

Academic Year
2020-21

ΔΙΚΤΥΑΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ Ι

Java serial communications Technical Report



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Θεόδωρος Παπαφωτίου

AEM: 09708

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών

Υπολογιστών

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Year 2020/21

1 Εισαγωγή

Η παρούσα εργασία υλοποιείται στα πλαίσια του μαθήματος των Δικτύων Ι, μάθημα κορμού του προγράμματος σπουδών του Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Για τις ανάγκες της εργασίας αναπτύχθηκε εφαρμογή Java η οποία επικοινωνεί με τον server του εργαστηρίου μέσω ενός από τα οκτώ εικονικά modem που αποκρίνονται στον «αριθμό κλήσης» 2310-ΙΤΗΑΚΙ και επιτρέπει στατιστικές μετρήσεις τιμών ορισμένων παραμέτρων της επικοινωνίας αυτής.

Συγκεκριμένα αποτελείται από:

1. Λήψη ενός μεγάλου αριθμού πακέτων `echoPacket` διαδοχικά από τον server μετά από την αποστολή κάθε φορά από την εφαρμογή προς τον server του κωδικού `echo_request_code`
2. Αποστολή frame από `videoCoder` που παρέχει real-time video από live cameras με την εφαρμογή προς τον server του κωδικού `image_request_code`.
3. Αποστολή από τον server Ιθάκη ροής ιχνών συστήματος προσδιορισμού θέσης GPS (Global Positioning System) με την εφαρμογή προς τον server του κωδικού `gps_request_code`.
4. Αντιμετώπιση σφαλμάτων σε μεμονωμένα πακέτα με κατάλληλους μηχανισμούς ARQ (automatic repeat request) με την εφαρμογή προς τον server του κωδικού `ACK_code` και `NACK_code`

2 Δεδομένα Τεχνικής Αναφοράς

2.1 Γράφημα G1

Τα 2 γραφήματα G1 σε κάθε session εμφανίζουν, για χρονική διάρκεια **246000ms** και **300000ms** αντίστοιχα, το χρόνο απόκρισης του συστήματος σε milliseconds για κάθε πακέτο που έχει αποσταλεί στις διάρκειες αυτές. Το πακέτο υπολογίζεται από την τη στιγμή που εντοπίζεται το *PSTART* στο πακέτο, μέχρι τη στιγμή που εντοπίζεται το *PSTOP* στο πακέτο. Τα 2 γραφήματα που λαμβάνονται σε κάθε session απέχουν μεταξύ τους κάποια λεπτά. Οι ακριβείς χρόνοι στους οποίους ξεκίνησαν οι μετρήσεις αναγράφονται πάνω στα γραφήματα.

Στα γραφήματα G1 μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι ο αριθμός απόκρισης κυμαίνεται, κατά πλειοψηφία, γύρω από μια σταθερή τιμή κατά $+/- 8ms$ maximum.

2.2 Γράφημα G2

Τα 2 γραφήματα G2 σε κάθε session εμφανίζουν, για χρονική διάρκεια **246000ms** και **300000ms** αντίστοιχα, το χρόνο απόκρισης του συστήματος σε milliseconds για κάθε πακέτο που λαμβάνει το τερματικό επιτυχώς με τη βοήθεια του μηχανισμού **ARQ** σε συνθήκες ψευδοτυχαίων σφαλμάτων. Τα 2 γραφήματα που λαμβάνονται σε κάθε session απέχουν μεταξύ τους κάποια λεπτά. Οι ακριβείς χρόνοι στους οποίους ξεκίνησαν οι μετρήσεις αναγράφονται πάνω στα γραφήματα.

Οι παρατηρήσεις για τα διαγράμματα G2 είναι παρόμοιες με αυτές των διαγραμμάτων G1, ωστόσο η διακύμανση σε αυτήν την περίπτωση είναι, κατά πλειοψηφία, περίπου ίση με $+/- 15ms$ maximum.

2.3 Γράφημα G3

Τα 2 γραφήματα G3 σε κάθε session εμφανίζουν, για χρονική διάρκεια **246000ms** και **300000ms** αντίστοιχα, τον αριθμό επανεκπομπών που καταγράφηκαν για κάθε πακέτο έως ότου ληφθούν από το τερματικό επιτυχώς με τη βοήθεια

του μηχανισμού ARQ σε συνθήκες ψευδοτυχαίων σφαλμάτων. Τα 2 γραφήματα που λαμβάνονται σε κάθε session απέχουν μεταξύ τους κάποια λεπτά. Οι ακριβείς χρόνοι στους οποίους ξεκίνησαν οι μετρήσεις αναγράφονται πάνω στα γραφήματα.

Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι η κατανομή πιθανότητας του αριθμού των επανεκπομπών για κάθε πακέτο φαίνεται να είναι **γεωμετρική**.

2.4 Εικόνα Ε1

Οι εικόνες στα 2 session λήφθηκαν από τον video coder που φιλοξενείται στη διεύθυνση <http://ithaki.eng.auth.gr/netlab/video.html> και παρέχει real-time video με την κίνηση της Εγνατίας Οδού στο τμήμα εμπρός από την Πολυτεχνική Σχολή. Εφόσον υπάρχουν 2 κάμερες που λειτουργούν online με τον server του εικονικού εργαστηρίου, λήφθηκαν εικόνες και από τις δύο. Η πρώτη εικόνα σε κάθε session, με ανάλυση 640x480 pixels, έχει ληφθεί από την πρώτη κάμερα που έχει σταθερή γωνία λήψης, ενώ η δεύτερη εικόνα σε κάθε session, με ανάλυση 320x240 pixels, έχει ληφθεί από τη δεύτερη κάμερα που έχει μεταβλητή γωνία λήψης (προσθήκη ένδειξης CAM=FIX ή CAM=PTZ αντίστοιχα).

2.5 Εικόνα Ε2

Με τον ίδιο τρόπο που αναφέρθηκε παραπάνω, από τον server λαμβάνονται επιπλέον 2 εικόνες από τις 2 κάμερες σε κάθε session, ωστόσο σε αυτές έχουν συμπεριληφθεί σφάλματα μετάδοσης.

Στις φωτογραφίες μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι, επειδή τα σφάλματα είναι τυχαία, η επίδραση των σφαλμάτων σε κάθε φωτογραφία είναι διαφορετική. Μάλιστα, σε κάποιες φωτογραφίες κομμάτι στο οποίο προστίθενται σφάλματα είναι δυσδιάκριτο, ενώ σε άλλες φωτογραφίες στο ίδιο κομμάτι μπορεί κανείς να διακρίνει τι υπάρχει στην εικόνα, παρά την παρουσία των σφαλμάτων.

2.6 Εικόνα M1

Η παρακάτω εικόνες συμπεριλαμβάνουν ίχνη GPS που παρέχει ο server Ιθάκη από την πόλη της Θεσσαλονίκης από προ-αποθηκευμένες διαδρομές. Τα ίχνη απέχουν το καθένα από το επόμενο πάνω από 4 δευτερόλεπτα και έχουν απεικονιστεί πάνω σε εικόνα από Google Maps. Οι 2 διαδρομές έχουν προκύψει από διαφορετικές τιμές της παραμέτρου R που ακολουθεί το κωδικό `gps_request_code` και είναι αντίστοιχα:

- Session 1
 - R = 1009460
 - R = 1007460
- Session 2
 - R = 1016360
 - R = 1012060

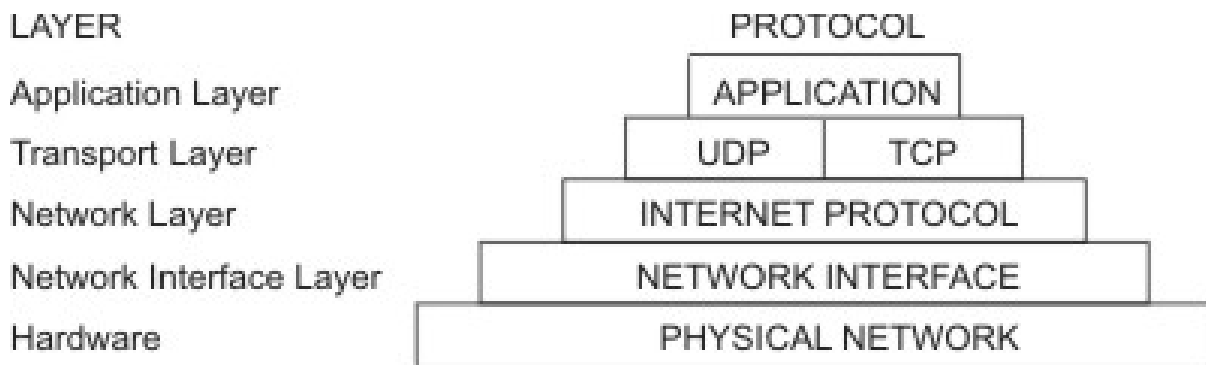
Στις φωτογραφίες μπορούμε να παρατηρήσουμε την ξεκάθαρη χάραξη διαδρομής στην περιοχή της πανεπιστημιούπολης του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Η διαδρομή μεταβάλλεται με βάση τις τιμές R που αναγράφονται παραπάνω.

3 Βιβλιογραφική Αναφορά

Τα πρωτόκολλα είναι σύνολα κανόνων για μορφές μηνυμάτων και διαδικασίες που επιτρέπουν σε μηχανήματα και προγράμματα εφαρμογών να ανταλλάσσουν πληροφορίες. Αυτοί οι κανόνες πρέπει να ακολουθούνται από κάθε μηχανήμα που εμπλέκεται στην επικοινωνία, ώστε ο παραλήπτης του μηνύματος να μπορεί να κατανόησει το μήνυμα.

3.1 TCP/IP πρωτόκολλα

Τα πρωτόκολλα TCP/IP αποτελούνται από επίπεδα, όπως φαίνεται στην εικόνα παρακάτω.

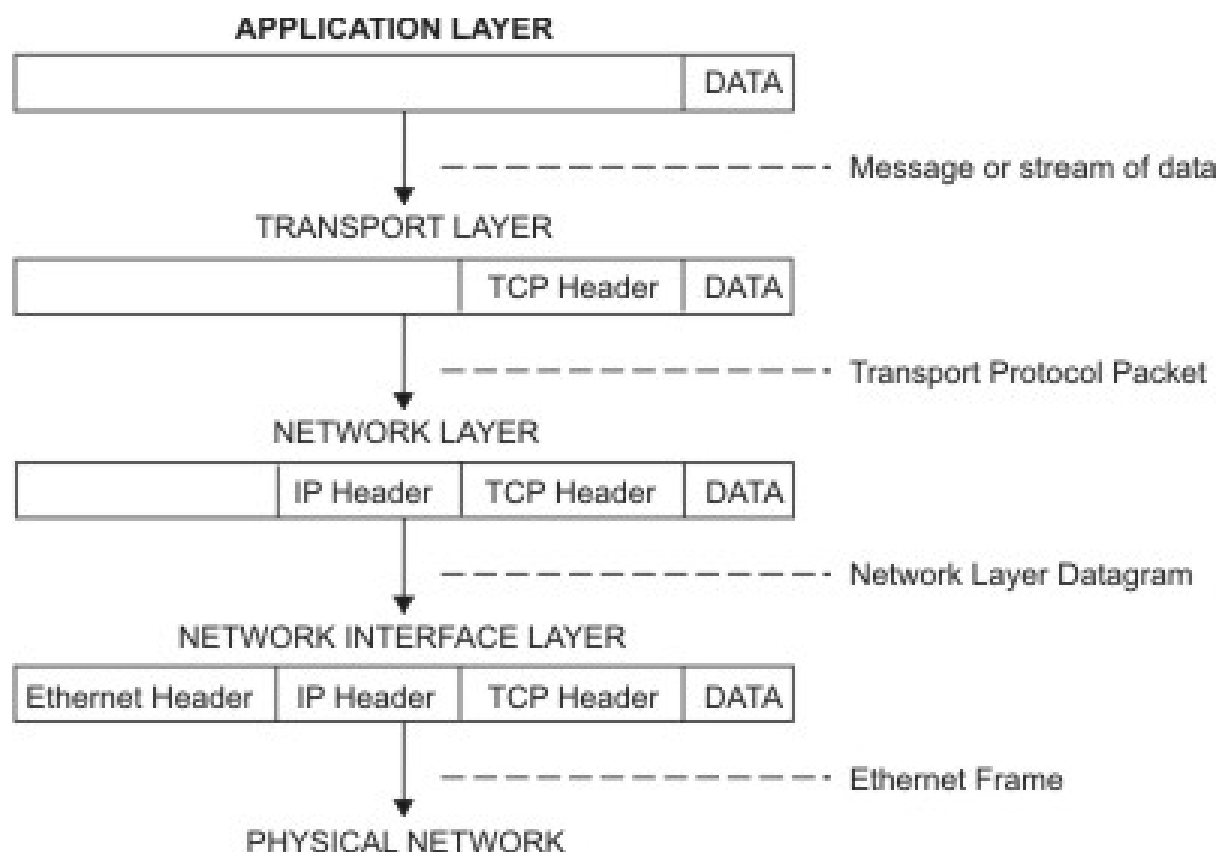


Σχήμα 1: IP layers

Το TCP/IP καθορίζει προσεκτικά τον τρόπο με τον οποίο οι πληροφορίες μετακινούνται από τον αποστολέα στον παραλήπτη. Πρώτα, τα προγράμματα εφαρμογών στέλνουν μηνύματα ή ροές δεδομένων σε ένα από τα πρωτόκολλα επιπέδου μεταφοράς στο Διαδίκτυο, είτε στο πρωτόκολλο βάσης δεδομένων χρήστη (User Datagram Protocol - UDP) είτε στο πρωτόκολλο ελέγχου μετάδοσης (Transmission Control Protocol - TCP). Αυτά τα πρωτόκολλα λαμβάνουν τα δεδομένα από την εφαρμογή, τα χωρίζουν σε μικρότερα κομμάτια που ονομάζονται πακέτα, προσθέτουν μια διεύθυνση προορισμού και, στη συνέχεια, μεταβιβάζουν τα πακέτα στο επόμενο επίπεδο πρωτοκόλλου, το επίπεδο του Διαδικτύου.

Το επίπεδο του Διαδικτύου περικλείει το πακέτο σε ένα πρωτόκολλο διαδικτύου (IP), τοποθετεί το header και το trailer του datagram, αποφασίζει πού θα στείλει το datagram (είτε απευθείας σε έναν προορισμό είτε αλλιώς σε μια πύλη) και μεταβιβάζει το datagram στο Επίπεδο διασύνδεσης δικτύου.

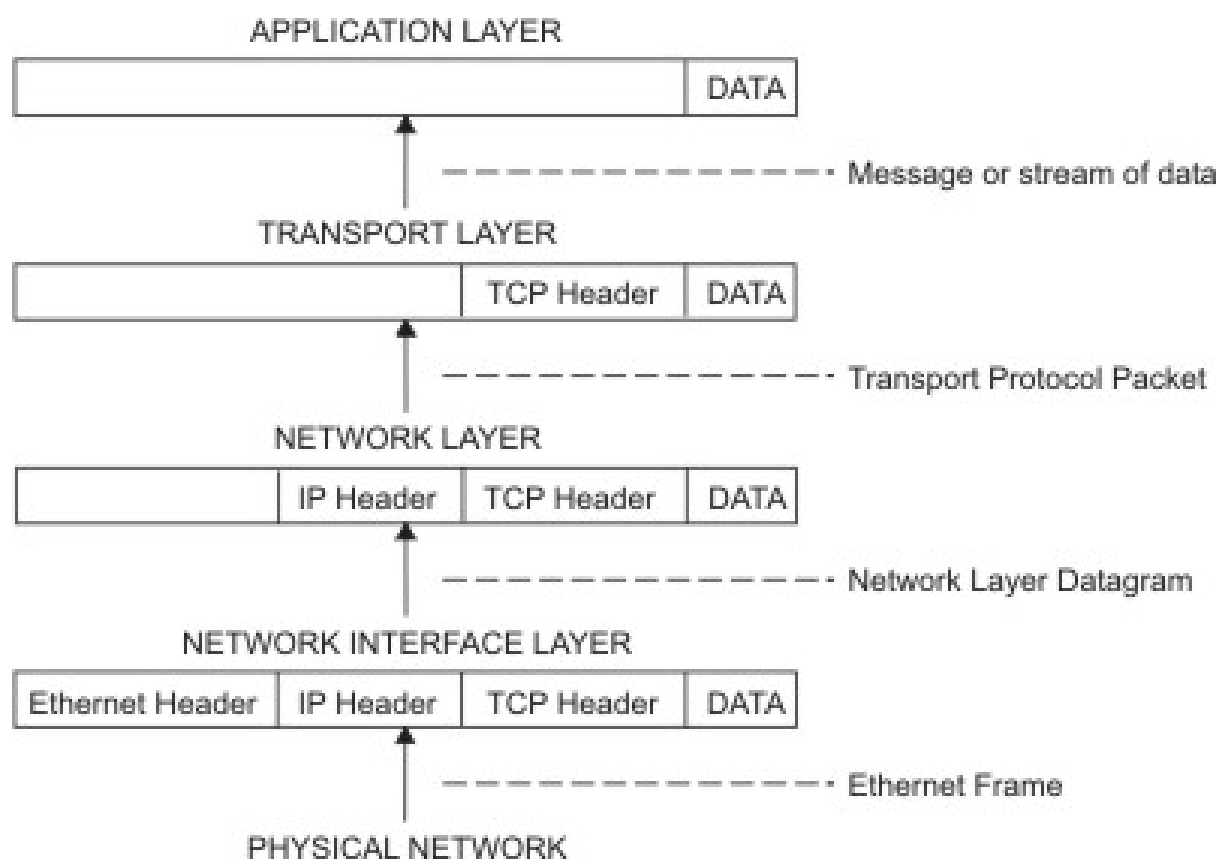
Το επίπεδο διασύνδεσης δικτύου δέχεται datagrams IP και τα μεταδίδει ως πλαίσια μέσω συγκεκριμένου υλικού δικτύου, όπως δίκτυα Ethernet ή Token-Ring.



Σχήμα 2: Movement of information from sender application to receiver host

Αυτό το σχήμα δείχνει τη ροή πληροφοριών κάτω από τα επίπεδα πρωτοκόλλου TCP/IP από τον αποστολέα στο δέκτη.

Τα πλαίσια που λαμβάνονται από έναν δέκτη περνούν τα επίπεδα πρωτοκόλλου αντίστροφα. Κάθε επίπεδο αφαιρεί τις αντίστοιχες πληροφορίες κεφαλίδας, έως ότου τα δεδομένα επιστρέψουν στο επίπεδο εφαρμογής.

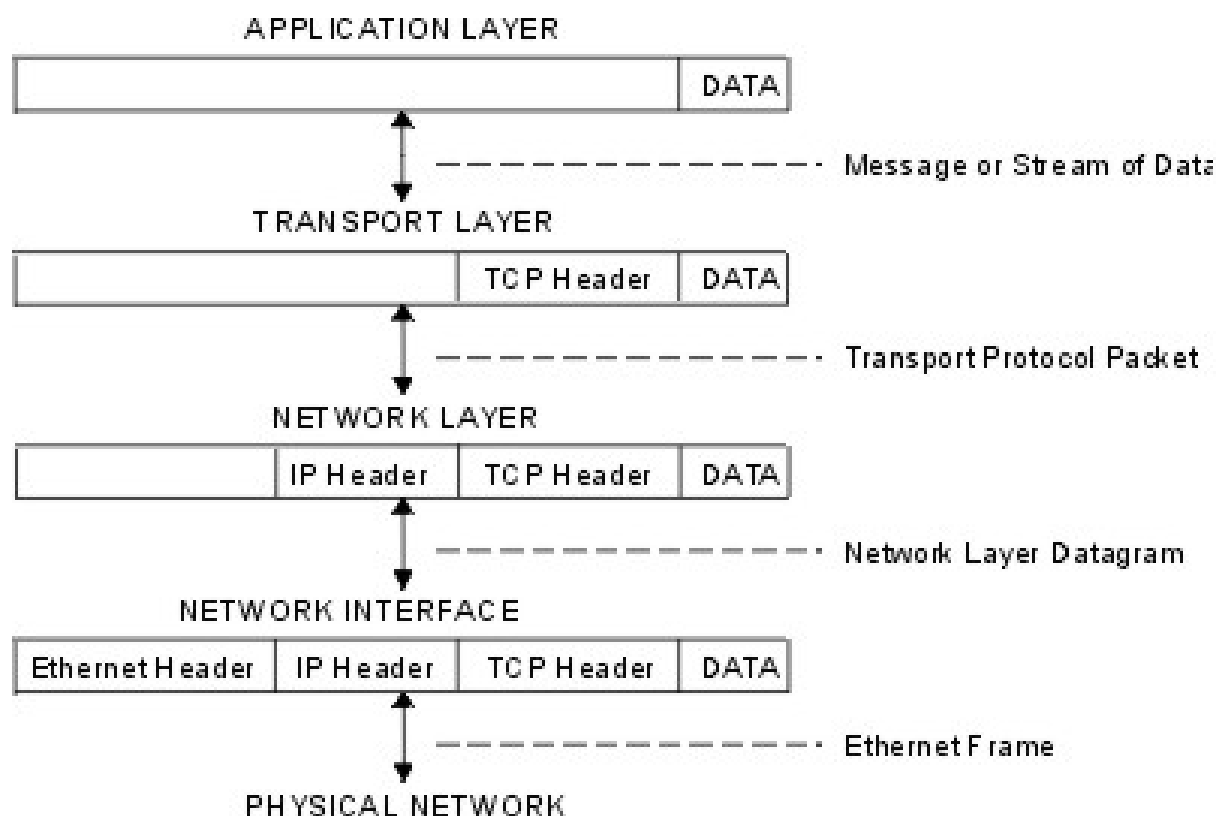


Σχήμα 3: Movement of information from host to application

Αυτό το σχήμα δείχνει τη ροή πληροφοριών στα επίπεδα πρωτοκόλλου TCP/IP από το δέκτη στον αποστολέα.

Τα καρέ λαμβάνονται από το επίπεδο διασύνδεσης δικτύου (σε αυτήν την περίπτωση, ένας προσαρμογέας Ethernet). Το επίπεδο διασύνδεσης δικτύου αφαιρεί την κεφαλίδα Ethernet και στέλνει το γράφημα στο επίπεδο δικτύου. Στο επίπεδο δικτύου, το πρωτόκολλο Διαδικτύου αφαιρεί την κεφαλίδα IP και στέλνει το πακέτο μέχρι το επίπεδο μεταφοράς. Στο επίπεδο μεταφοράς, το TCP (σε αυτήν την περίπτωση) αφαιρεί την κεφαλίδα TCP και στέλνει τα δεδομένα στο επίπεδο εφαρμογής.

Οι δέκτες σε ένα δίκτυο στέλνουν και λαμβάνουν πληροφορίες ταυτόχρονα. Το παρακάτω σχήμα αντιπροσωπεύει με μεγαλύτερη ακρίβεια έναν κεντρικό υπολογιστή καθώς επικοινωνεί.



Note: Headers are added and stripped in each protocol layer as data is transmitted and received by a host

Σχήμα 4: Host data transmissions and receptions

3.2 Βασικά πρωτόκολλα κατά την επικοινωνία modems

Τα πρωτόκολλα μετάδοσης (transmission protocols) αναφέρονται στο τρόπο επικοινωνίας μεταξύ modems μέσω τηλεφωνικής γραμμής. Όταν ξεκινάει η επικοινωνία, το πρώτο πράγμα που πραγματοποιείται είναι το handshaking (χειραψία). Κατά τη συγκεκριμένη διαδικασία, τα modems συμφωνούν στη μέγιστη ταχύτητα που μπορούν να υποστηρίξουν και μετά συμφωνούν για τα πρωτόκολλα συμπίεσης δεδομένων (data compression) και διόρθωσης λαθών (error correction), αν υπάρχουν. Η συμπίεση δεδομένων αποτελεί την ικανότητα του modem να λαμβάνει δεδομένα από τον υπολογιστή, να μειώνει το μέγεθός του και να τα αποστέλει μέσω του modem. Τα πρωτόκολλα διόρθωσης λαθών προστατεύουν το modem από errors,

ακόμη και όταν αυτό αντιμετωπίζει αδύναμη ποιότητα τηλεφωνικής γραμμής.

Στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται κάποια βασικά πρωτόκολλα για μετάδοση, συμπίεση δεδομένων, διόρθωση λαθών και μεταφορά αρχείων.

Name	Function	Other information
Bell 103	Async transmission	300bps modulation scheme
Bell 201A	Sync transmission	2400bps modulation scheme
Bell 212A	Async transmission	1200bps modulation scheme
CCITT V.22bis	Async transmission	2400bps modulation scheme
CCITT V.32	Async transmission	9600bps modulation scheme
CCITT V.32bis	Async transmission	14.4Kbps modulation scheme
CCITT V.36	Async transmission	28.8Kbps modulation scheme
CCITT V.42	Error correction	Includes LAPM and MNP4
CCITT V.42bis	Data compression	Yields a maximum of 4:1 data compression
MNP 4	Error correction	Yield of 120% of normal throughput
MNP 5	Data compression	Yields a maximum of 2:1 data compression
MNP 9	Data compression	Piggybacking & Optimized Retransmission
MNP 10	Error correction	Designed for cellular and poor phone lines
USR HST	Async transmission	9600bps modulation scheme (proprietary)
Hayes Express	Async transmission	9600bps modulation scheme (proprietary)
Telebit PEP	Async transmission	9600bps modulation scheme (proprietary)
LAPM	Error correction	Modem version of ISDN LAP-D protocol
Kermit	File transfer protocol	75% efficiency, 128 byte packet*
X-Modem	File transfer protocol	78% efficiency, 128 packet size
Y-Modem	File transfer protocol	80% efficiency, 1024 byte packet
Z-Modem	File transfer protocol	95% efficiency, variable packet
Sea-Link	File transfer protocol	80% efficiency, 1024 byte packet
CompuServe B	File transfer protocol	80% efficiency