

Υπηρεσίες δικτύου και πρωτόκολλα για πολυμεσικές επικοινωνίες

TCP / UDP

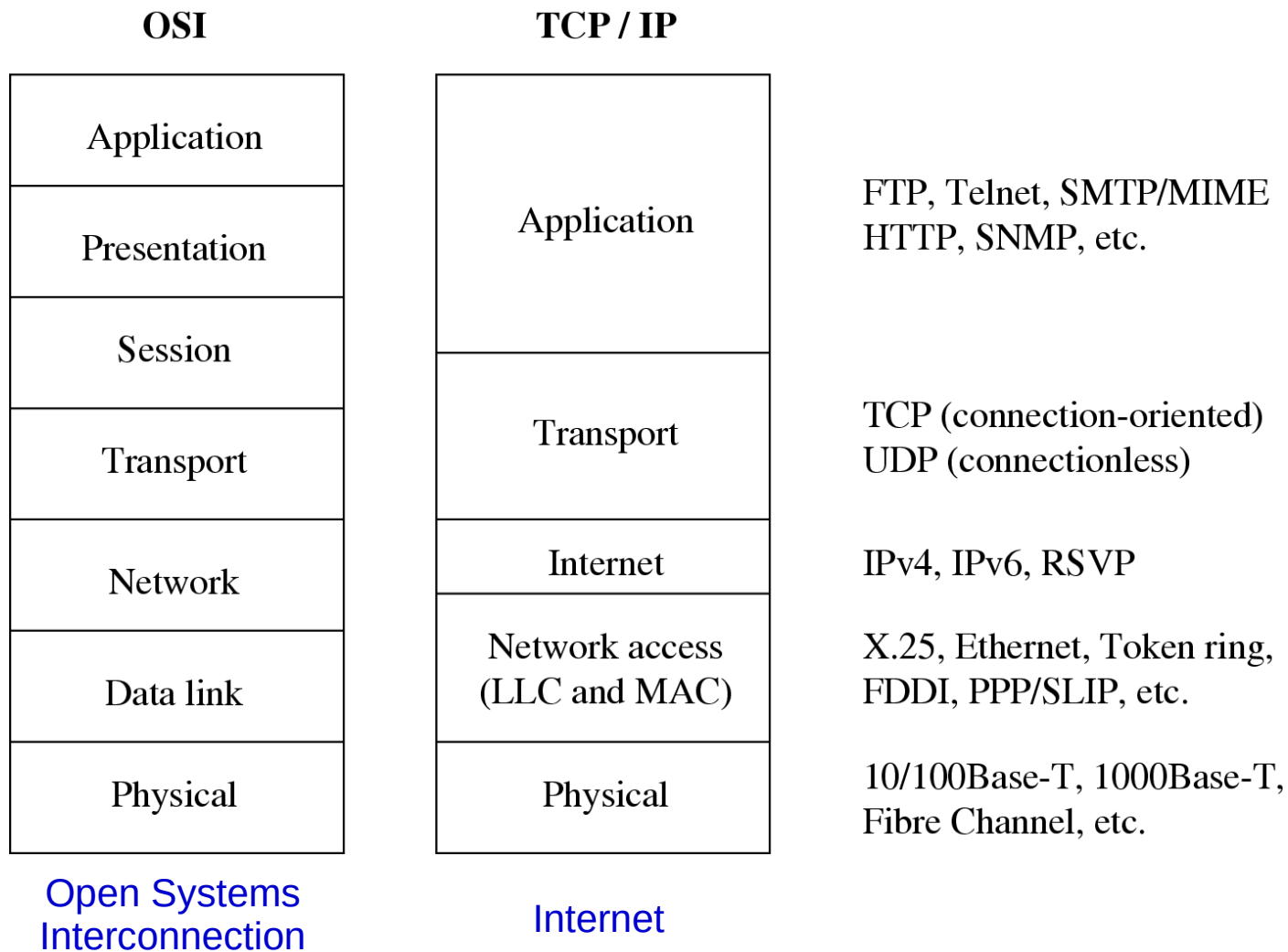
Πολυεκπομπή

Ποιότητα υπηρεσιών πολυμεσικών επικοινωνιών

Real-time Protocol

Real-time Streaming Protocol

Στρώματα πρωτοκόλλων



Στρώμα δικτύου : IP

Βασικές υπηρεσίες : απεύθυνση και διαβίβαση πακέτων

Η διαβίβαση καθοδηγείται από τους πίνακες δρομολόγησης χρησιμοποιώντας πρωτόκολλα δρομολόγησης

Μεταγωγή κυκλωμάτων (PSTN)

Μεταγωγή πακέτων

Υπηρεσία μετάδοσης πακέτων βέλτιστης προσπάθειας

Για τη μεταγωγή και τη δρομολόγηση πακέτων, είναι διαθέσιμες δύο προσεγγίσεις: datagram και εικονικό κύκλωμα.

Σε εικονικά κυκλώματα, η διαδρομή είναι προκαθορισμένη μέσω αίτησης/αποδοχής από όλους τους κόμβους κατά μήκος της διαδρομής.

Ως υπηρεσία datagram, το IP δεν έχει σύνδεση και δεν παρέχει έλεγχο από άκρο σε άκρο.

Στρώμα μεταφοράς : TCP / UDP

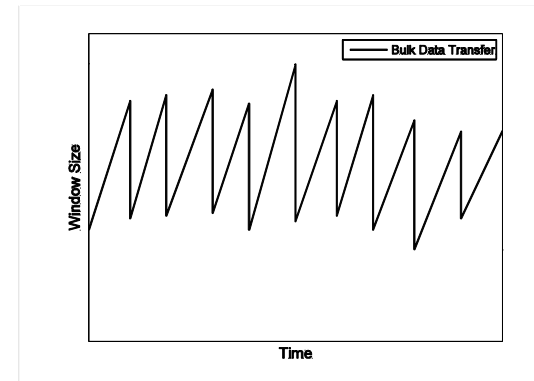
Δύο πρωτόκολλα μεταφοράς

Transmission Control Protocol (TCP) παρέχει αξιόπιστη σύνδεση ανεξάρτητα από την εφαρμογή

User Datagram Protocol, χωρίς σύνδεση και χωρίς εξασφάλιση διανομής
Αν ένα μήνυμα απαιτείται να παραδοθεί αξιόπιστα,
ο χειρισμός γίνεται από την εφαρμογή στο στρώμα εφαρμογής.

Transmission Control Protocol

0	4	8	12	16	20	24	28	31
Source Port				Destination Port				
Sequence Number								
Acknowledgement number (if ACK set)								
Data offset	Reserved		Flags		Window Size			
Checksum				Urgent pointer (if URG set)				
Option (if any)								



Κεφαλίδα πακέτου

Z.-N. Li, J. Liu and M. Drew, *Fundamentals of Multimedia*, Springer, 2nd edition, 2014

Για να διασφαλιστεί η αξιόπιστη μεταφορά, το TCP προσφέρει υπηρεσίες όπως πακετοποίησης, ελέγχου ροής, εντοπισμού σφαλμάτων, αναμετάδοσης, και επανεύρεσης της σειράς των πακέτων

Το TCP υλοποιεί επίσης ένα μηχανισμό ελέγχου συμφόρησης για την αντιμετώπιση της συμφόρησης του δικτύου, που συνεπάγεται απώλειες πακέτων

Αθροιστική αύξηση και πολλαπλασιαστική μείωση

Προβληματική λειτουργία για πολυμεσικές επικοινωνίες

User Datagram Protocol

0	4	8	12	16	20	24	28	31
Source Port				Destination Port				
Length				Checksum				

Κεφαλίδα

Z.-N. Li, J. Liu and M. Drew, *Fundamentals of Multimedia*, Springer, 2nd edition, 2014

Δεν υπάρχει συγκεκριμένη σύνδεση και δεν παρέχεται εγγύηση για την παράδοση

Ουσιαστικά, το UDP παρέχει μόνο πολυπλεξία και ανίχνευση σφαλμάτων

Δεδομένου του χαμηλού φορτίου της κεφαλίδας και της άρσης των ρυθμίσεων σύνδεσης, η μετάδοση δεδομένων UDP μπορεί να είναι ταχύτερη από το TCP. Είναι, ωστόσο αναξιόπιστη, ειδικά σε ένα κορεσμένο δίκτυο.

Η εξασφάλιση της αξιοπιστίας υλοποιείται στο στρώμα εφαρμογής.

TCP-Friendly Rate Control

Η πριονωτή συμπεριφορά του ελέγχου συμφόρησης στο TCP δεν είναι κατάλληλη για συνεχή μετάδοση (streaming) μέσω, αλλά μια ανεξέλεγκτη ροή UDP μπορεί να είναι πολύ επιθετική.

Το TFRC εξασφαλίζει σε μια ροή UDP να είναι εύλογα δίκαιη, όταν ανταγωνίζεται για το εύρος ζώνης με τις ροές TCP.

Το TFRC γενικά υλοποιείται με βάση την εκτίμηση της ισοδύναμης απόδοσης TCP κατά την ίδια διαδρομή, χρησιμοποιώντας τις παραμέτρους που είναι παρατηρήσιμες από τον αποστολέα ή τον παραλήπτη.

Πολυεκπομπή

Αποστολή σε ομάδα παραληπτών, κλειστή ή ανοικτή, δυναμικά συγκροτούμενη.

Στο περιβάλλον του Διαδικτύου, το κύριο ζήτημα για την πολυεκπομπή είναι να καθορισθεί σε ποιο στρώμα θα πρέπει να εφαρμοστεί. Προτιμότερο είναι σε όσο γίνεται υψηλότερο στρώμα. Ωστόσο σε κατώτερο στρώμα μπορεί να επιτευχθούν σημαντικά οφέλη απόδοσης που υπερκαλύπτουν το κόστος της επιπλέον πολυπλοκότητας.

Πολυεκπομπή βασισμένη στη δρομολόγηση

Το **IP Multicast** απευθύνεται σε ανοικτές ομάδες.

Πρωτόκολλο διαχείρισης ομάδων του Διαδικτύου (IGMP)

Η δρομολόγηση πολυεκπομπής γενικά βασίζεται σε ένα κοινό δέντρο:
για τους δέκτες που εντάσσονται σε μια συγκεκριμένη
ομάδα πολλαπλής διανομής, κατασκευάζεται το δέντρο διανομής.

Το **IP multicast** είναι μοντέλο χαλαρών συνδέσεων
που αντανακλά τις βασικές αρχές σχεδίασης του Διαδικτύου.
Δεδομένου ότι η τοπολογία του δικτύου είναι πιο γνωστή στο
στρώμα δικτύου, η πολλαπλή δρομολόγηση είναι πιο αποτελεσματική.

Η παροχή λειτουργιών υψηλότερου επιπέδου,
όπως ανίχνευση λαθών, έλεγχος ροής και συμφόρησης έχει αποδειχθεί
ότι είναι πιο δύσκολο από ό,τι στην περίπτωση μονοεκπομπής.
Σε γενικές γραμμές, χρησιμοποιείται το UDP (όχι TCP) σε συνδυασμό με
IP Multicast, ώστε να αποφευχθούν πάρα πολλά ACKs από δέκτες TCP.

Πολυεκπομπή μη βασισμένη στη δρομολόγηση

Το IP multicast ζητά αλλαγές στο επίπεδο των υποδομών, δηλαδή, στους δρομολογητές του δικτύου. Αυτό εισάγει υψηλή πολυπλοκότητα και σοβαρούς περιορισμούς κλιμάκωσης. Μεταφέροντας την πολλαπλή λειτουργικότητα στο στρώμα εφαρμογής μπορεί να αντιμετωπισθούν πολλά από τα προβλήματα που σχετίζονται με το IP multicast. Στις αρχιτεκτονικές που δεν βασίζονται στη δρομολόγηση, υπάρχουν αρκετές επιλογές διαμόρφωσης μια τέτοιας αρχιτεκτονικής, ορίζοντας ένα δίκτυο επικάλυψης. Ενώ οι λύσεις στο στρώμα εφαρμογής υπόσχονται ευρείες δυνατότητες, επειδή συχνά περιλαμβάνουν ένα ευρύ φάσμα αυτόνομων χρηστών, δεν μπορούν να παρέχουν τόσο καλή απόδοση και εύκολα αποτυγχάνουν.

Ποιότητα υπηρεσιών για πολυμεσικές επικοινωνίες

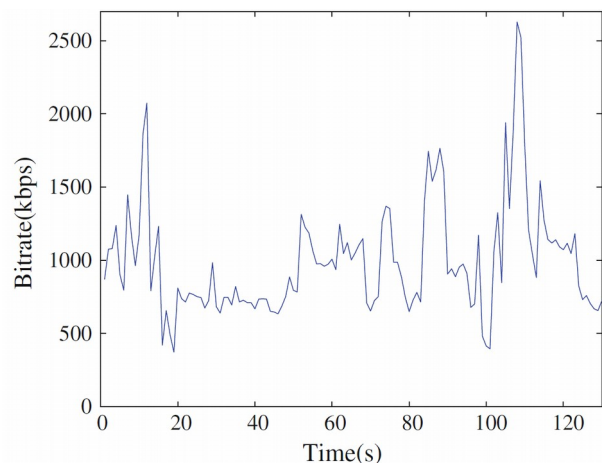
Οι προκλήσεις στις πολυμεσικές επικοινωνίες προκύπτουν από μια σειρά διακριτών χαρακτηριστικών των δεδομένων ήχου / βίντεο:

Ογκώδη και συνεχή : Απαιτούν υψηλούς ρυθμούς δεδομένων, και συχνά έχουν ένα κάτω φράγμα για την εξασφάλιση συνεχούς αναπαραγωγής.

Πραγματικός χρόνος και Διαδραστικότητα :

Επιτρέπεται μικρή καθυστέρηση στην εκκίνηση και απαιτείται συγχρονισμός μεταξύ ήχου και βίντεο, ειδικά για τα χείλη.

Διακύμανση ρυθμού : είναι απότομη και μερικές φορές εκρηκτική.



Βίντεο MPEG-4

Z.-N. Li, J. Liu and M. Drew,
Fundamentals of Multimedia,
Springer, 2nd edition, 2014

Κατηγορίες πολυμεσικών υπηρεσιών

Τυπικές εφαρμογές πολυμέσων διαφορετικών απαιτήσεων QoS:

- Η αμφίδρομη μετάδοση, με χαμηλή καθυστέρηση και μικρό τρεμόπαιγμα, ενδεχομένως με προτεραιότητα παράδοσης, όπως η φωνητική τηλεφωνία και το βίντεο.
- Αμφίδρομη μετάδοση, χαμηλή απώλεια και χαμηλή καθυστέρηση, με προτεραιότητα παράδοσης, όπως εφαρμογές ηλεκτρονικού εμπορίου.
- Μέτρια καθυστέρηση και τρεμόπαιγμα, αυστηρή σειρά και συγχρονισμός.
- Δεν υπάρχει απαίτηση πραγματικού χρόνου, όπως λήψη ή μεταφορά μεγάλων αρχείων (ταινίες).

Απαιτήσεις σε ρυθμό μετάδοσης

Εφαρμογή	Απαιτούμενος ρυθμός
Τηλεφωνία	16 kbps
Φωνητική τηλεσυνεδρίαση	32 kbps
Ήχος ποιότητας CD	128-192 kbps
Ψηφιακή μουσική (QoS)	64-640 kbps
H.261	64 kbps-2 Mbps
H.263	<64 kbps
H.264	1-12 Mbps
MPEG-1 Βίντεο	1.2-1.5 Mbps
MPEG-2 Βίντεο	4-60 Mbps
MPEG-4 Βίντεο	1-20 Mbps
HDTV (συμπιεσμένη)	>20 Mbps
HDTV (ασυμπίεστη)	>1 Gbps
MPEG-4 video-on-demand (QoS)	250-750 kbps
Βίντεο-τηλεδιάσκεψη (QoS)	384 kbps-2 Mbps

Ανοχή σε καθυστέρηση

Εφαρμογή	Μέση ανοχή σε καθυστέρηση (msec)	Μέση ανοχή σε απόκλιση (msec)
Βιντεοδιάσκεψη (64 kbps)	300	130
Συμπιεσμένη φωνή (16 kbps)	30	130
Βίντεο MPEG (1.5Mbps)	5	7
Ήχος MPEG (256 kbps)	7	9
Βίντεο HDTV (20Mbps)	0.8	1

Ποιότητα υπηρεσιών δικτύου

Το συμβατικό IP παρέχει μόνο υπηρεσίες «βέλτιστης προσπάθειας», και δεν κάνει διάκριση μεταξύ των διαφορετικών εφαρμογών. Υπήρξαν σημαντικές προσπάθειες για τη σχεδίαση δικτύων με καλύτερη ή ακόμα και εγγυημένη QoS, και μια τέτοια περίπτωση είναι το δίκτυο ATM.

Υπάρχουν δύο κοινές προσεγγίσεις.

IntServ ή ενοποιημένες υπηρεσίες, είναι μια αρχιτεκτονική που προσδιορίζει τα στοιχεία για την εξασφάλιση QoS για κάθε ροή.

DiffServ ή διαφοροποιημένες υπηρεσίες, καθορίζει ένα απλό και επεκτάσιμο μηχανισμό αναφερόμενο σε ομάδες για την ταξινόμηση και τη διαχείριση της κίνησης στο δίκτυο και για την παροχή συγκεκριμένης QoS σε διάφορες κατηγορίες ροής δεδομένων.

Έλεγχος ρυθμού μετάδοσης

Οι λειτουργίες IntServ και DiffServ έχουν εφαρμοστεί σε πολλούς από τις σημερινούς δρομολογητές Διαδικτύου.

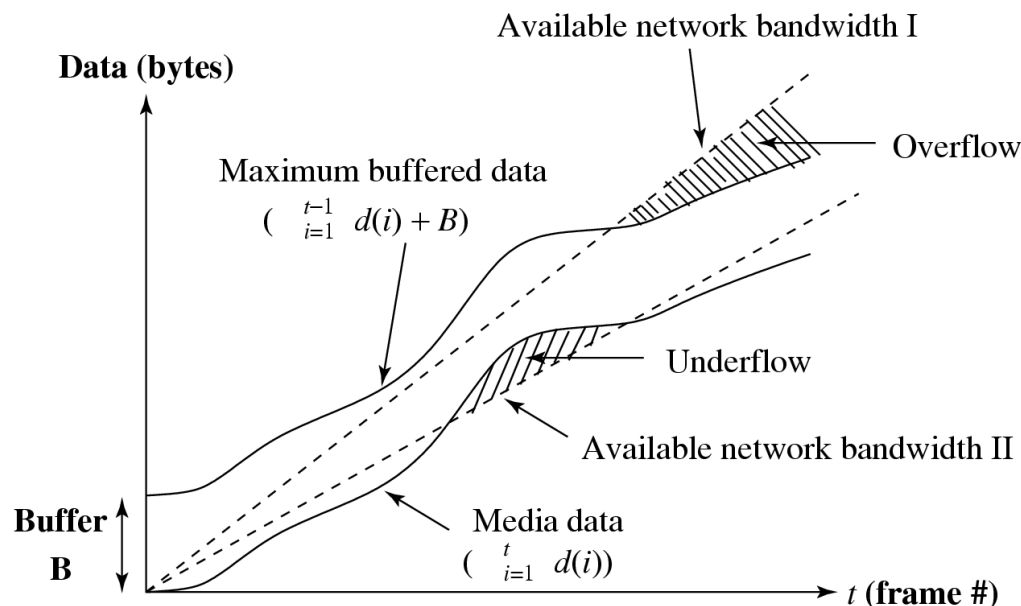
Ωστόσο, η χρήση τους σε δίκτυα ευρείας περιοχής παραμένουν περιορισμένες. Πρώτον, η πολυπλοκότητα της διατήρησης αυτών των υπηρεσιών σε δυναμικά δίκτυα μεγάλης κλίμακας μπορεί να είναι αρκετά υψηλή.

Δεύτερον, η κλίμακα και η ετερογένεια των τερματικών και των δρομολογητών του Διαδικτύου κάνει μια πλήρως εγγυημένη QoS γενικά δύσκολη.

Ως εκ τούτου, το μεγαλύτερο μέρος του χρόνου, μια εφαρμογή πολυμέσων σε Δίκτυο εξακολουθεί να απαιτεί από το υποκείμενο δίκτυο να παρέχει υπηρεσίες βέλτιστης προσπάθειας, και επομένως απαιτείται προσαρμογή και έλεγχος του ρυθμού μετάδοσης.

Διαχείριση

Για την αντιμετώπιση του μεταβλητού ρυθμού μετάδοσης και της διακύμανσης του φορτίου του δικτύου, συνήθως χρησιμοποιούνται ενταμιευτές και στα δύο άκρα, του αποστολέα και του δέκτη.



Διαχείριση

Εάν το μέσο αποστέλλεται άμεσα χωρίς ρυθμιστικούς ενταμιευτές, προς το τέλος τα δεδομένα που λαμβάνονται μπορεί είναι περισσότερα από αυτά που μπορεί να αποθηκευθούν.

Για να αντιμετωπιστεί αυτό, θα πρέπει να προαποθηκευθούν δεδομένα βίντεο ώστε να γεμίσει ο ενταμιευτής και να γίνει μετάδοση με το μέσο ρυθμό βίντεο.

Επίσης θα πρέπει κρατηθεί ο ενταμιευτής πλήρης, χωρίς να υπερβαίνει το διαθέσιμο εκτιμώμενο εύρος ζώνης.

Εάν ο ρυθμός δεδομένων είναι γνωστός εκ των προτέρων, είναι δυνατή η χρήση ενός ενταμιευτή προ-προσκόμισης πιο αποτελεσματικά για το δίκτυο.

Ο διακομιστής πολυμέσων μπορεί να προγραμματίσει το ρυθμό μετάδοσης, ώστε το μεταδιδόμενο μέσο να μπορεί να προβληθεί χωρίς διακοπή και με ελαχιστοποιημένο εύρος ζώνης.

Πρωτόκολλα μεταφοράς πολυμέσων

Κατασκευάζονται πάνω από το UDP ή το TCP.

Συνεργασία με το Διαδίκτυο βέλτιστης προσπάθειας ή με IntServ ή Diff-Serv για να παρέχεται ποιοτική μετάδοση πολυμεσικών δεδομένων.

Παροχή δυνατότητας αλληλεπίδρασης μεταξύ του διαθέτη και των δεκτών.

Το HTTP υποστηρίζει τη μετάδοση οποιουδήποτε τύπου αρχείου, δεν ειδικεύεται στα πολυμέσα.

HTTP είναι ένα πρωτόκολλο χωρίς δήλωση αιτήματος / απάντησης.

Ο Uniform Resource Identifier (URI) προσδιορίζει την πηγή.

Το HTTP χτίζεται πάνω από το TCP για να διασφαλιστεί αξιόπιστη μεταφορά δεδομένων.

Real-time Transport Protocol

Το πρωτόκολλο μεταφοράς σε πραγματικό χρόνο (RTP), έχει σχεδιαστεί για ζωντανή μετάδοση δεδομένων.

Ο σχεδιασμός του RTP χρησιμοποιεί δύο κλειδιά :

- διαχωρισμός σε πλαίσια στο επίπεδο της εφαρμογής
- ενοποίηση πολλαπλών στρωμάτων.

Το RTP εφαρμόζεται συνήθως πάνω από το UDP, για να παρέχεται αποτελεσματική (αν και λιγότερο αξιόπιστη) μετάδοση χωρίς συνδέσεις.

Υπάρχουν τρεις κύριοι λόγοι για τη χρήση του UDP αντί του TCP.

Πρώτον, το TCP είναι ένα πρωτόκολλο μεταφοράς για συγκεκριμένη σύνδεση, ως εκ τούτου είναι πιο δύσκολο να αναβαθμισθεί σε ένα περιβάλλον πολυεκπομπής.

Δεύτερον, το TCP επιτυγχάνει την αξιοπιστία του αναμεταδίδοντας χαμένα πακέτα.

ενώ στις μεταδόσεις δεδομένων πολυμέσων η απώλεια είναι ανεκτή.

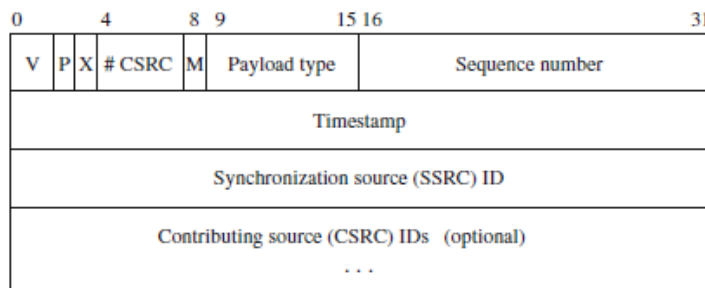
Τέλος, συχνά η δραματική διακύμανση ρυθμού στο TCP

δεν είναι επιθυμητή για συνεχή μέσα.

Real-time Transport Protocol

Το RTP εισάγει τις ακόλουθες πρόσθετες παραμέτρους στην κεφαλίδα κάθε πακέτου :

- **Payload type** δείχνει τον τύπο του μέσου και το σχήμα κωδικοποίησης.
- **Timestamp** χρονοσήμανση, ο πιο σημαντικός μηχανισμός του RTP.
- **Sequence number** συμπληρώνει τη λειτουργία της χρονοσήμανσης.
- **Synchronization source (SSRC) ID** προσδιορίζει τις πηγές των πολυμεσικών δεδομένων. Εάν τα δεδομένα προέρχονται από την ίδια πηγή, θα δοθεί η ίδια SSRC ID, έτσι ώστε να συγχρονιστούν.
- **Contributing Source (CSRC) ID** προσδιορίζει τις πηγές συνεισφοράς, π.χ. ομιλητές.



RTP Control Protocol

Πρωτόκολλο Ελέγχου RTP (RTCP) είναι ένα πρωτόκολλο σύντροφος του RTP.

Το RTCP παρέχει μια σειρά από τυπικές αναφορές:

- αναφορά δέκτη (RR) παρέχει ανάδραση ποιότητας.
- αναφορά αποστολέα (SR) παρέχει πληροφορίες σχετικά με την υποδοχή των RR, τον αριθμό των σταλθέντων πακέτων / bytes
- περιγραφή πηγής (SDES) παρέχει πληροφορίες σχετικά με την πηγή
- Bye δείχνει το τέλος της συμμετοχής
- Ειδικές λειτουργίες εφαρμογής (APP) προβλέπει την μελλοντική επέκταση νέων χαρακτηριστικών

Real-time Streaming Protocol

Το RTSP είναι ένα πρωτόκολλο σηματοδότησης για τον έλεγχο της ζωντανής ροής πολυμέσων και χρησιμοποιείται για τη δημιουργία και τον έλεγχο των συνεδριών.

Ζήτηση περιγραφής συνεδρίας

Εγκατάσταση λειτουργίας : **SETUP**

διεύθυνση IP, αριθμός θύρας, πρωτόκολλα,
και TTL (Time To Live) (πολυεκπομπή)

Ζήτηση και λήψη μέσων : **PLAY**

μετάδοση με χρήση RTP

Κλείσιμο συνεδρίας : **TEARDOWN**

