ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Το σύστημα ονομασίας περιοχών DNS

Ονόματα των host

- Οι διευθύνσεις IP προσδιορίζουν διεπαφές υπολογιστών ή δρομολογητών
  - Η διεύθυνση IP περιέχει πληροφορία που χρησιμοποιείται για τη δρομολόγηση
- Τα ονόματα είναι αλφαριθμητικές περιγραφές αντί διευθύνσεων IP
  - π.χ. www.telecom.ntua.gr, www.google.com, www.ietf.org
- Είναι αδύνατο μαντέψει κάποιος τις διευθύνσεις IP
  - π.χ. από το όνομα μιας ιστοθέσης

Ονόματα των host

- Οι διευθύνσεις IP είναι δύσκολο να απομνημονεύονται από τους ανθρώπους
- Οι άνθρωποι προτιμούν να θυμούνται ονόματα αντί διευθύνσεων IP
  - Φανταστείτε να έπρεπε να θυμάστε τους αριθμούς των τηλεφώνων των φίλων σας αντί των ονομάτων τους
- Το σύστημα ονομασίας περιοχών (DNS) είναι μια κατανεμημένη βάση δεδομένων στο διαδίκτυο που επιτρέπει τη μετάφραση ανάμεσα σε ονόματα και διευθύνσεις IP

Σύστημα ονομασίας περιοχών

Domain Name System (DNS):

- Ο τηλεφωνικός κατάλογος του διαδικτύου
- Ο μηχανισμός του διαδικτύου για την αναφορά μέσω ονομάτων σε ότι πόρους χρησιμοποιούμε
  - Μετάφραση ονομάτων σε διευθύνσεις IP και το αντίστροφο
  - Αντιστοίχηση ονομάτων αντικειμένων σε άλλα ονόματα
  - Παγκοσμίως κατανεμημένη, επεκτάσιμη και αξιόπιστη βάση δεδομένων

Domain Name System (DNS)

- κατανεμημένη βάση δεδομένων που εφαρμόζεται σε μια ιεραρχία πολλών εξυπηρετητών ονομάτων
- Περιλαμβάνει
  - το χώρο ονομάτων
  - τους εξυπηρετητές μέσω των οποίων γίνεται διαθέσιμος ο χώρος ονομάτων
  - και τους αναλυτές (resolvers) που ερωτούν τους εξυπηρετητές περί του χώρου ονομάτων
- Τα δεδομένα διατηρούνται τοπικά, αλλά είναι διαθέσιμα παγκόσμια ...

  ... δεν υπάρχει υπολογιστής με όλη τη βάση DNS

Domain Name System (DNS)

- πρωτόκολλο στρώματος εφαρμογών που επιτρέπει σε hosts, routers και name servers να επικοινωνούν για να αναλύσουν (resolve) ονόματα (μεταφράσουν ονόματα σε διεύθυνση)
  - είναι λειτουργία του κορμού του Internet
  - υλοποιείται ως πρωτόκολλο του στρώματος εφαρμογών
  - η πολυπλοκότητα βρίσκεται στο "άκρο" του δικτύου
  - οι αναζητήσεις DNS γίνονται από οποιοδήποτε μηχάνημα και οποιαδήποτε υπηρεσία
  - τα αποτελέσματα από μακρινούς εξυπηρετητές αποθηκεύονται προσωρινά σε τοπική μνήμη ώστε να βελτιωθεί η επίδοση

Προτού υπάρξει το DNS …

- … υπήρχε το αρχείο hosts.txt
- Πριν το 1985 η αντιστοίχηση ονόματος σε διεύθυνση IP καταγράφονταν σε αυτό το αρχείο
  - οι υπολογιστές το κατέβαζαν από ένα κεντρικό εξυπηρετητή μέσω FTP
  - τα ονόματα στο hosts.txt δεν είχαν κάποια δομή
  - το αρχείο ακόμη υπάρχει στα περισσότερα λειτουργικά συστήματα …

    … μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον ορισμό ονομάτων

Χώρος ονομάτων

Χώρος ονομάτων του DNS

- Το Internet είναι χωρισμένο νοητά σε εκατοντάδες διαφορετικές περιοχές (domains) υψηλού επιπέδου
  - που αναλύονται σε υπο-περιοχές (sub-domains), κ.ο.κ., με πολλούς host η καθεμία
  - Οι περιοχές μπορεί να παρασταθούν μ' ένα δέντρο
- χώρος ονομάτων (name space)
  - Τα ονόματα των περιοχών απαρτίζουν μια ιεραρχία κατά τρόπο που τα ονόματα να είναι μοναδικά και να απομνημονεύονται εύκολα
  - Ένας οργανισμός είναι αρμόδιος για μέρος του χώρου ονομάτων και μπορεί να προσθέσει επιπλέον επίπεδα στην ιεραρχία

Ιεραρχία του DNS

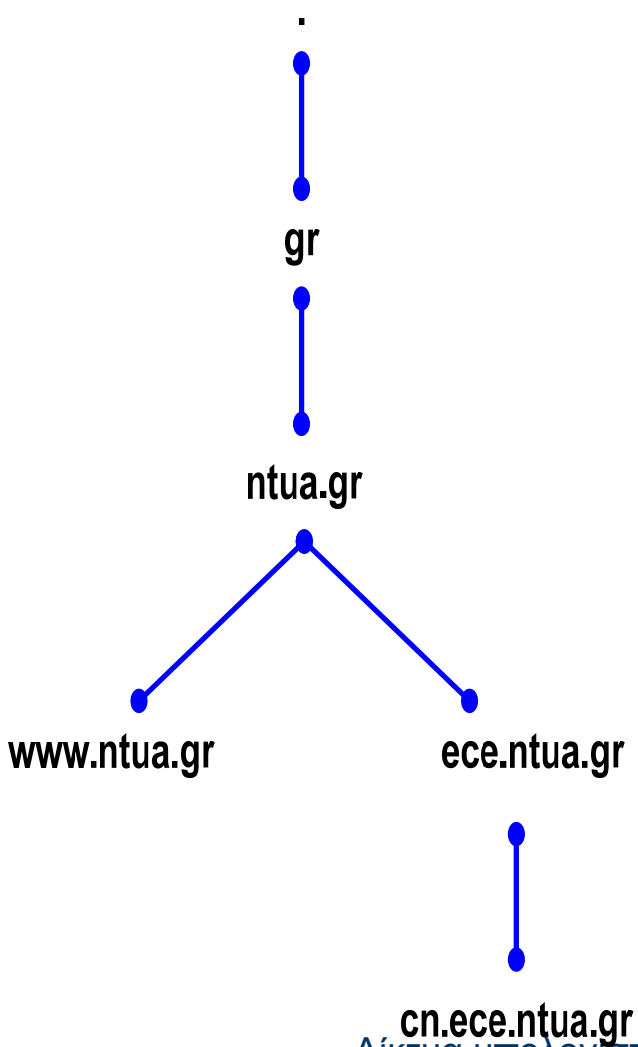
- Κάθε κόμβος στο δένδρο DNS αναπαριστά ένα όνομα DNS (DNS name)
- Κάθε κλαδί κάτω από ένα κόμβο είναι μια περιοχή DNS (DNS domain)
  - Η περιοχή DNS μπορεί να περιέχει hosts ή άλλες περιοχές (subdomains)
- Παράδειγμα περιοχών DNS

  .

  gr

  ntua.gr

  cn.ece.ntua.gr



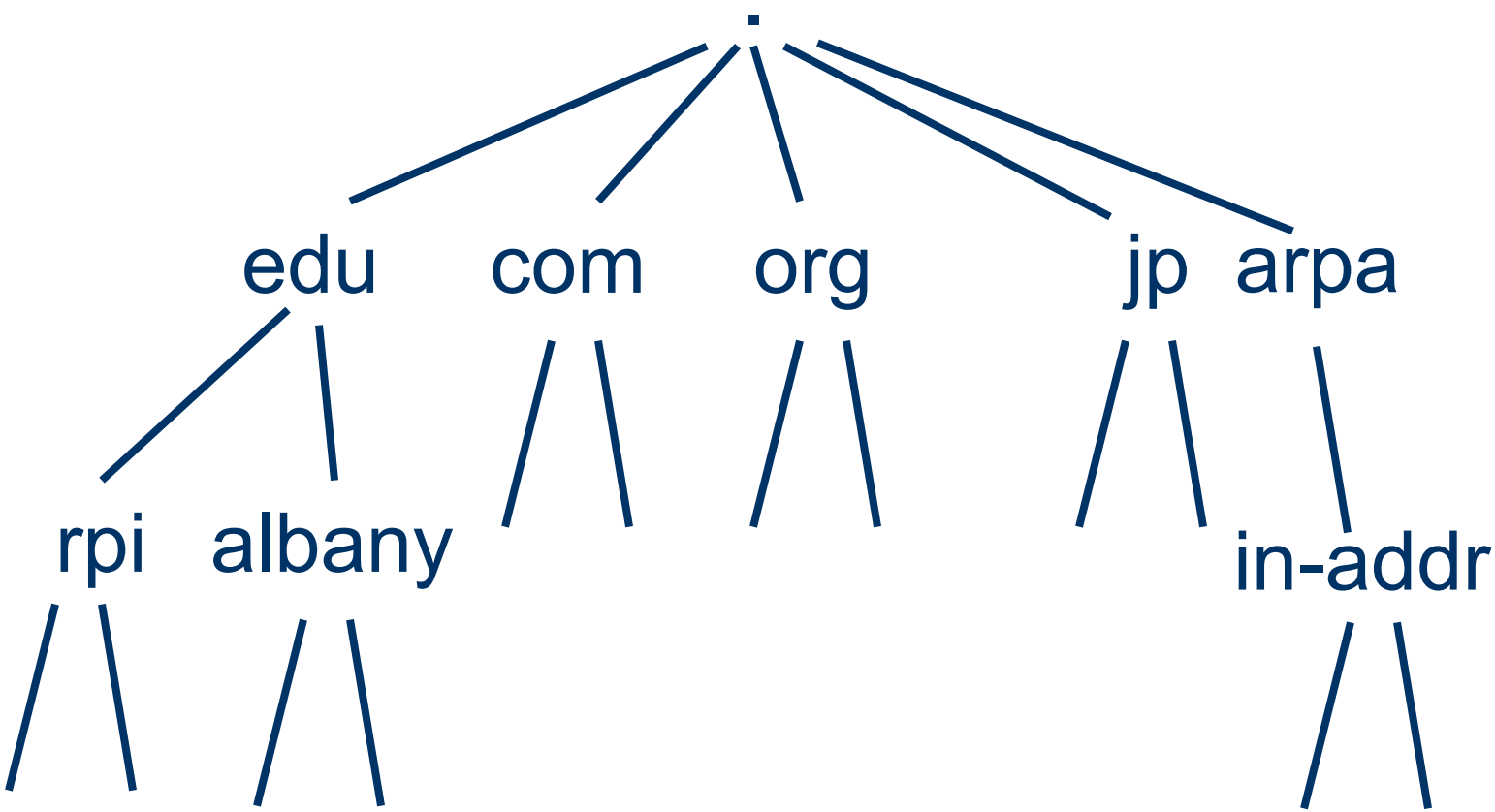
Ιεραρχία του DNS

- Η κορυφή του δένδρου είναι η ρίζα (root) και συμβολίζεται με μία τελεία «.»
- Η IANA (Internet Assigned Numbers Authority) είναι η επίσημη αρχή του διαχειρίζεται τη ρίζα του DNS
  - Η IANA λειτουργεί υπό την επίβλεψη της ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers)
  - Η ICANN είναι μια μη κερδοσκοπική εταιρεία που δημιουργήθηκε το 1998 με σκοπό την επίβλεψη διάφορων εργασιών σχετικών με το διαδίκτυο που προηγουμένως τις επέβλεπε άμεσα η κυβέρνηση των ΗΠΑ (μέσω της IANA)

Ιεραρχία του DNS

- Κάτω από την κορυφή υπάρχουν οι περιοχές ανωτάτου επιπέδου (top level domains)
  - η διαχείριση τους (εκτός των .int και .arpa) έχει εκχωρηθεί από την IANA σε άλλους υπεύθυνους οργανισμούς, π.χ.
    - EDUCAUSE για την περιοχή .edu
    - DoD για την .mil
- Η διαχείριση του χώρου ονομάτων κάτω από τις περιοχές ανωτάτου επιπέδου έχει εκχωρηθεί σε οργανισμούς, που μπορούν να εκχωρήσουν περαιτέρω τη διαχείριση υπο-περιοχών τους

Ιεραρχία του DNS



Περιοχές ανώτατου επιπέδου (top-level domains - TLD)

- αρχικά (1988) υπήρχαν
  - **edu, gov, com, org, mil, net, int, arpa**
- μετά προστέθηκαν περιοχές για κάθε χώρα (όνομα περιοχής με 2 γράμματα).
  - **gr, nl, uk, us, jp, ...**
- κατόπιν (2001) εγκρίθηκαν
  - **aero, biz, coop, info, museum, name, pro**
- πιο πρόσφατα (2005) εγκρίθηκαν αρκετές νέες
  - **asia, cat, jobs, mobi, post, tel, travel**
  - **και πέρυσι (2011) xxx**

Περιοχές ανώτατου επιπέδου (top-level domains - TLD)

- Η IANA σήμερα ξεχωρίζει τις ακόλουθες ομάδες περιοχών ανωτάτου επιπέδου:
  - country-code top-level domains (ccTLD)
    - 248 περιοχές χωρών με όνομα αποτελούμενο από δύο γράμματα για χώρες ή επικράτειες
  - generic top-level domains (gTLD):
    - 22 γενικές περιοχές με όνομα αποτελούμενου από τρία ή περισσότερα γράμματα για οργανισμούς ή ιδιώτες

Γενικές περιοχές ανώτατου επιπέδου

- generic top-level domains (gTLD):
  - unsponsored top-level domains (uTLD)
    - περιοχές που λειτουργούν σύμφωνα με τις πολιτικές της ICANN για το παγκόσμιο διαδίκτυο
    - biz, com, info, name, net, org, pro
  - sponsored top-level domains (sTLD)
    - περιοχές διαχειριζόμενες από οργανισμούς ή ιδιώτες που περιορίζουν τη συμμετοχή βάσει κανόνων
    - aero, asia, cat, coop, edu, gov, int, jobs, mil, mobi, museum, tel, travel, xxx
  - infrastructure top-level domain
    - περιέχει μόνο μία περιοχή που διαχειρίζεται από την IANA
    - .arpa (Address and Routing Parameter Area)

Όνομα περιοχής

- Μια περιοχή είναι ένα υποδέντρο του παγκόσμιου δέντρου ονομάτων
- Το όνομα περιοχής (domain name) είναι η ακολουθία των ετικετών που οδηγούν από τον host (φύλλο στο δέντρο ονομάτων) στην κορυφή του παγκόσμιου δέντρου ονομάτων
  - διαβασμένο αριστερά προς δεξιά
  - έχει μέγιστο βάθος 127 επίπεδα
- Παραδείγματα:
  - whitehouse.gov
  - ntua.gr
  - εμπ.gr

FQDN (Fully Qualified Domain Name)

- Κάθε κόμβος στο δένδρο περιοχών DNS μπορεί να προσδιορισθεί από την πλήρη περιγραφή του ονόματος περιοχής (FQDN)
- Η FQDN δίνει τη θέση του στο δένδρο
  - προσδιορίζει όλα τα ονόματα περιοχών κάτω από τη ρίζα
  - αποτελείται από μια ακολουθία ετικετών (labels) που χωρίζονται με τελείες
  - μπορεί να τερματίζει με μια τελεία «.» μιας και η ρίζα δεν έχει όνομα
- Παράδειγμα
  - cs.ntua.gr ή cs.ntua.gr.

Όνομα host ή όνομα περιοχής

- Το όνομα host υπονοεί όνομα μιας περιοχής στην οποία έχουν συνδεθεί μία ή περισσότερες διευθύνσεις IP
- Π.χ. οι περιοχές www.ntua.gr και ntua.gr είναι και ονόματα host, ενώ η περιοχή gr δεν είναι

Οργάνωση του DNS

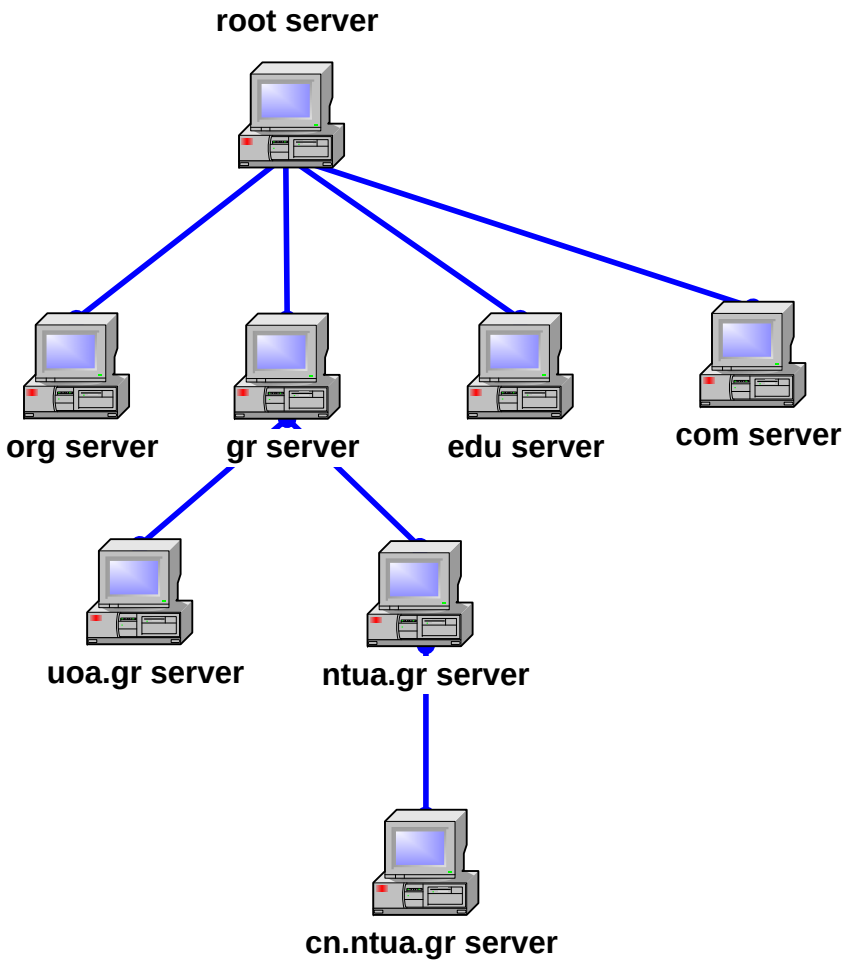
Δίκτυα Υπολογιστών

Οργάνωση

- Το DNS είναι οργανωμένο ως μία κατανεμημένη βάση δεδομένων
  - Χρησιμοποιεί το μοντέλο πελάτη – εξυπηρετητή
  - Κόμβοι της βάσης είναι οι εξυπηρετητές ονομάτων
- Γιατί όχι κεντρικό DNS?
  - μοναδικό σημείο αστοχίας
    - απόμακρη κεντρική βάση δεδομένων
  - όγκος κίνησης
    - δεν υπάρχει όριο στο μέγεθος της βάσης
    - δεν υπάρχει όριο στο πλήθος των ερωτήσεων
  - δυσκολία συντήρησης
  - δεν είναι επεκτάσιμο

Ιεραρχία των εξυπηρετητών ονομάτων

- Η ιεραρχία του χώρου ονομάτων ανταποκρίνεται σε μία αντίστοιχη ιεραρχία εξυπηρετητών ονομάτων
- Κάθε εξυπηρετητής είναι υπεύθυνος για ένα συμπαγές τμήμα του χώρου ονομάτων DNS που αποκαλείται ζώνη (zone)
- Η ζώνη είναι μέρος του υπο-δένδρου
- Ο εξυπηρετητής ονομάτων απαντά σε ερωτήσεις (queries) για τους host της ζώνης του

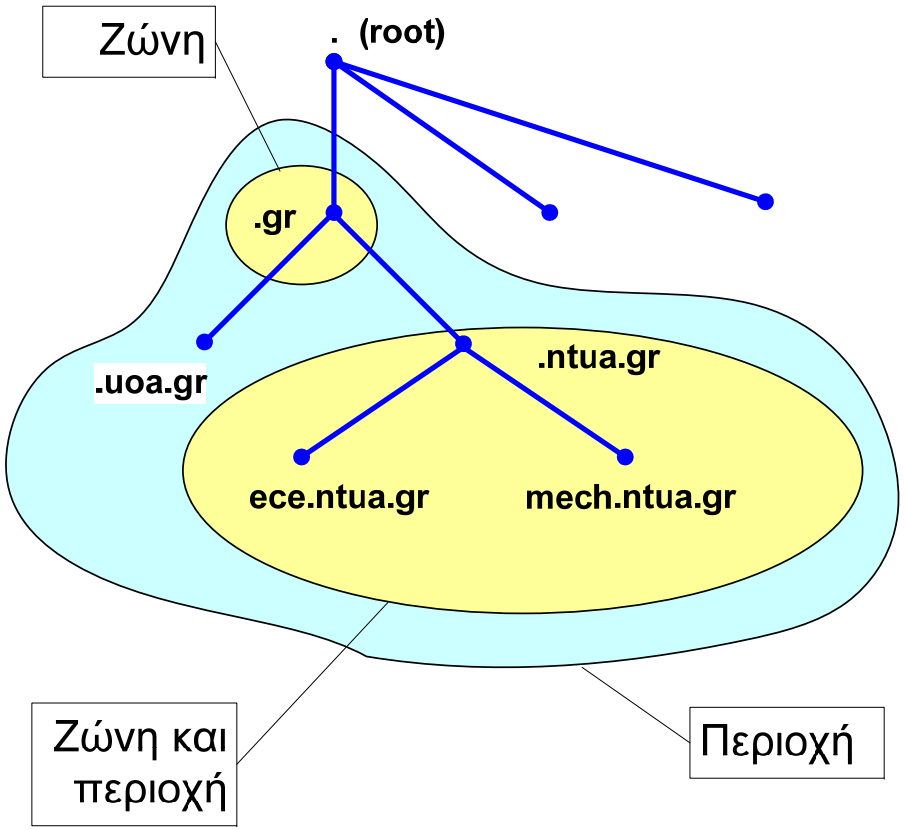


Αρμοδιότητα και εκχώρηση

- Ο διαχειριστής μιας περιοχής μπορεί να ορίσει υπο-περιοχές για να ομαδοποιήσει τους host με
  - Γεωγραφικό, οργανωτικό, κλπ κριτήριο
- Η αρμοδιότητα για τις υπο-περιοχές μπορεί να εκχωρηθεί περαιτέρω, χωρίς αυτό να είναι υποχρεωτικό
- Η σειρά της εκχώρησης αρμοδιότητας φαίνεται διαβάζοντας το όνομα της περιοχής από δεξιά προς αριστερά
- Η μονάδα εκχώρησης είναι η ζώνη

Περιοχή DNS και ζώνες

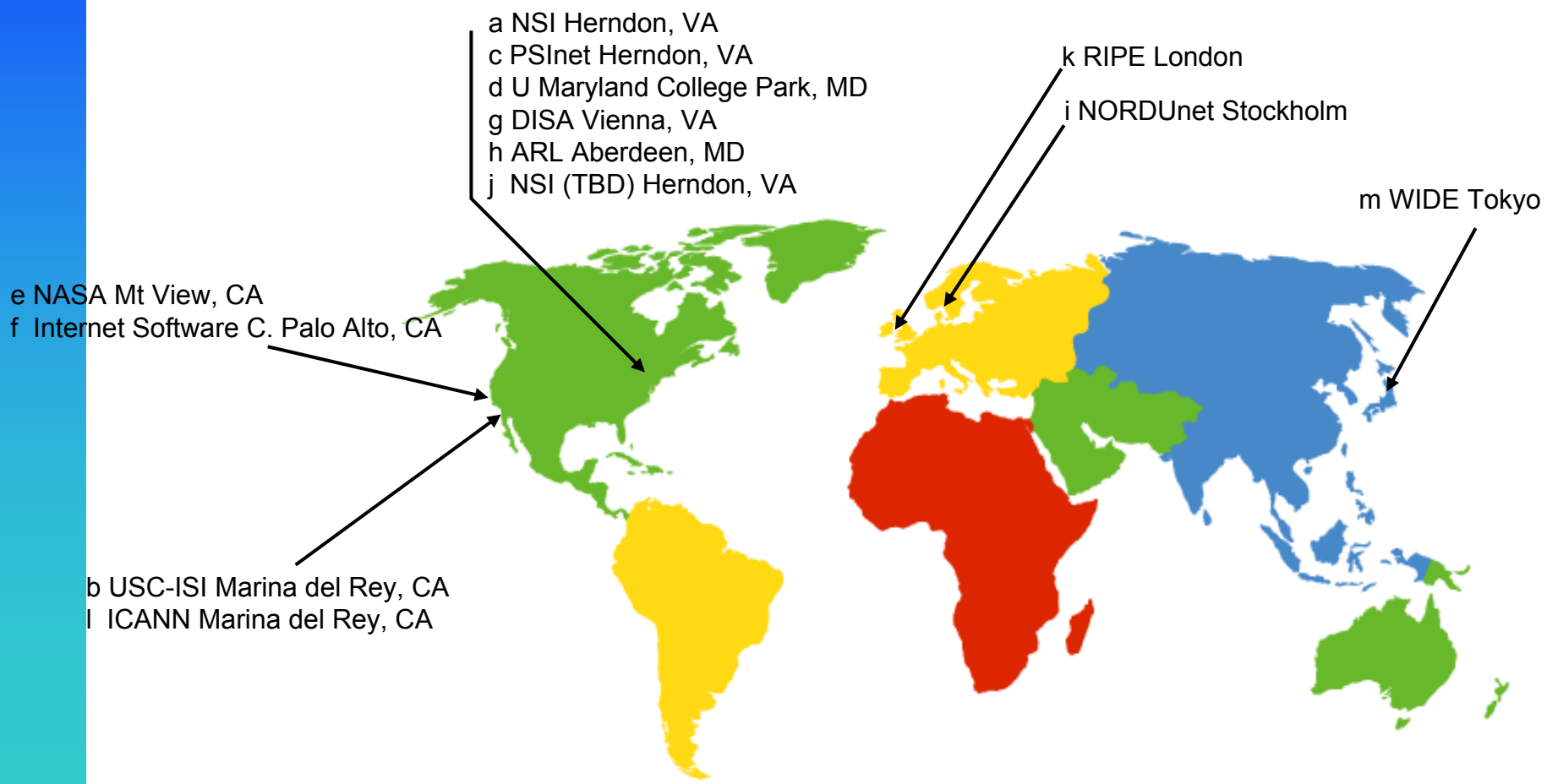
- Κάθε ζώνη είναι αγκυρωμένη σε ένα κόμβο του δένδρου
  - οι ζώνες δεν είναι περιοχές
  - η περιοχή DNS είναι ένας κλάδος του χώρου ονομάτων
- Η ζώνη είναι τμήμα του χώρου ονομάτων DNS που εν γένει αποθηκεύεται σε ένα αρχείο
  - Οι ζώνες είναι «διοικητικός χώρος»
- Ο εξυπηρετητής μπορεί να χωρίσει μέρος της ζώνης του και να το εκχωρήσει σε άλλους εξυπηρετητές



Εξυπηρετητές κορυφής (Root name servers)

- Είναι υπεύθυνοι για τη ζώνη κορυφή «.»
- Σήμερα έχουμε 13 εξυπηρετητές κορυφής
  - {a-m}.root-servers.net
- Ερωτώνται από τους τοπικούς εξυπηρετητές ονομάτων όταν δεν μπορούν να αναλύσουν κάποιο όνομα
- Γιατί 13;
  - Συνδυασμός περιορισμών μεγέθους πακέτου IP και χαρακτηριστικών πρωτοκόλλου DNS επιτρέπει πακέτα UDP μεγέθους μέχρι 512 byte
  - Υπάρχει χώρος μόνο για 13 για εξυπηρετητές κορυφής

13 εξυπηρετητές κορυφής σε όλο τον κόσμο

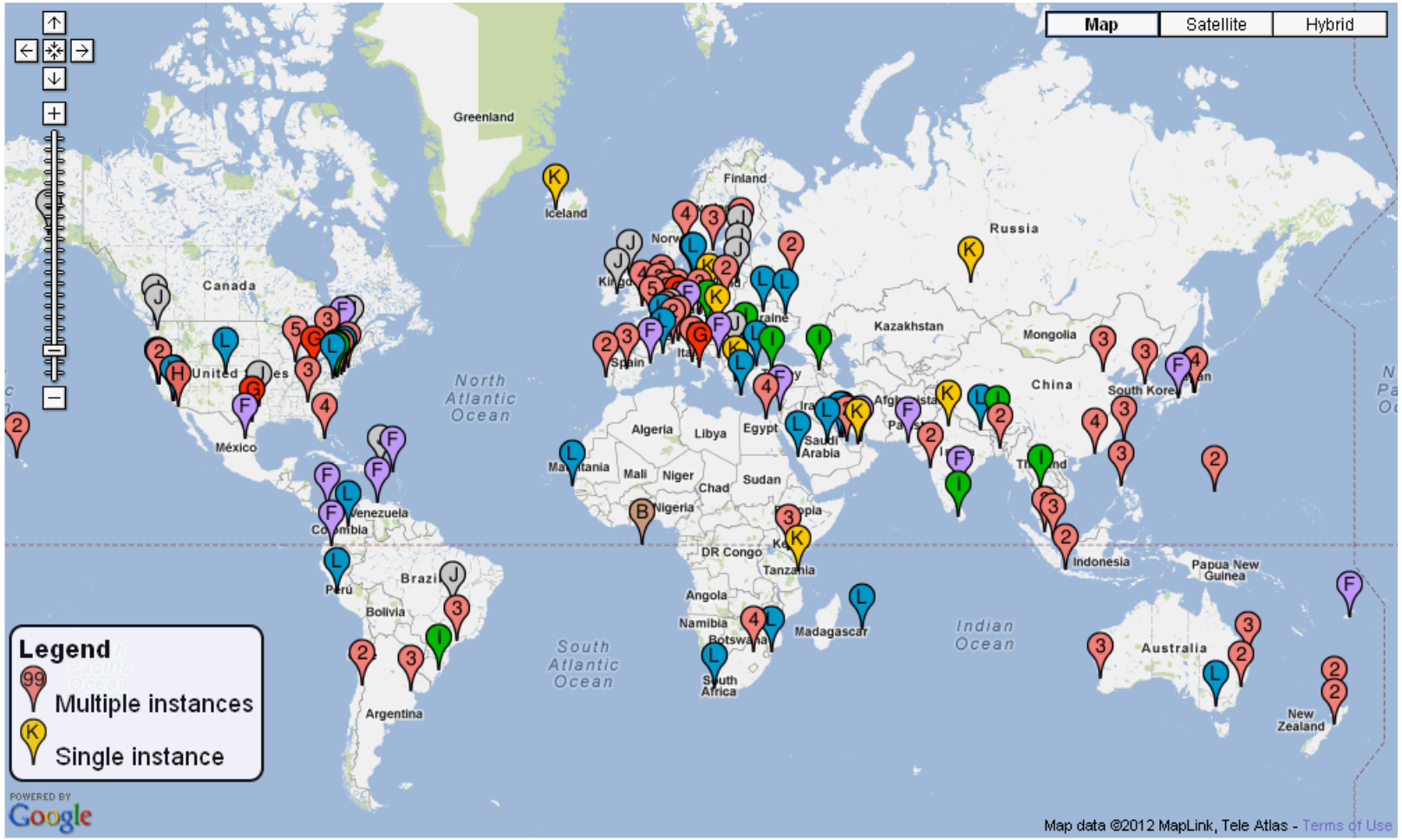


Διευθύνσεις των εξυπηρετητών κορυφής

A.ROOT-SERVERS.NET.	(NS.INTERNIC.NET)	198.41.0.4
B.ROOT-SERVERS.NET.	(NS1.ISI.EDU)	128.9.0.107
C.ROOT-SERVERS.NET.	(C.PSI.NET)	192.33.4.12
D.ROOT-SERVERS.NET.	(TERP.UMD.EDU)	128.8.10.90
E.ROOT-SERVERS.NET.	(NS.NASA.GOV)	192.203.23
F.ROOT-SERVERS.NET.	(NS.ISC.ORG)	192.5.5.241
G.ROOT-SERVERS.NET.	(NS.NIC.DDN.MIL)	192.112.36.4
H.ROOT-SERVERS.NET.	(AOS.ARL.ARMY.MIL)	128.63.2.53
I.ROOT-SERVERS.NET.	(NIC.NORDU.NET)	192.36.148.17
J.ROOT-SERVERS.NET.	(VeriSign)	198.41.0.10
K.ROOT-SERVERS.NET.	(RIPE NCC)	193.0.14.129
L.ROOT-SERVERS.NET.	(ICANN)	198.32.64
M.ROOT-SERVERS.NET.	(WIDE, Japan)	202.12.27.33

- Και πώς βρίσκουμε τις διευθύνσεις τους?
- Ρωτάμε τον εξυπηρετητή για το .net?
  - http://www.internic.net/zones/named.root

Είναι πράγματι 13;



- Στις αρχές του 2012 ήταν 259 (www.root-servers.org)
- Χρήση anycast

Εξυπηρετητές DNS ανώτατου επιπέδου (Top-level domain - TLD)

- Υπεύθυνοι για τις γενικές περιοχές com, org, net, edu, κλπ, και όλες τις περιοχές χωρών π.χ. uk, fr, ca, jp
- Υπάρχουν λίγοι εξυπηρετητές DNS ανώτατου επιπέδου ανά γενική περιοχή
  - Η Network Solutions διατηρεί στους εξυπηρετητές DNS για την περιοχή com
  - Η Educause διατηρεί στους εξυπηρετητές DNS για την περιοχή edu
  - Οι εξυπηρετητές κορυφής προωθούν τις ερωτήσεις προς αυτούς

Εναλλακτικές κορυφές

- Πολλοί οργανισμοί λειτουργούν εναλλακτικές κορυφές DNS
  - Συνήθως αναφέρονται ως alt roots
- Αυτά τα εναλλακτικά συστήματα DNS λειτουργούν τους δικούς τους εξυπηρετητές κορυφής και διαχειρίζονται τους δικούς τους χώρους ονομάτων που αποτελούνται από ειδικές περιοχές ανωτάτου επιπέδου
  - Οι εναλλακτικές κορυφές εν γένει περιλαμβάνουν δείκτες προς όλους τους εξυπηρετητές περιοχών TLD που έχει εκχωρήσει η ICANN, καθώς και εξυπηρετητές για ειδικές περιοχές TLD που δεν έχουν εγκριθεί από την ICANN

Εναλλακτικές κορυφές

- Κατά την περίοδο της έκρηξης dot-com boom, κάποιοι πάροχοι εναλλακτικών κορυφών πίστευαν ότι θα υπήρχε σημαντικό κέρδος από την παροχή εναλλακτικών TLD
  - Μόνο λίγοι από τους ISP στην πραγματικότητα χρησιμοποιούν εναλλακτικές κορυφές
  - Που οδήγησε στην εμπορική αποτυχία αρκετών εναλλακτικών παρόχων κορυφής
- Μερικές από τις λειτουργούσες εναλλακτικές κορυφές είναι
  - Public-Root, OpenNIC, UnifiedRoot, New.Net
- Πολλοί οργανισμοί διατηρούν εναλλακτικές κορυφές για το ιδιωτικό τους δίκτυο (διαθέσιμο μόνο εντός του οργανισμού)
  - Π.χ., η National Security Agency (NSA)

Εξυπηρετητές ονομάτων

Είδη εξυπηρετητών

- Κανένας εξυπηρετητής DNS δεν έχει όλες τις αντιστοιχίες ονομάτων σε διευθύνσεις IP
- Για να βρεθεί μία συγκεκριμένη αντιστοίχηση πιθανόν να πρέπει να γίνουν ερωτήσεις σε πολλούς εξυπηρετητές DNS
- Υπάρχουν πολλά είδη εξυπηρετητών ονομάτων
  - Επίσημοι (authoritative)
  - Κύριοι (primary), δευτερεύοντες (secondary)
  - Master, Slave
- Γίνεται και διάκριση ανάλογα με τη λειτουργία τους
  - Τοπικοί (local)
  - Προσωρινής αποθήκευσης (cache)
  - Αναδρομής (recursive)
  - Χωρίς να αποκλείεται η μείξη ρόλων και λειτουργιών

Επίσημοι εξυπηρετητές ονομάτων

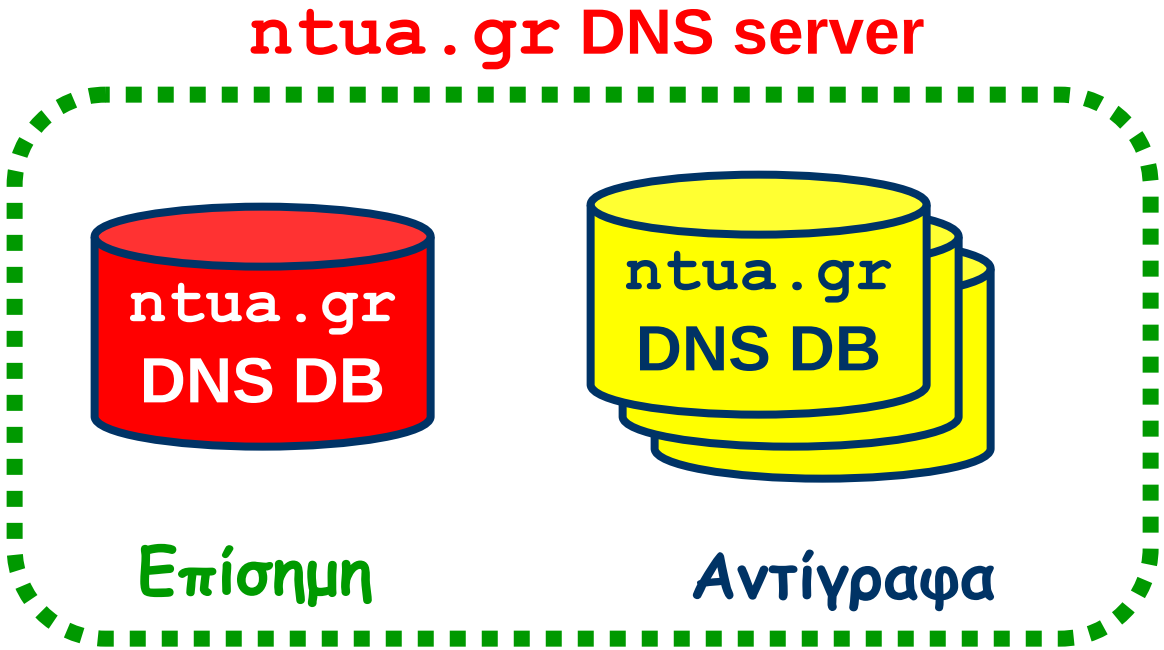
- Για μια περιοχή, ο επίσημος εξυπηρετητής (authoritative server) δίνει τις αυθεντικές απαντήσεις
  - περιέχει τις αυθεντικές εγγραφές για τους υπολογιστές μιας περιοχής, σε αντιδιαστολή με πληροφορία που έμαθε ρωτώντας άλλους
  - τον συντηρεί συνήθως ο οργανισμός που κατέχει το όνομα της περιοχής ή ο πάροχος δικτύου
  - ξέρει την απάντηση για τους υπολογιστές της περιοχής του
- Όταν εγγράφονται ονόματα περιοχών σε περιοχές ανωτάτου επιπέδου απαιτείται ο προσδιορισμός του κύριου και του δευτερεύοντα εξυπηρετητή ονομάτων
  - Για λόγους αξιοπιστίας απαιτούνται πολλαπλοί εξυπηρετητές, ώστε η περιοχή να λειτουργεί ακόμη και σε περίπτωση βλάβης ενός εξ αυτών
- Ο επίσημος εξυπηρετητής ονομάτων μπορεί να είναι ο κύριος ή ο δευτερεύων εξυπηρετητής

Κύριοι και δευτερεύοντες εξυπηρετητές ονομάτων

- Για κάθε ζώνη πρέπει να υπάρχει ένας κύριος εξυπηρετητής και ένας αριθμός από δευτερεύοντες εξυπηρετητές
  - Ο κύριος εξυπηρετητής (primary server) διατηρεί ένα αρχείο ζώνης με την πρωτότυπη πληροφορία για τη ζώνη
  - Ο δευτερεύων εξυπηρετητής (secondary server) διατηρεί αντίγραφα των δεδομένων που αποθηκεύονται στον κύριο εξυπηρετητή
- Ο χαρακτηρισμός κύριος και δευτερεύων εξαρτάται μόνο από την προτεραιότητα που τους δίνεται κατά την εγγραφή τους στην ανώτερη περιοχή

Master και slave εξυπηρετητές ονομάτων

- Οι κύριοι εξυπηρετητές ονομάτων συνήθως λειτουργούν ως master
- Οι δευτερεύοντες συνήθως υλοποιούνται ως slave



Ενημέρωση της βάσης δεδομένων DNS

- Η βάση μπορεί να ενημερωθεί δυναμικά
  - Προσθήκη, διαγραφή, τροποποίηση οποιασδήποτε πληροφορίας
- Π.χ. προσθήκη host
  - Όταν προστίθεται ένας host (π.χ. "edu-dy.cn.ntua.gr") σε μια ζώνη, ο διαχειριστής προσθέτει την πληροφορία για τον host (διεύθυνση IP και όνομα) σε ένα αρχείο του κύριου εξυπηρετητή

Ενημέρωση της βάσης δεδομένων DNS

- Οι ενημερώσεις της πληροφορίας γίνονται στον κύριο εξυπηρετητή
  - Μόνο ο κύριος εξυπηρετητής ενημερώνεται δυναμικά
  - Μοναδικό σημείο αστοχίας
  - Οι οποιεσδήποτε αλλαγές προωθούνται στους δευτερεύοντες εξυπηρετητές
- Η βάση παραμένει πάντα εσωτερικά συνεπής
  - Κάθε εκδοχή του αρχείου ζώνης έχει ένα σειριακό αριθμό που αυξάνει με κάθε αλλαγή

Ενημέρωση της βάσης δεδομένων DNS

- Οι τροποποιήσεις στον κύριο εξυπηρετητή σκανδαλίζουν τη διαδικασία αντιγραφής
  - Οι αλλαγές στον κύριο εξυπηρετητή αντιγράφονται στους δευτερεύοντες σύμφωνα με τον χρονισμό που επιβάλει ο διαχειριστής

Τοπικός εξυπηρετητής

- Κάθε οργανισμός, εταιρεία, πανεπιστήμιο, πάροχος έχει έναν
  - Είναι γνωστός και ως ο επιλεγμένος (default) εξυπηρετητής
- Όταν ο γίνει μια ερώτηση, αυτή αποστέλλεται στον τοπικό εξυπηρετητή
  - λειτουργεί ως ενδιάμεσος και προωθεί την ερώτηση εάν απαιτείται
- Αν ο τοπικός εξυπηρετητής ονομάτων δεν έχει καταλήξει στο πού θα βρει τη διεύθυνση που αντιστοιχεί στο όνομα κάποιου υπολογιστή, ρωτά τους εξυπηρετητές κορυφής
  - Μια ερώτηση μπορεί να προωθηθεί αρκετές φορές
  - Τα αποτελέσματα φυλάσσονται προσωρινά για μελλοντική χρήση

Εξυπηρετητές προσωρινής αποθήκευσης

- Επί της αρχής, οι επίσημοι εξυπηρετητές αρκούν για τη λειτουργία του διαδικτύου
- Όμως μόνο με τους επίσημους εξυπηρετητές απαιτείται η αναδρομική λειτουργία (θα περιγραφτεί στη συνέχεια) στην πλευρά των πελατών
- Οι εξυπηρετητές ονομάτων προσωρινής αποθήκευσης (caching servers) αποθηκεύουν απαντήσεις από άλλους εξυπηρετητές
  - Τα δεδομένα αυτά εκπνέουν σύμφωνα με χρονόμετρα που θέτει ο διαχειριστής
- Με την προσωρινή αποθήκευση
  - Βελτιώνεται η επίδοση
  - Μειώνεται η κίνηση στο διαδίκτυο
  - Αυξάνει η επίδοση των εφαρμογών χρηστών

Πρωτόκολλο DNS

Πρωτόκολλο DNS

- Το πρωτόκολλο DNS είναι του τύπου πελάτη – εξυπηρετητή
- Ο πελάτης DNS ονομάζεται αναλυτής (resolver)
- Το πρωτόκολλο DNS υποστηρίζει τη μετατροπή ονομάτων σε διευθύνσεις (ανάλυση, resolution)
  - καθώς και την ενημέρωση των δεδομένων μεταξύ εξυπηρετητών ονομάτων

Ανάλυση ονομάτων (name resolution)

- Είναι η διαδικασία με την οποία αναλυτές και εξυπηρετητές ονομάτων συνεργάζονται ώστε να βρουν δεδομένα εντός του χώρου ονομάτων
  - Για την ανεύρεση δεδομένων, ο εξυπηρετητής ονομάτων χρειάζεται μόνο το όνομα και τη διεύθυνση IP των εξυπηρετητών ονομάτων κορυφής
  - Οι εξυπηρετητές κορυφής ξέρουν για όλους τις περιοχές ανωτάτου επιπέδου και μπορούν να υποδείξουν τους εξυπηρετητές με τους οποίους μπορεί να γίνει επαφή

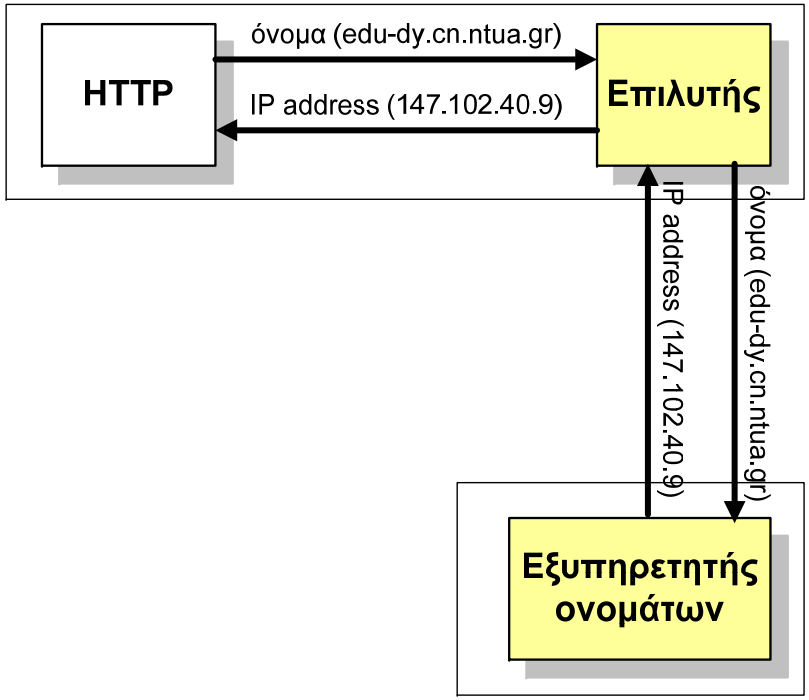
Μετατροπή ονομάτων σε διευθύνσεις

Σε συντομία η λειτουργία ανάλυσης είναι:

- το πρόγραμμα εφαρμογής καλεί μια συνάρτηση βιβλιοθήκης, τον αναλυτή (resolver), στην οποία περνά το όνομα ως παράμετρο
- ο αναλυτής στέλνει την ερώτηση στον τοπικό εξυπηρετητή ονομάτων
- ο εξυπηρετητής ονομάτων επιστρέφει τη διεύθυνση IP στον αναλυτή, ο οποίος την επιστρέφει με τη σειρά του στον καλούντα
- διαθέτοντας τη διεύθυνση IP, το πρόγραμμα μπορεί στη συνέχεια να εγκαταστήσει μια σύνδεση TCP ή να στείλει πακέτα UDP

Παράδειγμα ανάλυσης ονόματος

1. Το πρόγραμμα του χρήση (πλοηγός ιστού) ζητά τη διεύθυνση IP ενός υπολογιστή
2. Ο τοπικός αναλυτής σχηματίζει μια ερώτηση (DNS query) προς τον εξυπηρετητή ονομάτων
3. Ο εξυπηρετητής ονομάτων ελέγχει το κατά πόσο γνωρίζει την απάντηση
   a) εάν ναι, απαντά
   b) αλλιώς, ερωτά άλλους
4. Όταν έχει την απάντηση, τη στέλνει στον αναλυτή



Επικοινωνία μεταξύ εξυπηρετητών

- Αν ζητηθεί από έναν εξυπηρετητή DNS να δώσει την αντιστοίχηση για έναν host εκτός της περιοχής του (και η αντιστοίχηση δεν υπάρχει στην προσωρινή μνήμη):
  - Ο εξυπηρετητής βρίσκει έναν εξυπηρετητή ονομάτων της άλλης περιοχής
  - Ο εξυπηρετητής ζητά από τον εξυπηρετητή ονομάτων της άλλης περιοχής να του δώσει την αντιστοίχηση του ονόματος του host με μια διεύθυνση IP
  - Οι απαντήσεις λαμβάνονται από τους επίσημους εξυπηρετητές, αλλά προωθούνται στους πελάτες ως μη επίσημες
  - Οι απαντήσεις φυλάσσονται προσωρινά για μελλοντική χρήση

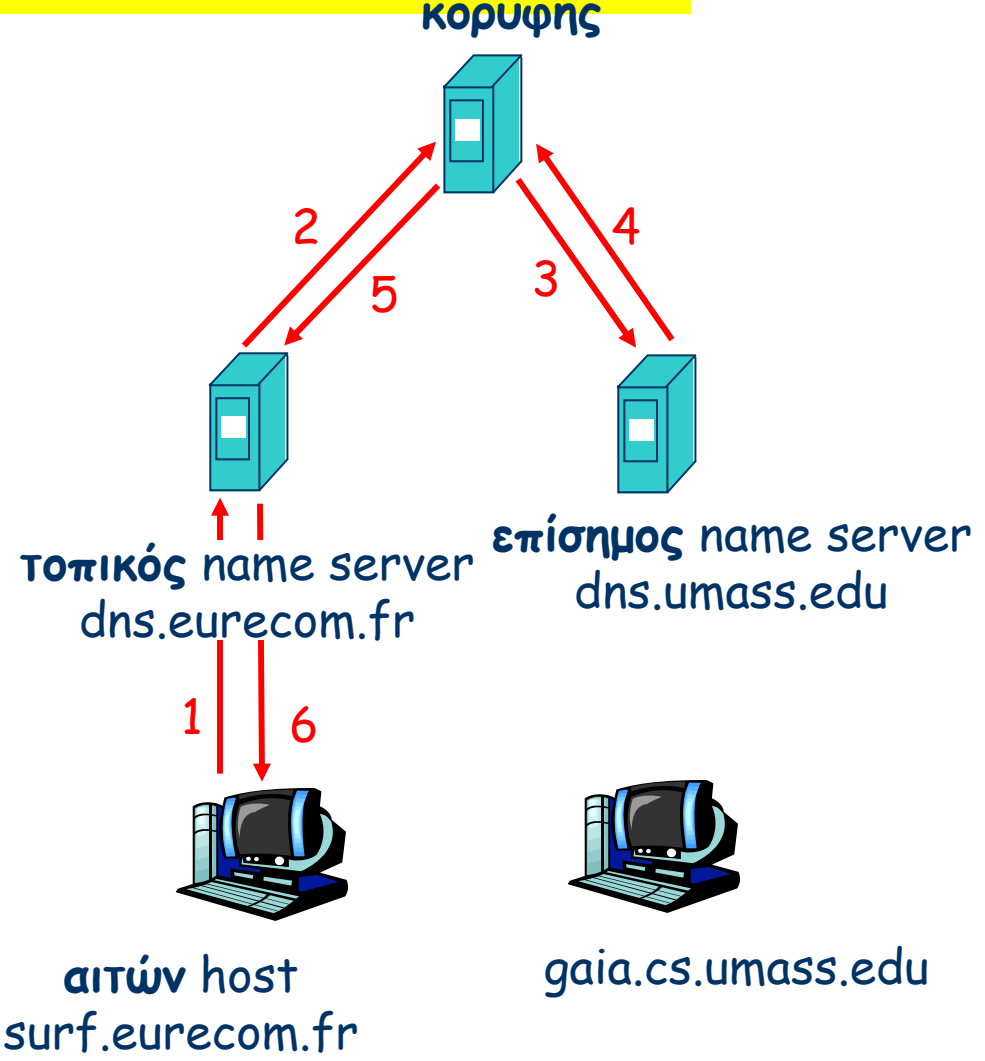
Προσωρινή αποθήκευση

- Εάν υπάρχει εγγραφή στην προσωρινή μνήμη ικανή για να απαντηθεί μια ερώτηση, ο εξυπηρετητής δεν επικοινωνεί με άλλους εξυπηρετητές
  - Οι εγγραφές αυτές μετά από κάποιο διάστημα διαγράφονται
  - Η πληροφορία για τους εξυπηρετητές DNS ανώτατου επιπέδου εν γένει βρίσκεται στην προσωρινή μνήμη του τοπικού εξυπηρετητή DNS
    - δεν χρειάζεται ερώτηση στους εξυπηρετητές κορυφής
- Εάν δοθεί απάντηση από τα στοιχεία της προσωρινής μνήμης, η απάντηση σημαδεύεται ως μη επίσημη (unauthoritative)

Παράδειγμα ερώτησης DNS

ο surf.eurecom.fr θέλει τη διεύθυνση IP του gaia.cs.umass.edu

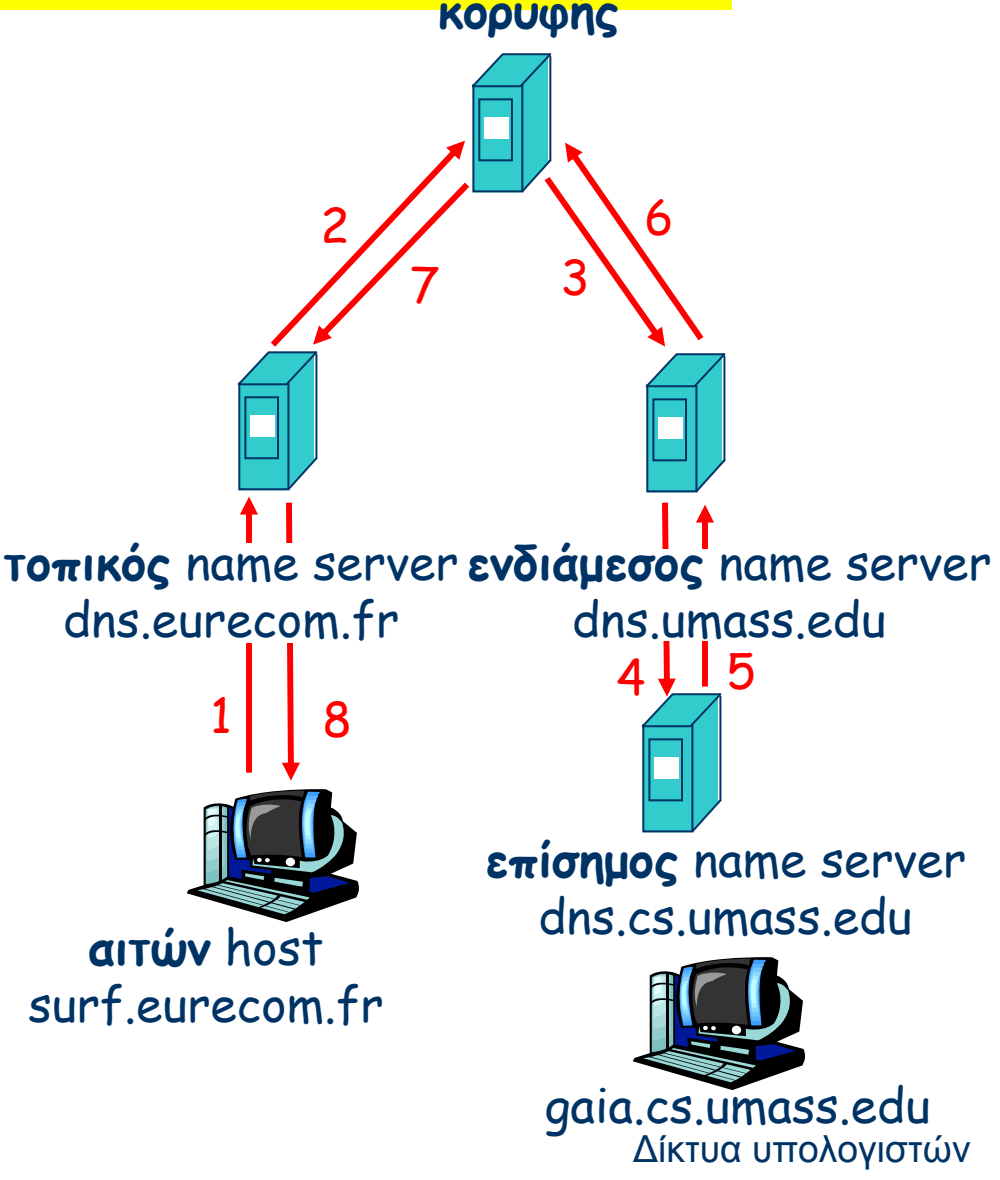
1. επικοινωνεί με τον τοπικό εξυπηρετητή DNS (dns.eurecom.fr)
2. ο dns.eurecom.fr επικοινωνεί με τον εξυπηρετητή κορυφής, αν χρειάζεται
3. ο εξυπηρετητής κορυφής επικοινωνεί με τον επίσημο εξυπηρετητή (dns.umass.edu) αν είναι αναγκαίο



Άλλο παράδειγμα ερώτησης

Ο εξυπηρετητής κορυφής:

- μπορεί να μην γνωρίζει επίσημο name server για την περιοχή cs.umass.edu
- Γνωρίζει τον ενδιάμεσο εξυπηρετητή ονομάτων για την περιοχή umass.edu με το οποίον θα έρθει σε επαφή για να βρει επίσημο εξυπηρετητή



Αναδρομή

- Στα προηγούμενα παραδείγματα για την αναζήτηση της διεύθυνσης IP του gaia.cs.umass.edu χρησιμοποιείται αναδρομή (recursion)
  - Η αίτηση του surf.eurecom.fr μπορεί δείχνει ότι είναι επιθυμητή μια αναδρομή
  - τούτο υποδεικνύει στον τοπικό εξυπηρετητή ονομάτων να βρει την απάντηση (πιθανώς επικοινωνώντας με άλλους εξυπηρετητές).
- Αν δεν αιτείται αναδρομή – η απάντηση μπορεί να είναι μια λίστα από άλλους εξυπηρετητές για επικοινωνία

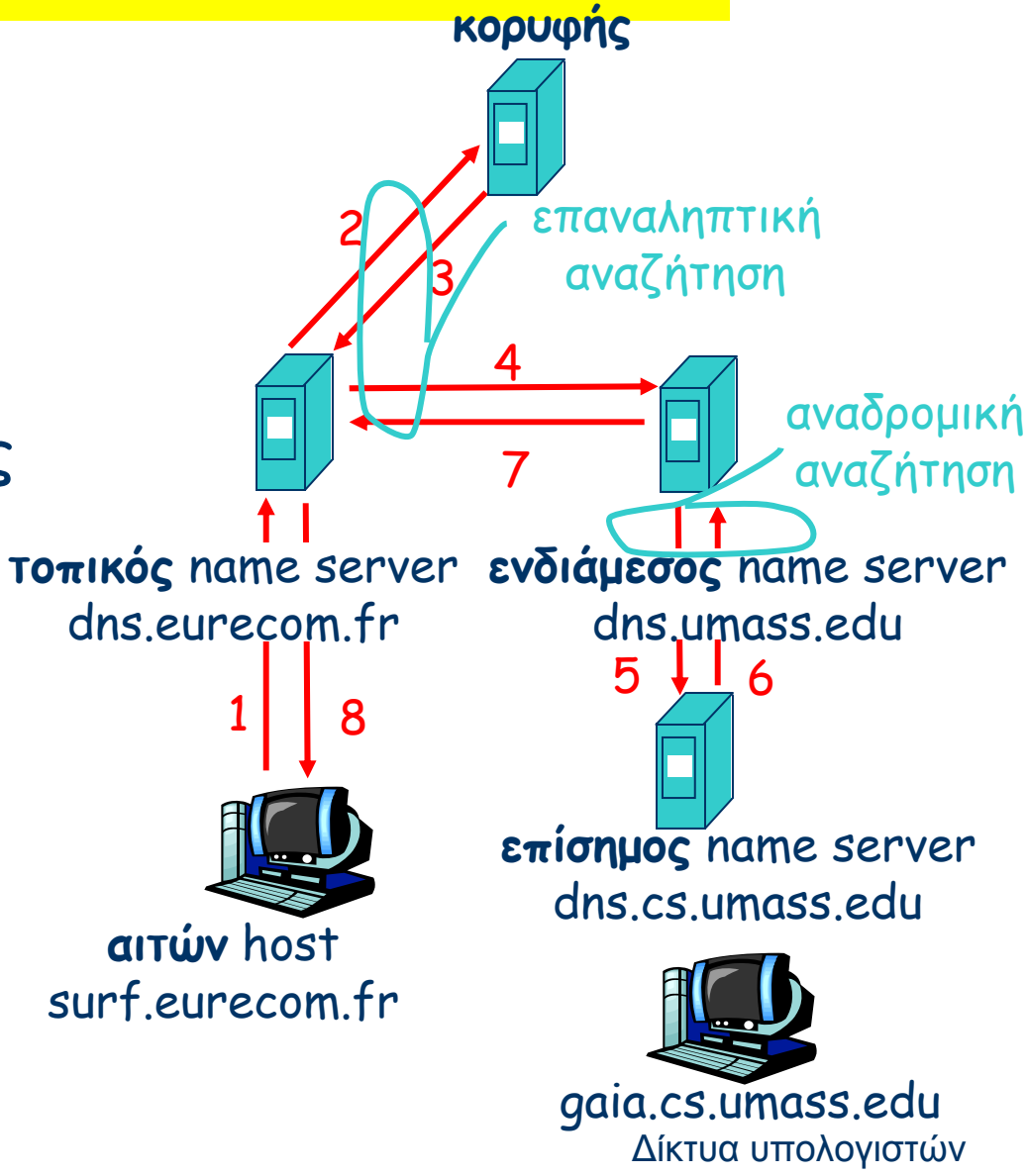
Αναδρομική ή επαναληπτική αναζήτηση:

Αναδρομική αναζήτηση:

- επιβαρύνει τον καλούμενο name server για την ανάλυση του ονόματος
- υψηλό φορτίο

Επαναληπτική αναζήτηση:

- ο καλούμενος name server απαντά με το όνομα του επόμενου
- επιβαρύνει τον αναλυτή

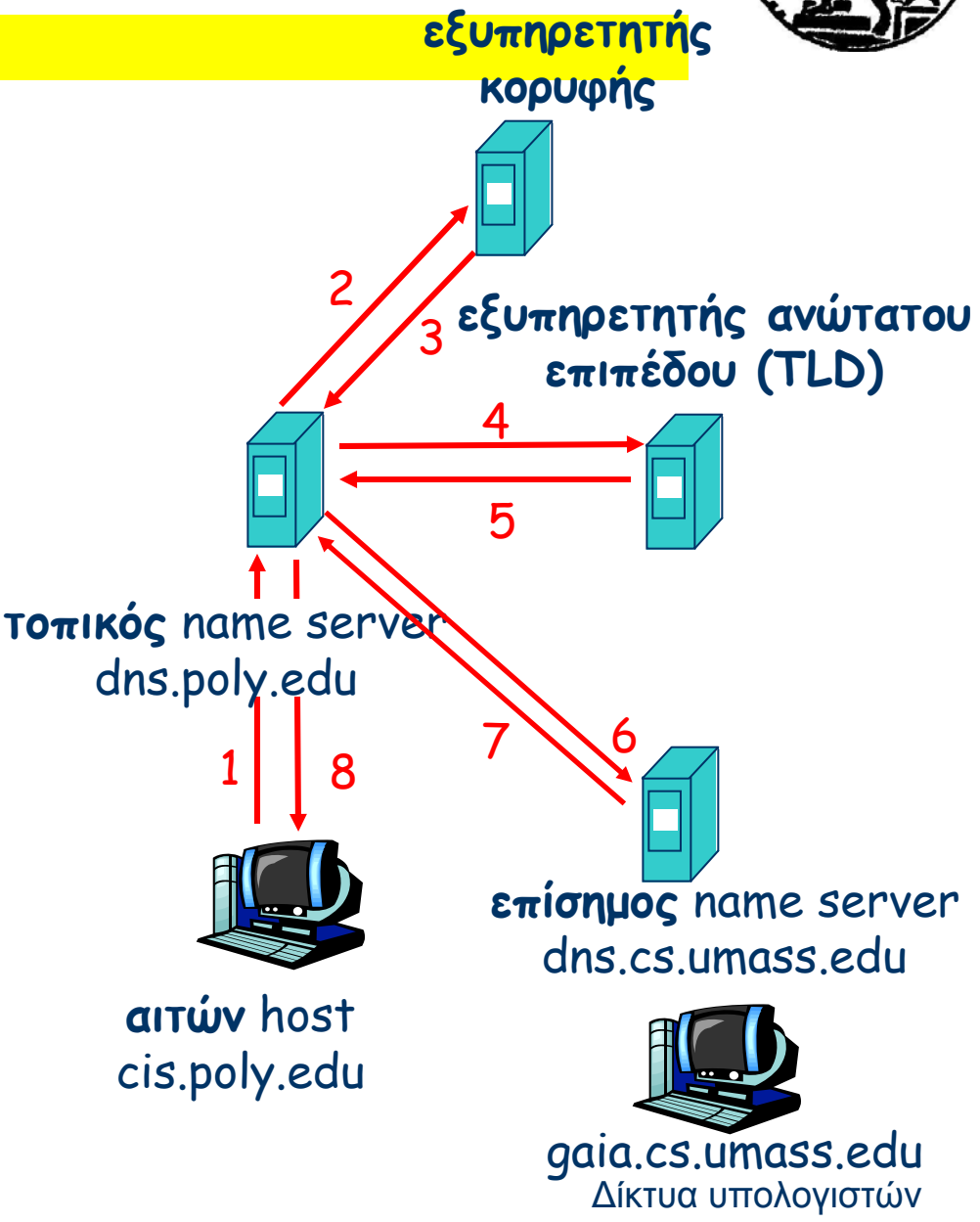


Παράδειγμα με επαναληπτική αναζήτηση

- Υπολογιστής της περιοχής cis.poly.edu θέλει την διεύθυνση IP του υπολογιστή gaia.cs.umass.edu

Επαναληπτική αναζήτηση:

- ο καλούμενος server απαντά με το όνομα του εξυπηρετητή ονομάτων για την επόμενη επικοινωνία
- "Δεν ξέρω αυτό το όνομα, αλλά ρώτα αυτόν τον εξυπηρετητή"



Ανάστροφη αναζήτηση (reverse lookup)

Διευθύνσεις IP των host

- Η δομή του δένδρου DNS είναι προσαρμοσμένη στην αναζήτηση διευθύνσεων IP δοθέντος του ονόματος ενός host
- Εάν κανείς ήθελε να βρει το όνομα του host γνωρίζοντας τη διεύθυνση IP θα πρέπει να ψάξει όλο το δένδρο
  - ανέφικτο για το σημερινό μέγεθος του διαδικτύου
- Για το σκοπό αυτό υπάρχουν οι περιοχές
  - in-addr.arpa. για IPv4
  - ip6.arpa. για IPv6
- Η διεύθυνση 147.102.40.9 μετατρέπεται στο όνομα 9.40.102.147.in-addr.arpa
  - με τη μέθοδο αυτή η αναζήτηση για μια διεύθυνση IP μετατρέπεται σε αναζήτηση για όνομα

Η περιοχή ανωτάτου επιπέδου arpa.

- Το όνομα προέρχεται από το Advanced Research Projects Agency
  - Ο οργανισμός που χρηματοδότησε την ανάπτυξη του ARPANET, που υπήρξε ο πρόδρομος για το Internet
- Αρχικά προορίζονταν ως μεταβατική περιοχή για τους τότε κόμβους του ARPANET
  - γρήγορα όμως αυτοί μετέβησαν στο νέο τρόπο ονοματοδοσίας γενικών περιοχών .edu, .mil, .gov, κλπ …

    … και λογικά έπρεπε να καταργηθεί αφού επιτέλεσε το έργο της
- Όμως αυτό δεν υπήρξε πρακτικό για τον κλάδο in-addr.arpa. που είχε τις αντίστροφες εγγραφές
  - Η αρχική ιδέα ήταν να αναλάβει αυτό τον ρόλο η περιοχή int.
  - Το 2000 η ιδέα εγκαταλείφτηκε και το int. παρέμεινε για διεθνείς οργανισμούς μόνο

Περιοχές δευτέρου επιπέδου κάτω από την arpa.

- Σήμερα, η περιοχή arpa. διατηρεί τις ακόλουθες περιοχές δευτέρου επιπέδου
  - in-addr.arpa – για αντίστροφη αναζήτηση βάσει διευθύνσεων IPv4
  - ip6.arpa – για αντίστροφη αναζήτηση βάσει διευθύνσεων IPv6
  - e164.arpa – για τηλεφωνικούς αριθμούς στο DNS (ENUM)
  - iris.arpa – για το Cross Registry Information Service Protocol (CRISP), διάδοχο του WHOIS
  - uri.arpa – για δυναμική ανακάλυψη Uniform Resource Identifier (URI)
  - urn.arpa – για δυναμική ανακάλυψη Uniform Resource Name (URN)

Αντιστοίχηση τηλεφωνικών αριθμών

- Οι τηλεφωνικοί αριθμοί οργανώνονται σύμφωνα με το πρότυπο E.164 (κωδικός χώρας, κωδικός περιοχής, αριθμός συνδρομητή)
- Το διαδίκτυο χρησιμοποιεί το DNS για την αντιστοίχηση ονομάτων σε διευθύνσεις IP και άλλες πληροφορίες
- Το πρόβλημα: Πώς να αναμείξουμε αυτούς τους δύο διαφορετικούς κόσμους;
- ENUM (ή Enum) από το E.164 NUmber Mapping είναι η βασική μέθοδος

ENUM

- Το ENUM αντιστοιχεί τηλεφωνικούς αριθμούς E.164 σε URI ή διευθύνσεις IP που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο διαδίκτυο
  - αναγκαίο για την υποστήριξη VoIP
- Ακολουθεί μια οργάνωση τριών διαζωμάτων
  - Tier-0: το e164.arpa και οι εξυπηρετητές ονομάτων του
  - Tier-1: οι υπεύθυνοι εξυπηρετητές για μια "χώρα" : π.χ. 0.3.e164.arpa
    - Οι διεθνείς κωδικοί δεν είναι μόνο χώρες: δορυφορικοί πάροχοι, αριθμοί free phone, κλπ
  - Tier-2: οι υπεύθυνοι για τις εγγραφές
    - Δεν ανταποκρίνονται στους κωδικούς περιοχής (area code) όπως ίσως περίμενε κανείς

ENUM

- Παράδειγμα για τον E.164 αριθμό τηλεφώνου +30 210 772 2534
  - Αφαιρούμε το "+" και τα κενά και ότι δεν είναι ψηφίο
  - Μετατρέπουμε σε FQDN 4.3.5.2.2.7.7.0.1.2.0.3.e164.arpa.
  - Η αναζήτηση στο DNS επιστρέφει τα URI
    - sip:ceie@ntua.gr
    - mailto:stathis@mail.ntua.gr
    - sms tel:+302107722534

Τι θέλουμε τους τηλεφωνικούς αριθμούς στο διαδίκτυο;

- Ο κόσμος ξέρει πώς να τους χρησιμοποιεί
- Τρισεκατομμύρια συσκευές έχουν μόνο αριθμητικά πληκτρολόγια
- Οι περισσότεροι πελάτες VoIP χρησιμοποιούν τους συνήθεις τηλεφωνικούς αριθμούς ή έχουν τηλέφωνα IP με πληκτρολόγια
  - URI όπως sip:user@domain δεν μπορούν να επιλεχθούν από το δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο
  - URI και τηλεφωνικοί αριθμοί θα συνυπάρχουν

Γιατί DNS και όχι κάποια άλλη υπηρεσία;

- Οποιοσδήποτε μπορεί να το χρησιμοποιήσει το DNS
  - Υπάρχει
  - Δουλεύει
  - Είναι παγκόσμιο
  - Επεκτάσιμο
  - Ανοικτό
- Το ENUM μπορεί να δώσει οποιοδήποτε URI → οποιαδήποτε υπηρεσία
  - mailto, fax, video, …
  - sms, mms, …
  - h323, pres, im, …
  - http, ftp, certificates, locations, …

Άλλες εφαρμογές

- Ονόματα host και διευθύνσεις IP δεν είναι υποχρεωτικό να αντιστοιχούν ένα προς ένα
  - Πολλά ονόματα host μπορεί να αντιστοιχούν σε **μία** διεύθυνση IP

    → virtual hosting: επιτρέπεται σε **μία** μηχανή να εξυπηρετεί πολλές ιστοθέσεις
  - Αντίστροφα, **ένα** όνομα host μπορεί να αντιστοιχεί σε πολλές διευθύνσεις IP

    → μεταφορά χωρίς διακοπή ιστοθέσης σε άλλη φυσική τοποθεσία
- Ανοχή σε βλάβες και κατανομή φορτίου (για εξυπηρετητές ιστού και εξυπηρετητές ηλεκτρονικού ταχυδρομείου)
  - Επιστρέφονται διαφορετικές διευθύνσεις ως απάντηση
    - δίδεται η σειρά προτεραιότητας

Άλλες εφαρμογές

- Μαύρες λίστες για ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (anti-spam)
  - Ο εξυπηρετητής μπορεί μέσω των μηχανισμών του DNS να ερωτήσει π.χ. την blacklist.com (όπως στην ανάστροφη αναζήτηση) το κατά πόσο μια συγκεκριμένη διεύθυνση IP είναι στη μαύρη λίστα
- Ενημέρωση λογισμικού
  - Πολλά εμπορικά λογισμικά (π.χ. για ιούς) χρησιμοποιούν το DNS για να εγγράψουν τις τελευταίες εκδόσεις του λογισμικού έτσι ώστε να μη χρειάζεται συνεχώς η σύνδεση με τους εξυπηρετητές αρχείων
- Δυναμικό DNS (Dynamic DNS ή DDNS)
  - Επιτρέπει στους πελάτες να ενημερώνουν για την τρέχουσα IP διεύθυνσή τους
  - Ιδιαίτερα χρήσιμο για κινητές συσκευές ή συνδέσεις ADSL όπου οι πάροχοι δε δίνουν στατικές διευθύνσεις IP

Η βάση δεδομένων DNS

Δίκτυα Υπολογιστών

Εγγραφές στη βάση δεδομένων DNS

- Οι εγγραφές στην κατανεμημένη βάση δεδομέων του DNS αποκαλούνται εγγραφές πόρων (RR - resource records)
- Οι εγγραφές πόρων αποθηκεύονται σε αρχεία (αρχεία ζώνης) στους εξυπηρετητές ονομάτων
- Οι εγγραφές πόρων αποτελούνται από τα ακόλουθα στοιχεία
  - Όνομα (Name): FQDN του κόμβου του δένδρου DNS στο οποίο αναφέρεται η εγγραφή
  - Τύπος (Type): το είδος της εγγραφής
  - Κατηγορία (Class): Για το διαδίκτυο είναι IN
  - Χρόνος ζωής (TTL)
  - RDATA: δεδομένα ανάλογα με τον τύπο

Τύποι εγγραφών πόρων (RR)

- A: Address
- CNAME: Canonical Name
- MX: Mail Exchange
- PTR: Pointer
- NS: Name Server
- SOA: Start of Authority

Εγγραφές πόρων

Τύπος RR: **(name, type, class, ttl, rdata)**

- Type = A
  - **name** είναι το όνομα του host
  - **rdata** είναι η διεύθυνση IP
- Type = NS
  - **name** είναι η περιοχή (πχ. foo.com)
  - **rdata** είναι η διεύθυνση IP του επίσημου name server για την περιοχή
- Type = CNAME
  - **name** είναι ψευδώνυμο για κάποιο "επίσημο" όνομα `www.ibm.com`
  - **rdata** είναι το επίσημο (canonical) όνομα `www.ibm.com.cs186.net`
- Type = MX
  - rdata είναι το όνομα του mail-server που σχετίζεται με το **name**

Η εγγραφή πόρων SOA

- Καθορίζει την επίσημη πληροφορία για μια ζώνη DNS
  - Τον κύριο εξυπηρετητή ονομάτων
  - Τη διεύθυνση email του διαχειριστή της περιοχής
  - Τον α/α της περιοχής
  - Και πολλά χρονόμετρα (timers) σχετιζόμενα με την ανανέωση της πληροφορίας ζώνης

Η εγγραφή πόρων NS

- Μέσω αυτής γίνεται η εκχώρηση
  - Για την περιοχή που εκχωρούμε, προσθέτουμε στον κύριο εξυπηρετητή εγγραφές NS

    ```
    sub.goe.net.  NS  ns1.sub.goe.net.
    sub.goe.net.  NS  ns2.sub.goe.net.
    ```

  - Για να βρούμε τους εξυπηρετητές ns1 και ns2 χρειαζόμαστε τις διευθύνσεις τους

    ```
    ns1.sub.goe.net. A 10.0.0.1
    ns2.sub.goe.net. A 10.0.0.2
    ```

    - Είναι η εγγραφή αυτή αυθεντική (authoritative)?

Παράδειγμα αρχείου ζώνης

db.mylab.com

```
$TTL 86400
mylab.com. IN SOA PC4.mylab.com.
                  master.mylab.com.
                  (1 ; serial
                  28800 ; refresh
                  7200 ; retry
                  604800 ; expire
                  86400 ; neg. ans. ttl
                  )

;
mylab.com.   IN     NS     PC4.mylab.com.
;
localhost            A      127.0.0.1
PC4.mylab.com.       A      10.0.1.41
PC3.mylab.com.       A      10.0.1.31
PC2.mylab.com.       A      10.0.1.21
PC1.mvlab.com.       A      10.0.1.11
```

* Αυτός είναι ο επίσημος εξυπηρετητής για την περιοχή Mylab.com
* PC4.mylab.com είναι ο εξυπηρετητής ονομάτων
* master@mylab.com είναι το email του διαχειριστή

Μέγιστη ηλικία δεδομένων σε sec

Μια εγγραφή για κάθε εξυπηρετητή

Μια εγγραφή για κάθε IP διεύθυνση host

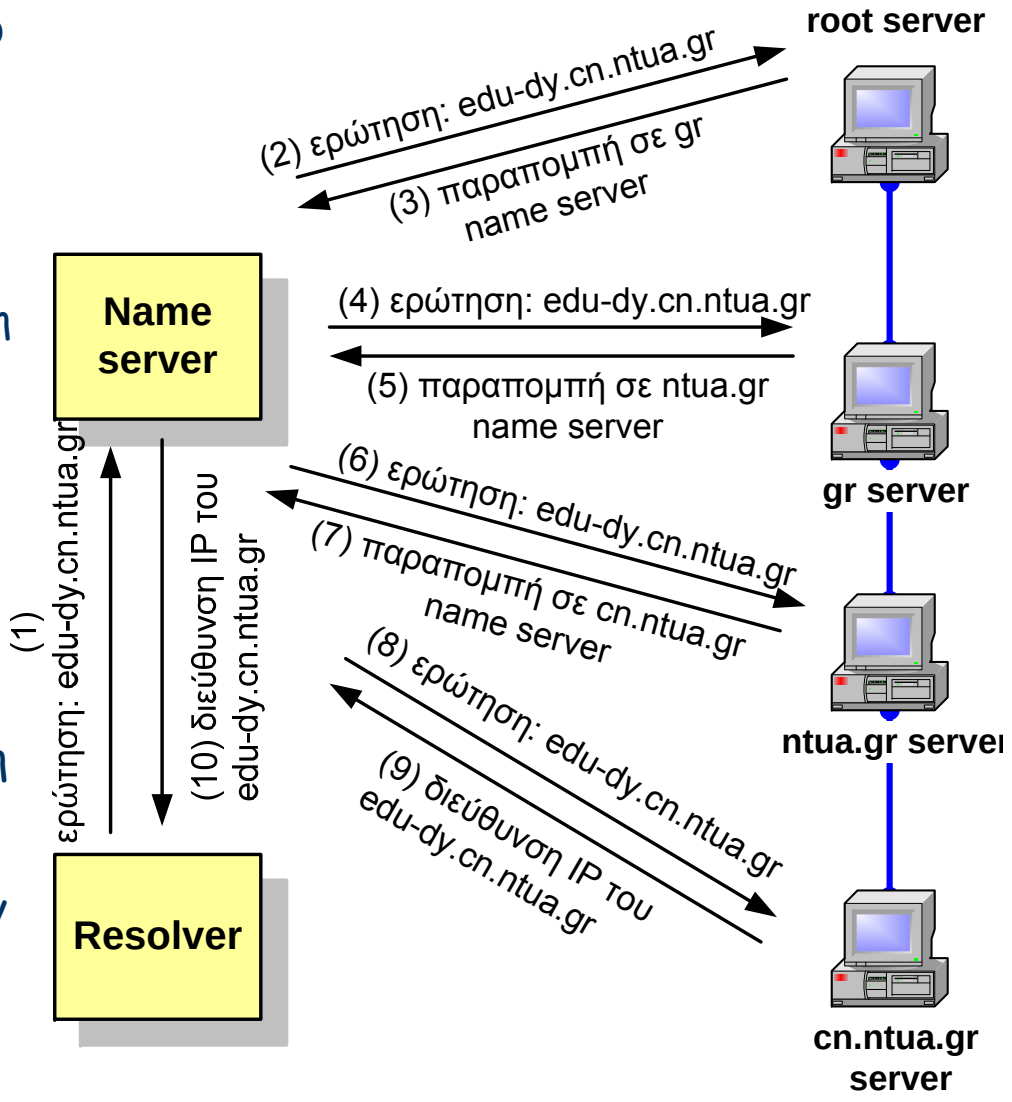
Ερωτήσεις DNS

Αναδρομικές και επαναληπτικές ερωτήσεις

- Υπάρχουν δύο είδη ερωτήσεων DNS:
  - Αναδρομικές ερωτήσεις
  - Επαναληπτικές (μη αναδρομικές) ερωτήσεις
  - Ο τύπος της ερώτησης καθορίζεται από ένα bit στην επικεφαλίδα της ερώτησης DNS
- Αναδρομική ερώτηση (Recursive query):
  - Εδώ, ο εξυπηρετητής ονομάτων πρέπει να δώσει την απάντηση στην ερώτηση (ή να στείλει μήνυμα λάθους)
  - Εάν ο εξυπηρετητής ονομάτων δε γνωρίζει την απάντηση, θα ξεκινήσει μια ερώτηση σε άλλο εξυπηρετητή για να τη μάθει
- Επαναληπτική ερώτηση (Iterative query):
  - Εδώ, ο εξυπηρετητής ονομάτων επιστρέφει την καλύτερη δυνατή του απάντηση: (1) την ακριβή απάντηση ή (2) την παραπομπή σε άλλο εξυπηρετητή
  - Όταν ο εξυπηρετητής ονομάτων δεν έχει την ακριβή απάντηση, απαντά στον αναλυτή με παραπομπή, δηλαδή, με το όνομα ενός άλλου εξυπηρετητή ονομάτων
- Σημείωση: Οι εξυπηρετητές ρίζας και οι εξυπηρετητές ανωτάτων περιοχών (TLD) είναι ρυθμισμένοι να χειρίζονται μόνο επαναληπτικές ερωτήσεις

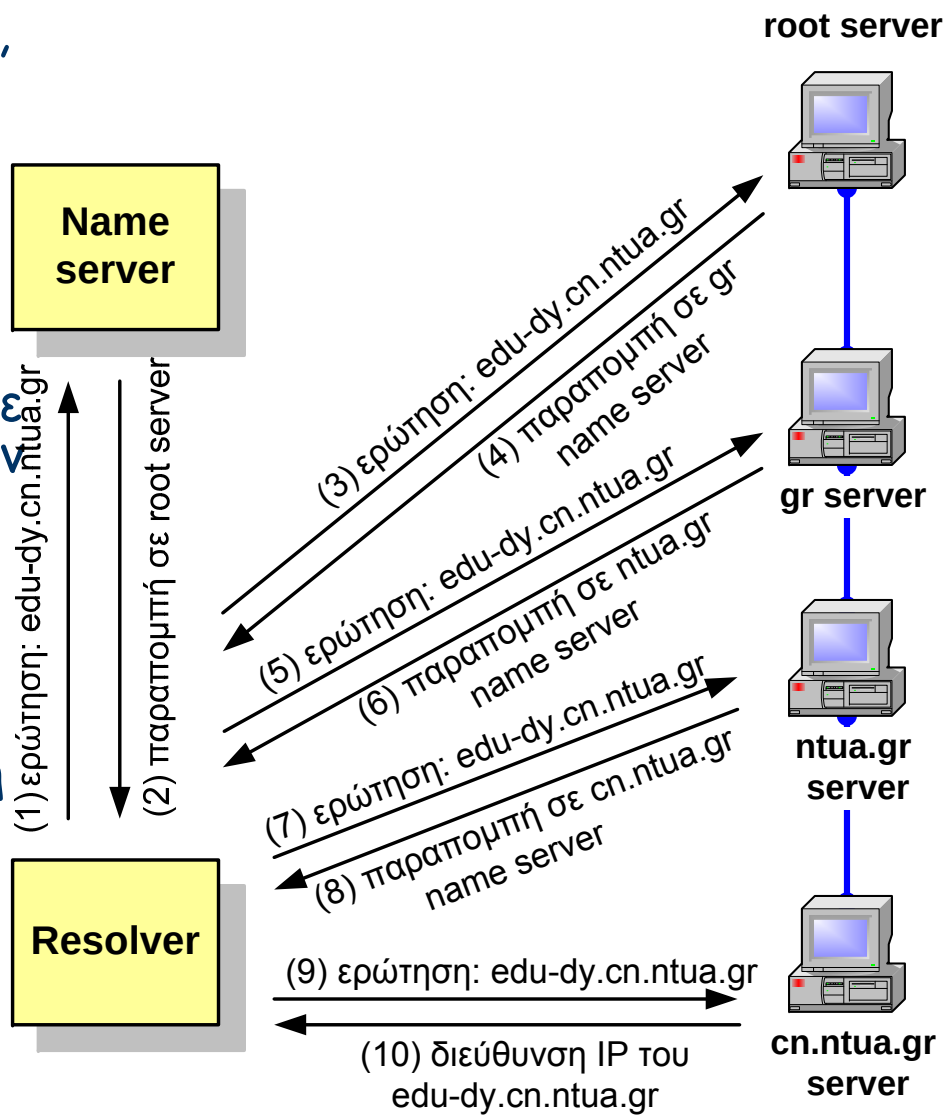
Αναδρομικές ερωτήσεις

- Στις αναδρομικές ερωτήσεις ο αναλυτής αναμένει απάντηση από τον εξυπηρετητή του
- Ο εξυπηρετητές εκτελεί επαναληπτικές ερωτήσεις
  - Εάν δε μπορεί να δώσει απάντηση, θα στείλει ερώτηση στον πλησιέστερο γνωστό επίσημο εξυπηρετητή ονομάτων
  - Στη χειρότερη περίπτωση ο κοντινότερος γνωστός επίσημος εξυπηρετητής ονομάτων είναι ο εξυπηρετητής ρίζας
- Εδώ, ο εξυπηρετητής ρίζας παραπέμπει στον εξυπηρετητή TLD για την περιοχή "gr"
- Η ερώτηση σε αυτόν τον εξυπηρετητή παραπέμπει στον εξυπηρετητή ονομάτων της περιοχή "ntua.gr"
- … κ.ο.κ



Επαναληπτικές ερωτήσεις

- Στην επαναληπτική ερώτηση, ο εξυπηρετής ονομάτων απαντά με το όνομα του πλησιέστερου γνωστού επίσημου εξυπηρετητή ονομάτων
- Εδώ, παραπέμπει στον εξυπηρετητή κορυφής, που με τη σειρά του παραπέμπει στον εξυπηρετητή TLD για την περιοχή "gr"
- Ο εξυπηρετητής TLD παραπέμπει και αυτός με τη σειρά του στον επίσημο εξυπηρετητή για την περιοχή "ntua.gr"
- ... κ.ο.κ
- Η τακτική αυτή σημαίνει περισσότερη δουλειά για τον αναλυτή



Μορφή ερώτησης (query)

- Μια ερώτηση DNS έχει τρεις παραμέτρους
  - Όνομα (Name): όνομα περιοχής ή διεύθυνση IP
  - Είδος ερώτησης (Query type): A, NS, MX, …
  - Κατηγορία ερώτησης (Query class): 1 για IP

Μορφή απάντησης (response)

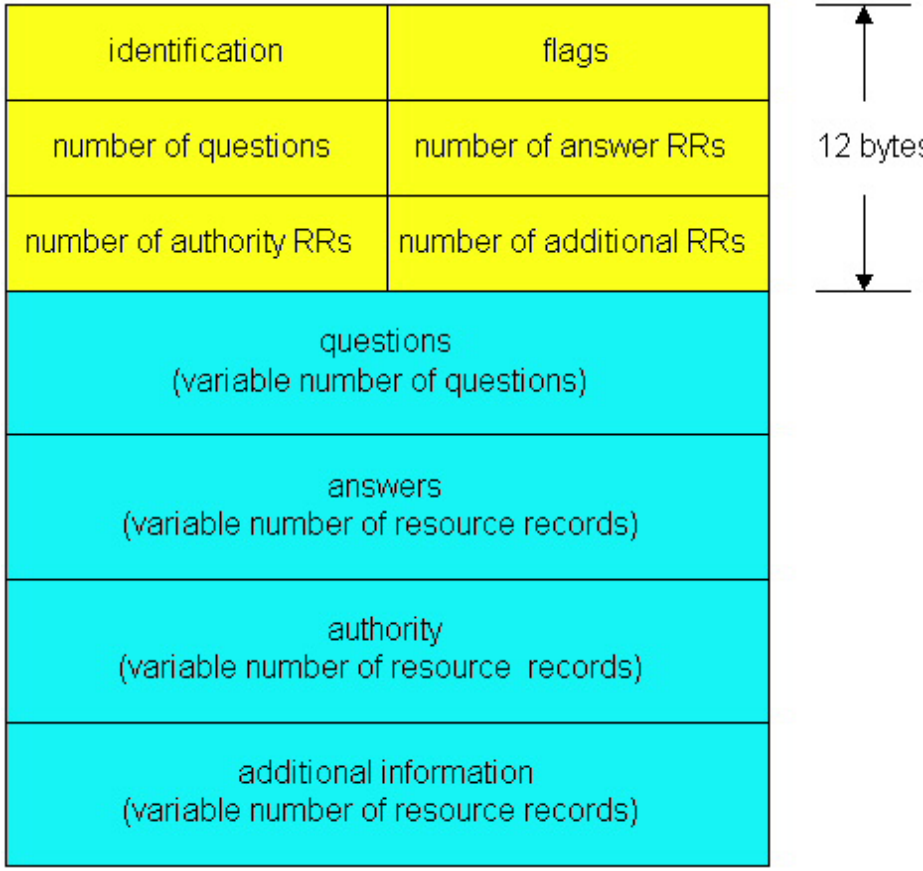
- Η απάντηση περιλαμβάνει
  - Domain Name
  - Response type
  - Class (IP)
  - Time to live (in seconds)
  - Length of resource data
  - Resource data

Μηνύματα DNS

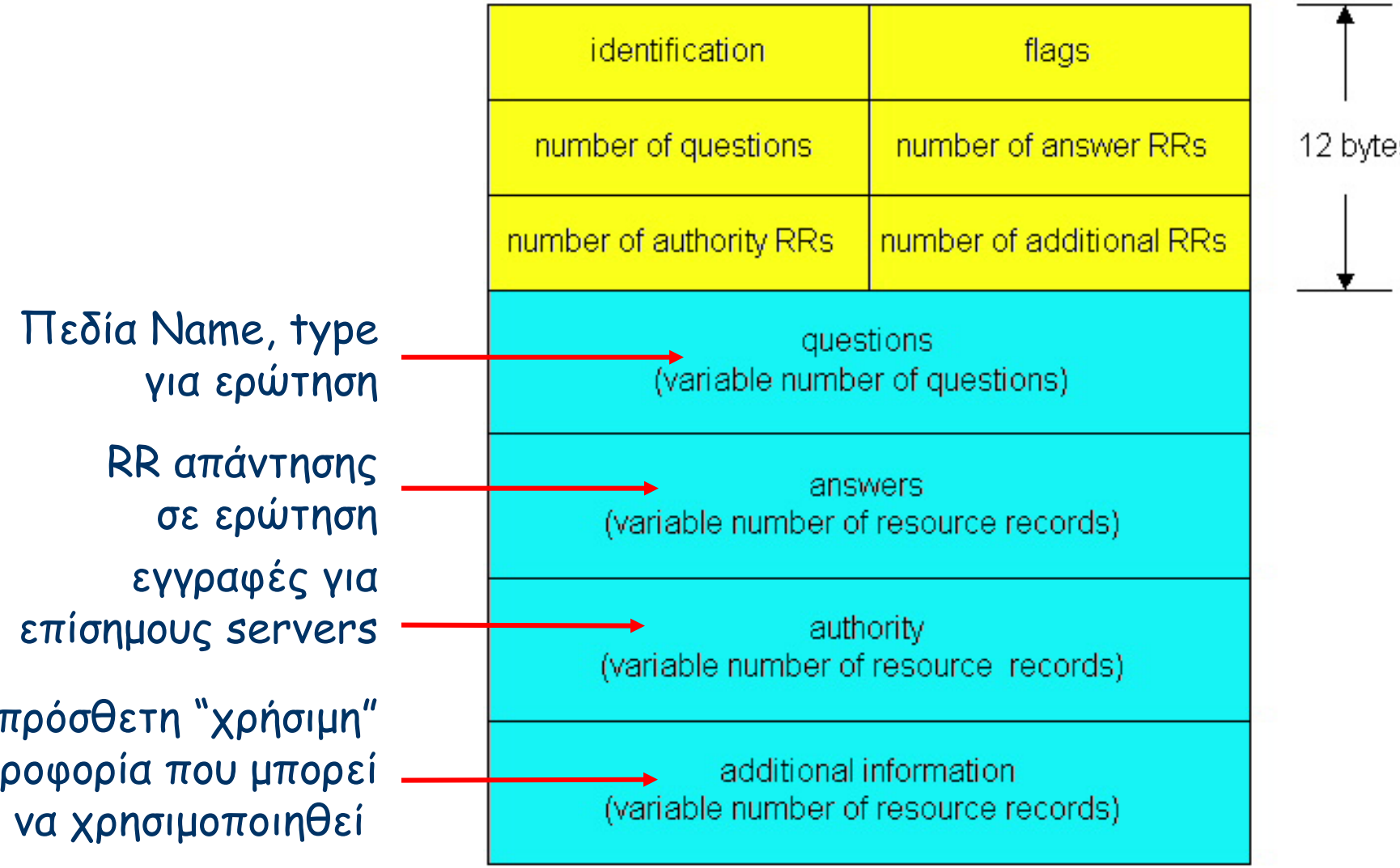
ερωτήσεις και *απαντήσεις*, με την ίδια *μορφή μηνύματος*

επικεφαλίδα

- ταυτότητα: αριθμός 16 bit για την ερώτηση, η απάντηση χρησιμοποιεί τον ίδιο αριθμό
- σημαίες:
  - ερώτηση ή απάντηση
  - επιθυμητή αναδρομή
  - διαθέσιμη αναδρομή
  - η απάντηση είναι επίσημη



Μηνύματα DNS



Πεδία Name, type για ερώτηση

RR απάντησης σε ερώτηση

εγγραφές για επίσημους servers

πρόσθετη "χρήσιμη" πληροφορία που μπορεί να χρησιμοποιηθεί

Σημαίες μηνύματος

- QR: Query=0, Response=1
- AA: Authoritative Answer
- TC: response truncated (> 512 bytes)
- RD: recursion desired
- RA: recursion available
- rcode: return code

UDP & TCP

- Το DNS χρησιμοποιεί σε αμφότερα τα πρωτόκολλα UDP και TCP
- Οι εξυπηρετητές ονομάτων ακούν στη θύρα 53
  - Το TCP χρησιμοποιείται για μεταφορές ολόκληρης της βάσης δεδομένων σε δευτερεύοντες εξυπηρετητές (αντιγραφή)
  - Το UDP χρησιμοποιείται για αναζητήσεις
  - Αν η απάντηση υπερβαίνει τα 512 byte, ο αιτών ξανα-υποβάλλει την ερώτηση χρησιμοποιώντας TCP