

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΣΡ/ΙΡ

ΜΑΚΡΟΠΟΥΛΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

Εισαγωγή

- ARPANET (1969)
 - Τεχνική Μεταγωγής Πακέτων
- INTERNETTING PROJECT (1973)
 - Σύνδεση διαφορετικών δικτύων
 - Πρωτόκολλα IP, TCP (Κανόνες Ανταλλαγής Δεδομένων)
 - Προσθήκη του TCP/IP στο UNIX
- ΧΩΡΙΣΜΟΣ ARPANET (1983)
 - ARPANET, MILNET
- ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ INTERNET
 - Email, Συζητήσεις, Τηλεσύνδεση, Μεταφορά αρχείων, WWW

Βασικά Χαρακτηριστικά TCP/IP

• TCP

- Client/Server λογική σύνδεση σημείου προς σημείο ανάμεσα σε ports διεργασιών
- Τρέχει στον αποστολέα και τον λήπτη
- Διάσπαση των μηνυμάτων σε πακέτα που αριθμούνται
 - Datagram των 15000 bytes διασπάται σε 30 datagrams των 500 bytes
 - Αριθμούνται σαν 0, 500, 1000, κ.ο.κ.
- Επικεφαλίδα τουλάχιστον 20 bytes στο datagram
 - Αριθμός πόρτας αποστολέα – παραλήπτη
 - Αριθμός σειράς
 - Checksum
- Επανασύνδεση datagrams και ταξινόμηση
 - Ο λήπτης στέλνει acknowledgement για τα datagrams που έχει λάβει
- Εγγυάται την παράδοση, την σειρά και το περιεχόμενο των πακέτων

• IP

- Βιβλιοθήκη ρουτινών για το TCP
- το TCP παραδίδει στο IP ένα datagram και τον προορισμό του
- Βάζει μια δική του επικεφαλίδα πριν από την TCP επικεφαλίδα κάθε datagram, δεν ενδιαφέρεται τι περιέχει το datagram και η TCP επικεφαλίδα
- Διεύθυνση IP σε κάθε Η/Υ
- Δρομολόγηση πακέτων
- Δεν εγγυάται την παράδοση, την σειρά και το περιεχόμενο των πακέτων

Αρχιτεκτονικές Δικτύων

- Μοντέλο Αναφοράς OSI
- Μοντέλο Αναφοράς TCP/IP
- Μοντέλο Αναφοράς UDP

Μοντέλο Αναφοράς OSI

- Προτάθηκε από το Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης (ISO)
- Open Systems Interconnection
 - Συστήματα ανοικτά στην επικοινωνία με άλλα συστήματα
- Έχει επτά επίπεδα
 - Εφαρμογών
 - Παρουσίασης
 - Συνδιάλεξης
 - Μεταφοράς
 - Δικτύου
 - Συνδέσμου μετάδοσης δεδομένων
 - Φυσικό
- Αρχιτεκτονική δικτύου
 - Ορίζει τι πρέπει να κάνει το κάθε επίπεδο
 - Δεν προσδιορίζει τα πρωτόκολλα του κάθε επιπέδου
 - Τα πρωτόκολλα που έχει προτείνει ο ISO δεν αποτελούν μέρος του μοντέλου, αλλά έχουν δημοσιευτεί ως ξεχωριστά πρότυπα

Φυσικό Επίπεδο

- Ασχολείται με τη μετάδοση δυαδικών ψηφίων σε ένα κανάλι επικοινωνίας
- Βασικά σχεδιαστικά ζητήματα
 - Πόσα volt για το 0 και το 1, διάρκεια σε nsec ενός bit, μπορεί να γίνεται full-duplex μετάδοση
 - Πως γίνεται η αρχική σύνδεση και πως τερματίζεται
 - Πόσους ακροδέκτες έχει η κάρτα δικτύου, τι κάνει ο κάθε ακροδέκτης και τι λειτουργίες επιτελεί η κάρτα

Επίπεδο συνδέσμου μετάδοσης δεδομένων

- Διορθώνει σφάλματα μετάδοσης του φυσικού επιπέδου
 - Παρέχεται σαν υπηρεσία στο επίπεδο δικτύου
 - Τεμαχίζει τα πακέτα σε frames που αποστέλλονται με τη σειρά
 - Ο παραλήπτης επιστρέφει πλαίσιο επιβεβαίωσης
- Μηχανισμός αποτροπής ενός γρήγορου αποστολέα να κατακλύσει με δεδομένα έναν αργό παραλήπτη
 - Ο αποστολέας μαθαίνει ανά πάσα στιγμή πόσο χώρο προσωρινής αποθήκευσης διαθέτει ο παραλήπτης
- Έλεγχος πρόσβασης στο κοινόχρηστο μέσο μετάδοσης
 - Υπάρχει το ειδικό υποεπίπεδο ελέγχου προσπέλασης μέσων (MAC)

Επίπεδο Δικτύου

- Δρομολόγηση πακέτων και αποφυγή συμφόρησης
 - Απαλλάσει τα ανώτερα επίπεδα από την γνώση των τεχνολογιών μεταγωγής
 - Παρέχει υπηρεσίες δικτύου όπως προτεραιότητα
- Τρόπος δρομολόγησης πακέτων
 - Με βάση είτε στατικούς πίνακες δρομολόγησης είτε δυναμικούς
- Βασικό πρωτόκολλο είναι το IP
- Για άμεση σύνδεση (point-to-point) δεν χρειάζεται επίπεδο δικτύου

Επίπεδο Μεταφοράς

- Επιτρέπει σε 2 Η/Υ από άκρο σε άκρο να συνομιλούν με την βοήθεια των κεφαλίδων των μηνυμάτων και των μηνυμάτων ελέγχου
- Διασπά τα δεδομένα του ανώτερου επιπέδου και τα ανασυναρμολογεί στο δέκτη
- Διασφαλίζει την σωστή σειρά, την απαλλαγή από σφάλματα, τις απώλειες, τα πολλαπλά αντίγραφα

Επίπεδο Συνδιάλεξης

- Παρέχει το μηχανισμό για τον έλεγχο του διαλόγου ανάμεσα σε εφαρμογές
- Κυριότερες υπηρεσίες
 - Τρόπος διαλόγου (full-duplex ή half-duplex)
 - Έλεγχος διαλόγου
 - Ομαδοποίηση δεδομένων
 - Διαχείριση σκυτάλης
 - Αποτροπή δύο πλευρών για ταυτόχρονη εκτέλεση λειτουργίας
 - Ανάκτηση ή συγχρονισμό
 - Σημεία ελέγχου ώστε αν συμβεί κάποιο σφάλμα να μπορεί να αναμεταδώσει τα δεδομένα από το τελευταίο σημείο ελέγχου

Επίπεδο Παρουσίασης

- Προσφέρει στις εφαρμογές υπηρεσίες μετασχηματισμού δεδομένων
 - Συμπίεση
 - Κρυπτογράφηση

Επίπεδο Εφαρμογών

- Παρέχει τις βασικές υπηρεσίες διαδικτύου στο χρήστη
- Περιέχει πολλά γνωστά πρωτόκολλα
 - TELNET
 - FTP
 - EMAIL
 - DNS
 - NNTP
 - HTTP

Μοντέλο αναφοράς TCP/IP

- Χρησιμοποιείται στο Internet
 - 2 Βασικά Πρωτόκολλα (TCP, IP)
- Σύνδεση διαφορετικών δικτύων με διαφανή τρόπο
- Χρήση από εφαρμογές με διαφορετικές απαιτήσεις
 - Από μεταφορά αρχείων ως ομιλία σε πραγματικό χρόνο

Μοντέλο αναφοράς UDP

- Πρωτόκολλο αυτοδύναμων πακέτων (User Datagram Protocol)
- Αναξιόπιστο ασυνδεσμικό πρωτόκολλο
- Κατάλληλο για εφαρμογές που θέλουν ταχύτητα και δεν χρειάζονται τη σίγουρη παράδοση ή την σωστή σειρά πακέτων ή τον έλεγχο ροής
 - Περιοδική δειγματοληψία πηγών δεδομένων
 - Μηνύματα ευρείας εκπομπής σε χρήστες δικτύου, ανακοίνωση κόμβου, αλλαγή διεύθυνσης υπηρεσίας
 - Εφαρμογές πραγματικού χρόνου όπως φωνή

Σύγκριση OSI - TCP/IP

- **Κοινά σημεία**
 - Στοίβα από ανεξάρτητα πρωτόκολλα
 - Παρόμοια λειτουργικότητα επιπέδων

Σύγκριση OSI - TCP/IP

- **Διαφορές**

- Το OSI έχει 7 επίπεδα ενώ το TCP/IP έχει 4 επίπεδα
- Το OSI υποστηρίζει και ασυνδεσμική και συνδεσμωστραφή επικοινωνία στο επίπεδο δικτύου, μόνο συνδεσμωστραφή στο επίπεδο μεταφοράς
- Το TCP/IP είναι ασυνδεσμικό στο επίπεδο δικτύου αλλά υποστηρίζει και τους 2 τρόπους στο επίπεδο μεταφοράς
- Σαφής διάκριση στο OSI ανάμεσα σε 3 έννοιες
 - Υπηρεσίες
 - Διασυνδέσεις
 - Πρωτόκολλα
- Οι ιδέες αυτές ταιριάζουν με τον αντικειμενοστραφή προγ/σμό
 - Αντικείμενο = επίπεδο
 - Μέθοδοι = υπηρεσίες του επιπέδου
 - Οι παράμετροι και τα αποτελέσματα των μεθόδων = διασύνδεση του επιπέδου
 - Κώδικας του αντικειμένου = πρωτόκολλο
- Κατά συνέπεια τα πρωτόκολλα στο μοντέλο OSI αντικαθίστανται εύκολα όποτε αλλάξει η τεχνολογία
- Το OSI προηγήθηκε του TCP/IP
 - Οι σχεδιαστές του δεν είχαν τόσο καλή εμπειρία για τις υπηρεσίες που έπρεπε να βάλουν σε κάθε επίπεδο

TCP Μοντέλο Λειτουργίας

- Ενότητα σε ένα λειτουργικό σύστημα
 - Ο χρήστης καλεί το TCP για άνοιγμα ή κλείσιμο μιας σύνδεσης, για να στείλει ή να λάβει δεδομένα, για να λάβει την κατάσταση μιας σύνδεσης
 - Οι κλήσεις αυτές είναι όπως οι κλήσεις για άνοιγμα αρχείων, διάβασμα ή κλείσιμο αρχείων
 - Το TCP καλεί το IP για να στείλει ή να λάβει τα πακέτα μεταβιβάζοντας ως παραμέτρους την διεύθυνση, τον τύπο υπηρεσίας, την προτεραιότητα, την ασφάλεια και άλλες πληροφορίες ελέγχου
 - Το IP με τη σειρά του καλεί τον οδηγό της κάρτας δικτύου
- Τεχνολογία χωρίς σύνδεση (connectionless)
- Διάσπαση πληροφορίας σε datagrams

Αξιόπιστη Επικοινωνία

- Χρήση αριθμών ακολουθίας και acknowledgements
 - Κάθε πακέτο έχει έναν αριθμό ακολουθίας που μεταδίδεται
 - Το πακέτο μπαίνει και σε μια σειρά αναμονής με ένα χρονόμετρο
 - Εάν η επιβεβαίωση λήψης δεν παραληφθεί πριν την εκπνοή του χρονομέτρου, το πακέτο αναμεταδίδεται
 - Μηχανισμός ελέγχου ροής
 - Το λαμβάνον TCP εκθέτει ένα παράθυρο στο TCP αποστολής
 - Διευκρινίζει τον αριθμό των bytes που το λαμβάνον TCP είναι έτοιμο να λάβει

Μετάδοση Στοιχείων

- Ο αποστέλλον χρήστης δείχνει σε κάθε κλήση SEND αν τα στοιχεία της κλήσης πρέπει να ωθηθούν στο λαμβάνοντα χρήστη με την ρύθμιση της PUSH FLAG
- Όταν το λαμβάνον TCP βλέπει την push flag δεν περιμένει άλλα στοιχεία από το TCP αποστολής και μεταβιβάζει ότι έχει λάβει στη λαμβάνουσα διεργασία
- Το TCP διαβιβάζει και επείγοντα δεδομένα που πρέπει να περαστούν άμεσα στον λαμβάνοντα χρήστη

Εγκατάσταση και Κλείσιμο σύνδεσης

- Το TCP χειρίζεται χωριστά κανάλια επικοινωνίας μέσω αριθμών ports
- Η IP διεύθυνση με τον αριθμό port δημιουργεί μια μοναδική διεύθυνση που λέγεται socket
 - Μια σύνδεση καθορίζεται πλήρως από το ζευγάρι των sockets
 - Κάποιες διεργασίες χρησιμοποιούν συγκεκριμένα ports
- Μια σύνδεση γίνεται με:
 - Κλήση OPEN
 - Τοπικό port
 - Ξένο socket
- Το TCP παρέχει ένα σύντομο όνομα σύνδεσης που είναι ένας δείκτης σε μια δομή που λέγεται block ελέγχου μετάδοσης
- Η κλήση OPEN μπορεί να είναι ενεργή ή παθητική
 - Παθητικό OPEN σημαίνει ότι η διεργασία προτιμά να δεχθεί αίτημα σύνδεσης παρά να ξεκινήσει μια σύνδεση
 - Σε παθητικό OPEN μπορεί να συνδεθεί οποιαδήποτε socket
- Υπάρχουν γνωστές sockets που αναθέτονται σε τυποποιημένες υπηρεσίες
 - telnet, ftp, email
- Μια σύνδεση εγκαθιδρύεται όταν συγχρονιστούν οι αριθμοί ακολουθίας και στις δύο κατευθύνσεις
- Το κλείσιμο μιας σύνδεσης περιέχει μέσα στο πακέτο τη σημαία ελέγχου FIN

Κεφαλίδα TCP

Source Port				Destination Port				
Sequence Number								
Acknowledgment Number								
Data Offset	Reserved	U R G	A C K	P S H	R S T	S Y N	F I N	Window
Checksum				Urgent Pointer				
your data...next 500 octets ...								

Εγκατάσταση Σύνδεσης

- Three-way handshake
 - Λειτουργεί αν τα δύο TCP κινήσουν ταυτόχρονα την διαδικασία
 - Τα στοιχεία πρέπει να αποθηκευτούν στο δέκτη ωσότου φθάσει η σύνδεση στην καθιερωμένη κατάσταση
 - Μειώνει την πιθανότητα ψεύτικων συνδέσεων

Βασική 3-way χειραψία για συγχρονισμό σύνδεσης

TCP A

1. CLOSED

2. SYN-SENT --> <SEQ=100><CTL=SYN>

3. ESTABLISHED <-- <SEQ=300><ACK=101><CTL=SYN,ACK>

4. ESTABLISHED --> <SEQ=101><ACK=301><CTL=ACK>

5. ESTABLISHED --> <SEQ=101><ACK=301><CTL=ACK><DATA> --> ESTABLISHED

TCP B

LISTEN

--> SYN-RECEIVED

<-- SYN-RECEIVED

--> ESTABLISHED

ESTABLISHED

ΔΙΕΠΑΦΕΣ

- Χρήστη -TCP
 - OPEN
 - SEND
 - STATUS
 - RECEIVE
 - CLOSE
 - ABORT
- TCP - IP
 - Τύπος υπηρεσίας
 - Χρόνος ζωής

Κεφαλίδα IP

Version	IHL	Type of Service	Total Length	
Identification			Flags	Fragment Offset
Time to Live	Protocol		Header Checksum	
Source Address				
Destination Address				
TCP Header, then your data...				

IP Διεύθυνση

- Διεύθυνση της μορφής 128.6.4.194
 - 32-bit αριθμός
 - αριθμός δικτύου, αριθμός υποδικτύου, αριθμός υπολογιστή
 - 128.6 είναι ο αριθμός δικτύου του Πανεπιστημίου Rutgers
 - 128.6.4 είναι το δίκτυο του τμήματος Επιστήμης Η/Υ
 - 128.6.4.194 είναι ο Η/Υ στο δίκτυο του τμήματος Επιστήμης Η/Υ
- Δεν αναφέρεται σε Η/Υ αλλά σε διασύνδεση δικτύου
 - Αν ένας Η/Υ συνδέεται σε πολλά δίκτυα θα έχει πολλές IP διευθύνσεις

Κατηγορίες IP διευθύνσεων

- Τάξεις A, B, C
 - 128 δίκτυα με 16.777.214 Η/Υ
 - 16384 δίκτυα με 65.534 υπολογιστές
 - 2.097.152 δίκτυα με 256 Η/Υ
- Διαχείριση διευθύνσεων από μη κερδοσκοπική εταιρία
- Η τιμή 0 είναι για την διεύθυνση δικτύου
- Η τιμή 255 είναι διεύθυνση εκπομπής «όλοι οι Η/Υ στο δίκτυο»
- Διευθύνσεις 127.X.X.X είναι για έλεγχο ανατροφοδότησης (loopback)
- Σε LAN χρησιμοποιούνται οι τοπικές διευθύνσεις 6 bytes MAC
- Ο δρομολογητής όταν παίρνει ένα πακέτο για ένα τοπικό Η/Υ τον εντοπίζει ως εξής:
 - Εκπέμπει ένα πακέτο ARP που ρωτά την MAC διεύθυνση του

Απαραίτητη Διαμόρφωση Η/Υ

- IP διεύθυνση
- Subnet mask
 - Λέει στον Η/Υ αν η διεύθυνση είναι τοπική ή εξωτερική
- IP διεύθυνση του router του LAN
 - Έχει συνήθως αριθμό Η/Υ 1

Υποδίκτυα

- Πρόβλημα ότι όλοι οι Η/Υ πρέπει να έχουν τον ίδιο αριθμό δικτύου
- Λύση: Διάσπαση του δικτύου σε πολλά τμήματα (υποδίκτυα) για εσωτερική χρήση, εξωτερική λειτουργία σαν ένα δίκτυο
- Υλοποίηση: Μέσω της subnet mask

IP V6

- Αντιμετωπίζει τα μειονεκτήματα του IP V4
 - Επαρκή αριθμό διευθύνσεων για τις νέες συσκευές (128 bit)
 - Ασφάλεια
 - Απλοποιημένη σταθερή επικεφαλίδα, μείωση κόστους εύρους ζώνης και κόστους δρομολόγησης

Ευχαριστώ