

Video On Demand Over IP

Κολόβαρης Ευθύμιος
ΜΟΠ352
efkolovak@gmail.com

Μπαλαμπάνου Χαραλαμπία
ΜΟΠ360
xarabalabanou@gmail.com

Σαλτερή Κυριακή – Μαρία
ΜΟΠ347
KMSalteri@gmail.com

Σπηλιοπούλου Ηλιάννα
ΜΟΠ358
ilibee@hotmail.com

Περίληψη

Στο παρόν άρθρο επιχειρείται η παρουσίαση της υπηρεσίας Video on Demand (VoD). Το Video On Demand παρέχεται ως υπηρεσία τόσο στα πλαίσια της καλωδιακής τηλεόρασης όσο και στα πλαίσια του IPTV. Στην παρούσα εργασία θα μελετήσουμε το Video on Demand στα πλαίσια παροχής υπηρεσιών του IPTV. Το IPTV έχει καλύτερη ποιότητα εικόνας από την απλή τηλεόραση, προσφέρει ποικιλία περιεχομένου, ευκολία πρόσβασης σε αυτό, με μια εύχρηστη και απλή διεπαφή (EPG-Electronic program guide), και πολλές άλλες δυνατότητες που το καθιστούν μια καθαρά διαδραστική εμπειρία για το χρήστη. Γίνεται παράθεση των υπηρεσιών που προσφέρονται, παράλληλα αναλύεται η αρχιτεκτονική του συστήματος καθώς και τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται. Επιπρόσθετα παρουσιάζονται οι παράγοντες – μετρικές που καθορίζουν την ποιότητα υπηρεσίας και γίνεται ανάλυση της διείσδυσης της υπηρεσίας στη διεθνή αγορά.

Λέξεις Κλειδιά

IPTV, VoD, QoS, RTP, RTCP, RTSP, IP-VoD Server, Set-top box

1.Εισαγωγή

Το όνομα IPTV προκύπτει από τα αρχικά Internet Protocol Television. Πιο συγκεκριμένα, το IPTV αποτελεί ένα σύστημα παροχής υπηρεσιών τηλεόρασης μέσω του IP Πρωτοκόλλου, δηλαδή η λήψη/ μετάδοση video/ φωνής γίνεται μέσω της μεταγωγής πακέτων. Η λειτουργία του IPTV σε αντίθεση με την καλωδιακή και τα παραδοσιακά επίγεια και δορυφορικά σήματα εκπομπής χρησιμοποιεί τις υπηρεσίες Internet. Οι υπηρεσίες που παρέχει το IPTV μπορούν να ταξινομηθούν σε 3 μεγάλες κατηγορίες:

- 1) Ζωντανή Τηλεόραση (Live television)
- 2) Ετεροχρονισμένη Τηλεόραση (time-shifted television)
- 3) Video on demand: δυνατότητα παρακολούθησης από μια λίστα αποθηκευμένων video, μη συσχετισμένα με το κανονικό πρόγραμμα των καναλιών της τηλεόρασης.

Το 1994, το World News Now του American Broadcasting Company (ABC) ήταν η πρώτη εκπομπή τηλεόρασης μέσα από το διαδίκτυο χρησιμοποιώντας το CU – SeeMe videoconferencing λογισμικό. Η επιχείρηση AudioNet ραδιοφωνικής εκπομπής, ξεκίνησε την πρώτη συνεχόμενη εκπομπή μέσω διαδικτύου.

Η Kingston Communications ένας τοπικός φορέας λειτουργίας τηλεπικοινωνιών στο Ηνωμένο Βασίλειο, το Σεπτέμβριο του

1999, παρέδωσε το KIT (Kingston Interactive Television), μία interactive υπηρεσία τηλεόρασης βασισμένη σε DSL επικοινωνίες. Τον Οκτώβριο του 2001 η ίδια επιχείρηση έδωσε στον εμπορικό κόσμο, μέσω της «Yes TV» μία Video On Demand (VoD) υπηρεσία. Η Kingston Communications ήταν μια από τις πρώτες επιχειρήσεις στον κόσμο που εισήγαγε την IPTV και την IP VoD μέσω ADSL.

Στο παρελθόν, αυτή η τεχνολογία είχε περιοριστεί από τη χαμηλή ευρυζωνική διείσδυση. Στα επόμενα χρόνια, παρόλα αυτά, η IPTV αναμένεται να αυξηθεί με τεράστιους ρυθμούς ανάλογους με τους ρυθμούς αύξησης της ευρυζωνικότητας. Πολλοί από τους σημαντικότερους παγκόσμιους προμηθευτές τηλεπικοινωνιών εξερευνούν το IPTV ως μία νέα ευκαιρία εισοδήματος από τις υπάρχουσες αγορές τους και ως ένα αμυντικό μέτρο ενάντια στην καταπάτηση των υπηρεσιών καλωδιακών τηλεοράσεων.

Η IPTV έχει δύο σημαντικές μορφές αρχιτεκτονικής: «free» και «fee based». Από τον Ιούνιο του 2006, παγκοσμίως υπάρχουν πάνω από 1.300 ελεύθερα κανάλια IPTV διαθέσιμα. Αυτός ο τομέας αυξάνεται γρήγορα και σημαντικότεροι τηλεοπτικοί εκφωνητές παγκοσμίως μεταδίδουν το σήμα ραδιοφωνικής μετάδοσής τους μέσω του Διαδικτύου. Αυτά τα ελεύθερα κανάλια IPTV απαιτούν μόνο μια σύνδεση με το Διαδίκτυο και έναν προσωπικό υπολογιστή ή HDTV που συνδέεται με έναν υπολογιστή ή ακόμα και ένα 3G κινητό τηλέφωνο. Τον Δεκέμβριο του 2005, η mariposaHD έγινε η πρώτη IPTV διαθέσιμη σε HDTV format. Οι διάφορες web portals προσφέρουν την πρόσβαση σε αυτά τα ελεύθερα κανάλια IPTV.

Το 2006, το AT&T προώθησε την υπηρεσία U-Verse IPTV. Η AT&T πρόσφερε πάνω από 300 κανάλια σε 11 πόλεις. Χρησιμοποιώντας τα πρωτόκολλα IP, το AT&T έχει χτίσει ένα ιδιωτικό δίκτυο IP αποκλειστικά για την τηλεοπτική μεταφορά.

Η τεχνολογία IPTV παρέχει επιπρόσθετες διαδραστικές (interactive) υπηρεσίες μέσω της τηλεόρασης, μία από αυτές είναι η υπηρεσία video-on-demand (VoD). Το VoD επιτρέπει στον πελάτη να περιηγηθεί σ' ένα on line πρόγραμμα ή σ' ένα κατάλογο ταινιών, να παρακολουθήσει trailers των αντίστοιχων ταινιών και στη συνέχεια να επιλέξει μία από τις προεπιλεγμένες εγγραφές. Η διάταξη του αντικειμένου που έχει επιλεγεί, ξεκινά σχεδόν ακαριαία στην τηλεόραση ή στον υπολογιστή του πελάτη.

Η διασύνδεση γίνεται ως εξής: όταν ο πελάτης επιλέξει την ταινία που επιθυμεί, μία point-to-point μοναδική σύνδεση έχει συσταθεί μεταξύ του αποκωδικοποιητή του πελάτη (set-top box ή PC) και τον διανεμητή streaming server. Συγχρόνως το VoD παρέχει στους τελικούς χρήστες την δυνατότητα να παρεμβαίνουν στην έναρξη, στον τερματισμό, στην γρήγορη προσπέλαση προς τα

εμπρός ή προς τα πίσω, την περιστασιακή παύση ή την προβολή σε αργή κίνηση του προγράμματος, λειτουργώντας όπως σε ένα VCR ή DVD σύστημα. Η ψευδαίσθηση, παρέμβασης στην λειτουργία του προγράμματος εξασφαλίζεται από το RTSP (Real Time Streaming Protocol).

Οι πιο συνηθισμένοι κωδικοποιητές που χρησιμοποιούνται για VoD είναι οι MPEG-2, MPEG-4 and VC-1.

Παράλληλα το VoD δεν σχετίζεται με την υπηρεσία επιλογής ταινιών, αλλά επιτρέπει στους τελικούς χρήστες να επιλέξουν μεταξύ των πρόσφατα απελευθερωμένων ταινιών και των ζωντανών μεταδόσεων, καθώς ο server διαθέτει μικρή αποθηκευτική ικανότητα. Στο πλαίσιο αυτό θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι διαφέρει μόνο ελάχιστα από την υπηρεσία του broadcasting ωστόσο πολλές αλλά και σημαντικές διαφορές υπάρχουν μεταξύ VoD και broadcasting. Η πιο χαρακτηριστική είναι το ότι το VoD είναι μια unicasting τεχνολογία ενώ το broadcasting είναι multicasting υπηρεσία. Με τον όρο Unicast περιγράφουμε τη διαδικασία επικοινωνίας, όπου ένα κομμάτι πληροφορίας αποστέλλεται από ένα σημείο σε ένα άλλο σημείο. Σε αυτή την περίπτωση υπάρχει μόνο ένας αποστολέας, και ένας δέκτης. Από την άλλη, Multicast είναι ο όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει την επικοινωνία, όπου ένα κομμάτι πληροφορίας αποστέλλεται από ένα ή περισσότερα σημεία σε μια σειρά από άλλα σημεία. Στην περίπτωση αυτή, μπορεί να υπάρξουν ένας ή περισσότεροι αποστολείς και οι πληροφορίες να διανέμονται σε ένα σύνολο αποδεκτών.

Το περιεχόμενο του VoD είναι συνήθως κωδικοποιημένο σε μια προσπάθεια να εξασφαλιστεί η προστασία του. Παρά το γεγονός ότι η κρυπτογράφηση των δορυφορικών και καλωδιακών τηλεοπτικών εκπομπών είναι μια παλιά πρακτική, στην τεχνολογία IPTV μπορεί αποτελεσματικά να θεωρηθεί ως μια μορφή διαχείρισης ψηφιακών δικαιωμάτων. Για παράδειγμα μία ταινία που έχει επιλέγει, μπορεί να προβάλλεται για 24 ώρες μετά την πληρωμή ενώ μετά την πάροδο του συγκεκριμένου χρονικού διαστήματος είναι μη διαθέσιμη. [1], [2]

2. Υπηρεσίες VoD

Η IPTV παρέχει ένα ευρύ σύνολο ετερογενών υπηρεσιών, οι οποίες διαφοροποιούνται σημαντικά από την παραδοσιακή ψηφιακή τηλεόραση κυρίως σε ότι αφορά τις VoD υπηρεσίες. Οι VoD υπηρεσίες βασίζονται στη ξεχωριστή μετάδοση περιεχομένου προς τον χρήστη και μόνο όταν ο ίδιος ο χρήστης έχει εκφράσει ενδιαφέρον για το περιεχόμενο αυτό. Στη συνέχεια παρουσιάζουμε τις υπηρεσίες-προγόνους των VoD υπηρεσιών, καθώς και κάποιους από τους διάφορους τύπους VoD υπηρεσιών. Στο τέλος του κεφαλαίου παραθέτουμε και τις πιο συνηθισμένες κατηγορίες χρηστών των υπηρεσιών του VoD.

2.1 Πρόγονοι των VoD υπηρεσιών

Πρόδρομοι των VoD υπηρεσιών θεωρούνται η Broadcast υπηρεσία (no-VoD) και η υπηρεσία Pay-Per-View (PPV). Η Broadcast υπηρεσία, είναι παρόμοια με την παραδοσιακή TV στην οποία ο χρήστης είναι παθητικός δέκτης και δεν έχει καθόλου έλεγχο. Από την άλλη, στην υπηρεσία Pay-Per-View οι χρήστες αφού εγγραφούν και πληρώσουν έχουν τη δυνατότητα να παρακολουθήσουν συγκεκριμένα προγράμματα για όσο αυτά διαρκούν. Γι' αυτό το λόγο αυτές οι υπηρεσίες δε είναι σαν το

λεγόμενο True Video-on-Demand (T-VoD), όπου ο χρήστης έχει τον απόλυτο έλεγχο πάνω στο πρόγραμμα που παρακολουθεί. Ο όρος T-VoD χρησιμοποιούνταν παλαιότερα, σήμερα όμως ταυτίζεται με τον όρο VoD.

2.2 IVOD (Interactive Video on Demand)

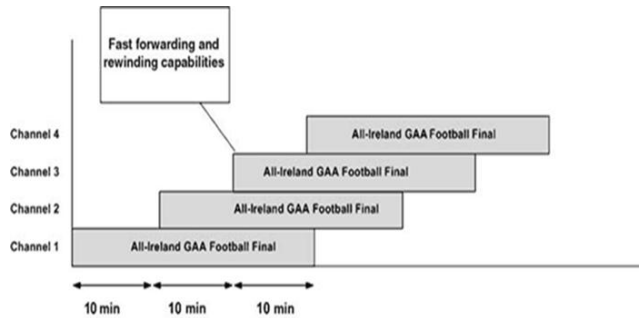
Οι διαδραστικές υπηρεσίες VoD είναι αυτές που χρησιμοποιούνται σήμερα στη ψηφιακή τηλεόραση. Το βίντεο είναι διαθέσιμο στους συνδρομητές με μια σταθερή χρέωση και για κάποιο περιορισμένο χρονικό διάστημα. Όλα τα στοιχεία βίντεο που είναι διαθέσιμα είναι ορατά στον χρήστη μέσω πλοήγησης σε ένα ηλεκτρονικό κατάλογο. Όταν ο χρήστης επιλέξει το βίντεο που επιθυμεί να παρακολουθήσει, το βίντεο διανέμεται μέσω unicast stream από τον VoD εξυπηρετητή στο set top box του χρήστη. Σε τέτοιου είδους υπηρεσίες ο χρήστης έχει στη διάθεση του πλήθος διαδραστικών λειτουργιών, όπως οι παρακάτω:

- Play/Resume : δυνατότητα εκκίνησης ενός τηλεοπτικού προγράμματος από την αρχή ή συνέχειας μετά από μια προσωρινή διακοπή του.
- Stop : δυνατότητα προσωρινής ή οριστικής διακοπής του τηλεοπτικού προγράμματος.
- Pause : δυνατότητα «παγώματος» της εικόνας.
- Jump forward : δυνατότητα μεταφοράς σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή προς τα εμπρός του τηλεοπτικού προγράμματος.
- Jump backward : δυνατότητα μεταφοράς σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή προς τα πίσω του τηλεοπτικού προγράμματος.
- Fast Forward : δυνατότητα του χρήστη να προχωρήσει προς τα εμπρός το τηλεοπτικό πρόγραμμα γρήγορα με εικόνα και ήχο.
- Slow Down : δυνατότητα του χρήστη να προχωρήσει προς τα εμπρός το τηλεοπτικό πρόγραμμα σε μια ταχύτητα μικρότερη από την κανονική με εικόνα και ήχο.
- Reverse : δυνατότητα του χρήστη να προχωρήσει προς τα πίσω το τηλεοπτικό πρόγραμμα στην κανονική ταχύτητα με εικόνα και ήχο.
- Fast Reverse : δυνατότητα του χρήστη να προχωρήσει προς τα πίσω το τηλεοπτικό πρόγραμμα γρήγορα με εικόνα και ήχο.
- Slow Reverse : δυνατότητα του χρήστη να προχωρήσει προς τα εμπρός το τηλεοπτικό πρόγραμμα σε μια ταχύτητα μικρότερη από την κανονική με εικόνα και ήχο.
- Άλλες διαδραστικές επιλογές όπως δυνατότητα να διαλέξει να δει ο χρήστης συγκεκριμένες διαφημίσεις, να μάθει πληροφορίες για τα τηλεοπτικά προγράμματα ή δυνατότητα ακόμη και αγοράς αγαθών. [2]

2.3 NearVoD (Προσεγγιστικό VoD)

Η υπηρεσία NearVoD αναφέρεται σε ένα σύστημα, στο οποίο αρχίζει το ίδιο πρόγραμμα σε διαφορετικά κανάλια με μία χρονική διαφορά μεταξύ τους (staggering time), για παράδειγμα κάθε 10 λεπτά. Η ιδέα είναι, ότι όταν ένας χρήστης χάσει την αρχή του τηλεοπτικού προγράμματος που τον ενδιαφέρει, να μπορεί να το δει και πάλι από την αρχή σε κάποιο άλλο κανάλι μετάδοσής του. Η υπηρεσία επιτρέπει στους συνδρομητές, τις λειτουργίες του fast forward και του reverse. Όταν κάποιος συνδρομητής κάνει fast forward ή reverse στην ουσία αλλάζει κανάλι και βλέπει κάποιο άλλο που έχει το ίδιο περιεχόμενο αλλά μετατοπισμένο χρονικά κάποια λεπτά. [5]

Ένα παράδειγμα ενός συστήματος NearVoD φαίνεται στην εικόνα 2.1, όπου ένας ποδοσφαιρικός αγώνας μεταδίδεται σε 4 κανάλια. Έτσι, ένας συνδρομητής μπορεί να αλλάζει κανάλια με το να κάνει reverse ή fast forward κάθε 10 λεπτά. Επίσης, ο συνδρομητής μπορεί να χρησιμοποιήσει ένα απλό μενού για να επιλέξει μια συγκεκριμένη ώρα που επιθυμεί να δει το πρόγραμμα. Την ώρα που όρισε ο συνδρομητής, το set top box συγχρονίζεται αυτόματα με το κατάλληλο κανάλι και αρχίζει να αποκρυπτογραφεί το τηλεοπτικό πρόγραμμα.



Εικόνα 2.1: Σύστημα NearVoD [38]

Ένα σύστημα NearVoD αποτελείται από έναν μεγάλο αριθμό από υποσυστήματα υλικού και λογισμικού, τα οποία χρησιμοποιούνται για να αποθηκεύουν, προγραμματίζουν και διανέμουν περιεχόμενο βίντεο. Αυτή η υπηρεσία είναι πολύ χρήσιμη σε περιπτώσεις που ένας πολύ μεγάλος αριθμός συνδρομητών επιθυμεί να παρακολουθήσει το ίδιο περιεχόμενο. Παρόλα αυτά, το NearVoD δεν απαιτεί τόσους πολλούς πόρους όσο οι υπόλοιπες υπηρεσίες VoD και πολλοί πάροχοι της IPTV το βλέπουν σαν μία εναλλακτική του VoD. Το μεγαλύτερο μειονέκτημά του είναι ότι οι χρήστες θα πρέπει να περιμένουν κάποιο διάστημα, πριν το περιεχόμενο γίνει διαθέσιμο.

2.4 Music on Demand

Οι πάροχοι υπηρεσιών VoD προσφέρουν στους συνδρομητές και το κατέβασμα μουσικής και μουσικών κομματιών, χρησιμοποιώντας την τηλεόραση. Έτσι, ο χρήστης μπορεί να αναζητήσει και να κατεβάσει τα αγαπημένα του τραγούδια από μία μεγάλη ψηφιακή βιβλιοθήκη.

2.5 Movie on Demand

Η πιο συνηθισμένη VoD εφαρμογή είναι η Movie on Demand. Με αυτή διακινείται βίντεο ποιότητας DVD, διαμέσου ενός ψηφιακού δικτύου. Φυσικά υποστηρίζεται διαδραστικός έλεγχος (με λειτουργίες όπως stop, start κτλ). Το μοντέλο του παρόχου παρέχει στον χρήστη μια λίστα με τις ταινίες που μπορεί να κατεβάσει στο set top box για να δει. Παρόμοια υπηρεσία με την Movie on Demand είναι το HDVoD (High Definition VoD), που όπως λέει το όνομα επιτρέπει στους συνδρομητές να κατεβάσουν μία πληθώρα βίντεο σε ποιότητα υψηλής ευκρίνειας για να τα δουν σε οθόνες HD ή τηλεοράσεις που να υποστηρίζουν την HD τεχνολογία.

2.6 Subscription VoD (SVoD)

Το SVoD είναι μια σχετικά νέα υπηρεσία που χρησιμοποιεί το ίδιο δίκτυο διανομής με το Movie on Demand. Όπως λέει και το όνομα, αυτή η έκδοση του VoD είναι μία συνδρομητική υπηρεσία, στην οποία οι συνδρομητές χρεώνονται μηνιαία. Αυτή η υπηρεσία παρέχει στους συνδρομητές τη δυνατότητα να δουν

μία λίστα ταινιών ή εκπομπών όποτε θέλουν αυτοί για όσο διάστημα είναι συνδρομητές. Η υπηρεσία αυτή επιτρέπει στους συνδρομητές την πρόσβαση σε πάνω από 100 προγράμματα που ενημερώνονται εβδομαδιαία. Ερευνητικά αποτελέσματα δείχνουν ότι η χρήση VoD υπηρεσιών αυξάνεται με τη συγκεκριμένη υπηρεσία. [5]

2.7 Free on Demand (FoD)

Η υπηρεσία FoD είναι παρόμοια με την SVoD με τη διαφορά ότι παρέχει στους συνδρομητές δωρεάν πρόσβαση σε μια βιβλιοθήκη περιεχομένων, που μπορεί να περιλαμβάνει τηλεοπτικά προγράμματα, ταινίες ή και μουσικά βίντεο. Η χρήση του FoD ενισχύει τους παρόχους στον ανταγωνισμό αφού είναι ένας σημαντικός λόγος επιλογής τους από τους χρήστες.

2.8 Television on Demand (ToD)

Η υπηρεσία ToD είναι η πιο σύγχρονη μέθοδος για να παρακολουθεί κανείς τηλεόραση. Υλοποιείται με την εγγραφή ζωντανά μεταδιδόμενων τηλεοπτικών προγραμμάτων. Αυτά τα εγγεγραμμένα τηλεοπτικά προγράμματα αποθηκεύονται σε μια συστοιχία διακομιστών. Μόλις αποθηκευτούν στο διακομιστή, μπορούν να τεθούν προς θέαση οποιαδήποτε στιγμή. Έτσι για παράδειγμα, ο χρήστης μπορεί να δει μια φάση σε έναν ποδοσφαιρικό αγώνα ξανά, να δει τον αγώνα από την αρχή αν έχει ήδη αρχίσει και γενικά να αλληλεπιδρά διαδραστικά με το τηλεοπτικό πρόγραμμα. Από την πλευρά του παρόχου, αυτή η υλοποίηση απαιτεί επιπλέον αποθηκευτικό χώρο και υλικό για να κωδικοποιήσει τα ψηφιακά σήματα από τις διάφορες πηγές σε πραγματικό χρόνο.

2.9 Time Shifted TV (TSTV)

Το TSTV είναι ένας συνδυασμός της κλασικής broadcast τηλεόρασης και του VoD, δηλαδή οι λειτουργίες pause, fast forward και reverse είναι διαθέσιμες για τα ζωντανά κανάλια. Στην ουσία με το που γίνεται η λειτουργία του reverse ή του pause, το περιεχόμενο του ζωντανού καναλιού που προβάλλεται εκείνη τη στιγμή αποθηκεύεται προσωρινά είτε σε ένα κεντρικό εξυπηρετητή είτε στο εξοπλισμό του χρήστη αν το set top box δίδει αυτή τη δυνατότητα.

2.10 Catch-up TV (CUTV)

Η υπηρεσία CUTV αποτελεί επέκταση της υπηρεσίας TSTV. Η συγκεκριμένη υπηρεσία παρέχει αποθήκευση ενός ζωντανού καναλιού και την παρακολούθησή του από το χρήστη σε στιγμή που εκείνος θα επιλέξει μέσα σε συγκεκριμένα χρονικά περιθώρια. Το ποια κανάλια ή ποιο μέρος του τηλεοπτικού προγράμματος θα αποθηκευτεί αποφασίζεται από τον πάροχο. Η αποθήκευση γίνεται σε έναν κεντρικό εξυπηρετητή και το περιεχόμενο φτάνει στο συνδρομητή σαν ένα unicast stream.

2.11 Push VoD

Η τεχνική Push VoD χρησιμοποιείται από διάφορους ραδιοτηλεοπτικούς φορείς και αναφέρεται σε συστήματα που δεν έχουν τη δυνατότητα παροχής υπηρεσίας VoD ή σε ραδιοτηλεοπτικούς οργανισμούς που επιθυμούν να βελτιστοποιήσουν την υποδοχή τους σε συνεχή ροή βίντεο (video streaming) με προφόρτωση (preloading) των πιο δημοφιλών περιεχομένων στη συσκευή του καταναλωτή. Σύμφωνα με την

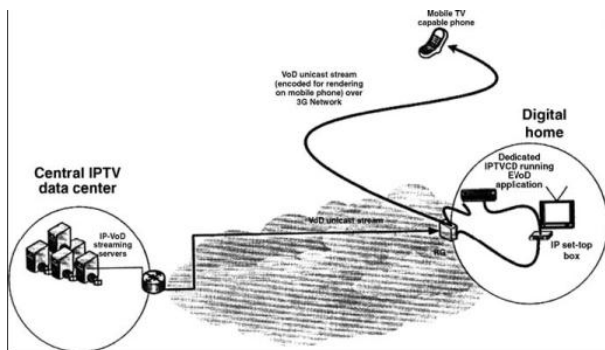
υπηρεσία Push VoD ένας VoD server αποστέλει το επιλεγμένο περιεχόμενο του βίντεο στον Personal Video Recorder (PVR).

Το PVR είναι μια ηλεκτρονική συσκευή του πελάτη (μπορεί βέβαια να είναι και ένα λογισμικό), που έχει τη δυνατότητα αποθήκευσης βίντεο σε ψηφιακή μορφή σε σκληρό δίσκο. Το PVR επιτρέπει στο συνδρομητή να αποθηκεύσει το περιεχόμενο ενός ή περισσότερων ζωντανών καναλιών και του δίδει την δυνατότητα να το παρακολουθήσει ετεροχρονισμένα σε σχέση με την ώρα που προβλήθηκε. Διακρίνεται στο client based PVR και στο Network based PVR. Η διαφορά τους είναι ότι στην πρώτη περίπτωση η αποθήκευση γίνεται στον εξοπλισμό του χρήστη (set top box), ενώ στη δεύτερη περίπτωση η αποθήκευση γίνεται σε κάποιον κεντρικό εξυπηρετητή.

Η μεταφορά βίντεο που γίνεται σε αυτή τη τεχνική πραγματώνεται συνήθως αργά το βράδυ, που δεν υπάρχει μεγάλη κίνηση στο δίκτυο. Η λογική αυτής της υπηρεσίας είναι να μειωθούν όσο γίνεται περισσότερο οι συμφορήσεις του δικτύου, όταν προσπαθούν πολλοί συνδρομητές να κατεβάσουν κάτι μαζί. Οι χρήστες μπορούν να δουν το περιεχόμενο που έχουν ζητήσει, όποτε αυτοί θέλουν και χωρίς καμία καθυστέρηση. Η ποσότητα του περιεχομένου VoD που αποθηκεύεται στο PVR εξαρτάται από την τεχνική συμπίεσης που χρησιμοποιείται και από το μέγεθος του δίσκου. Επειδή το αποθηκευμένο βίντεο καταλαμβάνει χώρο στο σκληρό δίσκο του PVR, συνήθως σβήνεται μετά το πέρας μιας εβδομάδος ώστε να δημιουργηθεί χώρος για νέο υλικό. Πρόσφατα εμφανίστηκε στην αγορά η επόμενη γενιά της υπηρεσίας Push VoD η οποία, με τη χρήση αποτελεσματικών μηχανισμών διόρθωσης σφάλματος, μπορεί να απελευθερώσει σημαντική ποσότητα του εύρους ζώνης και να αποδώσει περισσότερα από ότι ένα απλό βίντεο, όπως για παράδειγμα διαδραστικές εφαρμογές.

2.12 Extended Video on Demand (EVoD)

Σε αυτό το μοντέλο, το βίντεο περιεχόμενο στέλνεται στον εξοπλισμό του χρήστη, το οποίο στη συνέχεια κάνει εκτροπή του περιεχομένου σε μια άλλη συσκευή, σε μια άλλη τοποθεσία. Στην εικόνα 2.2 φαίνεται ένα παράδειγμα του EVoD.



Εικόνα 2.2 Μοντέλο διανομής EVoD [38]

Το set top box του χρήστη είναι συνδεδεμένο σε μια άλλη συσκευή, η οποία παίρνει την έξοδο(output) από το set top box και το κωδικοποιεί σε μια μορφή κατάλληλη για διανομή μέσω πολλών διαφορετικών τύπων ευρυζωνικών δικτύων. Στο παράδειγμα, το περιεχόμενο VoD κωδικοποιείται και στέλνεται μέσω ενός δικτύου 3G σε ένα τηλέφωνο που υποστηρίζει τη θέαση mobile TV υπηρεσιών. Αυτή η τεχνική επιτρέπει σε κινητούς συνδρομητές να βλέπουν VoD περιεχόμενο. [38]

2.13 Κατηγορίες χρηστών

Πολλοί είναι οι χρήστες των υπηρεσιών του VoD. Παρακάτω σημειώνουμε τους πιο συνηθισμένους. Αυτοί είναι:

- Μεμονωμένοι συνδρομητές: οι απλοί χρήστες VoD υπηρεσιών.
- Ξενοδοχειακές εγκαταστάσεις: πολλές μεγάλες ξενοδοχειακές εγκαταστάσεις, κυρίως στο εξωτερικό, παρέχουν NearVoD ή κάποια άλλη από τις VoD υπηρεσίες. Η εφαρμογή έγκειται στην εγκατάσταση ενός τοπικού συστήματος VoD, το οποίο παρέχει βίντεο ή παιχνίδια στην τηλεοπτική συσκευή ή στο τερματικό κάθε δωματίου, ή ακόμα και σε ειδικές κοινόχρηστες αίθουσες.
- Φορείς εκπαίδευσης: οι φορείς εκπαίδευσης μπορούν να χρησιμοποιήσουν μια τοπική εγκατάσταση VoD για την υποστήριξη μαθημάτων και σεμιναρίων. Η εγκατάσταση μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν ένα σύστημα offline εκπαίδευσης από απόσταση, με εφαρμογή σε τοπική κλίμακα.
- Ειδησεογραφικοί σταθμοί: οι ειδησεογραφικοί σταθμοί μπορούν να παρέχουν σε ιδιώτες ειδησεογραφικό δελτίο (On Line News) κατόπιν αίτησης.
- Διαφημιστικά γραφεία: τα διαφημιστικά γραφεία μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα συστήματα VoD για να συγκεντρώνουν πληροφορίες από τους καταναλωτές με κόστος πολύ μικρότερο από το συνηθισμένο. [51]

3 Αρχιτεκτονική συστημάτων VoD

Η λειτουργία ενός συστήματος VoD βασίζεται στην βιβλιοθήκη των ψηφιακών περιεχομένων που βρίσκεται σε έναν server και μπορεί να προσπελαστεί από τα Internet Protocol Television Consumer Devices (IPTVCDs) των χρηστών. Η επιλογή των VoD τίτλων από έναν συνδρομητή IPTV είναι αρκετά απλή διαδικασία. Αρχικά ο συνδρομητής επιλέγει έναν τίτλο VoD από την εφαρμογή VoD, στη συνέχεια το IPTVCD δέχεται την εντολή και στέλνει αυτή την οδηγία στο κέντρο δεδομένων του IPTV. Το σύστημα CA (Conditional Access) ελέγχει για να επιβεβαιώσει ότι ο χρήστης έχει την άδεια για να δει τον συγκεκριμένο τίτλο VoD. Μόλις η εξουσιοδότηση ολοκληρωθεί, ένα unicast ρεύμα δεδομένων βίντεο προωθείται στο πιο κοντινό κέντρο στο συνδρομητή και στην συνέχεια στο IPTVCD του. Το ρεύμα δεδομένων φθάνει στον συνδρομητή και ελέγχεται στην συνέχεια από αυτόν.

Η τεχνολογία VoD over IP συνίσταται από τέσσερα θεμελιώδη στοιχεία:

- ένα Δίκτυο Υψηλής Ταχύτητας Πρόσβασης (High-speed Access Network)
- τον Τερματικό Εξοπλισμό (Head End Equipment)
- τον Εγκατεστημένο Εξοπλισμό του πελάτη - χρήστη (Customer Premises Equipment)
- και το Middleware

3.1 Αρχιτεκτονική Συστήματος (System Architecture)

Το High-speed Access Network είναι το IP-Network όπου για την λειτουργία του συστήματος πρέπει τα Switches (δίκτυα μεταγωγής) να υποστηρίζουν το πρωτόκολλο δρομολόγησης Internet Group Management Protocol (IGMP).

Όπως προαναφέρθηκε εκτός από ένα υψηλής χωρητικότητας ευρυζωνικό δίκτυο, η ανάπτυξη ενός συστήματος IPVoD απαιτεί και τα εξής:

- IP-VoD servers

- IP-VoD πρωτόκολλα μεταφοράς

- Μία διαδραστική IP-VoD εφαρμογή

Το Head-End είναι το υλικό και το λογισμικό που καταγράφει και αποθηκεύει το περιεχόμενο, καθώς κάνει και τη διαχείριση των υπηρεσιών για τους συνδρομητές. Οι αποκωδικοποιητές (set-top-box) για τις τηλεοράσεις των χρηστών είναι επίσης αναγκαίοι. Το Head-End κατέχει νευραλγικό ρόλο και περιλαμβάνει τα εξής στοιχεία:

- DVB to IP Gateway

IP Gateway είναι η συσκευή που λαμβάνει δορυφορικό, καλωδιακό, ή επίγειο τηλεοπτικό σήμα και το μεταδίδει σε ένα δίκτυο IP σε multicast μορφή.

- Middleware

Το Middleware είναι το κεντρικό τμήμα του συστήματος IPTV καθώς συνδέει το IP set-top-box με το IPTV head-end και καθορίζει το περιβάλλον του χρήστη και το σύνολο των διαθέσιμων υπηρεσιών που θέλουμε να έχει. Στην πραγματικότητα, το Middleware συντονίζει σχεδόν τα πάντα σε ένα σύστημα IPTV.

- Billing System

Το Billing System είναι για την τιμολόγηση των χρηστών.

- VoD/nVoD Server

Αυτή η μονάδα του διακομιστή είναι απαραίτητη για την παροχή των υπηρεσιών Video on Demand. Η συσκευή περιέχει αποθήκευση υλικού με βιβλιοθήκη πολυμέσων. Το περιεχόμενο από τη βιβλιοθήκη παρέχεται κατόπιν αιτήματος του συνδρομητή.

- TVoD/Time Shifted TV Server

Για την παροχή υπηρεσιών όπως η τηλεόραση κατά παραγγελία και η Time-Shifted TV, θα πρέπει να έχετε επίσης μια ξεχωριστή μονάδα διακομιστή που θα καταγράφει τα επιλεγμένα κανάλια TV και μεταδίδονται τη στιγμή που θέλει ο συνδρομητής.

- Conditional Access System (CAS)

Αυτό είναι ένα προαιρετικό στοιχείο του συστήματος IPTV. Προστατεύει το περιεχόμενο, απαιτώντας κλειδιά πρόσβασης. Ο χειριστής μπορεί να διαχειριστεί την πρόσβαση για μεμονωμένους συνδρομητές.

Ο Εξοπλισμός του χρήστη περιλαμβάνει τα εξής στοιχεία:

- IPTV PC Client

Υπάρχει το λογισμικό που επιτρέπει στους χρήστες να έχουν πρόσβαση στις υπηρεσίες IPTV από τον προσωπικό υπολογιστή. Χρησιμοποιώντας το IPTV οι συνδρομητές μπορούν να παρακολουθούν τηλεοπτικά κανάλια και να έχουν πρόσβαση σε όλες τις πρόσθετες υπηρεσίες IPTV.

- Set-top boxes

Οι αποκωδικοποιητές (STB) απαιτούνται για την πρόσβαση στις υπηρεσίες IPTV στην οθόνη της τηλεόρασης. Είναι ο συνδετικός κρίκος μεταξύ του Middleware και της τηλεόρασης. Ένα set-top box λαμβάνει το σήμα μέσω του δικτύου IP και το μετατρέπει σε εικόνα. [5]

3.1.1 IP-VoD servers

Εκτός από τις πολλές διαδικασίες που γίνονται στα κέντρα δεδομένων IPTV, όπως η κωδικοποίηση, η πολυπλεξία, και η διαμόρφωση των δεδομένων, ένας αριθμός servers υψηλής

χωρητικότητας, είναι εγκατεστημένοι για τη διανομή των IP-VoD υπηρεσιών σε όλα τα set top boxes των χρηστών. Η κύρια λειτουργία αυτών των VoD servers είναι να λαμβάνουν και να στέλνουν το VoD περιεχόμενο, μέσω ενός δικτύου διανομής, στα set top boxes των χρηστών.

Οι IP VoD servers είναι δημιουργημένοι με ηλεκτρονικά και υπολογιστικά μέρη, όπως οι υπολογιστές. Έχουν μεγάλη επεξεργαστική ισχύ, γρήγορα συστήματα εισόδου/εξόδου (I/O systems) και τεράστιο αποθηκευτικό χώρο. Τα τελευταία χρόνια, οι τιμές τους έχουν πέσει αρκετά, ενώ τα χαρακτηριστικά τους συνεχώς αναβαθμίζονται. Ένας VoD server, όπως και ένας συνηθισμένος server, περιλαμβάνει τροφοδοτικά, σκληρούς δίσκους, και πολλές CPU. Λαμβάνει δεδομένα VoD από πολλές πηγές περιεχομένων και μπορεί να διαχειρίζεται πολλά διαφορετικά format δεδομένων, όπως MPEG-2, H.264/AVC και VC-1. Με μια έξοδο Gigabit Ethernet επικοινωνεί με το δίκτυο πρόσβασης.

Ο server περιέχει μια μεγάλη βάση δεδομένων από ταινίες και τηλεοπτικά προγράμματα. Ο server δέχεται αιτήματα για συγκεκριμένα δεδομένα βίντεο από τα set top boxes των χρηστών, βρίσκει στη συνέχεια το βίντεο που ζητείται και το στέλνει στο set top box του χρήστη για να το δει. Δεδομένα τα οποία υπάρχουν αποθηκευμένα στους VoD servers είναι: ταινίες, μουσικά βίντεο, επεισόδια σειρών, καρτούν και παιδικές σειρές, δελτία ειδήσεων τοπικά και διεθνή, δελτία καιρού, διαφημίσεις, αθλητικά, αθλητικές εκπομπές, και άλλα.

Το μέγεθος και οι δυνατότητες των περισσότερων VoD servers ποικίλλει, ανάλογα με τον πάροχο. Παρόλα αυτά, οι περισσότεροι VoD servers υποστηρίζουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Προχωρημένες δυνατότητες streaming. Το streaming περιλαμβάνει τη λήψη του περιεχομένου και τη μεταφορά του στον εσωτερικό δίαυλο του server, και την προώθησή του στο δίκτυο διανομής IP. Αυτή η διαδικασία έχει βελτιστοποιηθεί στους VoD servers.
- Ευκαμψία του συστήματος. Η ευκαμψία του λογισμικού και του υλικού των VoD servers είναι απαραίτητη, ώστε να υπάρχει γρήγορη επαναφορά του συστήματος από σφάλματα κι αυτό γιατί η υπηρεσία VoD θα είναι διαθέσιμη 24 ώρες το 24ωρο. Επίσης τυχόν σφάλματα, θα πρέπει να διαχειρίζονται αποτελεσματικά χωρίς να επηρεάζουν την απόδοση της υπηρεσίας στους συνδρομητές.
- Μεγάλο αποθηκευτικό χώρο. Οι εξελιγμένοι VoD servers πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να αποθηκεύουν εκατοντάδες terabytes ψηφιακού περιεχομένου.
- Έλεγχο, Εποπτεία. Το λογισμικό του server πρέπει να μετράει την απόδοση του συστήματος και να κρατάει στατιστικά στοιχεία, καθώς και να ειδοποιεί για τυχόν σφάλματα ή όταν δεν επιτυγχάνονται τα επιθυμητά επίπεδα απόδοσης.
- Ικανότητα ταυτόχρονης διαχείρισης πολλών ρευμάτων δεδομένων. Πολλοί χρήστες ταυτόχρονα μπορεί να στέλνουν αιτήσεις προς τους VoD servers για διάφορα ρεύματα δεδομένων. Αρα οι VoD servers πρέπει να μπορούν να διαχειρίζονται ταυτόχρονα όλες αυτές τις αιτήσεις και όλα αυτά τα ρεύματα δεδομένων.
- Πολλά format δεδομένων. Οι VoD servers πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να διαχειριστούν πολλά format

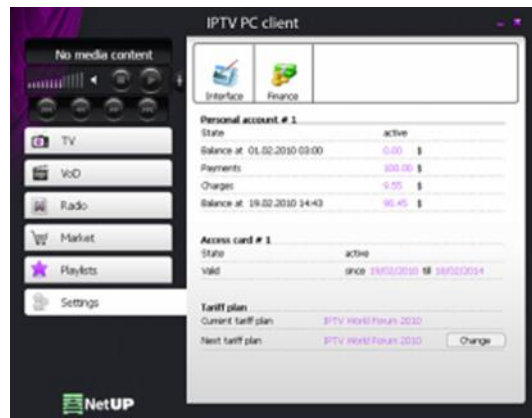
δεδομένων, όπως MPEG-2, VC1 και H.264/AVC σε ένα ευρυζωνικό δίκτυο διανομής.

- Διαλειτουργικότητα. Ο video server συνεργάζεται με πολλά άλλα μέρη του υλικού του δικτύου, όπως:
- Το σύστημα χρεώσεων που χρεώνει τους συνδρομητές για κάθε ενοικίαση ή αγορά.
- Τα συστήματα CA (Conditional access) και DRM (digital rights management) που προστατεύουν το αποθηκευμένο περιεχόμενο.
- Τους κωδικοποιητές που κωδικοποιούν και συμπιέζουν το ψηφιακό περιεχόμενο.
- Εγγραφή του περιεχομένου σε πραγματικό χρόνο. Οι πιο σύγχρονοι VoD servers μπορούν να συλλάβουν, και να γράψουν το ζωντανό περιεχόμενο τηλεόρασης μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα.

Η αρχιτεκτονική του υλικού ενός VoD server αποτελείται από 4 κύρια μέρη, τον αποθηκευτικό χώρο, τον επεξεργαστή και τη μνήμη, τη διασύνδεση του δικτύου, και το λογισμικό. Η αλληλεπίδραση μεταξύ τους περιλαμβάνει τα εξής: Το on demand περιεχόμενο αρχειοθετείται από το υποσύστημα αποθήκευσης και μόλις σταλεί μια αίτηση για ένα αρχείο βίντεο, το αρχείο αυτό λαμβάνεται από το υποσύστημα επεξεργασίας και μνήμης. Στη συνέχεια το υποσύστημα του δικτύου, πακετάρει τα δεδομένα βίντεο είτε σε Asynchronous Transfer Mode cells (**ATM cells**: το κελί ATM είναι η βασική μονάδα της μεταφοράς πληροφοριών στη B-ISDN ATM επικοινωνία. Το κύτταρο αποτελείται από 53 bytes. Πέντε από τα bytes συνθέτουν το πεδίο της κεφαλίδας και τα υπόλοιπα 48 bytes αποτελούν το πεδίο πληροφοριών χρήστη) είτε σε πακέτα IP και τα στέλνει στο δίκτυο. Το υποσύστημα του λογισμικού είναι υπεύθυνο για τη διαχείριση όλης της διαδικασίας



(α)



(β)

Εικόνα 3.1 (α) Set-top box (STB) με android (β) IPTV στον υπολογιστή του χρήστη-πελάτη [5]

3.1.1.1 Αποθηκευτικός χώρος

Οι Video servers χρησιμοποιούνται ως η κεντρική αποθηκευτική πηγή για τις υπηρεσίες VoD. Οι ανάγκες για ολόένα και μεγαλύτερο αποθηκευτικό χώρο μεγαλώνουν, αφού τα δεδομένα γίνονται ολόένα και περισσότερα με την προθήκη περισσότερων μουσικών αρχείων και βίντεο. Έτσι τα αποθηκευτικά συστήματα μεγαλώνουν και αποθηκεύουν τα δεδομένα σε βιβλιοθήκες βίντεο. Υπάρχουν 3 κατηγορίες συστημάτων αποθήκευσης που χρησιμοποιούνται από τους VoD servers: μηχανικοί σκληροί δίσκοι, δίσκοι SSMD (solid-state memory disks) και υβριδικές λύσεις (που συνδυάζουν και τα 2 συστήματα).

3.1.1.2 Επεξεργαστής και μνήμη

Στους VoD servers χρησιμοποιούνται δυνατοί επεξεργαστές, πάντα στην τελευταία λέξη της τεχνολογίας για να μπορούν να ανταποκρίνονται στις αυξημένες απαιτήσεις της πρόσβασης και της διανομής των ρευμάτων βίντεο. Ο αριθμός των επεξεργαστών εξαρτάται από το πόσο μεγάλο θα είναι το ρεύμα δεδομένων βίντεο που θα διακινείται στο σύστημα. Εκτός από τους επεξεργαστές, ο video server θα έχει και ένα σύστημα μνήμης, όπου συνήθως είναι μνήμη RAM, για να παρέχει προσωρινή αποθήκευση των δεδομένων και ένα χώρο cache για τα δεδομένα.

3.1.1.3 Διασύνδεση του δικτύου

Παλιότερα, οι VoD servers χρησιμοποιούσαν διασυνδέσεις, όπως DVB και ATM για την μεταφορά των συμπιεσμένων ρευμάτων δεδομένων στο δίκτυο. Επειδή όμως, οι απαιτήσεις για χωρητικότητα αυξήθηκαν, αυτές οι διασυνδέσεις αντικαταστάθηκαν με τις διασυνδέσεις GigE και 10 GigE. Μία διασύνδεση GigE μπορεί να υποστηρίξει ρυθμούς μετάδοσης της τάξης των 1000 megabits ανά δευτερόλεπτο και μπορεί να μεταφέρει ταυτόχρονα 240 ρεύματα δεδομένων βίντεο MPEG-2 με έναν μέσο ρυθμό μετάδοσης 3.8 Mbps. Μια διασύνδεση ASI (Asynchronous serial interface) θα μπορούσε να μεταφέρει μόνο 40 τέτοια ρεύματα δεδομένων. Αυτό το επιπλέον bandwidth δίνει πολλές δυνατότητες στους διαχειριστές του δικτύου.

3.1.1.4 Το υποσύστημα του λογισμικού

Το σύστημα του λογισμικού ελέγχει και βελτιώνει ολόκληρη τη διαδικασία της αποστολής των ρευμάτων δεδομένων βίντεο. Διάφορες τυπικές διαδικασίες που εκτελεί το λογισμικό είναι:

- Διαχείριση των ψηφιακών ρευμάτων δεδομένων.

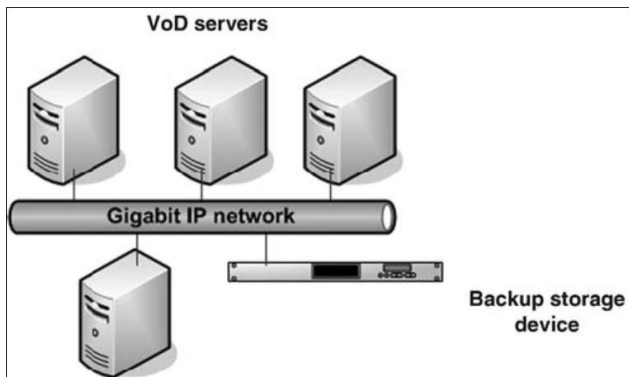
- Ανανέωση του ψηφιακού περιεχομένου.
- Διαχείριση της αντιγραφής των ψηφιακών ρευμάτων. (τα ρεύματα που αντιγράφονται και στέλνονται σε πολλούς χρήστες ταυτόχρονα).
- Διαχείριση των μεταδεδομένων. (όνομα παραγωγού, περιγραφή, έτος, διάρκεια ταινίας, και άλλα).
- Διαχείριση πρόσβασης στα ψηφιακά δεδομένα.
- Σύνδεση και συνεργασία με τα set top boxes των χρηστών.

3.1.1.5 Αρχιτεκτονικές Video Server

Όσο αυξάνουν οι απαιτήσεις σε χωρητικότητα και η ζήτηση για ολοένα και περισσότερο on demand περιεχόμενο, ένα σύστημα VoD δεν μπορεί να εξυπηρετηθεί με έναν μόνο VoD server. Για αυτό και κρίνεται επιτακτική η ανάγκη για την προσθήκη περισσότερων VoD servers στο δίκτυο. Έτσι λοιπόν, περισσότεροι servers θα μπορούν να ικανοποιούν τα αυξημένα αιτήματα που θα φθάνουν σε αυτούς από τα IPTVCDs των χρηστών. Η τοποθέτηση αυτών των VoD servers μπορεί να γίνει είτε κεντρικά, στο κέντρο δεδομένων του IPTV, είτε κατακεντρωμένα.

Κεντρική τοποθέτηση. Μια λύση για τη διανομή του IP βίντεο περιεχομένου σε ένα δίκτυο, είναι να τοποθετηθούν όλοι οι video servers σε μια κεντρική τοποθεσία, όπως είναι το κέντρο δεδομένων του IPTV. Από την τεχνική σκοπιά, αυτή η αρχιτεκτονική τοποθετεί τους video servers σε μια συστοιχία. Αυτοί οι servers είναι συνδεδεμένοι πάνω σε έναν κοινό δίαυλο διπλής κατεύθυνσης Fast Ethernet ή Gigabit Ethernet και έτσι επικοινωνούν μεταξύ τους. Αυτός ο δίαυλος τους επιτρέπει να επικοινωνούν μεταξύ τους γρήγορα και να ανταλλάζουν δεδομένα σε πολύ μεγάλες ταχύτητες. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται μια τέτοια αρχιτεκτονική.

Αυτό το διάγραμμα δείχνει 4 servers οι οποίοι επικοινωνούν με ένα Gigabit switch. Αυτή η διεπαφή, τους επιτρέπει να ανταλλάσσουν δεδομένα σε πολύ υψηλές ταχύτητες. Οι servers αυτοί αντιμετωπίζονται από τα εξωτερικά συστήματα ως ένα υπολογιστικό σύστημα το οποίο διανέμει ρεύματα δεδομένων VoD. Έτσι, όταν φτάσει μια αίτηση στην συστοιχία, για αναπαραγωγή ενός αρχείου, κάποιος από τους servers θα την εξυπηρετήσει (ανάλογα ποιος είναι διαθέσιμος) και θα στείλει το περιεχόμενο βίντεο στο δίκτυο.



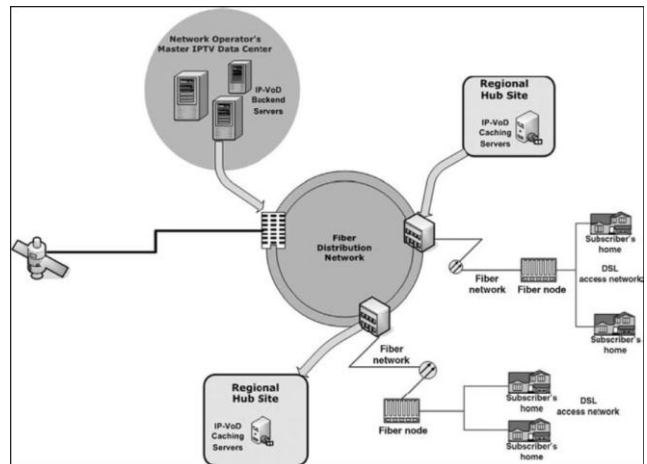
Εικόνα 3.2 Κεντρική τοποθέτηση VoD servers [38]

Τα πλεονεκτήματα της κεντρικής τοποθέτησης των servers είναι ότι έτσι διευκολύνεται η διαχείριση του βίντεο περιεχομένου, βελτιώνεται η ανοχή στις βλάβες, καθώς και η διαθεσιμότητα του συστήματος VoD. Το κύριο μειονέκτημα είναι ότι το βάρος πέφτει στο δίκτυο. Για αυτό εταιρίες που επιλέγουν αυτό τον τύπο αρχιτεκτονικής πρέπει να έχουν ένα δίκτυο με μεγάλη χωρητικότητα σε bandwidth για να υποστηρίξει τη διανομή του βίντεο στα set top box των χρηστών.

Κατακεντρωμένη τοποθέτηση. Επειδή η δημοτικότητα της high definition τηλεόρασης και των on demand υπηρεσιών ολοένα αυξάνεται, κάποιοι πάροχοι άρχισαν να υιοθετούν κατακεντρωμένη αρχιτεκτονική βίντεο. Σε αυτή την αρχιτεκτονική, υπάρχουν κάποιοι VoD servers στο κέντρο δεδομένων του IPTV και γίνεται και εγκατάσταση κάποιων επιπλέον VoD servers σε άλλες απόμακρες περιοχές, πιο κοντά στους συνδρομητές.

Οι κατακεντρωμένοι VoD servers χρησιμοποιούνται συνήθως για να παρέχουν υπηρεσίες caching για περιεχόμενο on demand το οποίο ζητείται συχνά από τους συνδρομητές. Με αυτή την τεχνική, του τοπικά αποθηκευμένου βίντεο περιεχομένου, μειώνονται οι απαιτήσεις για bandwidth από το δίκτυο.

Ένα παράδειγμα τέτοιας κατακεντρωμένης αρχιτεκτονικής φαίνεται στην παρακάτω εικόνα, όπου κάποιοι κεντρικοί VoD servers τροφοδοτούν τους τοπικούς caching servers σε διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές. Τα IPTVCDs των χρηστών συνδέονται σε αυτούς τους τοπικούς servers και λαμβάνουν το βίντεο περιεχόμενο κατευθείαν από αυτούς. Αν το περιεχόμενο δεν είναι διαθέσιμο στον τοπικό VoD server, τότε το αίτημα του IPTVCD στέλνεται σε μια άλλη κοντινή συστοιχία από VoD servers, αλλιώς στέλνεται στο κέντρο δεδομένων του IPTV, στους κεντρικούς VoD servers.



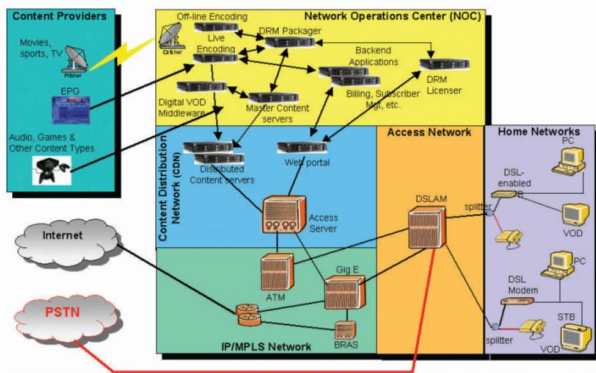
Εικόνα 3.3 Κατακεντρωμένη τοποθέτηση VoD servers [38]

IP VOD πρωτόκολλα μεταφοράς

Οι IP VoD servers χρησιμοποιούν τα πρωτόκολλα Real-time Transport Protocol (RTP) και Real-time Control Protocol (RTCP) για να μεταδώσουν τα δεδομένα βίντεο σε ένα IPTVCD. Το Real-time Control Protocol (RTCP) χρησιμοποιείται για να ελέγξει αυτά τα ρεύματα δεδομένων. Παρακάτω (κεφάλαιο 4) γίνεται παρουσίαση αυτών των πρωτοκόλλων τα οποία χρησιμοποιούνται σε μια υποδομή IPTV.

Εφαρμογή πελάτη IP-VoD

Η υλοποίηση ενός συστήματος VoD, όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, βασίζεται σε ένα μοντέλο διακομιστή-πελάτη (server-client model). Αυτό σημαίνει ότι πραγματοποιείται μια αφιερωμένη point to point σύνδεση μεταξύ του IPTVCD και του κέντρου δεδομένων του IPTV. Έτσι λοιπόν, για να λειτουργήσει το IPTVCD μαζί με το κέντρο δεδομένων του IPTV, πρέπει να έχει μια εφαρμογή πελάτη VoD, η οποία να είναι κατάλληλη και να λαμβάνει τα ρεύματα δεδομένων VoD. Η εφαρμογή αυτή διαφέρει από πάροχο σε πάροχο και παρουσιάζει στον πελάτη ένα μενού από τα διαθέσιμα βίντεο ή ταινίες που υπάρχουν, καθώς και τις περιγραφές τους. Ο πελάτης μέσα από αυτό το μενού, επιλέγει την ταινία που θέλει να δει. Μια εφαρμογή αυτής της client εφαρμογής μπορεί να υλοποιηθεί μέσα σε έναν ενσωματωμένο HTML browser. Πλέον να σημειωθεί ότι αυτή η εφαρμογή έχει πλέον γίνει ένα με την εφαρμογή που ο χρήστης επιλέγει ποιο multicast κανάλι θα δει και γενικά αυτή η εφαρμογή ονομάζεται Electronic Program Guide (EPG) και αποτελεί το διαδραστικό πρόγραμμα που φαίνεται στην οθόνη του συνδρομητή και αυτό με το οποίο ο χρήστης επιλέγει το τι θα δει, καθώς και κάνει όλες τις άλλες ρυθμίσεις και λειτουργίες που του προσφέρονται.



Εικόνα 3.4 Video on Demand σε λειτουργία υπό αρχιτεκτονική IP [38]

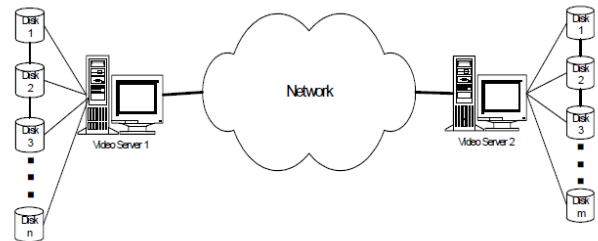
3.2 Αρχιτεκτονική Υπηρεσιών

Δύο είναι οι κύριες αρχιτεκτονικές για VoD υπηρεσίες. Η πρώτη αρχιτεκτονική έχει να κάνει με την κατανομή των τίτλων βίντεο (δηλαδή των αντίστοιχων αρχείων πολυμέσων) στους διάφορους κεντρικούς εξυπηρετητές μετώδοσης βίντεο (Video Servers) και καλείται αλγόριθμος χειρισμού αποθηκευτικού χώρου δίσκων – Disk storage Manipulation Algorithm (DMA). Η δεύτερη αρχιτεκτονική, η οποία προσδίδει και μια δυναμική φύση στην υπηρεσία, έχει να κάνει με την εισαγωγή μιας δυναμικής διαδικασίας δρομολόγησης των μεταδιδόμενων βίντεο στο σύστημα και καλείται αλγόριθμος ιδεατής δρομολόγησης – Virtual Routing Algorithm (VRA).

3.2.1 Ο αλγόριθμος χειρισμού αποθηκευτικού χώρου δίσκων – DMA

Ο αλγόριθμος χειρισμού αποθηκευτικού χώρου δίσκων (DMA) είναι η τεχνική που προτείνεται για τη διανομή των τίτλων βίντεο στους διάφορους εξυπηρετητές της υπηρεσίας VoD. Είναι μία τεχνική που επιτρέπει την αποθήκευση περίσσειας (πλεονάσματος – redundancy) των τίτλων βίντεο συνεπώς ένα βίντεο μπορεί να αποθηκευτεί σε περισσότερους του ενός εξυπηρετητές της

υπηρεσίας. Αυτή η τεχνική αποθήκευσης πολλαπλών αντιγράφων σε διαφορετικούς εξυπηρετητές γίνεται σύμφωνα με την αρχή της αναλογικότητας σύμφωνα με τη "δημοτικότητα" του κάθε τίτλου βίντεο. Δηλαδή οι δημοφιλέστεροι τίτλοι αποθηκεύονται σε περισσότερα αντίγραφα από τους λιγότερο δημοφιλείς. Έτσι κάθε βίντεο αποθηκεύεται τοπικά σε διάφορους δίσκους, χρησιμοποιώντας την τεχνική stripping, δηλαδή της διάσπασης του αρχείου που περιέχει το βίντεο σε τμήματα και την αποθήκευση των διαδοχικών τμημάτων σε διαφορετικούς δίσκους.



Εικόνα 3.5 Η αρχιτεκτονική του συστήματος δίσκων αποθήκευσης [53]

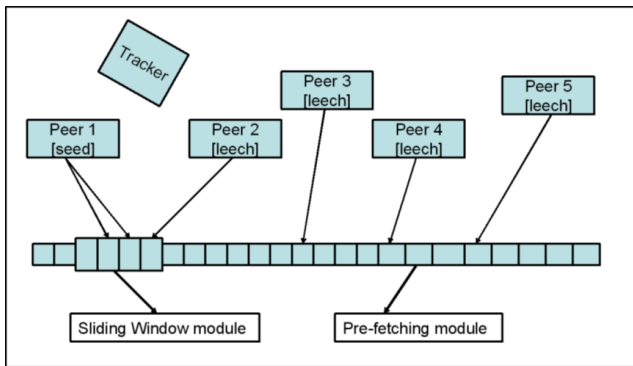
3.2.2 Ο αλγόριθμος ιδεατής δρομολόγησης – VRA

Ένα βασικό χαρακτηριστικό γνώρισμα του VoD είναι ο αλγόριθμος που επιλέγει τελικά τον κεντρικό εξυπηρετητή από τον οποίο θα μεταμορφωθεί ένας τίτλος βίντεο. Ο αλγόριθμος αυτός είναι ο αλγόριθμος της Ιδεατής δρομολόγησης – VRA ο οποίος λαμβάνει υπόψη τρεις παραμέτρους οι οποίες παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα 3.1

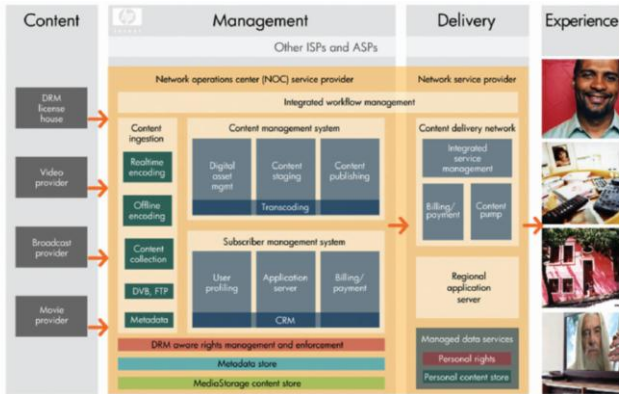
Παράμετρος	Πηγή Λήψης
Οι στατιστικές SMNP (χρησιμοποιημένο εύρος ζώνης συνδέσεων δικτύου και άλλες παράμετροι όπως η καθυστέρηση)	Η ενότητα SMNP
Το διαθέσιμο στην υπηρεσία Εύρος ζώνης	Η βάση δεδομένων (οι πληροφορίες εισάγονται από τους διαχειριστές)
Οι διαθέσιμοι τηλεοπτικοί τίτλοι σε κάθε κεντρικό υπολογιστή	Η βάση δεδομένων (οι πληροφορίες εισάγονται από τους διαχειριστές)

Πίνακας 3.1 Παράμετροι του αλγορίθμου Ιδεατής Δρομολόγησης [53]

Το μεγαλύτερο μέρος των πληροφοριών εισάγεται περιοδικά στην ενότητα περιορισμένης πρόσβασης της βάσης δεδομένων, είτε από τους διαχειριστές των εξυπηρετητών του VoD. Ο αλγόριθμος δρομολόγησης πρέπει να πάρει τις διαθέσιμες πληροφορίες και να παρέχει ως έξοδο τη δρομολόγηση που θα εξασφαλίσει την ταχύτερη παράδοση του ζητούμενου βίντεο. Προκειμένου να παρασχεθεί η προσδοκώμενη έξοδος, ο αλγόριθμος πρέπει να αξιολογήσει όλες αυτές τις πληροφορίες και σύμφωνα με το πόσο κρίσιμες είναι, να λαμβάνει απόφαση. Πρέπει λοιπόν να παρασχεθούν στον αλγόριθμο οι απαιτούμενες πληροφορίες ώστε να πραγματοποιήσει αυτός την καλύτερη δυνατή επιλογή. Αυτός ο αλγόριθμος εκτελείται κάθε φορά που υπάρχει ένα αίτημα για την μετάδοση ενός βίντεο. [53]



Εικόνα 3.5 Αρχιτεκτονική Υπηρεσιών στο νέο VoD [4]



Εικόνα 3.6 Απόσπασμα από την Αρχιτεκτονική Αναφοράς της HP για εφαρμογές VOD over IP Solution [3]

4 VOD πρωτόκολλα μεταφοράς δεδομένων πραγματικού χρόνου

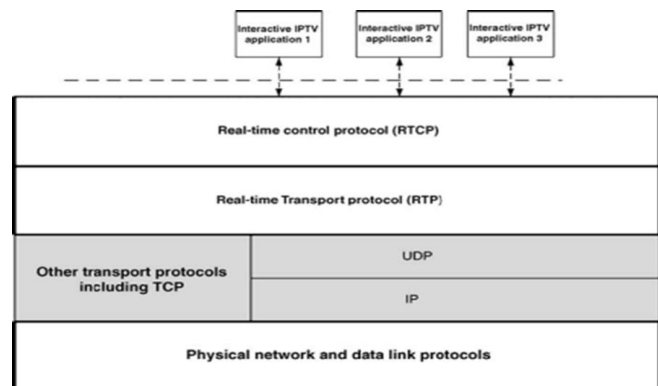
Οι VoD εξυπηρετητές χρησιμοποιούν τα πρωτόκολλα μεταφοράς δεδομένων πραγματικού χρόνου Real time Transport Protocol (RTP) και Real time Control Protocol (RTCP) για να μεταδώσουν τα δεδομένα βίντεο στον εξοπλισμό του χρήστη VoD. Επίσης το κύριο πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται και υλοποιεί το μοντέλο πελάτη-εξυπηρετητή (client-server) στην IPTV είναι το Real Time Streaming Protocol (RTSP). Παρακάτω γίνεται η περιγραφή αυτών των πρωτοκόλλων και πως λειτουργούν σε VoD.

4.1 Τα πρωτόκολλα RTP και RTCP

Το πρωτόκολλο RTP είναι ένα πρωτόκολλο μεταφοράς βίντεο και ήχου σε ένα δίκτυο, σε εφαρμογές πραγματικού χρόνου, όπως είναι και η IPTV. Αρχικά, σχεδιάστηκε σαν multicast πρωτόκολλο, αλλά στην συνέχεια εφαρμόστηκε σε πολλές unicast εφαρμογές. Οι υπηρεσίες του RTP περιλαμβάνουν προσδιορισμό του τύπου του φορτίου, αρίθμηση της ακολουθίας, χρονικό χαρακτηρισμό και έλεγχο παραλαβής. Το πρωτόκολλο δεν προσφέρει κανένα μηχανισμό χρονικής εξασφάλισης της αποστολής του και δεν εγγυάται παράδοση των πακέτων ούτε μπορεί να αποτρέψει την εκτός σειράς παράδοση.

Το RTP μπορεί να συνεργαστεί με το TCP και το UDP πρωτόκολλο μεταφοράς, επειδή όμως, καταλληλότερο για εφαρμογές πραγματικού χρόνου είναι το UDP, στην IPTV χρησιμοποιείται αυτό. Το RTP βρίσκεται πιο πάνω από το πρωτόκολλο UDP, στο επικοινωνιακό μοντέλο, και συνεργάζεται με το πρωτόκολλο RTCP, το οποίο λειτουργεί πιο πάνω από το RTP, όπως φαίνεται στην εικόνα 4.1. Στο RTP πρωτόκολλο, τα

δεδομένα ήχου και βίντεο μεταφέρονται σε ξεχωριστά ρεύματα δεδομένων και στην συνέχεια γίνεται συγχρονισμός. Το RTP δεν παρέχει μηχανισμούς που εγγυώνται την ασφαλή μεταφορά των δεδομένων και την ποιότητα της υπηρεσίας. Αυτά παρέχονται από το πρωτόκολλο RTCP.



Εικόνα 4.1 RTP και RTCP πρωτόκολλο [38]

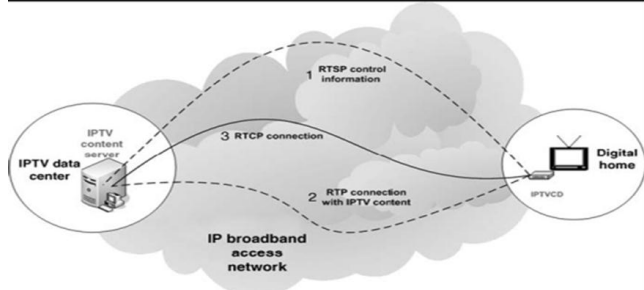
Ο έλεγχος της ποιότητας της υπηρεσίας, όπως αναλύεται και στο κεφάλαιο 6, είναι πολύ σημαντικός για τις σύγχρονες εφαρμογές γιατί αν υπάρχουν καθυστερήσεις ή η ποιότητα του βίντεο δεν είναι η καλύτερη δυνατή τότε έχουμε ένα σημαντικό πρόβλημα για την IPTV και πρέπει να εντοπιστεί πρώτα από κάποιον μηχανισμό και να διορθωθεί αμέσως. Γι' αυτό το λόγο μαζί με το πρωτόκολλο RTP είναι απαραίτητη και η ύπαρξη του πρωτοκόλλου RTCP. Το RTCP παρέχει πληροφορίες ελέγχου για μία ροή RTP. Συνεργάζεται με το RTP στη διανομή και στο πακετάρισμα των δεδομένων, αλλά δεν μεταφέρει το ίδιο δεδομένα. Χρησιμοποιείται περιοδικά για να μεταφέρει πακέτα ελέγχου από τα set top boxes των συνδρομητών στον server για να ελέγξει αν όλα δουλεύουν σωστά. Το RTCP συγκεντρώνει στατιστικά και πληροφορίες, όπως τα bytes που στάλθηκαν, τα πακέτα που στάλθηκαν, τα χαμένα πακέτα, την ανατροφοδότηση, τον χρόνο καθυστέρησης και άλλα.

4.2 Το RTSP πρωτόκολλο

Το RTSP είναι ένα πρωτόκολλο ελέγχου και δίνει τη δυνατότητα στον εξοπλισμό του χρήστη να ελέγχει τη ροή δεδομένων IPTV εκτελώντας εντολές VCR, σε έναν server που τους στέλνει δεδομένα. Τέτοιες εντολές είναι οι: setup, play, pause, record, teardown, describe. Υποστηρίζει την έναρξη και την παύση της μετάδοσης σε πραγματικό χρόνο, συγχρονισμό πολλαπλών μορφών δεδομένων και άλλους ελέγχους. Επίσης, το πρωτόκολλο επιτρέπει στον εξοπλισμό του χρήστη να ζητάει και να λαμβάνει ένα συγκεκριμένο αντικείμενο IPTV, όπως για παράδειγμα VoD περιεχόμενο.

Το πρωτόκολλο RTSP λειτουργεί με παρόμοιο τρόπο όπως το HTTP. Και τα 2 πρωτόκολλα έχουν παρόμοια συστήματα διευθύνσεων και λειτουργούν με αιτήσεις και απαντήσεις, όταν γίνεται επικοινωνία μεταξύ ενός πελάτη και ενός εξυπηρετητή. Το RTSP είναι ικανό να διαχειριστεί ζωντανή multicast τηλεόραση και unicast ρεύματα δεδομένων. Συνεργάζονται με το RTP πρωτόκολλο για την μεταφορά του VoD περιεχομένου στο δίκτυο. Το RTSP λειτουργεί χρησιμοποιώντας ένα μοντέλο πελάτη-εξυπηρετητή. Τα δεδομένα χωρίζονται σε πακέτα, ανάλογα με το είδος της μεταφερόμενης πληροφορίας και το ρυθμό μεταφοράς μεταξύ πελάτη και εξυπηρετητή. Όταν ο πελάτης έχει λάβει επαρκή αριθμό πακέτων, το λογισμικό του

χρήστη μπορεί να παίζει ένα πακέτο, ταυτόχρονα όμως να λαμβάνει ένα άλλο και να αποκωδικοποιεί ένα τρίτο. Έτσι, γίνονται τρεις διαφορετικές συνδέσεις για να επιτευχθεί η επικοινωνία μεταξύ του RTSP πελάτη και του VoD εξυπηρετητή. Αυτές οι συνδέσεις φαίνονται στην εικόνα 4.2.



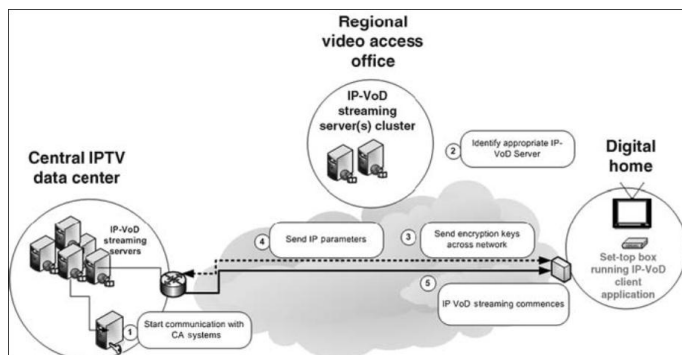
Εικόνα 4.2 Client-server RTSP [38]

Η πρώτη σύνδεση, λαμβάνει χώρα για να μεταφερθούν πληροφορίες ελέγχου RTSP. Το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται στο επίπεδο μεταφοράς μπορεί να είναι είτε UDP, είτε TCP. Εκτός από την μεταφορά πληροφοριών ελέγχου RTSP, αυτή η σύνδεση μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την μεταφορά περιεχομένου IPTV. Κατόπιν γίνεται μια σύνδεση RTP με UDP πρωτόκολλο μεταφοράς για να μεταφερθούν τα περιεχόμενα IPTV. Τέλος, η τρίτη σύνδεση μεταφέρει τις πληροφορίες ελέγχου RTCP με πρωτόκολλο μεταφοράς UDP για συγχρονισμό. Αυτό το ρεύμα δεδομένων παρέχει πληροφορίες στον εξυπηρετητή για την ποιότητα του ρεύματος δεδομένων βίντεο που δίνεται στο χρήστη.

5 VoD streaming over IP networks

Γενικά το Streaming είναι μία συνεχής διαδικασία αποστολής των περιεχομένων από τον πομπό και κατανάλωσης των περιεχομένων από τον δέκτη. Η κατανάλωση των περιεχομένων ξεκινά μόλις λίγα δευτερόλεπτα από την έναρξη της αποστολής “Real-time streaming”. [50]

Η εγκατάσταση, ο τερματισμός και ο έλεγχος των ρευμάτων δεδομένων VoD είναι η κύρια λειτουργία του λογισμικού του VoD server. Το παρακάτω σχήμα δείχνει τα βήματα τα οποία απαιτούνται για την αποστολή ενός ρεύματος δεδομένων VoD σε ένα IP set top box.



Εικόνα 5.1 Διαδικασία αποστολής ενός IP-VoD ρεύματος δεδομένων [38]

Αρχικά ξεκινάει η επικοινωνία με το σύστημα Conditional Access (CA). Μόλις σταλεί ένα αίτημα για κάποιο αρχείο, από ένα set top box, το λογισμικό του server επικοινωνεί με το σύστημα CA

για να εξακριβώσει αν ο συνδρομητής έχει την άδεια για να παρακολουθήσει το ζητούμενο αρχείο.

Εν συνεχεία γίνεται εύρεση του συγκεκριμένου VoD server. Μόλις η εξουσιοδότηση του χρήστη, για την πρόσβαση στο συγκεκριμένο αρχείο, επιβεβαιωθεί, τότε το λογισμικό αναζητά και βρίσκει τον κατάλληλο VoD server για να ικανοποιήσει το αίτημα. Η τοποθεσία αυτού του VoD server εξαρτάται από το υποδίκτυο στο οποίο ανήκει το set top box του χρήστη, και συνήθως πρόκειται για τον πιο κοντινό διαθέσιμο VoD server στο set top box του χρήστη.

Ακολουθεί η αποστολή των κρυπτογραφημένων κλειδιών στο δίκτυο πρόσβασης. Μόλις εντοπιστεί ο κατάλληλος server, το λογισμικό ή το σύστημα CA στέλνει ένα κλειδί αποκωδικοποίησης στο IP set top box για να αποκρυπτογραφήσει το VoD περιεχόμενο.

Τέλος εκτελείται η αποστολή παραμέτρων IP. Επίσης, στέλνονται στο IP set top box, οι παράμετροι του IP πρωτοκόλλου και η διεύθυνση IP του VoD server.

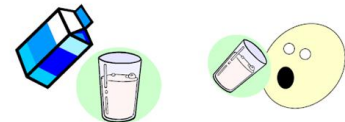
Έναρξη του video streaming. Δεσμεύεται κάποιο bandwidth και γίνεται streaming του βίντεο περιεχομένου. Το IP set top box χρησιμοποιεί ένα πρωτόκολλο, το οποίο ονομάζεται Real Time Streaming Protocol (RTSP) (αναφέρθηκε πιο πριν) για να διαχειριστεί την ροή του ρεύματος δεδομένων.

Όσο το ρεύμα δεδομένων στέλνεται στο δίκτυο, το λογισμικό του server έχει την ευθύνη της σωστής αποστολής του και χωρίς διακοπές, ακόμη και αν συμβεί κάποιο σφάλμα. [38]

Streaming is...

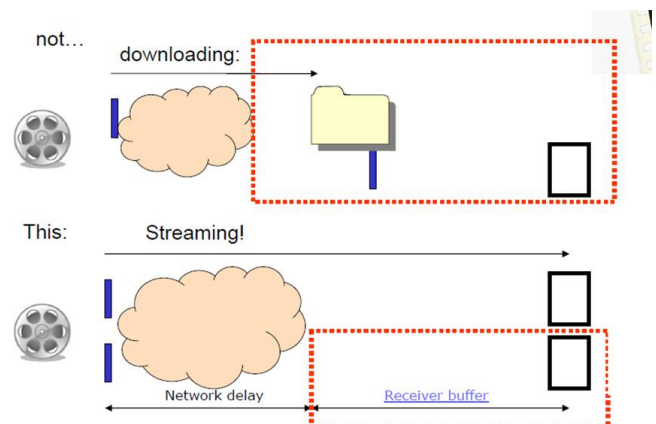
Not...

downloading:



This is...

streaming:



Εικόνα 5.2 Διαφορά του Streaming από το Downloading [50]

5.1 Ενοποίηση των IP-VOD εφαρμογών με άλλες IP υπηρεσίες

Ένα σημαντικό θέμα στην υλοποίηση των IP VoD εφαρμογών είναι η ενσωμάτωσή τους στο ήδη υπάρχον δίκτυο του παρόχου και η αρμονική συνύπαρξή τους με τις άλλες υπηρεσίες IP που προσφέρει το δίκτυο στους συνδρομητές του, όπως είναι η πρόσβαση στο Internet και το VoIP (Voice over IP ή τηλεφωνία μέσω διαδικτύου – είναι μια υπηρεσία που προσφέρει φωνητική συνομιλία σε πραγματικό χρόνο με σχετικά καλή ποιότητα, μέσω ενός δικτύου IP). Διάφορα προβλήματα μπορούν να προκύψουν από την συνύπαρξη του IPTV με τις άλλες υπηρεσίες του δικτύου. Για παράδειγμα, για την πρόσβαση στο Internet και για τις συνομιλίες VoIP χρησιμοποιείται συνήθως το πρωτόκολλο PPPoE (Protocol over Ethernet), αλλά δεν χρησιμοποιείται για τις υπηρεσίες IPTV.

Το PPPoE παίρνει ένα πακέτο PPP, το οποίο υποστηρίζει διάφορες λειτουργίες για το δίκτυο και το ενθυλακώνει σε ένα πλαίσιο Ethernet για τη διανομή του στο ευρυζωνικό δίκτυο IP. Το PPPoE βρίσκεται πιο πάνω από το φυσικό επίπεδο ή το επίπεδο Ethernet στο μοντέλο δεδομένων IP. Το PPPoE δεν χρησιμοποιείται για τις υπηρεσίες IPTV, όπως το IP-VoD γιατί η αυθεντικοποίηση των συνδρομητών λαμβάνει χώρα στο επίπεδο εφαρμογών. Επίσης, το PPPoE δεν υποστηρίζει multicast κίνηση. Επειδή, κάθε διαφορετική υπηρεσία IP σε ένα ευρυζωνικό δίκτυο, χρησιμοποιεί διαφορετικές προσεγγίσεις στην αυθεντικοποίηση των χρηστών, στην ενθυλάκωση των πακέτων, στην χρησιμοποίηση του bandwidth, και στα πρωτόκολλα δρομολόγησης, για αυτό, είναι απαραίτητη η δημιουργία διαφορετικών λογικών τοπολογιών για κάθε μια υπηρεσία. Αυτές οι διαφορετικές τοπολογίες είναι γνωστές ως virtual LANs (VLANs) και ATM based Private Virtual Circuits PVCs. [38]

6 Ποιότητα Υπηρεσίας στο VoD (QoS)

Όταν αναφερόμαστε στην παροχή υψηλής ποιότητας υπηρεσίας μέσω IPTV και συγκεκριμένα για το VoD θα πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη τον τελικό χρήστη και τις απαιτήσεις του όσον αφορά την παρακολούθηση υψηλής ποιότητας video και φωνής. Έτσι λοιπόν κρίνεται απαραίτητη η μελέτη των μετρικών για την αξιολόγηση της ποιότητας υπηρεσίας που παρέχεται. Τις μετρικές αυτές θα αναλύσουμε σε αυτό το κεφάλαιο.

6.1 Παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα υπηρεσίας

- **Το εύρος ζώνης του δικτύου**

Το συνολικό ποσό των δεδομένων video-streaming που μπορούν να σταλούν περιορίζεται από το εύρος ζώνης που προβλέπεται για την πρόσβαση στο δίκτυο. Οποιαδήποτε αύξηση στην ζήτηση εύρους ζώνης πέρα από τη μέγιστη χωρητικότητα του συνδέσμου, θα οδηγήσει στην απώλεια πακέτων video, προκαλώντας ανωμαλίες στην οθόνη. Εφόσον το VoD βασίζεται σε unicast, κάθε συνδρομητής πρέπει να ζητήσει τη δική του ροή βίντεο και δεν υπάρχει κοινή χρήση.

- **Κρουστικός θόρυβος**

Ο χάλκινος βρόχος είναι ευπαθής σε ερεθίσματα που προκαλούνται από εξωτερικές πηγές. Αυτά τα ερεθίσματα προκαλούν μεγάλα λάθη, τα οποία θα μπορούσαν να έχουν σημαντικές επιπτώσεις στην ποιότητα της εικόνας του video.

- **Απώλεια πακέτων**

Η απώλεια IP πακέτων μπορεί να προκαλέσει ανακολουθία των στιγμιότυπων του βίντεο ή μια μεγάλη περίοδο υποβάθμισης, αλλοίωσης ακόμα και απώλειας της εικόνας.

- **jitter(τρεμούλιασμα σήματος)**

Το Jitter επηρεάζει MPEG-2 ή H.264 video streams, με αποτέλεσμα την κακή ποιότητα εικόνας βίντεο. Το ρεύμα που μεταφέρει ένα ρολόι συγχρονισμού του προγράμματος μπορεί να επηρεαστεί από jitter. Αυτή η κατάσταση έχει άμεσο αντίκτυπο στη διαδικασία αποκωδικοποίησης του σήματος.

6.2 Μετρικές για την αξιολόγηση της παρεχόμενης ποιότητας υπηρεσίας

Οι παράμετροι που χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο για την αξιολόγηση της υπηρεσίας ενός VoD συστήματος είναι οι παρακάτω:

1. Η απώλεια πακέτων: όπως αναφέραμε και παραπάνω η απώλεια πακέτων είναι η αποτυχία των πακέτων να φτάσουν στον προορισμό τους, αυτό συμβαίνει αν για παράδειγμα τα πακέτα ξεπεράσουν τον TTL χρόνο παραμονής τους στο διαδίκτυο πχ. λόγω συμφόρησης, οπότε θεωρούνται απολεσθέντα.

2. Η καθυστέρηση των πακέτων: Εκτός από την απώλεια πακέτων η καθυστέρηση πακέτων μπορεί να οδηγήσει στην ανακόλουθη και εκτός χρόνου λήψη των πακέτων στον προορισμό. Η χρήση του RTP πρωτοκόλλου δίνει τη δυνατότητα στα πακέτα που φτάνουν ετεροχρονισμένα και εκτός σειράς στον προορισμό να χρησιμοποιούνται και να μην απορρίπτονται για την επανασυγκρότηση του video στον προορισμό. Πιο συγκεκριμένα, κάθε πακέτο RTP έχει έναν ακολουθιακό αριθμό που δείχνει τη σειρά του στην ακολουθία των πακέτων. Εφόσον η καθυστέρηση λήψης του πακέτου δεν ξεπερνά χρονικά το μέγεθος του πίνακα αποκωδικοποίησης του προορισμού(receiving decoder buffer) το RTP πακέτο δεν χάνεται (δεν θεωρείται απολεσμένο) και τοποθετείται στην κατάλληλη θέση προκειμένου να γίνει η αποκωδικοποίηση.

3. jitter άφιξης (Interarrival jitter): το οποίο αναφέρεται στη εκτίμηση της στατιστικής διακύμανσης του χρόνου άφιξης RTP πακέτων, η οποία μετράται με βάση την RTP σφραγίδα χρόνου. Με άλλα λόγια το Jitter άφιξης είναι η μέση απόκλιση της διαφοράς των χρονικών αποστάσεων για την αποστολή πακέτων από τον αποστολέα στον παραλήπτη για ένα ζευγάρι των πακέτων.

4. PCR jitter: Πριν εξηγήσουμε τον όρο PCR πρέπει να διασαφηνίσουμε τον τρόπο μεταφοράς των πακέτων Video. Τα πακέτα μεταφέρονται μέσω ενός ρεύματος μεταφοράς (Transport Stream) καθορισμένο σε MPEG-2, Part 1 (ISO/IEC standard 13818-1) format, το οποίο περιέχει 7 πακέτα των 188 Bytes (184 bytes ωφέλιμο φορτίο και 4 bytes κεφαλίδα του πακέτου). Το TS μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να μεταφέρει video με format H.264. Με αυτό το ρεύμα μεταφέρονται και διάφορες παράμετροι σε τακτά χρονικά διαστήματα που συγχρονίζονται με ένα ακριβώς δοστούμενο ρολόι. Τα πεδία αυτά μέσα στο TS ονομάζονται program clock reference (PCR) και χρησιμοποιούνται για τον συγχρονισμό του ρολογιού του αποστολέα (transmitter STC- system time clock) με το ρολόι του παραλήπτη (receiver STC). Το STC βρίσκεται στον MPEG video κωδικοποιητή ή αποκωδικοποιητή αντίστοιχα(αποστολέα / παραλήπτη). Οι παράμετροι PCR, με λίγα λόγια, διασφαλίζουν ότι το αποκωδικοποιημένο video στην άκρη του παραλήπτη

αναπαράγεται με τον ίδιο ρυθμό όπως το video εισόδου στον MPEG κωδικοποιητή του αποστολέα. Το MPEG TS όταν μεταδίδει δεδομένα σε πραγματικό δίκτυο και όχι σε ένα κλειστό σύστημα προσομοίωσης επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, οι οποίοι επηρεάζουν την θέση των παραμέτρων PCR στο δίκτυο. Εάν οι PCRs δεν φθάνουν σε τακτά χρονικά διαστήματα μέσω του TS, τότε αυτό μπορεί να οδηγήσει σε τρεμούλιασμα (jitter) η χρονική μετακίνηση των ακμών του ρολογιού. Τα υψηλά επίπεδα jitter PCR μπορούν να επηρεάσουν την ποιότητα του βίντεο που εμφανίζεται στην οθόνη.

5. Το PID το οποίο είναι ένα κομμάτι από τα 4 Bytes της κεφαλίδας ενός 188bytes Πακέτου και αποτελεί ένα μοναδικό αναγνωριστικό διεύθυνσης για τον τύπο του πακέτου ή ωφέλιμου φορτίου που μεταφέρεται από το TS. Κάθε πακέτο Video ή φωνής πρέπει να έχει ένα μοναδικό PID. Αυτό επιτρέπει στον αποκωδικοποιητή ή δέκτη να επεξεργαστεί τα πακέτα ανάλογα. Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονίσουμε ότι είναι απαραίτητο να εξασφαλιστεί ότι η ανάθεση του PID γίνεται σωστά και ότι υπάρχει συνοχή μεταξύ του πίνακα αναγνωριστικού φορτίου (payload structure identifier PSI) (των πινάκων που απαιτούνται για αποπολύπλεξη του MPEG και διαλογής των PIDs που ανήκουν σε ποια προγράμματα) και των ρευμάτων ήχου και βίντεο, προκειμένου το STB να ανακατασκευάσει ένα ρεύμα μέσα από όλες τις συνιστώσες βίντεο, ήχου και του πίνακα αναγνωριστικού. Αυτό είναι ένα από τα κύρια συστατικά της παρακολούθησης και ελέγχου του MPEG format. Η αποκωδικοποίηση ενός πίνακα PSI καθορίζει το κατά πόσο ένας αποκωδικοποιητής είναι σε θέση να προσδιορίσει και να αποκωδικοποιήσει το βίντεο και ήχου για μία συγκεκριμένη ροή TS.

Για τους παρόχους υπηρεσιών, η ικανότητα να μπορούν να διαμορφώσουν το PSI, καθώς και η δυνατότητα παρακολούθησης ποσοστών απωλειών πακέτων για συγκεκριμένα πακέτα βίντεο, ήχου, πίνακες ή PSI, τους επιτρέπει να απομονώσουν και να αντιμετωπίσουν τα προβλήματα που επηρεάζουν τη VoD υπηρεσία.

6. Η απόδοση (throughput) του συστήματος, δηλαδή ο λόγος των αιτήσεων video που εξυπηρετούνται προς τον συνολικό αριθμό αιτήσεων video.

Ο κύριος Μηχανισμός αξιολόγησης της Ποιότητας Υπηρεσίας του VoD είναι το Media Delivery Index. Το Media Delivery Index είναι ένας μηχανισμός που μετράει μετρικές όπως το jitter και την απώλεια πακέτων προκειμένου να διαπιστωθεί κατά πόσο το δίκτυο είναι κατάλληλο για την μεταφορά Video. Η ρυθμός απώλειας πακέτων είναι άλλος ένας συντελεστής που χρησιμοποιείται από τον συγκεκριμένο μηχανισμό.

6.3 Μοντέλο Πελάτη – Εξυπηρετητή για την διαχείριση των αιτήσεων QoS

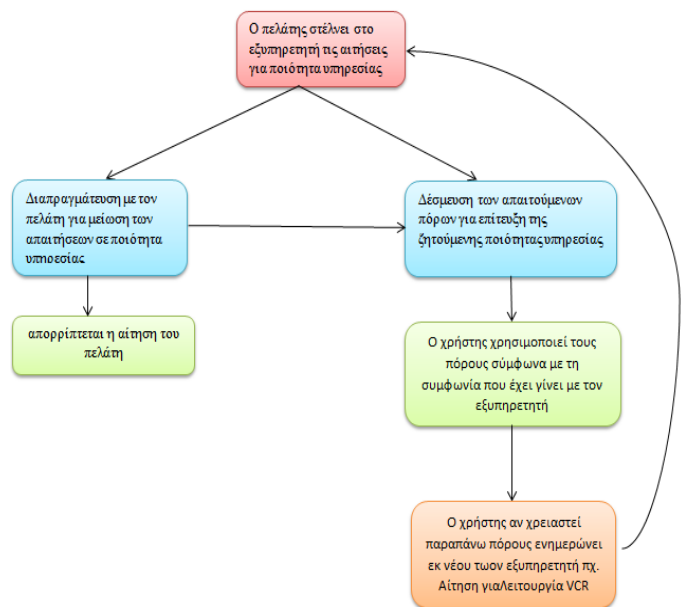
Όπως προαναφέρθηκε η υπηρεσία VoD επιτρέπει σε απομακρυσμένους χρήστες να αναπαράγουν το video της προτίμησής τους ανάμεσα από μία συλλογή Video που είναι αποθηκευμένα σε έναν εξυπηρετητή. Με την σειρά του ο εξυπηρετητής ανταποκρίνεται στα μηνύματα του πελάτη αποστέλλοντας του το video της προτίμησής του. Ο αριθμός των χρηστών που μπορούν να εξυπηρετηθούν από ένα εξυπηρετητή εξαρτάται από το διαθέσιμο εύρος ζώνης (Bandwidth). Αρμοδιότητες του τοπικού εξυπηρετητή είναι ο συγχρονισμός φωνής και Video Και η μεταφορά των δεδομένων μέσω

streaming, η παρακολούθηση των διαθέσιμων πόρων του δικτύου και η διαπραγμάτευση και η υιοθέτηση των παραμέτρων ποιότητας υπηρεσίας για τον πελάτη.

Η διαδικασία δέσμευσης πόρων για την αίτηση ενός πελάτη ακολουθεί την παρακάτω διαδικασία:

- Προσδιορισμός αίτησης ποιότητας υπηρεσίας για video του πελάτη: περιλαμβάνει τον καθορισμό από πλευράς πελάτη του ID του video που επιθυμεί να παρακολουθήσει. Έτσι στέλνεται στον εξυπηρετητή προς επεξεργασία το ID του πελάτη, το ID του video Προτίμησης και η αίτηση για VCR λειτουργία.
- Ο τοπικός εξυπηρετητής από την πλευρά του εξετάζει τις απαιτήσεις σε πόρους που έχει το Video που αιτείται ο πελάτης και τις συγκρίνει με τους διαθέσιμους πόρους (bandwidth). Αν οι διαθέσιμοι πόροι επαρκούν τότε κάνει δεκτή την αίτηση του πελάτη και δεσμεύει τους πόρους για την αποστολή του video, αλλιώς ο τοπικός εξυπηρετητής έρχεται σε επαναδιαπραγμάτευση πόρων με τον πελάτη και του ζητάει να μειώσει τις απαιτήσεις του σε bandwidth. Αν ο πελάτης δεχθεί την επαναδιαπραγμάτευση στέλνει μία καινούργια αίτηση στον εξυπηρετητή για δέσμευση λιγότερων πόρων. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται μέχρι η αίτηση πόρων από πλευράς πελάτη να έρθει σε συμφωνία με τους διαθέσιμους πόρους.
- Παρόλο που το επίπεδο ποιότητας υπηρεσίας μπορεί να είναι διαπραγματεύσιμο μεταξύ πελάτη και εξυπηρετητή, πολλά προβλήματα μπορούν να προκύψουν κατά την επικοινωνία. Για παράδειγμα, ένα μέρος της διαδρομής μπορεί να μην είναι πλέον διαθέσιμο, λόγω αδυναμίας σύνδεσης στο δίκτυο ή λόγω συμφόρησης του δικτύου (Bottleneck). Μπορεί κάποιοι κόμβοι να χρησιμοποιούν παραπάνω πόρους από όσους μπορεί να διαθέσει το δίκτυο και έτσι να οδηγείται το σύστημα σε συμφόρηση και εν τέλει σε αδυναμία εξυπηρέτησης όλων των πελατών. Για αυτό κατά καιρούς έχουν προταθεί διάφοροι αλγόριθμοι για δίκαιη κατανομή πόρων στο δίκτυο, για μείωση της καθυστέρησης των πακέτων στο δίκτυο και αύξηση της απόδοσης του δικτύου.[52]

Ακολουθεί η σχηματική απεικόνιση της χειραγιάς μεταξύ πελάτη- εξυπηρετητή για την δέσμευση πόρων:



Εικόνα 6.1 Διαδικασία χειραγιάς ανάμεσα σε πελάτη και εξυπηρετητή με στόχο την δέσμευση πόρων

7. Market Analysis of VoD

Τον έντονο ανταγωνισμό μεταξύ των τηλεοπτικών επιχειρήσεων και των εταιρειών κινητής τηλεφωνίας στο χώρο της παροχής τηλεοπτικών υπηρεσιών και ειδικότερα στον τομέα του Video On Demand -ραγδαία αναπτυσσόμενο τα τελευταία χρόνια- σε πανευρωπαϊκό επίπεδο, καταδεικνύουν στοιχεία που έδωσε στη δημοσιότητα το European Audiovisual Observatory. Πρόκειται για ένα νέο πεδίο τηλεοπτικού ανταγωνισμού, που βρίσκεται σε πλήρη ανάπτυξη και στη χώρα μας. Όπως έδειξαν τα στοιχεία, οι τηλεοπτικοί οργανισμοί και οι τηλεπικοινωνιακοί πάροχοι αποτελούν τους σημαντικότερους «παίκτες» στην εν λόγω αγορά, ενώ παράλληλα, όπως προκύπτει από τα στοιχεία που αφορούν τις επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στον τομέα, ανά χώρα, η κυριότερη πλατφόρμα παροχής της υπηρεσίας είναι πλέον το Διαδίκτυο, ακολουθούμενο από τις πλατφόρμες IPTV (οι οποίες υπενθυμίζεται ότι «τρέχουν» σε δίκτυο παράλληλο με το Internet). Σε ό,τι αφορά τα ποσοτικά στοιχεία, η μεγάλη διαφορά που παρατηρείται στον αριθμό των δραστηριοποιούμενων επιχειρήσεων ανά χώρα, ειδικότερα όσον αφορά τη ζώνη του ευρώ, σχετίζονται με το μέγεθος εκάστης αγοράς. Τρεις βασικές πλατφόρμες έχουν υιοθετηθεί, όσον αφορά το οικονομικό μοντέλο στην παροχή υπηρεσιών VOD και συγκεκριμένα: η ενοικίαση του περιεχομένου, η αγορά του περιεχομένου και η δωρεάν παροχή του (κυρίως ως συμπληρωματική υπηρεσία σε πακέτο υπηρεσιών). Από το σύνολο των δραστηριοποιούμενων επιχειρήσεων σε πανευρωπαϊκό επίπεδο, το 33% προέρχεται από το χώρο των παραδοσιακών παρόχων τηλεοπτικών υπηρεσιών, ενώ το 17% προέρχεται από το χώρο των τηλεπικοινωνιών. Επίσης, το 14% ανήκει σε εταιρείες που κατέχουν τα δικαιώματα προβολής των ταινιών ανά χώρα, ενώ ένα 9% αποτελούν θυγατρικές αμερικανικών στούντιο. Το υπόλοιπο κομμάτι της αγοράς είναι κατακερματισμένο σε διάφορες εταιρείες παραγωγής τηλεοπτικών προγραμμάτων και ταινιών, εκδότες, εταιρείες που δραστηριοποιούνται στο χώρο των καλωδιακών, δορυφορικών και επίγειων ψηφιακών τηλεοπτικών υπηρεσιών. Συνολικά, παρέχονται 696 υπηρεσίες VOD στην Ευρώπη, των οποίων το μεγαλύτερο μέρος και συγκεκριμένα το 56%, χρησιμοποιεί ως πλατφόρμα παροχής το Διαδίκτυο. Ιδιαίτερα δημοφιλής πλατφόρμα είναι και το IPTV, αφού το 30% των παρεχόμενων υπηρεσιών γίνεται μέσω αυτής. Κατά τα λοιπά, ένα 7% των υπηρεσιών VOD παρέχεται μέσω καλωδιακής πλατφόρμας, ένα 2,6% μέσω δορυφόρου και ένα 3,6% μέσω επίγειας ψηφιακής τηλεόρασης. Αξίζει να αναφερθεί ότι η υπηρεσία VOD παρέχεται και μέσω Mobile TV, στις χώρες όπου αυτό αναπτύσσεται, παρά ταύτα, με δεδομένο ότι η προσπάθεια είναι ακόμα πιλοτική, δεν περιλαμβάνονται τα δεδομένα αυτά στα στοιχεία του ΕΑΟ. Στη χώρα μας παρέχονται εμπορικά υπηρεσίες VOD, έχουν δραστηριοποιηθεί οι πάροχοι τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών και οι ιδιωτικοί τηλεοπτικοί σταθμοί εθνικής εμβέλειας.

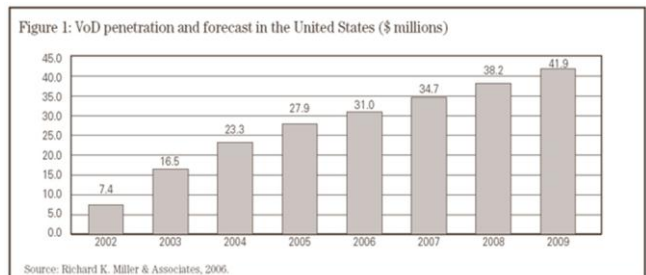
7.1 Ανάλυση Αγοράς VoD

Ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν σε κάθε χώρα υπάρχει ποικιλία υπηρεσιών τηλεόρασης που παρέχονται στους καταναλωτές. Οι συνθήκες ποικίλουν ανάλογα με τις δορυφορικές πλατφόρμες που χρησιμοποιούνται, τη διείσδυση συνδέσεων ADSL, τις προτιμήσεις των καταναλωτών σε περιεχόμενο της εκάστοτε χώρας και η ρυθμιστική πολιτική που εφαρμόζεται.

Σήμερα, η υπηρεσία βίντεο κατ' απαίτηση (VoD) εξαπλώνεται ραγδαία και θεωρείται μία από τις κερδοφόρες υπηρεσίες για τους τηλεπικοινωνιακούς παρόχους και τους φορείς εκμετάλλευσης

καλωδιακής τηλεόρασης. Παρά το γεγονός ότι παγκοσμίως δεν υπάρχει στις χώρες που παρέχεται η υπηρεσία επαρκής ρύθμιση για τους κύριους παρόχους και τους εναλλακτικούς φορείς παροχής υπηρεσιών αλλά ούτε και δίκτυα που να υποστηρίζουν τεχνολογικά την διαδραστικότητα περιεχομένου με απόλυτη ταχύτητα, θεωρείται μια δυναμική killer εφαρμογή.

Παρά το γεγονός ότι το βίντεο κατ' απαίτηση είναι σχετικά μια νέα τεχνολογία κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών η διείσδυση της υπηρεσίας έχει αυξηθεί ραγδαία. Στην Βόρεια Αμερική παρατηρούνται τα μεγαλύτερα μερίδια αγοράς για την υπηρεσία αυτή. Μέχρι το τέλος του 2006, συμμετείχε κατά το 79% στα δημόσια έσοδα. Είχε εκτιμηθεί ότι το πλήθος των νοικοκυριών που θα χρησιμοποιούσαν την υπηρεσία στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής θα έφτανε τα 31 εκατομμύρια νοικοκυριά μέχρι το τέλος του 2007 και τα 42 εκατομμύρια στο τέλος του 2009. [36] Επιπλέον το 72% των συνδρομητών καλωδιακής που χρησιμοποιούσαν και την υπηρεσία VoD, θεώρησαν την υπηρεσία ως την πιο βασική υπηρεσία ψηφιακής τηλεόρασης που τους παρέχεται. Σήμερα, εκτιμάται ότι η διείσδυση στις Ηνωμένες Πολιτείες θα φτάσει περίπου το 40%.



Εικόνα 7.1 Διείσδυση του VoD και Προβλέψεις για την οικονομική εξέλιξη στην αγορά των Η.Π.Α

Σε σύγκριση με την Βόρεια Αμερική, η Ευρωπαϊκή αγορά VoD είναι μικρότερη, αλλά γρήγορα αναπτυσσόμενη και επικερδής. Η υπηρεσία προσφέρει μόλις το 15% των εσόδων. Μέχρι το τέλος του 2005 τα έσοδα ήταν 30 εκατομμύρια ευρώ και προέρχονταν κυρίως από τις τερματικές συσκευές set top box (τα 28 εκατομμύρια) και τα υπόλοιπα 2 περίπου από τις online υπηρεσίες που αγοράζαν οι συνδρομητές. Η διείσδυση της υπηρεσίας μέχρι το τέλος του 2010 είχε φτάσει το 180%-200%.

Table 1: Online & Offline Movie Revenue in European Union

Revenue (€m)	2003	2004	2005	2006	2008(est)	2010(est)	CAGR
Online VoD		1.4	2.8	18.7	205.9	1,032	200.6%
Walled-garden VoD		0.5	28.3	100.8	177.3	237.6	179.3%
SubTotal (VoDs)		1.9	31.1	119.5	383.2	1,269.6	195.7%
Offline Movie (Box office and DVD market)	13,555	14,685	13,372	13,103	12,978	13,572	-1.3%
Total	13,555	14,688	13,404	13,222	13,362	14,843	0.2%
Percentage(%)							
Online VoD		0.0%	0.0%	0.1%	1.5%	7.0%	
Walled-garden VoD		0.0%	0.2%	0.8%	1.3%	1.6%	
SubTotal (VoDs)		0.0%	0.2%	0.9%	2.9%	8.6%	
Offline Movie (Box office and DVD market)	100.0%	100.0%	99.8%	99.1%	97.1%	91.4%	

Source: Screen Digest Ltd et al, 2006, Revised.

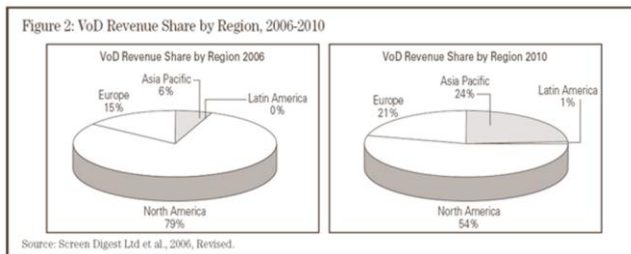
Εικόνα 7.2 Έσοδα VoD στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Οι συνδρομητές στην Ευρώπη σήμερα έχουν πρόσβαση σε 258 υπηρεσίες VoD επι πληρωμή σε σύνολο 24 ευρωπαϊκών χωρών. Επί του παρόντος, κυρίαρχο πάροχο στην παροχή υπηρεσιών βίντεο κατ' απαίτηση αποτελεί η Γαλλία η οποία κατέχει μία πολύ ανταγωνιστική αγορά και με ιδιαίτερα ανεπτυγμένη βιομηχανία τηλεόρασης. Οι συνδρομητές στην Γαλλία μπορούν να έχουν πρόσβαση σε 14 υπηρεσίες βίντεο κατ' απαίτηση μέσω τηλεόρασης και σε 26 μέσω Internet. Στις Ολλανδία, Γερμανία, Σουηδία και Ηνωμένο Βασίλειο κατέχουν επίσης οι υπηρεσίες

ψηφιακής τηλεόρασης ηγετικό ρόλο καθώς υπάρχει πληθώρα ανεπτυγμένων υποδομών καλωδιακής τηλεόρασης και υψηλής ευρυζωνικότητας. Το σύνολο των παρεχόμενων υπηρεσιών VoD που παρέχονται σε αυτές τις 5 χώρες φτάνει το 47%. Τα ποσοστά διείσδυσης δεν είναι ιδιαίτερα αυξημένα καθώς πολλές ακόμα χώρες χρησιμοποιούν αναλογικές υποδομές, όπως το Ηνωμένο Βασίλειο, η Γερμανία, το Βέλγιο και η Ισπανία. Παρόλα σε πολλές από αυτές τις χώρες παρατηρούνται βήματα αναβάθμισης των υποδομών που χρησιμοποιούνται.

7.2 Εξέλιξη VoD

Ξεκινώντας από την βάση των 2.7 δισεκατομμυρίων δολαρίων ως έσοδα από τις υπηρεσίες VoD, τα παγκόσμια έσοδα εκτιμάται ότι θα φτάσουν τα 12,7 δισεκατομμύρια δολάρια. [36] Στα επόμενα χρόνια το Video On Demand θα αποτελεί μία από τις γρήγορα αναπτυσσόμενες υπηρεσίες ψηφιακής τηλεόρασης. Αναμένεται ότι όλο και περισσότεροι πάροχοι τηλεπικοινωνιών και τηλεοπτικού περιεχομένου θα παρέχουν στους καταναλωτές τη δική τους πρόταση προβολής περιεχομένου κατ' απαίτηση. Εκτιμάται ότι 435 εκατομμύρια νοικοκυριά παγκοσμίως θα έχουν πρόσβαση σε υπηρεσίες VoD, που αντιστοιχεί στο 38% των νοικοκυριών παγκοσμίως που έχουν τηλεόραση.



Εικόνα 7.3 Μεριδίο αγοράς VoD παγκοσμίως

Μέχρι το 2016, εκτιμάται η Βόρεια Αμερική θα συνεχίσει να είναι η μεγαλύτερη αγορά, κατέχοντας το 46% των εσόδων. Το Ευρωπαϊκό μερίδιο αγοράς θα αυξηθεί περίπου κατά 21%, θα συνεχίσει να είναι μικρότερο από αυτό της Βόρειας Αμερικής (54%). Τα έσοδα στις Ηνωμένες Πολιτείες θα τριπλασιαστούν φτάνοντας περίπου τα 6.8 δισεκατομμύρια, ενώ στην Ευρώπη θα φτάσουν τα 2.7 δισεκατομμύρια. Μέχρι το 2016 εκτιμάται ότι 70.3 εκατομμύρια νοικοκυριά θα χρησιμοποιούν υπηρεσίες VoD. Στην Ευρώπη παρόλο που ο ρυθμός ανάπτυξης της υπηρεσίας θα αυξηθεί ραγδαία, το μέγεθος της αγοράς θα φτάσει μετά βίας στο αντίστοιχο μισό των Ηνωμένων Πολιτειών.

8. Συμπεράσματα

Το IPTV χαρακτηρίζεται από ορισμένους ειδικούς, ως “η τηλεόραση του μέλλοντος” και όχι άδικα. Προσφέρει πολλές καινοτομίες και πολλές πρωτότυπες υπηρεσίες και αλλάζει την έννοια της τηλεόρασης όπως ήταν ως τώρα. Εισάγει την έννοια της διαδραστικότητας και δίνει την ευκαιρία στον θεατή να παρακολουθεί ότι επιθυμεί και όποτε επιθυμεί, τον κρατάει σε εγρήγορση, τον μετατρέπει από παθητικό σε ενεργητικό χρήστη και του δίνει τη δυνατότητα να αλληλεπιδρά με το σύστημα. Το IPTV προσφέρει περισσότερες ανέσεις στην ζωή των ανθρώπων. Είναι εύχρηστο και απλό και προσφέρεται για τον μέσο χρήστη. Με το VoD δίνεται η δυνατότητα στον συνδρομητή να νοικιάζει και να βλέπει ταινίες, χωρίς καν να πηγαίνει στο βίντεο κλαμπ και του δίνουνται και άλλες τέτοιες ευκολίες. Ο χρήστης τώρα μπορεί να επικοινωνεί με τους φίλους του μέσω της οθόνης της τηλεόρασης του. Επίσης μπορεί να αγοράζει προϊόντα μέσω του IPTV, να στέλνει e-mail, και επίσης το IPTV,

τον διευκολύνει πολλές φορές, πχ όταν τον καλούν εμφανίζονται τα στοιχεία του συνδρομητή που τον καλεί.

Το IPTV αποτελεί την απόλυτη πλατφόρμα ψυχαγωγίας, αφού συνδυάζει πολλά πράγματα. Με το IPTV ο χρήστης μπορεί να δει και να γράψει τις αγαπημένες του εκπομπές στην τηλεόραση, να παίζει παιχνίδια (gaming on demand), να σερφάρει στο Internet, να κάνει chat και να ενημερωθεί για τα τοπικά νέα. Ακόμη μπορεί να συμμετέχει σε διάφορα quiz και διαγωνισμούς.

Βελτιώνεται το επίπεδο ποιότητας της υπάρχουσας τηλεόρασης, αφού ο χρήστης μπορεί να παρακολουθεί ότι επιθυμεί αυτός και όχι ότι του δίνουν. Αυτό φαίνεται ακόμα και από τον μηχανισμό των διαφημίσεων, όπου πλέον λειτουργεί διαφορετικά και ο συνδρομητής θα βλέπει διαφημίσεις που τον αφορούν και δεν θα είναι αναγκασμένος να παρακολουθεί άσκοπα και κουραστικά διαφημιστικά μηνύματα για να δει την αγαπημένη του τηλεοπτική εκπομπή. Ο συνδρομητής θα μπορεί να επιλέξει μέσα από μια μεγάλη γκάμα τηλεοπτικών καναλιών και ανά πάσα στιγμή θα μπορεί να δει μια συγκεκριμένη εκπομπή.

Το IPTV αποτελεί το μέλλον στην ψυχαγωγία και στην πορεία της τηλεόρασης, προσφέρει ανέσεις στους συνδρομητές του και δίνει πρωτοποριακές λύσεις σε πολλά προβλήματα της παραδοσιακής τηλεόρασης. Αποτελεί την τελευταία λέξη της τεχνολογίας και υπόσχεται πολλές σύγχρονες υπηρεσίες. Τέλος, αποτελεί προπομπό για νέες τεχνολογίες και προετοιμάζει το έδαφος για το λεγόμενο “quadruple play”, όπου αποτελείται από το συνδυασμό των υπηρεσιών τηλεφωνίας, Internet, IPTV και την προσθήκη κινητής τηλεφωνίας.

Με τη σειρά του το VoD είναι μια καινούρια τεχνολογία που επιτρέπει στους συνδρομητές να βλέπουν τηλεόραση στο πρόγραμμά τους και όχι να βασίζονται στο πρόγραμμα που έχει καθοριστεί από τον πάροχο του δικτύου. Αρχικά αναπτύχθηκε από την βιομηχανία της καλωδιακής τηλεόρασης και στην πορεία αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα του IPTV.

Πρόγονος του VoD ήταν το PPV (Pay per View). Το pay per view ή PPV είναι ένα σύστημα στο οποίο οι τηλεθεατές μπορούν να αγοράζουν προγράμματα που προβάλλονται στην τηλεόραση, όπως ταινίες ή ποδοσφαιρικοί αγώνες και να πληρώνουν για την προσωπική τηλεοπτική προβολή αυτών των προγραμμάτων στα σπίτια τους. Το βασικότερο μειονέκτημα του PPV, που οδήγησε και στο VoD, ήταν ότι το περιεχόμενο εκτέμποταν broadcast σε συγκεκριμένα διαστήματα και ο πάροχος αποφάσιζε πότε το περιεχόμενο μπορεί να γίνει διαθέσιμο στους συνδρομητές, με αποτέλεσμα και πάλι ο συνδρομητής να μην μπορεί να δει τηλεόραση με βάση το δικό του πρόγραμμα.

Οι λόγοι που οδήγησαν στην ραγδαία ανάπτυξη του VoD ήταν, η βελτίωση στην απόδοση των VoD servers και η πτώση στην τιμή τους και η εγκατάσταση και εδραίωση των δικτυακών υποδομών νέας γενιάς. Τα πλεονεκτήματα ενός συστήματος VoD για ένα χρήστη είναι ότι μπορεί να παρακολουθεί όποιο πρόγραμμα επιθυμεί, όποια ώρα θέλει. Ελέγχει τι βλέπει και πότε το βλέπει. Επίσης, το VoD επιτρέπει στους θεατές να εκτελούν ενέργειες στο βίντεο, όπως stop, start, fast forward, rewind, κ.α. Ο χρήστης έχει άμεση πρόσβαση σε μία μεγάλη ποικιλία τίτλων ταινιών, και βίντεο γενικότερα. Μπορεί να βλέπει το περιεχόμενο βίντεο σε διάφορες συσκευές στο σπίτι του (τηλεοράσεις, υπολογιστές, κ.α.).

Οι κυριότερες υπηρεσίες VoD είναι το Push VoD, το Movie on Demand, το Subscription VoD, το Television On Demand, το High Definition VoD, το Music On Demand, το Network based Digital Video Recording, το Free on Demand, το Internet VoD, το Advertising on Demand και το Extended Video on Demand.

Εκτός από ένα υψηλής χωρητικότητας ευρυζωνικό δίκτυο, η ανάπτυξη ενός συστήματος IPVoD απαιτεί και τα εξής: IP-VoD servers, IP-VoD πρωτόκολλα μεταφοράς, μια διαδραστική IP-VoD εφαρμογή.

Ένας αριθμός servers υψηλής χωρητικότητας είναι εγκατεστημένοι για τη διανομή των IP-VoD υπηρεσιών σε όλα τα set top boxes των χρηστών. Η κύρια λειτουργία αυτών των VoD servers είναι να λαμβάνουν και να στέλνουν το on demand βίντεο περιεχόμενο, μέσω ενός δικτύου διανομής, στους συνδρομητές.

Οι IP VoD servers χρησιμοποιούν τα πρωτόκολλα Real-time Transport Protocol (RTP) και Real-time Control Protocol (RTCP) για να μεταδώσουν τα δεδομένα βίντεο σε ένα IPTVCD. Το Real-time Transport Protocol χρησιμοποιείται για την μεταφορά των δεδομένων, ενώ το Real-time Control Protocol (RTCP) χρησιμοποιείται για να ελέγχει αυτά τα ρεύματα δεδομένων. Επίσης, χρησιμοποιείται το πρωτόκολλο Real-time Streaming Protocol (RTSP) από τα IPTVCDs, και τα δίνει τη δυνατότητα να ελέγχουν τη ροή των δεδομένων IPTV και να εκτελούν εντολές τύπου VCR (SETUP, PLAY AND RECORD, PAUSE, RECORD, TEARDOWN, DESCRIBE).

Η υλοποίηση ενός συστήματος VoD βασίζεται σε ένα μοντέλο διακομιστή-πελάτη (server-client model). Αυτό σημαίνει ότι πραγματοποιείται μια αφιερωμένη point to point σύνδεση μεταξύ του IPTVCD και του κέντρου δεδομένων του IPTV. Έτσι λοιπόν, για να λειτουργήσει το IPTVCD μαζί με το κέντρο δεδομένων του IPTV, πρέπει να έχει μια εφαρμογή πελάτη VoD, η οποία να είναι κατάλληλη να λαμβάνει ρεύματα δεδομένων VoD.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] <http://en.wikipedia.org/wiki/IPTV>
- [2] <http://en.wikipedia.org/wiki/Video-on-demand>
- [3] http://www.hp.com/products1/solutioncenters/pdfs/vod_over_ip_blueprint.pdf
- [4] http://www.cs.columbia.edu/~hgs/papers/Jana0708_IPTV.pdf
- [5] <http://www.hellastelsat.gr>
- [6] <http://www.biggerpictureresearch.net/2009/10/new-study-of-video-on-demand-in-europe.html>
- [7] <http://ezinearticles.com/?Strategy-For-Broadband-Video-on-Demand&id=698194>
- [8] <http://cineuropa.org/2011/dd.aspx?t=dossier&l=en&tid=1308&did=148726>
- [9] <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:aV1vEOgsp7wJ:www.matrixstream.com/blog/Video.On.Demand.Business.Models+&cd=17&hl=el&ct=clnk&gl=gr>
- [10] <http://paidcontent.org/2010/11/25/419-slide-deck-the-economics-of-video-on-demand/>
- [11] http://www.researchandmarkets.com/reports/482210/can_vid_eo_on_demand_save_ip_tv_vod_economics
- [12] <http://www.motorola.com/mediaexperiences2go/2012/01/three-reasons-2012-should-be-a-good-year-for-cable-vod/>
- [13] <http://www.vodprofessional.com/features/itv-video-on-demand-statistics-performance-2008-%E2%80%93-2011/>
- [14] <http://www.techjournal.org/tag/state-of-vod-trend-report-2011/>
- [15] <http://www.variety.com/article/VR1118053066?refcatid=4145&printerfriendly=true>
- [16] <http://www.infonetics.com/pr/2012/4Q11-Video-Infrastructure-and-STBs-Market-Highlights.asp>
- [17] <http://www.csimagazine.com/csi/Monetising-VoD.php>
- [18] <http://www.msselectronics.gr/el/vod/vod-video-on-demand/itemid-187>
- [19] <http://www.myphone.gr/forum/showthread.php?t=212041>
- [20] <http://www.techno-trade.gr/el/static/case-studies-50th-festival-thessaloniki-2009.aspx>
- [21] <http://www.sch.gr/vod?lang=el>
- [22] <http://www.myphone.gr/forum/showthread.php?t=298774>
- [23] [http://www.adslgr.com/forum/threads/456036-HD-VoD-\(Video-on-Demand\)-%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD-%CE%95%CE%BB%CE%BB%CE%AC%CE%B4%CE%B1-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%B7%CE%BD-%CE%9A%CF%8D%CF%80%CF%81%CE%BF-!!!](http://www.adslgr.com/forum/threads/456036-HD-VoD-(Video-on-Demand)-%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD-%CE%95%CE%BB%CE%BB%CE%AC%CE%B4%CE%B1-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%B7%CE%BD-%CE%9A%CF%8D%CF%80%CF%81%CE%BF-!!!)
- [24] <http://newmediagr.wordpress.com/2009/10/20/videoondemand/>
- [25] <http://www.nytimes.com/2002/10/10/technology/how-it-works-video-on-demand-is-ready-but-the-market-is-not.html>
- [26] <http://www.guardian.co.uk/film/2012/apr/05/video-on-demand-arthouse-cinemas>
- [27] <http://www.filmmakermagazine.com/news/2012/03/how-to-create-a-profitable-vod-strategy/>
- [28] <http://cineuropa.org/2011/dd.aspx?t=dossier&l=en&did=70235&tid=1308>
- [29] http://rthk.hk/mediadigest/20090515_76_122259.html
- [30] <http://www.fiercecable.com/story/dvrs-vod-penetration-grow-rapidly-pass-63m-us-homes-2016/2011-07-10>
- [31] <http://www.eetimes.com/design/signal-processing-dsp/4013425/The-future-of-Video-on-Demand>
- [32] <http://www.slideshare.net/ipiетро/the-future-of-european-video-on-demand-is-tv-based>
- [33] Video On Demand 101, For Advertisers and Agencies, Prepared by Music Choice
- [34] <http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/4988/2/IPTV%20v.2.pdf>
- [35] <http://www-public.it-sudparis.eu/~gauthier/Courses/NS-2/FichiersAnnexe/files/p31-ma.pdf>
- [36] http://rthk.hk/mediadigest/20090515_76_122259.html
- [37] http://en.wikipedia.org/wiki/Real-Time_Streaming_Protocol
- [38] Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών, Τμήμα Πληροφορικής, IPTv – an overview, Ευαγγέλου Κωνσταντίνου, Φεβρουάριος 2009
- [39] University of Macedonia, Master Information Systems Networking Technologies, Professors: A.A. Economides & A. Pomportsis «QoS (Quality of Service) Metrics and Measurements for IP Networks», Kontogiannis Antonios, February 2003

- [40] The economics of video-on-demand, Westminster Media Forum: Video-on-Demand, IPTV and catch-up television and the internet, 9th November, 2010, David Cockram, Oliver & Ohlbaum Associates
- [41] Video On Demand (VOD): A Killer App or “Too Little, Too Late”?, Tuck School Of Business At Dartmouth
- [42] IPTV Systems, Standards and Architectures: Part II - IPTV Services over IMS: Architecture and Standardization Date of Publication: May 2008
- [43] Author(s): Mikoczy, E. Slovak Telekom, a.s., Bratislava
- [44] Assessing Quality of Experience of IPTV and Video on Demand Services in Real-Life Environment , Date of Publication: Dec. 2010 Author(s): Staelens, N.
- [45] Dept. of Inf. Technol., Ghent Univ., Ghent, Belgium
- [46] IP TV Bandwidth Demand: Multicast and Channel Surfing, INFOCOM 2007. 26th IEEE International Conference on Computer Communications. IEEE,
- [47] Date of Conference: 6-12 May 2007, Author(s): Smith, D.E. Verizon Lab., Walfham
- [48] Enabling on-demand internet video streaming services to multi-terminal users in large scale Consumer Electronics, IEEE Transactions on, Date of Publication: November 2009, Author(s): Zhijia Chen , Comput. Sci. Dept., Tsinghua Univ., Beijing, China
- [49] Techniques for improving the capacity of video-on-demand systems, System Sciences, 1996., Proceedings of the Twenty-Ninth Hawaii International Conference on , Date of Conference: 3-6 Jan 1996, Author(s): Kalva, H. , Center for Telecommun. Res., Columbia Univ., New York, NY
- [50] Trial lecture: Video on Demand over IP, Arne Lie, NTNU, April 4, 2008
- [51] Διαφάνειες Μαθήματος “Τηλεπικοινωνιακά Μέσα για Πολυμεσικές Εφαρμογές”, Δρ. Η. Μαγκλογιάννης, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Πληροφοριακών και Επικοινωνιακών Συστημάτων
- [52] An Integrated Quality-of-Service Model for Video-on-Demand Application, IAENG International Journal of Computer Science, August 2007, Authors: *D. N. Sujatha , K. Girish , K. R Venugopal , L. M. Patnaik
- [53] Πανεπιστήμιο Πατρών, Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα μηχανικών Η/Υ και Τεχνολογίας Πληροφορικής, «Σχεδιασμός Αλγορίθμων και Υλοποίηση Εφαρμογών για νέες Υπηρεσίες», Ευάγγελος Καπούλας, Ιανουάριος 2008