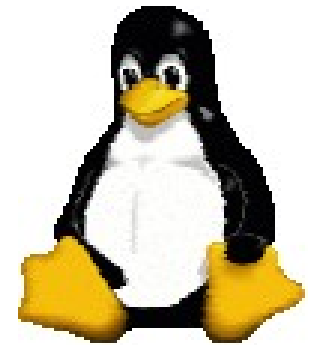




τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής

# Προγραμματισμός και Διαχείριση Συστημάτων I

Μάθημα 12ο  
Δικτύωση - Διαδίκτυο



Κ. Μαργαρίτης, Π. Μιχαηλίδης  
Γ' Εξάμηνο 2007

# Δίκτυο υπολογιστών και οφέλη

Ένα δίκτυο υπολογιστών (computer network) είναι ένας συνδυασμός συστημάτων (δηλαδή, υπολογιστών), τα οποία συνδέονται μεταξύ τους μέσω κάποιου μέσου μετάδοσης (σύρματος, καλωδίου, ή του αέρα).

Με την χρήση των δικτύων οι χρήστες υπολογιστών μπορούν:

- Να χρησιμοποιούν τους ίδιους πόρους.

- Να έχουν πρόσβαση σε κοινά προγράμματα.

- Να χρησιμοποιούν κοινά δεδομένα.

- Να ανταλλάσσουν μηνύματα, δεδομένα και γενικά πληροφορίες χωρίς να μετακινούνται.

# Κατηγορίες δικτύων

Τα δίκτυα υπολογιστών με βάση την κλίμακα και την γεωγραφική κάλυψη ταξινομούνται σε 4 κατηγορίες:

Τοπικά Δίκτυα (Local Area Network – LANs). Καλύπτουν ανάγκες διασύνδεσης υπολογιστών σε μικρές αποστάσεις.

Δίκτυα Μητροπολιτικής Περιοχής (Metropolitan Area Network – MANs). Καλύπτουν ανάγκες διασύνδεσης υπολογιστών σε μεσαίες αποστάσεις.

Δίκτυα Ευρείας Περιοχής (Wide Area Network – WANs). Καλύπτουν ανάγκες διασύνδεσης υπολογιστών σε μεγάλες αποστάσεις.

Διαδίκτυο (Internet) είναι ένας συνδυασμός επιμέρους δικτύων (LAN, MAN, WAN), τα οποία συνδέονται μεταξύ τους μέσω συνδετικών συσκευών (πύλες ή δρομολογητές).

# Σύνθεση δικτύων

Τα τοπικά δίκτυα υπολογιστών αποτελούνται από:

Σταθμούς εργασίας που χρησιμοποιούν οι χρήστες.

Διακομιστές (hosts, servers) που παρέχουν υπηρεσίες επεξεργασίας δεδομένων.

Υποδομή επικοινωνιών το οποίο περιλαμβάνει τις τηλεπικοινωνιακές γραμμές και τους κόμβους (switches, δρομολογητές) που έχουν ως λειτουργία την ανταλλαγή δεδομένων και σημάτων ελέγχου μεταξύ των άλλων συσκευών.

# Μοντέλο, Πρωτόκολλο, Τοπολογία

Μοντέλο ονομάζεται μια προδιαγραφή που έχει οριστεί από κάποιον οργανισμό προτυποποίησης ως οδηγός αναφοράς για τη σχεδίαση δικτύων.

Πρωτόκολλο (protocol) είναι ένα σύνολο κανόνων που ελέγχουν την αλληλεπίδραση μεταξύ των διαφόρων συσκευών σε ένα δίκτυο ή διαδίκτυο.

Τοπολογία (topology) είναι ο φυσικός τρόπος σύνδεσης των υπολογιστών και συσκευών του δικτύου.

# Μοντέλο OSI 1

Μοντέλο Διασύνδεσης Ανοιχτών Συστημάτων (Open Systems Interconnection – OSI). Ανοιχτό σύστημα είναι το σύστημα του οποίου η αρχιτεκτονική (πρωτόκολλα, διεπαφές προγραμματιστή κλπ) δεν είναι ιδιωτικά.

Το μοντέλο OSI έχει σχεδιαστεί από τον Διεθνή Οργανισμό Προτυποποίησης (ISO).

Το OSI είναι ένα θεωρητικό μοντέλο που περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους δύο οποιαδήποτε διαφορετικά συστήματα.

Έννοιες κλειδιά: πρωτόκολλα, διεπαφές, στρώματα.

# Μοντέλο OSI 2

Τα πρωτόκολλα δικτύου είναι διαιρεμένα σε στρώματα βάσει των λειτουργιών για τις οποίες είναι υπεύθυνο κάθε στρώμα.

Το κλασικό στρωματοποιημένο σύνολο δικτυακών πρωτοκόλλων είναι γνωστό ως μοντέλο αναφοράς OSI.

Το μοντέλο OSI έχει επτά επίπεδα:

- Φυσικό επίπεδο

- Επίπεδο συνδέσμου δεδομένων

- Επίπεδο δικτύου

- Επίπεδο μεταφοράς

- Επίπεδο συνεδρίας

- Επίπεδο παρουσίασης

- Επίπεδο εφαρμογής

# Μοντέλο TCP/IP

Το Πρωτόκολλο Ελέγχου Μετάδοσης / Πρωτόκολλο Διαδικτύου (Transmission Control Protocol/Internet Protocol - TCP/IP) είναι μια ομάδα πρωτοκόλλων που ορίζει πως θα πρέπει οι υπολογιστές να επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω ενός δικτύου, αλλά και πως θα γίνεται η εσωτερική επικοινωνία με τα άλλα επίπεδα της ομάδας πρωτοκόλλων.

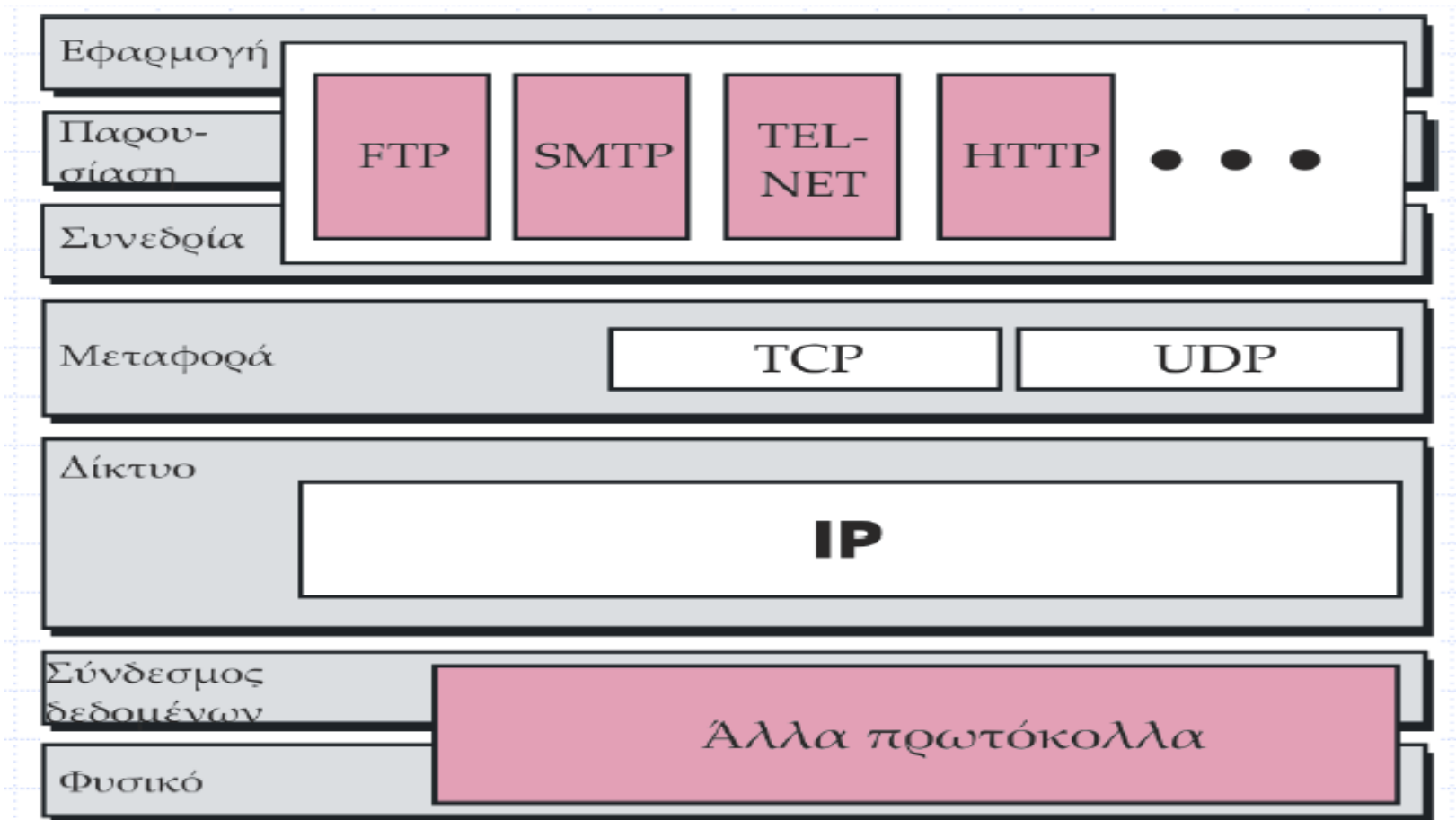
Το TCP/IP είναι ένα ανοιχτό σύστημα το οποίο έχει μια διαστρωματωμένη αρχιτεκτονική.

Το Internet βασίζεται στο TCP/IP και αναπτύχθηκε ad hoc, πριν από το μοντέλο OSI. Είναι ένα παράδειγμα de facto προτύπου, ευτυχώς όμως ανοικτού.



# Μοντέλο TCP/IP

Η σχέση μεταξύ των επιπέδων του TCP/IP και του μοντέλου OSI.



# Ενθυλάκωση

Καθώς τα δεδομένα στέλνονται προς τα κάτω διαμέσου της στοίβας, τα δεδομένα ενθυλακώνονται με επικεφαλίδες του κάθε επιπέδου

Π.χ.

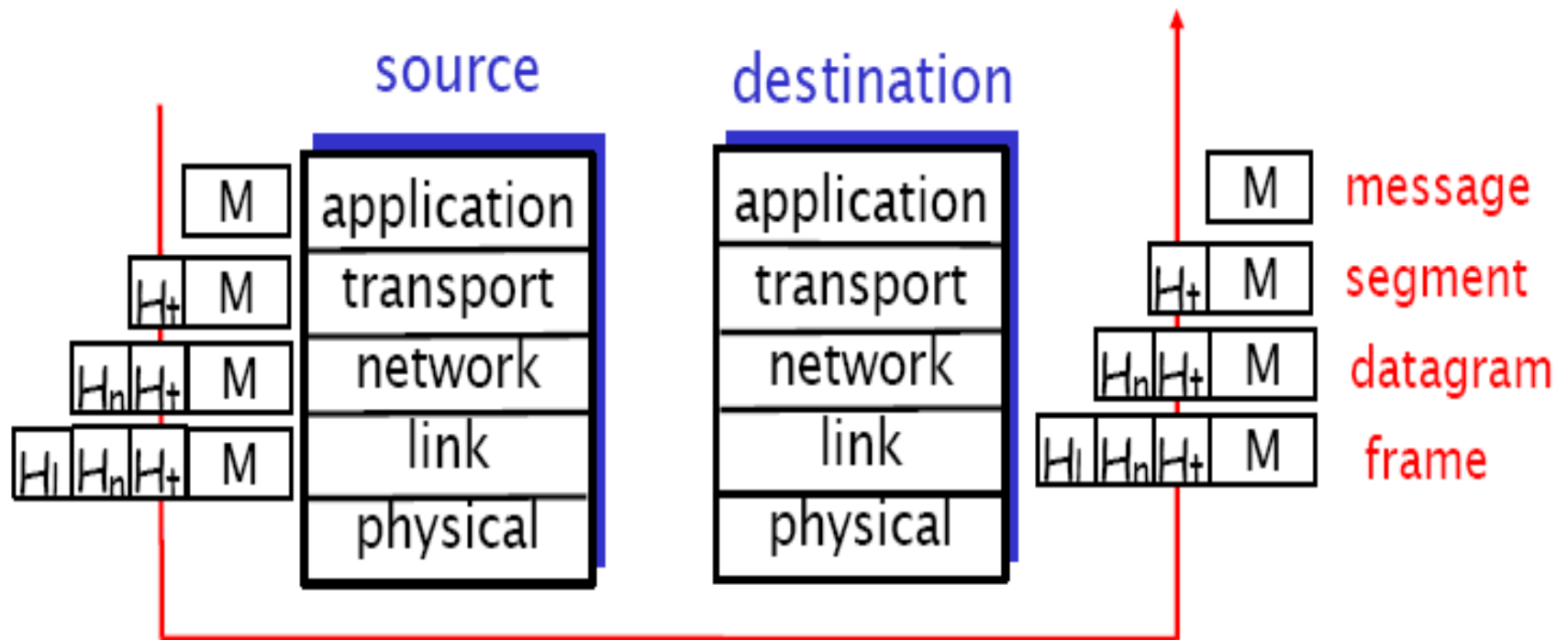
- Το επίπεδο εφαρμογής στέλνει 100 bytes

- Το UDP προσθέτει 8 bytes της επικεφαλίδας

- Το IP προσθέτει 20 bytes

- Το Ethernet προσθέτει 18 bytes

# Επίπεδα και Ενθυλάκωση



# TCP/IP: Επίπεδο διασύνδεσης υπολογιστή - δικτύου

Στο φυσικό επίπεδο και στο επίπεδο συνδέσμου δεδομένων το TCP/IP δεν καθορίζει κάποιο συγκεκριμένο πρωτόκολλο.

Οι πιο συνηθισμένες μέθοδοι σύνδεσης: Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, Wireless Ethernet, PPP, PPPoE (ADSL).

Συνηθισμένο υλικό:

- Κάρτα (διεπαφή) δικτύου

- Hub: συγκεντρωτής

- Switch: διακοπτικό σύστημα

- Router: δρομολογητής

- Modem: σύνδεση με τηλεφωνικό δίκτυο (οχι κάρτα)

# TCP/IP: Επίπεδο διαδικτύου (1)

Στο επίπεδο διαδικτύου το TCP/IP υποστηρίζει το Πρωτόκολλο Διαδικτύου (Internet Protocol, - IP).

Το IP είναι υπεύθυνο για τη διευθυνσιοδότηση και τη δρομολόγηση των πακέτων που κινούνται μεταξύ των κόμβων του δικτύου (υπολογιστές, δρομολογητές).

Το IP είναι αναξιόπιστο πρωτόκολλο, και αποτελεί μια υπηρεσία παράδοσης καλύτερης προσπάθειας. Ο όρος καλύτερη προσπάθεια (best-effort) σημαίνει ότι το IP δεν παρέχει έλεγχο για σφάλματα ή παρακολούθηση.

## TCP/IP: Επίπεδο διαδικτύου (2)

Η μονάδα δεδομένων στο επίπεδο IP είναι το αυτοδύναμο πακέτο IP (IP datagram), ένα ανεξάρτητο πακέτο που ταξιδεύει από την προέλευση προς τον προορισμό.

Τα αυτοδύναμα πακέτα που ανήκουν στο ίδιο ή σε διαφορετικά μηνύματα μπορούν να ταξιδεύουν ακολουθώντας διαφορετικά δρομολόγια, και να φτάνουν στον προορισμό τους εκτός σειράς ή διπλότυπα.

Το IP δεν παρακολουθεί τα δρομολόγια και δεν έχει δυνατότητα αναδιοργάνωσης των αυτοδύναμων πακέτων μετά την άφιξή τους.

# TCP/IP: Επίπεδο μεταφοράς

Στο επίπεδο μεταφοράς το TCP/IP υποστηρίζει δύο πρωτόκολλα:

Το Πρωτόκολλο Ελέγχου Μετάδοσης (Transmission Control Protocol – TCP)

- Προσανατολισμένο στην σύνδεση

- Αξιόπιστη μετάδοση δεδομένων

- Έλεγχος ροής

- Έλεγχος συμφόρησης

Το Πρωτόκολλο Αυτοδύναμων Πακέτων Χρήστη (User Datagram Protocol – UDP)

- Πρωτόκολλο χωρίς σύνδεση

- Αναξιόπιστη μετάδοση δεδομένων

- Δεν παρέχει έλεγχο ροής

- Δεν παρέχει έλεγχο συμφόρησης

# Διευθύνσεις Internet 1

Κάθε υπολογιστής στο TCP/IP τυπικά έχει μία μοναδική διεύθυνση γνωστή ως διεύθυνση IP (IP address). (Προσοχή, άλλο IP address και άλλο MAC address- κωδικός κάρτας 48bits)

Λόγω ότι το TCP/IP χρησιμοποιείται τόσο σε τοπικά δίκτυα όσο και στο Διαδίκτυο, πρέπει οι διευθύνσεις να είναι τέτοιες που να μην υπάρχει σύγκρουση.

Όταν ένας οργανισμός εγκαθιστά ένα LAN που είναι μέρος του Internet και για να αναθέσει διευθύνσεις IP στους υπολογιστές τους, πρέπει να ζητήσει μοναδικές διευθύνσεις IP για το LAN από το Κέντρο Πληροφοριών Δικτύου ( Network Information Center - NIC).



# Διευθύνσεις Internet 2

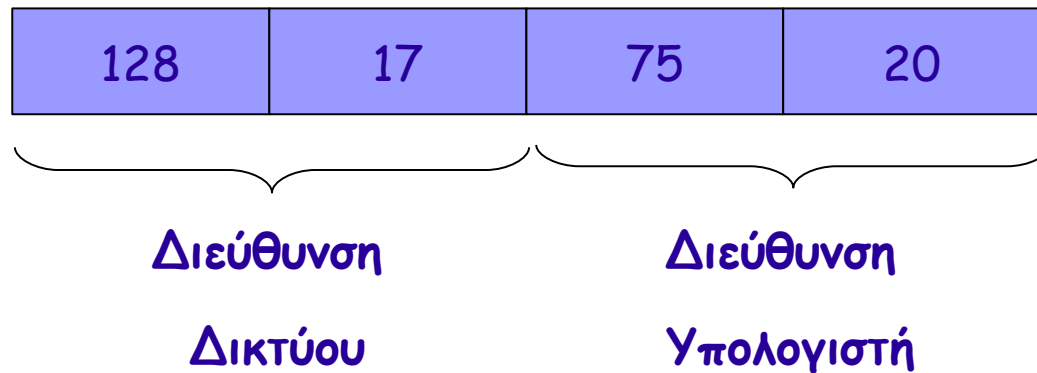
Η μοναδική διεύθυνση IP εκφράζεται σε μια σημειογραφία εστιγμένης τετράδας γνωστή ως dotted quad notation. Αποτελείται από 32 bits τα οποία οργανώνουμε σε τέσσερις ακέραιους αριθμούς που παίρνουν τιμές από 0 έως 255 διαχωρισμένους με τελείες. Η διεύθυνση 137.9.12.20 είναι ένα παράδειγμα διεύθυνσης αυτής της μορφής.

IPv4 = 32 bits ή  $2^{32}$  διευθύνσεις! πρόβλημα, κυρίως λόγω της στατικής δέσμευσης διευθύνσεων από δίκτυα.

IPv6 = 128 bits (και άλλες υπηρεσίες) επιλύει οριστικά το πρόβλημα με τον περιορισμένο αριθμό διευθύνσεων.

# Διευθύνσεις Internet 3

Η διεύθυνση IP χωρίζεται σε δύο μέρη: τη διεύθυνση δικτύου και τη διεύθυνση υπολογιστή.



# Διευθύνσεις Internet 4

Η διεύθυνση του υπολογιστή μπορεί να υποδιαιρεθεί σε διεύθυνση υποδικτύου.



# Κλάσεις δικτύων

Η διεύθυνση IP που αποδίδεται από το NIC εξαρτάται από το μέγεθος του οργανισμού:

Η κλάση A χρησιμοποιείται για μεγάλα δίκτυα. 8 bits για την διεύθυνση δικτύου και 24 bits για την διεύθυνση υπολογιστή.

Η κλάση B χρησιμοποιείται για μεσαία δίκτυα. 16 bits για την διεύθυνση δικτύου και 16 bits για την διεύθυνση υπολογιστή.

Η κλάση C χρησιμοποιείται για μικρά δίκτυα. 24 bits για την διεύθυνση δικτύου και 8 bits για την διεύθυνση υπολογιστή.

Η κλάση D χρησιμοποιείται για μετάδοση πολλαπλής εκπομπής, ένα μήνυμα στέλνεται σε πολλούς υπολογιστές. Η διεύθυνση πολλαπλής εκπομπής έχει 24 bits.

# Υποδικτύωση 1

Τα ξεχωριστά δίκτυα είναι συχνά πολύ μικρότερα από τα μεγέθη των κλάσεων δικτύου.

Η υποδίκτυωση επιτρέπει το σπάσιμο ενός δικτύου σε πολλαπλά μικρότερα υποδίκτυα

Ένας οργανισμός μπορεί χωρίζει την κλάση B σε πολλά μικρότερα δίκτυα, όπως

195.251.209.\*, 195.251.213.\* κλπ

Χρήση subnet mask 255.255.255.0 ή 255.255.255...

Η διεύθυνση πολλαπλής εκπομπής (ή πολυεκπομπής) bcast αναφέρεται στους υπολογιστές του ίδιου υποδικτύου.

Το CIDR επιτρέπει υποδικτύωση 'μεταβλητού' μεγέθους, δηλαδή όχι σε 8,16,24 bits αλλά π.χ στα 27 bits. Καλύτερη εκμετάλλευση διευθύνσεων.

# Υποδικτύωση 2

Το CIDR (class-less inter domain routing) επιτρέπει υποδικτύωση 'μεταβλητού' μεγέθους, δηλαδή όχι σε 8,16,24 bits αλλά π.χ στα 27 bits. Καλύτερη εκμετάλλευση διευθύνσεων.

Αναγνωρίζεται από τη διεύθυνση και το subnet mask. πχ  
ip 195.251.209.59/26  
subnet 255.255.255.192

| Suffix               | Hosts | 32-Borrowed = CIDR | 2^Borrowed = Hosts | Binary => dec = Suffix |
|----------------------|-------|--------------------|--------------------|------------------------|
| .255                 | 1     | /32                | 0                  | ...11111111            |
| .254                 | 2     | /31                | 1                  | ...11111110            |
| .252                 | 4     | /30                | 2                  | ...11111100            |
| .248                 | 8     | /29                | 3                  | ...11111000            |
| .240                 | 16    | /28                | 4                  | ...11110000            |
| .224                 | 32    | /27                | 5                  | ...11100000            |
| .192                 | 64    | /26                | 6                  | ...11000000            |
| .128                 | 128   | /25                | 7                  | ...10000000            |
| Classful / Classless |       |                    |                    |                        |

# Ειδικές διευθύνσεις

127.0.0.1

Διεύθυνση βρόχου επιστροφής (loopback)

Απλοποιεί τον προγραμματισμό δικτυακών εφαρμογών

Το αντίστοιχο όνομα της διεύθυνσης βρόχου επιστροφής είναι το localhost

0.0.0.0

Διεύθυνση δικτύου

Απλοποιεί τους πίνακες δρομολόγησης για αναφορά σε ολόκληρα δίκτυα

Μια διεύθυνση με 1 σε όλα τα bits στο τμήμα υπολογιστή λέγεται διεύθυνση εκπομπής

# Τεχνικές διευθυνσιοδότησης 1

Στατική (Static) IP : ο υπολογιστής έχει την ίδια IP διεύθυνση μόνιμα.

Δυναμική (Dynamic) IP: ο υπολογιστής μπορεί να έχει άλλη IP κάθε φορά που εκκινεί και συνδέεται με το δίκτυο. Με την εκκίνηση αποστέλλει ειδικό μήνυμα (who am i?) που πρέπει να το παραλάβει ειδικός διακομιστής (DHCP server), ο οποίος και του χορηγεί μια από ορισμένες διαθέσιμες διευθύνσεις.

Παραδείγματα: φορητοί υπολογιστές σε wireless Hot Spots, οικιακές ADSL συνδέσεις.

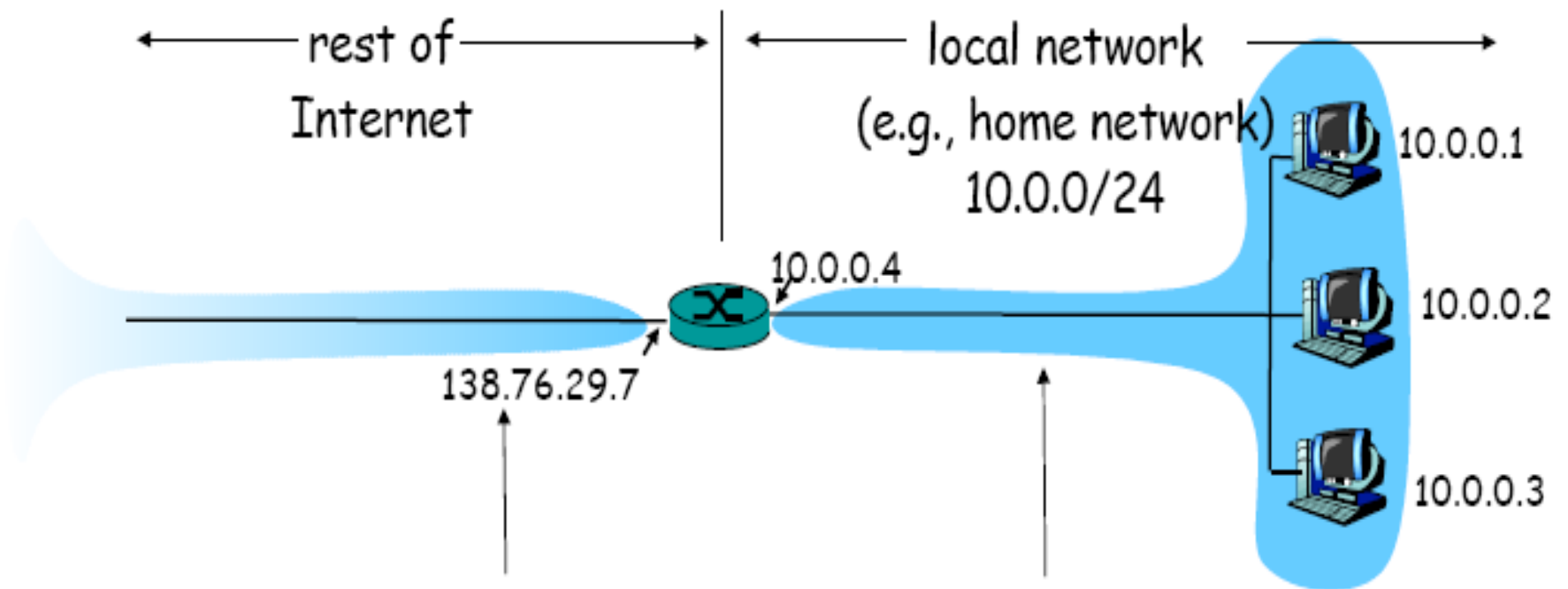


# Τεχνικές διευθυνσιοδότησης 2

Εσωτερικές (ή ψευδείς, fake) IP, και  
Network Address Translation (Μετάφραση διεύθυνσης δικτύου):

Ένας διακομιστής (proxy ή router) έχει 2 κάρτες δικτύου, μια για το Internet και μια για το ενδοδίκτυο. Προς το Internet έχει διεύθυνση A, αλλά προς το ενδοδίκτυο έχει άλλη (στατική) διεύθυνση. Όσοι υπολογιστές βρίσκονται στο ενδο-δίκτυο συνδέονται μέσω αυτού του διακομιστή με το Internet και έχουν εσωτερικές διακριτές ψευδο-διευθύνσεις αλλά εξωτερικά 'μοιράζονται' την μοναδική διεύθυνση του διακομιστή (με τη βοήθεια και του CIDR).

# NAT: Network Address Translation



# Πελάτης – διακομιστής 1

Οι δικτυακές εφαρμογές ή υπηρεσίες Internet βασίζονται στην αρχιτεκτονική πελάτη – διακομιστή (client-server).

Για κάθε υπηρεσία υπάρχει ένα πρόγραμμα που εκτελείται σε κάποιον υπολογιστή. Το πρόγραμμα παρέχει συγκεκριμένες (γνωστές) δυνατότητες σε όποιον θέλει να το χρησιμοποιήσει. Προσπελαύνεται διαδικτυακά μέσω γνωστής θύρας και με γνωστό πρωτόκολλο. Το πρόγραμμα αυτό είναι ο διακομιστής (server).

Κάθε υπηρεσία στο Internet έχει το δικό της πρωτόκολλο, ένα σύνολο κανόνων που καθορίζουν την επικοινωνία μεταξύ πελάτη και διακομιστή.

Παράδειγμα: ο διακομιστής ιστού εκτελείται στον υπολογιστή.. και δέχεται αιτήματα στη θύρα 80 μέσω πρωτοκόλλου HTTP.

# Πελάτης – διακομιστής 2

Για να αποκτήσει ένας χρήστης πρόσβαση σε μια υπηρεσία, πρέπει να εκτελέσει ένα άλλο πρόγραμμα στο τοπικό του υπολογιστή, μέσω του οποίου θα συνδεθεί με τον διακομιστή ώστε να μεταφέρει την υπηρεσία στον υπολογιστή του. Το πρόγραμμα αυτό είναι ο πελάτης (client).

Ο πελάτης, ένα πρόγραμμα εφαρμογής που εκτελείται σε τοπικό υπολογιστή, αιτείται μια υπηρεσία από το διακομιστή, και ο τελευταίος εξυπηρετεί την αίτηση παρέχοντας την υπηρεσία.

Το πρόγραμμα - διακομιστής εκτελείται συνεχώς, ενώ το πρόγραμμα - πελάτης μόνο όταν χρειάζεται.

# Υπηρεσίες και δαίμονες

Τα προγράμματα των διακομιστών ονομάζονται επίσης και υπηρεσίες (services) ή δαίμονες (daemons).

Οι δαίμονες εκτελούνται συνεχώς στο παρασκήνιο και περιμένουν αιτήσεις από τους πελάτες σε συγκεκριμένες θύρες για να παράσχουν σχετικές υπηρεσίες.

Π.χ. httpd δαίμονας για ιστοσελίδες, sendmail δαίμονας για ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, inetd δαίμονας για ftp και telnet. (Δες /etc/services)

Αρκετές φορές οι πελάτες και οι διακομιστές (δαίμονες) εκτελούνται στον ίδιο υπολογιστή. Το μοντέλο προϋπήρχε του Internet, και αναφερόταν στις υπηρεσίες επικοινωνίας και διαχείρισης πολυ-χρηστικών και πολυ-εργασιακών συστημάτων (πχ παλιό mail).

# Θύρες (Ports) 1

Η επικοινωνία μέσω TCP/IP καθορίζεται από τη διεύθυνση IP του υπολογιστή προορισμού καθώς και τη διεύθυνση θύρας.

Η διεύθυνση θύρας προσδιορίζεται από έναν μοναδικό αριθμό που καθορίζει μια υπηρεσία στο υπολογιστή προορισμού, το οποίο θα πρέπει να λάβει τα δεδομένα.

Λόγω συμβάσεως, οι αριθμοί θυρών από το 0 έως το 1023 φυλάσσονται για συγκεκριμένες υπηρεσίες. Κάποιες απ' αυτές τις υπηρεσίες και οι αντίστοιχοι αριθμοί τους εμφανίζονται στον παρακάτω πίνακα.

# Θύρες (Ports) 2

Οι θύρες αποθηκεύονται στο αρχείο `/etc/services`.

```
$ more /etc/services
tcpmux          1/tcp
echo            7/tcp
echo            7/udp
sysstat         11/tcp          users
daytime         13/tcp
daytime         13/udp
```

Η θύρα δεν είναι έννοια υλικού.

Είναι μια αφηρημένη έννοια δικτύου που επιτρέπει στους προγραμματιστές την ανάπτυξη δικτυακών εφαρμογών.

Οι θέσεις μέχρι το 1024 θεωρούνται δεσμευμένες.

# Θύρες (Ports) 3

| Αριθμός θύρας | Εργαλείο | Λειτουργία                                   |
|---------------|----------|--|
| 13            | DAYTIME  | Δείχνει την ώρα κατά την διάρκεια της ημέρας |
| 21            | FTP      | Μεταφορά αρχείων                             |
| 23            | TELNET   | Απομακρυσμένη σύνδεση                        |
| 80            | HTTP     | Διακομιστής Web                              |
| 25            | SMTP     | Μεταφορά απλών μηνυμάτων                     |
| 110           | POP3     | Πρ. ταχυδρομείου v3                          |
| 150           | SQL-NET  | Πρόσβασης βάσης δεδομένων                    |
| 443           | SHTTP    | Ασφαλής πρόσβαση διακομιστή Web              |



# Ονομασία

Εξαιτίας της δύσκολης απομνημόνευση της διεύθυνσης IP υπάρχει ένα εναλλακτικό σχήμα, στο οποίο δίνονται στους υπολογιστές του δικτύου ονόματα - λέξεις.

Σε κάθε δίκτυο το οποίο συνδέεται στο Διαδίκτυο παραχωρείται ένα όνομα που λέγεται domain name. Π.χ. uom.gr είναι το όνομα του δικτύου του UoM.

Το όνομα κάθε υπολογιστή σε ένα δίκτυο δημιουργείται από ένα όνομα ακολουθούμενο από το domain name. Π.χ. eos.uom.gr

# Μετάφραση ονομάτων και διευθύνσεων

Πριν την σύνδεση μεταξύ δύο υπολογιστών, πρέπει να γίνει η μετάφραση των ονομάτων τους σε διευθύνσεις IP και αντίστροφα.

Η διαδικασία της μετάφρασης μπορεί να γίνει με δύο τρόπους:

- Το αρχείο hosts - /etc/hosts: Χρησιμοποιείται κυρίως για μικρά δίκτυα.

- Υπηρεσία Ονομάτων Περιοχής (Domain Name Service - DNS): Χρησιμοποιείται για μεγάλα δίκτυα όπως το Internet. Το αρχείο /etc/resolv.conf ορίζει τις IP διευθύνσεις των διακομιστών DNS του δικτύου μας.

# Αρχείο /etc/hosts

Όταν δίνουμε ένα όνομα στον υπολογιστή, καθορίζουμε μια αντιστοίχιση μεταξύ ονόματος και διεύθυνση IP.

Η αντιστοίχιση διευθύνσεων IP με τους υπολογιστές του τοπικού δικτύου αποθηκεύεται στο αρχείο /etc/hosts.

```
$ more /etc/hosts
127.0.0.1      localhost
195.251.213.111 eos.uom.gr    eos
195.251.213.104 macedonia.uom.gr macedonia
195.251.213.103 helios.uom.gr   helios
195.251.213.115 selene.uom.gr  selene
195.251.213.126 legato.uom.gr  legato
```

# Domain Name Service

Το Berkeley πρότεινε την υπηρεσία DNS, που έχει τρία χαρακτηριστικά:

- Ιεραρχική οργάνωση των ονομάτων υπολογιστών (δένδρο περιοχών).

- Μια κατανεμημένη βάση δεδομένων που περιέχει τις αντιστοιχίσεις ονομάτων και διευθύνσεων IP.

- Επιτροπή εξουσιοδότησης σε ξεχωριστά επίπεδα της ιεραρχίας.

Στην κορυφή του δέντρου είναι η περιοχή root "." και ακολουθεί ένα ενδιάμεσο επίπεδο που είναι τα ονόματα περιοχών ανωτέρου επιπέδου (top-level domains) όπως edu, org, com κλπ.

Δύο τύποι ονομάτων περιοχών ανωτέρου επιπέδου:

- gTLDs: Γενικά ονόματα περιοχών.

- ccTLDs: Περιοχών χωρών.

# Γενικά ονόματα περιοχών

| Domain Purpose |                             | Domain Purpose |                                 |
|----------------|-----------------------------|----------------|---------------------------------|
| com            | Companies                   | aero           | Air transport industry          |
| edu            | Educational institutions    | boz            | Businesses                      |
| gov            | (US) government agencies    | coop           | Cooperatives                    |
| mil            | (US) military agencies      | info           | Unrestricted                    |
| net            | Network providers           | museum         | Museums                         |
| org            | Nonprofit organizations     | name           | Individuals                     |
| int            | International organizations | pro            | Professionals (attorneys, etc.) |
| arpa           | IP address lookup           |                |                                 |

# Ονόματα περιοχών χωρών

| Code | Country       | Code | Country       |
|------|---------------|------|---------------|
| au   | Australia     | hu   | Hungary       |
| br   | Brazil        | jp   | Japan         |
| ca   | Canada        | md   | Moldovia      |
| cc   | Cocos Islands | mx   | Mexico        |
| ch   | Switzerland   | nu   | Niue          |
| de   | Germany       | se   | Sweden        |
| fi   | Finland       | tm   | Turkmenistan  |
| fr   | France        | tv   | Tuvalu        |
| hk   | Hong Kong     | us   | United States |

# Διακομιστές περιοχών

Κάθε υπολογιστής γνωρίζει έναν ή περισσότερους πλησιέστερους διακομιστές ονομάτων, δηλαδή τους διαχειριστές της υποπεριοχής του.

Βρίσκονται στο αρχείο **/etc/resolv.conf**

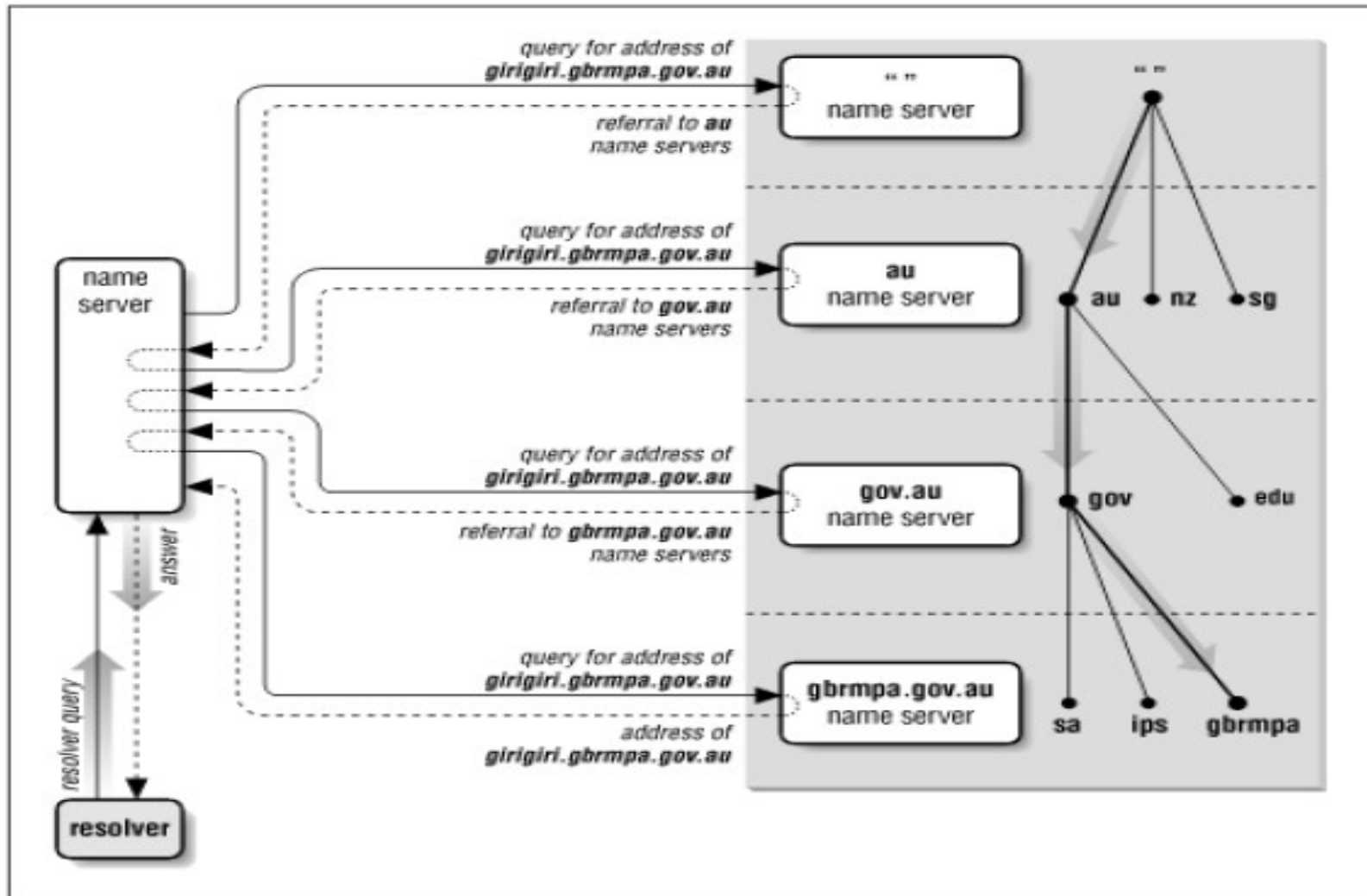
Σειρά προτεραιότητας **/etc/nsswitch.conf**

Κάθε υποπεριοχή (subdomain) έχει έναν υπεύθυνο διακομιστή ονομάτων DNS (name server), και πιθανώς κάποιον δευτερεύοντα (σε περίπτωση βλάβης)

Ο διακομιστής root γνωρίζει τις διευθύνσεις DNS των περιοχών ανωτέρου επιπέδου (π.χ. com, net, gr, fr κλπ)

Κάθε διακομιστής των περιοχών ανωτέρου επιπέδου γνωρίζει τις διευθύνσεις DNS των περιοχών δεύτερου επιπέδου.

# Παράδειγμα μετάφρασης ονόματος υπολογιστή σε διεύθυνση IP





# Εργαλεία Δικτύου (TCP/IP)

## Διεπαφή δικτύου

ip, ifconfig, ifup, ifdown, ping

## Δρομολόγηση

ip, route, netstat, arp, tracepath (ή traceroute)

## Θύρες, υπηρεσίες

netstat, nmap (port scan)

## Ονομασία

hostname, nslookup, whois

# Μερικές υπηρεσίες Internet

Εντολές για χρήστες

users, who, finger, hostname

Εντολές για ηλεκτρονικό ταχυδρομείο

talk, write, mail, pine

Εντολές για απομακρυσμένη σύνδεση

telnet, rlogin, rsh

Εντολές για ασφαλή απομακρυσμένη σύνδεση

ssh, slogin

Εντολές για μεταφορά αρχείων

ftp, rcp, sftp, scp, wget,

# Εντολή ip

Νέα σύνθετη εντολή ελέγχου και διαχείρισης της κατάστασης του δικτύου

```
$ ip --help
Usage: ip [ OPTIONS ] OBJECT { COMMAND | help }
where OBJECT := { link | addr | route | rule | neigh | tunnel |
                 maddr | mroute | monitor | xfrm }
      OPTIONS := { -V[ersion] | -s[tatistics] | -r[esolve] |
                  -f[amily] { inet | inet6 | ipx | dnet | link } | -o
[neline] }

$ ip addr show
1: lo: <LOOPBACK,UP> mtu 16436 qdisc noqueue
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
    inet6 ::1/128 scope host
        valid_lft forever preferred_lft forever
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast qlen 1000
    link/ether 00:90:96:63:36:da brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 195.251.209.59/26 brd 195.251.209.63 scope global eth0
    inet6 fe80::290:96ff:fe63:36da/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
3: wlan0: <BROADCAST,MULTICAST> mtu 1500 qdisc pfifo_fast qlen 1000
    link/ether 00:0f:3d:59:5c:d1 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 192.168.1.67/24 brd 192.168.1.255 scope global wlan0
```

# Εντολή ifconfig

Παλιότερη και πιο γνωστή εντολή ελέγχου και διαχείρισης της κατάστασης του δικτύου

```
$ $ ifconfig
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr 00:90:96:63:36:DA
          inet addr:195.251.209.59  Bcast:195.251.209.63  Mask:255.255.255.192
          inet6 addr: fe80::290:96ff:fe63:36da/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:63191 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:21238 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:28349224 (27.0 MiB)  TX bytes:4927036 (4.6 MiB)
          Interrupt:10 Base address:0x800

lo        Link encap:Local Loopback
          inet addr:127.0.0.1  Mask:255.0.0.0
          inet6 addr: ::1/128 Scope:Host
          UP LOOPBACK RUNNING  MTU:16436  Metric:1
          RX packets:790 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:790 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:0
          RX bytes:35265 (34.4 KiB)  TX bytes:35265 (34.4 KiB)
```

# Παραδείγματα, εντολές ifup, ifdown

Παραμετροποίηση κάρτας δικτύου με ifconfig

```
ifconfig eth0 128.138.240.1 netmask 255.255.255.0 up
```

Έναρξη λειτουργίας με ifup

```
ifup eth0
```

Διακοπή λειτουργίας με ifdown

```
ifdown wlan0
```

# Εντολή ping

Το ping, χρησιμοποιείται για να πιστοποιήσει ότι το TCP / IP έχει ρυθμιστεί σωστά σε έναν υπολογιστή και ότι αυτός είναι διαθέσιμος στο δίκτυο.

Σύνταξη: ping <IP address>

```
$ ping 155.207.0.31
PING 155.207.0.31 (155.207.0.31): 56 data bytes
64 bytes from 155.207.0.31: icmp_seq=0 ttl=59 time=11.4
ms
64 bytes from 155.207.0.31: icmp_seq=1 ttl=59 time=4.3 ms
64 bytes from 155.207.0.31: icmp_seq=2 ttl=59 time=2.4 ms
64 bytes from 155.207.0.31: icmp_seq=3 ttl=59 time=7.6 ms
```

# Εντολές ip, route, arp

Δείχνουν διάφορα στοιχεία σχετικά με τη δρομολόγηση των πακέτων από τον υπολογιστή προς το δίκτυο καθώς και συσχέτιση διεπαφών (MAC address) με IP διευθύνσεις.

```
kmarg@pdptest1:~$ ip route show
```

```
195.251.209.0/26 dev eth0 proto kernel scope link src 195.251.209.4  
default via 195.251.209.1 dev eth0
```

```
kmarg@pdptest1:~$ route
```

```
Kernel IP routing table
```

| Destination   | Gateway       | Genmask         | Flags | Metric | Ref | Use | Iface |
|---------------|---------------|-----------------|-------|--------|-----|-----|-------|
| 195.251.209.0 | *             | 255.255.255.192 | U     | 0      | 0   | 0   | eth0  |
| default       | 195.251.209.1 | 0.0.0.0         | UG    | 0      | 0   | 0   | eth0  |

```
kmarg@pdptest1:~$ arp
```

| Address        | HWtype | HWaddress         | Flags | Mask | Iface |
|----------------|--------|-------------------|-------|------|-------|
| 195.251.209.59 | ether  | 00:90:96:63:36:DA | C     |      | eth0  |
| 195.251.209.1  | ether  | 00:15:F9:07:83:C0 | C     |      | eth0  |

# Εντολή netstat

```
kmarg@pdptest1:~$ netstat -h
```

```
usage: netstat [-veenNcCF] [<Af>] -r
```

```
netstat {-V|--version|-h|--help}
```

```
netstat [-vnNcaeol] [<Socket> ...]
```

```
netstat { [-veenNac] -i | [-cnNe] -M | -s }
```

|                        |   |
|------------------------|---|
| -r, --route            | display routeing table                    |
| -i, --interfaces       | display interface table                   |
| -g, --groups           | display multicast group memberships       |
| -s, --statistics       | display networking statistics (like SNMP) |
| -M, --masquerade       | display masqueraded connections           |
| -v, --verbose          | be verbose                                |
| -n, --numeric          | don't resolve names                       |
| --numeric-hosts        | don't resolve host names                  |
| --numeric-ports        | don't resolve port names                  |
| --numeric-users        | don't resolve user names                  |
| -N, --symbolic         | resolve hardware names                    |
| -e, --extend           | display other/more information            |
| -p, --programs         | display PID/Program name for sockets      |
| -c, --continuous       | continuous listing                        |
| -l, --listening        | display listening server sockets          |
| -a, --all, --listening | display all sockets (default: connected)  |
| -o, --timers           | display timers                            |
| -F, --fib              | display Forwarding Information Base       |
| -C, --cache            | display routeing cache instead of FIB     |



# Εντολή traceroute ή traceroute

Το traceroute ή traceroute το οποίο δείχνει τη διαδρομή που ακολουθούν τα πακέτα από τον τοπικό στον απομακρυσμένο υπολογιστή.

Σύνταξη: traceroute <IP address>

```
$ traceroute www.mit.edu
traceroute to www.mit.edu (18.7.22.83), 30 hops max, 38 byte
packets
 1  195.251.213.97 (195.251.213.97)  0.311 ms  0.261 ms  0.239
ms
 2  thessaloniki-uom-ATM.grnet.gr (194.177.209.169)  2.341 ms
2.566 ms  2.144 ms
 3  thessaloniki2-to-thessaloniki.backbone.grnet.gr
(195.251.25.130)  2.420 ms  2.253 ms  4.550 ms
 4  larissa2-to-thessaloniki2.backbone.grnet.gr
(195.251.27.57)  5.405 ms  4.506 ms  5.521 ms
.....
```

# Εφαρμογή nmap

```
kmarg@pdptest1:~$ nmap 195.251.209.4
```

```
Starting Nmap 4.20 ( http://insecure.org ) at 2007-11-28 10:03  
EET
```

```
Interesting ports on 195.251.209.4:
```

```
Not shown: 1693 closed ports
```

| PORT      | STATE | SERVICE          |
|-----------|-------|------------------|
| 22/tcp    | open  | ssh              |
| 25/tcp    | open  | smtp             |
| 80/tcp    | open  | http             |
| 10000/tcp | open  | snet-sensor-mgmt |

```
Nmap finished: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.261  
seconds
```

# Εντολή nslookup

Το nslookup, το οποίο εξετάζει μέσα στη βάση δεδομένων του DNS, τα πεδία που αντιστοιχούν σε κάποιο συγκεκριμένο υπολογιστή, βασιζόμενο είτε στην IP διεύθυνση, είτε στο όνομα του υπολογιστή αυτού.  
Σύνταξη: nslookup <IP address ή hostname>

```
$ nslookup 195.251.213.107
Server:                127.0.0.1
Address:               127.0.0.1#53

107.213.251.195.in-addr.arpa    name = apollon.uom.gr.
$ nslookup eos.uom.gr
```

# Εντολή users

Εμφανίζει μια λιτή λίστα χρηστών

Παράδειγμα

```
$ users  
akusur apahtas bstefan dagdil dstogian eduhelp gegiou  
litsak panosm
```

# Εντολή who

Η εντολή who είναι παρόμοια με τις εντολές user, απλά παρέχει περισσότερες πληροφορίες.

Παράδειγμα

```
$ who
akusur      pts/1          Dec  9 09:10  (195.251.209.52)
gegiou      pts/0          Dec  9 07:50  (195.251.214.79)
litsak      pts/2          Dec  9 08:45  (195.251.209.50)
eduhelp     pts/3          Dec  9 08:46  (195.251.209.50)
panosm      pts/7          Dec  9 09:44  (195.251.212.67)
dagdil      pts/4          Dec  9 08:47  (195.251.221.217)
apahtas     pts/8          Dec  9 09:47  (warp.uom.gr)
dstogian    pts/11         Dec  8 11:03  (195.251.213.50)
```

# Εντολή finger 1

Εμφανίζει προσωπικές πληροφορίες των χρηστών του συστήματος μας.

Σύνταξη: `finger [userid]`

Χωρίς το `userid` εμφανίζει προσωπικές πληροφορίες για όλους τους χρήστες που είναι συνδεδεμένοι αυτή τη στιγμή.

Παράδειγμα

```
$ finger panosm  
$ finger kmarg@macedonia.uom.gr  
$ finger Ioannis
```

# Εντολή finger 2

Η εντολή finger δίνει επιπλέον πληροφορίες που ο χρήστης έχει τοποθετήσει στα αρχεία:

.plan, .project, .forward, .pgpkey

Όλα τα περιεχόμενα του .plan εμφανίζονται.

Ο χρήστης εδώ μπορεί να έχει γράψει το τηλέφωνό του, την τοποθεσία του γραφείου του, τις ώρες που είναι διαθέσιμος, κλπ.

Μόνο η πρώτη γραμμή του .project εμφανίζεται.

Το .forward περιέχει μόνο διευθύνσεις που πιθανώς παραπέμπουμε τα e-mails μας.

Το .pgpkey περιέχει πιθανό δημόσιο κλειδί μας.

Επίσης η finger αναφέρει αν έχουμε mail.

Υπάρχει δυνατότητα απενεργοποίησης.

# Εντολή hostname

Εμφανίζει το όνομα του τοπικού μας κεντρικού υπολογιστή.

Παράδειγμα:

```
$ hostname  
eos
```



# Εντολή talk

Η talk μας επιτρέπει αμφίδρομη επικοινωνία με άλλο χρήστη στο ίδιο σύστημα ή στο δίκτυο

Σύνταξη: `talk userid[@hostname]`

Η talk σας επιτρέπει να συνομιλείτε με ένα χρήστη `userid` στο δίκτυο, μέσω μιας διασύνδεσης οθόνης χωρισμένη στα δύο.

Παράδειγμα

```
$ talk jason@uom.gr
Message from ..

$ talk kmarg
```

# Εντολή write

Η write μας επιτρέπει αμφίδρομη επικοινωνία με άλλο χρήστη στο ίδιο πολυχρηστικό σύστημα

Σύνταξη: write userid .

Παράδειγμα

```
$ write panosm  
Message from ..
```

# Εντολή mail (pine)

```
eos> mail kmarg@uom.gr
```

```
Subject: test
```

```
test ..
```

```
.
```

```
Cc: k.g.margaritis@gmail.com
```

```
eos> PINE 4.58    MAIN MENU
```

Folder: INBOX 7 Messages

|   |                 |                                   |
|---|-----------------|-----------------------------------|
| ? | HELP            | - Get help using Pine             |
| C | COMPOSE MESSAGE | - Compose and send a message      |
| I | MESSAGE INDEX   | - View messages in current folder |
| L | FOLDER LIST     | - Select a folder to view         |
| A | ADDRESS BOOK    | - Update address book             |
| S | SETUP           | - Configure Pine Options          |
| Q | QUIT            | - Leave the Pine program          |

Copyright 1989-2003. PINE is a trademark of the University of Washington.

[Folder "INBOX" opened with 7 messages]

? Help

P PrevCmd

R RelNotes

O OTHER CMDS > [ListFldrs] N NextCmd

K KBlock

# Εντολή telnet (rlogin, rsh)

Η εντολή telnet μας επιτρέπει να εκτελούμε εντολές σε απομακρυσμένο κεντρικό υπολογιστή.

Σύνταξη: telnet [hostname [port number] ]

Αν δώσουμε το όνομα του υπολογιστή αλλά όχι τον αριθμό θύρας τότε συνδεόμαστε αυτόματα στον διακομιστή.

Αν δεν δώσουμε το όνομα του υπολογιστή, τότε μεταβαίνουμε στην κατάσταση λειτουργίας εντολών.

Οι εντολές rlogin, rsh έχουν αντίστοιχη λειτουργικότητα.

# Εντολή telnet

```
$ telnet eos.uom.gr
login as:panosm
panosm@eos.uom.gr's password:
eos>
.....
eos> logout
$ telnet 195.251.197
login as:panosm
panosm@eos.uom.gr's password:
eos>
```

# SSH

Σήμερα τα εργαλεία ftp και telnet δεν χρησιμοποιούνται πολύ συχνά για λόγους ασφαλείας.

Τα εργαλεία ftp και telnet μεταφέρουν τους κωδικούς πρόσβασης και αρχεία σε μη κρυπτογραφημένη μορφή που εύκολα μπορούν να αποκαλυφθούν σε οποιοδήποτε στο δίκτυο.

Μια λύση σε αυτό το πρόβλημα είναι το SSH (Secure Shell) που χρησιμοποιεί τεχνικές κρυπτογραφίας για ασφαλείς συνδέσεις στο δίκτυο.

Διαθέτει ασφαλή αντίγραφα για τις γνωστές υπηρεσίες, όπως sftp και scp.

# Εργαλεία SSH

Το SSH περιλαμβάνει εργαλεία που προσομοιώνουν την συμπεριφορά των ftp και telnet.

Εργαλεία SSH:

- ssh – απομακρυσμένη σύνδεση

- slogin – οτι και ssh

- sftp – μεταφορά αρχείων

- scp – ασφαλής αντιγραφή αρχείων

Σε σύγχρονα συστήματα οι ανασφαλείς εντολές παραπέμπουν στις αντίστοιχες του SSH.

# Αρχεία SSH

Στον οικείο κατάλογο υπάρχει ο κατάλογος `.ssh` και μέσα το αρχείο `known_hosts`. Εκεί αποθηκεύονται κρυπτογραφημένες πληροφορίες για κάθε σύνδεση που κάνουμε. Οι πληροφορίες δημιουργούνται στη πρώτη σύνδεση. Αν σε κατοπινή σύνδεση υπάρξει κάποια αλλαγή το SSH δεν συνεχίζει, για λόγους ασφαλείας.

Παράδειγμα: το απομακρυσμένο σύστημα εγκαθίσταται από την αρχή.. Πρέπει να το σβήσουμε από το `known_hosts`.



# Εντολή rcp

Η εντολή rcp μας επιτρέπει να αντιγράψουμε αρχεία μεταξύ υπολογιστών.

Η εντολή scp είναι η ασφαλής έκδοση της rcp.

```
$rcp kmarg@195.251.209.4:/home/kmarg/test.c  
/home/kmarg/Desktop/test.c
```

|        |      |    |         |       |
|--------|------|----|---------|-------|
| test.c | 100% | 60 | 0.1KB/s | 00:00 |
| \$     |      |    |         |       |

# Εντολή ftp 1

Η ftp είναι ένα πρωτόκολλο μεταφοράς αρχείων για να μεταφέρουμε αρχεία από το τοπικό μας κεντρικό υπολογιστή UNIX σε κάθε είδους απομακρυσμένου υπολογιστή.

Η sftp είναι η ασφαλής έκδοση της ftp.

Σύνταξη: ftp [hostname]

sftp [hostname]

# Εντολή ftp 2

## Εκκίνηση

```
$ ftp eos.uom.gr
Connected to eos.uom.gr.
220 ProFTPD 1.2.5rc1 Server (University of Macedonia)
[eos.uom.gr]
Name (eos.uom.gr:panosm): panosm
331 Password required for panosm.
Password:
230 User panosm logged in.
Remote system type is UNIX.
Using binary mode to transfer files.
ftp>
```

# Εντολή ftp 3

Χειρισμός αρχείων και καταλόγων: εντολές cd, help, ls, mkdir, rmdir, pwd, chmod.

```
ftp> pwd
257 "/" is current directory.
ftp> ls
200 PORT command successful.
150 Opening ASCII mode data connection for file list.
-rwx----- 1 panosm gstudents 2765 Dec 30 1997 #.mrg...login
-rwx----- 1 panosm gstudents 2467 Dec 30 1997
#.mrg...profile
drwx----- 2 panosm gstudents 4096 Oct 16 2003 Mail
drwx----- 2 panosm gstudents 4096 Dec 15 14:02 mail
drwx--x--x 17 panosm gstudents 4096 Nov 11 21:25 public_html
-rwx----- 1 panosm gstudents 1298 Nov 24 1998 readme
-rwx----- 1 panosm gstudents 4162 Nov 24 1998 vihelp
-rw----- 1 panosm gstudents 4273 Oct 10 2002 xit
226-Transfer complete.
226 Quotas off
```

# Εντολή ftp 4

Για να κατεβάσουμε αρχεία από ένα απομακρυσμένο υπολογιστή χρησιμοποιούμε την εντολή get.

Σύνταξη: get remotefile [localfile]

Αντιγράφει το αρχείο remotefile στον τοπικό μας υπολογιστή με όνομα localfile. Στην περίπτωση που η παράμετρος localfile παραληφθεί το αρχείο παίρνει το ίδιο όνομα το remotefile.

```
ftp> get textfile.txt
local: textfile.txt remote: textfile.txt
200 PORT command successful.
150 Opening BINARY mode data connection for
textfile.txt (225 bytes).
226 Transfer complete.
ftp>
```

# Εντολή ftp 5

Για να ανεβάσουμε ένα αρχείο στο απομακρυσμένο υπολογιστή χρησιμοποιούμε την εντολή put.

Σύνταξη: put localfile [remotefile]

Αντιγράφει το αρχείο localfile στο απομακρυσμένο υπολογιστή με όνομα remotefile. Στην περίπτωση που η παράμετρος remotefile παραληφθεί το αρχείο παίρνει το ίδιο όνομα το localfile.

```
ftp> put readme
local: readme remote: readme
200 PORT command successful.
150 Opening BINARY mode data connection for
readme.
226 Transfer complete.
ftp>
```

# Εντολή ftp 6

Η σύνδεση του ftp τερματίζεται με τις εντολές bye ή quit.

```
ftp> quit  
221 Goodbye.  
eos>
```

Συνήθως χρησιμοποιείται κάποια γραφική διεπαφή, όπως η gftp. Επίσης, μόνο για get, πολλές φορές χρησιμοποιούμε τον περιηγητή ιστού αλλά με πρωτόκολλο ftp., π.χ.

mozilla-firefox ftp://ftp.ntua.gr

# Εντολή ftp 7

Ανώνυμο (anonymous) ftp μας επιτρέπει να κατεβάσουμε αρχεία από απομακρυσμένους υπολογιστές στους οποίους δεν έχουμε λογαριασμούς. Αυτοί οι υπολογιστές είναι γνωστοί ως δημόσιοι διακομιστές ftp.

```
eos> ftp ftp.netscape.com
Connected to ftp.gftp.netscape.com.
220-c2
220
Name (ftp.netscape.com:panosm): anonymous
331 Please specify the password.
Password:
230 Login successful.
Remote system type is UNIX.
Using binary mode to transfer files.
```



# Εντολή wget

Πολύ ισχυρή εντολή για μη-διαλογικό κατέβασμα αρχείων με πρωτόκολλο http (θέσεις ιστού κλπ..). Απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή, ιδίως όταν περιλαμβάνουμε εξωτερικούς συνδέσμους και αναδρομική λειτουργία (υπο-καταλόγους και συνδέσεις).

Χρήση wget [Επιλογές] [Θέση ιστού(URL)]

```
$ wget -r --tries=10 http://www.it.uom.gr/ -o log
```

-r : recursive, -o : log messages

# SLIP, PPP, PPPoE

Το Διαδικτυακό Πρωτόκολλο Σειριακής Γραμμής (Serial Line Internet Protocol – SLIP) και το Διασημειακό Πρωτόκολλο (Point-to-Point Protocol – PPP) σχεδιάστηκαν για να υποστηρίζουν πρόσβαση μέσω τηλεφωνικών γραμμών κλήσης (dialup) σε δίκτυα.

Το SLIP είναι απλό πρωτόκολλο που λειτουργεί στο Φυσικό Στρώμα του OSI, ενώ το PPP είναι βελτιωμένο πρωτόκολλο, το οποίο παρέχει λειτουργικότητα και στο Φυσικό Στρώμα και στο στρώμα Σύνδεσης Δεδομένων. Το PPPoE σημαίνει PPP over Ethernet και χρησιμοποιείται στις συνδέσεις ADSL.

Σχετικές εντολές

`pppconfig`, `pppd`, `pppdump`, `pppstats`

`pppoe-discovery`, `pppoeconf`