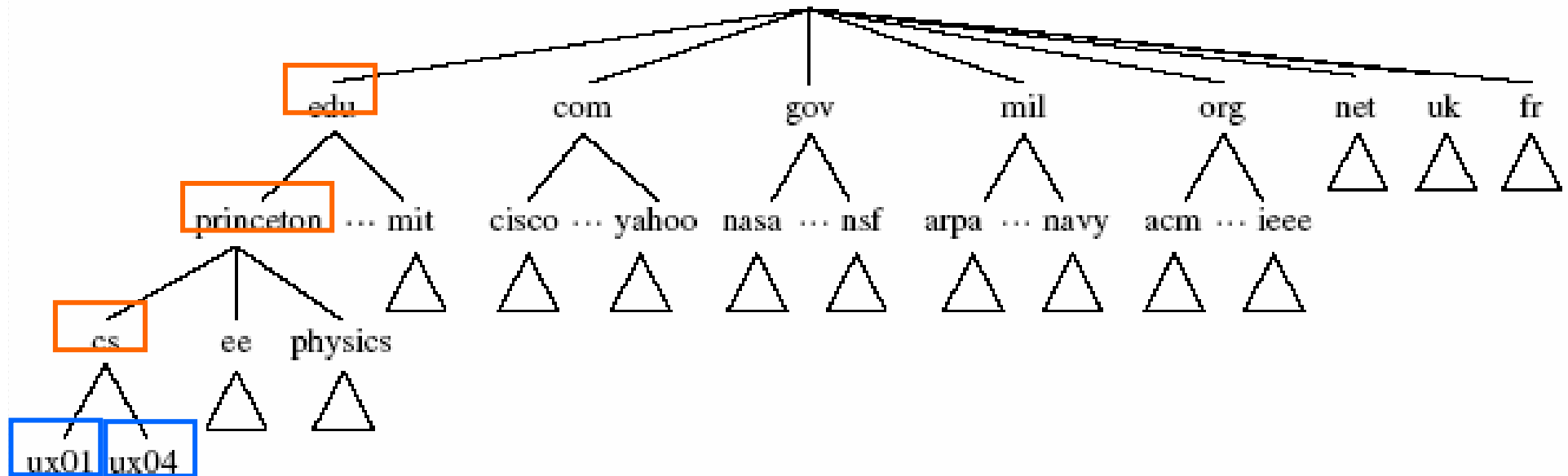
---

- Il DNS di Internet usa uno spazio di nomi gerarchico
  - Es. **cicada.cs.princeton.edu**, **www.linux.it**
- Diversamente dai nomi di file in un filesystem, nei nomi di dominio la gerarchia si costituisce da destra verso sinistra
  - Cioè **edu** e **it** si trovano al vertice della gerarchia
  - **linux** si trova all'interno della gerarchia **it**, e così via

# Albero dei nomi di dominio

---

- La gerarchia dei nomi è un albero
  - I **nodi interni** dell'albero rappresentano un dominio
  - Le **foglie** dell'albero rappresentano gli host



# Che cos'è un dominio?

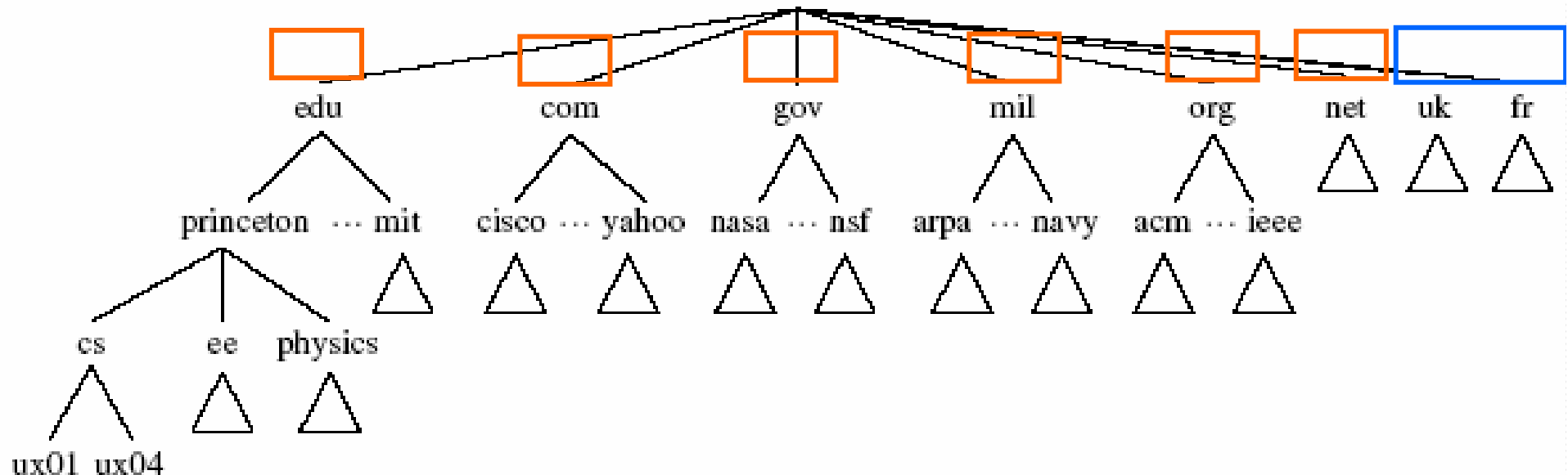
---

- In Internet, un dominio non è una precisa entità semantica
  - Non corrisponde ad un'entità fisica
    - Non raggruppa gli host di una rete
    - Non è in corrispondenza con uno o più indirizzi di rete IP
  - È semplicemente un "contesto" all'interno del quale è possibile definire nomi di host e/o altri nomi di dominio

# Albero dei nomi di dominio

---

- Notiamo che non esiste un unico dominio radice
  - I domini di primo livello si chiamano TLD (Top-level domain) e sono sei, più uno per ogni nazione



# Top-level domain

---

- I domini nazionali sono tutti di due lettere e i relativi sottodomini sono assegnati ad entità nazionali
  - Aziende, enti pubblici, singole persone, ecc.
- Gli altri TLD sono gestiti dagli Stati Uniti che hanno anche un dominio **us**, poco usato

e sono assegnati, oltre che ad entità statunitensi, ad entità sovranazionali

# Top-level domain

---

- edu – entità educative
  - es. università, princeton.edu
- gov – entità governative
  - es. whitehouse.gov
- mil – entità militari
  - es. navy.mil
- com – entità commerciali
- org – entità “non profit”
  - Non c’è molto controllo...
- net – entità per la gestione della rete
  - Non c’è molto controllo...

# Applicazioni

---

Servizio per i nomi (DNS):  
Server per i nomi

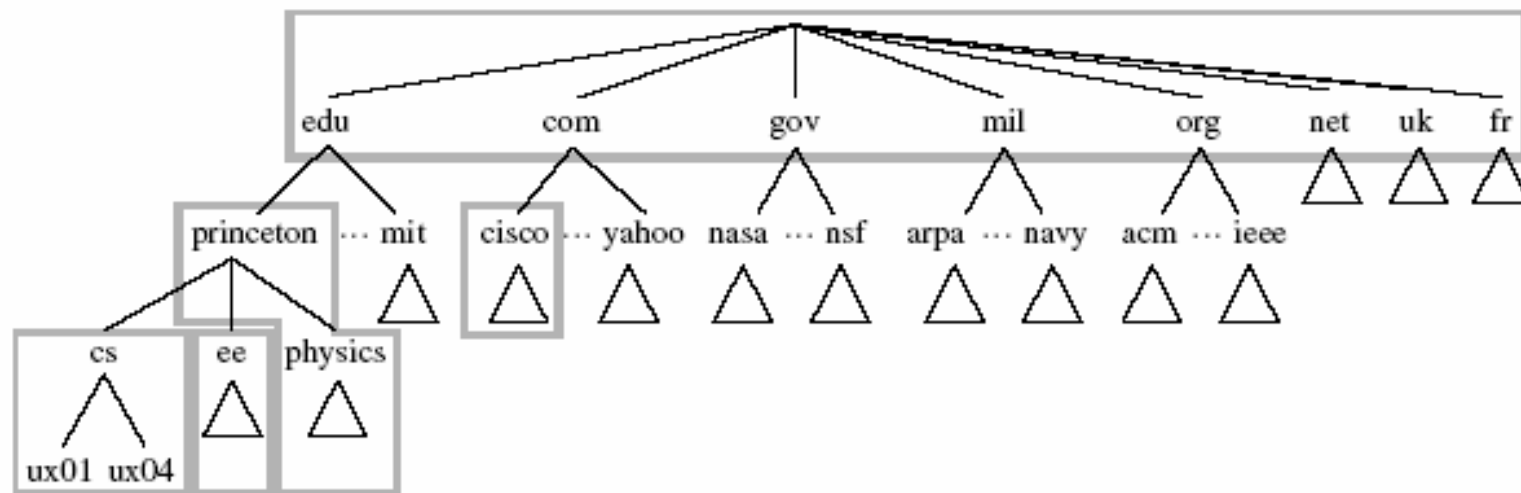
# Gerarchia dei nomi di dominio

---

- La gerarchia completa dei nomi di dominio in Internet è un'entità astratta
  - Nessun host di Internet contiene le informazioni complete relative all'intero albero
  - Il servizio DNS è **distribuito** tra vari server
    - Ogni server contiene le informazioni relative
      - Ad una parte dell'albero
      - A come ottenere informazioni per le parti rimanenti
  - L'albero è suddiviso in sottoalberi (zone)

# Zone DNS

- **Ogni zona corrisponde ad un'entità di gestione**
  - La zona che contiene i TLD è gestita dal NIC
  - Es. princeton.edu è una zona, linux è un'altra zona
    - La zona princeton.edu contiene anche il sotto dominio physics, ma non contiene i sottodomini cs e ee



# Zone e server DNS

---

- Ad ogni zona devono essere associati almeno **due** *name server* che rispondano a richieste di risoluzione dei nomi relativi alla zona stessa
  - Le tabelle di tali *name server* devono quindi contenere informazioni relative a tutti gli host appartenenti a domini e sottodomini della zona
    - È possibile che un server non fornisca la risposta, ma che fornisca informazioni relative ad un altro server a cui chiedere il servizio di traduzione del nome
  - Viene richiesta la presenza di almeno **due** *name server* per rendere più affidabile il servizio

# Informazioni DNS

---

- Ogni name server gestisce i **record di risorse** specifici di una zona (o più zone)
- Ogni record di risorsa rappresenta una corrispondenza tra un nome (**Name**) e un valore (**Value**), con tre attributi
  - <**Name, Value, Type, Class, TTL**>
  - **Name** è il nome di cui può venir chiesta la traduzione ed è l'indice con il quale si accede alle informazioni presenti nella tabella

# Informazioni DNS

---

- Il campo **Class** serve a rendere ancora più generale il servizio DNS
  - Potrebbe gestire informazioni relative ad entità di rete diverse dal NIC
    - Questa potenzialità viene usata raramente
  - Le informazioni gestite dal NIC e, quindi, relative al servizio dei nomi di dominio di Internet sono contraddistinte da
    - **Class = IN** (Internet)

# Informazioni DNS

---

- Il campo **TTL** indica il tempo di validità (in secondi) delle informazioni che un name server ha ricevuto da altri name server e che ha temporaneamente inserito tra le proprie
  - Quando un'informazione di questo tipo scade, il name server la rimuove dal proprio insieme di record di risorsa (cioè se ne dimentica...)
  - Le informazioni relative alla zona direttamente gestita dal name server non scadono mai

# Informazioni DNS

---

- Il campo **Type** specifica come vada interpretata l'informazione contenuta nel campo **Value**
  - Se **Type = A** (Address)
    - Allora Value è l'indirizzo IP corrispondente a Name
  - L'insieme dei record di risorsa aventi Type = A costituisce la "tabelle delle corrispondenze" di cui abbiamo parlato finora
  - Gli altri valori di Type servono, ad esempio, a gestire il fatto che le informazioni siano distribuite su più server

# Informazioni DNS

---

- Se **Type = NS** (Name Server)
  - Allora il campo **Value**
    - **Non contiene un indirizzo IP**
    - Contiene il nome di un altro name server al quale ci si può rivolgere per risolvere il nome presente nel campo **Name** del record di risorsa in esame
    - Serve, in sostanza, per effettuare una sorta di reindirizzamento delle richieste
      - Come vedremo, è essenziale per gestire la gerarchia e la suddivisione delle tabelle in zone (algoritmo distribuito)

# I server radice

---

- I *name server* che gestiscono la zona che si trova alla radice dell'albero si chiamano
  - **root name server**
- I *root name server* hanno
  - Un record di tipo NS per ogni dominio di secondo livello
    - E un record di tipo A che ne fornisce l'indirizzo IP
  - Ciascuna di queste coppie di record costituisce un riferimento ad uno dei server di secondo livello

# I server radice

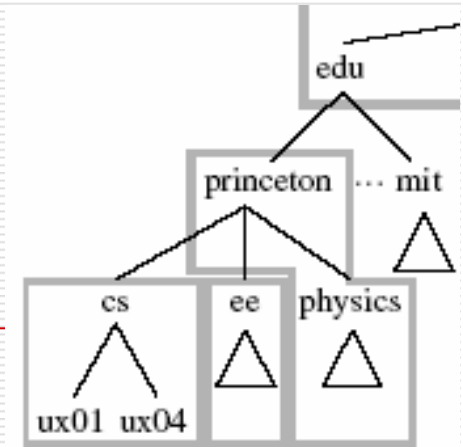
---

- Esempio di record presenti in un *root name server*
  - Non indichiamo il campo TTL, che non interessa

Nome di dominio                      Name server                      Indirizzo IP del  
name server

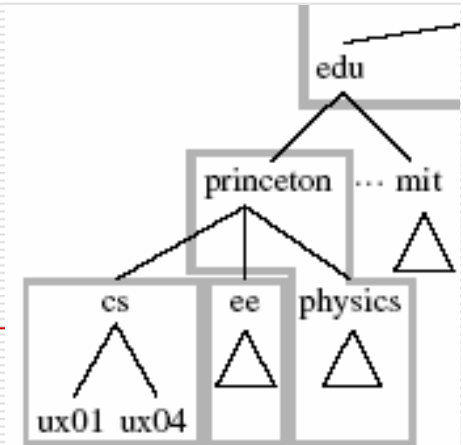
```
<princeton.edu, cit.princeton.edu NS, IN>  
<cit.princeton.edu, 128.196.128.233, A, IN>  
<cisco.com, ns.cisco.com, NS, IN>  
<ns.cisco.com, 128.96.32.30, A, IN>  
...
```

# Un name server di zona



- Uno dei *name server* della zona di Princeton University è
  - **cit.princeton.edu**
- Contiene
  - Record di tipo A per tutti gli host della zona
  - Record di tipo NS per i name server delle (eventuali) zone sottostanti nella gerarchia
    - Per ogni record di questo tipo, c'è il corrispondente record di tipo A

# Un name server di zona



Zona **cs**

[  
  ⟨cs.princeton.edu, gnat.cit.princeton.edu, NS, IN⟩  
  ⟨gnat.cs.princeton.edu, 192.12.69.5, A, IN⟩

Zona **ee**

[  
  ⟨ee.princeton.edu, helios.ee.princeton.edu, NS, IN⟩  
  ⟨helios.ee.princeton.edu, 128.196.28.166, A, IN⟩

Host della  
zona gestita  
dal server  
in esame

[  
  ⟨jupiter.physics.princeton.edu, 128.196.4.1, A, IN⟩  
  ⟨saturn.physics.princeton.edu, 128.196.4.2, A, IN⟩  
  ⟨mars.physics.princeton.edu, 128.196.4.3, A, IN⟩  
  ⟨venus.physics.princeton.edu, 128.196.4.4, A, IN⟩  
  ...

# Gestione delle tabelle

---

- Data la struttura gerarchica, la gestione delle informazioni presenti nelle tabelle è molto semplice
  - Quando l'amministratore di una zona vuole aggiungere un host ad uno dei domini della zona, aggiunge un record alla tabella dei name server della zona
  - Quando, invece, vuole modificare l'elenco dei name server della zona, lo deve comunicare all'amministratore della zona di livello superiore nella gerarchia
    - Quest'ultimo aggiorna le tabelle dei propri name server e nulla più, non c'è propagazione di informazioni

# Applicazioni

---

Servizio per i nomi (DNS):  
Traduzione dei nomi

# Come si risolve un nome?

---

- Avendo a disposizione la gerarchia dei name server, come funziona il DNS?
  - Un host invia ad un *root name server* la richiesta di risoluzione di un nome
    - Es. **saturn.physics.princeton.edu**
  - Se il server radice contiene un record di tipo A con il campo **Name** richiesto
    - Restituisce come risposta all'host l'indirizzo IP corrispondente (contenuto nel campo **Value**)

# Come si risolve un nome?

---

- Se il server radice non contiene un record di tipo A con il campo Name richiesto
  - Cerca tra i campi Name dei propri record di tipo NS la più lunga corrispondenza (da destra verso sinistra) con il nome richiesto
    - In questo caso: **princeton.edu**
  - Restituisce come risposta all'host il campo Value di tale record: **cit.princeton.edu**
    - Questo è il nome del successivo *name server* da contattare per risolvere il nome e l'indirizzo IP 128.196.128.233 (dedotto da un proprio record di tipo A avente il campo Name uguale a cit.princeton.edu)

# Come si risolve un nome?

---

- A questo punto l'host che aveva fatto la richiesta sa che per risolvere il nome
  - **saturn.physics.princeton.edu**deve inviare una richiesta all'host
  - **cit.princeton.edu**
    - Di questo host conosce già l'indirizzo IP
- Iterando l'algoritmo, si scende lungo l'albero dei domini e, prima o poi, si ottiene l'informazione desiderata

# Problema aperto

---

- Rimane un solo problema
  - Come fanno tutti gli host della internetnetwork a conoscere il nome (o, meglio, l'indirizzo IP) di almeno un root name server?
    - È tutto ciò che serve per far partire l'algoritmo di risoluzione dei nomi di dominio
  - È un'informazione che deve essere fornita agli host in modo indipendente dal servizio DNS
    - I *root name server* hanno indirizzi IP ben noti e gli amministratori di rete possono configurare con tali indirizzi il sistema DNS dei propri host

# Richiesta per delega

---

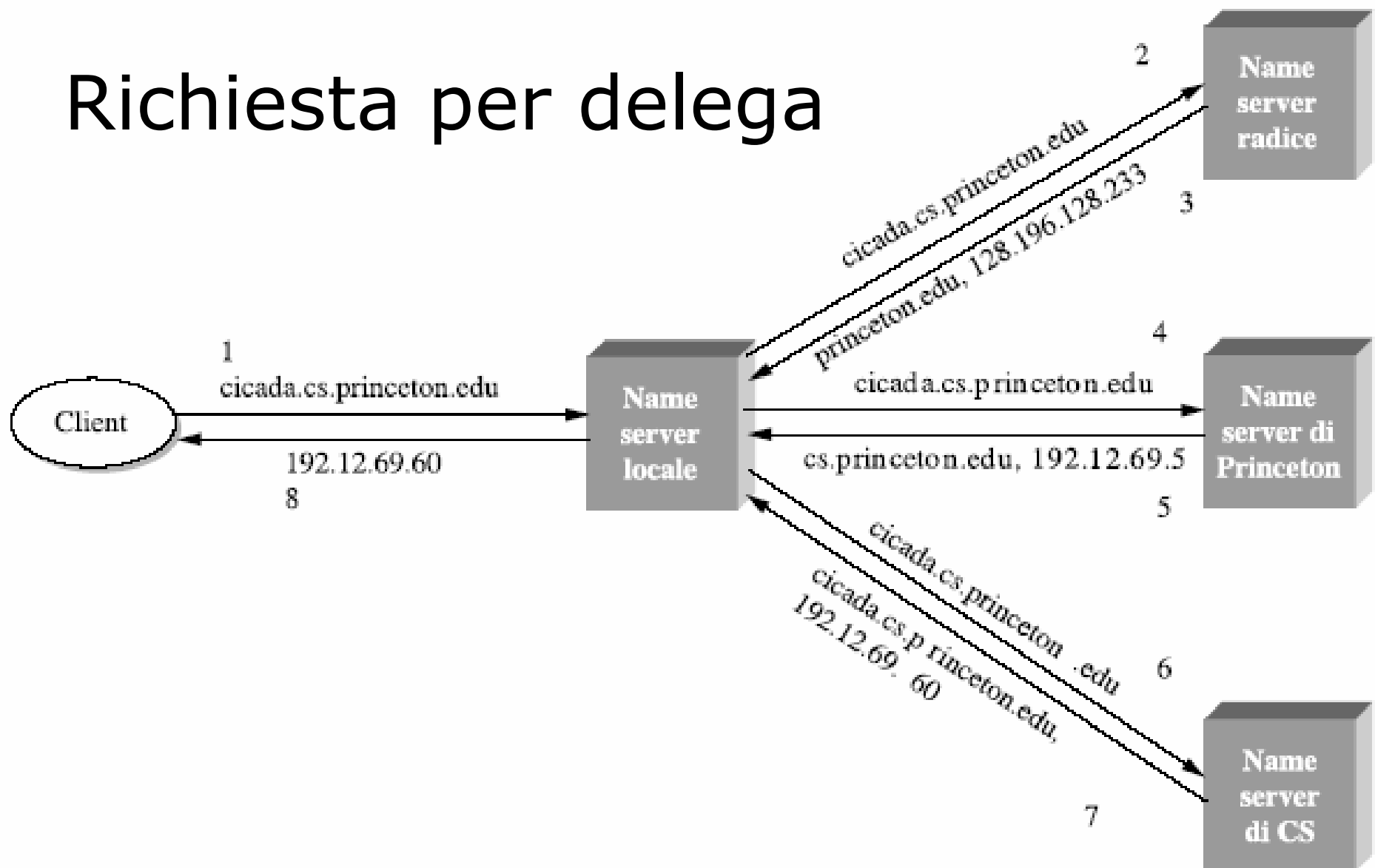
- Il sistema DNS offre però la possibilità di una configurazione alternativa
  - Ogni host viene configurato in modo da inviare tutte le proprie richieste di risoluzione ad uno dei name server della propria zona
  - Soltanto tale name server viene configurato con il nome e l'indirizzo IP di un root name server
    - Quando riceve una richiesta che non sa risolvere (perché riferita ad un nome esterno alla propria zona), invia la richiesta "per delega" al root name server

# Richiesta per delega

---

- Quando il name server intermedio riceve la risposta dal root name server
  - Risponde a sua volta all'host che aveva inviato la richiesta originaria
  - Inserisce tale informazione nel proprio insieme di record
    - Si tratta di un'informazione temporanea, che scadrà dopo un tempo TTL definito nella risposta ricevuta dal root name server

# Richiesta per delega



# Il campo Type = CNAME

---

- Il gestore di una zona può definire campi con **Type = CNAME**

`<www.cs.princeton.edu, cicada.cs.princeton.edu, CNAME, IN>`

- Servono a definire **alias** per il nome di un host

- Se viene chiesto di risolvere il nome

- `www.cs.princeton.edu`

il server trova il nome `cicada.cs.princeton.edu`, poi ne cerca il valore in un record di tipo A e quindi restituisce l'indirizzo IP

# A cosa serve un alias?

---

- Un alias serve a dare un nome convenzionale all'host che svolge un certo servizio
  - Es. i server Web di solito si chiamano www...
- Usando un alias invece di assegnare tale nome all'host, è possibile spostare il servizio su un host diverso senza cambiare nome a nessun host e senza comunicare all'esterno il nuovo nome del server Web
  - Basta modificare la tabella del name server

# Il campo Type = MX

---

- Per il servizio di posta elettronica, il DNS mette a disposizione un campo speciale
    - In sostanza si tratta di un alias
- ```
<cs.princeton.edu, gnat.cit.princeton.edu, MX, IN>
```
- Con questa informazione, è possibile chiedere ad un name server quale sia il server che accetta la posta entrante per un certo dominio
    - Il server risponderà cercando un record di tipo MX
    - Invece di usare un alias di nome convenzionale per i server di posta (es. mail.princeton.edu) si usa questa strategia