

Networking Technologies

Multimedia over IP

Papadimitriou G. Fotios

Professors: A.A. Economides & A. Pomportis

Τεχνολογίες Τηλεπικοινωνιών & Δικτύων

Μετάδοση Πολυμέσων διαμέσου IP

Παπαδημητρίου Γ. Φώτιος

Καθηγητές: Α.Α. Οικονομίδης & Α. Πομπόρτσης

Summary

Present paper comes under the title “Multimedia Over IP” and it refers to the transmission of multimedia data over IP’s. In particular, it focuses to the use of protocols for more efficient multimedia communication.

In the introduction, there is a reference to the major problems of real-time transmission of multimedia data while, in additional analysis, we describe four protocols (RSVP, RTP, RTCP, RTSP) that are used broadly for efficacious management of real-time or on-line data management. Moreover, we describe specifically, the way, each of the above protocols, has to operate over the network so that data transmission takes place without problems, among all concerned parts. Finally, we close by presenting a brief report of each protocol’s main characteristics.

Περίληψη

Η τρέχουσα εργασία ασχολείται με την μεταφορά των πολυμέσων στα δίκτυα και στο Internet. Πιο συγκεκριμένα ασχολείται με τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται για την μεταφορά πολυμέσων στα δίκτυα.

Στην εργασία εισαγωγικά αναφέρονται τα προβλήματα που υπάρχουν για την μεταφορά πολυμεσικών δεδομένων μέσω δικτύου. Στην συνέχεια αναλύονται τέσσερα πρωτόκολλα τα οποία χρησιμοποιούνται ευρέως για την μεταφορά δεδομένων στο Internet και στα δίκτυα. Τα πρωτόκολλα αυτά είναι το RSVP, το RTP, το RTCP και το RTSP. Σε κάθε πρωτόκολλο αναλύεται ο τρόπος λειτουργίας του στο δίκτυο έτσι ώστε να μεταφερθούν τα πολυμεσικά δεδομένα μεταξύ αποστολέα και παραληπτών απρόσκοπτα. Επιπλέον αναφέρονται και αναλύονται ορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά των πρωτοκόλλων.

Περιεχόμενα

Summary	1
Περίληψη	1
Εισαγωγή	3
1 ^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ – ΠΟΛΥΜΕΣΑ ΣΤΑ ΔΙΚΤΥΑ	4
1.1 Τα Πολυμέσα στα Δίκτυα	4
1.2 Προβλήματα των πολυμέσων στα δίκτυα	4
1.3 Πολυμέσα στο διαδίκτυο	5
1.4 Λύσεις για την Μεταφορά Πολυμέσων	5
2ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ – ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΠΟΛΥΜΕΣΩΝ	7
2.1 RSVP	7
2.1.1 Εισαγωγικά για το RSVP	7
2.1.2 Λειτουργία του RSVP	7
2.1.3 Χαρακτηριστικά του πρωτοκόλλου RSVP	10
2.2 RTP	11
2.2.1 Εισαγωγικά για το RTP	11
2.2.2 Λειτουργία του RTP	12
2.3 RTCP	15
2.3.1 Εισαγωγικά για το RTCP	15
2.3.2 Υπηρεσίες του RTCP	15
2.4 Σύνοψη Χαρακτηριστικών RTP/RTCP	16
2.5 RTSP	17
2.5.1 Εισαγωγικά για το RTSP	17
2.5.2 Λειτουργία του RTSP	17
3 ^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	21
3.1 Ανακεφαλαίωση - Συμπεράσματα	21
Αναφορές	22
Βιβλιογραφία	22
Web Sites	22
Ηλεκτρονικά άρθρα – Παρουσιάσεις	23

Contents

Summary	1
Preface	3
1 st CHAPTER – MULTIMEDIA NETWORKS	4
1.1 Multimedia Networks	4
1.2 Problems of Multimedia Networks	4
1.3 Multimedia over Internet	5
1.4 Solution	5
2 nd CHAPTER – MULTIMEDIA PROTOCOLS	7
2.1 RSVP	7
2.1.1 Introduction	7
2.1.2 How does RSVP work	7
2.1.3 RSVP features	10
2.2 RTP	11
2.2.1 Introduction	11

2.2.2 How does RTP work.....	12
2.3 RTCP.....	15
2.3.1 Introduction.....	15
2.3.2 RTCP Services.....	15
2.4 Features of RTP/RTCP.....	16
2.5 RTSP.....	17
2.5.1 Introduction.....	17
2.5.2 How does RTSP work.....	17
3 rd CHAPTER - CONCLUSIONS.....	21
3.1 Conclusions.....	21
Reference.....	22
Bibliography.....	22
Web Sites.....	22
Presentations.....	23

Εισαγωγή

Το θέμα της μεταφοράς των πολυμέσων στο διαδίκτυο είναι τεράστιο και συνεχώς επεκτείνεται με τις νέες τεχνικές και επινοήσεις που εμφανίζονται. Επιπλέον τις εξελίξεις αυτές, τις επηρεάζουν και οι χρήστες αφού αυτοί θέτουν τις απαιτήσεις που θα ήθελαν στα είδη υπάρχον δίκτυα.

Η συγκεκριμένη εργασία εξετάζει τα τέσσερα πιο σημαντικά πρωτόκολλα πάνω από το επίπεδο δικτύου (OSI) για την μεταφορά των δεδομένων ήχου και εικόνας από τον αποστολέα στον (στους) παραλήπτη (-ες) με την απαιτούμενη ποιότητα. Η εργασία σε καμία περίπτωση δεν εξαντλεί το θέμα της μεταφοράς των πολυμεσικών δεδομένων στο δίκτυο αλλά στόχος της είναι να ενημερώσει τον αναγνώστη για τις υπάρχουσες κύριες τεχνολογίες καθώς και για να αποτελέσει ερέθισμα για περαιτέρω έρευνα του ιδίου.

1^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ – ΠΟΛΥΜΕΣΑ ΣΤΑ ΔΙΚΤΥΑ

1.1 Τα Πολυμέσα στα Δίκτυα

Τα δίκτυα υπολογιστών έχουν σχεδιαστεί με σκοπό να συνδέσουν υπολογιστές σε διαφορετικές τοποθεσίες έτσι ώστε να μπορούν να επικοινωνούν και να μοιράζονται δεδομένα. Στα παλιότερα χρόνια τα δεδομένα που μετακινούνταν σε ένα δίκτυο ήταν κυρίως δεδομένα κειμένου. Όμως στις μέρες με την αλματώδη ανάπτυξη των υπολογιστών τα πολυμέσα έχουν γίνει ένα αναπόσπαστο κομμάτι τόσο των υπολογιστών όσο και των δικτύων (LAN, WAN, MAN, internet). Οι νέες ανάγκες που εμφανίστηκαν στον κόσμο των δικτύων είναι το τηλέφωνο μέσω του διαδικτύου (internet telephony), η τηλεόραση μέσω του διαδικτύου (internet tv), η βιντεοσυνδιάσκεψη (video conferencing), η εκμάθηση από απόσταση (distance learning), ομάδες εργασίας από απόσταση, τηλεϊατρική κ.α.

Ο στόχος για τους υπευθύνους δικτύων ήταν η κατάλληλη υποδομή σε software και hardware έτσι ώστε να είναι δυνατή η μεταφορά πολυμέσων στα δίκτυα.

1.2 Προβλήματα των πολυμέσων στα δίκτυα

Η έλευση των πολυμέσων δημιούργησε κάποιες δυσκολίες στην μεταφορά τους στα δίκτυα. Πρώτον τα πολυμέσα απαιτούσαν πολύ μεγαλύτερο εύρος ζώνης δεδομένων σε σχέση με τον παραδοσιακό τύπο δεδομένων που μεταδιδόταν στα δίκτυα. Δεύτερον τα πολυμέσα απαιτούσαν μεταφορά σε πραγματικό χρόνο. Τρίτο είναι ο ρυθμός των δεδομένων είναι πολύ μεγάλος. Απλώς αν αυξήσουμε το εύρος μετάδοσης δεδομένων στο δίκτυο δεν λύνουμε το πρόβλημα. Διότι πρέπει να γνωρίζουμε το ρυθμό μετάδοσης των δεδομένων έτσι ώστε η buffer της εφαρμογής μας να μην βρεθεί σε κατάσταση overflow ή underflow.

Επιπλέον, τα πολυμέσα πολλές φορές θέλουμε να τα μοιράσουμε σε πολλούς χρήστες ταυτόχρονα οι οποίοι μπορεί να έχουν περιορισμένο bandwidth και καθυστερήσεις.

Για την λύση των παραπάνω δυσκολιών θα εφαρμόσουμε τα TCP/IP και UDP/IP πρωτόκολλα τα οποία παρέχουν μια πληθώρα υπηρεσιών στην μετάδοση πολυμέσων μέσω δικτύων. Από τα παραπάνω γίνεται αναγκαία η χρησιμοποίηση πρωτοκόλλων πραγματικού χρόνου (real-time protocols)¹.

1.3 Πολυμέσα στο διαδίκτυο

Υπάρχουν αρκετοί τρόποι για την μεταφορά δεδομένων πολυμέσων όπως dedicated links, cables και ATM. Οι δύο πρώτοι τρόποι παρουσιάζουν δυσκολίες στην εγκατάσταση και απαιτούν νέο λογισμικό το οποίο είναι πολύ ακριβό. Η τελευταία λύση μπορεί να υποστηρίξει υψηλό bandwidth ωστόσο λίγοι οργανισμοί διαθέτουν ATM δίκτυα και ακόμα πιο λίγοι χρήστες.

Τα δίκτυα LAN και WAN που είναι βασισμένα στο IP πρωτόκολλο συνδέονται μεταξύ τους μέσω του διαδικτύου. Ουσιαστικά το διαδίκτυο έχει γίνει η πλατφόρμα για τις περισσότερες δικτυακές δραστηριότητες.

Επομένως, το Ethernet χρησιμοποιείται στους απλούς χρήστες και στα LAN, ενώ το ATM στα WAN.

Γενικά η το διαδίκτυο δεν υποστηρίζει μεταφορά δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Άρα η μεταφορά πολυμέσων μέσω διαδικτύου έρχεται αντιμέτωπη με σοβαρά θέματα τα οποία πρέπει να επιλυθούν. Το πιο βασικό είναι ότι τα πολυμέσα απαιτούν μεγάλη ροή δεδομένων πράγμα που σημαίνει αρκετό bandwidth από την πλευρά του υλικού.

Άλλο ένα πρόβλημα είναι ότι αρκετές φορές οι εφαρμογές πολυμέσων σχετίζονται με την έννοια του multicast. Παράδειγμα της παραπάνω έννοιας είναι η βιντεοσυνδιάσκεψη στην οποία τα δεδομένα βίντεο πρέπει να σταλούν σε όλους τους συμμετέχοντες την ίδια στιγμή.

Ακόμα μια δυσκολία είναι ότι οι εφαρμογές πραγματικού χρόνου απαιτούν εγγυημένο bandwidth όταν γίνεται η μεταφορά των δεδομένων. Όμως όπως γνωρίζουμε σε ένα δίκτυο είναι απρόβλεπτη η διαθεσιμότητα των πόρων του δικτύου. Επομένως για εφαρμογές πραγματικού χρόνου πρέπει να βρεθεί ένας τρόπος ώστε να εξασφαλίζονται οι αναγκαίοι πόροι του δικτύου στην συγκεκριμένη διαδρομή που πρόκειται να μεταδοθούν τα δεδομένα.

Επιπλέον το διαδίκτυο υποστηρίζει την μεταγωγή πακέτου όπου κάθε πακέτο ακολουθεί την δικιά του διαδρομή για να φτάσει στον προορισμό του. Επομένως πρέπει να υπάρχει ένας μηχανισμός που να μπορεί να εγγυηθεί ότι τα δεδομένα ήχου και βίντεο θα μπορούν να αναπαραχθούν συνεχόμενα και συγχρονισμένα.

Στο επόμενο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα πρωτόκολλα που προσφέρουν λύσεις στα παραπάνω προβλήματα που αντιμετωπίζουν τα πολυμέσα στο διαδίκτυο.

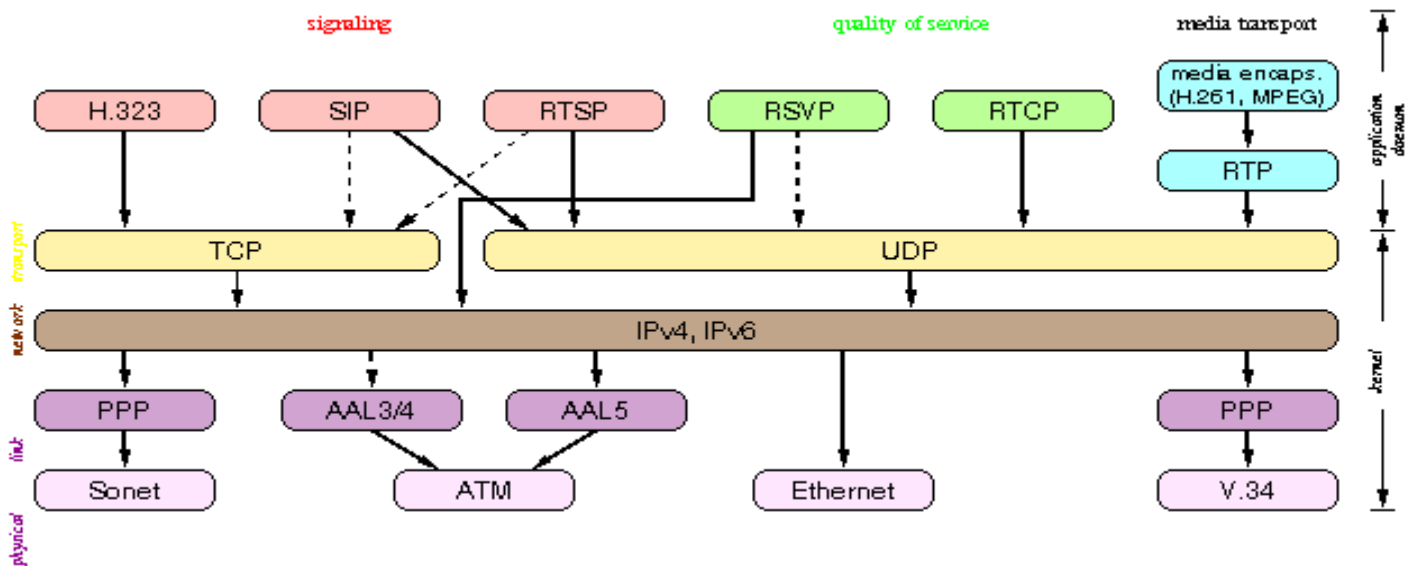
1.4 Λύσεις για την Μεταφορά Πολυμέσων

Η λύση για την μετάδοση πολυμέσων δια μέσου IP είναι η ταξινόμηση της κίνησης δεδομένων, η κατανομή προτεραιότητας στις διάφορες, εφαρμογές και η

Η λύση για την μετάδοση δεδομένων μέσω IP ήρθε από την IETF (Internet Engineering Task Force) η οποία ανέπτυξε εμπλουτισμένο μοντέλο υπηρεσίας για το Internet το οποίο ονομάστηκε ενοποιημένες υπηρεσίες (Integrated Services). Αυτές οι υπηρεσίες περιλαμβάνουν υπηρεσίες best-effort και υπηρεσίες πραγματικού χρόνου. Οι δεύτερες ενεργοποιούν τα IP δίκτυα να παρέχουν QoS (quality of service – ποιότητα υπηρεσίας) στις εφαρμογές πολυμέσων. Με τον όρο ποιότητα υπηρεσίας εννοούμε το βαθμό ικανοποίησης του χρήστη για μια υπηρεσία, όπως αυτός διαμορφώθηκε από την “απόδοση” της υπηρεσίας σε όλη τη διάρκεια της δηλαδή πρόκειται για την άποψη που έχει ο χρήστης για την υπηρεσία. Τα πρωτόκολλα που αναπτύχθηκαν για υπηρεσίες πραγματικού χρόνου είναι το Resource ReServation Protocol (RSVP), το Real-time Transport Protocol (RTP), το Real-Time Control Protocol (RTCP) και το Real-Time Streaming Protocol (RTSP)².

Το RSVP και το RTCP πρωτόκολλα (Σχήμα 1) χρησιμοποιούνται για να εξασφαλίζουν τους απαραίτητους πόρους στο δίκτυο που χρειάζεται η ποιότητα υπηρεσίας για την μεταφορά των πολυμεσικών δεδομένων. Το RTP πρωτόκολλο είναι υπεύθυνο για την μεταφορά των πολυμεσικών δεδομένων.

Στα επόμενα κεφάλαια αναλύονται τα πλεονεκτήματα καθώς και η λειτουργία των παραπάνω τεσσάρων πρωτοκόλλων.



Σχήμα 1 – Πρωτόκολλα πολυμέσων στο OSI

2ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ – ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΠΟΛΥΜΕΣΩΝ

2.1 RSVP

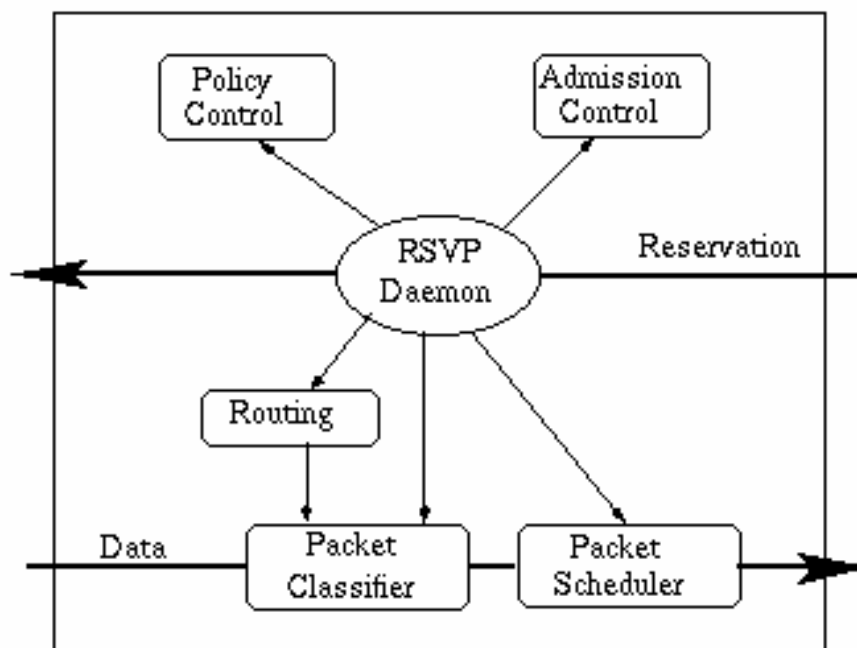
2.1.1 Εισαγωγικά για το RSVP

Το RSVP (Resource ReSerVation Protocol) είναι πρωτόκολλο ελέγχου δικτύου που επιτρέπει στον παραλήπτη των δεδομένων να απαιτήσει συγκεκριμένη άκρο-σε-άκρο ποιότητα υπηρεσίας (Quality of Service - QoS)³ για την ροή των δεδομένων. Οι εφαρμογές πραγματικού χρόνου χρησιμοποιούν το RSVP για να εξασφαλίζουν τους απαραίτητους πόρους στους δρομολογητές (routers) ανάμεσα στις διαδρομές μεταφοράς δεδομένων έτσι ώστε το αιτούμενο bandwidth να είναι διαθέσιμο όταν η μεταφορά των δεδομένων λαμβάνει χώρα. Πρέπει να διευκρινιστεί ότι το RSVP πρωτόκολλο δεν είναι υπεύθυνο για την μεταφορά των πολυμεσικών δεδομένων.

2.1.2 Λειτουργία του RSVP

Κατά την μεταφορά πολυμεσικών δεδομένων η εφαρμογή στον παραλήπτη απαιτεί ποιότητα υπηρεσίας (QoS) για τα δεδομένα που του έρχονται. Έτσι χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο RSVP για να μεταδώσει την αίτηση για συγκεκριμένη ποιότητα στους δρομολογητές ανάμεσα στις διαδρομές μεταφοράς δεδομένων. Το RSVP είναι υπεύθυνο για την διαπραγμάτευση των παραμέτρων της σύνδεσης με τους παραπάνω δρομολογητές. Αφού **εξασφαλιστεί** η επιθυμητή ποιότητα στην σύνδεση ανάμεσα στις διαδρομές μεταφοράς δεδομένων πρέπει και να **διατηρηθεί** για την ορθή μεταφορά των δεδομένων. Η διατήρηση της ποιότητας επιτυγχάνεται πάλι μέσω του πρωτοκόλλου RSVP.

Πώς γίνεται η εξασφάλιση πόρων στο δίκτυο; Κάθε κόμβος στο δίκτυο που είναι ικανός για κράτηση πόρων για ένα συγκεκριμένο σκοπό, έχει κάποιες διαδικασίες για την εγκατάσταση της κράτησης των και της εφαρμογής της. Στο σχήμα 2 φαίνεται πως γίνεται η εξασφάλιση των κατάλληλων πόρων για ποιότητα υπηρεσίας στην μεταφορά δεδομένων σε ένα κόμβο που βρίσκεται στην διαδρομή των πολυμεσικών δεδομένων.



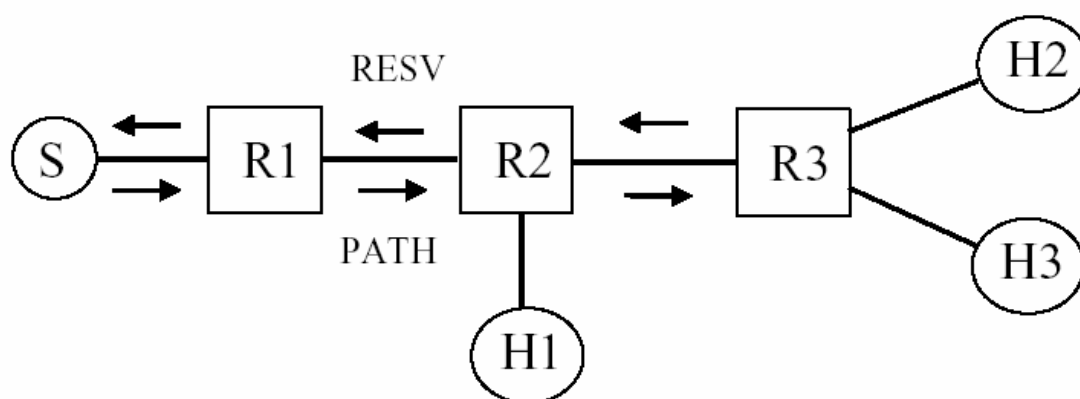
Σχήμα 2. – Διαδικασίες για την εξασφάλιση πόρων σε έναν κόμβο^A

Το policy control προσδιορίζει εάν ο χρήστης που έχει κάνει αίτηση για κράτηση πόρων έχει τα κατάλληλα δικαιώματα (διαχειριστής) έτσι ώστε να κάνει κράτηση των πόρων του κόμβου. Το admission control ελέγχει εάν ο κόμβος έχει τους επαρκείς πόρους που απαιτούνται για την μεταφορά των δεδομένων. Όπως φαίνεται στο σχήμα ο RSVP daemon ελέγχει τα δύο παραπάνω controls (policy control και admission control). Αν κάποιος από τους δύο ελέγχους είναι λάθος το RSVP επιστρέφει μια ειδοποίηση λάθους στην εφαρμογή (στον πελάτη) που έκανε το αίτημα για ποιότητα υπηρεσίας. Σε περίπτωση που και οι δύο έλεγχοι είναι επιτυχείς ο RSVP daemon θέτει τις κατάλληλες παραμέτρους στον packet classifier και packet scheduler έτσι ώστε να αποκτήσουν την απαιτούμενη ποιότητα υπηρεσίας. Ο packet classifier καθορίζει την ποιότητα υπηρεσίας για κάθε πακέτο και ο packet scheduler κανονίζει την μετάδοση των πακέτων έτσι ώστε να πετύχει την υποσχόμενη ποιότητα υπηρεσίας. Επίσης ο RSVP daemon επικοινωνεί με το routing process για να καθορίσει την διαδρομή που θα στείλει την αίτηση για κράτηση πόρων⁴.

Οι κρατήσεις των πόρων υλοποιούνται μέσω δύο τύπων μηνυμάτων του RSVP, του PATH και του RESV^B. Τα μηνύματα όπως φαίνονται και από τα ονόματά τους το πρώτο αναφέρεται στην διαδρομή των δεδομένων και το άλλο στην κράτηση των πόρων. Το μήνυμα PATH στέλνεται περιοδικά από τον αποστολέα στους παραλήπτες. Περιέχει χαρακτηριστικά της ροής των δεδομένων τα οποία προσδιορίζουν χαρακτηριστικά του αποστολέα δηλαδή την μορφοποίηση (format) των δεδομένων, την διεύθυνση του αποστολέα, την θύρα επικοινωνίας του και ορισμένα χαρακτηριστικά της κίνησης των δεδομένων. Αυτά τα δεδομένα

χρησιμοποιούνται από τους παραλήπτες για να βρουν το αντίστροφο μονοπάτι προς τον αποστολέα και να καθορίσουν τους πόρους που πρέπει να εξασφαλιστούν.

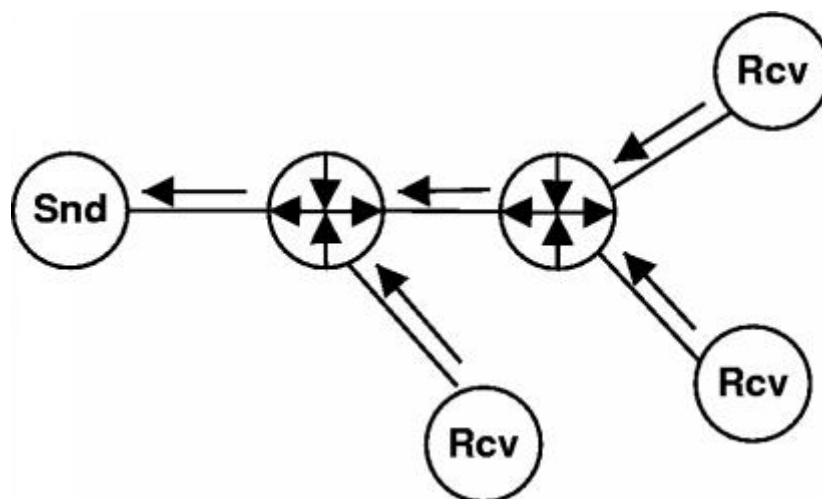
Τα μηνύματα RESV δημιουργούνται από τους παραλήπτες και περιέχουν παραμέτρους για την κράτηση των πόρων συμπεριλαμβανομένου των χαρακτηριστικών ροής και φίλτρου. Τα χαρακτηριστικά φίλτρου ορίζουν τα πακέτα στην ροή που πρέπει να χρησιμοποιηθούν από τον packet classifier. Τα χαρακτηριστικά ροής χρησιμοποιούνται από τον packet scheduler και τα περιεχόμενα του εξαρτώνται από την υπηρεσία. Τα RESV μηνύματα ακολουθούν την ακριβώς αντίστροφη πορεία από τα PATH μηνύματα δηλαδή διαδρομή από τους παραλήπτες στον αποστολέα και θέτουν τις κρατήσεις των πόρων στους κόμβους για κάθε αποστολέα. Στο σχήμα 3 απεικονίζονται τα μηνύματα RESV και PATH σε μια multicast σύνδεση όπου S είναι ο αποστολέας (source – πηγή) και H1, H2, H3 είναι οι παραλήπτες.



Σχήμα 3. Μηνύματα RESV, PATH του πρωτοκόλλου RSVP¹

Από την πλευρά του ο RSVP daemon στέλνει περιοδικά, μηνύματα ώστε να διατηρηθεί η κατάσταση της κράτησης των απαραίτητων πόρων στον κόμβο. Σε περίπτωση απουσίας των παραπάνω μηνυμάτων θα καταστραφεί η κατάσταση της διαφύλαξης των πόρων.

Οι παραλήπτες αρχικοποιούν τα αιτήματα για εξασφάλιση πόρων. Τα αιτήματα αυτά δεν χρειάζεται να ταξιδέψουν όλη την διαδρομή μέχρι τον αποστολέα. Αντί αυτού αρχίζουν να κάνουν την διαδρομή προς τον αποστολέα μέχρι να συναντήσουν ακόμα ένα αίτημα κράτησης πόρων από την ίδια πηγή τα οποία ενώνονται σε ένα. Στο σχήμα 4 παρατηρούμε πως γίνεται η ένωση των κρατήσεων πόρων σε σύνδεση ενός αποστολέα με πολλούς αποδέκτες σε δενδροειδή μορφή.



Σχήμα 4. Ένωση αιτημάτων για εξασφάλιση πόρων^C

Με την παραπάνω ένωση γίνεται φανερό το μεγάλο πλεονέκτημα του RSVP που είναι η scalability δηλαδή ένα μεγάλος αριθμός από αποδέκτες μπορεί να προστεθεί σε μια multicast ομάδα χωρίς να αυξηθεί η κίνηση σημαντικά.

Στην πραγματικότητα η διαδικασία εξασφάλισης των πόρων **δεν μεταφέρει** τα πολυμεσικά δεδομένα αλλά παρέχει την αιτούμενη ποιότητα υπηρεσίας.

Τεχνικά το RSVP είναι ένα Internet πρωτόκολλο και όχι ένα πρωτόκολλο δρομολόγησης. Το RSVP βασίζεται στο πρωτόκολλο δρομολόγησης για να βρει που θα μεταφέρει το αίτημα κράτησης των πόρων. Επιπλέον το RSVP μπορεί να συνεργαστεί με πρωτόκολλα δρομολόγησης unicast (επικοινωνία με έναν παραλήπτη) και multicast (επικοινωνία με πολλούς παραλήπτες). Το RSVP ελέγχει κάθε φορά την κίνηση στις διαδρομές των δεδομένων και βρίσκει νέες διαδρομές στο δίκτυο, στις οποίες κάνει κράτηση των πόρων.

Στο σημείο αυτό πρέπει να γίνει διαχωρισμός μεταξύ των ρολών των συσκευών ποιότητας υπηρεσίας και του RSVP ως προς τις παραμέτρους της κράτησης των πόρων. Η ρύθμιση των παραμέτρων κράτησης ώστε να επιτύχουν την αιτούμενη ποιότητα υπηρεσίας είναι δουλειά από τις συσκευές ποιότητας υπηρεσίας. Ο ρόλος του RSVP είναι η διανομή αυτών των παραμέτρων⁵.

2.1.3 Χαρακτηριστικά του πρωτοκόλλου RSVP

Ακολούθως περιγράφονται τα χαρακτηριστικά του πρωτοκόλλου RSVP

- Η ροή του RSVP είναι μονόδρομη

Το RSVP πρωτόκολλο διαχωρίζει τους αποστολείς από τους παραλήπτες. Μια RSVP κράτηση μπορεί να διατηρήσει πόρους για την ροή δεδομένων μόνο προς μια κατεύθυνση. Ουσιαστικά μια πολυμεσική μεταφορά δεδομένων χρειάζεται εξασφάλιση πόρων στο δίκτυο από τον αποστολέα προς τον παραλήπτη των δεδομένων.

- Το RSVP πρωτόκολλο υποστηρίζει multicast και unicast συνδέσεις.
Η έννοια unicast είναι η σύνδεση ανάμεσα σε ένα απλό αποστολέα και σε έναν απλό παραλήπτη πάνω σε δίκτυο. Ενώ multicast είναι η σύνδεση μεταξύ ενός απλού αποστολέα και πολλών παραληπτών.
- Το RSVP είναι προσαρμοσμένο στον παραλήπτη και μπορεί να χειριστεί ετερογενείς παραλήπτες.
Σε μια επικοινωνία μεταξύ ομάδων ετερογενών παραληπτών, οι παραλήπτες έχουν διαφορετικές χωρητικότητες και επίπεδα ποιότητας υπηρεσίας. Στην περίπτωση αυτή ο κάθε παραλήπτης είναι υπεύθυνος για να διαλέξει το δικό του επίπεδο ποιότητας υπηρεσίας, αρχικοποιώντας την κράτηση των πόρων και διατηρώντας την ενεργή όσο διάστημα είναι απαραίτητη. Οι αποστολείς διαιρούν τα δεδομένα σε ροές δεδομένων. Κάθε μία από αυτές είναι ξεχωριστή RSVP ροή με διαφορετικό επίπεδο ποιότητα υπηρεσίας. Κάθε RSVP ροή είναι ομογενείς και είναι δυνατό οι αποδέκτες να συμμετάσχουν σε μια ή περισσότερες ροές. Αυτή η προσέγγιση είναι κατάλληλη για τους ετερογενείς παραλήπτες ώστε να αιτηθούν για διαφορετική ποιότητα υπηρεσίας η οποία θα είναι προσαρμοσμένη στην χωρητικότητα τους και τις απαιτήσεις τους.
- Το RSVP πρωτόκολλο έχει μεγάλη συμβατότητα
Έχουν γίνει προσπάθειες για να τρέχει το RSVP και στα δύο πρωτόκολλα IPv4, IPv6. Το RSVP παρέχει αδιαφανή μεταφορά των μηνυμάτων traffic control και policy control για να είναι περισσότερη προσαρμόσιμη στις νέες τεχνολογίες.

2.2 RTP

2.2.1 Εισαγωγικά για το RTP

Το RTP (Real-time Transport Protocol) είναι βασισμένο στο IP πρωτόκολλο και παρέχει υποστήριξη για την μεταφορά δεδομένων σε πραγματικό χρόνο όπως βίντεο και ήχο^D. Οι υπηρεσίες που παρέχει το RTP περιλαμβάνουν time reconstruction, loss detection, security

και content identification. Το RTP έχει σχεδιαστεί για μεταδόσεις multicast από δεδομένα πραγματικού χρόνου αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε unicast. Υποστηρίζει μονόδρομη και αμφίδρομη επικοινωνία.

Το RTP πρωτόκολλο έχει σχεδιαστεί να δουλεύει σε συνεργασία με το βοηθητικό πρωτόκολλο ελέγχου RTCP το οποίο παρέχει ενημέρωση για την ποιότητα (QoS) της μετάδοσης των δεδομένων και τους συμμετέχοντες στην επικοινωνία.

2.2.2 Λειτουργία του RTP

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενα κεφάλαια το Internet είναι ένα δίκτυο που λειτουργεί με μεταφορά πακέτων τα οποία όμως μπορεί να έχουν απρόβλεπτες καθυστερήσεις. Όμως οι εφαρμογές πολυμέσων είναι πραγματικού χρόνου. Το πρόβλημα αυτό λύνεται με την βοήθεια του πρωτοκόλλου RTP που παρέχει ορισμένους μηχανισμούς για την τακτοποίηση των θεμάτων χρόνου. Δύο από αυτούς είναι το timestamping και sequence numbering. Διαμέσου αυτών των μηχανισμών τα δεδομένα μεταφέρονται σε πραγματικό χρόνο στο δίκτυο. Στην συνέχεια αναλύονται οι παραπάνω μηχανισμοί του χρόνου.

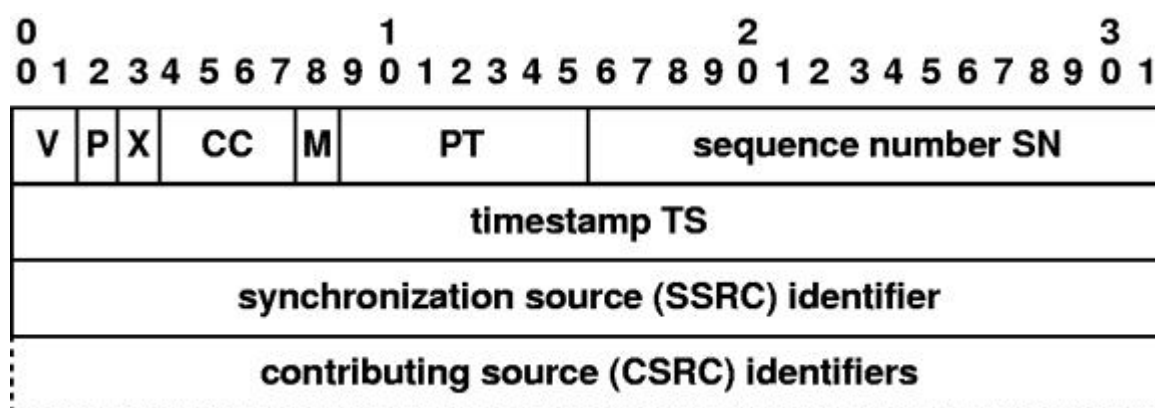
Μια πολύ σημαντική πληροφορία για τις εφαρμογές πραγματικού χρόνου είναι το timestamping (χρονοσήμανση). Ο αποστολέας θέτει timestamp σύμφωνα με το sampling instant σε κάθε RTP πακέτο. Το sampling instant πρέπει να προέρχεται από το ρολόι που αυξάνεται γραμμικά στο χρόνο. Αφού πάρει τα πακέτα δεδομένων ο παραλήπτης χρησιμοποιεί το timestamp σαν ένδειξη για να τα ανακατασκευάσει με τον κατάλληλο χρονισμό ώστε να αναπαραχθούν με την σωστή σειρά. Επιπλέον το timestamp χρησιμοποιείται στον συγχρονισμό των δεδομένων όπως δεδομένα βίντεο και ήχου στο πρότυπο MPEG. Ωστόσο το RTP δεν είναι υπεύθυνο για τον συγχρονισμό ο οποίος πρέπει να γίνει στο επίπεδο εφαρμογής.

Το πρότυπο UDP δεν διανέμει τα πακέτα με χρονική σειρά (δηλαδή τα πακέτα δεν φτάνουν στον αποστολέα με την σειρά που δημιουργούνται), επομένως διαδοχικά νούμερα (sequence number) χρησιμοποιούνται ώστε να θέσουν τα εισερχόμενα πακέτα στην σωστή σειρά. Επιπλέον αυτή η διαδικασία της αρίθμησης των πακέτων με διαδοχικά νούμερα χρησιμοποιείται για την ανίχνευση χαμένων πακέτων. Αξίζει να σημειώσουμε ότι σε ορισμένα βίντεο format, μπορεί το πλαίσιο του βίντεο να διασπάται σε αρκετά RTP πακέτα, τα οποία θα έχουν το ίδιο timestamp αφού δημιουργήθηκαν την ίδια χρονική στιγμή. Επομένως γίνεται φανερό ότι σε μερικές περιπτώσεις μόνο το timestamp δεν είναι αρκετό να βάλει τα πακέτα στην σωστή σειρά.

Άλλο ένα στοιχείο του πρωτοκόλλου RTP είναι ο τύπος payload (payload type – PT) που αναγνωρίζει την μορφοποίηση (format) payload και την κωδικοποίηση/συμπίεση των δεδομένων. Από τον τύπο payload η εφαρμογή παραλήπτης γνωρίζει πώς να αναπαράγει τα payload δεδομένα. Σε κάθε δεδομένη στιγμή μεταφοράς δεδομένων, ο RTP αποστολέας μπορεί να στείλει έναν τύπο payload, αν και ο τύπος μπορεί να αλλάξει κατά την διάρκεια της μεταφοράς των δεδομένων.

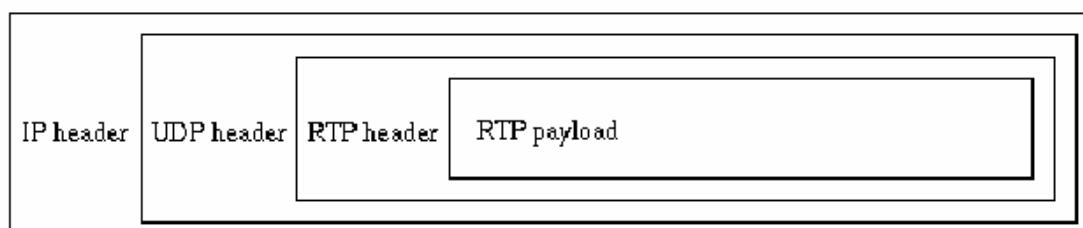
Μια άλλη λειτουργία που προσφέρει το πρωτόκολλο RTP είναι η αναγνώριση της πηγής (source identification). Αυτή η λειτουργία επιτρέπει στην εφαρμογή παραλήπτη να ξέρει από πού έρχονται τα δεδομένα. Για παράδειγμα σε μια ήχο-συνδιάσκεψη ο χρήστης μέσω της λειτουργίας αυτής μπορεί να γνωρίζει με ποιόν συνομιλεί.

Οι παραπάνω μηχανισμοί υλοποιούνται δια μέσω της επικεφαλίδας του RTP. Στο σχήμα 5 φαίνονται αναλυτικά τα περιεχόμενα κάθε bit της επικεφαλίδας. Παρατηρούμε ότι για τον τύπο payload (PT) αφιερώνονται 7 bits, για το sequence number 16bits και για το timestamp 32.



Σχήμα 5. Επικεφαλίδα RTP^E

Το σχήμα 6 δείχνει από τι αποτελείται ένα IP πακέτο που μεταδίδεται.



Σχήμα 6. RTP δεδομένα σε IP πακέτο^F

Το πρωτόκολλο RTP λειτουργεί στην κορυφή του UDP για να κάνει χρήση της πολυπλεξίας του και άλλων συναρτήσεων. Τα πιο δημοφιλή πρωτόκολλα μεταφοράς στο Internet είναι το TCP και UDP. Το TCP παρέχει συνεχόμενη σύνδεση (connection oriented) και αξιόπιστη ροή πακέτων μεταξύ δύο τερματικών. Με το UDP πρωτόκολλο υπάρχει σύνδεση (connectionless) δύο τερματικών μόνο όποτε χρειάζεται και η μεταφορά πακέτων δεν είναι αξιόπιστη. Το UDP επιλέχθηκε για πρωτόκολλο μεταφοράς στο RTP για τους παρακάτω λόγους:

Πρώτον το RTP έχει σχεδιαστεί για μεταδόσεις multicast ενώ το TCP για μεταδόσεις peer-to-peer. Δεύτερο στη μεταφορά δεδομένων σε πραγματικό χρόνο το πιο σημαντικό είναι ο χρόνος για την παραλαβή των δεδομένων και όχι η αξιοπιστία τους. Επιπλέον το TCP για την αξιόπιστη μεταφορά δεδομένων υποστηρίζει επαναεκπομπή των δεδομένων που για κάποιο λόγο δεν έφτασαν στον παραλήπτη. Η επαναεκπομπή δεν είναι επιθυμητή για ευνόητους λόγους αφού αυξάνει την συμφόρηση στο δίκτυο και τα δεδομένα που θα ξανασταλούν θα φτάσουν με καθυστέρηση στον παραλήπτη πράγμα που θέλουμε να αποφύγουμε. Σε μια βιντεοσυνδιάσκεψη μας ενδιαφέρει όπως ειπώθηκε ο χρόνος παραλαβής των πακέτων. Σε περίπτωση που χαθούν ορισμένα από τα πακέτα δεν σταματάει η σύνδεση ούτε γίνεται επαναεκπομπή τους αλλά θα συνεχιστεί η διαδικασία με χαμηλότερη αποδεκτή ποιότητα.

Γενικά τα RTP και τα RTCP πακέτα συνήθως μεταδίδονται χρησιμοποιώντας υπηρεσίες του UDP/IP. Ωστόσο έχουν γίνει σημαντικές προσπάθειες ώστε η μεταφορά τους να είναι ανεξάρτητη έτσι ώστε να μπορούν να τρέξουν και σε άλλα πρωτόκολλα όπως τα CLNP(Connectionless Network Protocol), IPX(Internetwork Packet Exchange)⁶ κ.α.

Για την εκκίνηση μιας RTP συνεδρίας (session), η εφαρμογή καθορίζει μια διεύθυνση δικτύου και ένα ζευγάρι από θύρες για RTP και RTCP. Σε μια πολυμεσική συνεδρία κάθε τύπος δεδομένων μεταφέρεται σε ξεχωριστή RTP συνεδρία με τα RTCP πακέτα τους να αναφέρουν την ποιότητα δεδομένων για την συγκεκριμένη συνεδρία. Για παράδειγμα ο ήχος και το βίντεο θα ταξιδέψουν σε ξεχωριστή RTP συνεδρία δίνοντας έτσι δυνατότητα στον παραλήπτη των δεδομένων να επιλέξει αν θα παραλάβει κάποιον τύπο δεδομένων ή όχι.

Στην συνέχεια δίνεται ένα παράδειγμα ήχο-συνδιάσκεψης μέσω του RTP. Ας υποθέσουμε πως κάθε συμμετέχων στέλνει δεδομένα ήχου σε τεμάχια των 20 ms διάρκειας. Σε κάθε μήνυμα RTP πρώτα υπάρχει η επικεφαλίδα του RTP και μετά το τεμάχιο που περιέχει τον ήχο. Στην συνέχεια το RTP μήνυμα τοποθετείται σε ένα UDP πακέτο. Η επικεφαλίδα του RTP χρησιμοποιείται για να δηλώσει το είδος της κωδικοποίησης του ήχου. Οι χρήστες στην διάρκεια της ήχο-συνδιάσκεψης μπορούν να αλλάξουν την κωδικοποίηση του ήχου. Οι πληροφορίες σχετικά με τον χρόνο και η ακολουθία αριθμών στην επικεφαλίδα RTP χρησιμοποιούνται από τους αποδέκτες για να ανακατασκευάσουν τα τεμάχια ώστε να αναπαράγονται χωρίς διακοπές κάθε 20ms.

2.3 RTCP

2.3.1 Εισαγωγικά για το RTCP

Το RTCP (Real-Time Control Protocol) είναι πρωτόκολλο **ελέγχου** της μετάδοσης των δεδομένων που σχεδιάστηκε να δουλεύει σε συνδυασμό με το RTP. Σε μια RTP συνεδρία, οι συμμετέχοντες στέλνουν περιοδικά πακέτα RTCP τα οποία μεταβιβάζουν την ποιότητα των δεδομένων παραλαβής στον αποστολέα. Υπάρχουν πέντε τύποι RTCP πακέτων που μεταφέρουν πληροφορίες ελέγχου. Οι πέντε τύποι είναι:

1. Αναφορά παραλήπτη (Receiver Report – RR): Οι αναφορές αποδέκτη δημιουργούνται από συμμετέχοντες στην επικοινωνία που δεν είναι ενεργοί αποστολείς. Αυτές οι αναφορές περιέχουν την ποιότητας λήψης των δεδομένων παραλαβής, τον αριθμό των πακέτων που χάθηκαν, timestamps για τον υπολογισμό τις καθυστέρησης ανάμεσα στον αποστολέα και στον δέκτη.
2. Αναφορά αποστολέα (Sender Report – SR): Οι αναφορές αποστολέα δημιουργούνται από ενεργούς παραλήπτες. Περιέχουν εκτός από την ποιότητας λήψης των δεδομένων παραλαβής, πληροφορίες του αποστολέα, αριθμό bytes που έχουν σταλεί κ.λ.π.
3. Περιγραφείς αποστολέα (Source Description Items – SDI): Αυτός ο τύπος RTCP πακέτου περιέχει πληροφορίες που περιγράφουν τις πηγές.
4. Πακέτο αποχαιρετισμού (BYE) : Υποδηλώνει τέλος συμμετοχής.
5. Συναρτήσεις εφαρμογής (Application specific functions – APP): Οι ειδικές συναρτήσεις εφαρμογών είναι για μελλοντική χρήση

Στο σχήμα 7 φαίνονται τρεις τύποι RTCP πακέτων.



Σχήμα 7. Τύποι RTCP πακέτων^{II}

2.3.2 Υπηρεσίες του RTCP

- Παρακολούθηση ποιότητας υπηρεσίας και έλεγχος συμφόρησης (QoS monitoring and congestion control)

Όπως έχει ειπωθεί και παραπάνω το RTCP παρέχει την ποιότητας λήψης των δεδομένων παραλαβής στον αποστολέα. Διότι από την αναφορά που παίρνει ο αποστολέας για την ποιότητα των δεδομένων παραλαβής που αυτός έχει στείλει, μπορεί να προσαρμόσει την υπόλοιπη μεταφορά. Επιπλέον με τις πληροφορίες ελέγχου μπορεί ο αποδέκτης να προσδιορίσει το είδος της συμφόρησης δηλαδή αν είναι τοπική, περιφερειακή ή καθολική. Επίσης με τις πληροφορίες ελέγχου οι υπεύθυνοι του δικτύου μπορούν να αποτιμήσουν την απόδοση του δικτύου για μετάδοση multicast.

- **Αναγνώριση αποστολέα (source identification)**
Στα RTP πακέτα δεδομένων οι πηγές τους εξακριβώνονται από ένα 32-bit αναγνωριστικό (σχήμα 5). Φυσικά αυτό το αναγνωριστικό δεν είναι βολικό για τους χρήστες. Έτσι χρησιμοποιείται ο τρίτος τύπος RTCP πακέτων που αναφέραμε το SDES που περιέχει πληροφορίες κειμένου που ονομάζονται “canonical names” και λειτουργούν ως καθολικά μοναδικά αναγνωριστικά για τους συμμετέχοντες στην συνεδρία. Τα canonical names μπορεί να περιλαμβάνουν διάφορα στοιχεία όπως όνομα χρήστη, τηλέφωνο, e-mail κ.λ.π.
- **Συγχρονισμός ανάμεσα στα μέσα (inter-media synchronization)**
Οι αναφορές (SR) του RTCP αποστολέα περιέχουν ένδειξη για δεδομένα πραγματικού χρόνου και τα RTP timestamp. Τα παραπάνω χρησιμοποιούνται για τον συγχρονισμό των μέσων (π.χ. συγχρονισμός ήχο και βίντεο)
- **Έλεγχος του αριθμού συμμετεχόντων (control information scaling)**
Περιοδικά στέλνονται στους συμμετέχοντες στην επικοινωνία RTCP πακέτα. Όταν ο αριθμός των συμμετεχόντων αυξάνεται πρέπει να υπάρχουν ενημερωμένες πληροφορίες ελέγχου που να μην προκαλούν συμφόρηση. Το RTCP είναι υπεύθυνο ώστε να εμποδίσει την συμφόρηση των πληροφοριών ελέγχου. Το RTP περιορίζει την κίνηση των πληροφοριών ελέγχου το πολύ στο 5% από όλη την κίνηση της συνεδρίας⁷.

2.4 Σύνοψη Χαρακτηριστικών RTP/RTCP

Στην μεταφορά πολυμεσικών δεδομένων πραγματικού χρόνου χρησιμοποιείται ο συνδυασμός των πρωτοκόλλων RTP/RTCP. Το RTP είναι υπεύθυνο για την μεταφορά δεδομένων σε πραγματικό χρόνο ενώ το RTCP για την παρακολούθηση και τον έλεγχο της μετάδοσης των δεδομένων.

Το RTCP πρωτόκολλο είναι υπεύθυνο για την ποιότητα υπηρεσίας και τον έλεγχο συμμόρφωσης, για την αναγνώριση αποστολέα, για τον συγχρονισμό ανάμεσα στα μέσα και τον έλεγχο του αριθμού των συμμετεχόντων.

Στην μετάδοση πολυμεσικών δεδομένων χρησιμοποιείται ξεχωριστή RTP συνεδρία για κάθε ξεχωριστό μέσο που απαιτεί μετάδοση πραγματικού χρόνου. Όλα τα μέλη της βιντεοσυνδιάσκεψης χρησιμοποιούν την ίδια διεύθυνση και ορίζουν σε αυτή μια RTP και μια RTCP θύρα.

Τα δυο πρωτόκολλα παρέχουν λειτουργικότητα και μηχανισμούς ελέγχου για την μετάδοση δεδομένων πραγματικού χρόνου^{III}, αλλά δραστηριότητες υψηλότερου επιπέδου, όπως ο συγχρονισμός, γίνονται στο επίπεδο της εφαρμογής.

2.5 RTSP

2.5.1 Εισαγωγικά για το RTSP

Το RTSP (Real-Time Streaming Protocol) πρωτόκολλο συντονίζει την αποστολή πολυμεσικών δεδομένων δια μέσου του δικτύου σε streams. Η διαδικασία streaming κόβει τα δεδομένα σε πακέτα με κατάλληλο μέγεθος για να μεταφερθούν από τον εξυπηρετητή στον πελάτη. Στην συνέχεια τα δεδομένα πραγματικού χρόνου φτάνουν στον πελάτη αποσυμπιέζονται και αναπαράγονται. Όταν αναπαράγεται το πρώτο πακέτο στον πελάτη, αποσυμπιέζεται το δεύτερο ενώ παραλαμβάνεται το τρίτο. Επομένως δε χρειάζεται να φτάσει το τέλος της μετάδοσης πακέτων για την αναπαραγωγή των δεδομένων.

Το RTSP όπως λέει και το όνομα του είναι ένα πρωτόκολλο για την μεταφορά streams σε πραγματικό χρόνο^G. Η μετάδοση των δεδομένων δεν γίνεται από το RTSP, αλλά από κάποιο άλλο πρωτόκολλο μεταφοράς. Παρέχει λειτουργίες ελέγχου από απόσταση για ήχο και για βίντεο όπως πάγωμα (pause), προώθηση προς τα εμπρός (fast forward), προώθηση προς τα πίσω (reverse), επιλογή συγκεκριμένης θέσης (absolute positioning).

Σε επίπεδα OSI το RTSP είναι ένα πρωτόκολλο επίπεδου εφαρμογής^{IV} αποτελεί συμπλήρωμα των RTP, RTCP και παρέχει υπηρεσίες streaming δια μέσου του Internet. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μεταδόσεις unicast και multicast.

2.5.2 Λειτουργία του RTSP

Πριν αρχίσουμε την παρουσίαση των λειτουργιών του RTSP θα εξηγήσουμε τις έννοιες της **Παρουσίασης** και της **Περιγραφής Παρουσίασης** τις οποίες θα

χρησιμοποιήσουμε στην συνέχεια. Παρουσίαση (Presentation) είναι μια ολοκληρωμένη ομάδα από ροές δεδομένων που συνιστά μια αυτοτελή οντότητα πολυμεσικής πληροφορίας, π.χ. μια κινηματογραφική ταινία. Η Περιγραφή Παρουσίασης (Presentation Description) περιέχει πληροφορία, για μία ή περισσότερες ροές δεδομένων πολυμέσων μέσα σε μια παρουσίαση, που περιλαμβάνει τους τρόπους κωδικοποίησης, τις διευθύνσεις στο δίκτυο και δεδομένα σχετικά με το περιεχόμενο^H.

Το πρωτόκολλο RTSP εγκαθιστά και ελέγχει streams από ήχο και βίντεο ανάμεσα στους εξυπηρετητές πολυμέσων και πελατών. Ουσιαστικά το RTSP είναι ο τηλεχειρισμός στο δίκτυο ανάμεσα στον εξυπηρετητή και στον πελάτη. Παρέχει τις ακόλουθες δυνατότητες:

- Ανάκτηση πληροφορίας από ένα εξυπηρετητή πολυμέσων. Η διαδικασία έχει ως εξής: Ο πελάτης αιτείται μία Περιγραφή Παρουσίασης και ζητεί από τον εξυπηρετητή να δημιουργήσει μια συνεδρία για να στείλει τα δεδομένα που ζητήθηκαν.
- Πρόσκληση ενός εξυπηρετητή πολυμέσων σε μια τηλεδιάσκεψη. Ο συγκεκριμένος εξυπηρετητής μπορεί να συμμετέχει στην τηλεδιάσκεψη για να καταγράψει μια Παρουσίαση η να αναπαράγει πολυμέσα.
- Προσθήκη πληροφορίας σε μια ήδη υπάρχουσα πολυμεσική Παρουσίαση. Ο εξυπηρετητής ή ο πελάτης μπορούν να ειδοποιηθούν μεταξύ τους για κάθε επιπλέον πληροφορίες που είναι διαθέσιμες.

Το RTSP λειτουργεί σαν απομακρυσμένος έλεγχος δικτύου για εξυπηρετητές πολυμέσων. Μπορεί να εγκαταστήσει και να ελέγχει μία ή περισσότερες συγχρονισμένες ροές πολυμεσικής πληροφορίας (όπως βίντεο ή ήχο) αλλά δεν μεταδίδει τις ροές αυτές (δηλαδή τα πολυμεσικά δεδομένα – αυτά μεταδίδονται από πρωτόκολλα όπως το RTP). Στο RTSP πρωτόκολλο δεν υπάρχει η έννοια της σύνδεσης. Ο εξυπηρετητής που έχει αναλάβει τη μετάδοση της streaming πληροφορίας διατηρεί μια συνεδρία με τον κάθε RTSP παραλήπτη. Κατά την διάρκεια μιας συνεδρίας ένας παραλήπτης μπορεί να ανοίξει και να κλείσει πολλές συνδέσεις προκειμένου να στείλει τα RTSP αιτήματα του στον εξυπηρετητή.

Στο RTSP, κάθε Παρουσίαση και stream πολυμέσων προσδιορίζονται από ένα RTSP URL. Ολόκληρη η Παρουσίαση και οι ιδιότητες των πολυμέσων καθορίζονται από το αρχείο της Περιγραφής Παρουσίασης. Το αρχείο αυτό μπορεί να περιέχει την γλώσσα κωδικοποίησης (encoding language), τα RTSP URLs, διευθύνσεις προορισμού, θύρες και άλλες παραμέτρους. Η Περιγραφή Παρουσίασης μπορεί να γίνει γνωστή στον παραλήπτη μέσω HTTP, email ή άλλου τρόπου.

Ο σκοπός του πρωτοκόλλου RTSP είναι να παρέχει υπηρεσίες σε stream ήχο και βίντεο όπως κάνει το http για το κείμενο και τα γραφικά. Είναι παρόμοιο σε σύνταξη και λειτουργία με το HTTP 1.1 και σκοπός του είναι οι περισσότεροι νέοι μηχανισμοί που προστίθενται στο http να μπορούν να προστεθούν στο RTSP.

Παρόλο που το RTSP και το HTTP έχουν πολλές ομοιότητες έχουν και αρκετές διαφορές. Το HTTP δεν έχει κατάσταση (stateless) ενώ το RTSP έχει κατάσταση (state) για να συντηρεί τις συνεδρίες που συσχετίζουν τα αιτήματα RTSP με stream δεδομένων. Βασικά το http είναι ένα ασύμμετρο πρωτόκολλο όπου ο πελάτης αιτείται και ο εξυπηρετητής απαντάει ενώ στο RTSP μπορούν να καταθέσουν αιτήσεις και ο πελάτης και ο εξυπηρετητής. Για παράδειγμα ο εξυπηρετητής μπορεί να αιτηθεί να θέσει της παραμέτρους της αναπαραγωγής σε ένα stream.

Στην συνέχεια αναφέρονται μερικές από τις περιπτώσεις που χρησιμοποιείται το πρωτόκολλο RTSP για την μεταφορά πολυμεσικών δεδομένων:

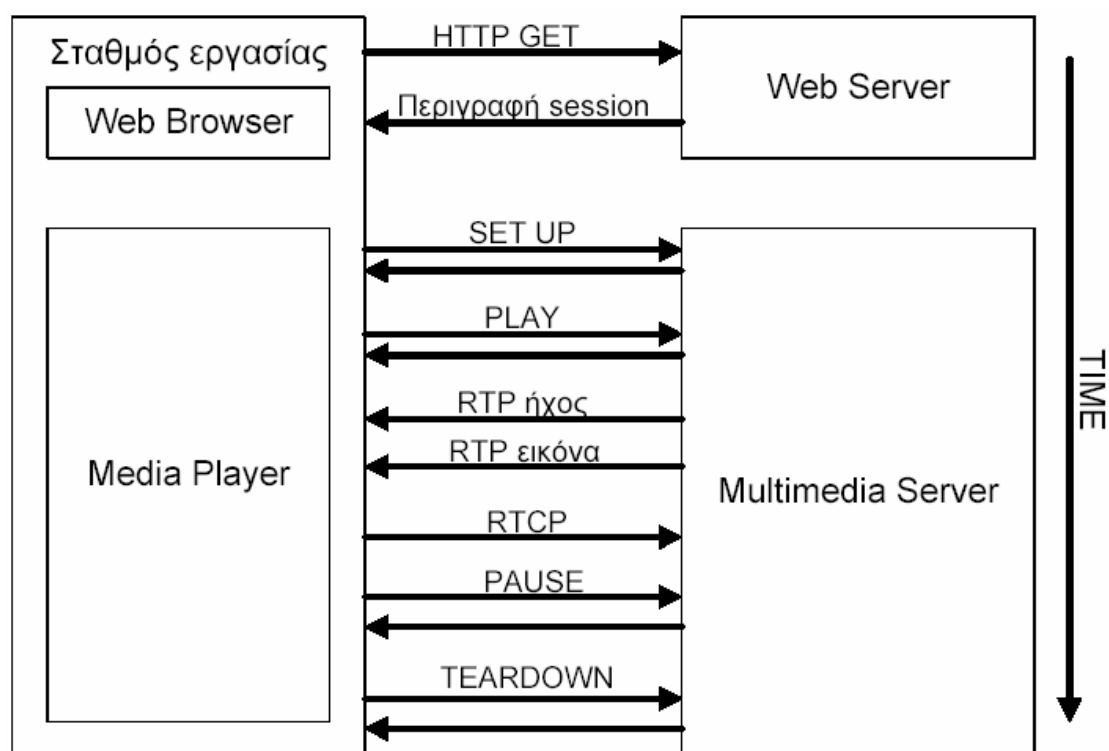
- Μετάδοση πραγματικού χρόνου αποθηκευμένων πολυμέσων (βίντεο και ήχος)
- Μετάδοση πραγματικού χρόνου ζωντανών πολυμέσων (π.χ. ραδιοφωνικοί σταθμοί)
- Μετάδοση μη πραγματικού χρόνου αποθηκευμένων πολυμέσων

Οι ακόλουθες μέθοδοι υποστηρίζουν τις υπηρεσίες και τις λειτουργίες του RTSP.

- OPTIONS: Ο παραλήπτης ή ο εξυπηρετητής λέει στην άλλη πλευρά τις παραμέτρους που μπορεί να δεχθεί.
- DESCRIBE: Ο παραλήπτης διαβάζει την Περιγραφή Παρουσίασης ενός πολυμεσικού αντικειμένου.
- ANNOUNCE: Όταν στέλνεται από τον παραλήπτη στο εξυπηρετητή, δηλώνει την Περιγραφή Παρουσίασης ενός πολυμεσικού αντικειμένου. Όταν στέλνεται από τον εξυπηρετητή στον παραλήπτη, ενημερώνει την περιγραφή σε πραγματικό χρόνο.
- SETUP: Ο παραλήπτης ζητάει από τον εξυπηρετητή να δεσμεύσει πόρους για ροή δεδομένων, και να ξεκινήσει μια RTSP συνεδρία.
- PLAY: Ο παραλήπτης ζητάει από τον εξυπηρετητή να ξεκινήσει να στέλνει δεδομένα.
- PAUSE: Ο παραλήπτης προσωρινά σταματάει την ροή δεδομένων χωρίς να ελευθερώνει τους δεσμευμένους πόρους γι' αυτή τη ροή δεδομένων στον εξυπηρετητή.

- TEARDOWN: Ο παραλήπτης ζητάει από τον εξυπηρετητή να σταματήσει την αποστολή μίας ροής δεδομένων και να ελευθερώσει τους δεσμευμένους πόρους γι' αυτή τη ροή δεδομένων.
- GET_PARAMETER: διαβάζει την τιμή μιας παραμέτρου για την παρουσίαση μίας ροής δεδομένων.
- SET_PARAMETER: Θέτει την τιμή μιας παραμέτρου για την παρουσίαση μίας ροής δεδομένων.
- REDIRECT: Ο εξυπηρετητής ενημερώνει τους παραλήπτες ότι πρέπει να συνδεθούν με ένα εξυπηρετητή σε μία άλλη τοποθεσία.
- RECORD: Ο παραλήπτης ξεκινάει να αποθηκεύει ένα κομμάτι των πολυμεσικών δεδομένων σύμφωνα με την περιγραφή παρουσίασης.

Στο ακόλουθο σχήμα φαίνονται οι παραπάνω μέθοδοι στην επικοινωνία πελάτη εξυπηρετητή. Όπως φαίνεται στο σχήμα 8 μερικές μέθοδοι μπορούν να σταλούν είτε από τον εξυπηρετητή στον πελάτη είτε από τον πελάτη στον εξυπηρετητή ενώ άλλες είναι μονόδρομες.



Σχήμα 8. Σύνδεση με RTSP πρωτόκολλα¹

3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

3.1 Ανακεφαλαίωση - Συμπεράσματα

Στην συγκεκριμένη εργασία έγινε ανάλυση των τεσσάρων πιο σημαντικών πρωτοκόλλων μεταφορά πολυμέσων στο διαδίκτυο. Περιληπτικά τα βασικά στοιχεία των τεσσάρων πρωτοκόλλων είναι:

Το RSVP πρωτόκολλο συνεργάζεται με τα κατώτερα επίπεδα τα οποία έχουν απευθείας έλεγχο στους πόρους του δικτύου. Σκοπός του είναι η εξασφάλιση πόρων στους δρομολογητές που βρίσκονται στην διαδρομή της μεταφορά δεδομένων πραγματικού χρόνου. Το πρωτόκολλο RSVP δεν μεταφέρει δεδομένα

Το RTP είναι πρωτόκολλο μεταφοράς για δεδομένα πραγματικού χρόνου. Παρέχει τα απαραίτητα μέσα όπως timestamp, sequence number κ.α. για να χειριστεί τα θέματα χρόνου στην μεταφορά των δεδομένων. Το RTP βασίζεται στο πρωτόκολλο RSVP για την εξασφάλιση των πόρων που είναι απαραίτητοι για την παροχή ποιότητας υπηρεσίας.

Το RTSP είναι πρωτόκολλο ελέγχου το οποίο αρχικοποιεί και κατευθύνει την παραλαβή των ροών των πολυμεσικών δεδομένων από τους εξυπηρετητές πολυμέσων. Ρόλος του πρωτοκόλλου RTSP είναι ο τηλεχειρισμός της μεταφοράς των δεδομένων. Η μεταφορά των δεδομένων γίνεται από άλλο πρωτόκολλο κυρίως από το RTP.

Γίνεται φανερό ότι για την μεταφορά των πολυμέσων στα δίκτυα επιλέχθηκαν πρωτόκολλα που να διατηρούν την συμβατότητα με τα υπάρχον πρωτόκολλα και τεχνολογίες. Δηλαδή τα πρωτόκολλα πολυμέσων μπορούν στην υπάρχουσα δομή του δικτύου να μεταφέρουν πολυμεσικά δεδομένα με την απαιτούμενη ποιότητα υπηρεσίας.

Αναφορές

Βιβλιογραφία

- [1]. Multimedia networking handbook 1999, James Trulove
- [2]. Multimedia communications networks technologies and services, Mallikarjun Tatipamula – Bhumip Khasnabish
- [3]. Personal Communication Networks - Practical Implementation, Alan Hadden
- [4]. Computer Networks – Architecture, Protocols, and Software, John Y. Hsu
- [5]. Communication and Computing for Distributed Multimedia Systems, Guojun Lu
- [6]. Computer Mediated Communications – Multimedia Applications, Rob Walters
- [7]. Client/Server Computing – Architecture, Applications, and Distributed Systems Management, Bruce Elbert and Bobby Martyna

Web Sites

- [A]. http://www.cis.ohio-state.edu/~jain/cis788-97/ip_multimedia/index.htm, Multimedia Over IP - RSVP, RTP, RTCP, RTSP, Chunlei Liu , Figure 1
- [B]. <http://www.syzefxis.gov.gr/gr/tech/quality.php>, Ποιότητα Υπηρεσιών, Δίκτυο Σύζευξης
- [C]. <http://www.hta-bi.bfh.ch/Projects/polyphem/documents/projectbook.html>, Multimedia over the Internet, Project Book, Biel School of Engineering and Architecture, Figure A-10
- [D]. <http://www.east.isi.edu/~csp/>, “Multimedia Streaming over IP”, Colin Perkins
- [E]. Multimedia over the Internet, [C], Figure A-5
- [F]. Multimedia over IP, [A], Figure 3
- [G] <http://www.cis.ohio-state.edu/~jain/>, Raj Jain – Professor of Computer and Information Sciences, The Ohio State University
- [H]. <http://telephonyonline.com/home/index.htm>, Multimedia over IP: A new choice?, Liza Henderson
- [I]. <http://ru6.cti.gr/bouras/>, Πρωτόκολλα Πραγματικού Χρόνου και Μετάδοση Πολυμέσων, Χρήστος Ι. Μπούρας – Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Μηχανικών Η/Υ και Πληροφορικής Πανεπιστημίου Πατρών, Slide 29

Ηλεκτρονικά άρθρα – Παρουσιάσεις

[I]. Multimedia over Internet, Arian Durrezi, The Ohio State University, Slide 9

[II]. Real Time Protocols, Tarik Cicic, University of Oslo, Slide 10

[III]. VoIP - Transmitting Voice, Mario Kolberg

[IV]. Multimedia Networking - Transport and Session Protocols for Multimedia, Dr. Ehab S. Al-Shaer, School of Computer Science & Telecommunications - DePaul University of Chicago