Δίκτυα ΙΙ

Report

Κωνσταντίνος Κναής

8967

1 Το Πρωτόκολλο UDP

Το πρωτόκολλο **User Datagram Protocol (UDP)** είναι ένα από τα βασικά πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται στο Διαδίκτυο. Μία εναλλακτική ονομασία του πρωτοκόλλου είναι **Universal Datagram Protocol**. Διάφορα προγράμματα χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο UDP για την αποστολή σύντομων μηνυμάτων (γνωστών και ως datagrams) από τον έναν υπολογιστή στον άλλον μέσα σε ένα δίκτυο υπολογιστών.

Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά του UDP είναι ότι δεν εγγυάται αξιόπιστη επικοινωνία. Τα πακέτα UDP που αποστέλλονται από έναν υπολογιστή μπορεί να φτάσουν στον παραλήπτη με λάθος σειρά, διπλά ή να μην φτάσουν καθόλου εάν το δίκτυο έχει μεγάλο φόρτο. Αντιθέτως, το πρωτόκολλο TCP διαθέτει όλους τους απαραίτητους μηχανισμούς ελέγχου και επιβολής της αξιοπιστίας και συνεπώς μπορεί να εγγυηθεί την αξιόπιστη επικοινωνία μεταξύ των υπολογιστών. Η έλλειψη των μηχανισμών αυτών από το πρωτόκολλο UDP το καθιστά αρκετά πιο γρήγορο και αποτελεσματικό, τουλάχιστον για τις εφαρμογές εκείνες που δεν απαιτούν αξιόπιστη επικοινωνία.

Οι εφαρμογές audio και video streaming χρησιμοποιούν κατά κόρον πακέτα UDP. Για τις εφαρμογές αυτές είναι πολύ σημαντικό τα πακέτα να παραδοθούν στον παραλήπτη σε σύντομο χρονικό διάστημα ούτως ώστε να μην υπάρχει διακοπή στην ροή του ήχου ή της εικόνας. Κατά συνέπεια προτιμάται το πρωτόκολλο UDP διότι είναι αρκετά γρήγορο, παρόλο που υπάρχει η πιθανότητα μερικά πακέτα UDP να χαθούν. Στην περίπτωση που χαθεί κάποιο πακέτο, οι εφαρμογές αυτές διαθέτουν ειδικούς μηχανισμούς διόρθωσης και παρεμβολής ούτως ώστε ο τελικός χρήστης να μην παρατηρεί καμία αλλοίωση ή διακοπή στην ροή του ήχου και της εικόνας λόγω του χαμένου πακέτου. Σε αντίθεση με το πρωτόκολλο TCP, το UDP υποστηρίζει broadcasting, δηλαδή την αποστολή ενός πακέτου σε όλους τους υπολογιστές ενός δικτύου, και multicasting, δηλαδή την αποστολή ενός πακέτου σε κάποιους συγκεκριμένους υπολογιστές ενός δικτύου. Η τελευταία δυνατότητα χρησιμοποιείται πολύ συχνά στις εφαρμογές audio και video streaming ούτως ώστε μία ροή ήχου ή εικόνας να μεταδίδεται ταυτόχρονα σε πολλούς συνδρομητές.

Μερικές σημαντικές εφαρμογές που χρησιμοποιούν πακέτα UDP είναι οι εξής: Domain Name System (DNS), IPTV, Voice over IP (VoIP), Trivial File Transfer Protocol (TFTP) και τα παιχνίδια που παίζονται ζωντανά μέσω του Διαδικτύου.

1.1 Δομή UDP πακέτου

Η δομή ενός πακέτου UDP περιγράφεται αναλυτικά στο αντίστοιχο πρότυπο IETF RFC 768. Στην σουίτα πρωτοκόλλων του Διαδικτύου, το UDP βρίσκεται ανάμεσα στο επίπεδο δικτύου (network layer) και στο επίπεδο συνόδου (session layer) ή εφαρμογών (application layer).

OSI Model			
	Data unit	Layer	Function
Host layers	Data	7. Application	Network process to application
		6. Presentation	Data representation, encryption and decryption, convert machine dependent data to machine independent data
		5. Session	Interhost communication, managing sessions between applications
	Segments	4. Transport	End-to-end connections, reliability and flow control
Media layers	Packet/Datagram	3. Network	Path determination and logical addressing
	Frame	2. Data link	Physical addressing
	Bit	1. Physical	Media, signal and binary transmission

Figure 1: Description of OSI layers

Κάθε πακέτο UDP έχει μία κεφαλίδα (header) που αναφέρει τα χαρακτηριστικά του. Η κεφαλίδα περιλαμβάνει μονάχα 4 πεδία, τα οποία είναι πολύ λίγα εάν συγκριθούν με άλλα πρωτόκολλα, όπως το TCP. Δύο από τα τέσσερα πεδία είναι προαιρετικά (φαίνονται χρωματισμένα με ροζ).

+	Bits 0 - 15	16 - 31
0	Source Port	Destination Port
32	Length	Checksum
64	Data	

Figure 2: UDP Packet Structure

Ακολουθεί μία συνοπτική εξήγηση των πεδίων:

Source port

Η πόρτα του αποστολέα από την οποία προήλθε το πακέτο. Εάν ο παραλήπτης επιθυμεί να στείλει κάποια απάντηση, θα πρέπει να την στείλει στην πόρτα αυτήν. Το συγκεκριμένο πεδίο

δεν είναι υποχρεωτικό και στις περιπτώσεις που δεν χρησιμοποιείται θα πρέπει να έχει την τιμή μηδέν.

Destination port

Η πόρτα του παραλήπτη στην οποία θα πρέπει να παραδοθεί το πακέτο.

Length

Το πεδίο αυτό έχει μέγεθος 16-bit και περιλαμβάνει το μέγεθος του πακέτου σε bytes. Το μικρότερο δυνατό μέγεθος είναι 8 bytes, αφού η κεφαλίδα αυτή καθ' αυτή καταλαμβάνει τόσο χώρο. Θεωρητικά, το μέγεθος του UDP πακέτου δεν μπορεί να ξεπερνάει τα 65,527 bytes, αλλά πρακτικά το όριο μειώνεται στα 65,507 bytes λόγω διαφόρων περιορισμών που εισάγει το πρωτόκολλο IPv4 στο επίπεδο δικτύου.

Checksum

Ένα πεδίο 16-bit το οποίο χρησιμοποιείται για επαλήθευση της ορθότητας του πακέτου στο σύνολό του, δηλαδή τόσο της κεφαλίδας όσο και των δεδομένων.

Στην συνέχεια το πακέτο UDP περνάει στο επίπεδο δικτύου, το οποίο αναλαμβάνει να το μεταδώσει στο δίκτυο υπολογιστών. Το επίπεδο αυτό τοποθετεί μία ακόμη κεφαλίδα στο πακέτο, η οποία διαφέρει ανάλογα με την έκδοση του πρωτοκόλλου που χρησιμοποιείται στο επίπεδο δικτύου (IPv4 ή IPv6).

1.2 Μορφή UDP πακέτου στο IPv4

Για IPv4, το πακέτο λαμβάνει την ακόλουθη μορφή:

+	Bits 0 - 7	8 - 15	16 - 23	24 - 31
0	Source address			
32	Destination address			
64	Zeros	Protocol	UDP length	
96	Source Port		Destination Port	
128	Length		Checksum	
160	Data			

Ακολουθεί μία συνοπτική εξήγηση των πεδίων:

Source Address, Destination Address
Οι διευθύνσεις IP του αποστολέα και του παραλήπτη αντίστοιχα.

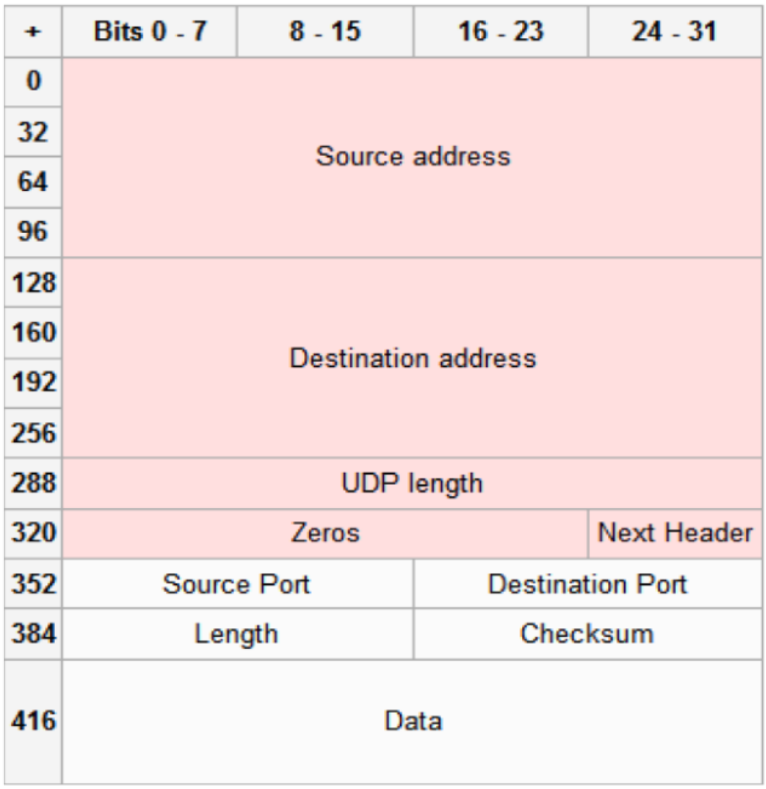
Zeros
Μία ακολουθία μηδενικών, η οποία δεν παίζει κανέναν ρόλο κατά την μετάδοση του πακέτου.

Protocol
Ένας χαρακτηριστικός αριθμός που αντιστοιχεί στο πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται. Για το UDP η τιμή που παίρνει το πεδίο αυτό είναι 17.

UDP Lenght
Το συνολικό μέγεθος του πακέτου UDP.

1.3 Μορφή UDP πακέτου στο IPv6

Για **IPv6**, το πακέτο παίρνει την εξής μορφή:



Ακολουθεί μία συνοπτική εξήγηση των πεδίων:

Source Address, Destination Address

Οι διευθύνσεις IP του αποστολέα και του παραλήπτη αντίστοιχα, οι οποίες όμως στην περίπτωση αυτή είναι τύπου IPv6, δηλαδή πολύ μεγαλύτερες (IPv4 - 32bit, IPv6 - 128bit).

UDP Length

Το συνολικό μέγεθος του πακέτου UDP, όπως και προηγουμένως.

Zeros

Μία ακολουθία μηδενικών, η οποία δεν παίζει κανέναν ρόλο κατά την μετάδοση του πακέτου.

Next Header

Το πεδίο αυτό παίρνει μία τιμή που είναι χαρακτηριστική για το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται. Στην περίπτωση του UDP, η τιμή αυτή είναι 17.

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι στην περίπτωση IPv6 το πεδίο checksum του UDP πακέτου δεν είναι πλέον προαιρετικό, αλλά θα πρέπει υποχρεωτικά να συμπληρωθεί.

1.4 Εφαρμογές του UDP πρωτοκόλλου

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, οι εφαρμογές που χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο UDP θα πρέπει να μπορούν να δεχτούν κάποια απώλεια πακετων ή διάφορα σφάλματα στα πακέτα τα οποία στέλνουν. Μερικές εφαρμογές, όπως για παράδειγμα το Trivial File Transfer Protocol (TFTP) υλοποιούν δικούς τους μηχανισμούς διασφάλισης της αξιοπιστίας της επικοινωνίας. Πάντως, τις περισσότερες φορές οι εφαρμογές που χρησιμοποιούν το UDP δεν επιβάλλουν επιπρόσθετους μηχανισμούς αξιοπιστίας διότι θα παρεμποδίζονται από αυτούς και χειροτερεύει η απόδοσή τους. Κλασικό παράδειγμα τέτοιων προγραμμάτων είναι οι εφαρμογές πραγματικού χρόνου (πχ. media streaming, παιχνίδια στο διαδίκτυο, VoIP κτλ). Στην περίπτωση πάντως που μία εφαρμογή χρειάζεται αξιόπιστη μετάδοση δεδομένων, δηλαδή η πλειοψηφία των εφαρμογών του διαδικτύου, θα προτιμήσει να χρησιμοποιήσει το πρωτόκολλο TCP αντί του UDP.

Σε ένα τυπικό δίκτυο υπολογιστών, η κίνηση που προέρχεται από την μετάδοση UDP πακέτων ανέρχεται σε ένα αρκετά μικρό ποσοστό. Παρόλα αυτά όμως, το πρωτόκολλο αυτό το χρησιμοποιούν πολύ σημαντικές εφαρμογές, στην σωστή λειτουργία των οποίων βασίζεται το διαδίκτυο. Τέτοιες εφαρμογές είναι για παράδειγμα οι εξής: Domain Name System (DNS), Simple Network Management Protocol (SNMP), Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) και το Routing Information Protocol (RIP)

1.5 Διαφορές μεταξύ TCP και UDP

Το πρωτόκολλο TCP λειτουργεί εγκαθιδρύοντας συνδέσεις μεταξύ του αποστολέα και του παραλήπτη των πακέτων. Από την στιγμή που μία σύνδεση εγκαθιδρυθεί με επιτυχία, όλα τα δεδομένα αποστέλλονται από τον έναν υπολογιστή στον άλλο με την μορφή πακέτων χρησιμοποιώντας την σύνδεση αυτή. Τα κύρια **χαρακτηριστικά του TCP** είναι τα εξής:

- **Αξιοπιστία** - Το TCP χρησιμοποιεί διάφορους μηχανισμούς ούτως ώστε να διασφαλιστεί ότι τα πακέτα που μεταδίδονται από τον αποστολέα θα φτάσουν σίγουρα στον παραλήπτη και στην σωστή σειρά. Οι μηχανισμοί αυτοί περιλαμβάνουν την επιβεβαίωση λήψης πακέτου από τον παραλήπτη, την επαναποστολή πακέτων που χάθηκαν και τον καθορισμό ενός ελάχιστου χρονικού διαστήματος μέσα στο οποίο κάθε αποστελλόμενο πακέτο θα πρέπει να έχει παραληφθεί (timeout). Στην περίπτωση που χαθεί κάποιο πακέτο, ο αποστολέας προσπαθεί και πάλι να το ξαναστείλει. Επίσης, εάν ο παραλήπτης διαπιστώσει ότι

ένα πακέτο δεν του έχει έρθει, τότε θα ζητήσει από τον αποστολέα να του το ξαναστείλει.

- **Σειρά πακέτων** - Εάν δύο πακέτα αποσταλούν σε μία σύνδεση το ένα μετά το άλλο, τότε το πρωτόκολλο TCP εγγυάται ότι θα φτάσουν στον παραλήπτη με την ίδια σειρά με την οποία στάλθηκαν. Στην περίπτωση που λείπει ένα πακέτο και έρθουν μελλοντικά πακέτα, τότε αυτά κατακρατούνται στην προσωρινή μνήμη (buffer) μέχρις ότου φτάσει το πακέτο που λείπει. Τότε αναδιατάσσονται και εμφανίζονται με την σωστή σειρά στον παραλήπτη

- **Βαρύτητα** - Το πρωτόκολλο TCP θεωρείται ιδιαίτερα βαρύ, δεδομένου του γεγονότος ότι χρειάζονται τουλάχιστον 3 πακέτα για την εγκαθίδρυση της σύνδεσης, πριν ακόμη μεταδοθεί οποιοδήποτε πακέτο δεδομένων. Επίσης, οι μηχανισμοί αξιοπιστίας που υλοποιεί το κάνουν ακόμη πιο βαρύ, πράγμα που έχει φυσικά σημαντικό αντίκτυπο στην ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων.

Το UDP είναι ένα πιο απλό και ελαφρύ πρωτόκολλο, στο οποίο δεν υπάρχει η έννοια της σύνδεσης. Κάθε πακέτο UDP διανύει το δίκτυο ως μία ξεχωριστή αυτόνομη μονάδα και όχι ως μία σειρά πακέτων σε μία σύνδεση, όπως στο TCP. Τα κύρια **χαρακτηριστικά του UDP** είναι τα εξής:

- **Αναξιόπιστο** - Κατά την αποστολή ενός πακέτου, ο αποστολέας δεν είναι σε θέση να γνωρίζει εάν το πακέτο θα φτάσει σωστά στον προορισμό του ή εάν θα χαθεί μέσα στο δίκτυο. Δεν έχει προβλεφθεί η δυνατότητα επιβεβαίωσης λήψης πακέτου από τον παραλήπτη, ούτε η επαναμετάδοση ενός χαμένου πακέτου.
- **Δεν υπάρχει σειρά** - Τα πακέτα UDP, σε αντίθεση με το TCP, δεν αριθμούνται και κατά συνέπεια δεν υπάρχει κάποια συγκεκριμένη σειρά με την οποία θα πρέπει να φτάσουν στον παραλήπτη.

- **Ελαφρύ** - Το πρωτόκολλο αυτό καθ' αυτό είναι πολύ ελαφρύ σε σύγκριση με το TCP διότι δεν εφαρμόζει όλους τους μηχανισμούς αξιόπιστης επικοινωνίας που υπάρχουν στο δεύτερο. Αυτό έχει ως συνέπεια να είναι αρκετά πιο γρήγορο.

- **Datagrams** - Κάθε πακέτο UDP ονομάζεται επίσης και "datagram", θεωρείται δε ως μεμονωμένη οντότητα που θα πρέπει να μεταδοθεί ολόκληρη. Κατά συνέπεια δεν υφίσταται η έννοια της διοχέτευσης πακέτων μέσα σε ένα κανάλι/σύνδεση.

2 Audio Streaming

Το “audio streaming” ανήκει στην ευρύτερη κατηγορία ονόματι “streaming media”. Η γενικευμένη αυτή κατηγορία, πέρα από το “audio streaming” (μετάδοση ήχου), περιλαμβάνει και το “video streaming” (μετάδοση video). Πιο συγκεκριμένα, πρόκειται για πολυμέσα (εικόνα, ήχος, βίντεο) τα οποία συνεχώς λαμβάνονται και παρουσιάζονται στον τελικό χρήστη (end-user), ενώ ταυτόχρονα αποστέλλονται μέσω ενός streaming provider (αναμεταδότη). Σύμφωνα με την ιδέα του streaming, ο browser (φυλλομετρητής) ή ένα plug-in (επιπρόσθετη εφαρμογή) μπορεί να αρχίσει να αναπαράγει τα δεδομένα που λαμβάνονται, πριν γίνει η τελική λήψη του αρχείου. Κλασικό παράδειγμα αποτελεί η internet tv (διαδικτυακή τηλεόραση). Επίσης, ένα άλλο κλασικό παράδειγμα είναι και οι πίνακες μετοχών στα χρηματιστήρια, που μεταδίδουν σε ζωντανή ροή (streaming) τις τιμές των μετοχών.
Η ιδέα του streaming δεν είναι πρόσφατη. Μας πηγαίνει αρκετά πίσω, στα μισά του προηγούμενου αιώνα, όταν υπήρξαν και οι ιδέες ζωντανής, συνεχούς ροής δεδομένων. Ωστόσο, εκείνη την εποχή κάτι τέτοιο απαιτούσε εξαιρετικά προηγμένη τεχνολογία αλλά και μεγάλη επένδυση σε χρήματα. Η ιδέα αυτή άρχισε να καλλιεργείται ακόμη περισσότερο στα μέσα της δεκαετίας του 80’, με την εμφάνιση των πρώτων προσωπικών υπολογιστών. Η ουσιαστική είσοδός τους όμως στην αγορά συντελέστηκε από τα μέσα της δεκαετίας του 90’ και έπειτα. Οι λόγοι που συνέβη ήταν οι εξής:

- Πολύ **μεγαλύτερο εύρος ζώνης** (bandwidth) στο internet. Ουσιαστικά αυξήθηκαν οι ταχύτητες, με αποτέλεσμα η όλη ιδέα της αναπαραγωγής εν μέσω κατεβάσματος (downloading) να είναι πλέον εφικτή. Σκεφτείτε ότι μία εικόνα (frame) ενός video, σε αρκετά χαμηλή ανάλυση, είναι μερικά kb’s. Αν σκεφτούμε ότι ανά δευτερόλεπτο απαιτείται αρκετά μεγάλος αριθμός σε frames για τη μετάδοση συνεχούς ροής video, καταλαβαίνετε γιατί χρειαζόμαστε αποκλειστικά ευρυζωνικές συνδέσεις στο διαδίκτυο (xDSL).

- **Καθιέρωση συγκεκριμένων πρωτόκολλων** στο internet, όπως TCP/IP, HTML, HTTP. Πριν από αυτά, δεν υπήρχε καν το θεωρητικό υπόβαθρο για το πώς μπορεί να στηθεί μια τέτοια πλατφόρμα. Η είσοδος του πρωτόκολλου HTTP σε συνδυασμό με την HTML, αλλά και της θεωρίας TCP/IP για την επικοινωνία του φυσικού δικτυακού υλικού του υπολογιστή με τις αντίστοιχες εφαρμογές, οδήγησε σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα, έτοιμο πλέον να υποδεχτεί τις απαιτήσεις του streaming.

- **Εμπορευματοποίηση** του διαδικτύου. Οι διαφημιστικές εταιρίες που έλαβαν ενεργό ρόλο στην εξάπλωση του διαδικτύου, έψαχναν τρόπους διεύρυνσης των εσόδων τους. Η ιδέα αλλά και η υλοποίηση του streaming ήταν πολύ έξυπνη, καθώς πλέον ο χρήστης παράλληλα με την αναπαραγωγή του βίντεο του ή του τραγουδιού του, έβλεπε και τις διαφημίσεις.

2.1 Υλοποίηση εφαρμογών για Audio Streaming

Η υλοποίηση του streaming επιτυγχάνεται με την χρήση συγκεκριμένων πρωτόκολλων. Ένα από τα πιο γνωστά που έχουν αναφερθεί και νωρίτερα είναι το UDP, που ανήκει στην κατηγορία των datagram protocols. Σύμφωνα με την αρχή λειτουργίας του, το προς μετάδοση αρχείο τεμαχίζεται σε μια σειρά από μικρά πακέτα. Αυτό είναι απλό και αποδοτικό. Ωστόσο, δεν υπάρχει μηχανισμός μέσα στο συγκεκριμένο πρωτόκολλο που να εγγυείται τη σίγουρη μετάδοση των πακέτων στον παραλήπτη, χωρίς σφάλματα. Επαφίεται στην εφαρμογή που τρέχει ο λήπτης ο εντοπισμός χαμένων ή κατακερματισμένων αρχείων. Εφόσον εντοπιστούν αυτά, είναι και πάλι ευθύνη της εκάστοτε εφαρμογής η επαναφορά της χαμένης πληροφορίας μέσω τεχνικών επιδιόρθωσης σφαλμάτων (error correction). Όλη αυτή η διαδικασία συμβαίνει καθώς σε περίπτωση που δεδομένα χαθούν και δεν αναπληρωθούν, το stream, η συνεχής αυτή ροή δηλαδή, υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να σταματήσει. Ανάμεσα σε άλλα, πολύ γνωστά είναι τα εξής πρωτόκολλα:

- **RTSP (Real Time Streaming Protocol)**
- **RTP (Real (Time) Transport Protocol)**
- **RTCP (Real Time Transport Control Protocol)**
- **TCP (Transmission Control Protocol)**
- **Unicast**
- **Multicast**
- **IP Multicast**
- **Peer-to-Peer (P2P)**

2.1.1 Το πρωτόκολλο RTSP

Το Real Time Streaming Protocol (RTSP) είναι ένα δικτυακό πρωτόκολλο σχεδιασμένο για την διεκπεραίωση ψυχαγωγικών και τηλεπικοινωνιακών συστημάτων και για τον έλεγχο των διακομιστών (servers) του εκάστοτε τύπου streaming. Το πρωτόκολλο χρησιμοποιείται για την εγκαθίδρυση και τον έλεγχο συνεδριών (sessions) μεταξύ των δυο τελικών χρηστών (server-user). Οι πελάτες αυτών των servers έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιούν VCR-like εντολές, όπως “play” και “pause”, ώστε να επιτύχουν real-time (σε ζωντανό χρόνο) έλεγχο της αναπαραγωγής (playback) των αρχείων που βρίσκονται στον server. Η μετάδοση του streaming δεν είναι εξ’ ολοκλήρου δουλειά του συγκεκριμένου πρωτόκολλου. Όπως θα δούμε και παρακάτω, οι περισσότεροι RTSP servers χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο RTP (Real (Time) Transport Protocol), σε συνδυασμό με το RTCP (Real Time Control Protocol) για τη μετάδοση του streaming.

2.1.2 Το πρωτόκολλο RTP

Το RTP (Real (Time) Transport Protocol) είναι ένα δικτυακό πρωτόκολλο που καθορίζει τη συγκεκριμένη μορφή (format) των πακέτων για τη μετάδοση και αποστολή αρχείων ήχου, εικόνων, βίντεο, μέσω IP δικτύων. Το RTP χρησιμοποιείται κατά κόρον σε ψυχαγωγικά αλλά και τηλεπικοινωνιακά συστήματα που έχουν να κάνουν με streaming, όπως η τηλεφωνία, η τηλεδιάσκεψη, η καλωδιακή τηλεόραση (cable tv), το VoIP, κ.λπ. Το RTP χρησιμοποιείται, όπως θα δούμε και παρακάτω, σε συνδυασμό με το RTCP (Real Time Control Protocol). Ενώ το RTP μεταφέρει τη ροή του ήχου ή του βίντεο, το RTCP χρησιμοποιείται για την επίβλεψη των στατιστικών μεταφοράς αλλά και ποιότητας της παρεχόμενης υπηρεσίας (Quality of Service, QoS) και βοηθάει στο συγχρονισμό πολλαπλών streams. Το RTP αποστέλλεται αλλά και λαμβάνεται μέσω θυρών (ports) των οποίων ο αριθμός είναι άρτιος. Το RTCP από την άλλη χρησιμοποιεί τον αμέσως επόμενο μεγαλύτερο περιττό ακέραιο ως θύρα (port) από αυτόν που χρησιμοποιεί το RTP. Όπως και αναφέρθηκε, το RTP είναι από τα βασικά θεμέλια του VoIP (Voice over IP) και υπό αυτό το πλαίσιο χρησιμοποιείται συχνά σε συνδυασμό με ένα signaling protocol που βοηθά στην εγκαθίδρυση συν-δέσεων εντός του δικτύου.

2.1.3 Το πρωτόκολλο RTCP

Το RTCP (Real Time Control Protocol) είναι ένα αδελφό δικτυακό πρωτόκολλο με το RTP (Real (Time) Transport Protocol). Η βασική του λειτουργικότητα και δομή του καθορίζεται στο RFC 3550, RTP. Το RTCP παρέχει στατιστικά αλλά και πληροφορίες ελέγχου σχετικά με τη ροή του RTP. Συνοδεύει το RTP στην αποστολή και πακετοποίηση των αρχείων ήχου, εικόνας, βίντεο προς μετάδοση, αλλά δεν υποστηρίζει streaming το ίδιο από μόνο του. Τυπικά το RTP θα σταλεί σε πόρτα άρτιου αριθμού, με τα μηνύματα του RTCP να μεταφέρονται σε πόρτες του αμέσως επόμενου περιττού αριθμού, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως. Η βασική λειτουργία του RTCP είναι να παρέχει πληροφορίες σχετικά με την ποιότητα της υπηρεσίας (QoS), στέλνοντας περιοδικά στατιστικά διαγράμματα και πληροφορίες στους συμμετέχοντες σε μια συνεδρία ροής δεδομένων (streaming). Το RTCP συγκεντρώνει στατιστικά σχετικά με μια σύνδεση όπως τα μεταδιδόμενα συνολικά πακέτα, τα χαμένα πακέτα, το θόρυβο (αν υπάρχει), αλλά και τον χρόνο καθυστέρησης στη μετάδοση. Μια εφαρμογή μπορεί να χρησιμοποιήσει αυτές τις πληροφορίες για να ελέγξει την ποιότητα των υπηρεσιών που προσφέρει και ανάλογα να προβεί σε διαδικασίες για τη βελτίωσή τους, όπως περιορισμός της ροής, ή της χρησιμοποίησης κάποιου άλλου codec. Το RTCP από μόνο του δεν παρέχει κάποια κρυπτογράφηση στη ροή και δεν απαιτεί γενικά κάποιον έλεγχο. Τέτοιοι μηχανισμοί είναι δυνατό να υλοποιηθούν, για παράδειγμα, μέσω του Secure Real (Time) Transport Protocol (SRTP), όπως αυτό ορίζεται στο RFC 3711.

2.1.4 Το πρωτόκολλο TCP

Το TCP (Transmission Control Protocol) είναι ένα δικτυακό πρωτόκολλο που αντίστοιχη στην κατηγορία “transport” της σουίτας TCP/IP. Το TCP παρέχει επικοινωνία σε ένα ενδιάμεσο επίπεδο μεταξύ μιας εφαρμογής και του IP (Internet Protocol). Δηλαδή, όταν μια εφαρμογή επιθυμεί να στείλει ένα αρκετά μεγάλο όγκο δεδομένων μέσω του internet χρησιμοποιώντας το IP, αντί να τεμαχίσουμε τα δεδομένα σε κομμάτια και επομένως να δημιουργήσουμε μια σειρά από διαφορετικά IP re-quests, η εφαρμογή μπορεί να εκδώσει απλώς μόνο ένα request στο TCP και να αφήσει από εκεί και πέρα το TCP να αναλάβει από μόνο του τις λεπτομέρειες του IP. Το IP λειτουργεί ανταλλάσσοντας κομμάτια πληροφοριών που ονομάζονται πακέτα, ως γνωστόν. Το πακέτο είναι μια σειρά από *οκτάδες* (octets, 8-bits) και αποτελείται από μια κεφαλίδα (header) που ακολουθείται από ένα σώμα (body). Η κεφαλίδα περιγράφει τον προορισμό του πακέτου και, προαιρετικά, τους routers που χρησιμοποιούνται για προώθηση μέχρι να φτάσει στον τελικό του προορισμό. Το σώμα περιέχει τα δεδομένα που μεταδίδει το IP. Εξαιτίας του συνωστισμού στο δίκτυο, της εξισορρόπησης του φόρτου κίνησης, ή άλλων απρόβλεπτων συμπεριφορών του δικτύου, τα IP πακέτα υπάρχει περίπτωση να χαθούν, να επικαλυφθούν, ή να παραδοθούν με σφάλματα. Το TCP εντοπίζει αυτά τα προβλήματα, απαιτεί επαναποστολή της χαμένης πληροφορίας, επαναπροσδιορίζει τα “χαλασμένα” πακέτα, και ακόμη βοηθάει στην ελαχιστοποίηση του συνωστισμού στο δίκτυο, μειώνοντας την εμφάνιση των υπόλοιπων προβλημάτων. Μόλις ο TCP δέκτης επανακατασκευάσει τη σειρά των οκτάδων που αρχικά μεταδόθηκαν, τις περνάνε πλέον στην εφαρμογή. Με αυτόν τον τρόπο, το TCP αποσπά από την εφαρμογή την περίπλοκη διαδικασία επικοινωνίας μέσω δικτύου. Το TCP χρησιμοποιείται κατά κόρον από τις πιο διάσημες εφαρμογές στο internet, όπως το World Wide Web (WWW), τα e-mails, το File Transfer Protocol (FTP), το μοίρασμα αρχείων μέσω P2P (θα το δούμε στη συνέχεια), κ.λπ. Το TCP μεγιστοποιεί την απόδοσή του όταν θέλουμε σίγουρη μετάδοση όλων των δεδομένων, παρά όταν θέλουμε εξοικονόμηση χρόνου. Εξαιτίας τούτου, το TCP πολλές φορές παρουσιάζει σχετικά μεγάλες καθυστερήσεις (στην τάξη των δευτερολέπτων), καθώς αναμένει την επιδιόρθωση των “χαλασμένων” πακέτων ή την επαναποστολή των χαμένων πακέτων. Δεν ενδείκνυται για real-time (ζωντανού χρόνου) εφαρμογές, όπως το VoIP. Για τέτοιες εφαρμογές, πρωτόκολλα όπως το RTP που τρέχει σε συνεργασία με το UDP, όπως και είδαμε ανωτέρω, συνηθίζονται. Γενικά το TCP είναι ένα αξιόπιστο μέσω μετάδοσης του stream που εγγυάται ότι όλα τα bytes που θα ληφθούν θα είναι πανομοιότυπα με αυτά που εστάλησαν, και μάλιστα με τη σωστή σειρά. Μιας και η μετάδοση μέσω πακέτων όπως έχει προαναφερθεί δεν είναι απολύτως αξιόπιστη, μια τεχνική που είναι γνωστή ως “positive acknowledgement” (θετική αναγνωρισιμότητα) με επαναποστολή χρησιμοποιείται για να εγγυηθεί την αξιοπιστία της μεταφοράς των πακέτων. Αυτή η βασική τεχνική απαιτεί από το δέκτη (λήπτη) να αντιδρά με ένα μήνυμα αποδοχής (acknowledge message) καθώς λαμβάνει τα δεδομένα σε μορφή πακέτων (η αρχή του ACK/NACK που κάναμε στο μάθημα “ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ Ι”). Ο αποστολέας κρατάει ένα αρχείο όπου καταγράφει το κάθε πακέτο που στέλνει. Ο αποστολέας επίσης καταχωρεί ένα χρονικό περιθώριο από τότε που το πακέτο στάλθηκε και επαναστέλλει το πακέτο σε

περίπτωση που αυτό το χρονικό περιθώριο περιέλθει, χωρίς να έχει σταλεί από τον δέκτη το αντίστοιχο μήνυμα αποδοχής πακέτου (ACK). Αυτό το χρονικό περιθώριο χρησιμοποιείται για τις περιπτώσεις όπου ένα πακέτο χάνεται κατά τη μεταφορά του ή μεταβιβάζεται κατακερματισμένο (corrupted). Το TCP αποτελείται από μια σειρά από κανόνες: για το πρωτόκολλο, που χρησιμοποιείται σε συνεργασία με το IP, τα δεδομένα στέλνονται σε μια μορφή “μονάδων” μεταξύ των υπολογιστών. Ενώ ουσιαστικά το IP αναλαμβάνει την παράδοση των δεδομένων, το TCP ελέγχει τις μεμονωμένες μονάδες που απαρτίζουν τα δεδομένα προς αποστολή, τα οποία καλούνται και segments (τμήματα), ώστε ένα μήνυμα να διασπάται για την αποδοτικότερη διάδοσή του μέσω του δικτύου. Για παράδειγμα, όταν ένα HTML αρχείο αποστέλλεται από έναν web-server, το TCP του server τεμαχίζει τη σειρά των οκτάδων (octets) του αρχείου σε τμήματα (segments) και τα προωθεί το κάθε ένα ξεχωριστά προς το IP. Το επίπεδο του internet (Internet Layer) ενθυλακώνει κάθε TCP τεμάχιο σε ένα IP πακέτο, προσθέτοντας μια κεφαλίδα (header) που περιλαμβάνει μεταξύ άλλων και τη διεύθυνση IP του προορισμού. Παρόλο που κάθε πακέτο έχει την ίδια IP διεύθυνση προορισμού, μπορούν να διανεμηθούν (routed) μέσω διαφορετικών μονοπατιών (paths) εντός του δικτύου. Όταν το πρόγραμμα του δέκτη (client) λαμβάνει αυτά τα πακέτα, το TCP από τη μεριά του δέκτη πλέον αναλαμβάνει την επανακατασκευή της αρχικής πληροφορίας εκτελώντας την αντίστροφη διαδικασία και διασφαλίζει ότι όλα τα πακέτα έχουν ληφθεί, χωρίς σφάλματα και στη σωστή σειρά, καθώς τα στέλνει στην εφαρμογή που τα ζήτησε.

2.1.5 Το πρωτόκολλο Unicast

Το unicast (ή και broadcast) είναι ένα δικτυακό πρωτόκολλο που αναλαμβάνει την αποστολή των ίδιων αρχείων σε όλους τους πιθανούς προορισμούς. Αξίζει να σημειωθεί ότι συγκεκριμένες διαδικτυακές εφαρμογές που χρησιμοποιούνται μαζικά στο internet είναι πολύ δαπανηρές σε περίπτωση που χρειαστεί να εφαρμόσουν το unicast, μιας και κάθε σύνδεση ενός πελάτη στο δίκτυο καταναλώνει υπολογιστικούς πόρους στη μεριά του server (αποστολέα), καθώς επίσης και απαιτείται τεράστιο bandwidth για την αποστολή ταυτόχρονα υπέρογκου όγκου δεδομένων προς όλους τους πελάτες (clients). Παράδειγμα τέτοιων απαιτητικών εφαρμογών αποτελούν οι ραδιοφωνικοί σταθμοί μέσω internet.

2.1.6 Το πρωτόκολλο Multicast

Το multicast είναι ένα δικτυακό πρωτόκολλο για την ταυτόχρονη αποστολή μηνυμάτων ή πληροφοριών σε ένα group υπολογιστών, με την χρησιμοποίηση μόνο μιας αποστολής όσον αφορά την πηγή. Τα αντίγραφα δημιουργούνται αυτόματα σε άλλα δικτυακά στοιχεία, όπως routers, και μόνο όταν η τοπολογία του δικτύου το απαιτεί. Το multicast χρησιμοποιείται κατά κόρον ως IP multicast, που συνήθως συμπεριλαμβάνεται σε IP εφαρμογές που αφορούν το streaming ή τη διαδικτυακή τηλεόραση (internet TV). Στο IP multicast η υλοποίηση του multicast επιτελείται στο επίπεδο του IP, όπου οι routers δημιουργούν μια βέλτιστη κατανομή μονοπατιών (paths) για τα datagrams που πρόκειται να μεταδοθούν προς μια multicast διεύ-θυνση. Στο επίπεδο του Data Link Layer, το multicast περιγράφει ένα-σε-πολλούς διανομή

όπως το ethernet multicasting addressing, asynchronous transfer mode (ATM), point-to-multipoint virtual circuits (P2MP), κ.λπ.

2.1.7 Το πρωτόκολλο IP Multicast

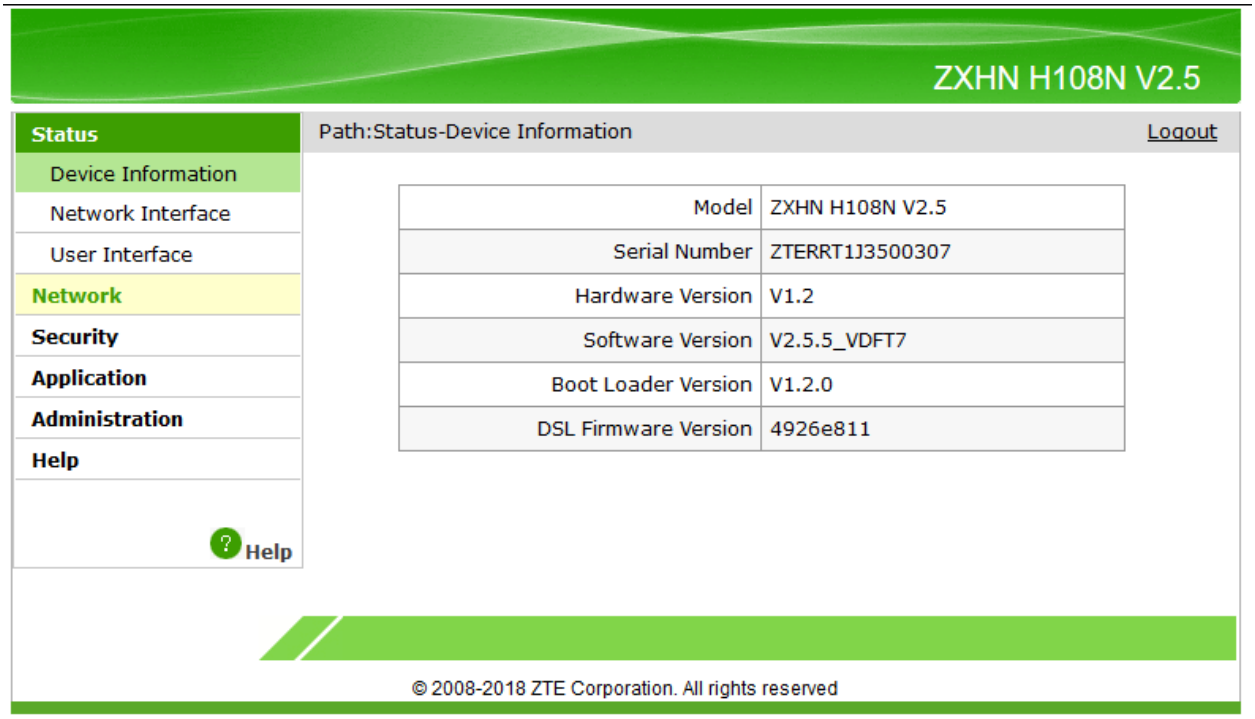
Το IP multicast είναι ένα δικτυακό πρωτόκολλο αδελφικό με το multicast. Συγκεκριμένα, είναι μια τεχνική για ένα-σε-πολλούς επικοινωνία μέσω μιας IP υποδομής σε ένα δίκτυο. Μπορεί να επεκταθεί σε ένα μεγαλύτερο αριθμό δεκτών χωρίς να απαιτεί από πριν τη γνώση του ποιου ή πόσοι δέκτες υπάρχουν. Το multicast χρησιμοποιεί την υποδομή του δικτύου αποδοτικά απαιτώντας από την πηγή να στέλνει κάθε πακέτο μόνο μια φορά, ακόμη κι αν χρειάζεται να μεταδοθεί σε μεγάλο αριθμό δεκτών. Οι κόμβοι στο δίκτυο αναλαμβάνουν την αντιγραφή του πακέτου, ώστε να φτάσει τελικά στους πολλαπλούς δέκτες, μόνο όταν αυτό κρίνεται απαραίτητο. Το πιο κοινό transport layer πρωτόκολλο που χρησιμοποιεί multicast διευθυνσιοδότηση είναι το UDP (User Datagram Protocol). Από την φύση του, το UDP δεν είναι αξιόπιστο. Τα μηνύματα μπορεί να χαθούν ή να μεταδοθούν με σφάλματα. Αξιόπιστα πρωτόκολλα multicast όπως το Pragmatic General Multicast (PGM) έχουν αναπτυχθεί ώστε να εντοπίζουν τα χαμένα πακέτα αλλά και να απαιτούν την επαναποστολή τους. Το IP multicast είναι ευρέως διαδεδομένο σε επιχειρήσεις, στα χρηματιστήρια, και σε εταιρείες που ασχολούνται με streaming, όπως η YouTube, κ.λπ. Επίσης, χρησιμοποιείται ευρέως και για δια δραστικές εφαρμογές στο IPTV.

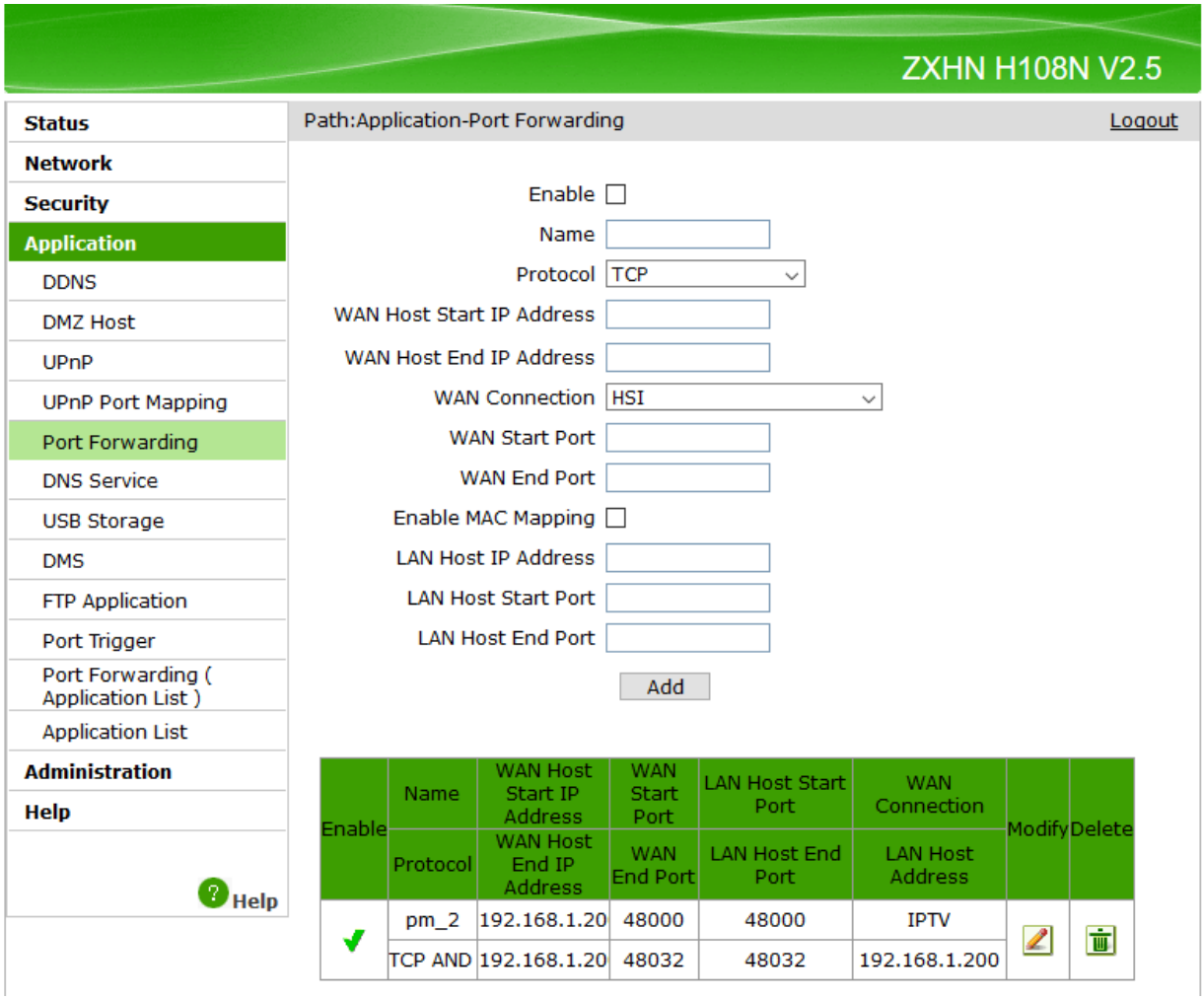
2.1.8 Το πρωτόκολλο P2P

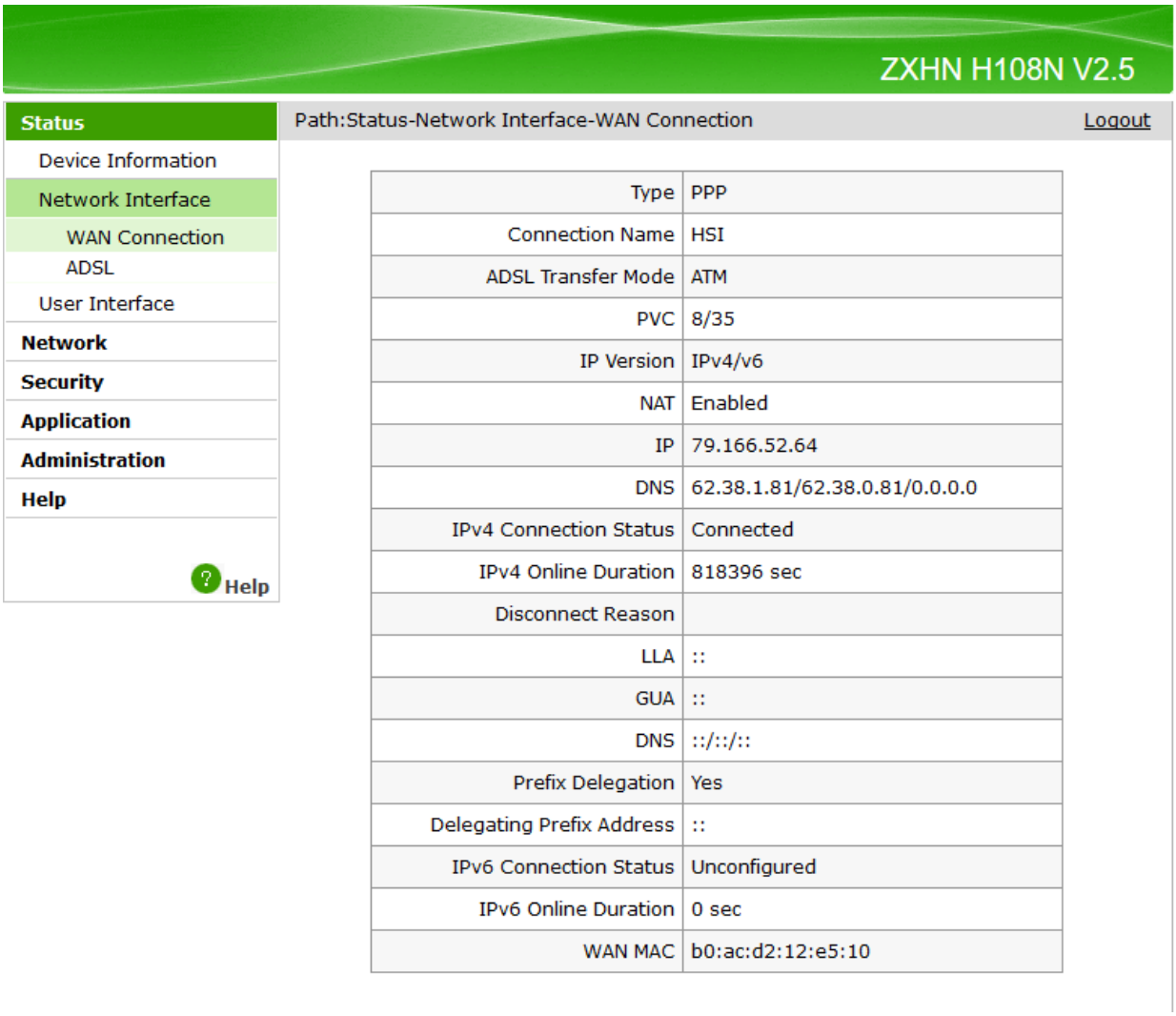
Το Peer-to-Peer (P2P) είναι ένα δικτυακό πρωτόκολλο που αναφέρεται σε ένα δίκτυο όπου κάθε υπολογιστής που ανήκει στο δίκτυο μπορεί να λειτουργήσει ως δέκτης (client) αλλά και ως αποστολέας (server) για τους υπόλοιπους υπολογιστές στο δίκτυο, επιτρέποντας κοινή χρήση σε αρχεία αλλά και περιφερειακές συσκευές χωρίς την ανάγκη για έναν κεντρικό server. Τα P2P δίκτυα μπορούν να υλοποιηθούν σε ένα σπίτι, μια επιχείρηση, ή και σε ολόκληρο το διαδίκτυο. Κάθε τύπος δικτύου απαιτεί όλους τους υπολογιστές στο δίκτυο να χρησιμοποιούν το ίδιο ή έστω ένα παραπλήσιο πρόγραμμα ώστε να μπορούν να συνδεθούν το ένα με το άλλο και τελικά να υπάρχει αμοιβαία πρόσβαση σε αρχεία και άλλα χαρακτηριστικά που μπορούν να βρεθούν στους υπολογιστές. Τα P2P δίκτυα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το μοίρασμα αρχείων ήχου, βίντεο, ή και γενικότερα δεδομένων σε οποιαδήποτε ψηφιακή μορφή. Το P2P είναι μια αρχιτεκτονική που διαμοιράζει τις λειτουργίες μεταξύ των υπολογιστών (peers) που συμμετέχουν στη διαδικασία. Οι peers έχουν τα ίδια δικαιώματα στην εφαρμογή. Κάθε υπολογιστής στο δίκτυο αναφέρεται και ως κόμβος (node). Ο ιδιοκτήτης κάθε υπολογιστή σε ένα P2P δίκτυο θα πρέπει να εγκαταλείψει ένα μέρος της κυριαρχίας του επί του υπολογιστή του – όπως επεξεργαστική ισχύ, αποθηκευτικό χώρο, ή και μέρος της ευρυζωνικότητάς του. Αυτό, για να είναι άμεσα διαθέσιμος στους υπόλοιπους peers, χωρίς τον ενδιάμεσο έλεγχο από servers. Με βάση αυτό το μοντέλο, οι peers είναι ταυτόχρονα και προμηθευτές και καταναλωτές των πόρων που διαμοιράζονται, σε αντίθεση με το

παραδοσιακό μοντέλο client-server όπου μόνο οι servers είναι οι προμηθευτές και οι clients είναι οι καταναλωτές. Η πρώτη P2P εφαρμογή ήταν αυτής της κοινής χρήσης αρχείων Napster, που δημιουργήθηκε το 1999. Το Napster έχει εμπνεύσει νέες δομές και φιλοσοφίες σε πολλούς τομείς της ανθρώπινης διαδραστικότητας. Το διαδικτυακό P2P δεν περιορίζεται μόνο στην τεχνολογία. Καλύπτει επίσης ειδικές κοινωνικές διαδικασίες μέσω μιας P2P δυναμικής. Βάσει αυτού, πολλές κοινωνικές P2P διεργασίες λαμβάνουν χώρα πλέον στις σύγχρονες δυτικές κοινωνίες.

3. Ρυθμίσεις της διάταξης ADSL




ZXHN H108N V2.5
Status
Network
Security
Application
DDNS
DMZ Host
UPnP
UPnP Port Mapping
Port Forwarding
DNS Service
USB Storage
DMS
FTP Application
Port Trigger
Port Forwarding (Application List)
Application List
Administration
Help
Help
Path:Application-Port Forwarding
Logout
Enable
Name
Protocol
TCP
WAN Host Start IP Address
WAN Host End IP Address
WAN Connection
HSI
WAN Start Port
WAN End Port
Enable MAC Mapping
LAN Host IP Address
LAN Host Start Port
LAN Host End Port
Add
Enable
Name
WAN Host Start IP Address
WAN Start Port
LAN Host Start Port
WAN Connection
Modify
Delete
Protocol
WAN Host End IP Address
WAN End Port
LAN Host End Port
LAN Host Address
pm_2
192.168.1.20
48000
48000
IPTV
TCP AND
192.168.1.20
48032
48032
192.168.1.200


ZXHN H108N V2.5
Status
Device Information
Network Interface
WAN Connection
ADSL
User Interface
Network
Security
Application
Administration
Help
Help
Path:Status-Network Interface-WAN Connection
Logout
Type PPP
Connection Name HSI
ADSL Transfer Mode ATM
PVC 8/35
IP Version IPv4/v6
NAT Enabled
IP 79.166.52.64
DNS 62.38.1.81/62.38.0.81/0.0.0.0
IPv4 Connection Status Connected
IPv4 Online Duration 818396 sec
Disconnect Reason
LLA ::
GUA ::
DNS ::/::/::
Prefix Delegation Yes
Delegating Prefix Address ::
IPv6 Connection Status Unconfigured
IPv6 Online Duration 0 sec
WAN MAC b0:ac:d2:12:e5:10