

Προγραμματισμός Δικτύων – Ε-01

1η Διάλεξη

Διδάσκων: Νίκος Ντάρμος

`<ntarmos@cs.uoi.gr>`

`[http://www.cs.uoi.gr/~ntarmos/Courses/NetworkProgramming/]`

Τμήμα Πληροφορικής
Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων



Οργάνωση Μαθήματος



Γενικά

- Διαλέξεις, Εργαστήρια/Φροντιστήρια και Εργασίες.
- Έμφαση στον προγραμματισμό.
 - Προαπαιτούμενα:
 - Καλή γνώση C (4-23).
 - Χρήση συστημάτων Unix.
 - Καλό θα ήταν να έχετε διδαχθεί:
 - Δομές Δεδομένων (4-32).
 - Λειτουργικά Συστήματα (4-45).
 - Δίκτυα Υπολογιστών (4-63).



- Συγράμματα :

- D.E. Comer και D.L. Stevens, «Δικτυακός Προγραμματισμός», Ίων, 2005.
- A. Tanenbaum, «Δίκτυα Υπολογιστών», 4η έκδοση, Κλειδάριθμος, 2003.

- Βιβλιογραφία:

- R. Stevens, B. Fenner και A. Rudoff, «Unix Network Programming, Volume 1», 3η έκδοση, Addison-Wesley, 2004.
- R. Stevens, «TCP/IP Illustrated, Volume 1», Addison-Wesley, 1994.
- B. Hall, «Beej's Guid to Network Programming», Jorgensen, 2009.
 - <http://beej.us/guid/bgnet>
- W. Liu, et al., «TCP/IP Tutorial and Technical Overview», 8η έκδοση, IBM RedBooks, 2006.
 - <http://www.redbooks.ibm.com/Redbooks.nsf/RedbookAbstracts/gg243376.html>
- C. Kozierok, «The TCP/IP Guide», No Starch Press, 2005.
 - <http://www.tcpiptide.com/free/>
- RFCs.
 - <http://www.ietf.org/rfc.html>



Βαθμολόγηση

- Γραπτή τελική εξέταση.
- 3 προγραμματιστικές εργασίες.
 - Κατασκευή πλήρους συστήματος.
 - Ατομικές εργασίες.
- **40%** τελική εξέταση, **60%** εργασίες.
 - Μέσος όρος ασκήσεων ≥ 5.0 .
 - Βαθμός τελικής εξέτασης ≥ 5.0 .



Σχετικά με τον κώδικά σας

- Υλοποίηση σε γλώσσα **C** σε σύστημα **Unix**.
- Χρησιμοποιήστε όποιο σύστημα Unix θέλετε (    **opensolaris** . . .)
 - Καλό είναι ο κώδικάς σας να είναι μεταφέρσιμος.
- **Οργανώστε** τον κώδικα σε αρχεία (.c, .h κτλ.)
- **Διαμορφώστε** τον κώδικά σας (στηλοθέτηση, διαστήματα, σχόλια).
- **Προσέξτε τις εκφωνήσεις** (μορφή εισόδου/εξόδου, διεπαφές κτλ.)
- **Επικεντρωθείτε στο δικτυακό κομμάτι.**



Σχετικά με τις αναφορές σας

- Τι θέλω να δω:
 - Απαντήσεις στις τυχόν ερωτήσεις της εκφώνησης.
 - Στοιχεία για το περιβάλλον ανάπτυξης που χρησιμοποιήσατε.
 - Πληροφορίες για το πως να εκτελέσω τον κώδικά σας (αν δεν καθορίζεται από την εκφώνηση).
 - Σχεδιαστικές επιλογές που κάνατε κατά την υλοποίηση.
 - Σημεία που σας δυσκόλεψαν και πως τα ξεπεράσατε.
- Τι δεν θέλω να δω:
 - Επαναδιατύπωση/τμήματα της εκφώνησης.
 - Τον κώδικά σας με λόγια.



Παράδοση εργασιών

- Παράδοση μέσω e-mail στο `ntarmos@cs.uoi.gr`.
- Παραδοτέα:
 - Αρχεία πηγαίου κώδικα + Makefile/build scripts.
 - Αναφορά/σχολιασμός (txt/pdf).
- Διαβάστε:
 - «How not to go about a programming assignment».
 - http://www.di.uniovi.es/~cernuda/noprogram_ENG.html
 - «How to ask questions the smart way».
 - <http://catb.org/~esr/faqs/smart-questions.html>



«Κανόνες του παιχνιδιού»

- Οι αντιγραφές θα **μηδενίζονται**.
- Κάθε εργασία θα έχει καταληκτική ημερομηνία, με **μείωση βαθμού** για εκπρόθεσμη παράδοση.
- Οι εργασίες θα θέλουν χρόνο. Φροντίστε να μην τις αφήνετε για την τελευταία στιγμή...
- Επικοινωνείτε μαζί μου **για οποιοδήποτε πρόβλημα ή απορία**.



Στοιχεία επικοινωνίας

- Γραφείο: B.29.
- Τηλέφωνο: 26510-08866.
- E-mail: ntarmos@cs.uoi.gr.
- Σελίδα μαθήματος:
www.cs.uoi.gr/~ntarmos/Courses/NetworkProgramming/
- Jabber/GTalk/MSN/ICQ/YIM/. . .; (ρωτήστε με...)
- Ώρες γραφείου: Τετάρτη, 16:00 – 19:00.



Ακόμα εδώ;

- Στείλτε e-mail στο `ntarmos@cs.uoi.gr`.
- Γράψτε: Ονομ/μο, ΑΜ.



Πλάνο Μαθήματος



Περιοχές που θα καλύψουμε

- Η σουίτα πρωτοκόλλων TCP/IP.
 - IP (IPv4 & IPv6), ICMP, TCP, UDP, SCTP.
 - Αρχιτεκτονική και διασύνδεση.
 - Διευθυνσιοδότηση και ανάλυση.
 - Δρομολόγηση.
- Η προγραμματιστική διεπαφή των BSD sockets.
- Μοντέλα δικτυακών εφαρμογών.
- Σχεδιασμός δικτυακών εφαρμογών.
 - Σχεδιαστικές επιλογές για πελάτες & εξυπηρετητές.
 - Επιλογές υλοποίησης για πελάτες & εξυπηρετητές.
- Προχωρημένα θέματα δικτυακού προγραμματισμού.



Βασικά συστήματα και πρωτόκολλα λειτουργίας δικτύων

- Ανάλυση διευθύνσεων δικτύου (DNS).
- Μετάφραση διευθύνσεων δικτύου (NAT).
- Αυτόματη ρύθμιση παραμέτρων δικτύου (ZeroConf, DHCP).
- ...



Η προγραμματιστική διεπαφή των BSD sockets

- Τι είναι και πώς λειτουργούν τα sockets;
 - Κλήσεις συστήματος, ορίσματα, λειτουργία.
 - Δημιουργία/καταστροφή συνδέσεων.
 - Αποστολή/λήψη δεδομένων.
 - Σχεδιαστικές επιλογές.
- Πρωτόκολλα ελέγχου: ICMP.
- Πρωτόκολλα μεταφοράς πάνω από το IP: TCP και UDP.
- Πρωτόκολλα ροών: SCTP.
- IPν6: το επόμενο βήμα...



Σχεδιασμός δικτυακών εφαρμογών

- Επιλογή σχεδιαστικού μοντέλου :
 - Το μοντέλο πελάτη-εξυπηρετητή.
 - Το μοντέλο ομοτίμων εταιρών.
 - Υβριδικά μοντέλα.
- Ζητήματα σχεδίασης πελατών & εξυπηρετητών.
 - Παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση.
 - Πολυεπεξεργασία ή λειτουργία βάσει συμβάντων.
 - Pre-forking, thread pools, workers, ...
 - select(2), poll(2), epoll(4), /dev/poll, kqueue(2),
 - Λειτουργία με ή χωρίς σταθερή σύνδεση.
 - Εξυπηρετητές με ή χωρίς μνήμη.
 - «Σύραγγες» και «πύλες»...



Προχωρημένα θέματα δικτυακού προγραμματισμού



...



Εισαγωγή στον προγραμματισμό δικτύων



Εισαγωγή

- Δικτυακός Προγραμματισμός: Η συγγραφή προγραμμάτων που επικοινωνούν μεταξύ τους πάνω από ένα δίκτυο υπολογιστών.
- Δίκτυο Υπολογιστών: Ένα σύνολο υπολογιστών και συσκευών συνδεδεμένων μεταξύ τους.
- Διαδίκτυο: Ένα σύνολο δικτύων συνδεδεμένων μεταξύ τους.
 - Διαδίκτυο $\neq$ Παγκόσμιος Ιστός.



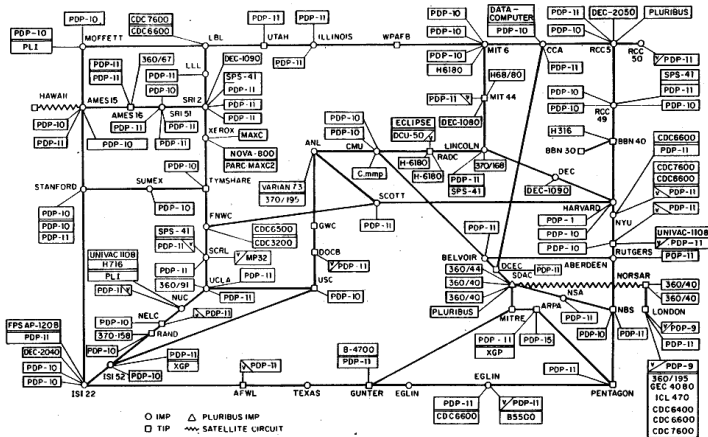
Ιστορική αναδρομή

- 1958: Ίδρυση του ARPA (μετέπειτα DARPA).
- 1969: Πρώτη επίδειξη packet switching δικτύωσης δύο υπολογιστών ανάμεσα στο UCLA και το Stanford RI.
- 1974: Πρώτες δημοσιεύσεις για τα πρωτόκολλα TCP/IP και η πρώτη αναφορά στο Διαδίκτυο.
- 1978: Δημιουργία του IPSS στη Μ. Βρετανία.
- 1983: Το ARPANET γίνεται το πρώτο δίκτυο ευρείας περιοχής βασισμένο στο TCP/IP.
- 1985: Δημιουργία του NSFNET.
- 1988: Άνοιγμα του NSFNET σε εμπορικούς εταίρους.
- 1991: Το CERN παρουσιάζει τον Παγκόσμιο Ιστό (WWW), μία εφεύρεση του Tim Berners-Lee δύο χρόνια νωρίτερα.
- . . .
- 2009: 1.574 δις. χρήστες στο Διαδίκτυο.



Ιστορική αναδρομή

ARPANET LOGICAL MAP, MARCH 1977

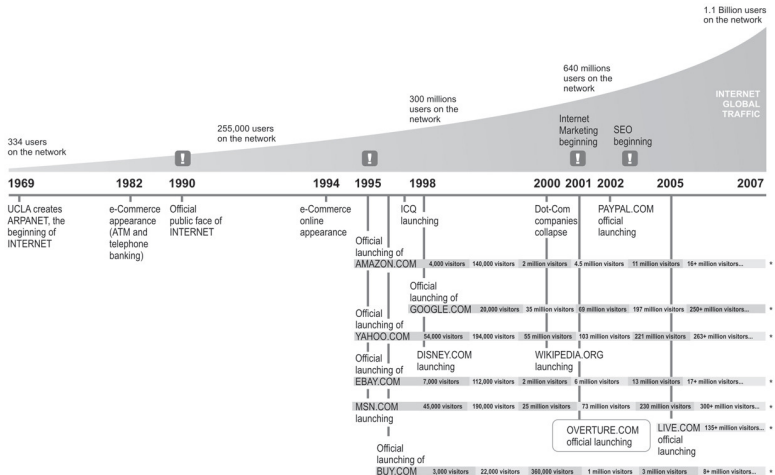


(PLEASE NOTE THAT WHILE THIS MAP SHOWS THE HOST POPULATION OF THE NETWORK ACCORDING TO THE BEST INFORMATION OBTAINABLE, NO CLAIM CAN BE MADE FOR ITS ACCURACY.)

NAMES SHOWN ARE IMP NAMES, NOT (NECESSARILY) HOST NAMES



Ιστορική αναδρομή

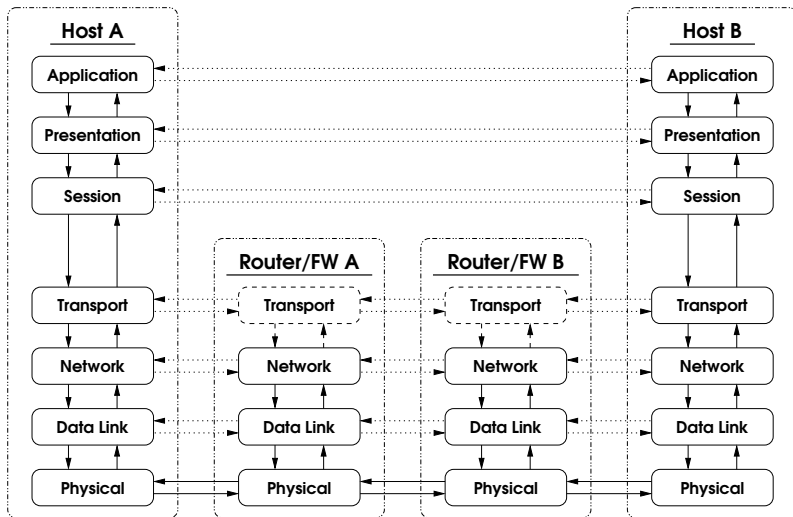


* User traffic calculation per day

Πηγή: MiguelTodar.com



Το μοντέλο OSI



Το μοντέλο OSI

	Επίπεδο	⇒	Λειτουργία
Επίπεδα κόμβου	Εφαρμογής (Application)	⇒	Υλοποίηση λογικής της δικτυακής εφαρμογής (HTTP, FTP, SMTP)
	Παρουσίασης (Presentation)	⇒	Μετατροπή κωδικοποιήσεων, κρυπτογράφηση, κτλ. (SSL, TLS, XDR)
	Συνεδρίας (Session)	⇒	Διατήρηση πληροφοριών συνεδρίας (sockets, RTP, NetBIOS)
	Μεταφοράς (Transport)	⇒	Συνδέσεις <i>end-to-end</i> (TCP, UDP, SCTP)
Επίπεδα μέσου	Δικτύου (Network)	⇒	Λογική διευθυνσιοδότηση & καθορισμός διαδρομών (IP, IPSEC, ICMP, IGMP)
	Συνδέσμου (Data Link)	⇒	Φυσική διευθυνσιοδότηση (MAC, LLC) (ARP, RARP, L2TP)
	Φυσικό (Physical)	⇒	Υλικό – Μετάδοση ηλεκτρονικών παλμών (100Base-TX, 1000Base-TX, DSL, RS-232)



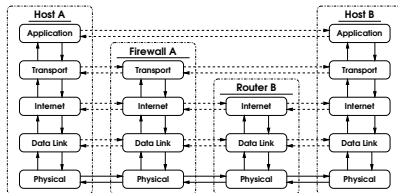
Το μοντέλο TCP/IP

Επίπεδο	⇒	Λειτουργία
Εφαρμογής (Application)	⇒	Υλοποίηση λογικής της δικτυακής εφαρμογής (HTTP, FTP, SMTP, SSL, TLS)
Μεταφοράς (Transport)	⇒	Συνδέσεις <i>end-to-end</i> (TCP, UDP, SCTP)
Διαδικτύου (Internet)	⇒	Λογική διευθυνσιοδότηση & καθορισμός διαδρομών (IP, IPSEC, ICMP, IGMP)
Συνδέσμου (Data Link)	⇒	Φυσική διευθυνσιοδότηση (MAC, LLC) (ARP, RARP, L2TP)

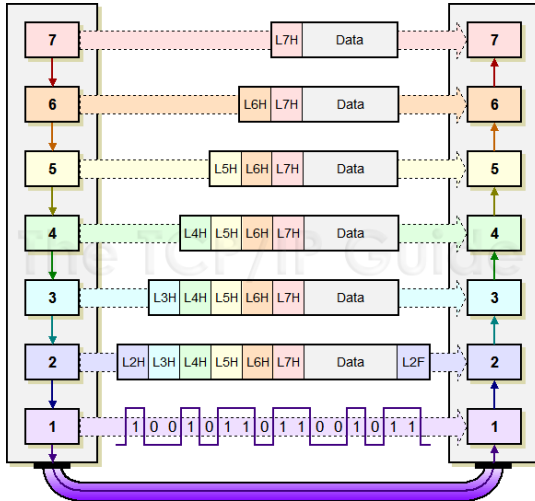


Το μοντέλο «Tanenbaum»

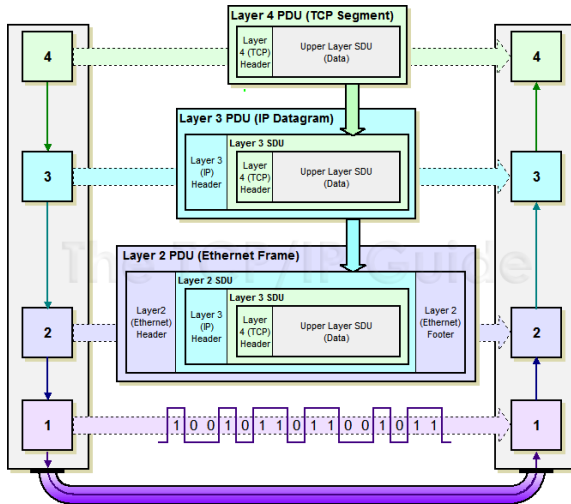
Επίπεδο	⇒	Λειτουργία
Εφαρμογής (Application)	⇒	Υλοποίηση λογικής της δικτυακής εφαρμογής (HTTP, FTP, SMTP, SSL, TLS)
Μεταφοράς (Transport)	⇒	Συνδέσεις <i>end-to-end</i> (TCP, UDP, SCTP)
Διαδικτύου (Network)	⇒	Λογική διευθυνσιοδότηση & καθορισμός διαδρομών (IP, IPSEC, ICMP, IGMP)
Συνδέσμου (Data Link)	⇒	Φυσική διευθυνσιοδότηση (MAC, LLC) (ARP, RARP, L2TP)
Φυσικό (Physical)	⇒	Υλικό – Μετάδοση ηλεκτρονικών παλμών (100Base-TX, 1000Base-TX, DSL, RS-232)



Ενθυλάκωση δεδομένων



PDUs και SDUs



Πηγή: TcpIpGuide.com



Πρωτόκολλα επικοινωνίας

- Κύριο ζητούμενο: επικοινωνία απομακρυσμένων διεργασιών πάνω από το Διαδίκτυο.
- Υπάρχει μόνο **ένας** τρόπος δικτυακής επικοινωνίας διεργασιών: **μέσω αποστολής και λήψης μηνυμάτων**.
 - Όλα τα είδη επικοινωνίας βασίζονται σε μηνύματα.
- Υπάρχει μόνο **ένας** τρόπος αποστολής και λήψης μηνυμάτων: **χρησιμοποιώντας sockets**.
 - Όλες οι άλλες μορφές επικοινωνίας βασίζονται σε sockets.
- Προκύπτουν αρκετά προβλήματα:
 - Προβλήματα μεταφοράς (χαμένα πακέτα, πακέτα με λάθος σειρά, διπλότυπα πακέτα, αλλοιωμένα πακέτα, . . .)
 - Σχεδιασμός σωστών και αποδοτικών πρωτοκόλλων επικοινωνίας των εφαρμογών μας.
 - Πρόβλεψη λαθών και αποτυχιών των εφαρμογών και των πρωτοκόλλων.
 - Ταυτοχρονισμός και αποδοτικότητα των υπηρεσιών.



Internet Protocol (IP)

- Οι περισσότεροι υπολογιστές σήμερα χρησιμοποιούν τα Διαδικτυακά Πρωτόκολλα (Internet Protocols) – ακόμα κι αν δεν είναι συνδεδεμένοι στο Διαδίκτυο.
- Το πρωτόκολλο IP προσφέρει τη βασική υποδομή (διασύνδεση, δρομολόγηση).
 - Όλα τα υπόλοιπα Διαδικτυακά Πρωτόκολλα βασίζονται πάνω στο IP.
 - Χρησιμοποιεί πακέτα περιορισμένου μεγέθους ($< 8kB$).
 - Κάθε πακέτο έχει μία IP διεύθυνση παραλήπτη.
 - Παράδειγμα: 127.0.0.1, 192.168.0.10, 195.130.121.11, κτλ.
 - Το IP **δεν προσφέρει εγγυήσεις** σχετικά με:
 - Μη απώλεια πακέτων.
 - Μη παράδοση διπλότυπων πακέτων.
 - Παράδοση πακέτων με σωστή σειρά.
 - Παράδοση πακέτων χωρίς αλλοιώσεις.
 - Τα προγράμματα σπάνια χρησιμοποιούν απευθείας το IP.



User Datagram Protocol (UDP)

- Αρκετές «ομοιότητες» με το IP:
 - Χειρίζεται την πληροφορία σε πακέτα (datagrams).
 - Δεν προσφέρει εγγυήσεις.
 - Μη συνδεδεμένη επικοινωνία.
 - Κάθε πακέτο έχει μία IP διεύθυνση και μία «θύρα» (port) παραλήπτη.
 - Το λειτουργικό σύστημα αντιστοιχίζει διεργασίες/υπηρεσίες σε «θύρες».
 - Παράδειγμα: θύρα 53 $\Rightarrow$ DNS, θύρα 67 $\Rightarrow$ DHCP, 123 $\Rightarrow$ NTP, κτλ.



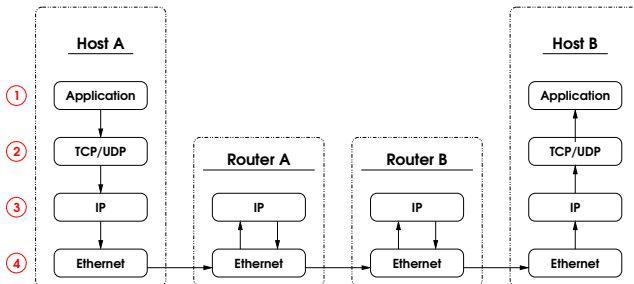
Transmission Control Protocol (TCP)

- Το πρωτόκολλο TCP δημιουργεί *συνδέσεις* ανάμεσα σε ζεύγη διεργασιών.
- Παρέχει την ψευδαίσθηση μίας *αξιόπιστης ροής δεδομένων*.
 - Το TCP χρησιμοποιεί εσωτερικά κι αυτό πακέτα δεδομένων.
 - Κάθε πακέτο έχει μία IP διεύθυνση και μία «θύρα» (port) παραλήπτη, όπως και στο UDP.
 - Κάθε πακέτο έχει ένα μοναδικό αναγνωριστικό σειράς, ώστε ο παραλήπτης να μπορεί να αναδιοργανώσει την ροή.
 - Ο παραλήπτης απαντά κάθε φορά που λαμβάνει ένα πακέτο, ώστε ο αποστολέας να μπορεί να ξαναστείλει χαμένα/κατεστραμμένα πακέτα.
- Έτσι, παρέχει εγγυήσεις για :
 - Μη απώλεια πακέτων.
 - Μη παράδοση διπλότυπων πακέτων.
 - Παράδοση πακέτων με σωστή σειρά.
 - Παράδοση πακέτων χωρίς αλλοιώσεις.



Παράδειγμα σύνδεσης

- 1 Προετοιμασία αίτησης/επεξεργασία δεδομένων.
- 2 Δημιουργία σύνδεσης / διάσπαση δεδομένων σε πακέτα / απάντηση ανά ληφθέν πακέτο / επανάληψη εσφαλμένων αποστολών / αναδιοργάνωση ληφθέντων πακέτων.
- 3 Εύρεση μονοπατιού (επόμενου βήματος) προς τον παραλήπτη.
- 4 Μετάφραση πακέτων σε ηλεκτρικούς παλμούς / έλεγχος μέσου μετάδοσης.



Στο επόμενο μάθημα...

- Λεπτομέρειες Πρωτόκολλων Διαδικτύου (ARP, RARP, BOOTP, IP, ICMP, IGMP, TCP, UDP, SCTP)

