



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Τομέας Επικοινωνιών, Ηλεκτρονικής και Συστημάτων
Πληροφορικής

**Μετάδοση σε πραγματικό χρόνο ροών πολυμέσων
πάνω από δίκτυα ομοτίμων κόμβων**

Real time media streaming over peer to peer networks

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Φοίβος Ιωάννης Μιχελινάκης

Επιβλέπων:

Θεοδώρα Βαρβαρίγου
Καθηγήτρια ΕΜΠ

Αθήνα, Μάρτιος 2011



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Τομέας Επικοινωνιών, Ηλεκτρονικής και Συστημάτων
Πληροφορικής

**Μετάδοση σε πραγματικό χρόνο ροών πολυμέσων
πάνω από δίκτυα ομοτίμων κόμβων**

Real time media streaming over peer to peer networks

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Φοίβος Ιωάννης Μιχελινάκης

Επιβλέπων: Θεοδώρα Βαρβαρίγου
Καθηγήτρια ΕΜΠ

Εγκρίθηκε από την τριμελή επιτροπή την.....2011

.....
Θεοδώρα Βαρβαρίγου
Καθηγήτρια ΕΜΠ

.....
Μιχαήλ Θεολόγου
Καθηγητής ΕΜΠ

.....
Ιάκωβος Βενιέρης
Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Μάρτιος 2011

.....
Φοίβος Ιωάννης Μιχελινάκης,
Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Φοίβος Ιωάννης Μιχελινάκης, 2011
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Περίληψη

Σκοπός αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι η επισκόπηση των τεχνολογιών και εφαρμογών που διέπουν τον ταχύτατα ανερχόμενο τομέα της μετάδοσης σε πραγματικό χρόνο ροών πολυμέσων πάνω από δίκτυα ομοτίμων κόμβων. Για την περισσότερο σφαιρική κάλυψη του τομέα παρουσιάζονται τόσο ερευνητικές, όσο και εμπορικές εφαρμογές των σχετικών τεχνολογιών, οι οποίες ήταν, είναι ή πρόκειται να γίνουν διαθέσιμες στο ευρύ κοινό. Επιπλέον, παρατίθεται η αναλυτική παρουσίαση της πλατφόρμας Tribler, η οποία κάνει χρήση των περισσότερων τεχνολογιών που αναπτύσσονται σε αυτό το ερευνητικό πεδίο.

Αρχικά, στην εισαγωγή, αναφέρονται οι προοπτικές των σχετικών τεχνολογιών και αναλύεται η αναγκαιότητα ανάπτυξής τους. Στο δεύτερο κεφάλαιο, αναπτύσσονται κάποιες καθολικά χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες του τομέα και ακολούθως, αναλύεται η ολοκληρωμένη πλατφόρμα Tribler ώστε να εξεταστεί η προσέγγιση της ερευνητικής της ομάδας στον τομέα.

Στο επόμενο κεφάλαιο, αναλύονται οι γενικές σχεδιαστικές αρχές και τα χαρακτηριστικά που διέπουν όλες τις σχετικές προσεγγίσεις. Εδώ αναφέρονται οι περισσότερο διαδεδομένες υπομονάδες, γενικές στρατηγικές, προσφερόμενες υπηρεσίες, αλλά και μελλοντικοί στόχοι.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται μια συνοπτική παρουσίαση κάποιων από τις εμπορικές εφαρμογές που χρησιμοποιούν σχετικές τεχνολογίες. Στο τελευταίο υποκεφάλαιο γίνεται μια σύγκριση μεταξύ αυτών των εφαρμογών

Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται μια συνοπτική παρουσίαση κάποιων από τα ερευνητικά προγράμματα που επιχειρούν να καινοτομήσουν στον χώρο και να αναπτύξουν σχετικές τεχνολογίες. Στο τελευταίο υποκεφάλαιο γίνεται μια σύγκριση μεταξύ αυτών των προγραμμάτων και στη συνέχεια ακολουθούν συμπεράσματα και προβλέψεις για το μέλλον που αναμένεται να έχει η μετάδοση σε πραγματικό χρόνο ροών πολυμέσων κλείνοντας την εργασία.

Λέξεις κλειδιά

μετάδοση σε πραγματικό χρόνο ροών πολυμέσων, δίκτυα ομοτίμων, πλατφόρμα πολυμέσων, Video on Demand – VoD, υπερ-ομοτίμοι, κωδικοποίηση πολλαπλών περιγραφών (Multiple Description Coding – MDC), βίντεο κλιμακούμενης κωδικοποίησης (Scalable Video Coding – SVC), κοινωνική δικτύωση, σύσταση περιεχομένου

Abstract

The scope of this thesis is to overview the technology and applications that govern the fast growing field of real time media streaming over peer to peer networks. There are presented, both commercial and research applications that were, are or will be available to the general public, in order to cover all the aspects of the field. Furthermore, the Tribler platform, which makes use of most of the relative technologies of the field, is presented in depth.

At the introduction the prospects of the relevant technologies are mentioned and their growth necessity is stressed. At the second chapter, some of the mainstream technologies of the field are analyzed and then the complete Tribler platform is presented, so that the approach of its research group on the field can be examined.

At the next chapter, the general design principles and the characteristics that govern the field are analyzed. Here, the most popular modules, general strategies, offered services and future goals are mentioned.

At the fourth chapter, a brief presentation of some of the commercial applications that make use of relevant technologies is attempted. At the last chapter, a comparison of those applications is made.

At the fifth chapter, a brief presentation of some of the research programs that try to innovate on the field and develop relative technologies is attempted. At the last subchapter a comparison of those applications is made.

The thesis ends with conclusions and estimations about the future of Real Time Media Streaming.

Keywords

real time media streaming, peer-to-peer networks, multimedia platform, Video on Demand – VoD, Super-peer, Multiple Description Coding - MDC, Scalable Video Coding – SVC, social networking, recommendation engine

Ευχαριστίες

Κατ' αρχήν, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον ομότιμο καθηγητή ΕΜΠ κ Εμμανουήλ Πρωτονοτάριο και τη καθηγήτρια ΕΜΠ Θεοδώρα Βαρβαρίγου για την ανάθεση αυτής της διπλωματικής εργασίας. Επίσης ευχαριστώ θερμά και τους ερευνητές συνεργάτες του ΕΠΙΣΕΥ Χρυσάνθη Στεφανουδάκη, Νίκο Δουλάμη, Χριστίνα Ανδρουλάκη και ιδιαίτερα τον Δρ. Μηχανικό ΕΜΠ Χαράλαμπο Ζ. Πατρικάκη για την πολύτιμη βοήθειά τους και τις χρήσιμες συμβουλές τους κατά τη διάρκεια συγγραφής της παρούσας εργασίας.

Περιεχόμενα

1	Εισαγωγή	12
1.1	Οι όροι κατανάλωση και παραγωγή περιεχομένου	12
1.2	Προτυποποίηση κωδικοποιήσεων.....	14
1.3	Πρόσβαση περιεχομένου μέσω τριών οθονών	14
1.4	Νέα μοντέλα για τη διανομή και κατανάλωση περιεχομένου	15
1.5	Προσαρμογή πολυμεσικού περιεχομένου στο πλαίσιο περιβάλλοντος και χρήστη.....	17
1.6	Συμπεράσματα	17
2	Βασικές τεχνολογίες και πρωτόκολλα διανομής πολυμεσικής πληροφορίας	18
2.1	Δίκτυα ομοτίμων κόμβων	18
2.2	Το πρωτόκολλο BitTorrent	18
2.3	Προσαρμοστική διανομή περιεχομένου πάνω από HTTP με χρήση Dynamic Adaptive Streaming (DASH)	22
2.4	Multiple description / Scalable Video coding.....	25
2.5	Η πλατφόρμα Tribler	28
2.5.1	Διεπαφή χρήστη	29
2.5.2	Χαρακτηριστικά.....	29
2.5.3	Video-On-Demand.....	29
2.5.4	Live Streaming.....	32
2.5.5	Άλλες τεχνολογίες.....	35
3	Σχεδιαστικές αρχές και χαρακτηριστικά συστημάτων μετάδοσης πολυμεσικού περιεχομένου πάνω από ομότιμα δίκτυα	41
3.1	Σχεδιαστικές αρχές	41
3.1.1	Κίνητρα συνεισφοράς στο διαμοιρασμό περιεχομένου.....	41
3.1.2	Αιτήματα και στρατηγικές αναζήτησης πόρων	42
3.1.3	Ανάθεση και εκτέλεση ρόλων	46
3.1.4	Στρατηγικές εξατομίκευσης και προσαρμογής περιεχομένου.....	49
3.1.5	Συνδεσιμότητα και στρατηγικές βελτιστοποίησης δρομολόγησης	51
3.1.6	Ασφάλεια	55
3.2	Χαρακτηριστικά συστήματος	58
3.2.1	Διαμοιρασμός αρχείων.....	58
3.2.2	VoD Streaming	59
3.2.3	Live Media Streaming.....	61
3.2.4	Stream από πολλαπλές πηγές και πολλαπλά δίκτυα.....	64
3.2.5	Περιβάλλον κοινωνικής δικτύωσης.....	64
3.2.6	Επίγνωση και προσαρμογή πλαισίου χρήστη και περιβάλλοντος	66
3.2.7	Διαλειτουργικότητα μεταξύ δικτύων διανομής περιεχομένου και κοινωνικών δικτύων.....	67
4	Παρουσίαση εμπορικών εφαρμογών	69
4.1	HULU	69
4.2	VUDU, INC	70
4.3	Netflix	73
4.4	Myspace	74
4.5	The Hype Machine.....	76

4.6	Σύγκριση των εμπορικών εφαρμογών	78
5	Παρουσίαση ερευνητικών προγραμμάτων	81
5.1	Project GAMA	81
5.2	Project Olympic (Olympics Multimedia Personalised for the Internet Community)	82
5.3	ISMuS: an Interactive Scalable Multimedia Streaming System.....	83
5.4	Project P2P-Next.....	84
5.5	PetaMedia (Peer-to-Peer Tagged Media).....	86
5.6	SAPIR (Search In Audio Visual Content Using Peer-to-peer IR)...	88
5.7	AceMedia (Autonomous Content Entity –ACE)	90
5.8	My-e-Director 2012	92
5.9	DANAE Dynamic and distributed Adaptation of scalable multimedia content in a context Aware Environment	94
5.10	ADAMANTIUM (Adaptative Management of media distribution based on satisfaction oriented user modelling).....	94
5.11	NAPA-WINE Network-Aware P2P-TV Application over Wide Networks	96
5.12	OPTIMIX Optimisation of Multimedia over wireless IP links via X-layer design	98
5.13	SEA - SEAmless Content Delivery	99
5.14	OCTOSHAPE.....	102
5.15	CAM4Home - Collaborative Aggregated Multimedia for Digital Home	103
5.16	CONTENT4ALL - Cross-platform tools for community content publishing	105
5.17	P2P FOR MAJOR EVENTS	105
5.18	SmoothIT Simple Economic Management Approaches of Overlay Traffic in Heterogeneous Internet Topologies.....	109
5.19	SARACEN - Socially Aware, collaboRative, scAlable Coding mEdia distributioN.....	113
5.19.1	Το σχέδιο της αρχιτεκτονικής του συστήματος.....	114
5.19.2	Μέρη συστήματος.....	115
5.20	Σύγκριση των ερευνητικών προγραμμάτων	117
5.21	Ερευνητικές τάσεις-σημαντικά πεδία έρευνας	123
6	Το μέλλον του Real Time Media Streaming.....	123
6.1	Κοινωνικές επιρροές.....	123
6.2	Τεχνολογικές προκλήσεις	125
6.3	Στόχοι για το μέλλον.....	126
6.4	Νέα γενιά δικτύων διαμοιρασμού.....	127
6.5	Καινοτόμα προϊόντα	128
6.6	Cloud computing και Live Media Streaming	129
7	Βιβλιογραφία	131

Κατάλογος εικόνων

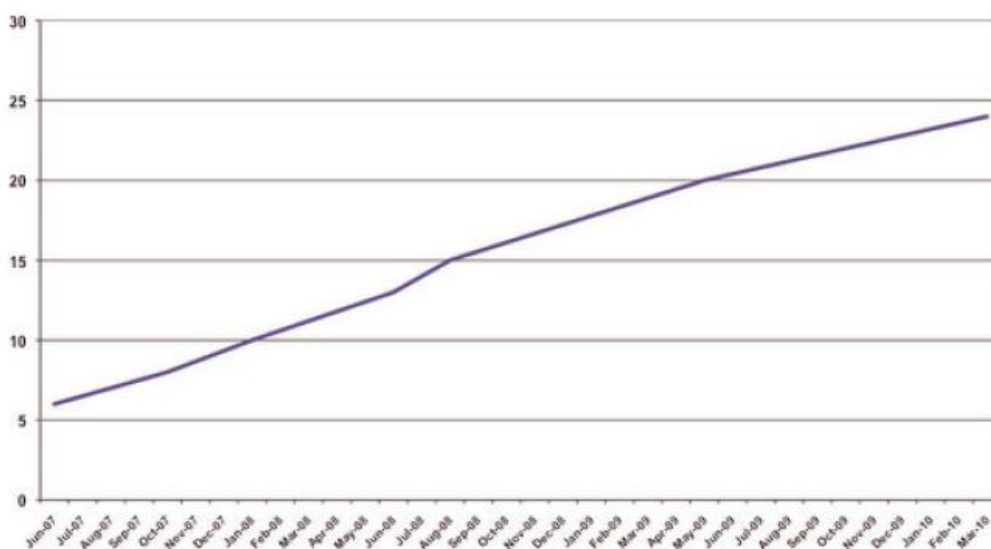
Εικόνα 1:Περιεχόμενο που ανέβηκε στο YouTube.....	12
Εικόνα 2:Μέση ημερήσια κατανάλωση byte στην Αμερική το 2008.....	14
Εικόνα 3:Είσοδος σε μια κοινότητα διαμοιρασμού.....	20
Εικόνα 4:Tit-for-tat.....	21
Εικόνα 5:Παράδειγμα αρχιτεκτονικής μετάδοσης.....	23
Εικόνα 6:Ο τρόπος λειτουργίας του πρωτοκόλλου.....	24
Εικόνα 7:Οι 3 κατηγορίες στις οποίες χωρίζονται τα τεμάχια.....	31
Εικόνα 8:Τρόπος λειτουργίας του κεντρικοποιημένου ευρετηρίου.....	43
Εικόνα 9:Τρόπος λειτουργίας της πλημμύρας ερωτημάτων.....	44
Εικόνα 10: Ένας υπερομότιμος σε εφαρμογή τηλεόρασης.....	47
Εικόνα 11:Οργάνωση δικτύων επικάλυψης που.....	48
Εικόνα 12:Παράδειγμα δενδρικής δομής.....	52
Εικόνα 13:Είσοδος ενός ομοτίμου σε σχήμα διαμοιρασμού.....	53
Εικόνα 14:Ο χάρτης ενδιάμεσης μνήμης ενός ομοτίμου.....	54
Εικόνα 15:Η κατάσταση ενός buffer map, όταν γίνεται χρήση SVC.....	54
Εικόνα 16:Συνεργασία μεταξύ των διαφορετικών βαθμίδων του τερματικού.....	63
Εικόνα 17:Η αρχιτεκτονική του OLYMPIC.....	82
Εικόνα 18: Κάποια βασικά στοιχεία του PETAMEDIA.....	87
Εικόνα 19:Οι υπομονάδες και λειτουργίες του SAPIR.....	90
Εικόνα 20:Γενική εποπτεία της αρχιτεκτονικής του ADMANTIUM.....	95
Εικόνα 21:Η γενική αρχιτεκτονική του NAPA-WINE.....	97
Εικόνα 22:Το SEA τοποθετεί τον χρήστη στο επίκεντρο.....	100
Εικόνα 23:Η αρχιτεκτονική δικτύου του SEA.....	101
Εικόνα 24:Η ροή περιεχομένου στο P2PME.....	107
Εικόνα 25:Η αρχιτεκτονική της πλατφόρμας του P2PME.....	108
Εικόνα 26:Μια ETM προσέγγιση.....	111
Εικόνα 27:Η SIS ακολουθεί μια προσέγγιση πελάτη-εξυπηρετητή.....	112
Εικόνα 28:Η αρχιτεκτονική του SARACEN.....	113
Εικόνα 29:Η προσέγγιση της peer to peer αρχιτεκτονικής του Saracen.....	114
Εικόνα 30: Τα μέρη της αρχιτεκτονικής συστήματος peer to peer.....	116

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Σύγκριση των εμπορικών εφαρμογών	80
Πίνακας 2: Σύγκριση των ερευνητικών προγραμμάτων Μέρος Α	119
Πίνακας 2: Σύγκριση των ερευνητικών προγραμμάτων Μέρος Β	120
Πίνακας 2: Σύγκριση των ερευνητικών προγραμμάτων Μέρος Γ	121
Πίνακας 2: Σύγκριση των ερευνητικών προγραμμάτων Μέρος Δ	122

1 Εισαγωγή

Η οικιακή διασκέδαση υφίσταται μια επανάσταση. Βρισκόμαστε στη μέση μιας επανάστασης στον τομέα του πολυμεσικού περιεχομένου, η οποία προέρχεται από άτομα που δημιουργούν μοιράζονται και παρακολουθούν βίντεο μέσω του διαδικτύου. Δεν υπάρχει πλέον η ανάγκη κάποιος να ρυθμίσει μια συσκευή εγγραφής ή να περιμένει να γίνει διαθέσιμη μια ταινία σε DVD, αφού όλα τα αγαπημένα του προγράμματα είναι online και με το πάτημα ενός κουμπιού, μπορούν να σταλούν μέσω stream σε μια τηλεόραση, έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή ή μια φορητή συσκευή, ανάλογα με τις ανάγκες του. Τον Ιούνιο του 2007, το YouTube ανέφερε ότι ανεβαίνουν στους εξυπηρετητές του 6 ώρες βίντεο κάθε λεπτό [YOUT1]. Μέχρι τον Μάρτιο του 2010 αυτό το νούμερο ανέβηκε σε 24 ώρες κάθε λεπτό [YOUT2]. Αυτό αποτελεί μια αύξηση 400% σε λιγότερο από 3 χρόνια (βλ. εικόνα 1 [YOUT2]). Επιπλέον, η αύξηση προβλέπεται να είναι ακόμη μεγαλύτερη στο μέλλον.



Εικόνα 1: Περιεχόμενο που ανέβηκε στο YouTube σε ώρες ανά λεπτό κάθε μήνα (Πηγή: YouTube¹)

Με αυτό το ραγδαίο ρυθμό αλλαγής και αυτή τη μεγάλη ζήτηση, πως μπορούν τα δίκτυα να βελτιωθούν και να διατηρήσουν την ποιότητα υπηρεσίας και εμπειρίας (quality of service and experience) που παρέχουν στους χρήστες/θεατές; Μπορούν οι υπάρχουσες τεχνολογίες να προσαρμοστούν, ώστε να αντεπεξέλθουν σε αυτές τις προκλήσεις;

Αυτή η διπλωματική έχει ως σκοπό να παρουσιάσει τις λύσεις που προτείνουν εμπορικοί και ερευνητικοί φορείς στα προηγούμενα ερωτήματα. Αυτό θα γίνει μέσω της παρουσίασης των τεχνολογιών που αναπτύσσονται στο συγκεκριμένο πεδίο και της συνοπτικής παρουσίασης πολλών σύγχρονων πλατφορμών.

1.1 Οι όροι κατανάλωση και παραγωγή περιεχομένου

¹ <http://www.onforoffs.com/2010/03/17/1-day-each-second/lan/en/>

Στην παρούσα διπλωματική χρησιμοποιούνται ιδιαίτερα συχνά οι όροι "παραγωγή", "κατανάλωση" και τα παράγωγά τους, για την περιγραφή της επεξεργασίας και χρήσης που γίνεται στο πολυμεσικό περιεχόμενο στα διάφορα στάδια των μοντέλων/ δικτύων / πλατφόρμων που θα αναφερθούν στη συνέχεια. Για την αποφυγή παρεξηγήσεων πρέπει να καθοριστεί το ακριβές πλαίσιο κάτω από το οποίο γίνεται η χρήση τους και την ερμηνεία η οποία θα πρέπει να τους δίνεται.

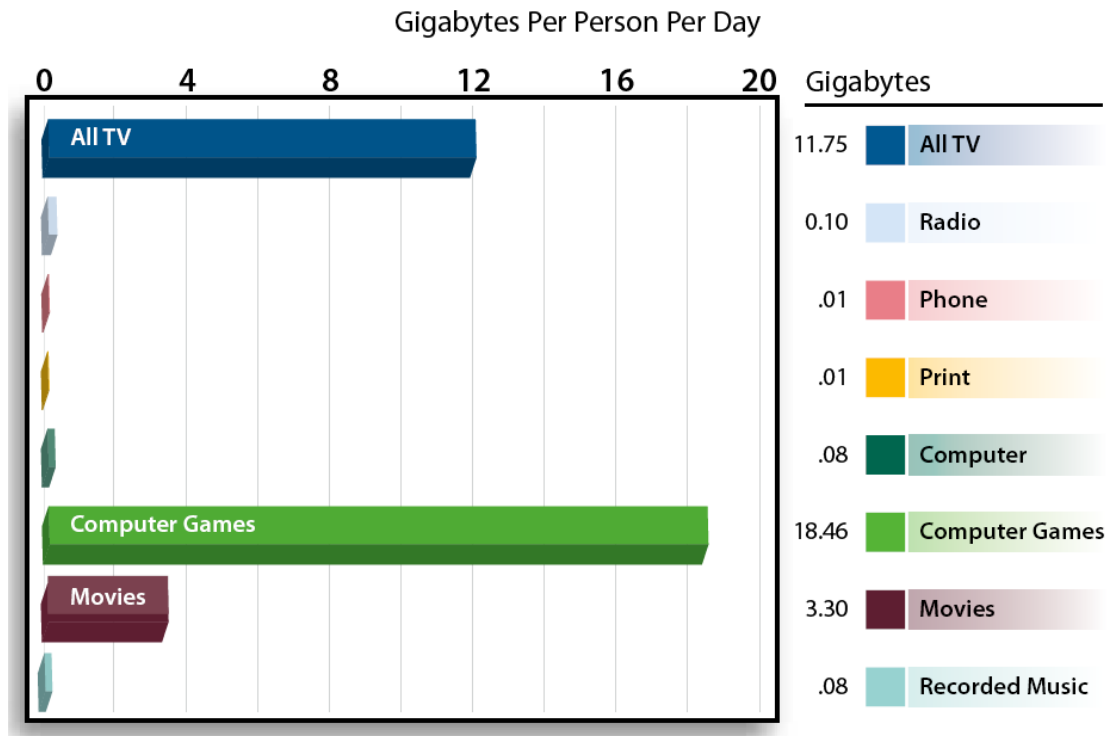
Σε γενικές γραμμές η πληροφορία αντιμετωπίζεται ως αγαθό, με συνέπεια να χρησιμοποιούνται και οι σχετικές λέξεις που περιγράφουν τα αγαθά (δηλαδή παραγωγή και κατανάλωση).

Πιο συγκεκριμένα για κάθε λέξη:

Με τον όρο "παραγωγός" (ή αντίστοιχα "παραγωγή" και "πηγή") δεν περιγράφεται πάντα η οντότητα που δημιούργησε το περιεχόμενο. Αυτός ο όρος περιγράφει την οντότητα που εισάγει την σχετική πληροφορία στα υπό μελέτη δίκτυα, εκτός και αν αναφέρεται ρητά πως περιγράφει κάτι άλλο. Για παράδειγμα στη περίπτωση της προώθησης/πώλησης μιας κινηματογραφικής ταινίας μέσω μιας διαδικτυακής υπηρεσίας: η λέξη παραγωγός δεν αναφέρεται στο κινηματογραφικό στούντιο που τη δημιούργησε, αλλά στην εταιρεία (και πιο συγκεκριμένα στους αντίστοιχους εξυπηρετητές της εταιρείας) που λειτουργεί ως πηγή για τα άτομα που θα θελήσουν να την αγοράσουν. Πιο απλά είναι παραγωγός θεωρείται τα αρχικό σημείο εισόδου της πληροφορίας/περιεχομένου στο δίκτυο. Όμως, μια δικτυακή οντότητα το οποίο λαμβάνει πληροφορία την οποία στη συνέχεια προωθεί σε άλλες δικτυακές οντότητες δεν θεωρείται παραγωγός γιατί δεν είναι το αρχικό σημείο εισόδου.

Ο όρος κατανάλωση είναι το ακριβές αντίθετο (δυσδικό συμπλήρωμα) του όρου παραγωγή. Χρησιμοποιείται για να υποδηλώσει τη φυσιολογική ροή της πληροφορίας από τον παραγωγό στο άλλο άκρο. Καταναλωτής ονομάζεται η οντότητα που κάνει χρήση της πληροφορίας που λαμβάνει με τρόπο ο οποίος δεν είναι απαραίτητος για την περεταίρω διάδοσή της μέσα στο δίκτυο. Στα πολυμεσικά αρχεία ο όρος "κατανάλωση" είναι ευρύτερος από τον όρο "αναπαραγωγή". Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να μεταχειριστεί το περιεχόμενο και με άλλους τρόπους, όπως η αποθήκευση, η εισαγωγή κάποιου είδους σήμανσης και σχολιασμός πριν την περεταίρω προώθησή του κλπ.. Συνεπώς ο όρος "κατανάλωση" περιγράφει κάθε δυνατή χρήση της πληροφορίας. Πρέπει ακόμη να γίνει σαφές πως ο καταναλωτής δεν είναι απαραίτητα ο τελικός σταθμός της πληροφορίας. Στις περισσότερες από τις περιπτώσεις που θα εξεταστούν στην συνέχεια, ο καταναλωτής προωθεί και σε άλλες δικτυακές οντότητες τη πληροφορία που λαμβάνει.

Μια δικτυακή οντότητα είναι δυνατό να είναι ταυτόχρονα και παραγωγός και καταναλωτής. Για παράδειγμα, ένας χρήστης ο οποίος ανεβάζει στο δίκτυο βίντεο από μια συναυλία και στη συνέχεια παρακολουθεί τα αντίστοιχα βίντεο άλλων μελών της κοινότητας.



Εικόνα 2: Μέση ημερήσια κατανάλωση byte στην Αμερική το 2008. Όλες οι υπηρεσίες βίντεο που παρέχονται μέσω του Internet περιλαμβάνονται στο πεδίο All TV (Πηγή: [HMI 2009])

Ένα ακόμη σημείο που πρέπει να λάβει υπόψη ο αναγνώστης για τους παραπάνω όρους είναι πως είναι ευρέως διαδεδομένοι όροι στην αγγλική βιβλιογραφία και η ερμηνεία η οποία τους δίνεται είναι σχεδόν πάντα ταυτόσημη με την ερμηνεία η οποία τους δίνεται στην παρούσα διπλωματική.

1.2 Προτυποποίηση κωδικοποιήσεων

Για τους παρόχους online περιεχομένου βίντεο, η δυνατότητα να κάνουν stream και να προσαρμόζουν HD περιεχόμενο σε τηλεοράσεις, set-top boxes, φορητές συσκευές και ηλεκτρονικούς υπολογιστές είναι καίρια για την ανάπτυξη των επιχειρηματικών τους μοντέλων. Ευμετάβλητοι και ανυπόμονοι χρήστες, όλο και περισσότερο απορρίπτουν βίντεο χαμηλής ποιότητας, με αποτέλεσμα να είναι πολύ σημαντικό η ποιότητα υπηρεσίας και η ποιότητα εμπειρίας να βελτιωθούν και μάλιστα γρήγορα.

Δίκτυα υψηλότερης ταχύτητας σε σχέση με τα σημερινά ξεκινάνε τη λειτουργία τους σε όλο τον κόσμο. Σε μεγάλο μέρος της Ευρώπης είναι διαθέσιμες ευρυζωνικές συνδέσεις των 100Mb, αλλά σε κάποιες χώρες, στις οποίες συμπεριλαμβάνεται και το Ηνωμένο Βασίλειο, οι εξελίξεις καθυστερούν και τα πλάνα για την δημιουργία ενός εθνικού ευρυζωνικού δικτύου υψηλής ταχύτητας είναι ακόμη υπό σχεδιασμό. Για αυτό το λόγο η ανάπτυξη πρότυπων κωδικοποιήσεων βίντεο (οι οποίες θα επιτρέπουν σε περιεχόμενο HD να ταξιδεύει σε μη-ασφαλή, χαμηλού εύρους ζώνης δίκτυα, να παραμένει ακέραιο και να είναι δυνατόν να αποδοθεί στη ανάλυση της αρχικής πηγής) είναι ιδιαίτερα σημαντική για την ανάπτυξη αυτού του εμπορικού τομέα.

1.3 Πρόσβαση περιεχομένου μέσω τριών οθονών

Η ενοποίηση της εμπειρίας χρήστη είναι ένας από τους στόχους των ερευνών που γίνονται στα πεδία των επικοινωνιών και των υπολογιστών για αρκετά χρόνια. Οι τηλεπικοινωνίες έχουν επικεντρωθεί στη σύγκλιση ασυρμάτων, κινητών και σταθερών δικτύων και η απρόσκοπτη κινητικότητα μεταξύ δικτυακών τεχνολογιών έχει διευθετηθεί μέσω διαφόρων τεχνολογιών και πρωτοκόλλων. Πράγματι, η έρευνα για νέα πρωτόκολλα συνεχίζεται. Στον τομέα των υπολογιστών, η ικανότητα εκτέλεσης εφαρμογών οι οποίες να είναι συμβατές με ποικιλία από πλατφόρμες και συσκευές έχει επιδιωχθεί μέσω της χρήσης πλαισίων ανάπτυξης εφαρμογών όπως JAVA και .NET και μέσω λειτουργικών συστημάτων όπως το Android. Η στρατηγική της Microsoft three screens and a cloud είναι ένα πολύ αντιπροσωπευτικό παράδειγμα – και οι τρεις οθόνες μπορούν εύκολα να γίνουν τέσσερις αν συμπεριληφθούν το iPad και το Kindle. [MICR1] [MICR2]

Οπότε, για τη βιομηχανία πολυμέσων αυτό σημαίνει πως το περιεχόμενο μπορεί να γίνει προσαρμόσιμο στις συγκεκριμένες συνθήκες οποιουδήποτε τερματικού χρησιμοποιεί ο χρήστης, με τις δυνατότητες απεικόνισης και της οθόνης να είναι οι καθοριστικοί παράγοντες. Και είναι κάτι το οποίο ήδη τροφοδοτείται στην διαδικτυακή βιομηχανία. Όλα και περισσότερες δημοφιλείς ιστοσελίδες διαμοιρασμού βίντεο προσφέρουν περιεχόμενο σε διάφορες αναλύσεις, κάνοντάς το κατάλληλο για οτιδήποτε, από μικρές οθόνες κινητών τηλεφώνων έως HDTV. Η έρευνα σε αυτό το τομέα έχει ήδη παραγάγει κάποια σπουδαία αποτελέσματα, με τις πρόσφατες εξελίξεις στο adaptive streaming να έχουν εναγκαλιστεί από τα κύρια ενδιαφερόμενα μέρη (πχ., το Smooth Streaming της Microsoft και το HTTP Live Streaming της Apple).

Το βίντεο δεν είναι μόνο διαθέσιμο σε μορφοποίηση για διαφορετικούς τύπους οθόνης, αλλά επίσης μπορεί εύκολα να μετακινηθεί από μια συσκευή σε μια άλλη ακόμη και κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγής. Η φράση «Μπορείς να μεταφέρεις (ασύρματα) την ταινία στη φορητή συσκευή μου;» μπορεί να ακούγεται σαν να έχει βγει από ταινία επιστημονικής φαντασίας, αλλά έχουν ήδη επιδειχθεί πρωτότυπα στο My eDirector 2012, ένα ερευνητικό έργο χρηματοδοτούμενο από το FP7 της Ευρωπαϊκής ένωσης, που επιτρέπουν σε χρήστες να έχουν πρόσβαση σε ζωντανή κάλυψη αθλητικών γεγονότων, εναλλάσσοντας μεταξύ διαφορετικών τεχνολογιών δικτύωσης και υπολογιστών.

Επιπλέον, η υιοθέτηση τεχνολογιών widget (οι οποίες επιτρέπουν τη χρήση μιας μοναδικής εφαρμογής σε πολλαπλές συσκευές, στις οποίες συμπεριλαμβάνονται ηλεκτρονικοί υπολογιστές, τηλεοράσεις και κινητά τηλέφωνα), μαζί με κινήσεις που στρέφονται στη χρήση διεπαφών που στηρίζονται στο WEB για καθολική πρόσβαση και στην ενσωμάτωση λειτουργικών συστημάτων για κινητά τηλέφωνα (όπως το Android) σε τηλεοράσεις, δείχνει πως σχηματίζεται μια ενδιαφέρουσα νέα αγορά για πολυμέσα, που απρόσκοπτα προσαρμόζεται και στους τρεις τύπους οθονών.

1.4 Νέα μοντέλα για τη διανομή και κατανάλωση περιεχομένου

Η επιτυχία των συστημάτων peer to peer, τα έχει αναδείξει ως τη πιο δημοφιλή προσφερόμενη υπηρεσία του διαδικτύου. Ακόμη και πριν από πέντε χρόνια, η κίνηση peer to peer κατανάλωνε περίπου τα τρία τέταρτα της συνολικής κίνησης στο Internet. Παρόλο που το συνολικό επίπεδο της peer to peer κίνησης αναμένεται να διπλασιαστεί στα 7 petabyte ανά μήνα στα επόμενα τέσσερα χρόνια, ο πραγματικός όγκος των peer to peer ως ποσοστό της συνολικής κίνησης στο Internet

αναμένεται να πέσει από 39% αυτή τη χρονιά στο 17% έως το 2014 [CISCO1]. Αυτό σημαίνει πως για πρώτη φορά σε αυτό τον αιώνα, το peer to peer δεν θα είναι το πιο δημοφιλές είδος διαδικτυακής κίνησης.

Πως είναι δυνατό να συμβεί κάτι τέτοιο; Η απάντηση είναι απλή: νέα, ανταγωνιστική, κίνηση διαδικτυακού βίντεο που αυξάνεται με αξιοσημείωτο ρυθμό. Η εκπληκτική επιτυχία του YouTube και οι αμέτρητοι κλώνοι του που έχουν δημιουργηθεί, έχουν γρήγορα μεταβεί από τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές, σε κινητές συσκευές, παιχνιδιομηχανές ακόμη και σε διαδικτυακή τηλεόραση. Αλλά αυτό που δεν ήταν ευρέως αναμενόμενο είναι πως το peer to peer και το διαδικτυακό βίντεο θα έχουν πληθώρα από λόγους για να ενώσουν τις δυνάμεις τους, με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί ένα πανίσχυρο νέο υβρίδιο: peer to peer video streaming (P2PVS). Σε αντίθεση με το μοντέλο “έναρξης αναπαραγωγής αφότου κατέβει όλο το αρχείο” των τωρινών συστημάτων ανταλλαγής αρχείων peer to peer, το P2PVS χρησιμοποιεί το μοντέλο “έναρξης αναπαραγωγής ενώ κατεβαίνει το αρχείο”, δίνοντας στους χρήστες την δυνατότητα να καταναλώνουν απευθείας περιεχόμενο στο οποίο έχουν πρόσβαση πάνω από την υποδομή peer to peer. Υπάρχουν ήδη αρκετές πλατφόρμες που υποστηρίζουν το P2PVS (PPLive², PPStream³, CoolStreaming⁴, QQLive⁵, SopCast⁶, Feidian⁷, TvAnts⁸) και διεξάγεται έρευνα στην Ευρώπη για τον καθορισμό τεχνολογιών που θα μπορούσαν να συμβάλλουν στο να γίνει το P2PVS περισσότερο εύρωστο και σταθερό ποιοτικά σύστημα (πχ., P2P-Next⁹, SARACEN¹⁰).

Αυτό που είναι σημαντικό και πολύ ενδιαφέρον σε αυτή τη περίπτωση είναι οι θεμελιώδεις βελτιώσεις που το P2PVS προσφέρει στους παρόχους υπηρεσιών, σε σύγκριση με τον απλό διαμοιρασμό αρχείων peer to peer.

Όταν το peer to peer χρησιμοποιείται για τον διαμοιρασμό αρχείων, οι πάροχοι υπηρεσιών προσφέρουν μόνο τις υποδομές πάνω από τις οποίες το περιεχόμενο διαμοιράζεται. Δεν έχουν την δυνατότητα να δημιουργήσουν κέρδος από το ίδιο το περιεχόμενο. Παράλληλα όμως, πρέπει να ανταποκριθούν στην αυξανόμενη ζήτηση εύρους ζώνης που η peer to peer διανομή δημιουργεί. Με το P2PVS, οι πάροχοι περιεχομένου και υπηρεσιών έχουν στην διάθεσή τους ένα νέο σύστημα πάνω από το οποίο μπορεί με ευκολία να διανεμηθεί βίντεο, με μηδενικά κόστη υποδομής και παγκόσμια κάλυψη. Η χρήση του peer to peer μπορεί επίσης να αποδειχθεί λύση μηδενικού κόστους ως προς το πρόβλημα του εύρους ζώνης, μεταθέτοντας τη διανομή stream στην περιφέρεια και χρησιμοποιώντας αχρησιμοποίητο εύρος ζώνης στις άκρες των ήδη υπάρχοντων δικτύων.

Ένα έμφυτο χαρακτηριστικό των μοντέρνων συστημάτων peer to peer θα μπορούσε να παίξει σημαντικό ρόλο στον σχεδιασμό μελλοντικών επιχειρηματικών μοντέλων: οι τελικοί χρήστες θα μπορούσαν να επιβραβευτούν με κάποιο τρόπο, επειδή επιτρέπουν να χρησιμοποιηθεί ο εξοπλισμός τους ως μέρος του δικτύου διανομής peer to peer. Με παρόμοιο τρόπο με τον οποίο ο peer to peer διαμοιρασμός αρχείων έχει ενσωματώσει τεχνικές αμοιβαίου αλτρουισμού (πχ., τη χρήση στρατηγικών επιβράβευσης για τη βελτιστοποίηση της ταχύτητας κατεβάσματος ή η

² <http://www.synacast.com/en>

³ <http://www.ppstream.com/>

⁴ <http://www.coolstreaming.us/>

⁵ <http://live.qq.com/>

⁶ <http://www.sopcast.org/>

⁷ <http://www.pprecorder.com/iptv-feidian.htm>

⁸ <http://www.tvants-ppstream.com/>

⁹ <http://www.p2p-next.org/>

¹⁰ <http://www.saracen-p2p.eu/>

παροχή κινήτρων για τη συμμετοχή σε διαμοιρασμό), το P2PVS μπορεί να προσφέρει αντίστοιχα κίνητρα, όπως μειωμένο κόστος ή βελτιωμένη ποιότητα, με βάση τους πόρους που συνέβαλαν οι χρήστες στο δίκτυο.

1.5 Προσαρμογή πολυμεσικού περιεχομένου στο πλαίσιο περιβάλλοντος και χρήστη

Αλλά η πρόσβαση σε περιεχόμενο δεν περιορίζεται μόνο στην αναπαραγωγή κατά απαίτηση. Κοινότητες σχετικές με την έρευνα και την αγορά ξεκινούν να εξετάζουν πολλούς περισσότερους τρόπους με τους οποίους το περιεχόμενο μπορεί και πρέπει να προσαρμοστεί. Αυτοί περιλαμβάνουν την τοποθεσία του χρήστη, συχνά για να καθοριστεί το δικαίωμα πρόσβασης σε περιεχόμενο (πχ., HULU, αν κάποιος είναι κάτοικος Ηνωμένων Πολιτειών), και παροχή συστάσεων για νέα προγράμματα, βασισμένων σε συνεργατικό φιλτράρισμα. Με την εισαγωγή της προσαρμογής στη διαδικασία, η επερχόμενη τεχνολογία κινητών υπολογιστών μπορεί να οδηγήσει σε ακόμη πιο ενδιαφέρουσες εξελίξεις: πως θα σας φαινόταν αν η φορητή σας συσκευή αύξανε την ένταση ήχου της αναπαραγωγής όταν ανίχνευε θόρυβο ή αύξανε αυτόματα την αντίθεση και την φωτεινότητα όταν ανίχνευε πως βρίσκεστε σε εξωτερικό χώρο ή υπό άμεσο ηλιακό φωτισμό.

1.6 Συμπεράσματα

Είναι προφανές, ότι τα επόμενα χρόνια προσφέρουν μια ανεπανάληπτη ευκαιρία για την ανάπτυξη των προσοδοφόρων, χαμηλού κόστους επιχειρηματικών μοντέλων, που είναι χτισμένα γύρω από νέες, ευπροσάρμοστες πλατφόρμες διανομής πολυμέσων. Εν τω μεταξύ, οι καταναλωτές θα επιβραβεύονται με μια αυξανόμενη συλλογή υψηλής τεχνολογίας συσκευών για να καλύψουν τις απαιτήσεις θέασής τους.

Πάντως, παρά τις πρόσφατες εξελίξεις σε λύσεις hardware, η συζήτηση σχετικά με την “ποιότητα υπηρεσίας και εμπειρίας” ακόμη δεν έχει φτάσει σε κάποιο τέλος. Η παροχή περιεχομένου στον καταναλωτή δεν έχει τελειοποιηθεί ακόμη, αλλά ακόμη πιο επιτακτικές είναι οι επικείμενες επιλογές που πρέπει να γίνουν σχετικά με τη χρήση μιας τυποποιημένης κωδικοποίησης βίντεο. Αυτό που θέλουν οι καταναλωτές είναι ένα, σχετικά διαχρονικό σύστημα, που λειτουργεί σε όλους τους φυλλομετρητές και υλικό, χωρίς πρόσθετα και ενημερώσεις.

2 Βασικές τεχνολογίες και πρωτόκολλα διανομής πολυμεσικής πληροφορίας

Σε αυτό το τμήμα της εργασίας θα επιχειρηθεί μια σύντομη παρουσίαση κάποιων τεχνολογιών που είναι παρούσες σχεδόν σε όλες τις υλοποιήσεις της μετάδοσης σε πραγματικό χρόνο ροών πολυμέσων πάνω από δίκτυα ομοτίμων κόμβων. Αυτές οι τεχνολογίες, είτε χρησιμοποιούνται αυτούσιες, είτε με κάποιες αλλαγές ή προεκτάσεις αποτελούν τη βάση για πολλές από τις πλατφόρμες που θα εξεταστούν σε άλλα μέρη της εργασίας.

2.1 Δίκτυα ομοτίμων κόμβων

Τα δίκτυα ομοτίμων κόμβων (peer-to-peer networks- P2P) είναι ένα είδος δικτύων, όπου ο κάθε σταθμός εργασίας/τερματικό έχει παρόμοιες δυνατότητες και υποχρεώσεις απέναντι στους υπολοίπους. Αυτή η προσέγγιση διαφέρει από τις αρχιτεκτονικές εξυπηρετητή-πελάτη, όπου κάποια από τα τερματικά έχουν τον αποκλειστικό ρόλο να εξυπηρετούν κάποια άλλα [P2PDEF]. Οι περισσότερο συνηθισμένες χρήσεις δικτύων ομοτίμων κόμβων είναι ο διαμοιρασμός αρχείων, η παροχή υπηρεσιών άμεσων μηνυμάτων και η δημιουργία υπολογιστικών πλεγμάτων (Grid Computing).

Τα τερματικά που απαρτίζουν ένα δίκτυο ομοτίμων κόμβων μπορούν να βρίσκονται οπουδήποτε. Μπορεί να βρίσκονται στον ίδιο χώρο ή κτίριο και να συνδέονται μέσω του τοπικού δικτύου του συγκριμένου κτιρίου, ή οπουδήποτε στον πλανήτη και να συνδέονται μέσω του διαδικτύου.

Προκειμένου να συμμετάσχει ένα τερματικό σε ένα δίκτυο ομοτίμων κόμβων πρέπει να έχει εγκατεστημένο το κατάλληλο λογισμικο-πελάτη. Μερικά από τα χαρακτηριστικά που υπάρχουν στα περισσότερα λογισμικά-πελάτες είναι:

- Η δυνατότητα στα τερματικά να ενεργούν ταυτόχρονα ως εξυπηρετητές και ως πελάτες.
- Συνήθως είναι εύκολα στην εγκατάσταση και λειτουργία.
- Υποστήριξη πρωτοκόλλων «cross network», όπως τα SOAP και XML-RPC.
- Επιτρέπουν τη κατά βούληση ή αυτόματη σύνδεση με άλλα τερματικά.

Ο τρόπος λειτουργίας τους θα αναλυθεί σε βάθος σε επόμενα κεφάλαια.

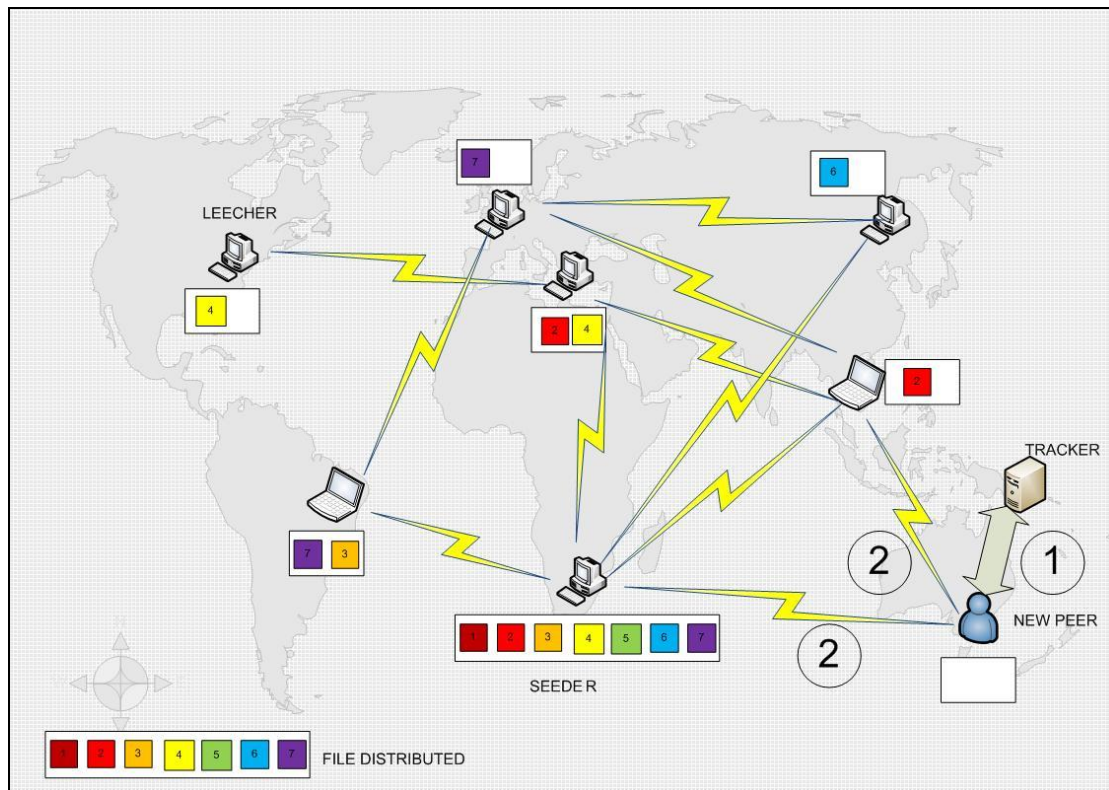
2.2 Το πρωτόκολλο BitTorrent

Το πρωτόκολλο BitTorrent [BITT] είναι ένα από τα πλέον δημοφιλή peer to peer πρωτόκολλα διαμοιρασμού αρχείων. Χρησιμοποιείται για το διαμοιρασμό μεγάλων αρχείων με σχετική ανωνυμία και χωρίς τη χρήση ακριβών αφιερωμένων εξυπηρετητών, οι οποίοι είναι ευαίσθητοι σε αστοχία. Ακόμη και μικροί υπολογιστές, όπως τα κινητά τηλέφωνα, με μικρό εύρος ζώνης είναι δυνατό να συμμετέχουν στον διαμοιρασμό μεγάλων αρχείων. Ο αρχικός διανομέας αρκεί να ανεβάσει το αρχείο μια μόνο φορά και το αρχείο μπορεί να αποσταλεί σε απεριόριστο αριθμό αποδεκτών. Η κύρια διαφορά με τα άλλα πρωτόκολλα peer to peer είναι ότι περιορίζει το

φαινόμενο του να υπάρχουν χρήστες που κατεβάζουν δεδομένα, χωρίς όμως να ανεβάζουν τίποτα, με αποτέλεσμα να η διανομή του αρχείου να επιβραδύνεται.

Κάθε αρχείο ή ομάδα αρχείων που πρόκειται να διανεμηθούν με το πρωτόκολλο BitTorrent χωρίζεται σε τεμάχια. Το τυπικό μέγεθος ενός τεμαχίου είναι μεταξύ 32KByte και 4MByte (συνήθως 256KByte). Η συνολική λίστα με το όνομα, το μέγεθος και άλλες πληροφορίες που αφορούν τα τεμάχια και άλλα ζωτικά τμήματα του πρωτοκόλλου BitTorrent περιλαμβάνονται στο αρχείο Torrent. Όταν ένας ομότιμος θέλει να συμμετάσχει σε ένα διαμοιρασμό αρχείου, αρχικά δεν έχει τεμάχια του αρχείου. Αλλά καθώς περνάει ο χρόνος, συλλέγει τεμάχια. Όταν ένα τεμάχιο γίνει διαθέσιμο σε ένα ομότιμο, ο ομότιμος μπορεί να αρχίσει να το διανέμει στους άλλους ομότιμους. Προφανώς, ένας ομότιμος μπορεί να κάνει διανομή μόνο αρχείων τα οποία είναι στην κατοχή του. Μόνο όταν ένας ομότιμος έχει κατεβάσει ολόκληρο το αρχείο (όλα τα τεμάχια) μπορεί να διανέμει όποιο τεμάχιο επιθυμεί. Τότε, ο ομότιμος μπορεί είτε να αποχωρήσει από τον διαμοιρασμό του αρχείου, κάνοντας δυσκολότερο το διαμοιρασμό του αρχείου στους υπόλοιπους ομότιμους που δεν έχουν όλα τα τεμάχια, είτε να συνεχίσει να συμμετέχει στο διαμοιρασμό του αρχείου, χωρίς κανένα όφελος για τον ίδιο, άλλα κάνοντας τον διαμοιρασμό ευκολότερο για τους υπολοίπους ομότιμους. Ένας ομότιμος που έχει ολόκληρο το αρχείο καλείται Seeder. Ο ομότιμος που παρείχε το αρχικό αντίγραφο του αρχείου ονομάζεται αρχικός Seeder. Η εναλλαγή από ομότιμους σε Seeder καθορίζει τη συνολική “υγεία” του αρχείου (που εξαρτάται από τον αριθμό των ολόκληρων αντιγράφων του αρχείου που υπάρχουν στο δίκτυο).

Το πρώτο βήμα για ένα ομότιμο που θέλει να γίνει μέλος ενός δικτύου που διαμοιράζει ένα αρχείο είναι να επικοινωνήσει με μια ιστοσελίδα που κρατάει ευρετήριο με αρχεία Torrent. Ένα ευρετήριο BitTorrent είναι μια ιστοσελίδα που αποθηκεύει και διαμοιράζει κατ' αίτημα αρχεία Torrent, τα οποία συνδέονται με διαμοιραζόμενα αρχεία. Το αρχείο Torrent περιλαμβάνει μια λίστα “εντοπιστών” που το εξυπηρετούν. Ο εντοπιστής (tracker) είναι ένα εξυπηρετητής που αποθηκεύει και διανέμει διευθύνσεις IP ομοτίμων που συμμετέχουν στο διαμοιρασμό του αρχείου ενός συγκεκριμένου Torrent τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Τότε ο νέος ομότιμος ενημερώνει τους εντοπιστές ότι συμμετέχει στο διαμοιρασμό του αρχείου και περιοδικά τους ενημερώνει πως είναι ακόμη ενεργός και τους προμηθεύει με στατιστικά. Οι εντοπιστές στέλνουν στον νέο ομότιμο μια λίστα με διευθύνσεις IP μερικών από τους ομοτίμους που συμμετέχουν ενεργά στο διαμοιρασμό του αρχείου τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Ο νέος ομότιμος ξεκινάει παράλληλες συνδέσεις με αυτούς τους ομοτίμους πάνω από το πρωτόκολλο TCP. Οι ομότιμοι με τους οποίους εγκαθιδρύεται η σύνδεση TCP καλούνται “γειτονικοί ομότιμοι” του νέου ομότιμου. Ο νέος ομότιμος πρώτα κατεβάζει από τους γειτονικούς του ομοτίμους τεμάχια του αρχείου και κατόπιν τα στέλνει σε άλλους γειτονικούς ομοτίμους, που δεν τα έχουν στη διάθεσή τους. Η ακεραιότητα των τεμαχίων που λαμβάνονται, ελέγχεται μέσω σύγκρισης του αθροίσματος ελέγχου με ένα καταγεγραμμένο άθροισμα ελέγχου. Ο αριθμός των γειτονικών ομοτίμων διαρκώς αλλάζει.



Εικόνα 3:Είσοδος σε μια κοινότητα διαμοιρασμού

1)Όταν εισέρχεται ένας νέος ομοτίμος επικοινωνεί με τον tracker για να πάρει μια λίστα με ομοτίμους που συμμετέχουν στον διαμοιρασμό

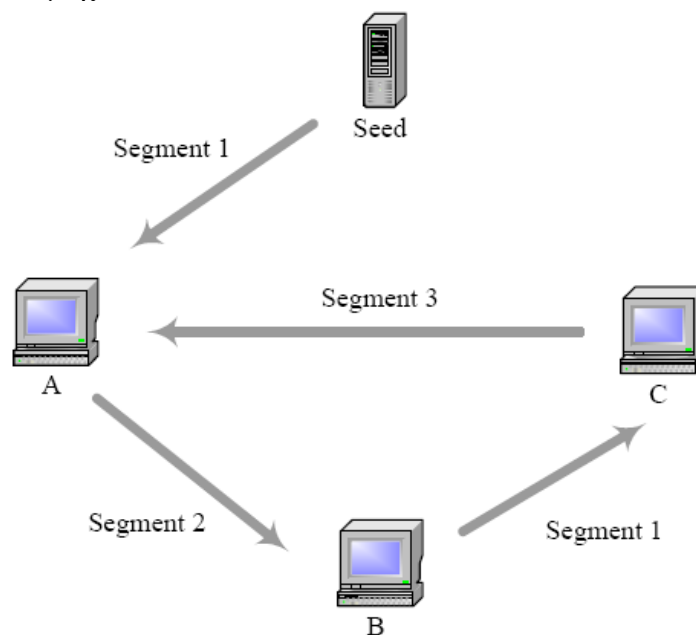
2)Στη συνέχεια εγκαθιδρύει συνδέσεις με κάποιους από αυτούς και ξεκινάει να ανταλλάσσει τεμάχια

Καθώς περνά ο χρόνος, κάποιοι από τους γειτονικούς ομοτίμους αποχωρούν από το διαμοιρασμό του αρχείου και νέοι ομοτίμοι συνδέονται και προσπαθούν να εγκαθιδρύσουν σύνδεση TCP με τον νέο ομοτίμο. Αναλόγως την υλοποίηση του αρχείου Torrent, οι νέες συνδέσεις TCP εγκαθιδρύονται με ή χωρίς την βοήθεια εντοπιστών. Στην αρχική έκδοση του πρωτοκόλλου BitTorrent, όλοι οι ομοτίμοι έπρεπε να επικοινωνήσουν με έναν εντοπιστή, ώστε να εγκαθιδρύσουν μια νέα σύνδεση TCP μεταξύ τους και να ξεκινήσουν το κατέβασμα. Κάποιες προεκτάσεις του πρωτοκόλλου εκτελούν την ανταλλαγή διευθύνσεων IP μεταξύ των ομοτίμων. Οπότε, μια νέα επικοινωνία με τον εντοπιστή δεν είναι πλέον απαραίτητη. Σε μια υλοποίηση του αρχείου torrent που ονομάζεται “χωρίς εντοπιστή” (trackerless), οι διευθύνσεις IP κάποιων ομοτίμων συμπεριλαμβάνονται σε αυτό. Οπότε, ο νέος ομοτίμος δεν επικοινωνεί καθόλου με κάποιον εντοπιστή. Οι ομοτίμοι δρουν ως εντοπιστές.

Οι γειτονικοί ομοτίμοι ανταλλάσσουν αρχεία , πάνω από πρωτόκολλο TCP, τα οποία περιέχουν αρχεία που αφορούν τα τεμάχια που κάθε ομοτίμος κατέχει. Κάθε ομοτίμος έχει γνώση σχετική με το ποια τεμάχια έχει στη κατοχή του και ποια τεμάχια έχουν οι γειτονικοί του ομοτίμοι. Βασισμένοι σε αυτή τη γνώση, οι ομοτίμοι ζητούν (πάνω από TCP) τεμάχια. Τα τεμάχια που ένας ομοτίμος ζητάει αποφασίζονται βάσει μιας τεχνικής που αποκαλείται “το σπανιότερο πρώτα”. Η ιδέα αυτής της τεχνικής είναι πως ένας ομοτίμος, ο οποίος έχει γνώση και των τεμαχίων που κατέχει, αλλά και των τεμαχίων που οι γειτονικοί του ομοτίμοι κατέχουν, ζητά τα τεμάχια που δεν έχει και ταυτόχρονα είναι τα σπανιότερα στους γειτονικούς ομοτίμους. Αυτή η τεχνική διανέμει τα σπανιότερα τεμάχια πολύ γρήγορα. Ως

συνέπεια, ο αριθμός των αντιγράφων ενός τεμαχίου είναι περίπου ο ίδιος για κάθε τεμάχιο. Έτσι, σχεδόν πάντα ένας ομότιμος θα βρει τεμάχια που δεν έχει στους γειτονικούς ομοτίμους του.

Ένας ομότιμος λαμβάνει πολλές αιτήσεις για τα τεμαχιά του, αλλά δεν είναι δυνατό να στείλει σε όλους τους αιτούντες. Για αυτό το λόγο το BitTorrent χρησιμοποιεί έναν έξυπνο αλγόριθμο για να διαπραγματευτεί τη μεταφορά τεμαχίων. Η βασική ιδέα είναι πως κάθε ομότιμος δίνει προτεραιότητα στους γειτονικούς ομοτίμους του που του παρέχουν δεδομένα με τον υψηλότερο ρυθμό. Συγκεκριμένα, μετράται συνεχώς ο ρυθμός με τον οποίο λαμβάνει δεδομένα από κάθε γειτονικό ομότιμο και καθορίζονται οι τέσσερις (ανάλογα με την υλοποίηση μπορεί να αλλάξει αυτός ο αριθμός) ομότιμοι από τους οποίους λαμβάνει δεδομένα με τον υψηλότερο ρυθμό. Κατόπιν, ανταποκρίνεται στέλνοντας τεμάχια σε αυτούς τους τέσσερις ομοτίμους. Κάθε δέκα δευτερόλεπτα, υπολογίζει εκ νέου τους ρυθμούς με τους οποίους λαμβάνει δεδομένα και πιθανώς, τροποποιεί το σύνολο των τεσσάρων ομοτίμων. Το σημαντικότερο είναι ότι κάθε 30 δευτερόλεπτα, επιλέγει επίσης ένα πρόσθετο γειτονικό ομότιμο τυχαία και του στέλνει τεμάχια. Αφού θα αρχίσει να του στέλνει δεδομένα, έχει την ευκαιρία (αν ο ρυθμός αποστολής είναι αρκετά υψηλός) να μπει στη λίστα με τους καλύτερους τέσσερις ομοτίμους του νέου αυτού κόμβου, με αποτέλεσμα να αρχίσει να λαμβάνει δεδομένα από αυτόν. Στην ουσία, κάθε ομότιμος επιλέγει κάθε 30 δευτερόλεπτα τυχαία έναν εταίρο διαπραγμάτευσης και εκκινεί μια διαπραγμάτευση μαζί του. Αν οι δυο ομότιμοι είναι ικανοποιημένοι με τη διαπραγμάτευση, θα τοποθετήσουν ο ένας τον άλλο στη λίστα με τους κορυφαίους τέσσερις ομοτίμους και θα συνεχίσουν να διαπραγματεύονται μεταξύ τους, μέχρι κάποιος από τους δυο βρει ένα καλύτερο εταίρο. Το αποτέλεσμα είναι ότι οι εταίροι που είναι σε θέση να αποστέλλουν δεδομένα με παρόμοιο ρυθμό, έχουν τη τάση να «βρίσκονται» μεταξύ τους. Η τυχαία επιλογή γειτονικών ομοτίμων επιτρέπει επίσης σε νέους ομοτίμους να λαμβάνουν τεμάχια, έτσι ώστε να έχουν κάτι να διαπραγματευτούν. Όλοι οι άλλοι γειτονικοί ομότιμοι εκτός των πέντε (οι τέσσερις κορυφαίοι και ο ένας στον οποίο γίνεται βολιδοσκόπηση) «καταπνίγονται», δηλαδή δεν λαμβάνουν τεμάχια.



Εικόνα 4: Το BitTorrent κάνει χρήση μιας στρατηγικής που στη θεωρία παιγνίων ονομάζεται tit-for-tat. Για να λάβει κάποιος ομότιμος τεμάχια πρέπει ταυτόχρονα να στέλνει (Πηγή: [ZHANG]).

Ένα συνηθισμένο πρόβλημα στο διαμοιρασμό αρχείων peer to peer είναι οι λαθρεπιβάτες (free-riding), με βάση το οποίο ένας ομότιμος κατεβάζει αρχεία από το σύστημα διαμοιρασμού αρχείων, χωρίς να ανεβάζει αρχεία. Ο αλγόριθμος διαπραγμάτευσης του BitTorrent στην ουσία εξαλείφει το πρόβλημα αυτό, εφόσον για να μπορεί κάποιος ομότιμος να λαμβάνει bit από κάποιον άλλο με αξιοπρεπή ρυθμό για μια εκτεταμένη χρονική περίοδο, πρέπει ταυτόχρονα να του αποστέλλει bit με αξιοπρεπή ρυθμό. Το BitTorrent έχει αρκετούς ακόμη μηχανισμούς, οι οποίοι ξεφεύγουν από τα πλαίσια αυτής της διπλωματικής και δεν θα αναφερθούν [KUROSE].

2.3 Προσαρμοστική διανομή περιεχομένου πάνω από HTTP με χρήση Dynamic Adaptive Streaming (DASH)

Σε αυτό το υποκεφάλαιο θα γίνει αναφορά για τις τεχνικές αποστολής περιεχομένου βίντεο σε πραγματικό χρόνο πάνω από το Internet και θα δοθεί έμφαση σε μια πολλά υποσχόμενη νέα τεχνική που ονομάζεται προσαρμοστική διανομή περιεχομένου πάνω από HTTP.

Μέχρι πρότινος, δυο ήταν οι περισσότερο δημοφιλείς τεχνικές αποστολής περιεχομένου βίντεο σε πραγματικό χρόνο πάνω από το Internet.

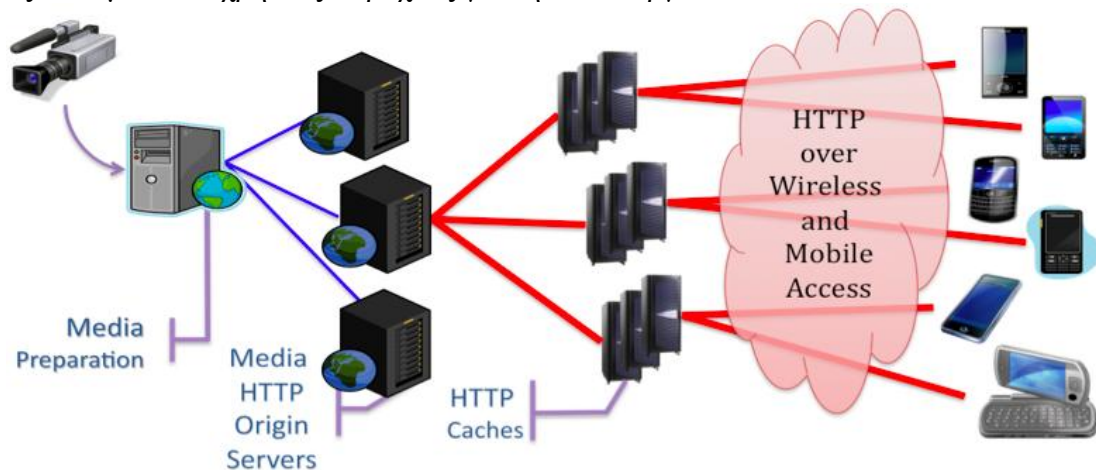
Το "παραδοσιακό" stream, το οποίο χρησιμοποιεί κάποιο είδος καστασικού (stageful) πρωτοκόλλου, όπως για παράδειγμα το Real-Time Streaming Protocol (RTSP). Όταν το λογισμικό-πελάτης συνδεθεί με ένα streaming εξυπηρετητή, ο εξυπηρετητής έχει γνώση της κατάστασης του "πελάτη", μέχρι ο χρήστης να αποσυνδεθεί. Συνήθως, υπάρχει συχνή επικοινωνία μεταξύ του εξυπηρετητή και του λογισμικού-πελάτη κατά τη διάρκεια της μεταξύ τους σύνδεσης. Όταν εγκαθιδρυθεί μια τέτοια σύνοδος, ο εξυπηρετητής στέλνει το πολυμεσικό περιεχόμενο, ως ένα συνεχές stream από πακέτα πάνω από τα πρωτόκολλα μεταφοράς TCP ή UDP. Αντιθέτως το πρωτόκολλο HTTP είναι ακαταστασικό (stateless.) Όταν γίνεται ένα αίτημα HTTP, ο εξυπηρετητής αποστέλλει στο αντίστοιχο τερματικό τα δεδομένα που ζήτησε και στη συνέχεια τερματίζεται η σύνδεση. Δηλαδή, κάθε αίτημα HTTP αντιμετωπίζεται ως μια μοναδική και ανεξάρτητη συναλλαγή.

Εναλλακτικά με το streaming, μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια τεχνική που ονομάζεται προοδευτική λήψη (progressive download) από τους συνήθεις εξυπηρετητές HTTP Web. Εφόσον το λογισμικό του χρήστη υποστηρίζει το πρωτόκολλο HTTP/1.1, είναι δυνατό να αποστείλει αιτήματα HTTP στον εξυπηρετητή WEB (πρέπει να υποστηρίζει και ο εξυπηρετητής το HTTP/1.1), τα οποία να ζητούν συγκεκριμένες ομάδες από Byte ενός πολυμεσικού αρχείου. Έτσι, είναι δυνατό να λάβει ο χρήστης οποιοδήποτε τμήμα του βίντεο επιθυμεί. Τα κύρια μειονεκτήματα της προοδευτικής λήψης είναι 1)σπατάλη πόρων σε περίπτωση που ο χρήστης αποφασίσει να σταματήσει να παρακολουθεί το ληφθέν περιεχόμενο αφότου έχει ξεκινήσει η προοδευτική λήψη (για παράδειγμα αν αλλάξει κανάλι), 2) δεν είναι δυνατό να προσαρμόσει το bitrate (bitrate adaptive) και 3) δεν υποστηρίζει πολυμεσικές υπηρεσίες πραγματικού χρόνου [DASH].

Η μια άλλη τεχνική, η adaptive bitrate streaming, δίνει την δυνατότητα στους εξυπηρετητές να ανιχνεύουν σε πραγματικό χρόνο το εύρος ζώνης και τους διαθέσιμους πόρους (cpu κλπ.) του τερματικού του χρήστη και να προσαρμόζουν ανάλογα την ποιότητα του stream που του αποστέλλουν. Αυτό βέβαια απαιτεί το κάθε

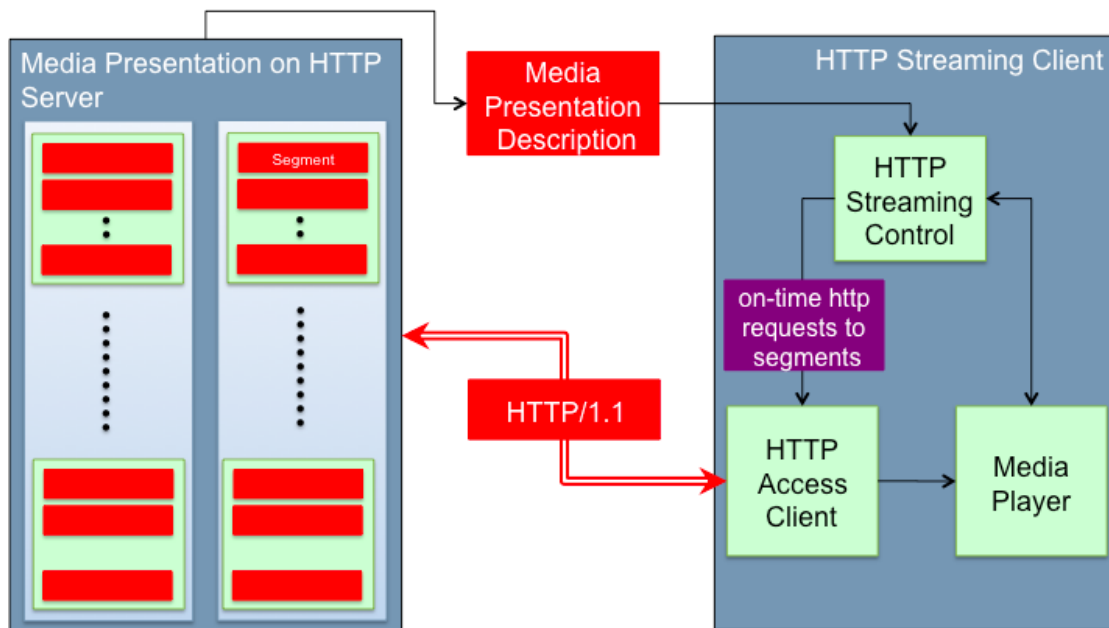
βίντεο να είναι κωδικοποιημένο σε διάφορα δυνατά bitrate, ώστε να είναι εφικτή η αποστολή του "ιδανικού" για κάθε περίπτωση. Το αποτέλεσμα είναι μειωμένες ανάγκες προσωρινής μνήμης, γρήγορη εκκίνηση των βίντεο και η βέλτιστη εμπειρία για κάθε είδους τερματικό/δικτυακή σύνδεση. [PRO]

Το Adaptive Streaming πάνω από HTTP (DASH) έχει σχεδιαστεί με σκοπό να ξεπεράσει τις αδυναμίες των δυο πρώτων τεχνικών. Επιπλέον, στηρίζεται στο ήδη ιδιαίτερα δημοφιλές πρωτόκολλο HTTP και έχει αρκετά κοινά στοιχεία με την προοδευτική λήψη πάνω από HTTP, με συνέπεια να μην είναι αναγκαία η αλλαγή εξοπλισμού από χρήστες/παρόχους για την λειτουργία του.



Εικόνα 5: Παράδειγμα αρχιτεκτονικής μετάδοσης πολυμεσικού περιεχομένου (Πηγή: [DASH])

Στην εικόνα φαίνεται μια πιθανή αρχιτεκτονική μετάδοσης πολυμέσων για streaming πάνω από HTTP. Κατά το στάδιο της προετοιμασίας του πολυμεσικού περιεχομένου, δημιουργούνται τεμάχια τα οποία περιέχουν διαφορετικές εκδόσεις ενός ή όλων των μερών του πολυμεσικού περιεχομένου, κάθε μια από τις οποίες έχει διαφορετική κωδικοποίηση. Κατόπιν, τα τεμάχια μαζί με τα αντίστοιχα αρχεία που περιγράφουν το περιεχόμενό τους (media presentation description -MPD), αποστέλλονται σε ένα ή περισσότερους εξυπηρετητές περιεχομένου (media origin servers). Αυτοί οι εξυπηρετητές είναι κατά προτίμηση εξυπηρετητές HTTP, ώστε το σύνολο της επικοινωνίας με αυτούς να γίνεται πάνω από HTTP (οι έντονες γραμμές στην εικόνα συμβολίζουν HTTP επικοινωνία). Επιπλέον, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η ήδη υπάρχουσα υποδομή σε HTTP caches και proxies, ώστε να μειωθεί ο φόρτος των εξυπηρετητών πηγής (όπως φαίνεται και στην εικόνα). Το λογισμικό-πελάτης του τερματικού του χρήστη, στηριζόμενο στα MPD μεταδεδομένα που περιγράφουν την σχέση που έχουν μεταξύ τους τα τεμάχια και πως αυτά σχηματίζουν στο σχετικό πολυμεσικό περιεχόμενο, αποστέλλει αιτήματα HTTP GET στους αντίστοιχους εξυπηρετητές, ζητώντας τα σχετικά τεμάχια. Το τερματικό έχει πλήρη έλεγχο της συνόδου, πχ είναι υπεύθυνο να κάνει τα σχετικά αιτήματα "στην ώρα τους" (on-time request). Επίσης φροντίζει για την ομαλή αναπαραγωγή των τεμαχίων που λαμβάνει, μέσω της προσαρμογής του bitrate και άλλων ιδιοτήτων. Η ανάγκη για αυτές τις αλλαγές μπορεί να προκύψει επειδή άλλαξε η κατάσταση στην οποία βρίσκεται η συσκευή ή επειδή υπήρξε μεταβολή στις προτιμήσεις του χρήστη [DASH].



Εικόνα 6: Ο τρόπος λειτουργίας του πρωτοκόλλου (Πηγή: [DASH])

Συνοπτικά τα πλεονεκτήματα του Adaptive Streaming πάνω από HTTP (DASH) είναι:

- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί η ήδη υπάρχουσα υποδομή (HTTP server κλπ.) ή σχετικά (με άλλες υλοποιήσεις φθηνή) υποδομή.
- Χρησιμοποιεί τη θύρα 80, η οποία είναι σχεδόν πάντα ανοιχτή στους δρομολογητές, οπότε δεν τίθεται θέμα firewall ή NAT.
- το HTTP streaming διαδίδεται ταχύτατα ως τρόπος μετάδοσης βίντεο πάνω από το διαδίκτυο.
- Το HTTP θεωρείται ιδιαίτερα αξιόπιστο και απλό, επειδή τόσο το HTTP, όσο και τα πρωτόκολλα μεταφοράς και δικτύου που χρησιμοποιεί (TCP/IP) είναι ευρέως διαδεδομένα.
- Είναι ο έλεγχος της συνόδου (streaming session) δίνεται εξολοκλήρου στο τερματικό του χρήστη. Το τερματικό εγκαθιδρύει μια ή περισσότερες συνδέσεις TCP σε έναν ή περισσότερους εξυπηρετητές ή cache HTTP.
- Δίνεται η ευκαιρία στο τερματικό να επιλέξει αυτόματα το bitrate που είναι περισσότερο κατάλληλο για την σύνδεσή του, χωρίς την ανάγκη επικοινωνίας με κάποιο εξυπηρετητή stream.
- Δίνεται η δυνατότητα απρόσκοπτης και δυναμικής αλλαγής του bitrate ενός περιεχομένου ή μιας υπηρεσίας με βάση τις συνθήκες που επικρατούν στο δίκτυο και τις ανάγκες του χρήστη, χωρίς την ανάγκη επικοινωνίας με κάποιο εξυπηρετητή stream.
- Έχει τη δυνατότητα να επιταχύνει τη σύγκλιση στις προσφερόμενες υπηρεσίες streaming σε σταθερά και κινητά τερματικά, καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μια κοινή πλατφόρμα διανομής [DASH].

Αυτή τη στιγμή το DASH υποστηρίζει πολλαπλές υπηρεσίες. Μεταξύ άλλων υποστηρίζει:

- streaming κατά απαίτηση. (On-demand streaming)

- παραδοσιακή τηλεόραση (δηλαδή τηλεόραση στην οποία προβάλλεται ένα συγκεκριμένο πρόγραμμα στο οποίο δεν υπάρχει καμία δυνατότητα να παρέμβει ο χρήστης)/πολυμεσική ευρυεκπομή σε πραγματικό χρόνο
- θέαση με δυνατότητα χρονικής ολίσθησης (Time-shift viewing), με δυνατότητες εγγραφής βίντεο (Personal Video Recording-PVR)

Ενώ κάποιες από τις υπηρεσίες που προβλέπεται να υποστηρίζει το DASH στο μέλλον είναι:

- επιπλέον λειτουργίες αναπαραγωγής, όπως fast forward και rewind
- απλή ενσωμάτωση διαφημίσεων ή άλλου περιεχομένου στις υπηρεσίες on demand και live streaming
- αποδοτική μετάδοση πολλαπλών γλωσσών και ηχητικών κομματιών
- προστασία περιεχομένου και ασφάλεια μετάδοσης [DASH]

Κάποιες δημοφιλείς εμπορικές υλοποιήσεις είναι: το HTTP Live Streaming της Apple¹¹ και το Smooth Streaming της Microsoft¹².

2.4 Multiple description / Scalable Video coding

Το πρωτόκολλο BitTorrent χρησιμοποιείται κυρίως για μεταφορές αρχείων στις οποίες ο χρόνος δεν είναι σημαντική παράμετρος. Οι τεχνικές που θα αναπτυχθούν σε αυτή την ενότητα αφορούν κυρίως πολυμέσα τα οποία έχουν απαιτήσεις πραγματικού χρόνου (πχ., ζωντανή μετάδοση ποδοσφαιρικού αγώνα). Καθώς τα όποια προβλήματα λύνουν μπορούν να ξεπεραστούν περισσότερο αποδοτικά με άλλες τεχνικές σε σενάρια όπου ο χρόνος δεν αποτελεί κρίσιμη παράμετρο. Πλέον τα Video τα οποία μεταδίδονται στο διαδίκτυο απαιτούν ιδιαίτερα υψηλό εύρος ζώνης, το οποίο ίσως είναι δύσκολο να προσφερθεί από απλούς ομοτίμους, που συνήθως είναι οικιακοί χρήστες, με περιορισμένο εύρος ζώνης άνω ζεύξης. Επιπλέον, οι οικιακοί χρήστες έχουν πολύ μικρότερη αξιοπιστία σε σχέση με τους εξυπηρετητές, καθώς είναι ελεύθεροι να αποχωρήσουν από το δίκτυο χωρίς καμία προειδοποίηση, με αποτέλεσμα οι ομοτίμοι που λαμβάνουν πληροφορίες από αυτούς, αν η υπηρεσία έχει απαιτήσεις πραγματικού χρόνου, μέχρι να εγκαθιδρύνουν νέες συνδέσεις να έχουν προβληματική ή καθόλου υπηρεσία.

Η πρόταση που υπάρχει και ερευνάται αυτή τη στιγμή, για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων είναι η διαίρεση του κώδικα του stream σε μικρότερα κομμάτια και η μετάδοσή τους πάνω από διαφορετικά δίκτυα διαμοιρασμού. Η ροή πληροφορίας χωρίζεται με τέτοιο τρόπο ώστε ακόμη και αν ο τελικός χρήστης, που κάνει την ανασύνθεση των διαφορετικών stream και κατόπιν αναπαραγωγή του αρχείου, δε λάβει όλα τα stream να είναι σε θέση να ανασυνθέσει μια κατώτερης ποιότητας έκδοση του αρχικού αρχείου. Αυτό δίνει μεγαλύτερη ελαστικότητα στο δίκτυο. Όταν ένας ομοτίμος αποχωρεί, οι ομοτίμοι που λάμβαναν από αυτόν πληροφορία συνεχίζουν απρόσκοπτα την αναπαραγωγή του Video σε κατώτερη ποιότητα μέχρι να ξαναρχίσουν να λαμβάνουν το χαμένο stream από άλλη πηγή. Επιπλέον, λόγω του μικρότερου μεγέθους που έχουν πλέον τα stream είναι πιο εύκολο για τους απλούς οικιακούς ομοτίμους να τα μεταδώσουν. Για την ενίσχυση

¹¹ <http://developer.apple.com/resources/http-streaming/>

¹² <http://www.microsoft.com/silverlight/smoothstreaming/>

της ελαστικότητας αυτής της υλοποίησης λαμβάνεται μέριμνα ώστε τα δίκτυα διαμοιρασμού του κάθε stream να είναι όσο το δυνατόν περισσότερο ανεξάρτητα μεταξύ τους, ώστε οι αστοχίες που συμβαίνουν στο ένα δίκτυο να αφήνουν ανεπηρέαστο το άλλο.

Υπάρχουν δυο υλοποιήσεις αυτής της ιδέας:

Multiple description coding: Σε αυτή την υλοποίηση το stream χωρίζεται σε πολλά stream “ίσης” αξίας μεταξύ τους. Όσα περισσότερα stream λαμβάνει ο χρήστης τόσο καλύτερη ποιότητα έχει. Υπάρχουν διάφορες τεχνικές οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Η περισσότερο απλή, χρησιμοποιείται σε αρχεία ήχου και χωρίζει τα δείγματα του αρχείου σε δύο stream. Το ένα stream περιέχει πληροφορία μόνο για τα δείγματα με ζυγό αύξων αριθμό και το άλλο τα δείγματα με μονό αύξων αριθμό. Εφόσον λαμβάνονται και τα δύο, υπάρχει πληροφορία για όλα τα διαθέσιμα δείγματα του αρχείου ήχου οπότε και υπάρχει τέλεια αναπαραγωγή. Αν για κάποιο λόγο δεν είναι δυνατή η λήψη του ενός stream, δηλαδή ο τελικός χρήστης έχει πληροφορία μόνο για τα μονά ή ζυγά δείγματα ενός στιγμιότυπου, ο αλγόριθμος προσπαθεί να μαντέψει τις τιμές των δειγμάτων που λείπουν. Εφόσον για κάθε χαμένο δείγμα είναι γνωστές οι τιμές των γειτονικών του, μια αρκετά καλή προσέγγιση για την τιμή που θα μπορούσε να είχε, είναι να γίνει γραμμική παρεμβολή με τις τιμές των γειτονικών. Αυτό έχει αποδειχθεί πως προσφέρει σχετικά αποδεκτά αποτελέσματα. Ένας ακόμη τρόπος διαίρεσης σε δυο stream, σε αρχεία βίντεο αυτή τη φορά, είναι το ένα stream να έχει τα πιο σημαντικά bit των pixel με μονό αριθμό στήλης και τα λιγότερο σημαντικά των Pixel με ζυγό αριθμό στήλης και αντίστοιχα το άλλο stream να περιέχει τα λιγότερο σημαντικά bit των μονών pixel και τα περισσότερα σημαντικά των ζυγών. Σε περίπτωση απώλειας του ενός stream επιλέγεται ξανά η λύση της εκτίμησης των χαμένων bit με χρήση γραμμικής παρεμβολής [VIVEK 2001]. Οι συγκεκριμένες τεχνικές όμως δεν προτιμώνται, καθώς υπάρχουν πιο αποδοτικές τεχνικές για τη διαίρεση ενός stream σε δύο.

Υπάρχουν και άλλες περισσότερες πολύπλοκες υλοποιήσεις, που απαιτούν περισσότερα stream και άρα προσφέρουν στο δίκτυο μεγαλύτερη ανοχή σε σφάλματα. Αξίζει να αναφερθεί πως αν κάποιος ομοτίμος που έχει περίσσεια σε εύρος ζώνης άνω ζεύξης στέλνει κάποιο stream σε κάποιον ομοτίμο που χάνει την πρόσβαση σε κάποιο άλλο stream του ίδιου video, μπορεί προσωρινά να του στείλει ο ίδιος και το χαμένο stream, αυξάνοντας έτσι περαιτέρω την αξιοπιστία του συστήματος.

Scalable Video coding: Σε αυτή την υλοποίηση το σήμα του Video κωδικοποιείται σε διαφορετικές ποιότητες μέσα στο ίδιο στρωματοποιημένο bit stream. Αυτό επιτρέπει αποδοτική και δυναμική προσαρμογή του ρυθμού μετάδοσης, ενώ επιτυγχάνει αποδοτικότητα συμπίεσης εφάμιλλη με το πρότυπο H.264/AVC ενός στρώματος. Επιπλέον, αυτό το πρότυπο επιτρέπει την καλύτερη αξιοποίηση του εύρους ζώνης σε ένα δίκτυο peer to peer, αφού επιτρέπει σε ενδιάμεσους κόμβους υψηλής ικανότητας να αποβάλλουν δυναμικά στρώματα από το scalable bit stream ώστε να εξυπηρετήσουν λιγότερο ικανούς ομοτίμους [BACCICHET 2007]. Τα stream που αποστέλλονται αποτελούνται από ένα κυρίως stream, που είναι απαραίτητο για την αναπαραγωγή του video και από επιπλέον stream που βελτιώνουν την ποιότητα. Ένας υπολογιστής που λαμβάνει μόνο το κυρίως stream είναι δυνατό να αναπαράγει περιεχόμενο, με υποβαθμισμένη ποιότητα. Αλλά αν δεν λαμβάνεται το κυρίως stream, ακόμη και αν λαμβάνονται όλα τα άλλα, δεν είναι δυνατή η αναπαραγωγή του περιεχομένου. Συνεπώς, λαμβάνεται μέριμνα ώστε το δίκτυο διαμοιρασμού του κυρίως stream να είναι το περισσότερο εύρωστο. Κόμβοι μικρής

ικανότητας δεν συμμετέχουν καν στα δίκτυα διαμοιρασμού κάποιον από τα υπόλοιπα stream (εκτός του κυρίως stream), καθώς δεν είναι σε θέση να ανταποκριθούν στις αυξημένες απαιτήσεις, αλλά συνεχίζουν να αναπαράγουν το video απρόσκοπτα.

Αξίζει να σημειωθεί πως και οι δύο υλοποιήσεις ακόμη και σε ιδανικές συνθήκες έχουν αποτέλεσμα ελαφρώς κατώτερο σε σχέση με τη μετάδοση ενός μόνο stream. Επιπλέον, η ανασύνθεση απαιτεί σημαντικούς υπολογιστικούς πόρους. Η χρήση τους λοιπόν, σε υπηρεσίες που δεν έχουν απαιτήσεις πραγματικού χρόνου αποτελεί κακή πρακτική.

2.5 Η πλατφόρμα Tribler

Σε αυτό το υποκεφάλαιο θα γίνει η παρουσίαση του Tribler,¹³ μιας πλατφόρμας που χρησιμοποιεί όλες τις παραπάνω τεχνολογίες. Το Tribler είναι μια εφαρμογή που επιτρέπει σε χρήστες την εύρεση, κατανάλωση και διαμοιρασμό περιεχομένου (βίντεο, ήχο, εικόνες και πολλά άλλα). Το Tribler έχει τρεις στόχους στο να βοηθά το χρήστη να:

1)Βρίσκει περιεχόμενο. Αυτό μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους. Είτε με αναζήτηση με βάση λέξεις κλειδιά (στην οποία αναζητείται περιεχόμενο σε άλλους χρήστες του tribler και σε μεγάλες ιστοσελίδες διαδικτυακού βίντεο, όπως το YouTube και το Liveleak), είτε μέσω περιήγησης στις διάφορες διαθέσιμες κατηγορίες (αυτές μπορεί να είναι “βίντεο”, “εικόνες” κλπ, το πιο δημοφιλές περιεχόμενο ή το πιο πρόσφατο περιεχόμενο), είτε μέσω των επιλογών των φίλων του. Ο χρήστης μπορεί να γίνει “φίλος” με πραγματικούς φίλους ή άτομα με τα οποία απλά μοιράζεται το ίδιο γούστο. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να βρει περιεχόμενο, που ίσως τελικά τον ενδιαφέρει. Επιπλέον, μπορεί και ο ίδιος να κάνει συστάσεις στους φίλους του, το περιεχόμενο που του αρέσει και πιστεύει πως και οι ίδιοι πρέπει να δουν.

2)Καταναλώσει περιεχόμενο. Το Tribler διαθέτει ενσωματωμένο λογισμικό αναπαραγωγής ήχου και βίντεο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ο χρήστης να μπορεί σχεδόν αμέσως να ξεκινήσει να παρακολουθεί τα αγαπημένα του βίντεο ή να ακούσει στα αγαπημένα του τραγούδια.

3)Διαμοιράσει περιεχόμενο. Εκτός των άλλων το Tribler είναι μια κοινωνική εφαρμογή. Ο χρήστης μπορεί να κάνει φίλους και να τους δείξει τι του αρέσει και τι δεν του αρέσει. Με την δυνατότητα διαμοιρασμού περιεχομένου, ο χρήστης μπορεί να μοιραστεί με τους φίλους του το περιεχόμενο που του αρέσει [TRIBLER1].

Το Tribler είναι μια κοινωνική κοινότητα (social community) που διευκολύνει την ανταλλαγή αρχείων μέσω ενός δικτύου peer to peer. Με αυτό το τρόπο, δεν απαιτείται η ύπαρξη κεντρικού εξυπηρετητή που να παρέχει το κάθε αρχείο σε όλους τους χρήστες. Όταν ξεκινά η εφαρμογή Tribler αυτόματα αναζητά άλλους χρήστες που έχουν ενεργό το Tribler στους υπολογιστές τους. Όταν εγκαθιδρυθεί μια σύνδεση ξεκινά την ανταλλαγή πληροφοριών. Αρχικά ανταλλάσσει προσωπικές πληροφορίες (όπως η εικόνα avatar, η λίστα φίλων και το ιστορικό με το τι έχει κατεβάσει ο χρήστης) και πληροφορίες σχετικά με τα αρχεία που είναι διαθέσιμα στο δίκτυο. Αυτά τα αρχεία μπορεί να είναι προσωπικά, αρχεία που διαμοιράζεται, αλλά και αρχεία που έχει λάβει από κάποιο άλλο άτομο.

Η πληροφορία σχετικά με τα ανακαλυφθέντα αρχεία και προγράμματα είναι διαθέσιμη στο πρόγραμμα του Tribler. Ο χρήστης μπορεί να περιηγηθεί στα διαθέσιμα αρχεία και άτομα και να βρει αυτά που προτιμά. Το Tribler βοηθά δίνοντας επιπλέον πληροφορίες για το κάθε αντικείμενο (είτε είναι αρχείο, είτε είναι άτομο) και προβάλλει τι πιστεύουν οι άλλοι χρήστες για αυτό. Σε περίπτωση που ο χρήστης βρει ένα άτομο το οποίο συμπαθεί μπορεί να το προσθέσει σαν φίλο. Ένα ενδιαφέρον αρχείο μπορεί να κατέβει και να είναι διαθέσιμο στη βιβλιοθήκη του. Όταν επιλέγεται να κατέβει κάποιο αρχείο, ο υπολογιστής του χρήστη δημιουργεί ένα ευρετήριο με το ποιοι υπολογιστές έχουν αυτό το αρχείο (ή μέρος του) και στη συνέχεια κατεβάζει τα διάφορα τμήματα από διαφορετικούς υπολογιστές [TRIBLER2].

¹³ <http://www.tribler.org/>

2.5.1 Διεπαφή χρήστη

Το πρόγραμμα-πελάτης του Tribler είναι ανοιχτού κώδικα και επικεντρώνεται στην εύκολη προβολή βίντεο online. Η διεπαφή χρήστη είναι πολύ βασική και επικεντρώνεται στην ευκολία χρήσης, αντί στη συσσώρευση πολλών χαρακτηριστικών [TRIBLER3]. Το Tribler στηρίζεται στο πρωτόκολλο BitTorrent και χρησιμοποιεί ένα δίκτυο επικάλυψης για την αναζήτηση περιεχομένου [TRIBLER4]. Χάρη στη χρήση του δικτύου επικάλυψης, το Tribler δεν έχει ανάγκη κάποιο εξωτερική ιστοσελίδα ή υπηρεσία ευρετηρίου για την ανακάλυψη περιεχομένου [TRIBLER2]. Τα χαρακτηριστικά του Tribler περιλαμβάνουν: αναζήτηση μόνο για βίντεο, πειραματικό stream βίντεο και ενσωματωμένο λογισμικό αναπαραγωγής βίντεο. Επιπλέον, είναι διαθέσιμο για Linux, Windows και Mac OS X.

2.5.2 Χαρακτηριστικά

Το Tribler εισάγει την ικανότητα αναζήτησης με βάση τις λέξεις κλειδιά στο πρωτόκολλο διαμοιρασμού αρχείων BitTorrent, χρησιμοποιώντας ένα πρωτόκολλο gossip, το οποίο είναι κάπως παρόμοιο με το δίκτυο eXeem. Το λογισμικό διαθέτει την ικανότητα να προτείνει περιεχόμενο. Μετά από το κατέβασμα μερικών αντικειμένων, το λογισμικό του Tribler μπορεί να κάνει κάποιες χοντρικές εκτιμήσεις για τις προτιμήσεις του χρήστη και να προτείνει αντίστοιχο περιεχόμενο [TRIBLER5]. Αυτό το χαρακτηριστικό στηρίζεται στο συνεργατικό φιλτράρισμα, το οποίο χρησιμοποιείται και από ιστοσελίδες όπως το Last.fm και το Amazon.com. Ένα άλλο χαρακτηριστικό του Tribler είναι μια περιορισμένη μορφή κοινωνικής δικτύωσης και δωρεάς πόρων upload. Δίνεται η δυνατότητα στους χρήστες να χαρακτηρίσουν ορισμένους χρήστες ως φίλους, τους οποίους μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιήσουν για αυξήσουν την ταχύτητα με την οποία κατεβαίνουν τα διάφορα αρχεία, αξιοποιώντας του πόρους που διαθέτουν οι φίλοι τους για upload [TRIBLER6]. Λόγω αυτών των χαρακτηριστικών το Tribler διαφέρει από άλλα δημοφιλή προγράμματα-πελάτες BitTorrent, όπως το Vuze¹⁴ και το μTorrent¹⁵.

2.5.3 Video-On-Demand

Το Tribler προκειμένου να παρέχει Video on Demand έπρεπε να προεκτείνει το πρωτόκολλο του BitTorrent έτσι ώστε να ξεπεράσει κάποιες από τις εγγενείς αδυναμίες του που έκαναν την υλοποίηση του Video on Demand αδύνατη. Όπως έχει αναφερθεί, το πρωτόκολλο BitTorrent στηρίζεται στη στρατηγική πως προτεραιότητα έχουν πάντα τα σπανιότερα τεμάχια. Με αυτόν τον τρόπο, ο οποιοσδήποτε συμμετέχει στον διαμοιρασμό, ακόμη και αν διαθέτει πολύ μικρό μέρος του αρχείου, έχει τεμάχια να συνεισφέρει σε άλλους ομότιμους, άρα είναι σε θέση να δώσει κάτι σε αντάλλαγμα για τα τεμάχια που λαμβάνει. Δυστυχώς, αυτή η πολιτική δεν παρέχει καμία εγγύηση σχετικά με το πότε ή με τη σειρά με την οποία τα τεμάχια θα παραδοθούν. Προκειμένου όμως να είναι εφικτό το Video on Demand σε αρχεία τα οποία δεν κατεβαίνουν ολόκληρα πριν αρχίσει η αναπαραγωγή, αλλά ξεκινούν να αναπαράγονται ενώ κατεβαίνουν, πρέπει το χρησιμοποιούμενο πρωτόκολλο να

¹⁴ <http://www.vuze.com/>

¹⁵ <http://www.utorrent.com/>

κατεβάζει τεμάχια εγκαίρως (δηλαδή πριν τη χρονική στιγμή που πρέπει να προβληθούν) και επιπλέον να τα προωθεί στο λογισμικό αναπαραγωγής με τη σωστή σειρά [TRIBLERPS].

Για αυτό το λόγο, το Tribler έχει δημιουργήσει μια προέκταση του BitTorrent που επιτρέπει σε πολυμεσικά αρχεία να αναπαράγονται ενώ κατεβαίνουν, αρκεί η σύνδεση του χρήστη να είναι αρκετά γρήγορη. Η συγκεκριμένη προσέγγιση έχει το όνομα Give-to-Get [TRIBLERVOD]. Η αρχή στην οποία στηρίζεται στο Give-to-Get είναι πως πρέπει να αποθαρρύνονται όσοι κατεβάζουν χωρίς να ανεβάζουν τις ποσότητες που τους αναλογούν. Αυτό γίνεται επιτρέποντας στους ομοτίμους να προτιμούν να στέλνουν τεμάχια σε άλλους ομοτίμους που έχει αποδειχθεί πως είναι καλοί uploader. Ως συνέπεια, οι ομοτίμοι που δεν συνεισφέρουν γίνονται ανεκτοί μόνο εφόσον υπάρχει πλεόνασμα διαθέσιμου εύρους ζώνης στο δίκτυο. Για να είναι αυτή οι μέθοδος λειτουργική οι ομοτίμοι ενημερώνουν τους υπολοίπους ομοτίμους σχετικά με το πόσο ανεβάζουν.

Ένας ομοτίμος που χρησιμοποιεί αυτή την προέκταση πρέπει να ενημερώσει τους ομοτίμους με τους οποίους εγκαθιδρύει συνδέσεις κατά τα πρώτα μηνύματα της μεταξύ τους χειραψίας. Όταν ομοτίμοι που χρησιμοποιούν την επέκταση εντοπίσουν ο ένας τον άλλον στο ίδιο δίκτυο διαμοιρασμού, στέλνουν μηνύματα ενημέρωσης μεταξύ τους κάθε φορά που ανεβάζουν τεμάχια περιεχομένου σε έναν οποιονδήποτε άλλο ομοτίμο. Το σώμα του μηνύματος περιλαμβάνει τον αριθμό τεμαχίου, ένα αποτύπωμα και ένα μήκος (ακέραιοι τεσσάρων byte), που περιγράφει ποιο τεμάχιο ανέβασαν. Σε νεότερες εκδόσεις του πρωτοκόλλου, προκειμένου να αντιμετωπιστεί η υπερβολικά μεγάλη κίνηση που δημιουργούσαν τα μηνύματα ενημέρωσης, υιοθετήθηκε μια μέθοδος που ενσωμάτωνε σε ένα μήνυμα πληροφορία για πολλά τεμάχια.

Προκειμένου να υπολογιστεί το μέγεθος του περιεχομένου που πρέπει να είναι αποθηκευμένο στην προσωρινή μνήμη, έχει επεκταθεί το αρχείο torrent, ώστε να περιλαμβάνει το bitrate του περιεχομένου. Για λόγους ασφαλείας, έχει κωδικοποιηθεί στο πεδίο “info” του αρχείου torrent, ώστε να είναι αδύνατο να τροποποιηθεί χωρίς να χωρίς να αλλαχθεί η ταυτότητα του αρχείου torrent (το infohash).

Ο κάθε ομοτίμος συνδέεται και διατηρεί συνδέσεις με δέκα “γειτονικούς” ομοτίμους, η επιλογή των οποίων είναι τυχαία. Μέχρι να συμπληρωθεί αυτός ο αριθμός, ο ομοτίμος περιοδικά ψάχνει για νέους ομοτίμους. Προκειμένου να διατηρεί ένα “χρήσιμο” σύνολο από “γείτονες”, ο ομοτίμος αποσυνδέεται από κάποιον άλλο αν δεν έχουν αποσταλεί προς οποιαδήποτε κατεύθυνση δεδομένα βίντεο τα τελευταία 30 δευτερόλεπτα. Ο κάθε ομοτίμος λαμβάνει δεδομένα ζητώντας τα από τους γείτονές του.

Κάθε ομοτίμος ενημερώνει τους γείτονές του για τα τεμάχια τα οποία διαθέτει και αποφασίζει ποιοι από τους γείτονές του έχουν το δικαίωμα να του στείλουν αίτημα για να λάβουν κάποιο από αυτά τα τεμάχια. Το αν κάποιος ομοτίμος έχει το δικαίωμα να ζητήσει τεμάχιο καθορίζεται από μια ποικιλία παραγόντων. Ο περισσότερο σημαντικός είναι ο βαθμός στον οποίο συνεισφέρει ο ίδιος στο δίκτυο (όχι αναγκαία στον ομοτίμο από τον οποίο ζητά το τεμάχιο). Πιο συγκεκριμένα, μελετάται το ποσοστό των τεμαχίων που έχει ληφθεί από τον συγκεκριμένο ομοτίμο έχει προωθηθεί και σε πόσους. Επειδή αν ρωτηθεί απευθείας ο ομοτίμος που ζητά τα τεμάχια είναι πιθανό να δώσει επίτηδες λάθος πληροφορίες, ρωτώνται για τις επιδόσεις του, οι ομοτίμοι στους οποίους στέλνει τα τεμάχια. Επιπλέον, περιοδικά στέλνονται τεμάχια και σε άλλους ομοτίμους με την προοπτική πως με αυτό τον τρόπο διευκολύνονται στο να αποδείξουν πως μπορούν να συνεισφέρουν στο δίκτυο.

Αν και οι ομότιμοι δεν είναι υποχρεωμένοι να προωθούν δεδομένα, αν δεν συνεισφέρουν, διατρέχουν τον κίνδυνο να σταματήσουν να λαμβάνουν δεδομένα από όλους τους υπολοίπους. Έτσι, ένας ομότιμος που δεν συνεισφέρει είναι ανεκτός μόνο εφόσον υπάρχει πλεόνασμα εύρους ζώνης.

Υπάρχει ακόμη ένας αλγόριθμος που καθορίζει ποια τεμάχια θα ζητήσει ένας ομότιμος από κάποιον άλλο ομότιμο στον οποίο έχει δικαίωμα να στείλει αίτημα για τεμάχιο. Αρχικά σε κάθε τεμάχιο δίνεται μια προθεσμία σχετικά με το πότε το αργότερο πρέπει να έχει ληφθεί, ώστε η αναπαραγωγή του βίντεο να είναι ομαλή. Προφανώς, αν το βίντεο δεν έχει αρχίσει να αναπαράγεται, αυτή η τιμή τίθεται ίση με άπειρο για όλα τα τεμάχια. Για να στείλει ένας ομότιμος αίτημα θα πρέπει να τηρούνται τρεις συνθήκες:

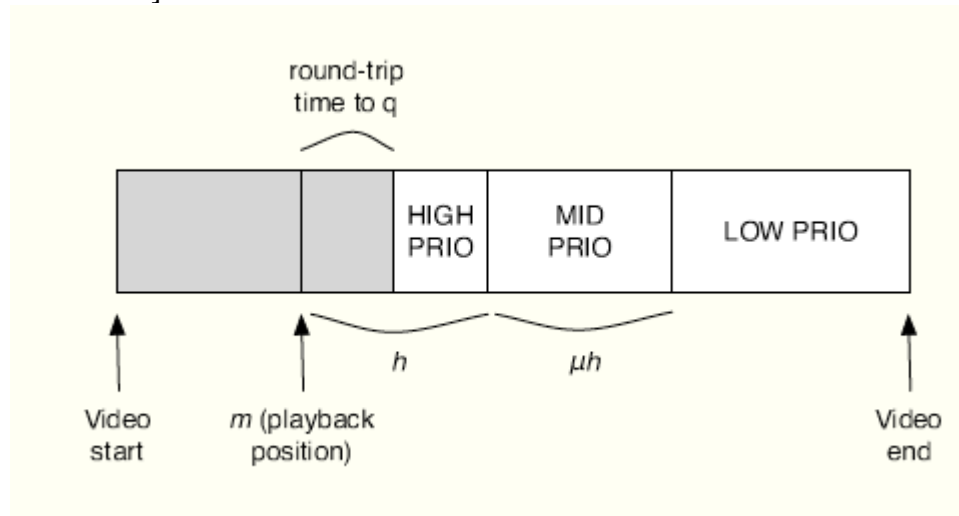
- 1) Να έχει διαθέσιμο το συγκεκριμένο τεμάχιο ο άλλος ομότιμος
- 2) Να μην έχει ζητήσει το συγκεκριμένο τεμάχιο από κάποιον άλλο ομότιμο
- 3) Να είναι αρκετά πιθανό να φτάσει το τεμάχιο πριν την λήξη της προθεσμίας

Λόγω των ενημερώσεων που ανταλλάσσουν οι πρώτες δυο συνθήκες ελέγχονται εύκολα. Η τρίτη συνθήκη υπολογίζεται με βάση τον χρόνο απόκρισης που έχει εμφανίσει ο ομότιμος που έχει το τεμάχιο σε προηγούμενα αιτήματα. Τα κριτήρια με τα οποία επιλέγεται τα τεμάχια έχουν να κάνουν με το πόσο αναγκαία είναι για να παραμείνει ομαλή η αναπαραγωγή (εδώ δίνεται προτεραιότητα τα τεμάχια να λαμβάνονται με τη σειρά), και το πόσο σπάνια είναι στο δίκτυο, ώστε να είναι επιθυμητά από άλλους ομοτίμους (εδώ δίνεται προτεραιότητα στα περισσότερα σπάνια τεμάχια). Για αυτό το λόγο τα τεμάχια ομαδοποιούνται σε τρεις κατηγορίες:

1) Τα υψηλής προτεραιότητας. Αυτή η προτεραιότητα ισχύει μόνο αν έχει αρχίσει η αναπαραγωγή. Σε αυτή τη κατηγορία εντάσσονται τα τεμάχια των οποίων η προθεσμία είναι αρκετά κοντά στον χρόνο τον οποίο κάνει ο ενδιαφερόμενος να λάβει τα τεμάχια, με αποτέλεσμα η γρήγορη παραλαβή τους να είναι αναγκαία για την ομαλή αναπαραγωγή. Εδώ το ποια τεμάχια θα ζητηθούν εξαρτάται αποκλειστικά από τη σειρά που έχουν μέσα στο αρχείο.

2) Τα μεσαίας προτεραιότητας. Το μέγεθος αυτής της ζώνης εξαρτάται από το πόσο είναι εφικτό να ομαδοποιηθούν τα αιτήματα για το μέρος του βίντεο που δεν έχει αναπαραχθεί ακόμη. Τα τεμάχια ζητούνται με βάση το πόσο σπάνια είναι.

3) Τα χαμηλής προτεραιότητας. Σε αυτή τη κατηγορία ανήκουν τα υπόλοιπα τεμάχια που δεν έχουν ληφθεί. Τα τεμάχια ζητούνται με βάση το πόσο σπάνια είναι [TRIBLERVOD].



Εικόνα 7: Οι 3 κατηγορίες στις οποίες χωρίζονται τα τεμάχια (υψηλής, μεσαίας και χαμηλής προτεραιότητας), σε σχέση με τη θέση αναπαραγωγής και το πόση γρήγορη είναι η επικοινωνία με τους υπολοίπους ομοτίμους (Πηγή: [TRIBLERVOD])

Αυτή η κατηγοριοποίηση διασφαλίζει πως τα υψηλής προτεραιότητας τεμάχια θα ληφθούν με τη σειρά (τεμάχια των οποίων η προθεσμία λήγει σύντομα). Το σύνολο των τεμαχίων μεσαίας προτεραιότητας είναι τεμάχια τα οποία στο εγγύς μέλλον θα είναι πρώτης προτεραιότητας, τα οποία με αυτόν τον τρόπο κατεβαίνουν εκ των προτέρων, με βάση τη σπανιότητα. Αυτό μειώνει την πιθανότητα να πρέπει να κατέβουν πολλά τεμάχια σε σειρά αργότερα. Το σύνολο χαμηλής προτεραιότητας αποτελείται από τα υπόλοιπα τεμάχια, τα οποία κατεβαίνουν με βάση τη σπανιότητα. Με αυτό τον τρόπο ο ομότιμος συλλέγει τεμάχια τα οποία θα είναι σε θέση να προωθεί συχνά αφού θα τα ζητάνε πολλοί από τους υπολοίπους ομοτίμους και επιπλέον αυξάνεται η διαθεσιμότητα των πιο σπάνιων τεμαχίων.

2.5.4 Live Streaming

Το Live streaming [TRIBLERPS] σε σχέση με το Video on Demand διαφέρει σε δυο σημαντικά σημεία. Η ζωντανή μετάδοση μπορεί να έχει άπειρη διάρκεια και το περιεχόμενο που μεταδίδεται δεν είναι γνωστό εκ των προτέρων. Το BitTorrent στηρίζεται κατά πολύ στις εκ των προτέρων γνώση του προς μετάδοση περιεχομένου. Οπότε η ομάδα του Tribler, επέκτεινε το BitTorrent προκειμένου να ξεπεραστούν αυτές οι δυσκολίες.

2.5.4.1 Υποστήριξη απεριόριστης διάρκειας

Το πρωτόκολλο BitTorrent προϋποθέτει τη γνώση του αριθμού των τεμαχίων. Σε αυτή τη περίπτωση που ο αριθμός των τεμαχίων είναι άγνωστος χρησιμοποιείται ένα κυλιόμενο παράθυρο το οποίο περιστρέφεται γύρω από έναν σταθερό αριθμό τεμαχίων. Τα τεμάχια που βγαίνουν εκτός του παραθύρου θεωρούνται «ληγμένα» και διαγράφονται αυτόματα από όλους τους ομοτίμους (έτσι δεν υπάρχει ανάγκη ανταλλαγής ενημερωτικών μηνυμάτων). Τα τεμάχια εντός του παραθύρου ανταλλάσσονται σύμφωνα με τους κανόνες του BitTorrent.

Το κυλιόμενο παράθυρο της πηγής αποτελείται από W τεμάχια μέχρι και συμπεριλαμβανομένου του πιο πρόσφατα δημιουργημένου τεμαχίου. Αφού η πηγή πρέπει να είναι σε θέση να εξυπηρετήσει οποιοδήποτε ομότιμο σε περίπτωση που όλοι οι υπόλοιποι ομότιμοι αποχωρήσουν, κανένας ομότιμος δεν επιτρέπεται να έχει θέση αναπαραγωγής περισσότερο από W τεμάχια πριν από το πιο πρόσφατα δημιουργημένο τεμάχιο. Χρησιμοποιείται μια σχετικά μεγάλη τιμή για το W (15 λεπτά) η οποία επιτρέπει στο σύστημα να λειτουργεί σε μεγάλη ποικιλία δικτύων.

Τα κυλιόμενα παράθυρα των ομοτίμων είναι αδύνατο να είναι τέλεια συγχρονισμένα λόγω των διαφορών στις καθυστερήσεις μέσα στο δίκτυο. Αφού δεν είναι όλοι οι ομοτίμοι είναι συνδεδεμένοι με την πηγή, ένας ομότιμος P υποθέτει πως τα νέα τεμάχια που δημιουργούνται δεν είναι το πολύ W τεμάχια πέρα από την τωρινή θέση αναπαραγωγής του. Επιπλέον, οι “γείτονες” του P μπορούν να ζητήσουν τεμάχια μέχρι και W τεμάχια πέρα από την τωρινή θέση αναπαραγωγής του. Έτσι, όλοι οι ομότιμοι διαθέτουν ένα κυλιόμενο παράθυρο που εκτείνεται W τεμάχια πριν και W τεμάχια μετά την τωρινή θέση αναπαραγωγής τους. Πρέπει να σημειωθεί πως δεν υπάρχουν στην πραγματικότητα όλα τα τεμάχια εντός του κυλιόμενου παραθύρου ενός ομοτίμου, καθώς τα περισσότερα κυλιόμενα παράθυρα εκτείνονται και πέρα από το πιο πρόσφατα δημιουργημένο τεμάχιο.

Όταν ένας ομότιμος μπαίνει σε ένα δίκτυο και συνδέεται με άλλους ομοτίμους, μαθαίνει ποια τεμάχια είναι διαθέσιμα και πρέπει να αποφασίσει ποια τεμάχια είναι τα περισσότερα πρόσφατα. Οι άλλοι ομότιμοι πρέπει να αναφέρουν

ποια τεμάχια διαθέτουν εντός του κυλιόμενου παραθύρου τους. Τα τεμάχια που είναι διαθέσιμα στην γειτονία ενός οποιουδήποτε ομότιμου εκτείνονται το πολύ κατά 2W (με μια ελαφρά απόκλιση λόγω των καθυστερήσεων δικτύου και διαφορών στα ρολόγια), καθώς τα τεμάχια διαγράφονται το πολύ μετά από 2W από τη δημιουργία τους. Για να είναι εφικτό να διακριθεί η αρχή και το τέλος του κυλιόμενου παραθύρου πρέπει οι αριθμοί τεμαχίων που θα χρησιμοποιηθούν να εκτείνονται ως τον αριθμό 4W. Με αυτό τον τρόπο πάντα θα υπάρχει ένας κενός χώρος μήκους 2W. Έτσι, ένας ομότιμος μπορεί να συγχρονιστεί με το τελευταίο τεμάχιο που είναι διαθέσιμο πριν από ένα κενό χώρο μήκους 2W.

Δυσλειτουργικοί και κακοπροαίρετοι ομότιμοι μπορεί να υποστηρίξουν πως έχουν τεμάχια εκτός του εύρους του παραθύρου που θεωρείται έγκυρο από τους υπολοίπους ομοτίμους. Για να αποφευχθεί η αλλαγή του παραθύρου με βάση τις πληροφορίες που παρέχουν αυτοί οι ομότιμοι, ο κάθε ομότιμος καθορίζει τη θέση του παραθύρου με βάση τα δεδομένα που παίρνει από την πλειοψηφία των ομοτίμων: Μόνο τα τεμάχια που είναι διαθέσιμα από τουλάχιστον τους μισούς ομοτίμους λαμβάνονται υπόψη.

2.5.4.2 Πιστοποίηση πηγής

Το πρωτόκολλο BitTorrent υπολογίζει μια τιμή τεμαχισμού (Hash) για κάθε τεμάχιο και συμπεριλαμβάνει αυτές τις τιμές στο αρχείο Torrent. Στην περίπτωση του Live streaming αυτές οι τιμές πρέπει να συμπληρωθούν στην τύχη ή να μην συμπεριληφθούν καθόλου, καθώς τα δεδομένα δεν είναι γνωστά εκ των προτέρων, με αποτέλεσμα αυτές οι τιμές να μην είναι δυνατό να υπολογιστούν. Όμως η έλλειψη αυτών των τιμών καθιστά αδύνατο οι ομότιμοι να πιστοποιήσουν τα δεδομένα που κατεβάζουν, καθιστώντας το σύστημα ευάλωτο σε επιθέσεις και αλλοιωμένα δεδομένα.

Αποτρέπεται η αλλοίωση δεδομένων με τη χρήση ασύμμετρης κρυπτογραφίας για την υπογραφή των δεδομένων, η οποία έχει αποδειχθεί πως είναι ανώτερη από διάφορες άλλες μεθόδους αυθεντικοποίησης stream peer to peer βίντεο. Η πηγή δημοσιοποιεί το δημόσιο κλειδί βάζοντάς το στο αρχείο torrent. Σε κάθε τεμάχιο δίνεται μια απόλυτη τιμή ακολουθίας, που ξεκινά από το μηδέν. Κάθε τεμάχιο, μαζί με τον απόλυτο αριθμό ακολουθίας και τη χρονοσφραγίδα του, υπογράφεται από την πηγή. Αυτό το σχήμα επιτρέπει σε οποιοδήποτε ομότιμο να πιστοποιήσει αν κάποιο τεμάχιο προέρχεται από την πηγή. Με τη χρήση αριθμού ακολουθίας και χρονοσφραγίδας, ο κάθε ομότιμος είναι σε θέση να επιβεβαιώσει πως το τεμάχιο που έλαβε είναι το τεμάχιο που είχε ζητήσει. Ο αριθμός ακολουθίας επίσης, επιβεβαιώνει πως το τεμάχιο είναι πρόσφατο, καθώς οι αριθμοί τεμαχίων ανακυκλώνονται συνέχεια στο κυλιόμενο παράθυρο. Ένα ακόμη πλεονέκτημα είναι πως η χρονοσφραγίδα επιτρέπει στον ομότιμο να εκτιμήσει τη καθυστέρηση μεταξύ της πηγής και της θέσης αναπαραγωγής του.

Αυτός ο σχεδιασμός επιτρέπει τη χρήση διαφόρων μεθόδων για την αυθεντικοποίηση της πηγής. Η χρησιμοποιούμενη μέθοδος στηρίζεται στο ECDSA. Ένα συνηθισμένο αρχείο torrent περιέχει ένα πεδίο τεμαχίων στο λεξικό πληροφοριών (info dictionary), το οποίο περιέχει τα SHA1 hashes του δημοσιευμένου περιεχομένου. Αντικαθίσταται λοιπόν αυτό το πεδίο τεμαχίων με ένα “ζωντανό” πεδίο, το οποίο περιέχει ένα λεξικό. Αυτό το “ζωντανό” λεξικό περιέχει ένα μόνο πεδίο που αναφέρει την μέθοδο αυθεντικοποίησης που χρησιμοποιείται (είτε ECDSA είτε καμία). Αν η μέθοδος είναι η ECDSA το λεξικό περιλαμβάνει ένα

επιπλέον πεδίο κλειδιού που περιέχει το EC δημόσιο κλειδί της πηγής σε δυαδική (DER) μορφοποίηση. Τοποθετώντας αυτή τη πληροφορία στο λεξικό πληροφοριών του torrent, τη καθιστά μέρος της ταυτότητάς του και κατά συνέπεια δεν είναι εφικτό να αλλάχθει χωρίς να αλλάχθει η ταυτότητα του αρχείου.

Το ωφέλιμο μέρος κάθε τεμαχίου έχει συρρικνωθεί ελαφρώς, ώστε να δημιουργηθεί χώρος για τα μεταδεδομένα και την υπογραφή. Σε αυτή τη περίπτωση, η υπογραφή προσθέτει 65 επιπλέον byte σε κάθε τεμάχιο και ο αριθμός τεμαχίου και η χρονοσφραγίδα συνολικά 16. Η δομή είναι η ακόλουθη:

- Ένας αριθμός ακολουθίας 8 byte
- Μια χρονοσφραγίδα πραγματικού χρόνου UTC 8 Byte
- Ένα πεδίο μήκος 1 byte που ακολουθείται από
- Μια μεταβλητού μήκους υπογραφή ECDSA σε ANSI.1 (μέγιστο 64 Byte)
- Προαιρετικά, byte γεμίματος σε δεκαεξαδικό, σε περίπτωση που η υπογραφή ECDSA είναι μικρότερη από 64 byte

Τα δεδομένα αποθηκεύονται στα τελευταία 81 byte του τεμαχίου.

Αν ο ομότιμος κατεβάσει ένα τεμάχιο και ανιχνεύσει μια μη έγκυρη υπογραφή ή το θεωρήσει ληγμένο, αποσυνδέεται από τον ομότιμο που του παρείχε το συγκεκριμένο τεμάχιο. Ένα τεμάχιο είναι ληγμένο, αν η χρονοσφραγίδα του υποδηλώνει πως δημιουργήθηκε W τεμάχια πριν.

2.5.4.3 Αναπαραγωγή περιεχομένου ζωντανής μετάδοσης

Πριν ένας ομότιμος κόμβος ξεκινήσει να κατεβάζει δεδομένα βίντεο, πρέπει να αποφασίσει από ποιον αριθμό τεμαχίου θα ξεκινήσει να παρακολουθεί το stream. Προκειμένου να αποκτήσει τη μέγιστη ταχύτητα κατεβάσματος, ένας ομότιμος δεν πρέπει να επικεντρώνεται στα περισσότερα πρόσφατα τεμάχια, αν αυτά τα τεμάχια είναι διαθέσιμα σε ένα μικρό αριθμό γειτόνων. Ως συμβιβασμό, επιτρέπεται σε ομοτίμους να ξεκινήσουν να κατεβάζουν B τεμάχια πριν το πιο πρόσφατο τεμάχιο που είναι διαθέσιμο σε τουλάχιστον τους μισούς από τους γείτονες. Σε αυτή την prebuffering φάση, ένας ομότιμος περιμένει μέχρι να κατεβάσει τουλάχιστον το 90% αυτών των B τεμαχίων, για την αποφυγή της αναμονής για τεμάχια που έχουν χαθεί στο δίκτυο, στην μεταγωγή ή απαιτούν πολύ χρόνο για να κατέβουν.

Κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγής, ο ομότιμος διατηρεί μια προσωρινή μνήμη αναπαραγωγής τεμαχίων για να τα στείλει με τη σωστή σειρά στο λογισμικό αναπαραγωγής βίντεο. Η πρώτη ομάδα δεδομένων απορρίπτεται, καθώς το λογισμικό αναπαραγωγής αναζητά τη πρώτη πλήρη εικόνα για να προβάλει. Αφού ο αλγόριθμος ασχολείται με steam από byte και δεν γνωρίζει τα όρια των καρτέ, το πλήθος των δεδομένων που θα απορριφθούν είναι αδύνατο να προβλεφθεί με ακρίβεια. Ως συνέπεια, είναι θεωρητικά εφικτό ένας ομότιμος να προβλήματα άδειας προσωρινής μνήμης αμέσως μετά την έναρξη της αναπαραγωγής.

Αυτό το πρόβλημα λαμβάνει χώρα όταν ένα τεμάχιο i πρέπει να αναπαραχθεί, αλλά δεν έχει κατέβει ακόμη. Αφού τα τεμάχια δεν κατεβαίνουν με τη σειρά, ένας ομότιμος είναι δυνατό να έχει τεμάχια μετά το i διαθέσιμα για αναπαραγωγή. Αν ένας ομότιμος έχει διαθέσιμα περισσότερα από $B/2$ τεμάχια μετά το i , θα απορρίψει το τεμάχιο i . Σε αντίθετη περίπτωση, θα καθυστερήσει την αναπαραγωγή ώστε να επιτρέψει στην προσωρινή μνήμη να συλλέξει δεδομένα. Όταν γίνουν διαθέσιμα περισσότερα από $B/2$ τεμάχια, η αναπαραγωγή ξεκινά ξανά. Αυτό μπορεί να έχει σαν

αποτέλεσμα αν απορριφθεί το τεμάχιο i αν μετά από όλα αυτά δεν έχει ακόμη κατέβει.

Έχει υιοθετηθεί αυτός ο συμβιβασμός, καθώς η απόρριψη ή καθυστέρηση είναι μια στρατηγική που μπορεί να εφαρμοστεί σε όλες τις περιπτώσεις. Για παράδειγμα, αν ένα συγκεκριμένο τεμάχιο χαθεί γιατί δεν έφτασε ποτέ στους γείτονες ενός ομοτίμου, θα πρέπει να μπορεί να απορριφθεί και η αναπαραγωγή απλά να αγνοήσει το χαμένο τεμάχιο. Επιπλέον, η θέση αναπαραγωγής ενός ομοτίμου, είναι δυνατό να γίνει αδύνατο να υποστηριχθεί ξαφνικά, αν η γειτονιά του ομοτίμου μεταβληθεί. Οι νέοι γείτονες μπορεί να είναι σε θέση να προμηθεύσουν στον ομοτίμο μόνο παλαιότερα τεμάχια από αυτά που έχει ανάγκη. Σε αυτή τη περίπτωση, ο ομοτίμος θα πρέπει να καθυστερήσει την αναπαραγωγή, ώστε να συγχρονίσει τη θέση αναπαραγωγής του με τους νέους του γείτονες.

Η τιμή του B εξαρτάται από το bitrate και τη μέση δικτυακή σύνδεση του ομοτίμου (καθυστέρηση και εύρος ζώνης).

2.5.4.4 Βοηθητικοί seeder

Σε δίκτυα που χρησιμοποιείται το BitTorrent, ένα ποσοστό των ομοτίμων έχει ολοκληρώσει το κατέβασμα και απλά βοηθά στον διαμοιρασμό του περιεχομένου στους υπολοίπους. Η ύπαρξη seeder βελτιώνει σημαντικά την ταχύτητα με την οποία κατεβάζουν οι υπόλοιποι ομοτίμοι. Όμως αυτή η κατηγορία ομοτίμων δεν είναι παρούσα σε ένα περιβάλλον Live streaming, καθώς δεν υπάρχει ομοτίμος ο οποίος να έχει κατεβάσει το σύνολο του βίντεο.

Επαναπροσδιορίζεται λοιπόν η έννοια του seeder σε ένα περιβάλλον Live streaming, ως ένας ομοτίμος ο οποίος είναι πάντα σε θέση να λαμβάνει τεμάχια από τη πηγή και έχει εγγυημένο εύρος ζώνης ώστε να λαμβάνει το πλήρες stream βίντεο. Η πηγή έχει μια λίστα με αναγνωριστικά ομοτίμων (για παράδειγμα, αριθμοί θυρών και διευθύνσεις IP), που αντιπροσωπεύουν αξιόπιστους ομοτίμους, στους οποίους επιτρέπεται να λειτουργήσουν ως seeder σε περίπτωση που συνδεθούν με την πηγή. Οι seeder και οι leecher χρησιμοποιούν ακριβώς το ίδιο πρωτόκολλο, αλλά στους seeder υπάρχει η εγγύηση πως θα λαμβάνουν τεμάχια από την πηγή. Η ταυτότητα των seeder είναι άγνωστη στους υπολοίπους ομοτίμους προκειμένου να αποφευχθεί κακόβουλη συμπεριφορά που στοχεύει στους seeder.

Η πηγή λοιπόν ελέγχει το σύνολο των seeder και έχει δυο κίνητρα προκειμένου να διατηρήσει αυτό το σύνολο. Οι seeder μπορούν να διαθέσουν την upload δυναμική τους στο δίκτυο, αφαιρώντας φορτίο από την πηγή. Οι seeder συμπεριφέρονται σαν ένα μικρό δίκτυο μετάδοσης περιεχομένου (Content Delivery Network – CDN), το οποίο βοηθά κατά πολύ το κατέβασμα των άλλων ομοτίμων σε συνηθισμένα δίκτυα BitTorrent. Οι seeder αυξάνουν τη διαθεσιμότητα των μεμονωμένων τεμαχίων. Όλα τα τεμάχια προωθούνται σε όλους τους seeder, γεγονός που μειώνει την πιθανότητα ένα μεμονωμένο τεμάχιο να μην προωθηθεί στο υπόλοιπο δίκτυο.

2.5.5 Άλλες τεχνολογίες

Στη συνέχεια θα γίνει συνοπτική αναφορά των υπόλοιπων τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται από την πλατφόρμα του Tribler.

2.5.5.1 Μικρά αρχεία Torrent

Το BitTorrent απαιτεί το αρχείο torrent να περιέχει μια κρυπτογραφημένη περίληψη κάθε τεμαχίου του αρχείου, ώστε να είναι δυνατή η αυθεντικοποίηση των τεμαχίων κατά το κατέβασμα [TRIBLERPS]. Η αποστολή αρχείων torrent για μεγάλα αρχεία δημιουργεί μεγάλο φόρτο στους εξυπηρετητές WEB που χρησιμοποιούνται. Οπότε γίνονται προσπάθειες να αντικατασταθεί το αρχείο torrent με ένα μικρό και ασφαλές αναγνωριστικό. Για παράδειγμα, μια μόνο κρυπτογραφημένη περίληψη ή ένα BitTorrent URL.

Ένα συγγενές πρόβλημα είναι η χρήση τεμαχίων μεγάλων διαστάσεων. Προκειμένου να διατηρηθεί το μέγεθος ενός αρχείου torrent μικρό (ώστε να μην υπερφορτώνονται οι εξυπηρετητές WEB), ο αριθμός των τιμών τεμαχισμού για ένα αρχείο πρέπει να παραμείνει μικρός. Για μεγάλα αρχεία, αυτό συνεπάγεται πως το μέγεθος τεμαχίου με βάση το οποίο υπολογίζονται οι περιλήψεις πρέπει να αυξηθεί (χρησιμοποιούνται τεμάχια μέχρι και 2 MB). Τα μεγάλα μεγέθη τεμαχίων επηρεάζουν την ικανότητα των ομοτίμων να ανταλλάσσουν τεμάχια. Μόνο όταν ένα τεμάχιο έχει ληφθεί πλήρως και ελεγχθεί χρησιμοποιώντας την περίληψη μπορεί να ανταλλαχθεί με άλλους ομοτίμους. Αυτό σημαίνει πως μπορεί να μεσολαβήσει κάποιος χρόνος προτού μπορέσει κάποιος ομοτίμος να αρχίσει να ανταλλάσει τεμάχια με τους υπολοίπους.

Η ιδέα είναι η αντικατάσταση της λίστας με τις περιλήψεις με ένα Merkle hash (ή αλλιώς hash tree). Ένα Merkle hash μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ελέγξει την ακεραιότητα ολόκληρου του αρχείου, καθώς και ξεχωριστών μονάδων μέσω ενός σχήματος ιεραρχίας. Λειτουργεί κατασκευάζοντας ένα hash tree του περιεχομένου και χρησιμοποιώντας απλώς το root hash, ως προστασία της ακεραιότητας των δεδομένων. Αυτή η απλή τιμή root hash επιτρέπει να χρησιμοποιηθούν μικρότερα μεγέθη τεμαχίων [TRIBLERPS].

2.5.5.2 Ασφαλή και μόνιμα αναγνωριστικά ομοτίμων

Μέχρι στιγμής, το BitTorrent δεν απαιτεί αυστηρή πιστοποίηση των ομοτίμων, καθώς οι peer to peer αλληλεπιδράσεις είναι παροδικές και η ασφάλεια πηγάζει από τις περιλήψεις του αξιόπιστου αρχείου torrent. Ο στόχος του Tribler όμως είναι η εγκαθίδρυση σχέσεων μακράς διάρκειας μεταξύ των ομοτίμων και η εισαγωγή ενός αριθμού προνομιακών λειτουργιών, οι οποίες θα πρέπει να είναι διαθέσιμες μόνο σε φίλους. Για αυτό το λόγο έχει προεκταθεί το πρωτόκολλο με ασφαλή και μόνιμα αναγνωριστικά ομοτίμων που καλούνται PermID. Γίνεται η υπόθεση πως το PermID αντιστοιχεί σε μια μόνο διεύθυνση IP και αριθμό θύρας και χρησιμοποιείται αρχικά για την αναγνώριση των χρηστών. Η αντιστοίχιση του PermID στη διεύθυνση IP ελέγχεται από τον ιδιοκτήτη του PermID (έναν χρήστη). Αρχικά, χρησιμοποιήθηκαν τα PermID για την αναγνώριση φίλων σε συνεργατικές λήψεις.

Η ιδέα είναι η χρήση κρυπτογραφίας δημοσίου κλειδιού και να δοθεί σε κάθε ομοτίμο ένα δημόσιο/ιδιωτικό αντίστοιχο κλειδί, ενώ το δημόσιο κλειδί θα δρα ως PermID. Υπάρχει η πρόθεση να χρησιμοποιηθεί δημόσιο κλειδί κρυπτογραφίας ελλειπτικών καμπυλών, διότι παρέχει περισσότερο ισχυρή προστασία χρησιμοποιώντας μικρά κλειδιά, αντί για παράδειγμα οι αλγόριθμοι βασισμένοι σε RSA. Έχοντας μικρά PermID, είναι χρήσιμο να επιτρέπεται η προσωρινή αποθήκευση μεγάλων αριθμών από ζεύγη (PermID,IP) [TRIBLERPS].

2.5.5.3 Αποκεντρωμένες συστάσεις (Decentralized Recommendations)

Η λίστα περιεχομένου που ένα άτομο κατεβάζει μέσω του BitTorrent μπορεί να θεωρηθεί το γούστο αυτού του χρήστη. Υπάρχουν γνωστές κεντρικοποιημένες τεχνικές για τη χρησιμοποίηση της λίστας περιεχομένου ενός χρήστη, που σε συνδυασμό με τις αντίστοιχες άλλων χρηστών, μπορούν να δημιουργήσουν συστάσεις. Ένα παράδειγμα μιας τέτοιας τεχνικής συστάσεων είναι το συνεργατικό φιλτράρισμα από χρήστες. Το Tribler έχει αναπτύξει μια αποκεντρωμένη έκδοση αυτού του αλγορίθμου που επιτρέπει στο πρόγραμμα-πελάτη του να δημιουργεί εξατομικευμένες συστάσεις.

Μέσω των αντικειμένων που κατεβάζει, ο χρήστης δημιουργεί μια προτιμητέα λίστα περιεχομένου. Η προτιμητέα λίστα περιέχει εκ προεπιλογής όλα τα κατεβασμένα αρχεία. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να προσθέσει ή αν αφαιρέσει τα αντικείμενα σε αυτή τη λίστα. Αυτές οι λίστες ανταλλάσσονται ελεύθερα μεταξύ των ομοτίμων χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο Buddycast. Χρησιμοποιώντας αυτόν τον αλγόριθμο, ο χρήστης φτιάχνει μια συλλογή από μερικές εκατοντάδες ή και περισσότερες τέτοιες λίστες προτιμήσεων. Αυτή η συλλογή ονομάζεται προσωρινή μνήμη προτιμήσεων (Preference Cache).

Η υπομονάδα συστάσεων χρησιμοποιεί τη προσωρινή μνήμη προτιμήσεων για να υπολογίσει την ομοιότητα μεταξύ ομοτίμων και για να προτείνει συγκεκριμένο περιεχόμενο, το οποίο έχει προβλεφθεί πως θα αρέσει στο χρήστη, χρησιμοποιώντας έναν αλγόριθμο συνεργατικού φιλτραρίσματος. Όταν ένας συγκεκριμένος ομοτίμος έχει λίστα προτιμήσεων που μοιάζει πολύ με αυτή ενός άλλου χρήστη, τότε έχουν το ίδιο γούστο. Αυτοί οι ομοτίμοι καλούνται taste buddies.

Ο αλγόριθμος Buddycast στηρίζεται σε ένα επιδημικό πρωτόκολλο και χοντρικά λειτουργεί με τον τρόπο που θα αναλυθεί στη συνέχεια. Ο κάθε ομοτίμος διατηρεί δυο λίστες ομοτίμων: 1) μια λίστα με τους κορυφαίους N taste buddies μαζί με τις ενημερωμένες λίστες προτιμήσεών τους και 2) μια λίστα με τυχαίους ομοτίμους. Περιοδικά, ένας ομοτίμος επιλέγει μια εγγραφή από μια από τις λίστες και της στέλνει τη λίστα προτιμήσεών του, τη λίστα με τους taste buddies και μια επιλογή από τυχαίους ομοτίμους. Ο ομοτίμος που τα λαμβάνει, αποθηκεύει τη λίστα προτιμήσεων και χρησιμοποιεί τις άλλες δυο λίστες για να ενημερώσει τις δικές του λίστες.

Επιπλέον, αν ο ομοτίμος που κάνει την αποστολή έχει κατεβάσει περιεχόμενο που ενδιαφέρει τον ομοτίμο που λαμβάνει το μήνυμα (σύμφωνα με τον αλγόριθμο συνεργατικού φιλτραρίσματος), ο ομοτίμος που λαμβάνει το μήνυμα μπορεί να ζητήσει το σχετικό αρχείο torrent που συνδέεται με το περιεχόμενο από τον αποστολέα. Επίσης, θα κατεβάσει τα αρχεία torrent που αντιστοιχούν σε περιεχόμενο που έχει επιλεγεί τυχαία, με σκοπό να βελτιώσει τη κατανομή της πληροφορίας μέσα στο δίκτυο. Η όλη διαδικασία ονομάζεται “συλλογή torrent”. Η αποστολή γίνεται εναλλάξ μεταξύ ενός τυχαίου ομοτίμου και ενός taste buddy [TRIBLERPS].

2.5.5.4 Απομακρυσμένη αναζήτηση

Το πρωτόκολλο Buddycast εγκαθιδρύει συνδέσεις μεταξύ ενός χρήστη και των taste buddy του. Αρχικά, αυτές οι συνδέσεις εγκαθιδρύονται ώστε να είναι δυνατές οι αξιόλογες συστάσεις νέου περιεχομένου σε χρήστες ακολουθώντας την αρχή του συνεργατικού φιλτραρίσματος. Αυτή η αρχή ορίζει πως αν δυο άτομα, A

και Β, έχουν παρόμοιο γούστο στο περιεχόμενο, τότε οποιοδήποτε νέο περιεχόμενο κατεβάζει ο Α θα αρέσει και στον Β και αντιστρόφως. Σε μια πρώτη έκδοση του Tribler οι taste buddy περιοδικά ανταλλάσσουν πληροφορίες σχετικά με νέο περιεχόμενο, από τις οποίες τελικά προκύπτει η λίστα με τα προτεινόμενα αντικείμενα για τον κάθε χρήστη. Σε επόμενη έκδοση, πρόκειται να χρησιμοποιηθούν αυτές οι συνδέσεις μεταξύ των taste buddy για υλοποιηθεί ένας αποδοτικός μηχανισμός αναζήτησης περιεχομένου. Αν κάποιος χρήστης θελήσει να παρακολουθήσει κάποιο νέο περιεχόμενο, το οποίο όμως δεν βρίσκεται ακόμη στη λίστα συστάσεων του, θα μπορεί πλέον να κάνει μια ρητή αναζήτηση στις βάσεις δεδομένων των taste buddy του για να το βρει. Αυτός ο μηχανισμός, γνωστός ως αναζήτηση σημασιολογικής επικάλυψης, έχει αποδειχθεί πως έχει υψηλά ποσοστά επιτυχίας [TRIBLERPS].

2.5.5.5 Συνεργατική λήψη (cooperative downloading)

Όταν υπάρχουν λίγοι seeder σε ένα δίκτυο διαμοιρασμού BitTorrent, η ταχύτητα λήψης δεδομένων είναι ίση με τη ταχύτητα αποστολής δεδομένων. Καθώς οι περισσότεροι άνθρωποι έχουν ασύμμετρες δικτυακές συνδέσεις, στις οποίες η μέγιστη ταχύτητα λήψης είναι μεγαλύτερη από τη μέγιστη ταχύτητα αποστολής, συχνά μέρος του εύρους ζώνης το οποίο είναι διαθέσιμο για λήψη μένει ανεκμετάλλευτο. Είναι ιδιαίτερα συχνή η περίπτωση, ένας ομότιμος να μην είναι σε θέση να εκμεταλλευτεί πλήρως το εύρος ζώνης του, ενώ ταυτόχρονα μια ομάδα συνδεδεμένων φίλων του έχει διαθέσιμο ανεκμετάλλευτο εύρος ζώνης (τόσο για λήψη, όσο και για αποστολή). Αυτοί οι φίλοι λοιπόν μπορούν κάνοντας χρήση του πρωτοκόλλου BitTorrent να κατεβάσουν ένα τεμάχιο ενός αρχείου και να το στείλουν στον ενδιαφερόμενο ομότιμο. Όταν λάβουν το τεμάχιο, μπορούν να το στείλουν στον χρήστη μέσω του πλεονάσματος που έχει στη κάτω ζεύξη, χωρίς να περιμένουν κάτι για αντάλλαγμα. Με αυτόν τον τρόπο είναι δυνατό οι χρήστες να εκμεταλλευτούν πλήρως το εύρος ζώνης τους.

Οι ομότιμοι μιας κοινωνικής ομάδας που αποφασίζουν να συμμετάσχουν σε μια συνεργατική λήψη λαμβάνουν έναν από τους ακόλουθους δυο ρόλους: είτε είναι συντονιστές, είτε είναι βοηθοί. Ένας συντονιστής είναι ένας ομότιμος που ενδιαφέρεται να αποκτήσει ένα πλήρες αντίγραφο ενός συγκεκριμένου αρχείου και βοηθός είναι ένας ομότιμος που στρατολογείται από ένα συντονιστή για να τον βοηθήσει να κατεβάσει το αρχείο. Και οι δυο ξεκινούν να κατεβάζουν το αρχείο χρησιμοποιώντας το κλασικό BitTorrent και τις επεκτάσεις συνεργατικής λήψης. Πριν ξεκινήσει να κατεβάζει, ο βοηθός ρωτάει τον συντονιστή ποια κομμάτια θέλει να κατεβάσει. Αφότου κατεβάσει ένα τεμάχιο, ο βοηθός το στέλνει στον συντονιστή χωρίς να ζητήσει κάτι για αντάλλαγμα. Πέρα από το να λαμβάνει τεμάχια από βοηθούς, ο συντονιστής βελτιστοποιεί τις επιδόσεις της κάτω ζεύξης του, μέσω της δυναμικής επιλογής της καλύτερης διαθέσιμης πηγής δεδομένων από το σύνολο των βοηθών και των άλλων ομοτίμων του δικτύου BitTorrent. Οι βοηθοί δίνουν προτεραιότητα στα αιτήματα του συντονιστή με αποτέλεσμα να προτιμούνται ως πηγές δεδομένων [TRIBLERPS].

2.5.5.6 Κοινωνική δικτύωση

Τα χαρακτηριστικά κοινωνικής δικτύωσης του Tribler αποτελούνται από ένα μήνυμα για την ανταλλαγή ψευδωνύμου και εικόνας avatar και ένα μηχανισμό για

εγκαθίδρυση φιλιών, ο οποίος απαιτεί οι δυο πλευρές να είναι συνδεδεμένες την ίδια στιγμή. Επιπλέον, δεν απαιτείται η χρήση κάποιας κεντρική υπομονάδα [TRIBLERPS].

2.5.5.7 Ανίχνευση και παράκαμψη NAT και firewall

Με το αυξανόμενο έλλειμμα που παρατηρείται στις διευθύνσεις IP και τις όλο και περισσότερο αυξανόμενες ανησυχίες γύρω από την ασφάλεια, πολλοί χρήστες επιλέγουν να συνδέονται στο διαδίκτυο πίσω από κάποιο NAT ή firewall. Έχει σχεδιαστεί λοιπόν, ένας μηχανισμός που ανιχνεύει αν κάποιος πελάτης βρίσκεται πίσω από κάποιο firewall. Επιπλέον, έχει προστεθεί μια, ανεξάρτητη πλατφόρμας, υλοποίηση του Universal Play and Play¹⁶ (UPnP) πρωτοκόλλου (Internet Gateway Device), για απομακρυσμένη διαμόρφωση firewall (<http://www.upnp.org/>). Ως ένα ακόμη βήμα για την πλήρη υποστήριξη NAT, έχει υλοποιηθεί ένας μηχανισμός ανίχνευσης του είδους του NAT που χρησιμοποιείται (σε αντίθεση με την ανίχνευση απλά της ύπαρξης NAT) [TRIBLERPS].

Πολλοί από τους χρήστες χρησιμοποιούν μηχανήματα που βρίσκονται πίσω από NAT ή firewall. Αυτό δημιουργεί διάφορα προβλήματα:

- 1) Εκτός και αν η προεπιλεγμένη θύρα του Tribler (προεπιλεγμένη είναι η 7762) είναι ανοιχτή στο firewall, άλλοι ομοτίμοι δεν μπορούν να συνδεθούν.
- 2) Το πρόγραμμα-πελάτης του Tribler δεν μπορεί να ενημερωθεί για την IP διεύθυνση μέσω της οποίας συνδέεται στο διαδίκτυο από το λειτουργικό σύστημα. Αυτό έχει ως συνέπεια να μην μπορεί να τη μοιραστεί με τους υπολοίπους.

Για να ξεπεράσει αυτά τα προβλήματα, το Tribler διαθέτει μια λειτουργία για την ανίχνευση των firewall και την ανακάλυψη της εξωτερικής διεύθυνσης IP του χρήστη. Πιο συγκεκριμένα έχουν προστεθεί δυο μηνύματα στο πρωτόκολλο του δικτύου επικάλυσης που ονομάζονται dialback messages. Αυτά τα μηνύματα έχουν την εξής χρήση. Κατά την εκκίνηση του προγράμματος-πελάτη επιλέγονται 7 ομοτίμοι από τη βάση δεδομένων με τους ομοτίμους που έχει συναντήσει. Αυτή η βάση δεδομένων αρχικά περιέχει τις διευθύνσεις των 8 υπερ-ομοτίμων του Tribler. Το πρόγραμμα επιχειρεί να στείλει ένα dialback αίτημα σε κάθε ένα από τους 7 ομοτίμους χρησιμοποιώντας το δίκτυο επικάλυσης.

Όταν ένας ομοτίμος B λάβει ένα dialback αίτημα κλείνει την υπάρχουσα σύνδεση δικτύου επικάλυσης. Στη συνέχεια επιχειρεί να συνδεθεί με τον ομοτίμο A που έκανε το αίτημα. Πιο συγκεκριμένα, θα προσπαθήσει να συνδεθεί ξανά με την διεύθυνση IP X που επιχείρησε την προηγούμενη σύνδεση και ακούει στην πόρτα που ο ομοτίμος A καθόρισε στο μήνυμα χειραψίας του πρωτοκόλλου BitTorrent. Εάν η σύνδεση επιτύχει, ο B στέλνει ένα μήνυμα απάντησης dialback, που περιέχει την IP διεύθυνση X που χρησιμοποίησε για να συνδεθεί. Ο ομοτίμος B λοιπόν, ενημερώνει τον A πως 1)είναι προσβάσιμος μέσω του διαδικτύου και 2) έχει εξωτερική διεύθυνση IP την X.

Για προστασία ενάντια σε κακόβουλους ομοτίμους, το πρόγραμμα θα καταγράφει τις εξωτερικές διευθύνσεις IP που του επιστρέφουν οι εφτά ομοτίμοι και θα επιλέγει την διεύθυνση την οποία η πλειοψηφία υποδηλώνει πως είναι η πραγματική. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει πλειοψηφία, είτε επειδή δεν απάντησαν αρκετοί ομοτίμοι, είτε επειδή διαφώνησαν, το πρόγραμμα επαναλαμβάνει τη

¹⁶ <http://www.upnp.org/>

διαδικασία με επτά άλλους ομοτίμους μετά από 30 δευτερόλεπτα. Το πρόγραμμα θα προσπαθήσει ξανά πέντε φορές και έτσι θα επικοινωνήσει το πολύ με 35 ομοτίμους.

Για να βελτιωθεί η προσβασιμότητα των ομοτίμων, το πρόγραμμα παρέχει κάποιες σχετικές προειδοποιήσεις προς τον χρήστη. Η διεπαφή χρήστη του Tribler υποδηλώνει ξεκάθαρα πότε το πρόγραμμα είναι δεν προσβάσιμο και είναι αναγκαίο να γίνει κάποια προώθηση θύρας στο firewall, προκειμένου να επιτευχθεί η μέγιστη απόδοση [TRIBLERPS].

2.5.5.8 Τηλεεπιτήρηση (Remote Monitoring)

Προκειμένου να μετρηθεί η συμπεριφορά του συστήματος προστέθηκε μια γενική αρχιτεκτονική σάρωσης. Επιτρέπει την επιτήρηση του συστήματος από διάφορους ξενιστές (host), προκειμένου να αποκτηθεί μια ευρύτερη εικόνα. Ο κύριος σκοπός της είναι να δίνει τη δυνατότητα σε ερευνητές να εκτιμήσουν διαφορετικές πτυχές του συστήματος, αλλά μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί και για γενική εποπτεία και συλλογή στατιστικών.

Η τηλεεπιτήρηση εκτελείται από διεργασίες σάρωσης (crawler processes). Οι διεργασίες σάρωσης στέλνουν μηνύματα αιτήματος σάρωσης σε ομοτίμους που βρίσκουν μέσω του Buddycast. Ένας σαρωτής μπορεί να ζητήσει συγκεκριμένα στατιστικά ή, για παράδειγμα, την ανίχνευση του είδους του NAT. Το αίτημα σάρωσης γίνεται δεκτό μόνο όταν προέρχεται από έναν εξουσιοδοτημένο σαρωτή. Ένας εξουσιοδοτημένος σαρωτής είναι ένας σαρωτής που έχει πιστοποιήσει τον εαυτό του μέσω του πρωτοκόλλου επικάλυψης και του οποίου το δημόσιο κλειδί εμφανίζεται σε ένα συγκεκριμένο αρχείο κειμένου, που είναι παρόν σε όλα τα προγράμματα-πελάτες [TRIBLERPS].

3 Σχεδιαστικές αρχές και χαρακτηριστικά συστημάτων μετάδοσης πολυμεσικού περιεχομένου πάνω από ομότιμα δίκτυα

3.1 Σχεδιαστικές αρχές

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει ανάλυση των αρχών λειτουργίας που διέπουν τα δίκτυα peer to peer. Θα γίνει αναφορά και σε εμπορικές εφαρμογές που είναι διαθέσιμες αυτή τη στιγμή ή υπήρχαν στο παρελθόν αλλά ξεπεράστηκαν, καθώς και σε μοντέλα που έχουν αναλυθεί θεωρητικά αλλά έχουν περιορισμένη ή καθόλου εφαρμογή.

3.1.1 Κίνητρα συνεισφοράς στο διαμοιρασμό περιεχομένου

Σύμφωνα με το δόγμα που πρεσβεύουν οι κοινότητες διαμοιρασμού αρχείων, τα μέλη τους πρέπει να συνεισφέρουν αποκλειστικά για λόγους αλτρουισμού. Η πληροφορία που ανεβάζει ένας ομότιμος είναι η πληροφορία που κατεβάζει κάποιος άλλος. Οπότε αν σε ένα δίκτυο, μεγάλο ποσοστό των μελών του φέρεται εγωιστικά και δεν ανεβάζει περιεχόμενο, θα μειωθεί δραματικά ο ρυθμός με τον οποίο όλα τα μέλη του κατεβάζουν ή/και σε κάποιες περιπτώσεις το κατέβασμα θα είναι ανέφικτο. Προκειμένου λοιπόν να ενθαρρυνθεί η προσφορά περιεχομένου από ομότιμους που το έχουν διαθέσιμο, έχουν ληφθεί διάφορα μέτρα, τα οποία ποικίλλουν ανάλογα με τη φύση του δικτύου.

Στις κοινότητες διαμοιρασμού αρχείων που κάνουν χρήση του πρωτοκόλλου Bittorrent, είναι έκδηλη η εκτίμηση και ο σεβασμός των μελών προς τα άτομα που συνεισφέρουν ανεβάζοντας και η αντιπάθεια προς τα άτομα που εμφανίζουν εγωιστική συμπεριφορά. Επιπλέον, σε αρκετές κοινότητες παρακολουθείται η αναλογία μεταξύ της πληροφορίας που έχουν ανεβάσει και κατεβάσει τα μέλη της. Προφανώς, ευνοϊκότερες είναι οι μεγάλες αναλογίες. Σε κάποιες ιστοσελίδες αυτή η αναλογία για το κάθε μέλος απλά είναι ορατή προς όλους, ενώ σε κάποιες άλλες χρησιμοποιείται ως παράμετρος που καθορίζει αν ένα μέλος θα έχει το δικαίωμα να συμμετάσχει στο διαμοιρασμό ενός νέου αρχείου ή ακόμα και αν θα παραμείνει στην κοινότητα. Αλλά ακόμη και το ίδιο το πρωτόκολλο Bittorrent έχει ενσωματωμένους μηχανισμούς που διασφαλίζουν πως ένα μέλος θα ανεβάζει περιεχόμενο. Τα προγράμματα-πελάτες που τρέχουν σε κάθε ομότιμο προτιμούν να στέλνουν τεμάχια σε άλλους ομοτίμους από τους οποίους λαμβάνουν και μόνο σποραδικά στέλνουν σε νέους ομοτίμους από τους οποίους δεν έχουν λάβει ακόμη τίποτα. Δίνεται δηλαδή βαρύτητα στην αμφίδρομη μεταφορά δεδομένων πάνω στις υφιστάμενες συνδέσεις σε σχέση με τη μονόδρομη. Επίσης δίνεται ακόμη μεγαλύτερη προτεραιότητα σε ομοτίμους από τους οποίους λαμβάνουν με καλή ταχύτητα σε σχέση με τους υπολοίπους συνδεδεμένους. Με αυτή τη στρατηγική, ένας ομότιμος πρέπει να συνεισφέρει προκειμένου να έχει υπηρεσία καλής ποιότητας. [KUROSE] Αξίζει να αναφερθεί πάντως, πως υπάρχουν διαθέσιμα προγράμματα-πελάτες, όπως το BitThief, των οποίων οι δημιουργοί υποστηρίζουν πως μπορούν να κατεβάζουν πληροφορία χωρίς να ανεβάζουν. [BITTHIEF]

Σε άλλες κοινότητες διαμοιρασμού, όπως στη προσέγγιση της σχεδίασης ιεραρχικής επικάλυψης, συνήθως δεν λαμβάνεται κάποιο ενεργό μέτρο για την επιβολή στα μέλη της κοινότητας του ανεβάσματος περιεχομένου. Υπάρχουν βέβαια και εξαιρέσεις, όπως κοινότητες που προκειμένου το πρόγραμμα-πελάτης να λειτουργήσει πλήρως (δηλαδή να του επιτραπεί να κατεβάσει περιεχόμενο), πρέπει ο φάκελος με τα προσφερόμενα προς διαμοιρασμό αρχεία του χρήστη να είναι πάνω από κάποιο μέγεθος ή ο χρήστης να έχει καλή αναλογία ανεβάσματος/κατεβάσματος. Σε αυτές οι κοινότητες όμως, λόγω της φύσης του δικτύου πέρα από περιεχόμενο ανταλλάσσονται και πακέτα πληροφοριών σχετικά με το δίκτυο ή αιτήματα/απαντήσεις αναζήτησης περιεχομένου. Επιπλέον, κάποιοι χρήστες ανακηρύσσονται από το δίκτυο υπερομότιμοι με αποτέλεσμα η συμμετοχή τους στο διαμοιρασμό αυτών των μηνυμάτων να είναι ακόμη μεγαλύτερος. [KUROSE] Είναι σημαντικό πως οι χρήστες δεν έχουν κανένα απολύτως έλεγχο πάνω σε αυτά τα μηνύματα. Αν κάποιος υπολογιστής είναι συνδεδεμένος στο δίκτυο, τότε χρησιμοποιείται ως κόμβος ανταλλαγής αυτών των μηνυμάτων και χωρίς μάλιστα στις περισσότερες περιπτώσεις ο χρήστης να το γνωρίζει. Σε αυτές τις περιπτώσεις λοιπόν, δεν τίθεται θέμα κινήτρου αλλά υποχρέωσης του χρήστη.

Σε κάποιες εμπορικές εφαρμογές έχει υιοθετηθεί ένα μοντέλο επιβράβευσης του χρήστη για τη συμμετοχή του. Δηλαδή εφόσον ανεβάζει περιεχόμενο λαμβάνει κάποια πίστωση που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μελλοντικές αγορές. Η επιβράβευση μπορεί να είναι είτε ένα πάγιο ποσό κάθε μήνα είτε ανάλογη με το πλήθος των δεδομένων που ανεβάζει. [CHEN] Πάντως, είναι διαδεδομένο σε εμπορικές εφαρμογές, οι εταιρίες να εκμεταλλεύονται την άγνοια των χρηστών για τον ακριβή τρόπο με τον οποίο δουλεύει η υπηρεσία, δηλαδή το ότι χρησιμοποιείται η σύνδεσή τους. Έτσι, χρησιμοποιούν την σύνδεση του χρήστη (τις περισσότερες φορές χωρίς να ενημερώνεται ή να είναι σε θέση να το αρνηθεί) χωρίς να του παρέχεται κάποιο αντάλλαγμα.

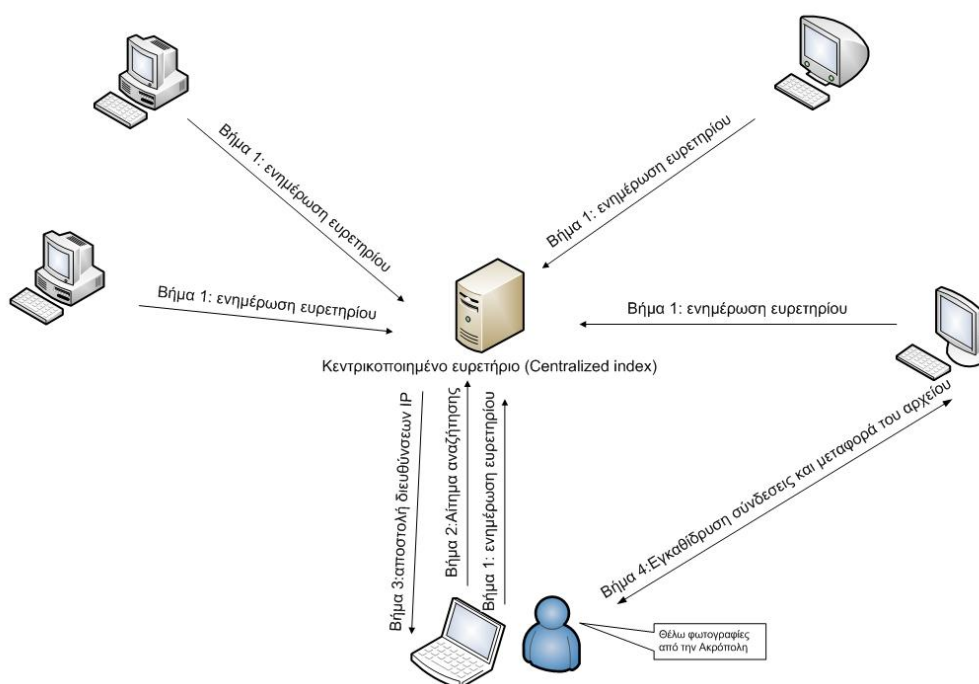
3.1.2 Αιτήματα και στρατηγικές αναζήτησης πόρων

Η διαδικασία με την οποία ένας ομότιμος που συμμετέχει σε ένα δίκτυο peer to peer, κάνει ένα αίτημα για περιεχόμενο να διαφέρει πολύ ανάλογα με την υλοποίηση του δικτύου. Αλλά ακόμη και σε παρόμοιες υλοποιήσεις δικτύων συχνά υιοθετούνται διαφορετικές στρατηγικές για τον ίδιο σκοπό.

Αιτήματα όταν χρησιμοποιείται το πρωτόκολλο BitTorrent. Στο πρωτόκολλο BitTorrent ο υπολογιστής που κάνει το αίτημα, αρχικά δεν ανήκει στο δίκτυο όπου γίνεται ο διαμοιρασμός του αρχείου που τον ενδιαφέρει. Έτσι, είναι αναγκαία η χρήση εξυπηρετητή για την εύρεση των υπολογιστών που έχουν τα τεμάχια του αρχείου. Αρχικά, ο νέος ομότιμος κάνει ένα αίτημα σε ένα εξυπηρετητή web, που κρατάει ευρετήριο με αρχεία Torrent και ο οποίος ονομάζεται ευρετήριο BitTorrent. Ένα ευρετήριο BitTorrent είναι μια ιστοσελίδα που αποθηκεύει και διαμοιράζει κατ' αίτημα αρχεία Torrent, τα οποία συνδέονται με διαμοιραζόμενα αρχεία. Εφόσον βρεθεί στο ευρετήριο το αρχείο Torrent το οποίο συνδέεται με το περιεχόμενο για το οποίο έχει γίνει το αίτημα, ο χρήστης το κατεβάζει στον υπολογιστή του και στη συνέχεια το τρέχει, με αποτέλεσμα να ξεκινήσει ο διαμοιρασμός του αρχείου όπως προβλέπεται από το πρωτόκολλο BitTorrent.

Αυτή η στρατηγική δίνει κάποια ευελιξία στο χρήστη, καθώς το δίκτυο διαμοιρασμού του αρχείου είναι ανεξάρτητο του ευρετηρίου. Αν ο χρήστης δεν βρει το αρχείο σε κάποιο ευρετήριο BitTorrent μπορεί πολύ εύκολα να κάνει το ίδιο αίτημα σε κάποιο άλλο ευρετήριο χωρίς να είναι απαραίτητη η εγκατάσταση κάποιου

νέου προγράμματος, όπως συμβαίνει σε άλλες αρχιτεκτονικές δικτύων peer to peer, όπου το δίκτυο διαμοιρασμού ταυτίζεται με το δίκτυο που χρησιμοποιείται για την αναζήτηση των αρχείων. Αυτή η ευελιξία βασίζεται στη δομή του αρχείου Torrent. Καθώς, οι διευθύνσεις των εντοπιστών (Tracker) ή/και κάποιων από τους ομοτίμους που συμμετέχουν στο διαμοιρασμό του αρχείου περιλαμβάνονται σε αυτό. Αυτή η τεχνική δίνει τη δυνατότητα στο νέο ομότιμο να μπορεί να συνδεθεί στο δίκτυο διαμοιρασμού ανεξαρτήτως του που θα βρει το αρχείο Torrent.



Εικόνα 8: Τρόπος λειτουργίας του κεντρικοποιημένου ευρετηρίου

Αιτήματα σε δίκτυα που κάνουν χρήση κεντρικοποιημένου ευρετηρίου. Η

αρχιτεκτονική του κεντρικοποιημένου ευρετηρίου (centralized index) απαιτεί την ύπαρξη ενός ή ολόκληρης ομάδας εξυπηρετητών. Αυτοί οι εξυπηρετητές αναλαμβάνουν το ρόλο του ευρετηρίου δηλαδή της αντιστοίχισης υπολογιστών (πιο συγκεκριμένα διευθύνσεων IP) με το περιεχόμενο που υπάρχει διαθέσιμο για διαμοιρασμό σε αυτούς.

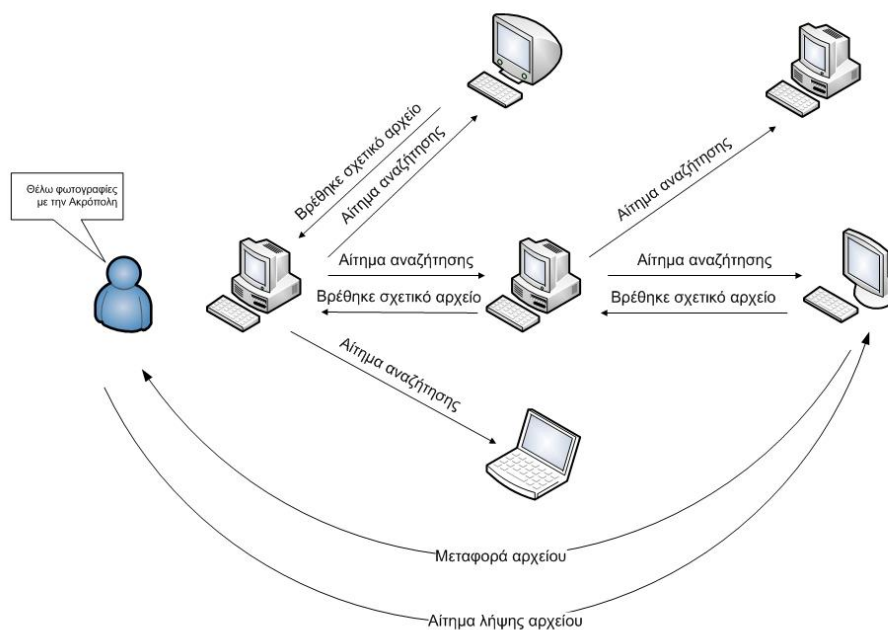
Σε αυτή την υλοποίηση, όταν ένας ομότιμος εισέρχεται σε ένα δίκτυο peer to peer ενημερώνει το κεντρικοποιημένο ευρετήριο για το περιεχόμενο που έχει διαθέσιμο για διαμοιρασμό (καθώς και κάποια meta-data που σχετίζονται με αυτό) και την διεύθυνση IP του. Με αυτά τα στοιχεία το ευρετήριο αντιστοιχεί σε κάθε όνομα αρχείου ένα σύνολο από διευθύνσεις IP υπολογιστών που συμμετέχουν εκείνη τη στιγμή στο δίκτυο και το έχουν διαθέσιμο για διαμοιρασμό. Όταν ένας ομότιμος επιθυμεί να κατεβάσει κάποιο αρχείο κάνει αίτημα στον εξυπηρετητή καταλόγου με τα στοιχεία του αρχείου και ο εξυπηρετητής αποστέλλει στον ομότιμο μια απάντηση που περιλαμβάνει μια λίστα με IP διευθύνσεις ομοτίμων που έχουν το αρχείο διαθέσιμο. Κατόπιν, ο ομότιμος εγκαθιδρύει συνδέσεις TCP με τους συγκεκριμένους ομοτίμους και κατεβάζει το αρχείο.

Η συγκεκριμένη υλοποίηση είναι ιδιαίτερα εύκολη, αλλά έχει αρκετές αδυναμίες. Το κάθε δίκτυο διαμοιρασμού έχει ένα συγκεκριμένο αριθμό εξυπηρετητών που αναλαμβάνουν το ρόλο του ευρετηρίου. Με συνέπεια αν υπάρξει

αστοχία σε κάποιους από αυτούς ή είναι αδύνατη η επικοινωνία μαζί τους, να είναι αδύνατη η αναζήτηση περιεχομένου μεταξύ των ομοτίμων. Επιπλέον, αν το δίκτυο διαμοιρασμού γίνει πολύ μεγάλο, οι εξυπηρετητές θα πρέπει ταυτόχρονα να διατηρούν μια τεράστια βάση δεδομένων με τα αρχεία που υπάρχουν διαθέσιμα και τους υπολογιστές που τα έχουν, αλλά και να ανταποκρίνεται σε πληθώρα αιτημάτων (ενημερώσεις κατάστασης, αιτήματα περιεχομένου). Έτσι, το κόστος της υποδομής αυξάνεται υπερβολικά και τα προβλήματα συμφόρησης γίνονται σημαντικό τροχοπέδη στην απόδοση του δικτύου.

Αιτήματα που διαδίδονται στο δίκτυο μέσω πλημμύρας ερωτημάτων. Σε αυτή την υλοποίηση θεωρούμε πως ο ομότιμος διατηρεί ήδη συνδέσεις με άλλους ομοτίμους στο δίκτυο διαμοιρασμού. Επιπλέον, κάθε ομότιμος διατηρεί μια λίστα με τα αρχεία τα οποία διαθέτει προς διαμοιρασμό. Δηλαδή, το ευρετήριο δεν είναι σε κάποιο κεντρικό σημείο, αλλά είναι μοιρασμένο σε όλους τους ομοτίμους που συμμετέχουν στο δίκτυο διαμοιρασμού. Όταν κάποιος ομότιμος επιθυμεί να κατεβάσει ένα αρχείο στέλνει αίτημα στους ομοτίμους με τους οποίους έχει ήδη συνδεθεί. Αυτοί με τη σειρά τους όταν λάβουν το αίτημα εκτελούν αναζήτηση στον υπολογιστή τους για το αν έχουν το αρχείο που έχει ζητηθεί και προωθούν το αίτημα στους ομοτίμους με τους οποίους είναι συνδεδεμένοι. Αυτοί με τη σειρά τους επαναλαμβάνουν την ίδια διαδικασία. Σε περίπτωση που κάποιος ομότιμος έχει διαθέσιμο προς διαμοιρασμό το αρχείο το οποίο έχει ζητηθεί στέλνει ένα μήνυμα επιτυχίας ερωτήματος, που περιλαμβάνει το όνομα του αρχείου και το μέγεθός του, πίσω στον υπολογιστή που είχε κάνει αρχικά την αίτηση. Η διαδρομή της απάντησης ακολουθεί την αντίστροφη διαδρομή από την διαδρομή που ακολούθησαν τα ερωτήματα, πάνω από τις ήδη υπάρχουσες συνδέσεις του δικτύου.

Πλέον ο ομότιμος που έκανε το αίτημα γνωρίζει ποιοι ομοτίμοι έχουν εκδόσεις του αρχείου που επιθυμεί και στη συνέχεια εγκαθιστά συνδέσεις TCP με κάποιους από αυτούς ώστε να ξεκινήσει να το λαμβάνει.



Εικόνα 9: Τρόπος λειτουργίας της πλημμύρας ερωτημάτων

Αυτή η υλοποίηση είναι πλήρως αποκεντρωμένη. Το ευρετήριο είναι καταναμημένο σε όλο το δίκτυο διαμοιρασμού. Συνεπώς, κλιμακώνεται μαζί με το δίκτυο και εκμηδενίζει τις πιθανότητες αστοχίας. Τα πλεονεκτήματα αυτής της υλοποίησης είναι η αυξημένη αξιοπιστία, το μειωμένο κόστος (δεν υπάρχει ανάγκη για χρήση εξυπηρετητών, το δίκτυο είναι τελείως αυτόνομο) και η αυτόματη προσαρμογή στις ανάγκες και το μέγεθος του δικτύου. Ο τρόπος όμως με τον οποίο γίνεται η αναζήτηση περιεχομένου είναι πολύ επιβαρυντικός για το δίκτυο πάνω στο οποίο είναι στημένο το δίκτυο διαμοιρασμού. Στην υλοποίηση με τον κεντρικοποιημένο κατάλογο η κίνηση που δημιουργείται για την πραγματοποίηση μιας αναζήτησης είναι το αίτημα που στέλνει ο ομότιμος στον εξυπηρετητή που έχει τον κατάλογο και η αντίστοιχη απάντηση του εξυπηρετητή. Στην πλημμύρα ερωτημάτων όμως η κίνηση που δημιουργείται είναι πολλαπλάσια, καθώς ο κάθε ομότιμος στέλνει σε όλους τους γειτονικούς του και αυτοί με τη σειρά τους, στους δικούς τους γείτονες. Έτσι, το δίκτυο πλημμυρίζει από πακέτα και δημιουργείται ιδιαίτερα αυξημένη κίνηση. Αν μάλιστα δεν υπάρχει αποτελεσματική τεχνική για τον περιορισμό της πλημμύρας, ένα μόνο αίτημα μπορεί μετά από μερικά βήματα να προκαλέσει τη δημιουργία αναρίθμητων πακέτων.

Σε περιπτώσεις που το δίκτυο διαμοιρασμού είναι μεγάλο, η κίνηση που παράγεται από τα αιτήματα περιεχομένου επιβαρύνει ιδιαίτερα το υποκείμενο δίκτυο. Μια λύση για αυτό το πρόβλημα είναι η εισαγωγή ενός πεδίου εμβέλειας στο πακέτο του αιτήματος. Κάθε κόμβος που λαμβάνει ένα αίτημα, προτού προωθήσει το πακέτο στους γείτονές του μειώνει την τιμή του πεδίου κατά ένα. Αν η τιμή του πεδίου λάβει τη τιμή μηδέν, τότε ο κόμβος δεν προωθεί το πακέτο. Με αυτό το τρόπο, η πλημμύρα περιορίζεται σε μια “γειτονιά” του δικτύου διαμοιρασμού. Το θετικό είναι πως η μειώνεται σημαντικά η επιβάρυνση του υποκείμενου δικτύου. Το αρνητικό είναι πως αν το αρχείο βρίσκεται σε κάποιο ομότιμο που βρίσκεται πέρα από την εμβέλεια που έχει η αναζήτηση πάνω στο δίκτυο, τότε η αναζήτηση δε θα βρει το αρχείο, παρόλο που υπάρχει διαθέσιμο.

Αιτήματα σε δίκτυο που υπάρχει ιεραρχική επικάλυψη. Η συγκεκριμένη υλοποίηση είναι στην ουσία ο συνδυασμός των δύο προηγούμενων υλοποιήσεων. Το δίκτυο διαμοιρασμού είναι ήδη έτοιμο, όμως οι ομότιμοι δεν είναι όλοι ίσοι. Οι ομότιμοι χωρίζονται σε κανονικούς ομοτίμους και υπερομοτίμους. Υπερομοτίμοι γίνονται κανονικοί ομότιμοι, δηλαδή απλοί υπολογιστές, που έχουν μεγάλο διαθέσιμο εύρος ζώνης και υψηλή διαθεσιμότητα. Το δίκτυο οργανώνεται με τους υπερομοτίμους να συνδέονται με άλλους υπερομοτίμους και τους κανονικούς ομοτίμους να συνδέονται μόνο με ένα υπερομοτίμο και με κανένα άλλο μέλος του συγκεκριμένου δικτύου. Οι κανονικοί ομότιμοι ενημερώνουν τον υπερομοτίμο στον οποίο συνδέονται για τα αρχεία που έχουν διαθέσιμα προς διαμοιρασμό. Έτσι, ο υπερομοτίμος, ο οποίος είναι συνδεδεμένος με αρκετές δεκάδες ή εκατοντάδες κανονικούς ομοτίμους δημιουργεί ένα ευρετήριο για τα αρχεία που υπάρχουν διαθέσιμα στη συγκεκριμένη “γειτονιά” του δικτύου διαμοιρασμού. Όταν ένας κανονικός ομότιμος κάνει κάποιο αίτημα αναζήτησης, αυτό το αίτημα στέλνεται στον υπερομοτίμο στον οποίο είναι συνδεδεμένος. Ο υπερομοτίμος αναζητά στο ευρετήριό του για ομοτίμους (διευθύνσεις IP) που το έχουν διαθέσιμο.

Αν κριθεί απαραίτητο προωθεί το αίτημα και σε κάποιους από τους υπερομοτίμους με τους οποίους είναι συνδεδεμένος. Αυτοί με τη σειρά τους αναζητούν στο δικό τους ευρετήριο για το συγκεκριμένο αρχείο και αποστέλλουν τις διευθύνσεις IP των ομοτίμων που το έχουν. Οι απαντήσεις στα αιτήματα ακολουθούν την αντίστροφη διαδρομή από τη διαδρομή που ακολούθησαν τα αιτήματα. Στη

συνέχεια ο ομότιμος που έκανε το αίτημα εγκαθιδρύει συνδέσεις TCP με τις IP που έλαβε και ξεκινά να λαμβάνει το αρχείο.

Με αυτή την υλοποίηση επιτυγχάνεται ταυτόχρονα περιορισμός στη κίνηση που δημιουργούν τα αιτήματα στο υποκείμενο δίκτυο και μειώνεται η πιθανότητα ένα αρχείο το οποίο είναι διαθέσιμο να μη βρεθεί (καθώς εξετάζονται τα περιεχόμενα περισσότερων κόμβων σε σχέση με τη προηγούμενη υλοποίηση).

3.1.3 Ανάθεση και εκτέλεση ρόλων

Όπως είδαμε και προηγουμένως οι ρόλοι που ανατίθενται σε ένα δίκτυο διαμοιρασμού ποικίλουν ανάλογα με την αρχιτεκτονική του δικτύου. Στο παρόν κεφάλαιο θα γίνει αναφορά σε όλους τους δυνατούς ρόλους τους οποίους μπορεί να πάρει μια μονάδα που ανήκει σε ένα τέτοιο δίκτυο.

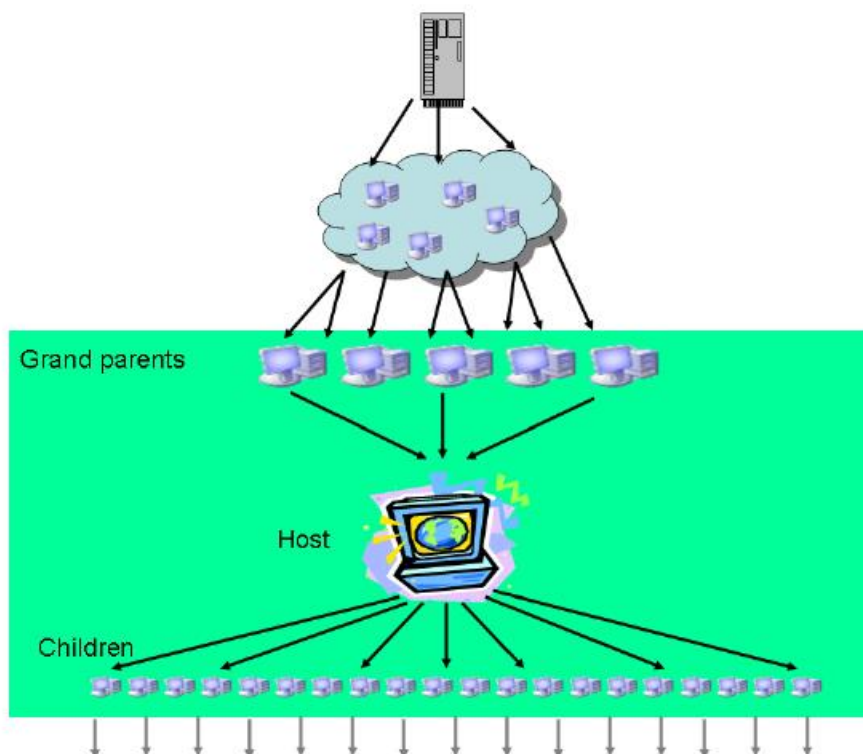
Ομότιμος/κανονικός ομότιμος κόμβος: Έτσι ονομάζεται ο πελάτης¹⁷ σε ένα δίκτυο διαμοιρασμού. Πρόκειται συνήθως για κάποιον απλό οικιακό υπολογιστή ή πλέον ακόμη και κινητά τηλέφωνα, με περιορισμένη διαθεσιμότητα και εύρος ζώνης. Αν η πλατφόρμα στην οποία είναι συνδεδεμένος σχετίζεται με τη μετάδοση τηλεοπτικού περιεχομένου, συνήθως είναι διαθέσιμος μόνο κατά τη διάρκεια του προγράμματος που παρακολουθεί ο χρήστης και τις υπόλοιπες ώρες παραμένει εκτός δικτύου. Επιπλέον, η συμπεριφορά του εμφανίζει μεγάλη “ανυπομονησία” (Συνήθως, οι χρήστες δεν παρακολουθούν κάποιο κανάλι περισσότερο από 10 λεπτά. Το κάθε κανάλι έχει και το δικό του δίκτυο διαμοιρασμού, οπότε σε κάθε αλλαγή καναλιού, ο χρήστης αποχωρεί από το υπάρχον δίκτυο και εισέρχεται σε ένα καινούριο [VU 2008]). Αν χρησιμοποιεί κάποιο πρόγραμμα διαμοιρασμού αρχείων τότε συνήθως είναι διαθέσιμος όσο χρονικό διάστημα δεν έχει ολοκληρω το αρχείο. Σε αυτή τη περίπτωση ο ομότιμος εμφανίζει μεγάλη “υπομονή”, δηλαδή ο ομότιμος είναι διαθέσιμος για μεγάλες χρονικές περιόδους, από ώρες ως και μέρες [VU 2008]. Ένα ακόμη πρόβλημα για τα δίκτυα που λειτουργούν με βάση ομοτίμους είναι πως συνήθως οι οικιακοί χρήστες είναι πίσω από NAT και οι υπάρχουσες εμπορικές εφαρμογές δεν είναι σε θέση να διαχειριστούν το NAT αποτελεσματικά. Ένας ομότιμος ο οποίος βρίσκεται πίσω από NAT δεν είναι δυνατό να στείλει δεδομένα σε άλλους ομοτίμους, αλλά μπορεί να λάβει κίνηση [ALI 2006].

Είναι συχνό το φαινόμενο όμως, ενώ λαμβάνει το αρχείο να μην συνεισφέρει στο διαμοιρασμό του, συνήθως λόγω απροθυμίας του χρήστη (αρκετές φορές οι οικιακοί χρήστες έχουν σημαντικά μικρότερο διαθέσιμο εύρος ζώνης για λήψη δεδομένων παρά για αποστολή με αποτέλεσμα οι χρήστες να είναι απρόθυμοι να το διαθέσουν για το διαμοιρασμό). Αυτή τη συμπεριφορά προσπαθούν να περιορίσουν οι κάποιες εκδόσεις του πρωτοκόλλου BitTorrent δίνοντας προτεραιότητα σε χρήστες οι οποίοι συνεισφέρουν πολύ στο διαμοιρασμό. Επιπλέον, μετά την ολοκλήρωση της λήψης του αρχείου ο χρήστης έχει είτε την επιλογή να αποχωρήσει, κάνοντας πιο δύσκολο το διαμοιρασμό για τους υπολοίπους ομοτίμους, είτε να παραμείνει αλτρουιστικά και να βοηθήσει στο διαμοιρασμό, καθώς πλέον μόνο αποστέλλει δεδομένα.

Υπερομότιμοι κόμβοι: Οι υπερομότιμοι είναι πελάτες στο δίκτυο διαμοιρασμού, όπως και οι κανονικοί ομοτίμοι, όμως επειδή εμφανίζουν μεγάλη αξιοπιστία (μεγάλη διαθεσιμότητα, μεγάλο εύρος ζώνης, δεν εμποδίζεται η συνδεσιμότητά τους από NAT) το δίκτυο τους αναθέτει περισσότερες αρμοδιότητες.

¹⁷ Ο χρήση του όρου «πελάτης» σε αυτό το σημείο γίνεται ως το αντίθετο του όρου «εξυπηρετητής».

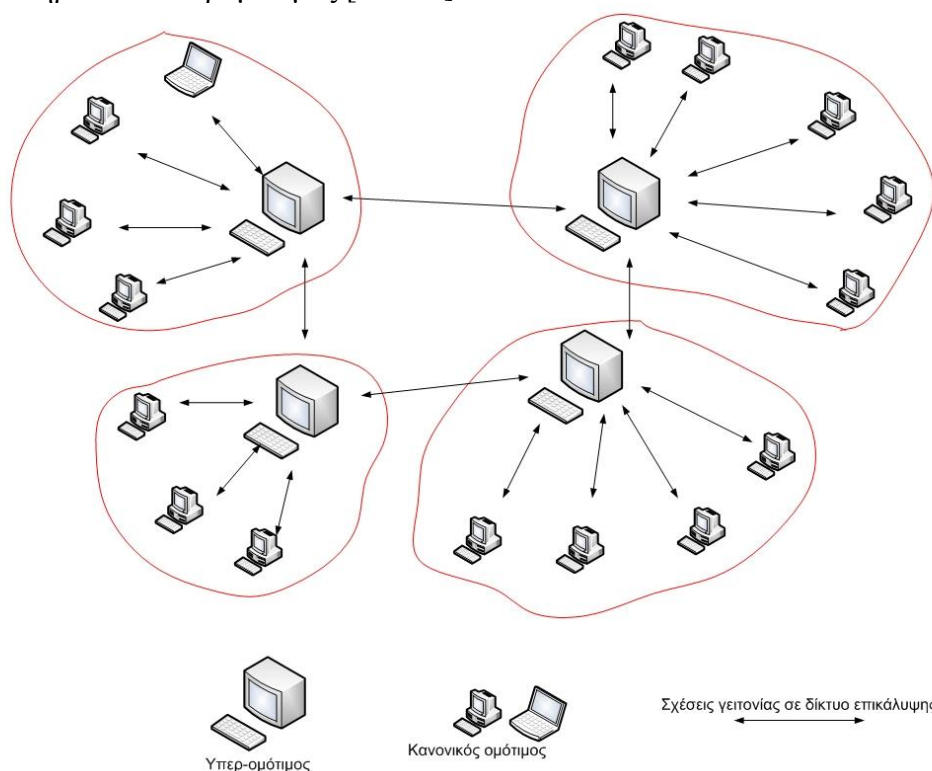
Συνήθως πρόκειται για υπολογιστές που βρίσκονται σε πανεπιστήμια και μεγάλους οργανισμούς, οι οποίοι έχουν πρόσβαση σε γρήγορες και σταθερές συνδέσεις. Αν το δίκτυο διαμοιράζει αρχεία, οι υπερομότιμοι αναλαμβάνουν το ρόλο του εξυπηρετητή για τις αναζητήσεις ενός υποσυνόλου των κανονικών ομοτίμων του δικτύου. Αν το δίκτυο είναι εφαρμογή τηλεόρασης, οι υπερομότιμοι διαμοιράζουν περιεχόμενο σε πολύ περισσότερους κόμβους σε σχέση με τους απλούς ομοτίμους. Ενδεικτικά, έχει μετρηθεί πως υπάρχουν περιπτώσεις, όπου ένας υπερομότιμος αποστέλλει πάνω από δέκα φορές περισσότερα δεδομένα σε άλλους ομοτίμους σε σχέση με τα δεδομένα που λαμβάνει, ενώ την ίδια στιγμή, κανονικοί ομοτίμοι που λαμβάνουν τα ίδια δεδομένα δεν αποστέλλουν τίποτα [ALI 2006].



Εικόνα 10: Ένας υπερομότιμος σε εφαρμογή τηλεόρασης (Πηγή: [ALI 2006]).

Πρέπει να σημειωθεί πως οι χρήστες των οποίων οι υπολογιστές λαμβάνουν το ρόλο του υπερομοτίμου δεν το επιλέγουν οι ίδιοι, αλλά επιλέγονται από το δίκτυο με βάση αποκλειστικά τα συμφέροντα του δικτύου. Η εκμετάλλευσή τους σε ορισμένες περιπτώσεις είναι τόσο μεγάλη που το δίκτυο εξαρτάται απόλυτα από τη διαθεσιμότητα των υπερομοτίμων. Αυτό εισάγει αδικία στο σύστημα, γιατί οι διαχειριστές του δικτύου επιλέγουν την χρησιμοποίηση του εύρους ζώνης των πελατών τους για την μετάδοση του περιεχομένου τους. Επιπλέον, αρκετοί από τους χρήστες δεν γνωρίζουν πως το εύρος ζώνης τους χρησιμοποιείται σε τέτοιο βαθμό από το δίκτυο διαμοιρασμού, με αποτέλεσμα να μην λαμβάνουν μέτρα να το περιορίσουν. Έτσι, κάποιες άλλες διεργασίες που εκτελούν οι οποίες είναι ευαίσθητες σε εύρος ζώνης καθυστερούν. Προκειμένου να αρθεί αυτή η αδικία έχουν προταθεί διάφορα μοντέλα για την επιβράβευση (ακόμη και με χρήματα) των χρηστών που συνεισφέρουν στο διαμοιρασμό του περιεχομένου, όταν πρόκειται για εμπορικό μοντέλο. Αξίζει να σημειωθεί πως σε κάποιες περιπτώσεις οι υπερομότιμοι συνεισφέρουν τόσο πολύ στην αποστολή περιεχομένου που τελικά ο πάροχος δίνει

περισσότερα χρήματα στον υπερομότιμο σε σχέση με το κόστος του περιεχομένου που πληρώνει ο υπερομότιμος [CHEN].



Εικόνα 11: Οργάνωση δικτύων επικάλυψης που χρησιμοποιούν υπερομοτίμους

Εξυπηρετητές περιεχομένου: Πρόκειται για τους εξυπηρετητές από τους οποίους ξεκινά ο διαμοιρασμός περιεχομένου σε όλο το δίκτυο. Υπερέχουν σε σχέση με τους ομοτίμους στο ότι έχουν το σύνολο των τεμαχίων του αρχείου, έχουν υψηλή αξιοπιστία, υψηλή διαθεσιμότητα (δεν πρόκειται να αποχωρήσουν κατά τη διάρκεια του διαμοιρασμού), έχουν μεγάλο εύρος ζώνης, δεν έχουν απαιτήσεις για λήψη και μπορούν να εγκαθιδρύσουν συνδέσεις με πολύ μεγάλο αριθμό ομοτίμων. Συχνά υπάρχει μια κεντρική φάρμα εξυπηρετητών διαμοιρασμού περιεχομένου το έργο της οποίας επικουρούν τοπικοί εξυπηρετητές [HUANG]. Όπως είναι φυσικό είναι το σημαντικότερο κομμάτι του δικτύου και κάποια αστοχία σε αυτούς συχνά οδηγεί στη διακοπή του διαμοιρασμού. Ιδιαίτερα σε εφαρμογές όπου κανένας από τους ομοτίμους δεν έχει το αρχείο ολόκληρο, μια αστοχία σε εξυπηρετητές περιεχομένου προκαλεί διακοπή της υπηρεσίας σε μεγάλο μέρος των ομοτίμων.

Εξυπηρετητές ευρετηρίου BitTorrent (Index): Πρόκειται για εξυπηρετητές που αποθηκεύουν και διαμοιράζουν κατ' αίτημα αρχεία Torrent τα οποία συνδέονται με διαμοιραζόμενα αρχεία. Δηλαδή ο ενδιαφερόμενος κάνει ένα αίτημα για ένα αρχείο (ταινία, βιβλίο, πρόγραμμα κλπ.) και αν το αρχείο υπάρχει στο ευρετήριο, ο εξυπηρετητής στέλνει στον ενδιαφερόμενο το αντίστοιχο αρχείο Torrent.

Εξυπηρετητές καναλιών (Channel server): Πρόκειται για εξυπηρετητές που χρησιμοποιούνται κυρίως σε πλατφόρμες IPTV. Περιέχουν ένα ευρετήριο με τα διαθέσιμα προς τον εκάστοτε χρήστη κανάλια, καθώς και πληροφορίες σχετικές με το περιεχόμενο που αυτά προβάλλουν (όπως περιλήψεις).

Εντοπιστές (Tracker): Πρόκειται για εξυπηρετητές που αποθηκεύουν και διανέμουν διευθύνσεις IP ομοτίμων που συμμετέχουν στο διαμοιρασμό του αρχείου ενός συγκεκριμένου Torrent, ή παρακολουθούν το ίδιο κανάλι τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Το πρώτο βήμα για ένα ομοτίμο που θέλει να μπει σε ένα δίκτυο

διαμοιρασμού είναι να πάρει μια λίστα από διευθύνσεις IP υπολογιστών που ήδη συμμετέχουν σε αυτό από ένα Tracker.

DSLAM: Το Digital Subscriber Line Access Multiplexer (DSLAM) είναι ο πολυπλέκτης / αποπολυπλέκτης των ψηφιακών συνδρομητικών γραμμών DSL (Digital Subscriber Line). Είναι μια συσκευή που τοποθετείται είτε στο Κέντρο Τηλεπικοινωνιακών Παρόχων, είτε σε καμπίνες στο δρόμο, είτε αντικαθιστά τους Καταναεμητές καλωδίων είτε μέσα σε πολυκατοικίες. Το DSLAM μπορεί να παρέχει έναν μεγάλο αριθμό γραμμών DSL, που μπορεί να είναι ADSL, G.shdsl ή πλέον VDSL, τις οποίες συνδέει με τεχνικές πολυπλεξίας με το υψηλής ταχύτητας δίκτυο κορμού του Internet. Με την τοποθέτηση DSLAM σε απομακρυσμένες περιοχές είναι εφικτό οι τηλεπικοινωνιακοί πάροχοι να παρέχουν υπηρεσίες γρήγορου Internet σε περιοχές που παλαιότερα ήταν αδύνατο. Τα DSLAM αποτελούν το σημαντικότερο κομμάτι του υφιστάμενου δικτύου που κάνει εφικτό τον αποτελεσματικό διαμοιρασμό αρχείων σε μεγάλες ταχύτητες ανεξάρτητα από την τοποθεσία των ομοτίμων.

iTracker: Η συγκεκριμένη οντότητα χρησιμοποιείται μόνο σε υλοποιήσεις δικτύων peer to peer που κάνουν χρήση πρωτοκόλλων provider portal for p2p (P4P). Πρόκειται για πύλες τις οποίες διαχειρίζονται οι πάροχοι Internet (ISP). Η εισαγωγή των iTracker επιτρέπει στο P4P να διαχωρίζει την ευθύνη ελέγχου κίνησης μεταξύ των εφαρμογών και των παρόχων Internet και κάνει εφικτή την υγιή κλιμακούμενη αύξηση του δικτύου που χρησιμοποιεί το P4P.

Πιο συγκεκριμένα, κάθε πάροχος Internet, είτε είναι ένας συμβατικός εμπορικός πάροχος Internet, είτε είναι ένα εκπαιδευτικό ίδρυμα διατηρεί έναν iTracker για το δίκτυό του. Ο iTracker παρέχει στο δίκτυο πληροφορίες που αφορούν τον πάροχο. Αυτές οι πληροφορίες έχουν να κάνουν με την πολιτική που ακολουθεί όταν πρόκειται για κίνηση μεταξύ του οικείου δικτύου και δικτύου άλλου παρόχου, πληροφορίες σχετικά με τη συμφόρηση των γραμμών και την δρομολόγηση της κίνησης και γενικά πληροφορίες σχετικά με το ποιες είναι οι βέλτιστες συνδέσεις που μπορούν να γίνουν μεταξύ των κόμβων του δικτύου του παρόχου. Οι iTracker συνεργάζονται με τους εξυπηρετητές ευρετηρίου και τους εξυπηρετητές περιεχομένου για την δημιουργία της λίστας με τις IP διευθύνσεις ομοτίμων, η οποία θα αποσταλεί σε ένα νέο ομότιμο που πρόκειται να μπει σε ένα δίκτυο διαμοιρασμού. Η τελική λίστα περιέχει τις βέλτιστες δυνατές συνδέσεις για την επέκταση του δικτύου διαμοιρασμού σύμφωνα με τα συμφέροντα του παρόχου [XIE 2008].

3.1.4 Στρατηγικές εξατομίκευσης και προσαρμογής περιεχομένου

Υπάρχει η τάση, κυρίως σε εμπορικές εφαρμογές, να προτείνεται στο χρήστη περιεχόμενο το οποίο ίσως τον ενδιαφέρει. Με αυτόν τον τρόπο αυξάνεται η χρήση της υπηρεσίας και άρα τα κέρδη του παρόχου της.

Σε εφαρμογές που δεν είναι δυνατή η ταυτοποίηση του χρήστη (όπως η ανώνυμη σύνδεση σε ιστοτόπους που προσφέρουν streaming video), προτείνονται υπηρεσίες που είτε είναι καινούριες (με σκοπό την προώθησή τους), είτε είναι δημοφιλείς. Υπάρχουν πολλά κριτήρια σύμφωνα με τα οποία μπορεί να μετρηθεί πόσο δημοφιλής είναι μια υπηρεσία. Αν πρόκειται για video, το πλέον αξιόπιστο κριτήριο είναι οι προβολές που έχει ή η συχνότητα με την οποία προβάλλεται (πχ προβολές την τελευταία μέρα/βδομάδα/μήνα/χρόνο). Επιπλέον οι περισσότεροι ιστότοποι που προσφέρουν προβολή video, έχουν ενσωματωμένη την δυνατότητα ψηφοφορίας για το κατά πόσο άρεσε στους χρήστες το video ή ο σχολιασμός του.

Έτσι, αν ένα video έχει προκαλέσει πολλά σχόλια ή έχει ψηφισθεί ως ιδιαίτερα καλό προτείνεται στο χρήστη. Πρόσφατα έχει αρχίσει να γίνεται η χρήση τεχνολογιών γαιοεντοπισμού του χρήστη. Αυτό μπορεί να γίνει εύκολα, κυρίως μέσω της ταυτοποίησης της διεύθυνσης IP του χρήστη από βάσεις δεδομένων που αναγνωρίζουν σε ποιους ISP ή μεγάλα ιδρύματα ανήκει και κατά συνέπεια την περιοχή την οποία βρίσκεται ο χρήστης. Ο γαιοεντοπισμός του χρήστη προσφέρει τη δυνατότητα στον πάροχο να προτείνει περιεχόμενο σχετικό με την περιοχή του χρήστη (πχ τοπικές ειδήσεις, μετεωρολογικές προβλέψεις, αθλητικούς αγώνες με ομάδες τις περιοχής).

Μια άλλη πηγή πληροφοριών σχετικά με το χρήστη είναι το πεδίο των επιτρεπτών γλωσσών (Accept-Language) που υπάρχει στο πακέτο του μηνύματος HTTP που στέλνει ο πελάτης στον εξυπηρετητή. Στηριζόμενος σε αυτή τη πληροφορία ο εξυπηρετητής μπορεί να προτείνει περιεχόμενο στη γλώσσα του χρήστη. Η προώθηση περιεχομένου προς τους χρήστες το οποίο είναι δημοφιλές έχει το επιπλέον πλεονέκτημα πως το δίκτυο διαμοιρασμού του είναι αρκετά μεγάλο και εύρωστο. Οπότε μπορούν να βρεθούν εύκολα ομότιμοι οι οποίοι να είναι κοντά στο χρήστη (γεγονός που επιδιώκουν οι πάροχοι) ή/και ομότιμοι οι οποίοι είναι αξιόπιστοι και θα κάνουν την αποστολή του περιεχομένου, χωρίς να υπάρχει ανάγκη να χρησιμοποιηθεί κάποιος εξυπηρετητής περιεχομένου για να ικανοποιηθεί το αίτημα. Παρόμοιες στρατηγικές χρησιμοποιούνται και για περιεχόμενο εκτός video.

Αν είναι δυνατή η ταυτοποίηση του χρήστη, τότε είναι δυνατόν να παραμετροποιηθούν σε πολύ μεγάλο βαθμό οι προσφερόμενες στο χρήστη επιλογές. Η ταυτοποίηση μπορεί να γίνει με ποικιλία μεθόδων. Όλοι οι σύγχρονοι φυλλομετρητές (browser) προσφέρουν την δυνατότητα χρήσης HTTP Cookies. Τα Cookie είναι μικρά αρχεία κειμένου που αποθηκεύονται στον υπολογιστή κατά την πλοήγηση στο διαδίκτυο. Το κάθε Cookie συνδέεται με μια συγκεκριμένη ιστοσελίδα και κάθε φορά που ο πλοηγός επιχειρεί σύνδεση με τη συγκεκριμένη ιστοσελίδα αποστέλλεται και το Cookie, το οποίο περιέχει κάποιες πληροφορίες σχετικά με τις κινήσεις που έκανε ο χρήστης κατά τις προηγούμενες επισκέψεις του στην ιστοσελίδα. Το αρνητικό είναι πως τα Cookie αποθηκεύονται στην προσωρινή μνήμη του φυλλομετρητή, οπότε στην ουσία συνδέονται με ένα συγκεκριμένο υπολογιστή και όχι με ένα συγκεκριμένο χρήστη. Αν ο χρήστης επιχειρήσει σύνδεση στην ίδια ιστοσελίδα από κάποιο άλλο υπολογιστή δεν θα είναι διαθέσιμο το αντίστοιχο Cookie, οπότε και η ταυτοποίηση του χρήστη. Βέβαια η επιλογή της χρήσης Cookies περιορίζεται σε μη εμπορικές εφαρμογές.

Η περισσότερο διαδεδομένη τεχνική ταυτοποίησης είναι η δημιουργία λογαριασμού. Δηλαδή δίνεται στον χρήστη ένα όνομα χρήστη και ένας κωδικός (username και password), τα οποία και χρησιμοποιεί κάθε φορά που συνδέεται με τον εξυπηρετητή καναλιών ή ευρετηρίου. Ο λογαριασμός αυτός συνδέεται με ένα τραπεζικό λογαριασμό ή μια πιστωτική/προπληρωμένη κάρτα, η οποία χρεώνεται ανάλογα με τη χρήση που γίνεται από το συγκεκριμένο λογαριασμό. Η κίνηση του λογαριασμού καταγράφεται και έτσι είναι δυνατόν να καθοριστούν οι προτιμήσεις του χρήστη. Ύστερα από λίγο χρόνο χρήσης της υπηρεσίας, υπάρχουν αρκετά δεδομένα σχετικά με το καταναλωτικό του προφίλ. Έτσι, είναι δυνατό όταν ο χρήστης εισέρχεται στο κεντρικό μενού να του προτείνονται προϊόντα που σχετίζονται με τα προϊόντα για τα οποία είχε δείξει ενδιαφέρον στο παρελθόν. Κάποιες υπηρεσίες εισάγουν πλατφόρμες κοινωνικών δικτύων στις υπηρεσίες τους. Αυτό επιτρέπει σε χρήστες να προτείνουν σε διαδικτυακούς φίλους τους προϊόντα, ή να είναι σε θέση να ενημερωθούν για τα προϊόντα για τα οποία έχουν δείξει ενδιαφέρον οι φίλοι τους. Τέλος, κάποιες υλοποιήσεις προσφέρουν τη δυνατότητα

ανεβάσματος περιεχομένου από τους χρήστες το οποίο μπορούν να μοιραστούν είτε μόνο με τις επαφές τους είτε με όλα τα μέλη που έχουν εγγραφεί στην υπηρεσία.

Προφανώς, αν ο ενδιαφερόμενος χρήστης κάνει χρήση δικτύων διαμοιρασμού πάνω από το πρωτόκολλο BitTorrent, όπου ο ίδιος ο χρήστης βρίσκει το περιεχόμενο που τον ενδιαφέρει κάνοντας αιτήματα στους αντίστοιχους εξυπηρετητές ευρετηρίου δεν είναι δυνατό να γίνουν κάποιες κινήσεις σχετικές με την εξατομίκευση του προσφερόμενου περιεχομένου. Πάντως αξίζει να σημειωθεί πως υπάρχουν εξυπηρετητές ευρετηρίου, οι οποίοι εμφανίζουν εξειδίκευση ως προς το περιεχόμενο το οποίο έχουν στους καταλόγους τους (πχ μόνο ταινίες ή μόνο κινούμενα σχέδια). Έτσι, είναι δυνατό αν ανιχνευθεί πως το περιεχόμενο για το οποίο έγινε αίτημα δεν υπάρχει στον εξυπηρετητή στον οποίο έγινε το αίτημα, αλλά υπάρχει δυνατότητα να αναγνωριστεί σε ποια κατηγορία περιεχομένου ανήκει, να γίνει πρόταση στον χρήστη που έκανε το αίτημα να το επαναλάβει σε κάποιον εξυπηρετητή ευρετηρίου που παρουσιάζει εξειδίκευση σε αυτή τη κατηγορία.

3.1.5 Συνδεσιμότητα και στρατηγικές βελτιστοποίησης δρομολόγησης

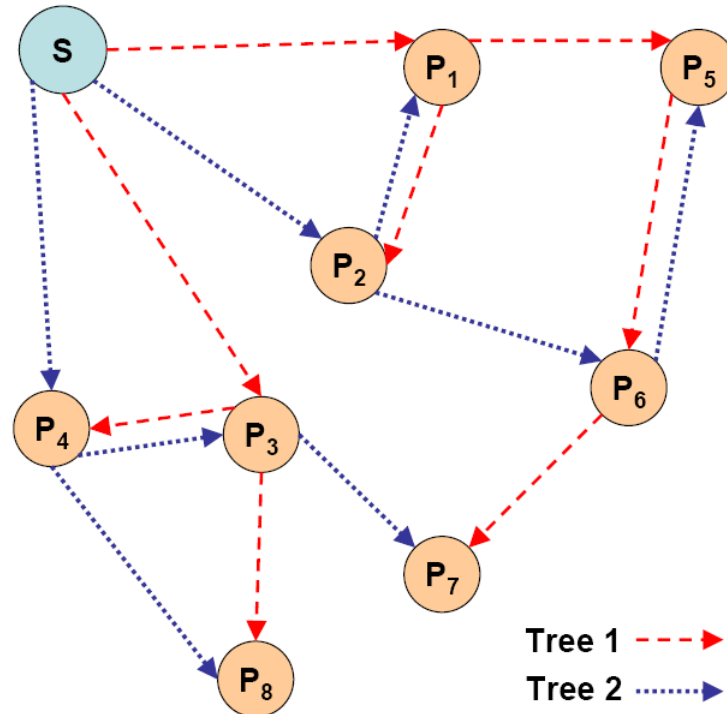
Υπάρχουν διάφορες τεχνικές διασύνδεσης μεταξύ των κόμβων, ανάλογα τις απαιτήσεις της εφαρμογής που χρησιμοποιεί το δίκτυο διαμοιρασμού.

Δομή δένδρου: Στη δενδρική δομή, η πληροφορία έχει ξεκάθαρη ροή από πάνω προς τα κάτω. Δηλαδή οι κόμβοι διασυνδέονται με τέτοιο τρόπο ώστε ένας κόμβος να μην κατεβάζει περιεχόμενο από κάποιο παιδί του. Οι γονείς στέλνουν αυστηρά στα παιδιά τους και τα παιδιά στα δικά τους παιδιά κλπ. Στη ρίζα του δένδρου βρίσκονται οι εξυπηρετητές που διαμοιράζουν το περιεχόμενο και τα υπόλοιπα επίπεδα του δένδρου αποτελούνται αποκλειστικά από ομότιμους.

Γίνεται επιλογή των ομοτίμων που βρίσκονται στα υψηλότερα επίπεδα του δένδρου, καθώς μια αστοχία σε αυτούς μπορεί να θέσει σε κίνδυνο τη ροή πληροφορίας σε μεγάλο μέρος του δικτύου, αν τα παιδιά τους δεν είναι συνδεδεμένα και με κάποιον άλλο ομότιμο του ίδιου ή ανωτέρου επιπέδου. Οι ομότιμοι ανωτέρων επιπέδων είναι κόμβοι με μεγάλη διαθεσιμότητα και εύρος ζώνης, ώστε το δίκτυο να είναι αξιόπιστο.

Η συγκεκριμένη δομή επιλέγεται σε δίκτυα διαμοιρασμού περιεχομένου που έχουν απαιτήσεις real-time και συνδυάζεται με τεχνικές διαίρεσης κώδικα. Με αυτές τις τεχνικές, το περιεχόμενο (σχεδόν πάντα video) χωρίζεται σε ανεξάρτητα stream τα οποία διανέμονται πάνω από ανεξάρτητα μεταξύ τους δίκτυα με δενδρική δομή. Το κάθε stream έχει και το δικό του ανεξάρτητο δένδρο. Ο ομότιμος συνδέεται στα δένδρα διαμοιρασμού του κάθε stream και λαμβάνει από το κάθε ένα τα stream που αποτελούν το video και ταυτόχρονα το προωθεί στα παιδιά του. Στη συνέχεια τα συνδυάζει και αναδημιουργεί το video. Τα συγκεκριμένα stream δημιουργούνται με τέτοιο τρόπο ώστε αν χαθεί η σύνδεση σε κάποιο από αυτά να είναι δυνατή η αναδημιουργία του video από τα υπόλοιπα με μοναδική απώλεια την υποβαθμισμένη ποιότητα. Επιπλέον, αφού τελικά όλοι οι ομότιμοι λαμβάνουν όλα τα stream σε περίπτωση που διαπιστωθεί η απώλεια ενός δένδρου είναι εφικτό, ένας ομότιμος που έχει χάσει ένα stream να ζητήσει από κάποιον ομότιμο με τον οποίο είναι συνδεδεμένος σε δένδρο άλλου stream, το stream το οποίο έχασε μέχρι να μπει σε ένα νέο δένδρο διαμοιρασμού του χαμένου stream. Αυτή η ενέργεια όμως αν και γίνεται αρκετά γρήγορα, αφού η σύνδεση με τον ομότιμο είναι ήδη εγκατεστημένη, δεν γίνεται ακαριαία. Ο ομότιμος για ένα μικρό διάστημα δεν θα λαμβάνει το stream. Οι ομότιμοι λοιπόν που συνδέονται με άλλους ομότιμους που έχουν περιορισμένες

δυνατότητες upload μπορεί να καθυστερήσουν αρκετά ή και να μην καταφέρουν καθόλου να λάβουν το χαμένο stream από ένα ήδη υπάρχων δένδρο άλλου stream. Αν σε αυτό το διάστημα γίνει κάποια αστοχία και σε κάποιο άλλο stream, η αναδημιουργία του video μπορεί να γίνει αδύνατη, με αποτέλεσμα την διακοπή της υπηρεσίας.



Εικόνα 12: Παράδειγμα δενδρικής δομής. Δυο συμπληρωματικά δένδρα στέλνουν τα δυο διαφορετικά stream. Η δομή του ενός δένδρου είναι κατά το δυνατόν ανεξάρτητη από την δομή του άλλου (Πηγή: [BACCICHET 2007]).

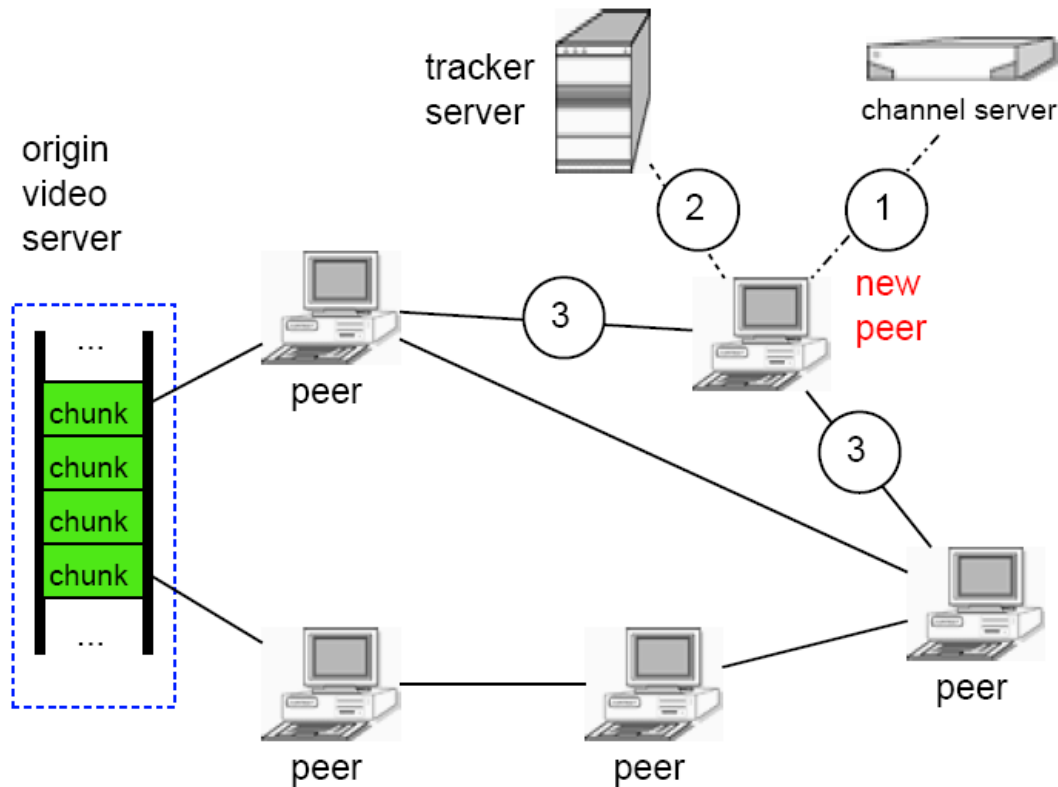
Η δενδρική προσέγγιση προσφέρει σαφή δομή διαμοιρασμού περιεχομένου. Αυτό κάνει εφικτή την απλή προώθηση δεδομένων από το ένα επίπεδο του δένδρου στο επόμενο, χωρίς την ανάγκη ο κάθε ομότιμος να γνωρίζει τα δεδομένα τα οποία έχουν ήδη στη κατοχή τους όλοι οι υπόλοιποι ομότιμοι με τους οποίους διατηρεί συνδέσεις. Επιπλέον, προσφέρει μειωμένη καθυστέρηση σε σχέση με άλλες προσεγγίσεις κάνοντάς τη, την μια αρκετά δελεαστική επιλογή για τη μετάδοση video πραγματικού χρόνου, όπου η καθυστέρηση είναι το κυριότερο πρόβλημα.

Η δενδρική δομή όμως προσφέρει πολύ μικρή ανοχή σε αστοχίες. Αν ένας κόμβος πέσει τα παιδιά του δεν έχουν άλλη πηγή για να παραλάβουν το συγκεκριμένο stream. Οπότε μέχρι να βρεθεί μια εναλλακτική πηγή το video έχει υποβαθμισμένη ποιότητα ή στη χειρότερη περίπτωση διακόπτεται. Ένα άλλο πολύ σημαντικό μειονέκτημα αυτής της προσέγγισης είναι πως οι κόμβοι που βρίσκονται στις άκρες του δένδρου (τα φύλλα), ενώ έχουν διαθέσιμο upload δεν στέλνουν περιεχόμενο σε κανένα, αφήνοντας ένα πολύ σημαντικό πόρο αναξιοποίητο. Συνεπώς, υπάρχουν “αδικημένοι” ομότιμοι στο δίκτυο. Κάποιοι ομότιμοι “αναγκάζονται” να χρησιμοποιήσουν τη σύνδεσή τους για την ευρωστία του δικτύου και μάλιστα σε μεγάλο βαθμό, ενώ κάποιοι άλλοι όχι [MANZ 2008].

Αυτή η δομή έχει γνωρίσει περιορισμένη ακαδημαϊκή επιτυχία, αλλά δεν έχει ιδιαίτερη διάθεση εμπορικά [HEI 2008]. Μια ξεπερασμένη πλέον εμπορική εφαρμογή που χρησιμοποιεί δενδρική δομή είναι η End system multicast¹⁸.

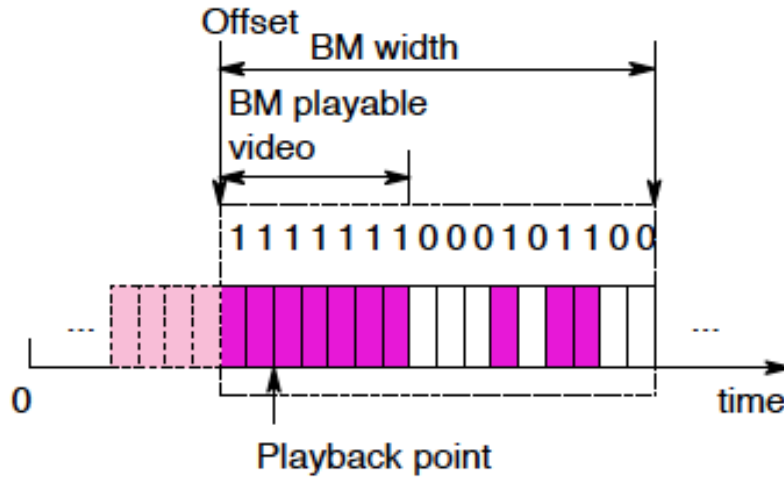
¹⁸ <http://esm.cs.cmu.edu/>

Δομή πλέγματος: Στη δομή πλέγματος όλοι οι ομότιμοι διασυνδέονται με άλλους ομότιμους ή εξυπηρετητές σε μια περίπλοκη δικτυωτή δομή. Τα δεδομένα (συνήθως video) χωρίζονται σε τεμάχια τα οποία είναι διαθέσιμα από τους εξυπηρετητές προς μετάδοση. Οι ομότιμοι βοηθούν ο ένας τον άλλο στη μετάδοση των δεδομένων και φροντίζουν ώστε η κατανομή της κίνησης που παράγουν να έχει ομοιόμορφη κατανομή μεταξύ τους.



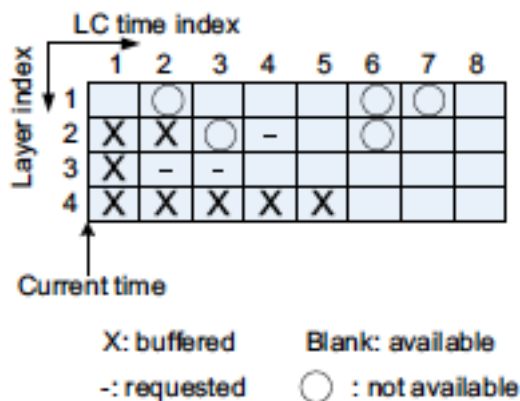
Εικόνα 13:Είσοδος ενός ομοτίμου σε σχήμα διαμοιρασμού που κάνει χρήση δομής πλέγματος. 1)Ο εξυπηρετητής καναλιού τον ενημερώνει για τα διαθέσιμα κανάλια. Αφότου επιλεγεί κάποιο κανάλι, ο ομότιμος λαμβάνει την IP διεύθυνση του αντίστοιχου tracker. 2)Ο Tracker στέλνει τις IP διευθύνσεις ομοτίμων που συμμετέχουν ήδη στο διαμοιρασμό. 3)Ο νέος ομότιμος εγκαθιδρύει συνδέσεις με αυτούς τους ομοτίμους (Πηγή: [HEI 2008]).

Ένας ομότιμος μπορεί να εγκαθιδρύσει σύνδεση με κάποιον εξυπηρετητή. Κάθε ομότιμος που βλέπει το video αποθηκεύει και μοιράζεται τα τεμάχια του video με άλλους ομοτίμους που βλέπουν το ίδιο video. Συγκεκριμένα, κάθε ομότιμος λαμβάνει χάρτες ενδιάμεσης μνήμης (Buffer Maps) από τους ομότιμους με τους οποίους έχει ήδη συνδεθεί. Ένας χάρτης ενδιάμεσης μνήμης από κάποιον απομακρυσμένο εταίρο υποδηλώνει τα τεμάχια που είναι διαθέσιμα από αυτόν τον εταίρο. Κάνοντας χρήση ενός αλγόριθμου προγραμματισμού τεμαχίων (chunk scheduling algorithm), κάθε εταίρος ζητά από τους “συνεργάτες” του τα τεμάχια που πρόκειται να χρειαστεί στο εγγύς μέλλον. Κάθε εταίρος συνεχώς αναζητά νέους εταίρους από τους οποίους θα μπορεί να κατεβάσει τεμάχια [HEI 2008].



Εικόνα 14: Ο χάρτης ενδιάμεσης μνήμης ενός ομοτίμου, που δείχνει ποια τεμάχια έχει, ποια του λείπουν και σε ποιο σημείο βρίσκεται η αναπαραγωγή (Πηγή: [HEI 2008]).

Η συγκεκριμένη δομή προφέρει δεδομένα κατά απαίτηση. Δηλαδή πρέπει ο κάθε εταίρος να ζητήσει από τους υπολοίπους εταίρους τα τεμάχια που του λείπουν προκειμένου να τα παραλάβει. Το θετικό σε αυτή τη προσέγγιση είναι πως ένας ομότιμος είναι ελεύθερος να εγκαθιδρύσει σύνδεση με οποιονδήποτε άλλο ομότιμο συμμετέχει στο δίκτυο διαμοιρασμού. Οπότε, σε περίπτωση αστοχίας κάποιου κόμβου οι συνέπειες για το δίκτυο είναι ελάχιστες. Οι κόμβοι με τους οποίους συνδεόταν απλά συνεχίζουν όπως πριν. Ζητάνε τεμάχια από τους υπολοίπους εταίρους με τους οποίους έχουν ήδη σύνδεση και αναζητούν νέους εταίρους προκειμένου να εγκαθιδρύσουν σύνδεση. Επιπλέον, αυτή η προσέγγιση εκμεταλλεύεται καλύτερα τους διαθέσιμους πόρους που υπάρχουν στο δίκτυο διαμοιρασμού και είναι περισσότερο δίκαιη. Όλοι οι κόμβοι συνεισφέρουν εξίσου στο διαμοιρασμό και δεν υπάρχουν κόμβοι που λαμβάνουν μόνο χωρίς να στέλνουν τίποτα.



Εικόνα 15: Η κατάσταση ενός buffer map, όταν γίνεται χρήση SVC, μια δεδομένη στιγμή (Πηγή: [LiU 2007]).

Το μεγαλύτερο μειονέκτημα αυτής της προσέγγισης είναι πως προκειμένου ένας κόμβος να λάβει ένα πακέτο πρέπει να γνωρίζει ποιοι από τους εταίρους του το έχουν διαθέσιμο και στη συνέχεια να το ζητήσει από κάποιον από αυτούς. Αυτό εισάγει σημαντική καθυστέρηση στη μετάδοση των δεδομένων η οποία μπορεί να προκαλέσει σημαντικά προβλήματα αν η προσφερόμενη υπηρεσία έχει απαιτήσεις πραγματικού χρόνου [MANZ 2008].

Η συγκεκριμένη δομή είναι αρκετά διαδεδομένη και χρησιμοποιείται από τις μεγαλύτερες εμπορικές πλατφόρμες διαδικτυακής τηλεόρασης (πχ.PPLive, PPStream), προγράμματα των οποίων έχουν κατά καιρούς εκατοντάδες χιλιάδες συνδρομητές ταυτόχρονα συνδεδεμένους στο δίκτυο [THO]. Όμως, στις μέχρι τώρα υλοποιήσεις η επιλογή των κόμβων με τους οποίους θα γίνει η διασύνδεση γίνεται με μοναδικό κριτήριο τη διαθεσιμότητα και την ταχύτητά τους. Είναι πολύ κοινό φαινόμενο να εγκαθιδρύονται συνδέσεις μεταξύ κόμβων που βρίσκονται σε διαφορετικές ηπείρους, ενώ την ίδια στιγμή υπάρχουν διαθέσιμοι κόμβοι στην ίδια γεωγραφική περιοχή και με κοινό ISP. Αυτή η πρακτική δημιουργεί πολύ μεγάλη κίνηση στο δίκτυο κορμού που θα μπορούσε να μην υπάρχει αν τα δεδομένα διαμοιράζονταν μεταξύ γειτονικών κόμβων. Επιπλέον, οι ISP συνάπτουν πολύ αστηρές συμφωνίες μεταξύ τους σχετικά με την κίνηση η οποία θα ανταλλάσσεται από τα δίκτυά τους, με αποτέλεσμα η αδιάκριτη ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ κόμβων που ανήκουν σε διαφορετικούς ISP να είναι ιδιαίτερα ασύμφορη [ALI 2006].

Προκειμένου να περιοριστεί αυτό το φαινόμενο οι ISP αποθαρρύνουν συνδέσεις μεταξύ κόμβων που ανήκουν σε διαφορετικούς ISP (μειώνοντας την απόδοση της μεταξύ τους σύνδεσης). Ο ομότιμος που έχει την κακής ποιότητας σύνδεση, με τη σειρά του, αναζητά νέα σύνδεση με καλύτερη ταχύτητα, η οποία είναι αρκετά πιθανό να επιτευχθεί από ομότιμο που ανήκει στον ίδιο ISP [ALI 2006]. Μια άλλη πρόταση που έχει προταθεί για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος είναι η άμεση συμμετοχή των ISP στην απόφαση για το ποιοι κόμβοι θα συνδεθούν με ποιους. Αυτό επιτυγχάνεται με τη προσθήκη στο δίκτυο διαμοιρασμού εξυπηρετητών που ανήκουν στους ISP οι οποίοι καθορίζουν ποιες είναι οι βέλτιστες συνδέσεις μεταξύ των κόμβων, λαμβάνοντας υπόψη και τις απαιτήσεις από την πλευρά του ISP. Προκειμένου να είναι ομαλή η λειτουργία του νέου συστήματος έχουν γίνει κάποιες αλλαγές στα υφιστάμενα πρωτόκολλα peer to peer με αποτέλεσμα την δημιουργία ενός νέου πρωτοκόλλου με την ονομασία provider portal (p4p). Οι αρχικές δοκιμές αυτής της νέας αρχιτεκτονικής δείχνουν σημαντική βελτίωση στη κίνηση την οποία διακινούν οι ISP, ενώ η απόδοση της εφαρμογής που χρησιμοποιεί το δίκτυο διαμοιρασμού εμφανίζει τις ίδιες ή καλύτερες επιδόσεις [XIE 2008].

3.1.6 Ασφάλεια

Ένα από τα κυριότερα προβλήματα σχετικά με την ασφάλεια των πρωτοκόλλων peer to peer είναι η έλλειψη ανωνυμίας. Σε εμπορικές εφαρμογές οι διευθύνσεις IP όλων των μελών του δικτύου είναι γνωστές στον πάροχο της υπηρεσίας, όπως και τα πραγματικά στοιχεία του πελάτη. Είναι δυνατό λοιπόν να παρακολουθούνται οι προτιμήσεις του χρήστη, σχηματίζοντας το καταναλωτικό προφίλ του. Οι συγκεκριμένες πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν με κακόβουλο τρόπο, κάνοντας το χρήστη θύμα στοχευμένων διαφημίσεων ή αποκαλύπτοντας ευαίσθητες πληροφορίες για τη προσωπικότητά του. Ακόμη και το πρωτόκολλο BitTorrent, στο οποίο δεν υπάρχει κάποια διαδικασία ταυτοποίησης του χρήστη, δεν προσφέρει πλήρη ανωνυμία. Είναι δυνατό να ανακτηθούν όλες οι IP διευθύνσεις όλων των τωρινών και πιθανώς προηγούμενων συμμετεχόντων σε ένα δίκτυο διαμοιρασμού ενός συγκεκριμένου αρχείου, από κάποιο Tracker. Αυτό μπορεί να εκθέσει χρήστες με μη ασφαλή συστήματα σε επιθέσεις. Επίσης, είναι εφικτό να γίνει ταυτοποίηση με τα πραγματικά στοιχεία των χρηστών από τους παρόχους Internet, αν απαιτηθεί δικαστικά. Αν το αρχείο το οποίο διαμοιράζεται δεσμεύεται από πνευματικά δικαιώματα και δεν υπάρχει η αντίστοιχη άδεια για το διαμοιρασμό

του, οι χρήστες διατρέχουν τον κίνδυνο να υποστούν μηνύσεις από για παραβίαση πνευματικής ιδιοκτησίας από τους νόμιμους ιδιοκτήτες του αρχείου. Το πρόβλημα είναι λιγότερο έντονο σε αποκεντρωμένα δίκτυα διαμοιρασμού, όπου οι διευθύνσεις IP των χρηστών δεν βρίσκονται όλες σε έναν υπολογιστή, με συνέπεια να είναι ιδιαίτερα δύσκολος ο εντοπισμός των χρηστών που συμμετέχουν στο διαμοιρασμό.

Οι χρήστες μπορούν να προστατεύσουν την ανωνυμία τους με διάφορες τεχνικές:

Χρήση εξυπηρετητών μεσολάβησης (Proxy server). Μια από τις υπηρεσίες που προσφέρουν οι εξυπηρετητές μεσολάβησης είναι η διασφάλιση της ανωνυμίας του χρήστη κρατώντας κρυφή την διεύθυνση IP του. Ο εξυπηρετητής μεσολάβησης δρα ως ενδιάμεσος μεταξύ του υπολογιστή του χρήστη και του υπόλοιπου δικτύου. Ο χρήστης στέλνει πρώτα τα πακέτα που ανεβάζει στον εξυπηρετητή και στην συνέχεια ο εξυπηρετητής τα προωθεί στον προορισμό τους αλλάζοντας την IP του αποστολέα με τη δικιά του. Η αντίστροφη πορεία ακολουθείται για τα πακέτα που λαμβάνονται από το δίκτυο. Αφού λοιπόν η IP η οποία είναι γνωστή στο δίκτυο δεν είναι η πραγματική IP του χρήστη, ο εντοπισμός του είναι ιδιαίτερα δύσκολος. Η πραγματική διεύθυνση του αποστολέα όμως είναι γνωστή στον εξυπηρετητή, οπότε θα πρέπει να υπάρχει εμπιστοσύνη από το χρήστη προς τους διαχειριστές του. Η χρήση εξυπηρετητή μεσολάβησης προφανώς δεν έχει νόημα σε εμπορικές εφαρμογές, όπου προκειμένου να γίνει χρήση της υπηρεσίας ο χρήστης πρέπει να κάνει Log in.

Χρήση ιδιωτικών δικτύων peer to peer (private peer to peer). Τα ιδιωτικά δίκτυα peer to peer είναι δίκτυα peer to peer που επιτρέπουν την είσοδο μόνο σε ομότιμους τους οποίους εμπιστεύονται άλλοι ομότιμοι. Υπάρχει δηλαδή αμοιβαία εμπιστοσύνη μεταξύ των συμμετεχόντων στο διαμοιρασμό. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση ενός κεντρικού εξυπηρετητή για τη ταυτοποίηση των χρηστών. Εναλλακτικά, οι χρήστες μπορούν να ανταλλάξουν κωδικούς και κλειδιά κρυπτογράφησης με “φίλους” μέσω ενός αποκεντρωμένου δικτύου. Τα ιδιωτικά δίκτυα peer to peer μπορούν να χωριστούν σε δίκτυα friend 2 friend και σε δίκτυα που βασίζονται σε ομάδες. Τα δίκτυα friend 2 friend επιτρέπουν την εγκαθίδρυση συνδέσεων μόνο μεταξύ χρηστών που γνωρίζουν ο ένας το άλλο. Τα δίκτυα που βασίζονται σε ομάδες επιτρέπουν σε οποιοδήποτε χρήστη να συνδεθεί με οποιοδήποτε άλλο, με αποτέλεσμα να είναι αδύνατο να επεκταθούν χωρίς να διακινδυνεύει η ανωνυμία των χρηστών.

Χρήση ανώνυμων δικτύων peer to peer (anonymous peer to peer). Ένα ανώνυμο δίκτυο peer to peer είναι μια κατακεντρωμένη εφαρμογή δικτύου peer to peer στην οποία οι κόμβοι ή οι συμμετέχοντες είναι ανώνυμοι ή ψευδώνυμοι. Η ανωνυμία των συμμετεχόντων συνήθως επιτυγχάνεται μέσω ειδικών υπερκείμενων δικτύων δρομολόγησης, που κρύβουν τη φυσική τοποθεσία του κάθε κόμβου από τους υπόλοιπους συμμετέχοντες. Κάποια από τα δίκτυα τα οποία ονομάζονται “ανώνυμα” είναι πραγματικά ανώνυμα, καθώς οι κόμβοι δεν έχουν αναγνωριστικά. Κάποια άλλα είναι στην πραγματικότητα “ψευδώνυμα”, δηλαδή αντί να αναγνωρίζονται από την διεύθυνση IP τους, οι κόμβοι αναγνωρίζονται από ψευδώνυμα, όπως κλειδιά κρυπτογραφίας. Για παράδειγμα, υπάρχει υλοποίηση όπου κάθε κόμβος του δικτύου έχει μια διεύθυνση επικάλυψης που προκύπτει από το δημόσιο κλειδί του. Αυτή η διεύθυνση επικάλυψης λειτουργεί ως ψευδώνυμο για τον κόμβο, επιτρέποντας μηνύματα να διευθυσιοδοτηθούν σε αυτόν. Σε άλλη υλοποίηση, τα μηνύματα δρομολογούνται χρησιμοποιώντας κλειδιά που ταυτοποιούν συγκεκριμένα τμήματα δεδομένων, αντί για συγκεκριμένους κόμβους. Οι κόμβοι είναι ανώνυμοι. Ο όρος “ανώνυμος” χρησιμοποιείται για να περιγράψει και τα δύο ήδη δίκτυων γιατί είναι δύσκολο (αν όχι αδύνατο) να καθοριστεί αν ένας κόμβος που στέλνει κάποιο μήνυμα, είναι ο πρώτος που το στέλνει ή απλά το προωθεί εκ μέρους κάποιου άλλου κόμβου.

Κάθε κόμβος σε ένα ανώνυμο δίκτυο peer to peer δρα σαν καθολικός αποστολέας και καθολικός παραλήπτης προκειμένου να διατηρήσει την ανωνυμία του. Εάν ο κόμβος ήταν μόνο ο παραλήπτης και δεν έστελνε, οι γειτονικοί κόμβοι θα ήξεραν πως η πληροφορία που ζήτησε προορίζεται για αυτόν μόνο, αφαιρώντας κάθε λογικοφανή άρνηση ότι ήταν ο τελικός παραλήπτης (και επομένως χρήστης) της πληροφορίας. Οπότε, προκειμένου να παραμείνουν ανώνυμοι, οι κόμβοι πρέπει να μεταφέρουν πληροφορία για άλλους κόμβους στο δίκτυο.

Προκειμένου να είναι εφικτός ο διαμοιρασμός των αρχείων που βρίσκονται στον υπολογιστή ενός χρήστη και συχνά προκειμένου να είναι εφικτή η πρόσβαση σε αρχεία σε υπολογιστές τρίτων που ανήκουν στο δίκτυο peer to peer, πρέπει να είναι ανοιχτή κάποια συγκεκριμένη TCP θύρα στο τοίχος προστασίας (firewall), ώστε το λογισμικό- πελάτης του p2p δικτύου να είναι σε θέση να επικοινωνεί με άλλους υπολογιστές. Κατ' επέκταση, ο υπολογιστής είναι ευάλωτος σε κακόβουλη κίνηση η οποία μπορεί εισέλθει στον υπολογιστή από αυτή τη θύρα.

Ένας άλλος κίνδυνος που ελλοχεύει στις μη εμπορικές υλοποιήσεις peer to peer είναι το κατέβασμα αρχείων που δεν είναι αυτό το οποίο οι διαμοιραστές τους διαφημίζουν. Όπως είδαμε, όταν ένας χρήστης θέλει να ενημερωθεί για το που μπορεί να βρει ένα αρχείο κάνει ένα αίτημα σε κάποιο ευρετήριο. Το ευρετήριο όμως δημιουργείται από δεδομένα τα οποία άλλοι χρήστες ανεβάζουν. Είναι ιδιαίτερα εύκολο λοιπόν κάποιος κακόβουλος χρήστης να βαφτίσει κάποιο κακόβουλο λογισμικό με το όνομα, για παράδειγμα, ενός δημοφιλούς αρχείου ήχου. Ο ενδιαφερόμενος, αν δεν είναι ιδιαίτερα προσεκτικός, μπορεί να κατεβάσει και να εκτελέσει το κακόβουλο λογισμικό. Αυτό μπορεί να είναι ιός, λογισμικό που κατεβάζει και προβάλλει αυτόματα διαφημίσεις, λογισμικό που επιτρέπει την απομακρυσμένη και με άγνοια του χρήστη πρόσβαση στον υπολογιστή του, ή στη χειρότερη περίπτωση κάποιο λογισμικό που παρακολουθεί αθόρυβα τις κινήσεις του χρήστη στέλνοντας στον δημιουργό του, πληροφορίες σχετικά με τις καταναλωτικές του συνήθειες ή ευαίσθητες πληροφορίες όπως αριθμοί πιστωτικών καρτών.

Λιγότερο διαδεδομένοι είναι οι κίνδυνοι που σχετίζονται με το λογισμικό πελάτη μιας μη εμπορικής peer to peer εφαρμογής. Το λογισμικό πελάτη βρίσκεται σε διαρκή ανάπτυξη, με αποτέλεσμα να περιέχει ο κώδικάς του πολλά σφάλματα. Εγκατάσταση τέτοιου λογισμικού μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στον υπολογιστή του χρήστη. Επιπλέον, οι νέες εκδόσεις του λογισμικού πελάτη διαμοιράζονται μεταξύ των χρηστών πάνω από το peer to peer δίκτυο. Κατά συνέπεια, όλοι οι συμμετέχοντες στο δίκτυο έχουν διαθέσιμη προς διαμοιρασμό μια έκδοση του λογισμικού στον υπολογιστή τους. Στο παρελθόν ήταν δυνατό κάποιος κακόβουλος χρήστης να τροποποιήσει το λογισμικό πελάτη που διαθέτει προς διαμοιρασμό, δίνοντάς του την δυνατότητα να εγκαταστήσει κακόβουλο λογισμικό στους υπολογιστές άλλων χρηστών του δικτύου. Πλέον, υπάρχουν δικλείδες ασφαλείας που καθιστούν μια τέτοια τροποποίηση ιδιαίτερα δύσκολο να πραγματοποιηθεί [TONY].

Οι παραπάνω κίνδυνοι μπορούν να περιοριστούν με τη χρήση αντί-ικού λογισμικού (anti-virus software) και λογισμικού που ανιχνεύει προγράμματα παρακολούθησης της του υπολογιστή (spyware). Επίσης, ο ίδιος ο χρήστης μπορεί να είναι ιδιαίτερα προσεκτικός στα αρχεία τα οποία κατεβάζει. Προτείνεται, αν υπάρχει διαθέσιμη αυτή η υπηρεσία, να διαβάσει τα σχόλια των υπολοίπων χρηστών σχετικά με το αρχείο ή να ψάχνει για περίεργα χαρακτηριστικά του. Για παράδειγμα ένα ιδιαίτερα μικρό αρχείο video το οποίο διαφημίζεται ως ολόκληρη ταινία είναι αρκετά πιθανό να είναι στην πραγματικότητα κακόβουλο λογισμικό ή κάποιο αρχείο το οποίο έχει κατάληξη που δεν αντιστοιχεί σε μορφοποίηση σχετική με το είδος του (πχ ένα

αρχείο ήχου με κατάληξη exe). Βέβαια, είναι αμφίβολο αν αρχάριοι χρήστες είναι σε θέση να γνωρίζουν τόσο τεχνικές λεπτομέρειες. Τέλος, ακόμη και με τη χρήση λογισμικού προστασίας, δεν είναι δυνατό να υπάρξει απόλυτη ασφάλεια. Για αυτό το λόγο προτείνεται να αποφεύγεται η χρήση μη εμπορικών peer to peer πελατών σε υπολογιστές οι οποίοι βρίσκονται σε ευαίσθητα ή ιδιαίτερα σημαντικά δίκτυα, πχ εταιρικά δίκτυα. Στη τελευταία περίπτωση, πέρα από τα θέματα ασφαλείας, τίθενται και θέματα αξιοπιστίας και διαθεσιμότητας του δικτύου. Τα λογισμικά πελάτες είναι ρυθμισμένα συνήθως με τρόπο που να εκμεταλλεύονται όλους τους διαθέσιμους πόρους του δικτύου με ιδιαίτερη απληστία. Οπότε είναι δυνατό να περιορίσει το εύρος ζώνης που είναι διαθέσιμο σε άλλες χρήσιμες για τον οργανισμό εφαρμογές.

Μια άλλη πτυχή των δικτύων διαμοιρασμού που συχνά οι χρήστες παραβλέπουν θέτοντας σε κίνδυνο την ασφάλειά τους, είναι ο κατάλογος των αρχείων τα οποία διαθέτουν προς διαμοιρασμό. Συνήθως, κατά την εγκατάσταση ενός λογισμικού πελάτη ο χρήστης ερωτάται για την τοποθεσία στον δίσκο του, όπου θα αποθηκεύονται τα αρχεία που θα λαμβάνει και θα υπάρχουν τα αρχεία, όπου θα προσφέρει ο ίδιος προς διαμοιρασμό. Αν ο χρήστης κάνει το λάθος να δηλώσει ως αυτή τη τοποθεσία το root του συστήματος, στην ουσία δίνει το ελεύθερο σε οποιονδήποτε χρήστη που συμμετέχει στο δίκτυο διαμοιρασμού να δει και να έχει πρόσβαση σε όλα τα αρχεία που υπάρχουν στο σύστημά του, με προφανείς κινδύνους. Προτείνεται λοιπόν σε όλους τους χρήστες να έχουν ένα φάκελο στο σύστημά τους ο οποίος θα προορίζεται αποκλειστικά για τον διαμοιρασμό αρχείων και οποίος θα είναι ο δηλωμένος φάκελος στο λογισμικό πελάτη και η χρήση κωδικού σε αρχεία τα οποία περιέχουν ευαίσθητες πληροφορίες.

3.2 Χαρακτηριστικά συστήματος

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει αναφορά στις υπηρεσίες που προσφέρουν οι peer to peer υλοποιήσεις είτε αυτές είναι ορατές στο χρήστη, είτε δεν είναι. Πλέον, οι χρήστες έχουν πρόσβαση σε πληθώρα υπηρεσιών, κάποιες από τις οποίες ξεφεύγουν από τον σκοπό για τον οποίο αρχικά αναπτύχθηκαν τα δίκτυα peer to peer, δηλαδή τον διαμοιρασμό αρχείων, όπως οι υπηρεσίες κοινωνικής δικτύωσης και η παρακολούθηση, ζωντανά, τηλεοπτικών προγραμμάτων.

3.2.1 Διαμοιρασμός αρχείων

Ο κύριος λόγος για τον οποίο αναπτύχθηκαν τα πρωτόκολλα peer to peer είναι ο διαμοιρασμός μεγάλων αρχείων, όπως οι νέες εκδόσεις μιας διανομής ενός λειτουργικού συστήματος, χωρίς την εγκατάσταση και συντήρηση φαρμών από εξυπηρετητές, η οποία είναι ιδιαίτερα πολυέξοδη και συχνά απαγορευτική για κάποιο μη κερδοσκοπικό οργανισμό.

Όταν το Internet άρχισε να χρησιμοποιείται ευρέως, ο περισσότερο διαδεδομένος τρόπος ανταλλαγής αρχείων ήταν το file transfer protocol (ftp). Η αρχιτεκτονική αυτού του πρωτοκόλλου είναι η κλασική αρχιτεκτονική εξυπηρετητή-πελάτη. Οι peer to peer υλοποιήσεις είχαν πολύ περιορισμένη διείσδυση, αν και τις χρησιμοποιούσαν μεγάλες εταιρείες όπως η Boeing και η Intel, για να διασυνδέσουν τα εργαστήριά τους σε όλο τον κόσμο. Η κατακόρυφη αύξηση στη χρήση των δικτύων peer to peer έγινε, το 1999, όταν η υπηρεσία peer to peer napster έγινε διαθέσιμη. Αυτή η υπηρεσία, που έκανε χρήση κεντρικοποιημένου ευρετηρίου,

επέτρεπε στους ομοτίμους να μοιράζονται αρχεία (κυρίως mp3), παρακάμπτοντας τη καθιερωμένη αγορά που υπήρχε για αυτά τα αρχεία. Η δυνατότητα κατεβάσματος δωρεάν μουσικής έκανε την υπηρεσία ιδιαίτερα δημοφιλή, αλλά προκάλεσε την αντίδραση φορέων που υπερασπίζονται τα πνευματικά δικαιώματα των δημιουργών των διαμοιραζομένων αρχείων. Μετά από δικαστική διαμάχη η υπηρεσία σταμάτησε, αλλά είχε ήδη ανοίξει το δρόμο για τα αποκεντρωμένα δίκτυα διαμοιρασμού αρχείων peer to peer. Σύντομα νέες υπηρεσίες έγιναν διαθέσιμες, με αποτέλεσμα ο διαμοιρασμός αρχείων μέσω δικτύων peer to peer να καθιερωθεί.

Το 2001 έγινε διαθέσιμη η πρώτη έκδοση του πρωτοκόλλου BitTorrent. Γρήγορα έγινε ιδιαίτερα δημοφιλές. Έχει υπολογιστεί πως τον Φεβρουάριο του 2009, η κίνηση στο Internet που συνδέεται με αυτό το πρωτόκολλο αποτελούσε το 27-55% της συνολικής κίνησης του Internet (ανάλογα με τη γεωγραφική περιοχή) [TOR]. Πλέον, ένας όλο και μεγαλύτερος αριθμός από ιδιώτες και οργανισμούς χρησιμοποιεί το BitTorrent για τη διανομή του (προστατευόμενου) υλικού τους. Αρκετοί ανεξάρτητοι δημιουργοί αναφέρουν πως χωρίς τη χρήση του πρωτοκόλλου δε θα ήταν σε θέση να διανέμουν τα αρχεία τους. Αρκετές εταιρείες έχουν αναπτύξει το δικό τους λογισμικό-πελάτη που χρησιμοποιεί την τεχνολογία του BitTorrent υποχρεώνοντας τους χρήστες των υπηρεσιών τους να κάνουν χρήση μόνο δικτύων διαμοιρασμού για την παραλαβή-διακίνηση περιεχομένου, ενώ άλλες εταιρίες ζητούν από τους πελάτες τους να προτιμούν τη χρήση δικτύων διαμοιρασμού και όχι τους εξυπηρετητές τους για την παραλαβή του περιεχομένου που προσφέρουν.

3.2.2 VoD Streaming

Video on Demand λέγονται οι υπηρεσίες που επιτρέπουν στους χρήστες να αγοράζουν και να παρακολουθούν περιεχόμενο ήχου ή βίντεο τη στιγμή που το επιθυμούν, χωρίς κάποια άλλη δέσμευση. Τα τηλεοπτικά VoD συστήματα, είτε κάνουν stream περιεχόμενο σε ένα μετατροπέα-αποκωδικοποιητή (set-top box), υπολογιστή ή άλλη συσκευή, επιτρέποντας έτσι τη προβολή του σε πραγματικό χρόνο, είτε το κατεβάζουν σε μια συσκευή όπως υπολογιστής, ψηφιακή συσκευή καταγραφής video (digital video recorder) ή μια φορητή συσκευή αναπαραγωγής πολυμέσων, επιτρέποντας έτσι τη προβολή του οποιαδήποτε στιγμή.

Οι πρώτες υλοποιήσεις αυτής της υπηρεσίας έκαναν χρήση δικτύων διαμοιρασμού περιεχομένου (content distribution network-CDN), τα οποία όμως είναι ιδιαίτερα ακριβά, καθώς απαιτούν τη χρήση τοπικών εξυπηρετητών σε κάθε περιοχή, μια ή περισσότερες φάρμες εξυπηρετητών για το κεντρικό διαμοιρασμό του περιεχομένου, πρόσβαση σε πολύ μεγάλο εύρος ζώνης και άλλες συσκευές δικτύωσης [CHEN]. Κατά συνέπεια μόνο εταιρείες που είχαν ήδη μεγάλες επενδύσεις σε δίκτυα επικοινωνιών (πάροχοι Internet, πάροχοι καλωδιακής τηλεόρασης - Cable TV), ήταν σε θέση να προσφέρουν τέτοιες υπηρεσίες. Μια υποσχόμενη λύση για την περισσότερο αποδοτική διαχείριση του φόρτου εργασίας που απαιτούν οι μεγάλης κλίμακας VoD υπηρεσίες είναι τα υποβοηθούμενα από ομοτίμους δίκτυα διαμοιρασμού (managed peer-assisted CSN systems). Η ιδέα προήλθε από την όλο και μεγαλύτερη διείσδυση των δικτύων διαμοιρασμού αρχείων όπως το BitTorrent, τα οποία έκαναν τεχνικά εφικτή τη προσφορά στον τελικό καταναλωτή θεωρητικά οποιασδήποτε ταινίας έχει γυριστεί ποτέ, με τρόπο που να μην επιβαρύνει ολοκληρωτικά τον πάροχο με το κόστος της αποστολής πληροφορίας για κάθε πελάτη που την επιθυμεί.

Ο διαμοιρασμός περιεχομένου στη συγκεκριμένη υπηρεσία μπορεί να γίνει με δύο τρόπους, οι οποίοι προκαλούν σημαντικές διαφορές στη εμπειρία που απολαμβάνει ο χρήστης.

Διαμοιρασμός κατά τις νεκρές ώρες: Ο πάροχος στέλνει κατά τις νυκτερινές ώρες (ή γενικά ώρες μη αιχμής για το υφιστάμενο δίκτυο) περιεχόμενο, στη συσκευή του πελάτη. Το περιεχόμενο αυτό παραμένει στη συσκευή, είτε έτοιμο προς αναπαραγωγή (αν πρόκειται για δωρεάν περιεχόμενο), είτε κλειδωμένο (αν πρόκειται για εμπορικό περιεχόμενο). Όταν ο πελάτης επιθυμήσει να κάνει χρήση της υπηρεσίας, στο μενού της συσκευής παρουσιάζεται το διαθέσιμο προς προβολή περιεχόμενο. Όταν ο πελάτης αγοράσει κάποιο προϊόν η συσκευή επικοινωνεί με κάποιον κεντρικό εξυπηρετητή της εταιρείας, ο οποίος χρεώνει τον πελάτη το αντίστοιχο ποσό και στέλνει στη συσκευή το κλειδί που ξεκλειδώνει το περιεχόμενο. Όταν η μνήμη της συσκευής γεμίσει διαγράφεται το περισσότερο παλιό περιεχόμενο που περιέχει, ώστε να ελευθερωθεί χώρος για νέο περιεχόμενο. Αυτή η στρατηγική έχει το μειονέκτημα πως ο πελάτης δεν έχει απεριόριστες επιλογές (όπως υποδηλώνει το όνομα της υπηρεσίας), αλλά καλείται να επιλέξει από το διαθέσιμο περιεχόμενο που υπάρχει κάθε δεδομένη στιγμή στη συσκευή του. Βέβαια, υπάρχουν σύγχρονες υλοποιήσεις που παραμετροποιούν σε κάποιο βαθμό το περιεχόμενο που κατεβαίνει ανάλογα με τις προτιμήσεις και τις συνήθειες του χρήστη με αποτέλεσμα το περιεχόμενο που είναι διαθέσιμο στη συσκευή του, αν και περιορισμένο, να αποτελείται από προϊόντα που θα ήθελε να αγοράσει.

Το θετικό είναι πως το περιεχόμενο είναι ήδη πλήρως κατεβασμένο στη συσκευή όταν η αναπαραγωγή αρχίζει, με αποτέλεσμα να αναπαράγεται απρόσκοπτα, προσφέροντας τη καλύτερη δυνατή “εμπειρία χρήστη”. Επιπλέον, λόγω των χρονικά προβλέψιμων και μικρών, σε σχέση με την άλλη υλοποίηση, απαιτήσεων σε εύρος ζώνης, αυτή η υλοποίηση είναι δυνατό να υποστηριχθεί από σχετικά μικρές εταιρείες, με περιορισμένη δικτυακή υποδομή. Επιπλέον, αν το δίκτυο διαμοιρασμού περιεχομένου υποβοηθείται από ομοτίμους, μειώνεται επιπλέον το κόστος του εξοπλισμού, χωρίς όμως να επηρεάζεται το δίκτυο με τα μειονεκτήματα αυτής της επιλογής (καθυστερήσεις, αναξιόπιστες συνδέσεις), καθώς δεν υπάρχουν απαιτήσεις πραγματικού χρόνου. Πρέπει, όμως να ληφθεί υπ' όψη αν θα υπάρχει κάποιο μοντέλο επιβράβευσης των χρηστών που συμμετέχουν στον διαμοιρασμό και κατά πόσο κάνει την συμμετοχή ομοτίμων περισσότερο συμφέρουσα για την εταιρεία σε σχέση με το απλό δίκτυο διαμοιρασμού περιεχομένου [CHEN].

Κατέβασμα του περιεχομένου τη στιγμή που γίνεται το αίτημα: Αυτή η υλοποίηση είναι παρόμοια με τις υλοποιήσεις της IPTV. Αρχικά, ο πελάτης συνδέεται με έναν εξυπηρετητή καναλιού, από όπου ενημερώνεται για τα διαθέσιμα προγράμματα. Όταν επιλέξει το πρόγραμμα που επιθυμεί, ο λογαριασμός του χρεώνεται, αν είναι εμπορικό το πρόγραμμα, και στη συνέχεια το κατεβάζει μέσω stream στη συσκευή του. Το θετικό αυτής της υλοποίησης είναι πως οι χρήστες έχουν πρόσβαση σε πολύ μεγαλύτερη ποικιλία προγραμμάτων, καθώς είναι σε θέση να επιλέξουν από το σύνολο των διαθέσιμων από την υπηρεσία προϊόντων. Το αρνητικό είναι πως το περιεχόμενο πρέπει να κατέβει τη στιγμή που ο χρήστης θέλει να το δει. Έτσι, σε περίπτωση που χρησιμοποιείται αποκλειστικά δίκτυο διαμοιρασμού, απαιτούνται τεράστιες επενδύσεις σε δικτυακή υποδομή, ώστε να είναι δυνατό να παρέχονται ποιοτικές υπηρεσίες σε με μεγάλο αριθμό χρηστών απρόσκοπτα (χωρίς διακοπές, μικρός χρόνος εκκίνησης, καλή ποιότητα εικόνας).

Τα υποβοηθούμενα από ομοτίμους δίκτυα, έχουν σημαντικά μικρότερο κόστος υποδομής για τον πάροχο της υπηρεσίας, καθώς αρκεί να σταλεί σε ένα κλάσμα του συνόλου των ενδιαφερομένων το ζητούμενο περιεχόμενο απευθείας από

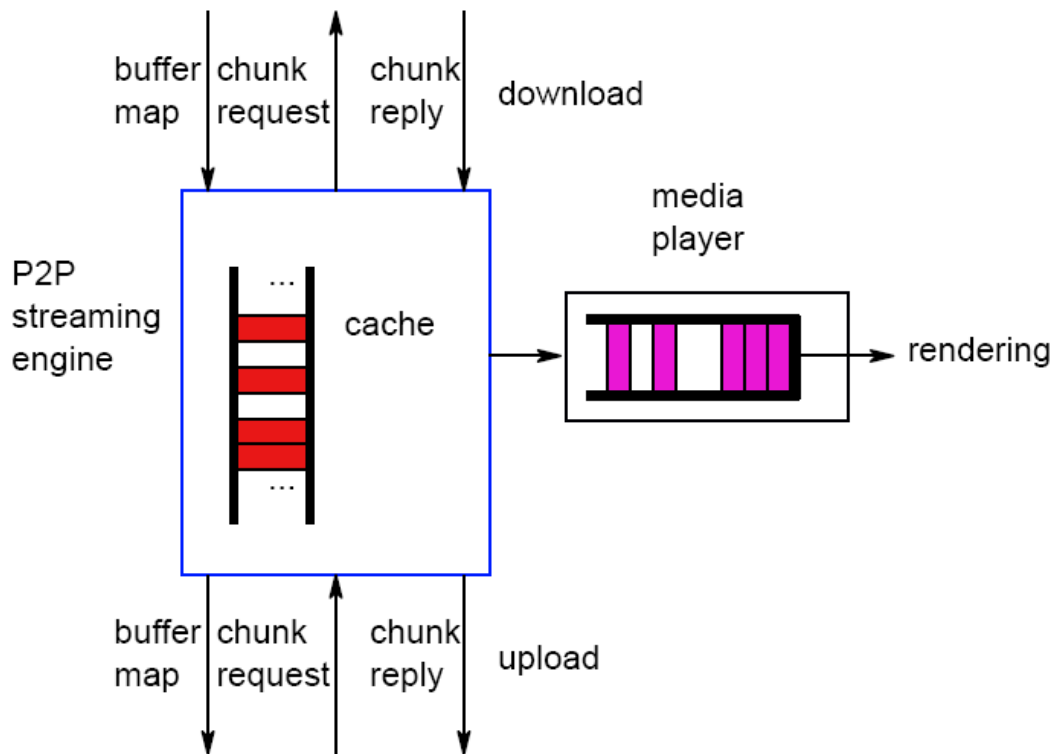
τον πάροχο και τελικά μέσω του δικτύου όλοι το λαμβάνουν. Εμφανίζουν όμως κάποια επιπλέον μειονεκτήματα. Το κυριότερο είναι η καθυστέρηση που υπάρχει από τη στιγμή που θα επιλεγεί το επιθυμητό προϊόν, μέχρι να αρχίσει η αναπαραγωγή του. Σε μια υλοποίηση πελάτη-εξυπηρετητή, όταν ο πελάτης επιλέξει πρόγραμμα, λαμβάνει από τον εξυπηρετητή καναλιού την διεύθυνση IP ενός εξυπηρετητή που διαμοιράζει το επιθυμητό πρόγραμμα. Στη συνέχεια εγκαθιδρύει σύνδεση με αυτόν και ξεκινά να λαμβάνει το stream. Όταν έχει αρκετά δεδομένα η προσωρινή μνήμη (Buffer) της συσκευής αναπαραγωγής για να ξεκινήσει η αναπαραγωγή, η ταινία ξεκινά. Ο χρόνος εκκίνησης της υπηρεσίας είναι λοιπόν στη χειρότερη περίπτωση μερικά δευτερόλεπτα. Επιπλέον, αν το υφιστάμενο δίκτυο δεν παρουσιάσει κάποια δραματική αλλαγή (κάτι που άλλωστε είναι ανεξάρτητο από τον πάροχο της υπηρεσίας, οπότε δεν έχει δυνατότητα να το αντιμετωπίσει), το streaming συνεχίζεται απρόσκοπτα καθ' όλη τη διάρκεια της ταινίας. Σε περίπτωση όμως, που έχει επιλεγεί υλοποίηση, όπου υπάρχει υποβοήθηση από ομοτίμους, μετά την επιλογή του προγράμματος, ο ενδιαφερόμενος χρήστης πρέπει να εισαχθεί στο υφιστάμενο δίκτυο διαμοιρασμού του. Δηλαδή πρέπει να λάβει από τον εξυπηρετητή καναλιού την διεύθυνση του Tracker, ο οποίος με τη σειρά του θα στείλει στον ενδιαφερόμενο τις διευθύνσεις κάποιων από τους ομοτίμους που παρακολουθούν το ίδιο πρόγραμμα και/ή κάποιων εξυπηρετητών του παρόχου που διαμοιράζουν το πρόγραμμα. Τέλος, ο χρήστης/νέος ομοτίμος πρέπει να εγκαθιδρύσει συνδέσεις με όλους τους παραπάνω και στη συνέχεια να περιμένει μέχρι να λάβει τα πρώτα τεμάχια της ταινίας ώστε να ξεκινήσει η αναπαραγωγή. Ο χρόνος εκκίνησης της υπηρεσίας είναι από δεκάδες δευτερόλεπτα μέχρι ένα λεπτό, αν το δίκτυο διαμοιρασμού είναι σχετικά εύρωστο και μπορεί να αυξηθεί σημαντικά αν το προϊόν δεν είναι δημοφιλές και κατά συνέπεια έχει μικρό δίκτυο διαμοιρασμού. Επιπλέον, η υπηρεσία έχει απαιτήσεις πραγματικού χρόνου, οπότε οι αποχωρήσεις ομοτίμων από το δίκτυο, αν γίνουν με ρυθμό μεγαλύτερο από τον ρυθμό που γίνονται οι νέες συνδέσεις, είναι δυνατό να προκαλέσουν μειωμένη ροή πληροφορίας σε κάποιους από τους ομοτίμους με αποτέλεσμα την υποβαθμισμένη ποιότητα ή ακόμη και προσωρινή διακοπή της υπηρεσίας σε αυτούς, ειδικά σε μη δημοφιλή προγράμματα που έχουν αντίστοιχα μικρά δίκτυα. Έχει ακόμη παρατηρηθεί πως σε υπηρεσίες που παρέχονται δωρεάν ή παρέχονται με πάγια συνδρομή, πως αν κάποιο video αργεί να ξεκινήσει να αναπαράγεται, οι χρήστες επιλέγουν κάποιο άλλο video, δυσχεραίνοντας ακόμη περισσότερο τη κατάσταση του δικτύου διαμοιρασμού [VU 2008]. Τέλος, και σε αυτή την υλοποίηση πρέπει να ληφθεί υπ' όψη αν θα υπάρχει κάποιο μοντέλο επιβράβευσης των χρηστών που συμμετέχουν στον διαμοιρασμό και κατά πόσο κάνει την συμμετοχή ομοτίμων περισσότερο συμφέρουσα για την εταιρεία σε σχέση με το απλό δίκτυο διαμοιρασμού περιεχομένου [CHEN].

3.2.3 Live Media Streaming

Το Live Media Streaming είναι η αποστολή περιεχομένου ζωντανών μεταδόσεων σε πραγματικό χρόνο. Η εμπειρία χρήστη είναι σχεδόν ίδια με τα παραδοσιακά πολυμέσα (τηλεόραση, ραδιόφωνο). Οι χρήστες παρακολουθούν ένα πρόγραμμα στο οποίο στις περισσότερες υλοποιήσεις δεν μπορούν να παρέμβουν (πχ παύση, μετάβαση σε άλλο σημείο του προγράμματος). Οι πιο συνηθισμένες παροχές αυτή της υπηρεσίας προσφέρουν προγράμματα τηλεόρασης, οργανωμένα σε κανάλια, όπως στη παραδοσιακή τηλεόραση με μόνη διαφορά πως χρησιμοποιείται το υφιστάμενο δημόσιο δίκτυο για να ληφθεί από τους χρήστες η πληροφορία και όχι

κάποιο ιδιωτικό δίκτυο (καλωδιακή τηλεόραση) ή ραδιοκύματα (αναλογική/ψηφιακή τηλεόραση). Υπάρχουν επίσης εμπορικές εφαρμογές που προσφέρουν μεμονωμένα προγράμματα τα οποία μεταδίδονται ζωντανά, όπως αθλητικές διοργανώσεις, συναυλίες, συνέδρια/παρουσιάσεις. Η κύρια διαφορά στην εμπειρία χρήστη αυτών των εφαρμογών σε σχέση με τις εφαρμογές που προσφέρουν VoD υπηρεσίες είναι και πάλι η περιορισμένη δυνατότητα που έχει ο χρήστης να παρέμβει στο περιεχόμενο που λαμβάνει. Υπάρχει η εκτίμηση πως οι εφαρμογές peer to peer IPTV διαδίδονται στο Internet και θα χρησιμοποιούνται ευρέως στο μέλλον. Αναμένεται πως η peer to peer IPTV θα συνεισφέρει στην αύξηση της συνολικής κίνησης στο Internet [SILVERSTON 2007]. Για παράδειγμα μετρήθηκε πως ο αριθμός των χρηστών που παρακολούθησαν ταυτόχρονα τη ζωντανή μετάδοση του ετησίου Spring Festival Gala την κινέζικη πρωτοχρονιά, στις 28 Ιανουαρίου 2006, ξεπέρασε τους 200000, με ένα bit rate μεταξύ 400 και 800 kbps, που αντιστοιχεί σε συνολικό bit rate της τάξης των 100 gigabits/sec. Στο μέλλον προβλέπεται ακόμη μεγαλύτερη αύξηση της κίνησης που οφείλεται στην IPTV, με κανάλια τα οποία θα υποστηρίζουν από μερικές δεκάδες μέχρι εκατοντάδες χιλιάδες χρήστες με μέσο bit rate μεγαλύτερο των 500kbps [HEI 2008].

Οι κεντροποιημένες υλοποιήσεις αυτής της υπηρεσίας αποτελούνται από μια ή περισσότερες φάρμες εξυπηρετητών, οι οποίες στέλνουν απευθείας περιεχόμενο στους χρήστες. Η αποστολή γίνεται είτε με unicast, είτε με multicast πρωτόκολλα. Στην υλοποίηση με unicast, ο εξυπηρετητής εγκαθιδρύει μοναδικές συνδέσεις με κάθε πελάτη και στέλνει σε κάθε έναν ξεχωριστά περιεχόμενο. Όπως είναι φυσικό οι πόροι που απαιτούνται για αυτήν την υλοποίηση, τόσο σε επεξεργαστική ισχύ του εξυπηρετητή, όσο και σε διαθέσιμο εύρος ζώνης, είναι ιδιαίτερα υψηλοί, με αποτέλεσμα να μην είναι σε θέση να υποστηρίξει μεγάλο ακροατήριο. Στα multicast πρωτόκολλα ο εξυπηρετητής αποστέλλει ένα stream του οποίου τα πακέτα περιλαμβάνουν τις IP διευθύνσεις των υπολογιστών ή/και των υποδικτύων για τα οποία προορίζεται. Η υποδομή του υφιστάμενου δικτύου αναλαμβάνει να αναπαράγει τα πακέτα όποτε χρειάζεται και να τα δρομολογήσει στον τελικό προορισμό. Αυτή η υλοποίηση κάνει εφικτή την αποστολή περιεχομένου σε πολλούς αποδέκτες με μικρό κόστος και κάνει την υπηρεσία εύκολα κλιμακούμενη, άλλα επιβαρύνει τις συσκευές του υφιστάμενου δικτύου. Επιπλέον, υπάρχει το ενδεχόμενο να μην υποστηρίζουν όλες οι ενδιάμεσες συσκευές (μεταξύ του εξυπηρετητή και του πελάτη) πρωτόκολλα multicast με αποτέλεσμα να μην είναι εφικτή η μετάδοση των πακέτων. Μια ακόμη δυσκολία είναι πως για λόγους ασφαλείας κάποιες συσκευές και firewall εμποδίζουν τη μετάδοση πακέτων multicast.



Εικόνα 16: Συνεργασία μεταξύ των διαφορετικών βαθμίδων του τερματικού. Η μηχανή peer to peer προωθεί τεμάχια στο λογισμικό αναπαραγωγής (Πηγή: HEI 2008).

Η εκτεταμένη εμπορευματοποίηση του Internet έχει δημιουργήσει έναν ραγδαία αυξανόμενο αριθμό χρηστών που επιθυμούν να κάνουν χρήση αυτής της υπηρεσίας και μάλιστα με ιδιαίτερα υψηλές απαιτήσεις ποιότητας (πχ καλή εικόνα που συνεπάγεται πολύ υψηλό bit rate). Έτσι, ακόμη και μεγάλοι πάροχοι δυσκολεύονται να καλύψουν την ζήτηση με τις προαναφερθείσες κεντροποιημένες υλοποιήσεις. Αυτή τη στιγμή το ερευνητικό ενδιαφέρον για την εξέλιξη αυτής της υπηρεσίας, αλλά και σχεδόν όλες οι μεγάλες εμπορικές και μη πλατφόρμες που προσφέρουν υπηρεσίες Live Media Streaming, προσανατολίζονται σε υλοποιήσεις που στηρίζονται σε δίκτυα διαμοιρασμού. Δηλαδή υλοποιήσεις όπου οι χρήστες διασυνδέονται μεταξύ τους και ανταλλάζουν τα πακέτα της υπηρεσίας, μειώνοντας παράλληλα τον φόρτο των εξυπηρετητών του παρόχου. Οι χρήστες διασυνδέονται και σχηματίζουν το δίκτυο διαμοιρασμού είτε με δομή δένδρου, είτε με δομή πλέγματος, με τα αντίστοιχα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Οι πρώτες peer to peer υλοποιήσεις της υπηρεσίας όμως έκαναν αλόγιστη χρήση των πόρων των υφιστάμενων δικτύων. Όπως έχει αναφερθεί, ήταν πολύ συχνό το φαινόμενο ο κάθε ομότιμος να διασυνδέεται με ομοτίμους που ανήκουν σε διαφορετικούς ISP και σε άλλη γεωγραφική περιοχή ενώ υπάρχουν διαθέσιμοι ομοτίμοι στον ίδιο με αυτόν ISP και μάλιστα στην ίδια γεωγραφική περιοχή. Αυτή η επιβάρυνση θα μπορούσε να προκαλέσει ιδιαίτερα σημαντικά προβλήματα στον κορμό του Internet στο μέλλον, όπου προβλέπεται πως η χρήση αυτών των υπηρεσιών θα είναι πολύ περισσότερο διαδεδομένη. Η περισσότερο υποσχόμενη λύση σε αυτό το πρόβλημα είναι η χρήση πρωτοκόλλων provider portal for p2p (P4P). Αυτά τα πρωτόκολλα επιτρέπουν στους ISP να παρεμβαίνουν στις λίστες με τους διαθέσιμους ομοτίμους που λαμβάνει ένας ομότιμος όταν πρόκειται να εγκαθιδρύσει νέες συνδέσεις και να προτείνουν ομοτίμους που ανήκουν στον ίδιο ISP και γεωγραφική περιοχή με τον αιτούμενο ομότιμο. Σύμφωνα με μετρήσεις αυτή η στρατηγική μειώνει κατά πολύ τα παραπάνω προβλήματα [XIE 2008].

3.2.4 Stream από πολλαπλές πηγές και πολλαπλά δίκτυα

Κάποιες υπηρεσίες προσφέρουν στους χρήστες συνδυασμό από πολυμέσα ή πολυμέσα τα οποία χρησιμοποιούν διαφορετικές ροές πληροφορίας ταυτόχρονα, οι οποίες πολλές φορές προέρχονται από διαφορετικές πηγές. Για παράδειγμα ένα 3D Video απαιτεί τουλάχιστον δύο συγχρονισμένα διαφορετικά stream πληροφορίας, τα οποία συνδυάζονται στον υπολογιστή του χρήστη, μια υπηρεσία που προβάλλει πληροφορίες υπό τη μορφή κειμένου στο κάτω μέρος ενός Video, πρέπει να έχει ανεξάρτητες πηγές για το κείμενο και το Video, ένα περιβάλλον χρήστη όπου πέρα από το κυρίως παράθυρο που γίνεται η αναπαραγωγή του Video, υπάρχει και ένα μικρότερο που αναπαράγει διαφημιστικά Video απαιτεί και αυτό διαφορετικά stream για το κάθε Video. Τις περισσότερες φορές αυτές οι διαφορετικές ροές φτάνουν στον τελικό χρήστη πάνω από ανεξάρτητα δίκτυα. Ακόμη και όταν η πηγή των stream είναι ο ίδιος εξυπηρετητής, επειδή το δίκτυο διαμοιρασμού δημιουργείται δυναμικά, ο τελικός χρήστης ανήκει σε τελείως ανεξάρτητα δίκτυα διαμοιρασμού για το κάθε stream. Είναι δυνατό, σε περίπτωση που έχει επιλεγεί δενδρική δομή και δυο ομότιμοι είναι συνδεδεμένοι άμεσα μεταξύ τους σε δυο ή παραπάνω stream, στο ένα stream ένας υπολογιστής να είναι πατέρας του άλλου, ενώ στο άλλο να είναι παιδί του. Η παραπάνω ανεξαρτησία των stream δίνει στο δίκτυο μεγαλύτερη ελαστικότητα, καθώς κάποιες από τις προσφερόμενες υπηρεσίες δεν έχουν την απαίτηση ο χρήστης να λαμβάνει όλα τα stream που σχετίζονται με αυτές ώστε να λειτουργήσουν. Έτσι, σε περίπτωση αστοχίας σε κάποιο από τα υπάρχοντα δίκτυα διαμοιρασμού, η υπηρεσία, αν και υποβαθμίζεται σε ποιότητα δεν διακόπτεται. Για παράδειγμα, στην περίπτωση του 3D Video αν κάποιο από τα stream διακοπεί, το Video μπορεί να συνεχίσει να προβάλλεται, αλλά δεν θα είναι τρισδιάστατο.

3.2.5 Περιβάλλον κοινωνικής δικτύωσης

Σε πολλές από τις πρόσφατες υλοποιήσεις δικτύων διαμοιρασμού έχουν ενσωματωθεί υπηρεσίες κοινωνικής δικτύωσης πχ Tribler. Ο συνδυασμός των p2p δικτύων και των κοινωνικών δικτύων ξεκίνησε με τη διάδοση των ιδιωτικών δικτύων p2p. Τα ιδιωτικά δίκτυα p2p προκειμένου να κάνουν αποδεκτά νέα μέλη, έχουν ένα σύστημα προσκλήσεων, όπου ένα ήδη ενεργό μέλος της κοινότητας προτείνει ή στέλνει πρόσκληση σε ένα άτομο που ήδη γνωρίζει. Συνήθως πρόκειται για άτομο που έχει σχέσεις στον πραγματικό κόσμο. Επιπλέον, κεντρικό στοιχείο της δομής των ιδιωτικών δικτύων p2p είναι το forum που συνήθως διαθέτουν. Εκεί μπορούν τα μέλη του δικτύου να σχολιάσουν το διαμοιραζόμενο υλικό, να κάνουν αίτηση για νέο υλικό ή απλά να ανταλλάξουν απόψεις για οποιοδήποτε θέμα. Είναι φανερό λοιπόν πως σε αυτή τη κατηγορία δικτύων διαμοιρασμού το στοιχείο της κοινωνικής δικτύωσης είναι ιδιαίτερα έντονο. Στη συνέχεια, ξεκίνησε η διάδοση των υπηρεσιών που είναι αφιερωμένες αποκλειστικά στην κοινωνική δικτύωση με αποτέλεσμα αυτές οι υπηρεσίες να αρχίσουν να εισάγονται και σε άλλους τομείς όπου υπήρχε αλληλεπίδραση μεταξύ χρηστών. Αναπόφευκτα, έγινε η εισαγωγή τους και στα δίκτυα διαμοιρασμού. Σε αρκετές από τις αρχικές υλοποιήσεις ο χρήστης ήταν σε θέση να στείλει προσωπικό μήνυμα σε κάποιον από τους ομοτίμους με τον οποίο ήταν συνδεδεμένος (πχ DC++¹⁹) ή να σχολιάσει κάποιο αρχείο torrent στον

¹⁹ <http://dcplusplus.sourceforge.net/>

εξυπηρετητή ευρετηρίου. Σε πιο πρόσφατες υλοποιήσεις όμως, η διείσδυση αυτών των υπηρεσιών έγινε τόσο μεγάλη που αποτελούν πλέον τμήμα των βασικών προσφερόμενων υπηρεσιών (πχ Tribler, Saracen).

Σε πειραματικές υλοποιήσεις, υπάρχουν πλατφόρμες που προσφέρουν πολυμεσικές υπηρεσίες κάτω από την επιφάνεια ενός κοινωνικού δικτύου. Οι χρήστες δημιουργούν λίστες φίλων και ατόμων που έχουν κοινά ενδιαφέροντα. Γράφονται ως οπαδοί σε δραστηριότητες, κανάλια, καλλιτέχνες, κλπ. Είναι σε θέση να προτείνουν περιεχόμενο σε φίλους ή να ενημερωθούν για τις προτιμήσεις των φίλων τους και την πρόσφατη δραστηριότητά τους (πχ ποιες ταινίες είδαν την προηγούμενη εβδομάδα). Μπορούν να γράψουν κριτικές για περιεχόμενο που έχουν δει και να το βαθμολογήσουν. Επιπλέον, μια από τις βασικότερες υπηρεσίες είναι η δυνατότητα αποστολής και διαμοιρασμού (μόνο με φίλους ή με όλους τους χρήστες της υπηρεσίας) δικού τους περιεχομένου. Η διεπαφή χρήστη (user interface) και η γενικότερη εμπειρία χρήστη που λαμβάνει κάποιος χρήστης της υπηρεσίας είναι παρόμοια με τα αντίστοιχα ενός παραδοσιακού κοινωνικού δικτύου. Κατά τον διαμοιρασμό ενός αρχείου προηγούνται τα άτομα που βρίσκονται στη λίστα φίλων, τόσο στην αποστολή/λήψη, όσο και στην εγκαθίδρυση νέων συνδέσεων, όπως άλλωστε θα συνέβαινε και στη πραγματικότητα. Αυτό συνεπάγεται πως κάποιος χρήστης εφόσον αναζητά κάποιο αρχείο το οποίο έχουν κάποιιο φίλοι του, θα έχει πάντα κάποιες αξιόπιστες συνδέσεις από τις οποίες θα το λαμβάνει, με σχετικά εγγυημένη ταχύτητα. Ενώ οι παραδοσιακές peer to peer υλοποιήσεις πρόσφεραν μόνο τη δυνατότητα αναζήτησης αρχείων, οι υλοποιήσεις που ενσωματώνουν υπηρεσίες κοινωνικής δικτύωσης, δίνουν επιπλέον την δυνατότητα αναζήτησης χρηστών και κατόπιν κατεβάσματος της λίστας με όλα τα διαθέσιμα προς διαμοιρασμό αρχεία που διαθέτουν.

Η οργάνωση των χρηστών σε κοινωνικά δίκτυα και ομάδες κοινών ενδιαφερόντων, είναι θετική όχι μόνο για τους ίδιους τους χρήστες αλλά και για την υπηρεσία διαμοιρασμού. Άτομα που ανήκουν στο ίδιο κοινωνικό δίκτυο (πχ φίλοι ενός συγκεκριμένου χρήστη) ή ομάδα κοινών ενδιαφερόντων (πχ θαυμαστές ενός συγκροτήματος) είναι πολύ πιθανό να ενδιαφέρονται για το ίδιο πολυμεσικό περιεχόμενο. Αυτό το γεγονός επιτρέπει στη δημιουργία δικτύων διαμοιρασμού εκ των προτέρων. Για παράδειγμα, υπάρχει η δυνατότητα αν κάποιος χρήστης ανεβάσει κάποιο video στο προφίλ του ξεκινάει αυτόματα ο διαμοιρασμός μεταξύ των ατόμων που υπάρχουν στη λίστα των φίλων του, παρακάμπτοντας τις χρονοβόρες και σε αρκετές περιπτώσεις μη αποδοτικές διαδικασίες που ακολουθούνται από τα δίκτυα διαμοιρασμού προκειμένου να διασυνδεθούν όλοι οι ενδιαφερόμενοι ομότιμοι. Αφού τα άτομα που συμμετέχουν στο δίκτυο είναι φίλοι του ατόμου που ανέβασε το video είναι αρκετά πιθανό να ενδιαφέρονται να το δουν. Αλλά ακόμη και αν δεν ενδιαφέρονται, με τη συμμετοχή τους στο δίκτυο διευκολύνουν τους υπόλοιπους φίλους του ατόμου που ανέβασε το video να το κατεβάσουν. Με αυτή τη στρατηγική το video κατεβαίνει στον υπολογιστή του ενδιαφερόμενου προτού ενδιαφερθεί ο ίδιος να το αναπαράγει. Έτσι, όταν θελήσει να το αναπαράγει θα είναι άμεσα διαθέσιμο. Υπάρχουν σενάρια χρήσης αυτής της υπηρεσίας όπου η δημιουργία του video και η αναπαραγωγή του από τους υπολοίπους χρήστες γίνεται σχεδόν σε πραγματικό χρόνο. Για παράδειγμα κάποιο άτομο μπορεί να τραβήξει σε μια συναυλία video με το κινητό του και στη συνέχεια να το ανεβάσει απευθείας στην υπηρεσία η οποία το στέλνει σε όλους τους φίλους του. Με αποτέλεσμα οι φίλοι του να “αισθάνονται σαν να ήταν εκεί”. Στην ουσία το δίκτυο διαμοιρασμού προ-υπάρχει του περιεχομένου που πρόκειται να διαμοιράσει. Επιπλέον, αν οι χρήστες έχουν την επιλογή να

ανεβάσουν το περιεχόμενό τους σε κάποια άλλη υπηρεσία (πχ Flickr²⁰, YouTube) και να μοιραστούν απλά τον σύνδεσμο (link) με τους φίλους τους.

Στο παρελθόν έχουν γίνει διάφορες προσπάθειες για τη δημιουργία παραδοσιακών κοινωνικών δικτύων τα οποία θα είναι εξολοκλήρου peer to peer, όμως καμία δεν γνώρισε επιτυχία. Μετά όμως από τη ραγδαία διάδοση των κοινωνικών δικτύων στο πρόσφατο παρελθόν, έχουν ξεκινήσει κάποιες νέες ερευνητικές προσπάθειες σε αυτό τον τομέα. Τα υπάρχοντα δημοφιλή κοινωνικά δίκτυα όπως το Facebook²¹, το MySpace²², το Xing²³ κτλ. έχουν περιορισμούς που σχετίζονται με την ιδιωτική ζωή των χρηστών (privacy) και την απαίτηση σύνδεσης στο Internet για τη χρήση τους. Αμφότεροι οι περιορισμοί οφείλονται στη φύση των υπηρεσιών, καθώς είναι εφαρμογές WEB που στηρίζονται σε μια κεντρική ιστοσελίδα, της οποίας ο ιδιοκτήτης έχει πρόσβαση σε όλα τα δεδομένα. Για να ξεπεραστούν αυτοί οι περιορισμοί, υπάρχει η πρόταση να γίνει μετάβαση από υλοποιήσεις εξυπηρετητή – πελάτη, σε υλοποιήσεις που θα κάνουν χρήση υποδομής peer to peer μαζί με κρυπτογράφηση, ώστε οι χρήστες να διατηρούν τον έλεγχο των δεδομένων τους και να είναι ταυτόχρονα σε θέση να κάνουν χρήση του κοινωνικού δικτύου τοπικά, χωρίς την ανάγκη σύνδεσης στο Internet. Οι υπηρεσίες που σχεδιάζονται αυτά τα κοινωνικά δίκτυα να παρέχουν πέραν των συνηθισμένων υπηρεσιών των σύγχρονων κοινωνικών δικτύων, περιλαμβάνουν το ανέβασμα και συνεταιρική επεξεργασία αρχείων, διαμοιρασμό αρχείων κλπ [PEERSON]. Όμως προκειμένου μια τέτοια υλοποίηση να είναι βιώσιμη πρέπει να γίνει περαιτέρω έρευνα στους τομείς της δικτύωσης, της ασφάλειας, των καταναμημένων συστημάτων και της ανάλυσης κοινωνικών δικτύων. Ένα επιπλέον αρνητικό στοιχείο είναι πως οι χρήστες θα πρέπει να κάνουν εγκατάσταση και χρήση κάποιας εφαρμογής-πελάτη προκειμένου να χρησιμοποιήσουν την υπηρεσία, ενώ με τις υπάρχουσες κεντροποιημένες υλοποιήσεις, χρησιμοποιούσαν έναν οποιονδήποτε φυλλομετρητή (Browser).

3.2.6 Επίγνωση και προσαρμογή πλαισίου χρήστη και περιβάλλοντος

Στην επιστήμη των υπολογιστών, ο όρος επίγνωση πλαισίου (context awareness), αναφέρεται στην ιδέα πως οι υπολογιστές μπορούν να αντιληφθούν το περιβάλλον και να αντιδράσουν ανάλογα. Οι συσκευές που έχουν δυνατότητες επίγνωσης πλαισίου μπορεί ακόμη να κάνουν υποθέσεις σχετικά με την κατάσταση του χρήστη. Οι κύριες συνιστώσες αυτής της υπηρεσίας (ειδικά σε υλοποιήσεις peer to peer) είναι η επίγνωση τοποθεσίας (location awareness) και η επίγνωση δραστηριότητάς (activity recognition). Οι ανθρώπινες παράμετροι που σχετίζονται με το πλαίσιο δομούνται σε τρεις κατηγορίες. Πληροφορίες σχετικά με το χρήστη (γνώση συνηθειών, συναισθηματική κατάσταση κλπ.), το κοινωνικό περιβάλλον του χρήστη (κοινωνική διαδραστικότητα, σχετική τοποθεσία ως προς τους υπολοίπους, δυναμική της ομάδας, κλπ.) και η δραστηριότητα του χρήστη (αυθόρμητη δραστηριότητα, γενικοί στόχοι, κλπ.). Ομοίως, το πλαίσιο που σχετίζεται με το φυσικό περιβάλλον δομείται σε τρεις κατηγορίες. Τοποθεσία (απόλυτη θέση, σχετική θέση, κλπ.) υποδομή (επικοινωνία, εγγύς υπολογιστικές πηγές, κλπ.) και φυσικές συνθήκες (θόρυβος, φως, πίεση, κλπ.). Από τη σκοπιά της ψυχολογίας η επίγνωση

²⁰ <http://www.flickr.com/>

²¹ <http://www.facebook.com/>

²² <http://www.myspace.com/>

²³ <https://www.xing.com/>

πλαίσιου είναι η ιδέα πως κοινωνίες μπορούν να κατασκευαστούν, οι οποίες όμως ακόμη στηρίζονται στην πραγματικότητα, με συνέπεια να πρέπει να είναι εν γνώσει της ιστορίας και του πλαισίου που περιβάλλει την κοινωνική διαδραστικότητα. Ένα σύστημα που υποστηρίζει προσαρμογή πλαισίου, τυπικά επιτρέπει στο χρήστη να διατηρεί μια συγκεκριμένη εφαρμογή (με διαφορετικούς τρόπους) ενώ περιπλανιέται μεταξύ διαφορετικών τεχνολογιών ασύρματης δικτύωσης, τοποθεσιών, συσκευών κλπ. Δηλαδή επιτρέπει στην υπηρεσία να είναι διαθέσιμη υπό διαφορετικές συσκευές και υποδομές, ενώ προσαρμόζει τη διαδραστικότητα με το χρήστη στις συνθήκες στις οποίες βρίσκεται και ανάλογα με τις προτιμήσεις του.

Η προσαρμογή τέτοιων υπηρεσιών σε δίκτυα peer to peer έχει ήδη αναφερθεί σε προηγούμενα κεφάλαια. Περιληπτικά, είναι δυνατός ο γεωεντοπισμός (geolocation) του χρήστη με αποτέλεσμα να εγκαθιδρύει συνδέσεις με κοντινούς ομοτίμους, με σκοπό την καλύτερη απόδοση του δικτύου διαμοιρασμού, αλλά και να λαμβάνει ή να του προτείνεται περιεχόμενο σχετικό με την περιοχή του (ταινίες στη γλώσσα του, τοπικές ειδήσεις, καιρός κλπ.). Επιπλέον, η δημιουργία λογαριασμού σε ιστοσελίδες που προσφέρουν υπηρεσίες διαμοιρασμού περιεχομένου, επιτρέπει την παρακολούθηση της δραστηριότητάς του, αλλά και τον ορισμό από το χρήστη προτιμήσεων, με αποτέλεσμα να του προτείνεται περιεχόμενο, το οποίο πιθανώς να τον ενδιαφέρει, από οποιοδήποτε σημείο ή μηχανήμα εισέλθει στην υπηρεσία. Η ενσωμάτωση υπηρεσιών κοινωνικής δικτύωσης επιτρέπει στο χρήστη να μοιράζεται περιεχόμενο με τα κοντινά του άτομα, αλλά και να του προτείνεται από αυτά περιεχόμενο προς κατανάλωση. Κάποιες υλοποιήσεις βρίσκουν και προτείνουν ακόμη και περιεχόμενο το οποίο δεν υπάρχει στο δίκτυο στο οποίο στηρίζονται, απαλλάσσοντας το χρήστη από την ανάγκη να ψάχνει ο ίδιος στο Internet.

3.2.7 Διαλειτουργικότητα μεταξύ δικτύων διανομής περιεχομένου και κοινωνικών δικτύων

Όπως έχει ήδη αναφερθεί τόσο ο χρήστης, όσο και οι διαχειριστές των κοινωνικών δικτύων και των δικτύων διανομής μπορούν να βγουν κερδισμένοι από την συνεργασία αυτών των δικτύων. Τα κοινωνικά δίκτυα με την ενσωμάτωση πολυμεσικού περιεχομένου αυξάνουν το προσφερόμενο περιεχόμενο προς τους χρήστες, έτσι τους δίνουν λόγο να ξοδέψουν περισσότερο χρόνο στις ιστοσελίδες τους, γίνονται αφορμή για τη δημιουργία νέων ομάδων και εμπλουτίζουν τις ήδη υπάρχουσες με περισσότερο περιεχόμενο. Τα δίκτυα διανομής εκμεταλλεύονται τη διασύνδεση χρηστών με παρόμοια ενδιαφέροντα που επιτρέπει την εύκολη διάδοση και μαζική κατανάλωση των προϊόντων τους.

Παρόλα αυτά οι πέντε μεγαλύτερες (σύμφωνα με το alexa [ALEXA]) ιστοσελίδες κοινωνικής δικτύωσης -facebook.com, twitter.com, myspace.com, linkedIn's, και hi5.com- έχουν ως προτεραιότητα την ανάπτυξη της κοινότητάς τους με τρόπο που συμφέρει περισσότερο τις ίδιες. Συχνά, τα επιχειρηματικά τους συμφέροντα έρχονται σε αντίθεση με κάποιες προσπάθειες που επιδιώκουν την απροβλημάτιστη ανταλλαγή πληροφοριών σχετικών με τις προτιμήσεις του χρήστη και συναφούς περιεχομένου. Το μεγαλύτερο κοινωνικό δίκτυο, το facebook.com επιτρέπει την εισαγωγή επαφών από άλλες ιστοσελίδες αλλά δεν επιτρέπει στους χρήστες του να εξάγουν τις επαφές τους σε άλλους ιστοχώρους, εκτός από λίγες εξαιρέσεις [SEL]. Επιπλέον, απαγορεύει την εξωτερική αποθήκευση δεδομένων από εφαρμογές για περισσότερο από 24 ώρες. Το παραπάνω, σε συνδυασμό με τη χρήση μη πρότυπων βιβλιοθηκών, πολιτική που οδηγεί σε κινδύνους ασφαλείας, κάνει πολύ

δύσκολη τη χρήση των δεδομένων που βρίσκονται στο δίκτυό του για τη δημιουργία συστάσεων στους χρήστες του για νέο περιεχόμενο.

Αντίθετη στρατηγική ακολουθεί το twitter.com, το οποίο πάντα υποστήριζε την εξαγωγή δεδομένων από το δίκτυό του μέσα από σχετικές παροχές και υπηρεσίες και μάλιστα σε πραγματικό χρόνο. Όμως, λόγω της μειωμένης διαθεσιμότητας που προκαλείται από συχνές και απρογραμματίστες εργασίες συντήρησης και της πολύ συνοπτικής φύσης των μηνυμάτων που ανεβάζουν οι χρήστες, το καθιστούν μάλλον κακή επιλογή για μια υπηρεσία που παράγει συστάσεις [UPTIME]. Το Myspace.com παρέχει επίσης υπηρεσίες εξαγωγής δεδομένων, οι οποίες όμως είναι ημιτελείς και όχι πάντα διαθέσιμες [UPTIME]. Το linkedIn's, που όμως είναι ένα κοινωνικό δίκτυο με σαφή επαγγελματικό προσανατολισμό και όχι γενικό όπως τα προηγούμενα, προσφέρει περιορισμένες υπηρεσίες εξαγωγής δεδομένων αν και στο μέλλον προβλέπεται να εμπλουτιστούν [LINKEDIN]. Το hi5 που είναι ένα δίκτυο που απευθύνεται κυρίως σε έφηβους και νεαρούς ενήλικες, επιτρέπει την εξαγωγή δεδομένων με ποικιλία τρόπων.

Συμπερασματικά λοιπόν, τα δίκτυα διανομής περιεχομένου θα πρέπει να ενσωματώσουν τις υπηρεσίες που τους προσφέρονται από τα κοινωνικά δίκτυα χωρίς όμως να εξαρτηθούν από αυτά. Σε περίπτωση εξάρτησης, θα πρέπει να δαπανηθούν μεγάλα ποσά στη συντήρηση μιας πλατφόρμας που θα μπορεί με αξιοπιστία να προμηθεύεται πληροφορίες από τις ανασφαλείς και συχνά μη διαθέσιμες αντίστοιχες υπηρεσίες των κοινωνικών δικτύων. Αν επιτευχθεί αυτός ο στόχος τα δίκτυα περιεχομένου θα επωφεληθούν από τις συστάσεις και την προσαρμογή περιεχομένου στους χρήστες τους.

4 Παρουσίαση εμπορικών εφαρμογών

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει μια σύντομη επισκόπηση των ήδη διαθέσιμων υλοποιήσεων, καθώς και των υπηρεσιών που προσφέρουν. Όλες οι υλοποιήσεις που θα παρουσιαστούν στηρίζονται στο δόγμα πως ο χρήστης είναι σε θέση να παρακολουθήσει περιεχόμενο από μια τεράστια συλλογή ανά πάσα στιγμή, χωρίς να βγει από το σπίτι του. Τέλος, η παρουσίαση των προσφερόμενων format και αναλύσεων σε κάθε υπηρεσία γίνεται με βάση το πως παρουσιάζονται από τις ίδιες τις εταιρίες. Έτσι, για μια εταιρία η ανάλυση 480p μπορεί να θεωρείται κανονική, ενώ για κάποια άλλη εταιρία να θεωρείται υψηλή.

4.1 HULU

Το Hulu²⁴ είναι μια υποστηριζόμενη αποκλειστικά από διαφημίσεις ιστοσελίδα, η οποία κάνει stream τηλεοπτικές εκπομπές και ταινίες “κατ' απαίτηση” (Video On Demand). Η εμπειρία χρήσης είναι παρόμοια με την εμπειρία χρήσης της παραδοσιακής τηλεόρασης. Ενώ το πρόγραμμα προβάλλεται, σε προκαθορισμένα σημεία (ίδια με την τηλεόραση), διακόπτεται για να προβληθούν διαφημίσεις, οι οποίες όμως είναι λιγότερες σε σχέση με τη τηλεόραση. Επιπλέον, κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγής υπάρχουν στην οθόνη του χρήστη διαφημιστικά Banner. Σύμφωνα με τους ιδρυτές του, προβάλλεται μόνο “πρόσφατο, υψηλής ποιότητας περιεχόμενο τηλεόρασης”, το οποίο παρέχεται από επαγγελματίες παρόχους περιεχομένου, χωρίς να δίνεται η δυνατότητα στους χρήστες να ανεβάζουν οι ίδιοι περιεχόμενο. Η υπηρεσία είναι ελεύθερα διαθέσιμη αποκλειστικά σε κατοίκους των Ηνωμένων Πολιτειών και του Καναδά, ενώ σχεδιάζεται η επέκτασή της και σε άλλες χώρες με απώτερο στόχο (σύμφωνα με τους ιδρυτές της) να γίνει παγκόσμια διαθέσιμη [HULU1]. Αν επιχειρηθεί σύνδεση με IP διεύθυνση που δεν ανήκει στις δύο παραπάνω χώρες επιστρέφεται ένα μήνυμα σφάλματος.

Το Hulu είναι κοινοπραξία μεγάλων εταιριών στο χώρο του θεάματος, όπως NBC, Universal και Disney, οι οποίες είναι και οι κύριοι προμηθευτές του σε περιεχόμενο. Το Hulu παρέχει περιεχόμενο τόσο στο δικό του ιστότοπο, όσο και σε άλλους ιδιαίτερα δημοφιλείς ιστοτόπους, όπως AOL, MSN, YAHOO, MySpace, Facebook. Ενώ υπάρχει η δυνατότητα μεμονωμένοι χρήστες να ενσωματώσουν ένα Hulu player στον δικό τους ιστότοπο.

Για να γίνει χρήση της υπηρεσίας δεν είναι απαραίτητη η εγγραφή σε αυτή, αλλά οι διαχειριστές ενθαρρύνουν την εγγραφή, δίνοντας πρόσβαση σε περισσότερες υπηρεσίες στους εγγεγραμμένους χρήστες. Οι επιπλέον υπηρεσίες περιλαμβάνουν την επαναφορά της αναπαραγωγής ενός Video στο σημείο που είχε διακοπεί την τελευταία φορά που ο χρήστης ήταν συνδεδεμένος, τη δημιουργία δημοσίας σελίδας προφίλ, που επιτρέπει την κοινοποίηση των προτιμήσεων του χρήστη στους υπολοίπους, την δυνατότητα αξιολόγησης και κριτικής του προσφερόμενου περιεχομένου και της προσθήκης ετικετών στα προσφερόμενα Video. Η υπηρεσία είναι διαθέσιμη μόνο σε υπολογιστές μέσω της σύνδεσης στον ιστότοπο Hulu.com από κάποιο φυλλομετρητή (browser), ο οποίος διαθέτει εγκατεστημένη κάποια

²⁴ <http://www.hulu.com/>

πρόσφατη έκδοση του Flash Player[HULU1]. Βρίσκεται σε στάδιο ανάπτυξης ένα αυτόνομο πρόγραμμα το οποίο θα επιτρέπει σε υπολογιστές τη σύνδεση στην υπηρεσία χωρίς της ανάγκη χρήσης φυλλομετρητή. Επιπλέον, αναπτύσσεται και μια συνδρομητική έκδοση της πλατφόρμας που θα επιτρέπει την προβολή περιεχομένου σε περισσότερες συσκευές [HULU3] (παιχνιδομηχανές, ορισμένες σύγχρονες τηλεοράσεις, φορητές συσκευές με λειτουργικό iOS, όπως iPad), αλλά και επιπλέον περιεχόμενο που δεν είναι διαθέσιμο στην δωρεάν έκδοση. Αξίζει να σημειωθεί, πως και στη συνδρομητική υπηρεσία θα υπάρχουν διαφημίσεις.

Διατίθεται σε δοκιμαστικό στάδιο (beta) η υπηρεσία Hulu's recommendations, η οποία προτείνει περιεχόμενο στους χρήστες το οποίο πιθανώς τους ενδιαφέρει. Η μηχανή που παράγει τις συστάσεις στηρίζεται στο περιεχόμενο που έχει ήδη προβληθεί στον συγκεκριμένο λογαριασμό, στις βαθμολογίες που έχει καταχωρήσει ο χρήστης και (προαιρετικά) στις προτιμήσεις που έχει δηλώσει πως έχει. Οι συστάσεις είναι διαθέσιμες στη σελίδα προφίλ του κάθε χρήστη. Επιπλέον, οι χρήστες είναι σε θέση να παρέμβουν στις συστάσεις βάζοντάς τους ετικέτες όπως “το έχω ήδη παρακολουθήσει” ή “δεν ενδιαφέρομαι” [HULU4].

Η μετάδοση του Video και των διαφημίσεων γίνεται μέσω FLV (Flash format streaming video file) και οι χρήστες το αναπαράγουν μέσω του Flash Player που είναι εγκατεστημένος στον φυλλομετρητή τους. Χρησιμοποιείται η κωδικοποίηση On2 Flash VP6 για τα stream που έχουν bitrate 480 και 700 kbps. Η συγκεκριμένη κωδικοποίηση υποστηρίζεται από το Flash έκδοσης 8.0 ή πιο πρόσφατης, την οποία έχουν εγκατεστημένη περισσότεροι από το 98% των υπολογιστών στις ΗΠΑ. Τα stream που έχουν bitrate 1000 και 2500kbps κωδικοποιούνται με το πρότυπο H.264, το οποίο απαιτεί Flash 9.0.124.0 ή πιο πρόσφατο. Το bitrate το οποίο θα χρησιμοποιηθεί εξαρτάται από την ανάλυση που θα επιλέξει ο χρήστης. Αν επιλεγεί ανάλυση 360p (κανονική ανάλυση) χρησιμοποιείται bitrate 480 ή 700 kbps. Ενώ για την ανάλυση 480p (υψηλή ανάλυση) χρησιμοποιείται bitrate 1000 kbps. Κάποια από τα Video, προσφέρονται και σε ανάλυση υψηλής ευκρίνειας 720p (1280 x 720 σε λόγο διαστάσεων 16:9), η οποία προσφέρει καλλίτερη ποιότητα εικόνας σε σχέση με τα DVD. Ο χρήστης έχει την επιλογή να αποθηκεύσει το Video στη προσωρινή μνήμη του φυλλομετρητή, απλά πατώντας παύση, προκειμένου να αποφύγει διακοπές που προκαλούνται από αργές ή συμφορημένες συνδέσεις Internet. Επίσης υπάρχει και η επιλογή χρήσης υποτίτλων [HULU2].

Το Hulu συνεργάζεται και με άλλες εταιρίες προκειμένου να επιτύχει τη διανομή των Video. Όπως έχει αναφερθεί η Adobe, διαθέτει στο Hulu τη πλατφόρμα αναπαραγωγής Video. Το Hulu επίσης συνεργάζεται με τον “τεχνολογικό γίγαντα” Akamai, που διαχειρίζεται το δίκτυο διανομής περιεχομένου (content delivery network). Η Akamai αυτή τη στιγμή, διαχειρίζεται τη διανομή περιεχομένου WEB για πολλές αναγνωρίσιμες εταιρίες και υπολογίζεται πως ευθύνεται για περίπου το 20% της σημερινής συνολικής κίνησης στο Internet. Για τη βελτιστοποίηση της διανομής, η Akamai διατηρεί τη δική της ιδιόκτητη πλατφόρμα λογισμικού που επιτηρεί το Internet, βρίσκει τις βέλτιστες διαδρομές και αντιγράφει περιεχόμενο [HULU2].

4.2 VUDU, INC

Η VUDU, INC²⁵ είναι μια εταιρία τεχνολογίας πολυμέσων, που αναπτύσσει διαδραστικές πολυμεσικές υπηρεσίες και στο παρελθόν παρήγαγε και συσκευές. Οι

²⁵ <http://www.vudu.com/>

υπηρεσίες αυτές, που κάνουν χρήση υβριδικής peer to peer τεχνολογίας, χρησιμοποιούνται για την διανομή ταινιών μεγάλου μήκους μέσω του Internet σε τηλεοράσεις [VUDU5]. Η υπηρεσία αυτή τη στιγμή είναι διαθέσιμη αποκλειστικά στις 50 πολιτείες των ΗΠΑ.

Για να γίνει χρήση της υπηρεσίας ο χρήστης πρέπει οπωσδήποτε να διαθέτει ενεργή σύνδεση στο Internet υψηλής ταχύτητας (μεγαλύτερη του 1Mbps), μια συσκευή συμβατή με τη πλατφόρμα VUDU, η οποία μπορεί να είναι VUDU BOX (συσκευές που κατασκεύαζε παλαιότερα η εταιρία), συμβατά set-top box, συμβατές τηλεοράσεις ή κάποιος υπολογιστής που διαθέτει το πρόγραμμα BOXEE (MAC ή PC), ένα συμβατό router και μια (δωρεάν) συνδρομή στην υπηρεσία. Στο άμεσο μέλλον η υπηρεσία θα είναι διαθέσιμη και μέσω της κονσόλας Playstation 3 [VUDU3]. Πρέπει να σημειωθεί πως για να είναι δυνατή η απρόσκοπτη αναπαραγωγή των ταινιών, πρέπει οι συσκευές να συνδέονται απευθείας στην τηλεόραση του χρήστη. Επιπλέον, οι συσκευές που συνδέονται στην τηλεόραση έχουν την δυνατότητα αναπαραγωγής ταινιών κανονικής ανάλυσης (480p), υψηλής ευκρίνειας (720p) και ταινιών με πρότυπο HDX (ένα πρότυπο που συνδυάζει εικόνα υψηλής ευκρίνειας 1080p και ήχο Dolby Digital Plus 5.1). Σύμφωνα με την εταιρία είναι το πρότυπο που προσφέρει την υψηλότερη ποιότητα σε σχέση με τα υπόλοιπα πρότυπα που χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση Video στο Internet [VUDU1]. Ενώ, οι υπολογιστές έχουν την δυνατότητα αναπαραγωγής μόνο ταινιών κανονικής ανάλυσης (480p). Όλες οι προσφερόμενες ταινίες χρησιμοποιούν κωδικοποίηση MPEG-4.

Το VUDU προσφέρει αποκλειστικά υπηρεσίες Video On Demand. Μάλιστα η εταιρία υποστηρίζει πως έχει την μεγαλύτερη συλλογή τίτλων σε σχέση με τις υπόλοιπες αντίστοιχες υπηρεσίες, καθώς έχει συνάψει συμφωνίες με όλες τις μεγάλες Αμερικάνικες εταιρίες παραγωγής αλλά και πολλές διεθνείς ή ανεξάρτητες εταιρίες. Αν και δεν υπάρχει πάγια συνδρομή προκειμένου να γίνει χρήση της υπηρεσίας οι συνδρομητές πρέπει να έχουν ενεργό λογαριασμό. Η χρέωση ακολουθεί το μοντέλο “pay as you go”, δηλαδή οι χρήστες χρεώνονται μόνο για το περιεχόμενο που επιλέγουν να παρακολουθήσουν, τη στιγμή που το επιλέγουν. Οι χρήστες είναι σε θέση να διαλέξουν οποιαδήποτε ταινία από τη συλλογή της υπηρεσίας και να την νοικιάσουν ή/και αγοράσουν [VUDU10]. Το VUDU για κάθε ταινία κάνει μεμονωμένη συμφωνία με τα κινηματογραφικά στούντιο, με αποτέλεσμα να μην είναι πάντα διαθέσιμες όλες οι επιλογές για ενοικίαση ή αγορά σε όλες τις αναλύσεις. Όταν αγοραστεί μια ταινία κατεβαίνει στον σκληρό δίσκο της συσκευής που χρησιμοποιείται για την πρόσβαση στην υπηρεσία και μένει μόνιμα εκεί, χωρίς τη δυνατότητα μεταφοράς της σε κάποιο άλλο μέσο. Αν ο χρήστης επιλέξει να την αφαιρέσει από τον σκληρό δίσκο έχει τη δυνατότητα, ανάλογα με τη συμφωνία που έχει συνάψει η VUDU, INC με το κινηματογραφικό στούντιο που παρέχει την ταινία, είτε να τη διαγράψει, είτε να την αρχειοθετήσει. Με την αρχειοθέτηση, η ταινία διαγράφεται από τον σκληρό δίσκο, αλλά είναι διαθέσιμη δωρεάν στον χρήστη αν στο μέλλον προσπαθήσει να την ξανακατεβάσει. Με την διαγραφή η ταινία αφαιρείται από τον σκληρό δίσκο, αλλά παύει να είναι διαθέσιμη στον χρήστη. Προκειμένου ο χρήστης να ξαναδεί την ταινία, θα πρέπει να την αγοράσει ή νοικιάσει. Όταν νοικιαστεί μια ταινία ο χρήστης μπορεί να ξεκινήσει την αναπαραγωγή της μέχρι και 30 μέρες μετά. Αφότου ξεκινήσει η αναπαραγωγή, η ταινία είναι πλήρως διαθέσιμη για 24 ή 48 ώρες, ανάλογα με τους όρους που έχει θέσει η εταιρία παραγωγής της. Επιπλέον, για τις επόμενες 7 ημέρες, ο χρήστης έχει την επιλογή να νοικιάσει ξανά την ταινία με μειωμένη τιμή [VUDU8] [VUDU9].

Οι χρήστες έχουν την επιλογή της απευθείας αναπαραγωγής μιας ταινίας, δηλαδή να αρχίσουν να την παρακολουθούν αμέσως αφοτου την επιλέξουν και ενώ αυτή κατεβαίνει στο σκληρό δίσκο, ή να την κατεβάσουν πλήρως και στη συνέχεια να αναπαραχθεί. Συνήθως προτείνεται η δεύτερη επιλογή σε χρήστες με πιο αργές συνδέσεις. Σύμφωνα με την εταιρία, αν οι χρήστες θέλουν άμεση, απρόσκοπτη αναπαραγωγή θα πρέπει η υφιστάμενη σύνδεσή τους να είναι ανάλογα γρήγορη. Πιο συγκεκριμένα, για ανάλυση 480p προτείνεται σύνδεση με ταχύτητα 1Mbps, για ανάλυση 720p προτείνεται σύνδεση με ταχύτητα 2,25Mbps και για ταινίες HDX προτείνεται σύνδεση με ταχύτητα 4,5Mbps [VUDU6]. Όλες οι ταινίες γίνονται αυτόματα upscale στην ανάλυση της τηλεόρασης, προσφέροντας ανάλογη βελτίωση στην εμπειρία χρήσης.

Στις συσκευές που το υποστηρίζουν είναι διαθέσιμες και μικρές, βασισμένες στο Internet, εφαρμογές. Για παράδειγμα εφαρμογές που προσφέρουν πρόσβαση στο περιεχόμενο ιστοσελίδων όπως το YouTube και το Flickr ή μικρά παιχνίδια [VUDU11]. Αξίζει να αναφερθεί πως σε αντίθεση με το HULU, το VUDU προσφέρει υπηρεσία γονικού ελέγχου, η οποία επιτρέπει τη προβολή μόνο περιεχομένου που πληροί καθορισμένα από τον ιδιοκτήτη κριτήρια. Τέλος, σημαντικό προτέρημα του VUDU σε σχέση με τον ανταγωνισμό είναι πως μπορεί να λειτουργήσει χωρίς τη ανάγκη υπολογιστή ή κάποιας υποδομής για συμβατική τηλεόραση.

Ο διαμοιρασμός περιεχομένου γίνεται μέσω ενός ιδιωτικού, κρυπτογραφημένου πρωτοκόλλου peer to peer. Λόγω της ιδιωτικής φύσης του δεν υπάρχουν πολλές πληροφορίες διαθέσιμες σχετικά με τη λειτουργία του. Σύμφωνα με την εταιρία το χρησιμοποιούμενο πρωτόκολλο δεν βασίζεται ή στηρίζεται στο πρωτόκολλο BitTorrent και η μοναδική κίνηση που παράγει σχετίζεται με τον ασφαλή διαμοιρασμό πολυμεσικού ή σχετικού με αυτό περιεχομένου [VUDU7]. Όταν ένας χρήστης ενεργοποιεί την υπηρεσία, καλείται να επιλέξει το εύρος ζώνης που θα δεσμεύει από την υφιστάμενη σύνδεση στο Internet. Ανάλογα με το διαθέσιμο εύρος ζώνης είναι εφικτή ή όχι η άμεση αναπαραγωγή της επιλεγμένης ταινίας στην επιλεγμένη ανάλυση. Πάντως σε κάθε περίπτωση προτείνεται σύνδεση μεγαλύτερη του 1Mbps. Σύμφωνα με μαρτυρίες χρηστών, αν ο χρήστης διαθέτει το ανάλογο εύρος ζώνης η αναπαραγωγή της ταινίας ξεκινά μερικά δευτερόλεπτα μετά την επιλογή της και συνεχίζει απρόσκοπτα, ανεξαρτήτως της ζήτησης που έχει από άλλους χρήστες. Μάλιστα συχνά το περιεχόμενο κατεβαίνει αρκετά πιο γρήγορα από την αναπαραγωγή με αποτέλεσμα λίγο αφοτου έχει ξεκινήσει η αναπαραγωγή και έχει κατέβει σημαντικό τμήμα της ταινίας να είναι δυνατή η επιλογή για fast forward [VUDU2]. Ανάλογα με το πόσο δημοφιλές είναι το περιεχόμενο, ο χρήστης συνδέεται με άλλους χρήστες και εξυπηρετητές της εταιρίας. Αυτή η στρατηγική συνεπάγεται με χρήση της σύνδεσης των χρηστών ακόμη και όταν οι ίδιοι δεν χρησιμοποιούν την υπηρεσία. Αν και η εταιρία ενημερώνει τους χρήστες για αυτό το γεγονός, δεν τους παρέχει αποζημίωση. Θεωρητικά, η χρησιμοποίηση της σύνδεσης των χρηστών περιορίζεται στο ελάχιστο δυνατό και έχει τη χαμηλότερη προτεραιότητα σε σχέση με τις υπόλοιπες διεργασίες που χρησιμοποιούν τη σύνδεση, όταν ο χρήστης δεν χρησιμοποιεί την υπηρεσία. Ενώ όταν γίνεται χρήση της, η σχετική κίνηση λαμβάνει την πρώτη προτεραιότητα [VUDU4]. Λέγεται πως οι περισσότερο δημοφιλείς ταινίες αποθηκεύονται σε όλη την έκταση του δικτύου, χρησιμοποιώντας ένα σύστημα πρόβλεψης, προκειμένου να επιταχυνθεί η διανομή.

4.3 Netflix

Η Netflix²⁶ είναι μια Αμερικάνικη εταιρία που δραστηριοποιείται κυρίως στον τομέα της ενοικίασης και πώλησης ταινιών. Η κύρια υπηρεσία της είναι η αποστολή δίσκων DVD και Blu-ray με ταινίες μέσω ταχυδρομείου στους συνδρομητές της. Σε κάποιες επιλεγμένες ταινίες δίνεται τη δυνατότητα “άμεσης προβολής”, δηλαδή της αποστολής της ταινίας μέσω stream πάνω από το Internet, στα πρότυπα του Video on Demand. Οι συνδρομητές της Netflix πληρώνουν ένα πάγιο τέλος κάθε μήνα, το ύψος του οποίου εξαρτάται από την επιλογή πακέτου στην ταχυδρομική υπηρεσία. Αυτή τη στιγμή, προσφέρονται απεριόριστες ώρες προβολής Video on Demand, το οποίο μπορεί να αναπαραχθεί σε ποικιλία συσκευών, ανεξάρτητα από το πακέτο που έχει επιλέξει ο συνδρομητής. Μοναδική εξαίρεση αποτελεί το εισαγωγικό πακέτο, όπου οι συνδρομητές έχουν τη δυνατότητα να κατεβάσουν μέχρι 120 λεπτά το μήνα και να τα αναπαραγάγουν αποκλειστικά σε υπολογιστές [NETFL1].

Οι συσκευές που μπορούν να αναπαραγάγουν το Video on Demand είναι υπολογιστές (Windows ή Macintosh ενώ δεν υπάρχει επίσημη υποστήριξη για Linux), οι παιχνιδιομηχανές Playstation 3, Xbox 360 και Wii (απαιτείται η εγκατάσταση δωρεάν εφαρμογής), συμβατές συσκευές αναπαραγωγής πολυμέσων (Blu-ray disk player, set-top boxes), συμβατές τηλεοράσεις και φορητές συσκευές της Apple (απαιτείται η εγκατάσταση δωρεάν εφαρμογής) [NETFL1]. Τα Video κωδικοποιούνται σύμφωνα με το πρότυπο VC-1, ενώ για να αναπαραχθούν σε υπολογιστή πρέπει να είναι εγκατεστημένο το λογισμικό Silverlight της Microsoft. Το bitrate κυμαίνεται μεταξύ 2600 kbps και 3800kbps. Αυτό το σχετικά χαμηλό bitrate, επιτρέπει σε χρήστες με αργές συνδέσεις να έχουν αξιόλογη εμπειρία χρήσης σε πραγματικό χρόνο (δηλαδή χωρίς να υπάρχει η ανάγκη να κατέβει η ταινία ώστε να την αναπαραγάγουν). Ένα μειονέκτημα που εισάγει αυτή η στρατηγική είναι πως το σύνολο του περιεχομένου προβάλλεται το πολύ σε 30 καρέ ανά δευτερόλεπτο. Δηλαδή οι συνηθισμένες ταινίες που έχουν γυριστεί στα 24 καρέ ανά δευτερόλεπτο προβάλλονται κανονικά, αλλά κάποιες ταινίες που είναι γυρισμένες στα 60 καρέ ανά δευτερόλεπτο, προβάλλονται στα 30 με την αντίστοιχη υποβάθμιση στην εμπειρία χρήστη [NETFL2]. Αν συγκριθεί η ποιότητα του προσφερόμενου περιεχομένου από τη Netflix με τη ποιότητα του προνομιακού περιεχομένου HDX από τη Vudu, το HDX υπερτερεί κατά πολύ, αλλά απαιτεί σημαντικά περισσότερο εύρος ζώνης, γεγονός που καθιστά την προβολή του σε πραγματικό χρόνο σχεδόν ανέφικτη για το μέσο χρήστη [NETFL2]. Η αναπαραγωγή του περιεχομένου ξεκινά μερικά δευτερόλεπτα μετά την επιλογή του (δεδομένου πως ο χρήστης έχει αντίστοιχα γρήγορη σύνδεση στο Internet) και δεν υπάρχουν διαφημίσεις. Η προσφερόμενη ποιότητα υπερβαίνει την ποιότητα του DVD και οι χρήστες είναι σε θέση να κάνουν παύση, να γυρίσουν πίσω και να προχωρήσουν γρήγορα την ταινία.

Μια από τις σημαντικότερες καινοτομίες που προσφέρει το Netflix, είναι το πολύ αποδοτικό σύστημα πρότασης ταινιών. Ο χρησιμοποιούμενος αλγόριθμος είναι ένα σύστημα συνεργατικού φιλτραρίσματος (collaborative filtering system) με την ονομασία CineMatch. Το CineMatch είναι μια βάση δεδομένων που χρησιμοποιεί πληροφορίες από τρεις πηγές για να αποφασίσει ποιες ταινίες είναι πιθανό να αρέσουν στους χρήστες:

- Οι ίδιες οι ταινίες, οι οποίες οργανώνονται σε ομάδες κοινών ταινιών.
- Οι βαθμολογίες που έχει δώσει ο χρήστης σε προηγούμενες ταινίες. Η βαθμολογία μπορεί να είναι από ένα (χειρότερη) έως πέντε (καλλίτερη)

²⁶ <http://www.netflix.com>

αστέρια. Οι ταινίες που έχει ήδη δει, αλλά και οι ταινίες που έχει εκφράσει επιθυμία να δει.

- Οι συνδυασμένες βαθμολογίες όλων των χρηστών της υπηρεσίας [NETFL4].

Στη συνέχεια συνδυάζει αυτές τις πληροφορίες μεταξύ τους, αλλά και με τις προτιμήσεις που έχει δηλώσει ο χρήστης πως έχει ως προς το είδος των ταινιών που του αρέσουν, με σκοπό να βρει παρόμοιες ταινίες με τις ταινίες που άρεσαν στο χρήστη στο παρελθόν. Είναι σημαντικό πως η βάση είναι σχεδιασμένη να βρίσκει ταινίες που ταιριάζουν μεταξύ τους, αντί να δημιουργεί αντιστοιχίες μεταξύ χρηστών και ταινιών. Έχει γίνει αυτή η επιλογή, γιατί υπάρχουν στη βάση δεδομένων πολύ λιγότερες ταινίες από 'τι χρήστες. Οι συστάσεις είναι διαθέσιμες στους χρήστες μέσα από τη σχετική σελίδα του προφίλ τους. Σύμφωνα με την εταιρία, οι προβλέψεις έχουν ακρίβεια μισού αστεριού στο 75% των περιπτώσεων και οι μισοί από τους χρήστες που παρακολουθούν προτεινόμενα προγράμματα, τα βαθμολογούν με πέντε αστέρια [NETFL4]. Αυτό το σύστημα προτεινόμενων ταινιών έχει αλλάξει ως ένα βαθμό τις προτιμήσεις των χρηστών. Έχει δώσει σε ανεξάρτητες παραγωγές την ευκαιρία να διαφημιστούν σε μεγαλύτερο κοινό, ακόμα και αν δεν είχαν ιδιαίτερη απήχηση στο σινεμά [NETFL3].

Στο παρελθόν ήταν διαθέσιμη μια υπηρεσία που παρείχε στους χρήστες υπηρεσίες κοινωνικής δικτύωσης. Οι χρήστες είχαν πρόσβαση σε μια σελίδα, όπου τους παρείχε πληροφορίες για τις κινήσεις των φίλων τους. Εκεί ήταν σε θέση να ενημερωθούν για τις ταινίες που έχουν δει ή σκοπεύουν να δουν οι φίλοι τους, τις βαθμολογίες που έχουν καταθέσει, αλλά και να στείλουν στους φίλους τους προτάσεις για ταινίες. Επιπλέον μπορούσαν να γράψουν κριτικές ταινιών, τις οποίες μπορούσαν να διαβάσουν όλοι οι χρήστες. Πρόσφατα όμως η υπηρεσία διακόπηκε, αν και οι χρήστες μπορούν ακόμη να γράψουν κριτικές [NETFL5].

Αξίζει να σημειωθεί, πως αν και η Netflix παρέχει τη περισσότερο πλούσια συλλογή ταινιών, αυτή είναι διαθέσιμη στο σύνολό της μόνο στην ταχυδρομική υπηρεσία και μόνο ένας μικρός αριθμός τίτλων είναι διαθέσιμος για προβολή μέσω Internet [NETFL7]. Επιπλέον, το σύνολο των υπηρεσιών είναι διαθέσιμο αποκλειστικά στις Ηνωμένες πολιτείες και κάποιες από αυτές, όπως το Video on Demand, είναι διαθέσιμες και στον Καναδά [NETFL6].

4.4 Myspace

Το Myspace²⁷ είναι μια ιστοσελίδα κοινωνικής δικτύωσης που επικεντρώνεται στην προβολή νέων και ενδιαφερόντων προϊόντων που σχετίζονται με μουσική, ταινίες, τηλεόραση, παιχνίδια αλλά και ανθρώπων που “δημιουργούν, βρίσκουν και μοιράζονται” [MYSP1]. Το Myspace ξεκίνησε ως μια γενική ιστοσελίδα κοινωνικής δικτύωσης με ελαφρό προσανατολισμό στη προβολή νέων αλλά και καταξιωμένων μουσικών. Όμως, από τις 27 Οκτωβρίου 2010 έχει αλλάξει ριζικά προσανατολισμό. Πλέον προσανατολίζεται αποκλειστικά στην προβολή καλλιτεχνών, ενώ σταδιακά απομακρύνονται υπηρεσίες κοινωνικής δικτύωσης που δεν σχετίζονται με αυτό το σκοπό. Παρόλα αυτά δίνεται η δυνατότητα στους χρήστες να συγχρονίσουν τον λογαριασμό που έχουν δημιουργήσει στο Myspace, με τους λογαριασμούς τους στο Facebook και Twitter (ιστοσελίδες που επικεντρώνονται στην κοινωνική δικτύωση) [MYSP5].

²⁷ <http://www.myspace.com/>

Η εγγραφή στην ιστοσελίδα είναι δωρεάν και ελεύθερη στον οποιονδήποτε. Κατά τη δημιουργία λογαριασμού, ο νέος χρήστης καθορίζει τη χρήση για την οποία προορίζεται. Για παράδειγμα αν είναι απλός χρήστης δηλώνεται ο λογαριασμός ως προσωπικός, ενώ αν προορίζεται για την προώθηση κάποιου καλλιτέχνη δηλώνεται ο τομέας στο οποίο δραστηριοποιείται. Σε όλα τα είδη λογαριασμών προτρέπεται να χρησιμοποιηθούν πραγματικά στοιχεία. Στη συνέχεια δηλώνεται η γεωγραφική περιοχή του χρήστη και ρωτάται αν επιθυμεί να εισάγει επαφές από άλλα κοινωνικά δίκτυα ή λογαριασμούς ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Στο επόμενο βήμα παρουσιάζονται στον χρήστη διάφορες προτάσεις για μεμονωμένα άτομα με τα οποία μπορεί να γίνει “φίλος” ή καλλιτεχνικές δραστηριότητες που ίσως να ήθελε να “ακολουθήσει”. Αφού γίνει η επιλογή μεταφέρεται στη σελίδα του προφίλ του, όπου του παρουσιάζονται νέα σχετικά με το τι συμβαίνει στην περιοχή του και τα άτομα ή δραστηριότητες που ακολουθεί. Οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να προσθέτουν ή αφαιρούν άτομα και δραστηριότητες [MYSP1].

Οι υπηρεσίες κοινωνικής δικτύωσης αν και αποτελούν μεγάλο μέρος των παροχών προς τους χρήστες δεν έχουν κυρίαρχο, αλλά επικουρικό ρόλο. Ο χρήστης είναι σε θέση να συνδεθεί με φίλους, να εκφράσει ανοιχτά τις προτιμήσεις του (ιδιαίτερα στους τομείς τους οποίους προβάλλει το Myspace) και να ανεβάσει φωτογραφίες και Video, αλλά δεν του παρέχονται επιλογές που υπάρχουν σε άλλες ιστοσελίδες που επικεντρώνονται αποκλειστικά στην κοινωνική δικτύωση [MYSP1]. Για παράδειγμα δεν ενθαρρύνεται να εκφράσει τα θρησκευτικά του πιστεύω ή να μοιραστεί προσωπικές πληροφορίες, όπως το αν καπνίζει ή βρίσκεται σε σχέση, αλλά ενθαρρύνεται να μοιραστεί πληροφορίες σχετικά με τη μουσική που του αρέσει ή τις τηλεοπτικές εκπομπές που παρακολουθεί. Υπάρχει μάλιστα η δυνατότητα ενσωμάτωσης player, ο οποίος αναπαράγει επιλεγμένη από τον χρήστη μουσική, όταν κάποιος τρίτος επισκέπτεται την σελίδα του προφίλ του. Επιπλέον, είναι δυνατή η ενσωμάτωση εμπορικών Video που προσφέρονται από άλλες υπηρεσίες όπως το HULU [MYSP6].

Το προφίλ του χρήστη ενημερώνεται δυναμικά με οτιδήποτε καινούριο μπορεί να τον ενδιαφέρει με βάση τις προτιμήσεις που έχει δηλώσει. Η υπηρεσία αυτή ονομάζεται “Live notifications” και προβάλλει στην πάνω δεξιά γωνία της οθόνης μικρά μηνύματα που ενημερώνουν τον χρήστη σχετικά με τη δραστηριότητα των ατόμων και δραστηριοτήτων που ακολουθεί. Πέρα από τη κεντρική σελίδα που προβάλλονται γενικά νέα σχετικά με το τι συμβαίνει στο δίκτυό του, υπάρχουν και εξειδικευμένες σελίδες που παρουσιάζουν τα νέα από μια μόνο κατηγορία (μουσική, παιχνίδια, κλπ.). Σε αυτές τις εξειδικευμένες σελίδες προβάλλονται νέα σχετικά με τη δραστηριότητα των φίλων του χρήστη και των καλλιτεχνών πάνω σε αυτόν τον τομέα, αλλά και γενικά νέα που υπάγονται σε αυτή τη κατηγορία. Για παράδειγμα στην σελίδα της μουσικής αναφέρονται τα νέα των καλλιτεχνών που ακολουθεί ο χρήστης (νέες κυκλοφορίες, νέες ημερομηνίες συναυλιών, σύνδεσμοι για νέα Video), ποιους καλλιτέχνες αποφάσισαν πρόσφατα να ακολουθήσουν οι φίλοι του ή σε ποιες συναυλίες έχουν δηλώσει ότι θα πάνε, ποια τραγούδια άκουσαν πρόσφατα μέσω του ενσωματωμένου player, μουσικά νέα που σχετίζονται με τη γεωγραφική περιοχή του χρήστη και γενικά μουσικά νέα, όπως τι είναι δημοφιλές αυτή τη στιγμή, chart, νέες κυκλοφορίες μεγάλων καλλιτεχνών κλπ. Μέσω αυτής της στρατηγικής επιβραβεύονται οι χρήστες που συμμετέχουν ενεργά στην κοινότητα (βρίσκουν νέους καλλιτέχνες, ακούνε συνέχεια μουσική από τον ενσωματωμένο player, κλπ.), καθώς προβάλλονται και οι ίδιοι [MYSP1].

Επιπλέον, υπάρχουν θεματικές σελίδες που προβάλλουν ένα συγκεκριμένο γεγονός, μέσα από τις οποίες οι χρήστες έχουν πρόσβαση σε σχετικό περιεχόμενο

(Video, φωτογραφίες, νέα). Μέσα από αυτές τις σελίδες ο χρήστης μπορεί να δικτυωθεί με άτομα παρομοίου ενδιαφέροντος, των οποίων τα νέα στη συνέχεια θα εμφανίζονται στη κεντρική του σελίδα, με αποτέλεσμα την ροή ακόμη περισσότερων πληροφοριών σχετικών με το γεγονός. Σε αυτές τις σελίδες ο χρήστης μπορεί να συμμετέχει δυναμικά, ανεβάζοντας σχόλια και φωτογραφίες. Η ιστοσελίδα κρατάει αρχείο με τις παλαιότερες αναζητήσεις των μελών του. Με βάση αυτές, τις ομάδες τις οποίες συμμετέχει και τις προτιμήσεις που έχει δηλώσει, του προτείνεται νέο περιεχόμενο στους τομείς της μουσικής, των Video και των παιχνιδιών. Το προτεινόμενο περιεχόμενο προβάλλεται σε ένα ειδικό πλαίσιο, το οποίο είναι παρόν σε όλες σχεδόν τις σελίδες του Myspace. Ανάλογα με το θέμα της σελίδας προτείνεται και το ανάλογο περιεχόμενο. Είναι επίσης παρόν σε όλες τις σελίδες πλαίσια τα οποία προβάλλουν διαφημίσεις σχετικές με το περιεχόμενο της σελίδας και τις προτιμήσεις των χρηστών.

Το πρόγραμμα το οποίο έχει αναπτύξει και χρησιμοποιεί το Myspace για την αναζήτηση του προτεινόμενου περιεχομένου για κάθε χρήστη (recommendations engine) λέγεται Qizmt [MYSP2]. Το Qizmt είναι πλέον λογισμικό ανοιχτού κώδικα και σύμφωνα με την εταιρεία έχει εφάμιλλες επιδόσεις με το λογισμικό που χρησιμοποιείται σε άλλες ιστοσελίδες κοινωνικής δικτύωσης [MYSP3]. Είναι σχεδιασμένο να κάνει παράλληλη επεξεργασία δεδομένων χρησιμοποιώντας ένα σύμπλεγμα από εξυπηρετητές που τρέχουν λειτουργικό σύστημα windows server. Τα εκατομμύρια των χρηστών του Myspace καταναλώνουν και παράγουν, Video, μουσική και γενικά περιεχόμενο κάθε λεπτό, το οποίο συνεπάγεται τη δημιουργία ενός πολύ μεγάλου συνόλου από νέα δεδομένα. Το Qizmt είναι σε θέση να επεξεργαστεί δεδομένα που δημιουργούνται από τους χρήστες (ενεργά δεδομένα) και δεδομένα που δημιουργούνται από το σύστημα ανάλυσης της ιστοσελίδας (παθητικά δεδομένα) και να τα μετασχηματίζει σε αρκετά εύστοχες προτάσεις σε σχεδόν πραγματικό χρόνο [MYSP4]. Αυτό επιτρέπει την ανακάλυψη νέων ψυχαγωγικών εμπειριών στους τομείς της μουσικής, του Video, των φίλων και άλλων.

Τα έσοδα του Myspace προέρχονται αποκλειστικά από διαφημίσεις, καθώς το «μοντέλο χρήστη» που διαθέτει δεν περιλαμβάνει παροχές επί πληρωμή για τον τελικό χρήστη [MYSP7]. Μέσω της ιστοσελίδας του και δικτύων που σχετίζονται με διαφημίσεις, το Myspace είναι σε θέση να συλλέγει δεδομένα σχετικά με τους χρήστες του και τα ενδιαφέροντά τους, με αποτέλεσμα να προβάλλει στοχευμένες διαφημίσεις. Η μοναδική ιστοσελίδα που έχει δυνατότητα να συλλέξει περισσότερα δεδομένα σχετικά με τους χρήστες της σε σχέση με το Myspace είναι η Yahoo [MYSP8].

4.5 The Hype Machine

Το Hype Machine²⁸ είναι μια ιστοσελίδα που προωθεί μουσική για την οποία γίνεται αναφορά σε Blog. Η συντακτική ομάδα έχει επιλέξει μια ομάδα από Blog που είναι αφιερωμένα στη μουσική και προβάλλει περιλήψεις από τις δημοσιεύσεις τους στην ιστοσελίδα του Hype Machine. Έχει γίνει μέριμνα ώστε τα επιλεγμένα Blog να είναι όσο το δυνατόν περισσότερο ποικιλόμορφα. Αν η δημοσίευση ενός Blog περιέχει συνδέσμους σε αρχεία mp3, η ιστοσελίδα τους προσθέτει στη βάση δεδομένων της και τους παρουσιάζει στη πρώτη σελίδα [HYPEM4]. Δίπλα σε κάθε δημοσίευση υπάρχει ένα κουμπί αναπαραγωγής του κομματιού για το οποίο γίνεται

²⁸ <http://hypem.com/#/>

λόγος, αλλά και σύνδεσμοι για την ψηφιακή αγορά τους. Οι χρήστες μπορούν να κάνουν αναζήτηση κομματιών ή καλλιτεχνών μέσω μιας μπάρας αναζήτησης που είναι παρούσα σε κάθε σελίδα. Η περιήγηση στο προσφερόμενο περιεχόμενο είναι δυνατό να γίνει με βάση διάφορα κριτήρια. Οι διαθέσιμες επιλογές είναι η προβολή των πιο πρόσφατων δημοσιεύσεων που έχουν αναρτηθεί στα συνεργαζόμενα Blog, η προβολή των πιο δημοφιλών καλλιτεχνών, αναζητήσεων και δημοσιεύσεων στην ιστοσελίδα (με βάση τον αριθμό των επισκέψεων και των εισαγωγών τους στα αγαπημένα των χρηστών), η προβολή των πιο δημοφιλών δημοσιεύσεων στο Twitter, μια ραδιοφωνική εκπομπή που μεταδίδει ασταμάτητα τραγούδια από δημοσιεύσεις της προηγούμενης εβδομάδας, η προβολή των προφίλ άλλων μελών, η προβολή του προφίλ του χρήστη και τέλος η προβολή των περισσότερο δημοφιλών καλλιτεχνών, δίσκων και κομματιών του προηγούμενου έτους [HYPEM2].

Ειδικά, η προβολή των πιο δημοφιλών δημοσιεύσεων στο Twitter γίνεται σύμφωνα με τους δημιουργούς της ιστοσελίδας με ένα μοναδικό τρόπο, ο οποίος προσφέρει τη μέγιστη δυνατή αντικειμενικότητα. Η ιστοσελίδα παρακολουθεί το Twitter με σκοπό να ανακαλύψει δημοσιεύσεις με συνδέσμους που οδηγούν σε κομμάτια τα οποία βρίσκονται στο Hype Machine. Στη συνέχεια δίνεται σε κάθε μια δημοσίευση ένας αριθμός βαθμών, ο οποίος βασίζεται στον πλήθος των ατόμων που ακολουθούν τον συγγραφέα της (και στην αναλογία φίλων και ατόμων που τον ακολουθούν). Στη συνέχεια προσθέτει όλους τους βαθμούς που συγκεντρώνει ένα κομμάτι και ανάλογα δημιουργείται η λίστα. Με αυτό τον τρόπο δίνεται περισσότερη βαρύτητα στις συστάσεις ατόμων με μεγάλη επιρροή, όπως άλλωστε συμβαίνει και στην πραγματικότητα [HYPEM3].

Οι λίστες με τα κορυφαία τραγούδια, καλλιτέχνες και δίσκους της προηγούμενης χρονιάς διαμορφώνεται ως εξής. Οι κορυφαίοι καλλιτέχνες καθορίζονται με βάση το πόσο συχνά τα Blog από το οποία αντλεί περιεχόμενο το Hype Machine, δημοσίευαν τα τραγούδια τους. Οι κορυφαίοι δίσκοι καθορίζονται με βάση την λίστα με τους δέκα κορυφαίους δίσκους που έχουν δημοσιεύσει 550 Blogger στα Blog τους. Τα κορυφαία τραγούδια καθορίζονται με βάση τα ποια τραγούδια επέλεξαν οι χρήστες ως αγαπημένα [HYPEM1].

Μια επιπλέον παροχή είναι η απροβλημάτιστη διασύνδεση του Hype Machine με τις σελίδες Last.fm και Twitter [HYPEM5]. Σύμφωνα με τον τύπο, ο συνδυασμός αυτών των σελίδων είναι σε θέση να διαδώσει με πολύ μεγάλη ταχύτητα ένα καινούριο καλό τραγούδι από έναν άγνωστο σχετικά καλλιτέχνη.

Οι χρήστες μπορούν να εισάγουν ένα τραγούδι, μια αναζήτηση, έναν άλλο χρήστη ή ένα Blog στα αγαπημένα τους. Στη συνέχεια τα αγαπημένα τραγούδια και η δραστηριότητα των άλλων επιλεγμένων χρηστών και Blog θα εμφανίζονται στο προφίλ του. Επιπλέον στο προφίλ εμφανίζονται τα τραγούδια που άκουσε πρόσφατα και μια ειδική κατηγορία με τα τραγούδια που ακούει ιδιαίτερα συχνά. Οι ίδιες κατηγορίες προεκτείνονται και στις συνήθειες των φίλων αυτού του χρήστη. Αυτό επιτρέπει το χρήστη να έχει άμεση πρόσβαση σε μια προσωποποιημένη σελίδα, αλλά ταυτόχρονα επιτρέπει σε τρίτους χρήστες να παρακολουθούν τη δραστηριότητά του.

Σε όλες τις σελίδες παρουσιάζονται πληροφορίες που μπορεί να ενδιαφέρουν τον χρήστη με βάση το περιεχόμενο της σελίδας. Για παράδειγμα στο προφίλ του χρήστη εμφανίζονται σύνδεσμοι για προφίλ χρηστών που βρίσκονται στην ίδια γεωγραφική περιοχή. Ο εντοπισμός της περιοχής γίνεται είτε μέσω της τοποθεσίας που είναι δηλωμένη στο προφίλ του, είτε μέσω γεωεντοπισμού της διεύθυνσης IP του. Σε μια δημοσίευση σχετική με ένα κομμάτι εμφανίζεται μια λίστα με προγραμματισμένες συναυλίες του καλλιτέχνη. Στη κεντρική σελίδα εμφανίζονται

δημοφιλείς σε αναζητήσεις λέξεις-κλειδιά. Στη σελίδα του Twitter εμφανίζονται τα άτομα που συνεισέφεραν περισσότερο στη δημιουργία της λίστας που εμφανίζεται.

Η χρήση της ιστοσελίδας είναι δωρεάν προς όλους, χωρίς καμία υποχρέωση από τη μεριά του χρήστη. Τα έσοδα πηγάζουν εν μέρει από τις διαφημίσεις που είναι παρούσες σε όλες τις σελίδες και κυρίως από μια μικρή προμήθεια που λαμβάνει το Hype Machine για κάθε τραγούδι που αγοράζεται μέσω αυτού [HYPERM6].

4.6 Σύγκριση των εμπορικών εφαρμογών

Σε αυτό το τμήμα της διπλωματικής εργασίας παρατίθεται ένας πίνακας στον οποίο επιχειρείται μια σύγκριση των εμπορικών εφαρμογών που παρουσιάστηκαν σε αυτό το κεφάλαιο.

Οι τομείς που λήφθηκαν υπόψη κατά τη σύγκριση είναι:

- **κύρια παρεχόμενη υπηρεσία.** Στην ουσία πρόκειται για τον λόγο που κάποιος χρήστης χρησιμοποιεί αυτή την εφαρμογή. Είναι αρκετά πιθανό να προσφέρονται και άλλες υπηρεσίες από κάποια υλοποίηση, αλλά συνήθως αυτές υπάρχουν για να υποστηρίξουν την κύρια υπηρεσία και για αυτό δεν αναφέρονται.
- **κόστος χρήσης.** Παρατίθεται το κόστος χρήσης καθώς είναι μια από τις σημαντικές παραμέτρους που καθορίζουν την απήχηση που έχει κάποια υλοποίηση στους καταναλωτές.
- **ποιότητα παρεχόμενου πολυμεσικού περιεχομένου (ανάλυση-κωδικοποίηση).** Η ποιότητα που απολαμβάνει ο χρήστης είναι ένα από τα κύρια ζητούμενα από τους καταναλωτές. Είναι σημαντικό να έχει γίνει σωστή επιλογή κωδικοποίησης, καθώς σε αντίθετη περίπτωση μπορεί να είναι προβληματική η αναπαραγωγή του περιεχομένου ή να χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό το εύρος ζώνης των καταναλωτών χωρίς οι ίδιοι να απολαμβάνουν μια αντίστοιχη ποιότητα εικόνας.
- **παροχή υπηρεσίας σύστασης περιεχομένου.** Πλέον θεωρείται από τους πιο σημαντικούς παράγοντες για την επιτυχία μιας πλατφόρμας που προωθεί ή «πουλά» πολυμεσικό περιεχόμενο η παροχή μιας αξιοπρεπούς υπηρεσίας σύστασης περιεχομένου. Αν αυτή η υπηρεσία είναι αρκετά καλή, είναι σε θέση να κάνει τους χρήστες να χρησιμοποιούν για περισσότερο χρόνο και πιο συχνά την υπηρεσία, καθώς πάντα θα βρίσκουν περιεχόμενο που ταιριάζει στα ενδιαφέροντά τους. Επιπλέον, αν η πλατφόρμα παράγει κέρδος μέσω πωλήσεων, αυτή η υπηρεσία βελτιώνει κατά πολύ τα έσοδα, αφού είναι αρκετά πιθανό οι χρήστες να έρθουν σε επαφή με μια πρόταση που τους ενδιαφέρει αρκετά για να την αγοράσουν.
- **Διαθεσιμότητα.** Εδώ αναφέρονται σε ποιες χώρες είναι διαθέσιμες οι πλατφόρμες. Αν και είναι τεχνικά εφικτή η παροχή των υπηρεσιών που προσφέρουν αυτές οι εμπορικές εφαρμογές σε οποιαδήποτε χώρα, αφού όλες

στηρίζονται στο διαδίκτυο που είναι παγκόσμιο, εμπορικές συμφωνίες περιορίζουν τη διαθεσιμότητά τους σε ορισμένες μόνο περιοχές.

- **Χρήση τεχνολογίας peer to peer.** Η επιλογή της χρήσης τεχνολογίας peer to peer είναι δυνατό να μειώσει σημαντικά το κόστος διανομής περιεχομένου. Απαιτεί όμως τη δημιουργία ειδικού λογισμικού που θα τρέχουν στα τερματικά τους οι χρήστες, καθώς και τη λειτουργία από πλευράς του παρόχου εξειδικευμένου δικτυακού εξοπλισμού. Επιπλέον, όπως έχει αναφερθεί προηγουμένως, σε περίπτωση που δεν γίνει σωστός σχεδιασμός της αρχιτεκτονικής του peer to peer δικτύου που δημιουργείται είναι δυνατό να δημιουργηθούν προβλήματα στα υφιστάμενα δίκτυα και η ποιότητα υπηρεσίας που απολαμβάνουν οι χρήστες να είναι ιδιαίτερα χαμηλή.
- **συμβατές πλατφόρμες.** Όσο μεγαλύτερη ποικιλία συσκευών υποστηρίζει μια πλατφόρμα τόσο πιο προσιτή γίνεται στον μέσο χρήστη, καθώς μπορεί να κάνει χρήση της από το μέσο που τον βολεύει περισσότερο τη κάθε στιγμή.
- **υπηρεσία κοινωνικής δικτύωσης.** Η υπηρεσία κοινωνικής δικτύωσης έχει παρόμοιο αποτέλεσμα με την υπηρεσία σύστασης περιεχομένου. Ο χρήστης έρχεται σε επαφή με περιεχόμενο που αρέσει στους φίλους του και συνεπώς είναι αρκετά πιθανό να αρέσει και στον ίδιο. Επιπλέον, η χρήση της αυξάνει το χρόνο που οι χρήστες ξοδεύουν στην πλατφόρμα.

Εμπορική εφαρμογή	The Hype Machine	Myspace	Netflix	VUDU, INC	HULU
κύρια παρεχόμενη υπηρεσία	συλλογή και προώθηση δημοσιεύσεων από επιλεγμένα μουσικά blog	υπηρεσίες κοινωνικής δικτύωσης προσανατολισμένες σε καλλιτέχνες	παροχή Video on Demand	παροχή Video on Demand	παροχή Video on Demand
κόστος χρήσης	δωρεάν	δωρεάν	μηνιαία συνδρομή	"pay sa you go"- χρέωση ξεχωριστά για κάθε ταινία/επεισόδιο σειράς	βασική υπηρεσία δωρεάν/προνομιακές υπηρεσίες με μηνιαία συνδρομή
ποιότητα παρεχόμενου πολυμεσικού περιεχομένου (ανάλυση-κωδικοποίηση)	mp3	N/A ²⁹	SD VC1AP/ 720p VC1AP	480p MPEG-4 video Dolby Digital Plus audio/ 720p MPEG-4 video Dolby Digital Plus audio/ HDX (1080p) H.264 TruFilm	360p On2 Flash VP6/ 480p H.264/ 720p H.264
παροχή υπηρεσίας σύστασης περιεχομένου	ποικιλία μεθόδων ανάλογα με τη σειρά που βλέπει ο χρήστης	Qizmt	CineMatch	σε επόμενη έκδοση θα προστεθεί αλγόριθμος συστάσεων με βάση το ιστορικό προβολών του χρήστη	αλγόριθμος βασισμένος σε item collaborative filtering
Διαθεσιμότητα	παγκόσμια	παγκόσμια	Αμερική και Καναδάς	Αμερική	Αμερική και Καναδάς
χρήση τεχνολογίας peer to peer	όχι	όχι	όχι	ναι	όχι
συμβατές πλατφόρμες	ηλεκτρονικοί υπολογιστές μέσω φυλλομετρητών	ηλεκτρονικοί υπολογιστές μέσω γέγ τρίτων για πρόσβαση μέσω κινητών τηλεφώνων/ επίσης εφαρμογή για iphone	υπολογιστές (Windows ή Macintosh ενώ δεν υπάρχει επίσημη υποστήριξη για Linux)/ οι παιχνιδιομηχανές Playstation 3, Xbox 360 και Wii (απαιτείται η εγκατάσταση δωρεάν εφαρμογής)/ συμβατές συσκευές αναπαραγωγής πολυμέσων (Blu-ray disk player, set-top boxes)/ συμβατές τηλεοράσεις/ φορητές συσκευές της Apple (απαιτείται η εγκατάσταση δωρεάν εφαρμογής)	VUDU BOX / set-top box/ συμβατές τηλεοράσεις /κάποιος υπολογιστής που διαθέτει το πρόγραμμα BOXEE (MAC ή PC)/ Playstation 3 (μειλωνικά)	ηλεκτρονικοί υπολογιστές μέσω φυλλομετρητών αλλά και αυτόνομου προγράμματος (δωρεάν)/παινιδιομηχανές (συνδρομητικά)/ ορισμένες σύγχρονες τηλεοράσεις (συνδρομητικά) /φορητές συσκευές με λειτουργικό IOS, όπως IPAD (συνδρομητικά)
υπηρεσία κοινωνικής δικτύωσης	ναι	ναι	όχι πλέον	όχι	όχι

Πίνακας 1: Σύγκριση των εμπορικών εφαρμογών

²⁹ Αυτό το πεδίο δεν σχετίζεται άμεσα με τις υπηρεσίες που παρέχει η συγκεκριμένη εφαρμογή

5 Παρουσίαση ερευνητικών προγραμμάτων

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει μια σύντομη επισκόπηση ερευνητικών προγραμμάτων, είτε αυτά έχουν ολοκληρωθεί, είτε βρίσκονται ακόμη σε στάδιο ανάπτυξης.

5.1 Project GAMA

Η διαδικτυακή πύλη GAMA (Gateway to Archives of Media Art)³⁰ είναι το αποτέλεσμα μιας πρωτοβουλίας που ξεκίνησε από μια κοινοπραξία αναγνωρισμένων αρχείων, διανομέων και ιδρυμάτων τέχνης και έρευνας, μαζί με ιδιωτικές επιχειρήσεις με σκοπό να βελτιώσουν τη πρόσβαση σε media art της αντίστοιχης κοινότητας και του ενδιαφερόμενου κοινού. Η έναρξη του εγχειρήματος έγινε τον Μάιο του 2009 και διασυνδέει οκτώ Ευρωπαϊκά αρχεία media art. Ο επισκέπτης της πύλης μπορεί να αναζητήσει και να περιηγηθεί στο σύνολο του περιεχομένου αυτών των αρχείων [GAMA2].

Αυτή τη στιγμή, οι εταίροι συνεργάζονται προκειμένου να υλοποιήσουν τις βέλτιστες πρακτικές λύσεις για αυτό το προκλητικό εγχείρημα, ώστε να δημιουργηθεί μια λειτουργική πλατφόρμα που θα επιτρέψει τη διαλειτουργικότητα των καταναμημένων συλλογών. Ο στόχος τους είναι να επιτύχουν διαλειτουργικότητα, χωρίς να υπάρχει παρέμβαση στις δομές της κάθε μεμονωμένης βάσης δεδομένων. Λαμβάνοντας υπ' όψιν αυτές τις διαφορές στην ιστορία, το περιεχόμενο και τις τεχνικές υποδομές, η πλατφόρμα GAMA ενεργεί ως μεσίτης περιεχομένου, παρέχοντας ευκολία πρόσβασης σε όλες τις συλλογές. Για να επιτευχθεί αυτός ο σκοπός συλλέγονται μεταδεδομένα και περιεχόμενο από όλα τα αρχεία με εναρμονισμένο τρόπο. Η ακεραιότητα των συνδεδεμένων αρχείων επιτυγχάνεται μέσω της μετάφρασης των περιγραφών περιεχομένου κάθε συλλογής σε μια κεντροποιημένη βάση δεδομένων. Επιτρέπεται έτσι, η προβολή των συλλογών με εύχρηστο και τυποποιημένο τρόπο. Θέτοντας ως μηχανισμό εναρμόνισης, τη δημιουργία για κάθε βάση δεδομένων ενός μοναδικού πρσαρμογέα, ολόκληρη η πλατφόρμα είναι εύκολα κλιμακούμενη και προετοιμασμένη για την συμπερίληψη ακόμη περισσότερων αρχείων[GAMA1].

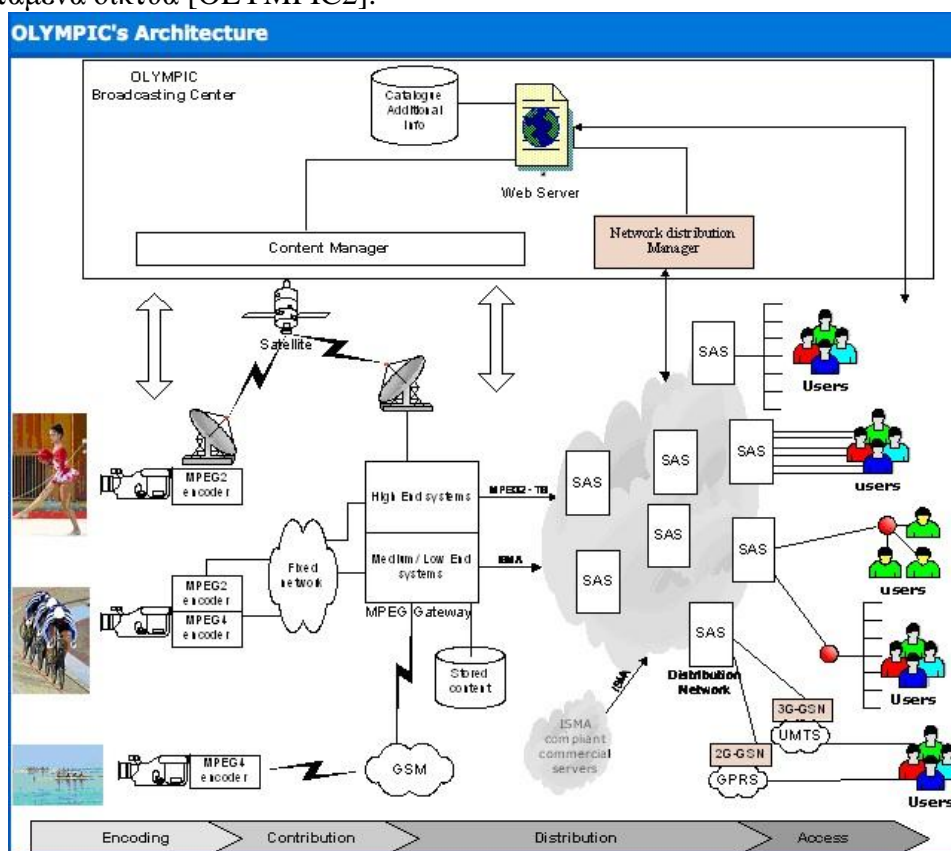
Ο συνδυασμός πόρων και εξειδίκευσης επιτρέπει την κοινοπραξία τη δημιουργία εξειδικευμένων υπηρεσιών, με απώτερο στόχο τη δημιουργία κοινών εγκαταστάσεων για τη διαχείριση αποθετηρίων υλικού εικόνας και βίντεο. Ως τμήμα των στρατηγικών αρχειοθέτησης κάθε πολυμεσικό αρχείο αναλύεται και διακωδικοποιείται σε μορφές αρχείων που βελτιστοποιούν την πρόσβασή του από το διαδίκτυο. Η κοινοπραξία GAMA έχει υλοποιήσει φάρμες εξυπηρετητών οι οποίες είναι σε θέση να διακωδικοποιούν σε δημοφιλή είδη αρχείων όπως το flash video και το υψηλής πιστότητας H.264. Το σύστημα αρχείων της GAMA διατηρεί όλα τα δεδομένα της προεπισκόπησης των πρωτότυπων αρχείων βίντεο πριν της μετατροπής τους καθώς και τις πλήρεις εκδόσεις streaming των πρωτότυπων δεδομένων των αποθετηρίων. Επιπλέον, οι συνδυασμένοι πόροι περιλαμβάνουν υπηρεσίες streaming βασισμένες σε μια ποικιλία από πλατφόρμες όπως το QuickTime και το Real Video, οι οποίες προορίζονται για χρήση από οργανισμούς που δεν έχουν τη διαθέσιμη υποδομή για τη φιλοξενία και το stream πολυμεσικού περιεχομένου [GAMA1].

³⁰ <http://www.gama-gateway.eu/>

5.2 Project Olympic (Olympics Multimedia Personalised for the Internet Community)

Ο κύριος στόχος του Olympic³¹ είναι να καθορίσει, εφαρμόσει και ενσωματώσει από άκρο σε άκρο (end-to-end) διαδικτυακές λύσεις και πολυμεσικές τεχνικές κωδικοποίησης, με σκοπό την υλοποίηση ενός αποκεντρωμένου συστήματος, το οποίο θα είναι σε θέση με αποτελεσματικό τρόπο να συλλέγει, κωδικοποιεί και διανέμει εκατοντάδες εξατομικευμένα stream ήχου και εικόνας από ζωντανές πηγές, διαμέσου του διαδικτύου σε πολλούς παραλήπτες [OLYMPIC1]. Τα ολοκληρωμένα συστήματα και εφαρμογές που προέκυψαν από την ερευνητική δραστηριότητα, επιτρέπουν σε ομάδες ειδικού ενδιαφέροντος οποιουδήποτε μεγέθους να προσδιορίσουν και επιλέξουν προσωπικούς τρόπους προβολής σημαντικών γεγονότων τα οποία δεν είναι διαθέσιμα στα μέσα μαζικής ενημέρωσης [OLYMPIC2].

Για την επίτευξη της πλήρης υλοποίησης του συστήματος, το olympic σχεδιάστηκε με γνώμονα δύο κατευθύνσεις: την ενσωμάτωση ήδη υπάρχουσών τεχνολογιών και την βελτιστοποίηση/ανάπτυξη νέων λύσεων και εφαρμογών για τα δομικά στοιχεία που δεν ήταν ήδη διαθέσιμα, ενώ ταυτόχρονα έγινε εκμετάλλευση παγκοσμίων τάσεων, όπως η διάδοση της διαθεσιμότητας της ευρυζωνικής πρόσβασης των οικιακών χρηστών και των προσπαθειών να ενσωματωθούν στις IP διευθύνσεις δυνατότητες QoS και διανομής περιεχομένου χρησιμοποιώντας υφιστάμενα δίκτυα [OLYMPIC2].



Εικόνα 17: Η αρχιτεκτονική του OLYMPIC (Πηγή: [OLYMPIC3])

³¹ <http://olympic.sema.es/>

Η από άκρο σε άκρο πλατφόρμα αποτελείται από τις ακόλουθες περιοχές.

1) Το δίκτυο κωδικοποίησης, όπου το περιεχόμενο προετοιμάζεται. Ζωντανό περιεχόμενο καταγράφεται και κωδικοποιείται σε κατάλληλες πολυμεσικές διαμορφώσεις (media format) και στέλνεται στους εξυπηρετητές που κάνουν stream το περιεχόμενο στο επόμενο επίπεδο. Το περιεχόμενο μορφοποιείται είτε σε MPEG2 είτε σε MPEG4. Μαζί με το ζωντανό περιεχόμενο που δημιουργείται από τους κωδικοποιητές, περιεχόμενο που προέρχεται εκτός του Olympic μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε αυτή τη περιοχή.

2) Το δίκτυο συνεισφοράς (Contribution Network), στο οποίο περιεχόμενο από την προηγούμενη περιοχή στέλνεται στους media server. Οι media server είναι ικανοί να κάνουν stream περιεχόμενο χρησιμοποιώντας τυποποιημένες μορφοποιήσεις και πρωτόκολλα. Πρέπει να σημειωθεί πως σε ότι αφορά τους media server, δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ του live stream και του προ-καταγεγραμμένου περιεχομένου, ως προς το τμήμα διανομής. Σε αυτή τη περιοχή του συστήματος, τμήματα ή ολόκληρα stream μπορούν να καταγραφούν για μελλοντικό streaming ή για να είναι διαθέσιμα για κατέβασμα.

3) Το δίκτυο διανομής (δίκτυο μετάδοσης) το οποίο βασίζεται στη χρήση εξυπηρετητών πρόσβασης streaming (Streaming Access Server – SAS), δηλαδή δομοστοιχειωτών κόμβων αναμετάδοσης που χρησιμοποιούνται για τον σχηματισμό και τη συντήρηση του υφιστάμενου δικτύου διανομής.

4) Το δίκτυο πρόσβασης και η αναπαραγωγή περιεχομένου, όπου υπάρχουν τα τεμαχικά των χρηστών και εξειδικευμένο λογισμικό που κάνει δυνατή τη πολυμεσική πρόσβαση και παρουσίαση. Η υποδομή που παρουσιάστηκε στοχεύει σε ένα μεγάλο αριθμό εξειδικευμένων ομάδων ακροατηρίου που είναι εφοδιασμένες με διαφορετικά είδη τεμαχικών (ενσύρματα και ασύρματα) και υποστηρίζει ετερογενείς τεχνολογίες πρόσβασης (πχ. ADSL, Ethernet, WLAN, PSTN, ISDN, GPRS, UMTS). Η πρόσβαση στο περιεχόμενο επιτυγχάνεται μέσω της χρήσης εμπορικών εφαρμογών χωρίς την ανάγκη τροποποιήσεων. Πάντως μια βελτιωμένη έκδοση της εφαρμογής-πελάτη περιλαμβάνει μια υλοποίηση “wrapper”, που χρησιμοποιεί μια μονάδα ελέγχου επικάλυψης για την πλήρη εκμετάλλευση των πλεονεκτημάτων της αρχιτεκτονικής επικάλυψης, ως προς τη καλύτερη επιλογή κόμβου αναμετάδοσης.

5) Οι εφαρμογές στηριζόμενες στο WEB (Olympic Broadcasting Center) που χωρίζονται σε τρία κύρια μέρη: τον διαχειριστή περιεχομένου, που είναι υπεύθυνος για τη διαχείριση του διαθέσιμου προς stream περιεχομένου, τον διαχειριστή δικτυακής κατανομής (Network Distribution Manager – NDM), που είναι υπεύθυνος για τη διαχείριση του κατανεμημένου δικτύου (επικεντρώνεται κυρίως στη διαχείριση της αρχιτεκτονικής επικάλυψης) και τον εξυπηρετητή WEB, που χρησιμοποιείται για τη παροχή σημείου πρόσβασης στους χρήστες για την αναζήτηση πληροφοριών σχετικά με το διαθέσιμο περιεχόμενο [OLYMPIC3].

5.3 ISMuS: an Interactive Scalable Multimedia Streaming System

Το ISMuS είναι μια κλιμακούμενη διαδραστική πλατφόρμα streaming πολυμέσων. Η πλατφόρμα είναι σε θέση να παρέχει υπηρεσίες streaming υψηλής ποιότητας, βασισμένες σε stream που έχουν κωδικοποιηθεί με MPEG-4, μέσω της χρήσης τεχνολογίας Scalable Video Coding και μιας αρχιτεκτονικής διανομής πολυμέσων βασισμένη σε τεχνολογία δικτύου επικάλυψης. Οι προσφερόμενες υπηρεσίες στους τελικούς χρήστες είναι το Video on Demand και μια υπηρεσία στα

πρότυπα της ευρυεκπομπής (όπως πχ στη συμβατική τηλεόραση), όπου όλοι οι χρήστες της υπηρεσίας λαμβάνουν το ίδιο stream χωρίς να είναι σε θέση να χρησιμοποιήσουν λειτουργίες παύσης και επανέναρξης [ISMUS].

Ουσιαστικά η πλατφόρμα αποτελείται από τρία μέρη:

1) τον εξυπηρετητή streaming. Είναι σχεδιασμένος ώστε να αναλύει αρχεία και να τα επεξεργάζεται για δύο είδη υπηρεσιών, είτε την On Demand υπηρεσία, είτε την υπηρεσία που προσομοιάζει ευρυεκπομή. Ο εξυπηρετητής streaming αποτελείται από επιμέρους βαθμίδες που αναλαμβάνουν την διαχείριση του προς μετάδοση περιεχομένου, την τροποποίησή του ανάλογα με τις ανάγκες του τερματικού του πελάτη, του είδους του περιεχομένου και τις ιδιαιτερότητες του δικτύου και τη μετάδοσή του περιεχομένου.

2) το τερματικό του πελάτη. Το λογισμικό-πελάτη βασίζεται στον IMI-2D player. Επιπλέον, συλλέγει πληροφορίες σχετικά με τις επιδόσεις του τερματικού, όπως το μέγεθος της οθόνης, η σύνδεση στο δίκτυο και οι επιδόσεις της CPU και τις στέλνει στον εξυπηρετητή streaming για τη προσαρμογή της υπηρεσίας streaming.

3) το δίκτυο επικάλυσης. Η βασική μονάδα του δικτύου επικάλυσης είναι ο κόμβος επικάλυσης. Για την κάλυψη και των δυο προσφερόμενων υπηρεσιών δύο ξεχωριστά είδη κόμβων επικάλυσης χρησιμοποιούνται. Η μονάδα επικάλυσης που υποστηρίζει την υπηρεσία ευρυεκπομπής είναι υπεύθυνη για την αναζήτηση της βέλτιστης διαδρομής του stream προς κάθε κόμβο και για την αναζήτηση πληροφοριών σχετικά με τη κατάσταση του δικτύου, ώστε να γίνει η κατάλληλη προσαρμογή στο stream που μεταδίδεται. Η μονάδα επικάλυσης που υποστηρίζει την υπηρεσία On Demand αναζητά, όπως η προηγούμενη, πληροφορίες σχετικά με τη κατάσταση του δικτύου, ώστε να γίνει η κατάλληλη προσαρμογή στο stream που μεταδίδεται και επιπλέον λαμβάνει το ρόλο του media server, αποστέλλοντας το περιεχόμενο στον πελάτη με τον οποίο είναι συνδεδεμένος. Τέλος υπάρχει μια κεντρική οντότητα διαχείρισης που αναλαμβάνει τη δημιουργία του δένδρου επικάλυσης, δέχεται τη σύνδεση στο δίκτυο νέων κόμβων και επιβλέπει το καταναμημένο δίκτυο [ISMUS].

5.4 Project P2P-Next

Το P2P-Next³² είναι ένα ερευνητικό εγχείρημα που φιλοδοξεί να αποτελέσει μια επαναστατική προέκταση στα ήδη υπάρχοντα συστήματα διαμοιρασμού πολυμέσων και ψυχαγωγίας. Ο απώτερος στόχος είναι να αναπτύχθουν μηχανισμοί, οι οποίοι θα στηρίζονται στα δίκτυα διαμοιρασμού peer to peer, που θα επιτρέπουν την ευρυεκπομή εξειδικευμένου ή μη περιεχομένου με χαμηλό, για τον πάροχο, κόστος αλλά και θα προσφέρουν στους χρήστες εξατομικευμένες υπηρεσίες. Φιλοδοξεί τα δίκτυα που θα δημιουργηθούν να μην προορίζονται αποκλειστικά για διαμοιρασμό, αλλά εισάγει μια ιδέα ενός κατ'απαίτηση (on demand), εξατομικευμένου, κοινωνικού δικτύου. Οι τελικοί χρήστες θα διασυνδέονται μεταξύ τους όχι μόνο για να ανταλλάξουν δεδομένα περιεχομένου, αλλά και για να παρέχουν δεδομένα σχετικά με τις προτιμήσεις τους, δημοφιλές περιεχόμενο κλπ. Ο αρχικός στόχος, είναι οι υπηρεσίες που θα αναπτυχθούν να δρουν επικουρικά σε άλλους μηχανισμούς μετάδοσης περιεχομένου, όπως οι δορυφορικές συνδέσεις, η καλωδιακή τηλεόραση και τα επίγεια δίκτυα. Ο απώτερος στόχος είναι η υπερίσχυση των peer to peer μηχανισμών, ώστε όλες οι υπηρεσίες διαμοιρασμού περιεχομένου στο μέλλον να παρέχονται στο ευρύτερο κοινό πάνω από το διαδίκτυο [NEXT1].

³² <http://www.p2p-next.org>

Η αρχιτεκτονική του συστήματος αναπτύσσεται με επίκεντρο τον χρήστη και φιλοδοξεί να μετατρέψει τα δίκτυα peer to peer από κοινότητες διαμοιρασμού αρχείων, σε κοινότητες διαμοιρασμού περιεχομένου, μέσω της απρόσκοπτης συγχώνευσης του περιεχομένου, των κοινοτήτων, της επικοινωνίας και του εμπορίου. Η τεχνική προσέγγιση περιλαμβάνει όχι μόνο την ανάπτυξη της πλατφόρμας, αλλά και την προσαρμογή της με βάση τις προϋποθέσεις που θέτουν οι ρυθμιστικές αρχές και άλλα νομικά ζητήματα, με σκοπό τη δημιουργία ενός πλήρους επιχειρηματικού μοντέλου [NEXT2].

Το αποτέλεσμα αυτής της έρευνας δεν είναι μια συγκεκριμένη πλατφόρμα. Μέχρι τώρα υπάρχουν αρκετές πλατφόρμες που στηρίζονται στη τεχνολογία που αναπτύχθηκε από το P2P-Next.

Μια πρόταση για τον γενικό σχεδιασμό της πλατφόρμας, είναι η πλατφόρμα να αποτελείται από πέντε κύρια μέρη: τους παραγωγούς, τους καταναλωτές, τον πυρήνα p2p, την υπηρεσία ελέγχου πρόσβασης και την υπηρεσία πληρωμής. Οι παραγωγοί είναι οι εφαρμογές λογισμικού που χρησιμοποιούνται από τους δημιουργούς περιεχομένου προκειμένου να αλληλεπιδράσουν με το σύστημα. Οι καταναλωτές είναι η αντίστοιχη εφαρμογή για τους χρήστες. Το δίκτυο peer to peer είναι ο μηχανισμός μεταφοράς δεδομένων προς τους καταναλωτές. Ο μηχανισμός που χρησιμοποιείται στηρίζεται στο Tribler που είναι μια υλοποίηση του δημοφιλούς πρωτοκόλλου BitTorrent. Η υπηρεσία ελέγχου πρόσβασης είναι ο μηχανισμός που εφαρμόζει τις πολιτικές που έχουν επιβληθεί από τους παραγωγούς, όπως η παροχή πρόσβασης μόνο σε εξουσιοδοτημένους χρήστες. Ο καταναλωτής πρέπει να παράσχει ένα είδος ειδικού συναλλάγματος για να αποκτήσει πρόσβαση στο περιεχόμενο. Τέλος, το υποσύστημα πληρωμής μεταφέρει χρήματα από τον καταναλωτή στον παραγωγό. Ο καταναλωτής, σε ανταπόδοση της πληρωμής λαμβάνει ένα ειδικό συνάλλαγμα (πχ. μια απόδειξη πληρωμής.). Αν απαιτείται είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί κρυπτογράφηση. Αυτό μεταφέρει τους περιορισμούς πρόσβασης από το δίκτυο Peer 2 Peer, στην υπηρεσία ελέγχου πρόσβασης. Η υπηρεσία ελέγχου πρόσβασης επιτρέπει τη πρόσβαση στο κλειδί αποκρυπτογράφησης μόνο σε εξουσιοδοτημένους χρήστες, αν και τα δεδομένα διακινούνται και αποθηκεύονται ελεύθερα [NEXT2].

Μια πιο συγκεκριμένη υλοποίηση είναι το πρόσθετο για φυλλομετρητές Swarmplayer V2.0. Ο σκοπός αυτού του προσθέτου είναι οι επισκέπτες ιστοσελίδων που ανήκουν στη Wikipedia να διαμοιράζουν σε άλλους ενδιαφερομένους το περιεχόμενο βίντεο που κατεβάζουν. Το javascript της Wikipedia μπορεί να ανιχνεύσει αν το πρόσθετο έχει εγκατασταθεί. Αν δεν έχει εγκατασταθεί το βίντεο γίνεται stream από τον κανονικό εξυπηρετητή. Αν είναι εγκατεστημένο, ζητείται ένα αρχείο torrent από έναν αντίστοιχο εξυπηρετητή της wikipedia και στη συνέχεια ξεκινάει η λήψη του βίντεο από το δίκτυο. Έχει γίνει χρήση ενός έξυπνου συστήματος, όπου τα χαμηλής προτεραιότητας bit λαμβάνονται από το δίκτυο, ενώ τα υψηλής προτεραιότητας από εξυπηρετητές μέσω του πρωτοκόλλου HTTP [NEXT3]. Προκειμένου να είναι εγγυημένη η ομαλή αναπαραγωγή των βίντεο έχει ενσωματωθεί ένας μηχανισμός που ανιχνεύει αστοχίες και πραγματοποιεί αν είναι ανάγκη σύνδεση με τον κανονικό εξυπηρετητή βίντεο της Wikipedia [NEXT4]. Αυτή τη στιγμή τα βίντεο της Wikipedia μετατρέπονται έτσι ώστε να είναι δυνατό να μεταδοθούν μέσω του πρωτοκόλλου Bittorrent. Η δημιουργία του δικτύου διαμοιρασμού του κάθε βίντεο στηρίζεται σε μια τεχνολογία που λέγεται autotorrentization. Ο πρώτος χρήστης που θα ζητήσει ένα βίντεο και κάνει χρήση του προσθέτου πυροδοτεί ένα μηχανισμό που δημιουργεί το δίκτυο διαμοιρασμού αυτού

του βίντεο. Κάθε νέος επισκέπτης χρησιμοποιεί αυτό το δίκτυο για να κάνει stream το βίντεο [NEXT4].

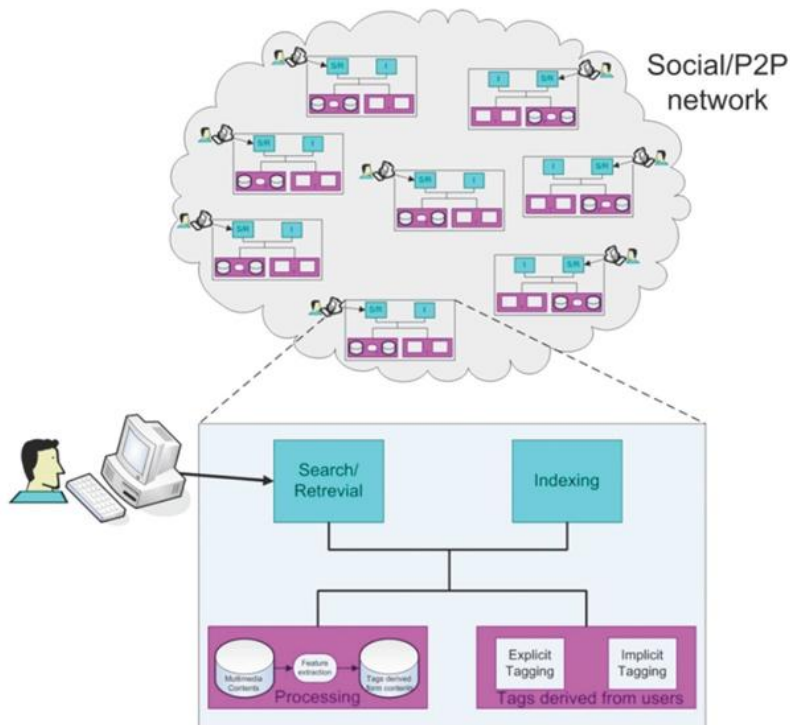
5.5 PetaMedia (Peer-to-Peer Tagged Media)

Το PetaMedia³³ είναι μια κοινή ερευνητική δραστηριότητα, πέντε ερευνητικών ομάδων από τέσσερις Ευρωπαϊκές χώρες. Ο αιώτερος στόχος της είναι η βελτίωση της πρόσβασης των χρηστών στα δικτυακά πολυμέσα. Το PetaMedia καλλιεργεί και προωθεί την έρευνα που βελτιώνει την πρόσβαση των χρηστών σε πολυμέσα, μέσω του συνδυασμού περιεχομένου πολυμέσων, σχολίων που προέρχονται από χρήστες και των δομών των δικτύων peer to peer και των κοινωνικών δικτύων. Επιπλέον, φιλοδοξεί να θέσει τις βάσεις για τη δημιουργία ενός βιώσιμου Ευρωπαϊκού εικονικού κέντρου αριστείας (European virtual centre of excellence), το οποίο θα διασυνδέει ερευνητικές ομάδες με παρόμοια ενδιαφέροντα από όλη την Ευρώπη [PETA1] [PETA2].

Η συλλογική ερευνητική προσπάθεια κατευθύνεται προς την ενοποίηση των υφιστάμενων τεχνολογιών γύρω από την ανάλυση πολυμεσικού περιεχομένου (multimedia content analysis - MCA) και των κοινωνικών και peer to peer δικτύων (social and peer-to-peer networks - SP2P) και προς τον καθορισμό και εκμετάλλευση των δυνατοτήτων και περιορισμών των συνδυασμών τους. Μια ιδιαίτερη επιστημονική πρόκληση είναι ο συνεργατικός συνδυασμός της από κοινού μεταξύ των χρηστών συνεργασίας για τη δημιουργία ετικετών, των δικτύων peer to peer και της ανάλυσης πολυμεσικού περιεχομένου. Οι λύσεις και οι συνεργατικές ερευνητικές δοκιμές σε πραγματικές συνθήκες είναι χτισμένες πάνω στο peer to peer λογισμικό ανοιχτού κώδικα του συντονιστικού εταίρου Tribler [PETA2]. Αυτές οι δοκιμές σε πραγματικές συνθήκες, είναι πειράματα μεγάλης κλίμακας που περιλαμβάνουν πραγματικούς χρήστες, τα οποία στοχεύουν στην αξιολόγηση δύο πτυχών, και συγκεκριμένα:

- Νέες τεχνολογικές συνεισφορές στη συνένωση της αυτοματοποιημένης ανάλυσης περιεχομένου βίντεο και της δημιουργίας ετικετών από τους χρήστες, σε μια δομή δικτύου peer to peer.
- Η αντίληψη των χρηστών της νέας αυτής μορφής συνεργασίας σε μια δομή κοινωνικού δικτύου στηριγμένη πάνω σε μια δομή δικτύου peer to peer.

³³ <http://www.petamedia.eu/>



Εικόνα 18: Κάποια βασικά στοιχεία του PETAMEDIA (Πηγή: [PETA2])

Πιο συγκεκριμένα το κοινό πρόγραμμα ερευνητικών δραστηριοτήτων σκοπεύει στην ενσωμάτωση της έρευνας των εταιρών στις ακόλουθες δραστηριότητες:

- Ανάπτυξη του τεχνολογικού οδικού χάρτη και της ενσωματωμένης αρχιτεκτονικής.
- Έρευνα πάνω στο μέλλον του συνδυασμού μεταξύ της ανάλυσης πολυμεσικού περιεχομένου και των κοινωνικών και peer to peer δικτύων.
- Πειράματα διερεύνησης της εγκυρότητας και των επιδόσεων του νέου μοντέλου SP2P/MCA [PETA2].

Δίνεται επίσης ιδιαίτερη έμφαση στη διάδοση των αποτελεσμάτων που επιτεύχθηκαν στο πλαίσιο της συνεργασίας.

Η έρευνα δεν στοχεύει στη δημιουργία μιας συγκεκριμένης πλατφόρμας αλλά τα αποτελέσματά της έχουν χρησιμοποιηθεί σε πληθώρα εφαρμογών [PETA3].

Ενδεικτικά αναφέρονται δυο από αυτές:

Το project “Pimp my file” έχει στόχο την προέκταση της μηχανής του Tribler με ένα πρόσθετο που θα επεξεργάζεται μεταδεδομένα και το οποίο θα είναι αρκετά απλό και σταθερό για χρήση μεγάλης κλίμακας. Παράλληλα σε αυτό το project αναπτύσσονται μηχανισμοί αποτροπής του spamming [PETA4].

Το project MTV 2.0 έχει στόχο το να γίνει εφικτό ένας χρήστης να βρίσκει και να καταναλώνει πολυμεσικό περιεχόμενο με την ελάχιστη δυνατή αλληλεπίδραση με την αντίστοιχη συσκευή αναπαραγωγής. Το εξατομικευμένο περιεχόμενο διαλέγεται και προτείνεται στον χρήστη ο οποίος παρέχει περιορισμένες πληροφορίες στο σύστημα με ενεργητικό τρόπο. Οι προτάσεις βασίζονται σε εξατομικευμένη ανάλυση των σιωπηρών φυσιολογικών του αντιδράσεων κατά της παρουσίαση πολυμεσικού περιεχομένου και των μορφών αλληλεπίδρασής του με τη διεπαφή. Αυτή η έρευνα επικεντρώνεται στη δημιουργία συστάσεων μουσικών βίντεο με βάση

τη φυσιολογική κατάσταση του χρήστη [PETA5]. Πιο συγκεκριμένα η έρευνα επικεντρώνεται:

- Στην δημιουργία εξατομικευμένων συστάσεων που στηρίζονται σε συναισθηματικές αντιδράσεις.
- Στην εκμετάλλευση εγκεφαλικών σημάτων για τη δημιουργία προφίλ προτιμήσεων χρήστη.
- Στο τρόπο με τους οποίους η ανάλυση ηλεκτροεγκεφαλογραφήματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία σημασιολογικών ετικετών σε πολυμεσικό περιεχόμενο.
- Στους τρόπους με τους οποίους η αυτοαξιολόγηση από πολλαπλούς συμμετέχοντες με διαφορετικό υπόβαθρο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση μεθοδολογιών δημιουργίας αορίστων ετικετών και συστάσεων.
- Στο κατά πόσο το πλήθος των ετικετών τις κάνει περισσότερο αξιόπιστες [PETA5].

5.6 SAPIR (Search In Audio Visual Content Using Peer-to-peer IR)

Σε αντίθεση με τις υπάρχουσες μηχανές αναζήτησης πολυμέσων, οι οποίες περιορίζονται σε αναφορές μεταδεδομένων οι οποίες είναι συνημμένες στο πολυμεσικό περιεχόμενο, το SAPIR³⁴ σκοπεύει να προσφέρει πραγματικές “με βάση το περιεχόμενο” αναζητήσεις (true content-based search), στηριζόμενο σε πραγματικό πολυμεσικό περιεχόμενο, ακολουθώντας το παράδειγμα της “query by example”, όπου ο χρήστης παρέχει πολυμεσικό περιεχόμενο με τη μορφή εικόνων, ομιλίας κλπ., ως τα δεδομένα του ερωτήματος. Αυτή η “με βάση το περιεχόμενο” αναζήτηση συνδυάζεται με προαιρετικές αναφορές μεταδεδομένων και πλαίσια χρήστη και κοινωνικής δικτύωσης, με αποτέλεσμα να παρέχει το επόμενο επίπεδο στις δυνατότητες αναζήτησης και στην ακρίβεια των αποτελεσμάτων. Η ερευνητική προσπάθεια του SAPIR σκοπεύει να οδηγήσει σε μια καταναεμημένη, βασισμένη σε peer to peer, αρχιτεκτονική μηχανής αναζήτησης, σε αντίθεση με τις σημερινές μηχανές αναζήτησης που περιορίζονται σε μια κεντρικοποιημένη αποθήκη δεδομένων WEB [SAPIR1].

Αυτό το διεπιστημονικό ερευνητικό πρόγραμμα έχει επικεντρωθεί στις ακόλουθες καινοτόμες ερευνητικές περιοχές:

1)Αυτόματη εξαγωγή χαρακτηριστικών με βάση το είδος του μέσου και κατανόηση/κατηγοριοποίηση περιεχομένου. Το SAPIR περιλαμβάνει προσαρμογείς εξειδικευμένους σε κάθε μέσο για την εξαγωγή χαρακτηριστικών από διάφορους τύπους οπτικό-ακουστικών δεδομένων. Αυτό περιλαμβάνει συνόψιση κειμένου και εξαγωγή χαρακτηριστικών από ήχο, βίντεο, μουσική και εικόνες. Τα εξαχθέντα χαρακτηριστικά αναπαριστώνται σε πρότυπες μορφοποιήσεις όπως, XML, MPEG7, MPEG21, MXF, PMETA και DC, επιτρέποντας την υποβολή περίπλοκων αιτημάτων για πολλαπλά είδη αρχείων πολυμέσων.

2)Κλιμακούμενες και καταναεμημένες (peer to peer) δομές ευρετηρίου που υποστηρίζουν την αναζήτηση με βάση την ομοιότητα. Το πλήθος του πολυμεσικού περιεχομένου, η δυναμική του φύση και η υπολογιστική ισχύ που απαιτείται για την εξειδικευμένη για κάθε μέσο εξαγωγή χαρακτηριστικών, δεν μπορεί να κλιμακωθεί σε μια κεντρικοποιημένη αρχιτεκτονική. Στο SAPIR αναπτύσσεται μια αρχιτεκτονική

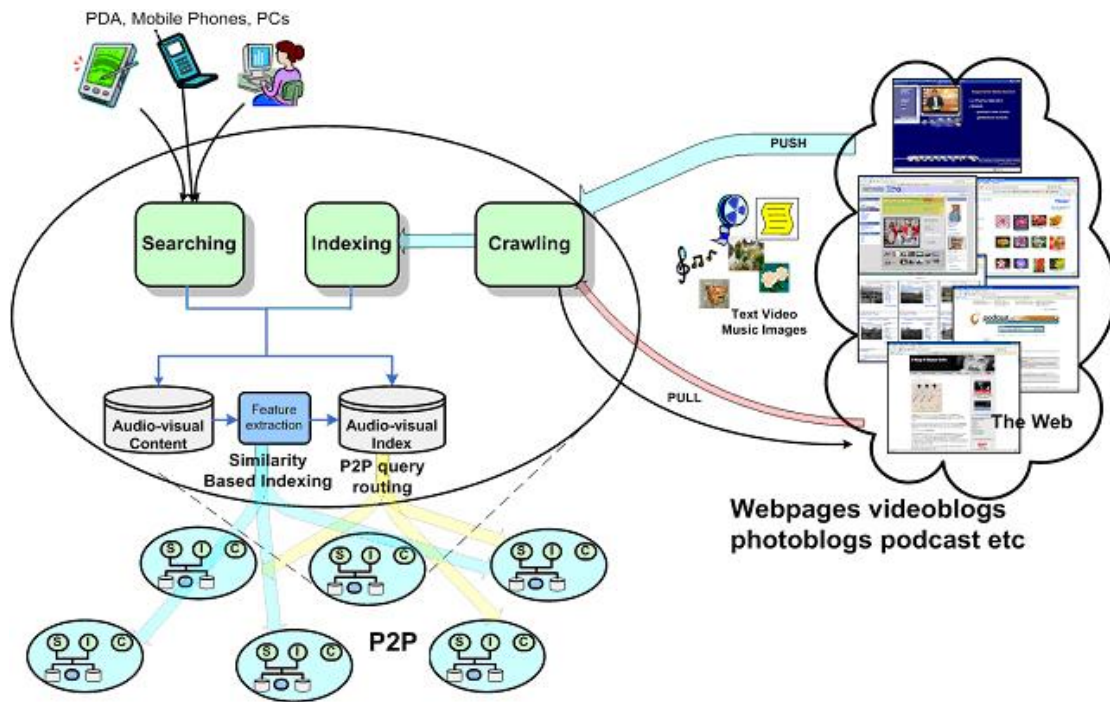
³⁴ <http://www.sapir.eu/>

peer to peer στην οποία η εξαγωγή χαρακτηριστικών μπορεί να γίνει σε ένα ομότιμο και να προωθηθεί σε έναν άλλο ομότιμο που λειτουργεί ως ευρετήριο. Η αρχιτεκτονική peer to peer παρέχει μια κλιμακούμενη αρχιτεκτονική ευρετηρίου, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε αναζητήσεις πολλαπλών χαρακτηριστικών. Τεχνικές προσωρινής αποθήκευσης θα αναπτυχθούν για την αύξηση της απόδοσης του συστήματος.

Θα πραγματοποιηθεί έρευνα ώστε να επεκταθούν οι αναζητήσεις ανάκτησης πληροφοριών (Information Retrieval search- IR) και η κατάταξη (ranking), ώστε να κάνουν χρήση περίπλοκων αιτημάτων σχετικών με πολλαπλούς τύπους πολυμέσων πάνω από ένα κατανομημένο peer to peer δίκτυο. Ένα βασικό χαρακτηριστικό της πολυμεσικής αναζήτησης είναι η ανάπτυξη νέων γλωσσών αιτημάτων (query languages), στις οποίες τα δεδομένα των αιτημάτων θα είναι της ίδιας φύσης με τα δεδομένα που έχουν αρχειοθετηθεί. Για παράδειγμα, μια εικόνα και κείμενο χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν την ανάγκη του χρήστη για παρόμοιες εικόνες. Νέοι αλγόριθμοι κατάταξης θα αναπτυχθούν που συνδυάζουν αναζητήσεις ομοιοτήτων πάνω από διάφορους τύπους πολυμεσικού περιεχομένου, συνδυασμένου με κείμενο, μεταδεδομένα και αναζήτηση “με επίγνωση πλαισίου” (η οποία στηρίζεται στα προσωπικά και κοινωνικά πλαίσια του χρήστη).

3)Υποστήριξη για πολλαπλές συσκευές που θα ενσωματώνουν την κοινωνική δικτύωση σε ένα ασφαλές περιβάλλον. Το SAPIR θα υποστηρίζει το ανέβασμα/προώθηση και την αναζήτηση/ανάκτηση πολυμεσικού περιεχομένου από μια ποικιλία συσκευών, στις οποίες περιλαμβάνονται κινητά τηλέφωνα, PDA, και ηλεκτρονικοί υπολογιστές. Το πλαίσιο χρήστη, όπως η θέση GPS, το ιστορικό αιτημάτων, και η κοινωνική δικτύωση (για ομάδες χρηστών με παρόμοια ενδιαφέροντα) θα χρησιμοποιηθεί για την αύξηση της ακρίβειας των αποτελεσμάτων.

Αφού οι πάροχοι περιεχομένου είναι και οι ίδιοι τελικοί χρήστες, το SAPIR σκοπεύει να μελετήσει μεθόδους IPR (όπως DRM, MPEG-21) για ένα παρόμοιο συνεργατικό peer to peer περιβάλλον και αναπτύσσει μεθόδους για την επίλυση της εμπλοκής μεταξύ της συντήρησης προστατευόμενου από IPR ψηφιακού περιεχομένου και της ικανότητας να αναλύει και να ανακτά αυτό το περιεχόμενο. Η πτυχή της εμπιστοσύνης που θα μελετηθεί, έχει να κάνει με το πως θα αναγνωρίζει και θα αποτρέπει τεχνικές spam, οι οποίες σκοπεύουν την σκόπιμη αλλαγή των αποτελεσμάτων αναζήτησης από τους ομοτίμους [SAPIR1].



Εικόνα 19:Οι υπομονάδες και λειτουργίες του SAPIR (Πηγή: [SAPIR1])

Η εικόνα δείχνει το γενικό σενάριο εφαρμογής του project. Οι πηγές (σελίδες WEB, ιστολόγια βίντεο, ιστολόγια φωτογραφιών, podcast κλπ.) των πολυμεσικών δεδομένων ανιχνεύονται και καταχωρίζονται από το στηριζόμενο σε peer to peer σύστημα. Σε γενικές γραμμές, υπάρχουν δύο διαφορετικοί τύποι μεθόδων ανίχνευσης: της έλξης (pull) και της προώθησης (push). Η πρώτη περίπτωση είναι περισσότερο παραδοσιακή: τα προγράμματα ανίχνευσης είναι υπεύθυνα για τον εντοπισμό, την περιήγηση και την συγκέντρωση των δικτυακών πόρων. Στη δεύτερη περίπτωση, οι πηγές ανεβάζουν το περιεχόμενό τους απευθείας στο πρόγραμμα ανίχνευσης.

Το σύστημα peer to peer αποτελείται από ένα σύνολο ομοτίμων, ορισμένοι από τους οποίους είναι ομότιμοι-χρήστες, που αναζητούν και καταναλώνουν οπτικοακουστικά δεδομένα, παράγουν το περιεχόμενό τους και πιθανώς χρησιμοποιούν τα τοπικά αποθηκευτικά τους μέσα για προσωρινή αποθήκευση. Κάποιοι είναι υπερ-ομότιμοι που διατηρούν δυνατότητες ανίχνευσης, καταχώρησης και αναζήτησης. Η εικόνα δείχνει έναν υπερ-ομότιμο. Το πρόγραμμα ανίχνευσης στέλνει πολυμεσικά δεδομένα, (όπως εικόνες, μουσική και βίντεο) στο υποσύστημα καταχώρησης, που τα αποθηκεύει υπό τη μορφή βασικών καρτέ, προεπισκόπησης, μικρογραφιών κλπ. στο αποθετήριο “οπτικοακουστικού περιεχομένου”. Στη συνέχεια, το υποσύστημα καταχώρησης εξάγει τα χαρακτηριστικά από τα δεδομένα και με βάση την πολιτική καταχώρησης, τα καταχωρεί στο τοπικό “οπτικοακουστικό” ευρετήριο ή τα διανέμει μέσω του δικτύου peer to peer σε απομακρυσμένα ευρετήρια. Κάθε υπερ-ομότιμος του δικτύου peer to peer παρέχει μια υπηρεσία αναζήτησης, η οποία είτε εκτελεί την αναζήτηση τοπικά στο “οπτικοακουστικό του ευρετήριο” ή καταθέτει το αίτημα αναζήτησης πάνω από το δίκτυο peer to peer σε απομακρυσμένους ομοτίμους [SAPIR1].

5.7 AceMedia (Autonomous Content Entity –ACE)

Το AceMedia³⁵ έχει δημιουργήσει τα μέσα για τη δημιουργία περιεχομένου με σημασιολογική βάση, το οποίο θα έχει επίγνωση πλαισίου και χρήστη, με αποτέλεσμα να είναι δυνατό να προσαρμόζεται στις προτιμήσεις και το περιβάλλον του χρήστη. Έχει αναπτύξει ένα σύστημα ικανό να εξάγει και να εκμεταλλεύεται νοήματα τα οποία είναι έμφυτα στο περιεχόμενο, με σκοπό την αυτοματοποιημένη δημιουργία σχολίων και τη προσθήκη λειτουργικότητας που κάνει πιο εύκολο στους χρήστες να δημιουργούν επικοινωνούν, και ξανά-χρησιμοποιούν περιεχόμενο. Ο απώτερος στόχος του προγράμματος είναι να δώσει στο περιεχόμενο δυνατότητες αυτο-οργάνωσης, αυτο-σχολιασμού και αυτοσυσχέτισης (με σχετικό περιεχόμενο). Αυτό θα το κάνει πιο εύκολα αναζητήσιμο και προσαρμόσιμο στις απαιτήσεις του χρήστη [ACE3].

Το AceMedia εισάγει την νέα έννοια της αυτόνομης οντότητας περιεχομένου (Autonomous Content Entity- ACE), η οποία έχει τρία στρώματα: το περιεχόμενο, τα συναφή μεταδεδομένα και ένα έξυπνο στρώμα που αποτελείται από καταναμημένες λειτουργίες που επιτρέπουν στο περιεχόμενο να αυτο-ενημερώνεται, σύμφωνα με το πλαίσιο στο οποίο βρίσκεται (πχ. Δίκτυο, τερματικό χρήστη, προτιμήσεις χρήστη). Για παράδειγμα αν ο χρήστης ανεβάσει στο σύστημα μια φωτογραφία που εικονίζει μια παραλία, το σύστημα είναι σε θέση να ανιχνεύσει τη θάλασσα, τον ουρανό, την άμμο/βράχια και τους ανθρώπους στην εικόνα και να δημιουργήσει τις κατάλληλες ετικέτες. Επιπλέον, μπορεί να μεταφέρει την εικόνα σε ένα άλμπουμ με παρόμοιες φωτογραφίες. Όταν ο χρήστης θα θελήσει να έχει πρόσβαση στην εικόνα, ανάλογα με τη συσκευή με την οποία θα το επιχειρήσει, η εικόνα θα μετασχηματιστεί αναλόγως. Για παράδειγμα αν ο χρήστης χρησιμοποιήσει κινητό τηλέφωνο, η εικόνα θα μικρύνει και θα επικεντρωθεί στα σημεία ενδιαφέροντος [ACE2] [ACE3].

Η αρχιτεκτονική του AceMedia αποτελείται από ένα framework πάνω στο οποίο εκτελούνται εφαρμογές. Αυτό το framework, που ονομάζεται aceFramework, μπορεί να θεωρηθεί ως ένα μεσολογισμικό γενικής διαχείρισης περιεχομένου. Παρέχει ένα ασφαλές περιβάλλον για την εκτέλεση του ACE και πάνω σε αυτό τρέχουν υποσυστήματα ανάλυσης περιεχομένου και ρέει περιεχόμενο μεταξύ των διαφόρων συσκευών. Η αρχιτεκτονική του AceMedia στηρίζεται σε υπομονάδες, με αποτέλεσμα να είναι δυνατή η προσαρμογή του συστήματος σε ένα μεγάλο αριθμό από περιβάλλοντα, από συσκευές με περιορισμένους πόρους, σε πλήρη συστήματα. Ενώ κάποιες υπομονάδες του aceFramework απαιτείται να βρίσκονται τοπικά σε μια συμβατή συσκευή, οι υπομονάδες εφαρμογής (Application Modules – AM) μπορούν να βρίσκονται είτε στο ίδιο σύστημα, είτε να βρίσκονται σε απομακρυσμένα συστήματα aceMedia και να προσπελάζονται μέσω δικτυακών υποδομών, με αποτέλεσμα την αποτελεσματική δημιουργία ενός καταναμημένου συστήματος για την επεξεργασία πολυμέσων [ACE1].

Οι απαραίτητες υπομονάδες που πρέπει να βρίσκονται σε μια συμβατή συσκευή είναι:

Ο **aceManager** που συντονίζει και ελέγχει την επικοινωνία μεταξύ των υπολοίπων υπομονάδων που βρίσκονται στο aceFramework και των υπομονάδων του “έξω κόσμου”. Λειτουργεί, όπως ένας πυρήνας ενός λειτουργικού συστήματος. Επιπλέον, παρέχει βασικές λειτουργίες, όπως δημιουργία συνόδου χρήστη, αυθεντικοποίηση και σύνδεση.

Το **acerRepository** παρέχει αποθήκευση και ανάκτηση των ACE. Αυτό μπορεί να είναι είτε ένα απλό σύστημα αρχείων, είτε μια έξυπνη βάση δεδομένων με

³⁵ <http://www.acemedia.org>

γρήγορες τοπικές ή απομακρυσμένες ικανότητες δημιουργίας ευρετηρίου. Αυτή η αρχιτεκτονική επιτρέπει την εύκολη κλιμάκωση του συστήματος.

Το **aceExEnv** που αποτελεί το περιβάλλον εκτέλεσης του ACE. Είναι ένα απομονωμένο περιβάλλον, που τρέχει το έξυπνο επίπεδο του ACE χρησιμοποιώντας τεχνολογία Virtual machine. Αυτό γίνεται για να εξασφαλιστεί η ακεραιότητα του συστήματος, καθώς υπάρχει ο κίνδυνος να εκτελεστεί μη αξιόπιστος κώδικας.

Το **aceNetworkLayer** αναλαμβάνει την επικοινωνία με τις εφαρμογές τρίτων. Η επικοινωνία είναι απαραίτητη για το aceFramework για διάφορους λόγους, όπως για να είναι εφικτή η επικοινωνία μεταξύ των ACE (ACE peer to peer communication), ή να είναι δυνατή η επικοινωνία των ACE με συγκεκριμένους έμπιστους εξυπηρετητές WEB από τους οποίους μπορούν να κατεβάσουν επιπλέον πληροφορίες, υλικό ή μεταδεδομένα. Το aceNetworkLayer παρέχει κάποιες γενικές δικτυακές λειτουργίες ανεξάρτητες από τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία με τρίτους πάνω από το δίκτυο.

Οι **υπομονάδες εφαρμογών** είναι τμήματα λογισμικού που παρέχουν υπηρεσίες στις aceMedia εφαρμογές. Μπορούν να είναι υπομονάδες ανάλυσης περιεχομένου, ή οποιαδήποτε άλλη υπομονάδα που διαχειρίζεται ACE.

Η **υπομονάδα αποθήκευσης διαμόρφωσης**, αποθηκεύει με ασφάλεια τις προτιμήσεις του χρήστη, τα δικτυακά προφίλ, τις ρυθμίσεις συστήματος και τις προκαθορισμένες επιλογές συστήματος που σχετίζονται με την τοπική συσκευή aceMedia [ACE1].

5.8 My-e-Director 2012

Η κύρια ιδέα του My-e-Director³⁶ είναι η έρευνα και η ανάπτυξη μιας μοναδικής διαδραστικής υπηρεσίας ευρυεκπομπής, που θα επιτρέπει στους τελικούς χρήστες να διαλέγουν «φορείς εστίασης» και σημεία ενδιαφέροντος μέσα σε σκηνές που εκπέμπονται σε πραγματικό χρόνο. Η υπηρεσία θα μοιάζει με ένα αυτοματοποιημένο ευφυή σκηνοθέτη, που θα λειτουργεί με ελάχιστη ή ακόμα και χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση. Το My-e-Director σκοπεύει να παρέχει αυτές τις υπηρεσίες σε σκηνές υψηλής δραστηριότητας με πολλαπλά σημεία ενδιαφέροντος [DIRECT1]. Προκειμένου να υλοποιηθεί η εμπειρία χρήστη που το My eDirector υπόσχεται, η ερευνητικές προσπάθειες έχουν επικεντρωθεί στις ακόλουθες περιοχές [DIRECT2]:

Επιλογή κάμερας. Σε αθλήματα τα οποία καλύπτονται από πολλές κάμερες πρόκειται να αναπτυχθεί ένας μηχανισμός στα συστήματα διανομής, ο οποίος θα προτείνει εξατομικευμένες γωνίες λήψης στους θεατές. Ο μηχανισμός επιλογής δέχεται μεταδεδομένα για τις διαφορετικές γωνίες λήψης τα οποία είτε δημιουργούνται αυτόματα από τα συστήματα επεξεργασίας βίντεο, είτε εισάγονται χειροκίνητα και στη συνέχεια προσφέρονται από σύστημα πληροφόρησης αθλημάτων. Οι πληροφορίες αυτές χρησιμοποιούνται για την ανάλυση των γεγονότων που λαμβάνουν χώρα σε μια δεδομένη στιγμή, σε όλα τα σημεία ενδιαφέροντος και ενδεχομένως καταγράφονται από μια συγκεκριμένη κάμερα. Η ανάλυση των γεγονότων συνοδεύεται από την στατιστική ανάλυση των μεταδεδομένων των οποίων οι συνδυασμένες τιμές υποδηλώνουν ένα γεγονός. Τα γεγονότα στη συνέχεια συνδέονται με προφίλ χρηστών για την δημιουργία εξατομικευμένων προτάσεων για επιλογή κάμερας [DIRECT3].

³⁶ <http://www.myedirector2012.eu/>

Διαδραστικές και εξατομικευμένες πολυμεσικές υπηρεσίες πάνω από ετερογενή δίκτυα. Σε αυτή τη πλατφόρμα ο τελικός χρήστης μπορεί να έχει πρόσβαση στα stream μέσω ετερογενών δικτύων πάνω από είτε υψηλής ταχύτητας σταθερές, είτε κινητής πρόσβασης τεχνολογίες. Επιπλέον, παρέχονται εξατομικευμένες υπηρεσίες πάνω από όλα τα είδη δικτύων [DIRECT4].

Απρόσκοπτο – αδιάκοπο stream πολυμέσων κατά τη διάρκεια μετακινήσεων του χρήστη. Η πλατφόρμα παρέχει απρόσκοπτες φορητές υπηρεσίες σε όλα τα επίπεδα. Υποστηρίζονται και η οριζόντια μεταπομπή, στην οποία ο χρήστης εμφανίζει κινητικότητα χρησιμοποιώντας τις ίδιες ασύρματες τεχνολογίες και η κάθετη μεταπομπή στην οποία ο χρήστης εμφανίζει κινητικότητα σε διαφορετικές ασύρματες (και ενσύρματες τεχνολογίες). Η υιοθέτηση του HTTP adaptive streaming έχει επιτρέψει αυτές τις δυνατότητες. Εναλλακτικές προσεγγίσεις για τη στήριξη της απρόσκοπτης κινητικότητας, όπως το tunneling έχουν επιδειχθεί και είναι εφαρμόσιμες σε εναλλαγές μεταξύ συσκευών (πχ από φορητό ηλεκτρονικό υπολογιστή σε κινητό τηλέφωνο), ακόμη και αν η μετάβαση γίνει σε πραγματικό χρόνο [DIRECT5].

Πρόβλεψη του QoS του πολυμεσικού stream με τη χρήση τεχνικών διαχείρισης πόρων πολλαπλών επιπέδων. Το ερευνητικό έργο έχει συντελέσει στην πρόταση καινοτόμων τεχνικών εξισορρόπησης φορτίου που θα μπορούσαν να παρέχουν μια ομοιόμορφη κατανομή τελικών χρηστών κατά μήκος των σταθμών βάσεως του δικτύου υποδομής με βάση τη χρησιμοποίηση των σημείων πρόσβασης. Επιπλέον, έχει γίνει έρευνα πάνω σε τελευταίας τεχνολογίας μηχανισμούς QoS του επιπέδου εφαρμογής, που εστιάζουν σε νέες τεχνικές μεταφοράς πολυμέσων, όπως το HTTP adaptive streaming, που είναι σε θέση να ανιχνεύσει προβλήματα στη αποστολή των πολυμέσων και σε επίπεδο δικτύου και σε επίπεδο συσκευής. Μηχανισμοί για την ανάπτυξη αποτελεσματικών σχημάτων όπως η πολυεκπομπή και η ευρυεκπομπή και οι απρόσκοπτες μεταβάσεις μεταξύ τεχνολογιών μεταφοράς έχουν σχεδιαστεί και επιδειχθεί ως τμήμα του μηχανισμού διανομής [DIRECT6].

Εντοπισμός ατόμων με χρήση ραδιοκυμάτων. Είναι εφικτό με χρήση συστημάτων RFID να εντοπιστούν με σχετική ακρίβεια και αξιοπιστία αθλητές, οι οποίοι αποτελούν σημεία ενδιαφέροντος. Όμως σημαντικό τροχοπέδη αποτελεί το μέγεθος των ετικετών [DIRECT7].

Βαθμονόμηση. Η βαθμονόμηση των καμερών γίνεται χρησιμοποιώντας τεχνικές επεξεργασίας εικόνας, σε συνδυασμό με τη γνώση της πραγματικής θέσης μερικών από τα χαρακτηριστικά που εμφανίζονται στις εικόνες. Πολλαπλές εικόνες χρησιμοποιούνται για να είναι δυνατό να εξαχθούν αρκετά δεδομένα ώστε να εκτιμηθεί η θέση της κάμερας και να φτιαχτεί ένας χάρτης χαρακτηριστικών από τα οποία μπορούν να εκτιμηθούν ο προσανατολισμός της κάμερας και το οπτικό πεδίο της κάθε εικόνας [DIRECT8].

Κατάτμηση εικόνας. Έχει αναπτυχθεί μια μέθοδος για τον διαχωρισμό αθλητών από το φόντο μέσω κατάτμησης. Η κατάτμηση αυτή βασίζεται στην αντιστάθμιση κίνησης μεταξύ των διαφορετικών καρέ. Αυτό παράγει μια καλής ποιότητας κατάτμηση της εικόνας, η οποία είναι ανθεκτική σε αλλαγές στο φωτισμό, όπως αυτές που συμβαίνουν σε υπαίθριες εκδηλώσεις. Αυτή η μέθοδος κατάτμησης απαιτεί τις παραμέτρους της κάμερας για κάθε εικόνα ή καρέ που επεξεργάζεται. Το τελικό αποτέλεσμα είναι η παραγωγή μασκών με τομείς της εικόνας στους οποίους υπάρχουν κινούμενα στοιχεία, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε άλλες υπομονάδες επεξεργασίας του project [DIRECT9].

5.9 DANAЕ Dynamic and distributed Adaptation of scalable multimedia coNtent in a context Aware Environment

Οι στόχοι του DANAЕ³⁷ είναι να διευκρινίσει, αναπτύξει, ενσωματώσει και επικυρώσει σε μια ρεαλιστική πλατφόρμα δοκιμών ένα ολοκληρωμένο Framework (με εξυπηρετητές, δικτυακές συσκευές και τερματικά), το οποίο θα είναι σε θέση να διανέμει, καταναλώσει και προσαρμόσει δυναμικά, ευέλικτα και με επίγνωση πλαισίου πολυμέσα. Επιπλέον, θα παρέχει ποιοτικές πολυμεσικές υπηρεσίες από άκρο σε άκρο, με το ελάχιστο δυνατό κόστος για τον τελικό χρήστη. Για να γίνει καλλίτερη επίδειξη των καινοτόμων ιδεών και υπηρεσιών που εισάγει το project, θα δημιουργηθεί μια εφαρμογή επίδειξης [DANAЕ1].

Το ερευνητικό έργο θα περιλαμβάνει:

Τον ορισμό **μορφοποιήσεων (format) scalable media** μαζί με τα σχετικά μεταδεδομένα, τα οποία θα παρέχουν μεταξύ άλλων, πληροφορίες σχετικές με κωδικοποίηση, online επεξεργασία, διαισθητική πρόσβαση σε περιεχόμενο κλπ [DANAЕ1].

Την προσαρμογή των **πόρων των scalable media** στο πλαίσιο συνόδου μέσα σε ένα framework που υποστηρίζει δυναμικές και κατανεμημένες προσαρμογές, καθώς και ολική βελτιστοποίηση πολυμεσικών σκηνών πλήρων σε χαρακτηριστικά που περιλαμβάνουν πολλαπλούς τύπους πόρων (όχι μόνο προσαρμογή ενός μόνο μέσου όπως συμβαίνει σήμερα, αλλά προσαρμογή πολυμεσικών σκηνών πλήρων σε χαρακτηριστικά μέσω της ολικής βελτιστοποίησης ήχου, βίντεο, γραφικών δυο διαστάσεων, εικονικών χαρακτήρων δυο και τριών διαστάσεων μαζί) [DANAЕ1].

Τη **μεταφορά και την παράδοση** του πολυμεσικού περιεχομένου στον τελικό χρήστη. Οι ειδικοί περιορισμοί που εισάγονται από την πολυπλοκότητα των δικτύων και των τερματικών που μπορεί να συμμετέχουν σε μια σύνοδο επικοινωνίας, θα ληφθούν υπόψη για τον σχεδιασμό συστημάτων κωδικοποίησης, τα οποία θα είναι ανθεκτικά σε λάθη και αποδοτικά. Η αποδοτικότητα εξετάζεται και ως προς το απαιτούμενο bitrate και ως προς την απαιτούμενη επεξεργαστική ισχύ του μέσου αναπαραγωγής. Θα διερευνηθεί επίσης η σχέση μεταξύ της προσαρμογής περιεχομένου και της κλιμάκωσης με την διαχείριση ψηφιακών δικαιωμάτων (Digital Rights Management - DRM) και ζητήματα χρέωσης (πιο συγκεκριμένα εντοπισμός Υπηρεσίας- Service Tracking) [DANAЕ1].

5.10 ADAMANTIUM (Adaptative Management of media distribution based on satisfaction oriented user modelling)

Ο κύριος στόχος του ADAMANTIUM³⁸ είναι η ανάπτυξη ενός καινοτόμου, συμβατού με IMS (IP multimedia subsystem), επικεντρωμένου στον χρήστη, συστήματος διαχείρισης πολυμεσικού περιεχομένου (Multimedia Content Management System MCMS) το οποίο ελέγχει/ βελτιστοποιεί το από άκρο σε άκρο PqoS νέων και αναδυόμενων πολυμεσικών υπηρεσιών (όπως VoIP και IPTV), εκμεταλλεύόμενο διαστρωματικούς PQoS-aware μηχανισμούς ελέγχου. Η ιδέα του ADAMANTIUM είναι να απομακρυνθεί από τις τυπικές προσεγγίσεις ελέγχου/βελτιστοποίησης που επικεντρώνονται στο NQoS και να στραφεί σε

³⁷ <http://danae.rd.francetelecom.com/>

³⁸ <http://www.ict-adamantium.eu/>

πρωτοποριακούς μηχανισμούς διαχείρισης οι οποίοι επικεντρώνονται στον χρήστη και προσανατολίζονται προς το PQoS. Αυτό θα έχει σαν συνέπεια τη μεγιστοποίηση της ικανοποίησης των χρηστών σχετικά με τις πολυμεσικές υπηρεσίες [ADAM1] [ADAM2].

Πιο συγκεκριμένα, οι στόχοι του προγράμματος είναι οι ακόλουθοι:

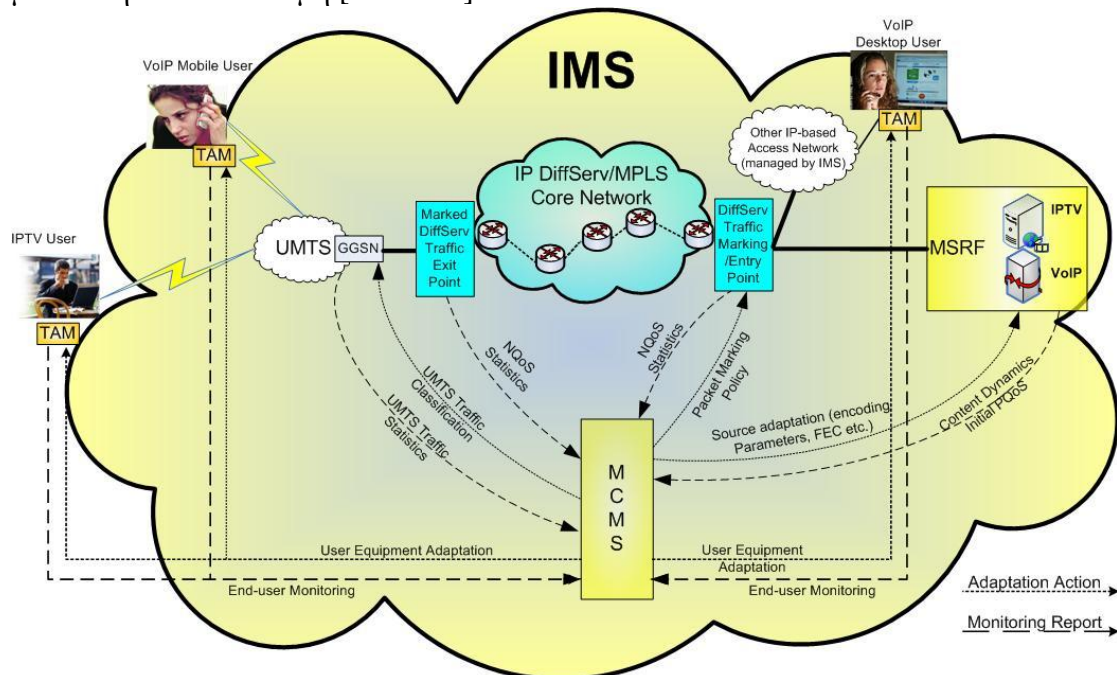
1) Να σχεδιαστεί, αναπτυχθεί και επιδειχθεί μια πλήρως λειτουργική IMS πλατφόρμα, η οποία θα έχει ικανότητες διαχείρισης που θα έχουν επίκεντρο το χρήστη και θα λαμβάνουν υπόψη το PQoS, μέσω του συστήματος διαχείρισης πολυμεσικού περιεχομένου ADAMANTIUM.

2) Να σχεδιαστεί και αναπτυχθεί ένα καινοτόμο σύστημα διαχείρισης πολυμεσικού περιεχομένου συμβατού με IMS.

3) Να σχεδιαστεί και αναπτυχθεί ένα έξυπνο εργαλείο το οποίο θα έχει επίγνωση του PQoS, για πολυμεσικά κινητά τερματικά/συσκευές και θα διαθέτει μια ενσωματωμένη υπομονάδα προσαρμογής τερματικού (Terminal Adaptation Module - TAM) και εξυπηρετητή πολυμεσικών εφαρμογών με λειτουργίες IMS MRF (δηλαδή MSRF).

4) Να σχεδιαστούν και αναπτυχθούν στο δίκτυο κορμού και πρόσβασης μηχανισμοί πολιτικής, οι οποίοι θα είναι συμβατοί με MCMS και θα έχουν επίγνωση του PQoS.

5) Να αναπτυχθούν, αξιολογηθούν και επιδειχθούν υπηρεσίες VoIP και IPTV μέσα στην IMS υποδομή [ADAM1].



Εικόνα 20: Γενική εποπτεία της αρχιτεκτονικής του ADAMANTIUM (Πηγή: [ADAM2])

Τα κύρια σημεία της αρχιτεκτονικής του ADAMANTIUM είναι:

1) Η υπομονάδα διαχείρισης πολυμεσικού περιεχομένου (ADAMANTIUM Multimedia Content Management System – MCMS), η οποία είναι η κύρια οντότητα του συστήματος και επικεντρώνεται στην παρακολούθηση του δικτύου και των στατιστικών της υπηρεσίας, με σκοπό να καθορίσει και να εφαρμόσει την ιδανική διαστρωματική προσαρμογή σε όλη την αλυσίδα του δικτύου διανομής.

2) Το ADAMANTIUM Multimedia Server and Resource Function (MSRF) που είναι μια βασισμένη σε IMS υπομονάδα MRF, για την δημιουργία πολυμεσικών

υπηρεσιών (όπως VoIP και IPTV), την παρακολούθηση και την προσαρμογή τους σύμφωνα με τις εντολές του MCMS.

- 3) Ένα MPLS συμβατό δίκτυο μεταφοράς
- 4) Ένα UMTS/MBMS δίκτυο πρόσβασης
- 5) Την υπομονάδα προσαρμογής ADAMANTIUM (ADAMANTIUM Terminal Adaptation Module - TAM) [ADAM1].

5.11 NAPA-WINE Network-Aware P2P-TV Application over Wise Networks

Το NAPA-WINE³⁹ αναπτύσσει ένα σύστημα κατάλληλο για live stream HQTv πάνω από το Internet βασισμένο σε τεχνολογία peer to peer. Οι υπηρεσίες παροχής τηλεόρασης πάνω από το Internet παρέχονται είτε μέσω της εκμετάλλευσης λειτουργιών πολυεκπομπής IP, είτε στηριζόμενες εξ'ολοκλήρου στην από άκρο σε άκρο προσέγγιση peer to peer. Λόγω περιορισμών στις δυνατότητες της πολυεκπομπής IP, η πρώτη τεχνική είναι εφαρμόσιμη μόνο σε μια υποδομή δικτύου που ελέγχεται από ένα μόνο πάροχο ευρυζωνικών τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών. Αντίθετα, η προσέγγιση peer to peer έχει αξιοποιηθεί με επιτυχία, ώστε να ξεπεραστούν επιτυχώς αυτοί οι περιορισμοί και μπορεί εν δυνάμει να προσφέρει μια κλιμακούμενη κεντρική υποδομή. Πρόσφατα, διάφορα συστήματα P2P-TV άρχισαν να εμφανίζονται, με την τελευταία γενιά που προσφέρει υψηλής ποιότητας τηλεοπτικά (P2P-HQTv) συστήματα να κάνει δυνατή την πρόσβαση στην υπηρεσία από οπουδήποτε. Οι ίδιες αυτές δυνατότητες των συστημάτων P2P-TV αποτελούν ταυτόχρονα, πηγή ανησυχίας για τους παρόχους καθώς οι κίνηση που δημιουργούν, μπορεί εν δυνάμει να μεγαλώσει πέρα από τις δυνατότητες ελέγχου, με αποτέλεσμα να προκαλέσουν μείωση στην ποιότητα υπηρεσίας που παρέχεται στους χρήστες του Internet, ή ακόμη και κατάρρευση του δικτύου (με την επακόλουθη αστοχία της ίδιας της υπηρεσίας P2P-HQTv) [NAPA1].

Έχοντας αυτά υπόψη το NAPA-WINE project σκοπεύει να:

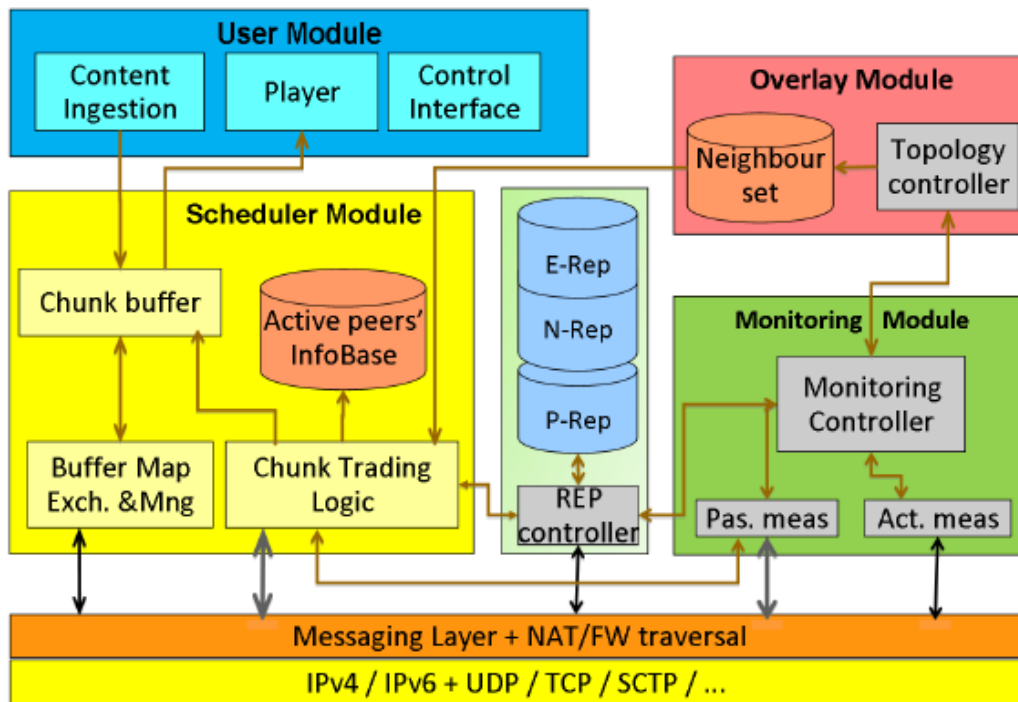
1) Παρέχει **προσεκτική ανάλυση** του αντίκτυπου που μπορεί να έχει η μεγάλη εφαρμογή των γενικών P2P-TV και P2P-HQTv υπηρεσιών στο Internet, μέσω ενός λεπτομερή χαρακτηρισμού της κίνησης που παράγουν.

2) Παρέχει **κατευθυντήριες οδηγίες για τους δημιουργούς P2P-TV**, όσον αφορά τον σχεδιασμό συστημάτων που ελαχιστοποιούν το αντίκτυπο στο υφιστάμενο δίκτυο μεταφοράς, ενώ βελτιστοποιούν την αντιληπτή από τον χρήστη ποιότητα.

3) Παρέχει έναν **οδικό χάρτη στους παρόχους υπηρεσιών Internet**, ώστε να μπορούν να εκμεταλλευτούν καλύτερα το δικτυακό εύρος ζώνης, δείχνοντάς τους απλές και ελαχίστους κόστους ενέργειες που μπορούν να ληφθούν, όταν είναι παρούσα κίνηση P2P-TV [NAPA1].

Οι γνώσεις που έχουν αποκτηθεί από αυτή την ερευνητική προσπάθεια έχουν εφαρμοστεί σε διάφορες πλατφόρμες. Ενδεικτικά, θα αναφερθούν οι κύριες μονάδες μιας από αυτές τις υλοποιήσεις [NAPA2].

³⁹ <http://www.napa-wine.eu>



Εικόνα 21: Η γενική αρχιτεκτονική του NAPA-WINE. Τα βέλη αντιπροσωπεύουν τη σχέση μεταξύ των υπομονάδων. Γκρι είναι το data path. Μαύρο είναι το signaling path. Καφέ είναι η εσωτερική επικοινωνία (Πηγή: [NAPA2]).

Η **υπομονάδα χρήστη** υλοποιεί την διαπαφή μεταξύ του χρήστη και της εφαρμογής. Πέρα από το γραφικό περιβάλλον είναι υπεύθυνη και για την κωδικοποίηση και αποκωδικοποίηση του βίντεο. Αν ο ομότιμος που εξετάζεται είναι κόμβος πηγής, το βίντεο που εισάγει στο δίκτυο πρέπει να μετατραπεί σε μια αλληλουχία τεμαχίων, τα οποία είναι οι μονάδες δεδομένων που θα ανταλλαγθούν στο δίκτυο peer to peer. Ανάλογα με το είδος του βίντεο μπορεί επιπλέον να χρειαστεί αναλογική/ψηφιακή μετατροπή, κωδικοποίηση, εισαγωγή πλεονάσματος για ανίχνευση λαθών κλπ.

Η υπομονάδα χρήστη επίσης τρέχει αλγορίθμους που επιτηρούν την ποιότητα της εμπειρίας χρήστη που λαμβάνει ο χρήστης, με βάση την ποιότητα του βίντεο. Τέλος, πολλές διεργασίες της υπομονάδας χρήστη μπορούν να τρέχουν την ίδια στιγμή, δίνοντάς στο χρήστη τη δυνατότητα να παρακολουθεί ένα κανάλι, ενώ γράφει κάποιο άλλο, ή να διατηρεί προ επισκοπήσεις άλλων καναλιών σε μειωμένη ποιότητα.

Η **υπομονάδα προγραμματισμού** είναι ο πυρήνας της μηχανής διαμοιρασμού πληροφοριών. Είναι υπεύθυνη για την αποστολή και λήψη τεμαχίων και από/προς άλλους ομοτίμους μέσω του δικτύου και προς/από τοπικές υπομονάδες χρηστών. Πολλές διεργασίες αυτής της υπομονάδας μπορούν να τρέχουν την ίδια στιγμή, κάθε μια λαμβάνοντας μέρος σε ένα δίκτυο επικάλυψης εξυπηρετώντας ένα κανάλι. Η υπομονάδα φιλοξενεί τους αλγορίθμους προγραμματισμού που αποφασίζουν ποιος ομότιμος θα λάβει ή θα ζητήσει κάποιο τεμάχιο από κάποιον άλλο ομότιμο. Η απόφαση στηρίζεται σε κατανομημένη πληροφορία (μια τοπική βάση δεδομένων της κατάστασης των άλλων ομοτίμων αποθηκεύεται στη βάση δεδομένων των ενεργών ομοτίμων).

Η **υπομονάδα επικάλυψης** διαλέγει και αναβαθμίζει τη “γειτονιά” των ομοτίμων. Δηλαδή, τα ζεύγη ομοτίμων με τους οποίους ο τοπικός ομότιμος ανταλλάσσει πληροφορίες. Επειδή οι ομότιμοι εμφανίζουν μεγάλοι κινητικότητα, ο

αριθμός των γειτονικών ομοτίμων που αποθηκεύει είναι ιδιαίτερα μεγάλος, ώστε να είναι δυνατή η απρόσκοπτη παροχή της υπηρεσίας. Επιπλέον, αυτή η υπομονάδα αναλαμβάνει να ανακαλύψει νέους ομοτίμους και να εγκαθιδρύσει με αυτούς συνδέσεις, καθώς και να προωθήσει πληροφορίες σχετικά με αυτούς σε άλλους ομοτίμους. Η επιλογή των ομοτίμων στηρίζεται στην πληροφορία που είναι αποθηκευμένη στα αποθετήρια, τα οποία αποθηκεύουν πληροφορίες σχετικά με τους ομοτίμους και το δίκτυο μεταφοράς.

Η **υπομονάδα επιτήρησης** συλλέγει πληροφορίες σχετικά με την ποιότητα της συνδεσιμότητας με άλλους ομοτίμους, όπως η απόσταση και το διαθέσιμο εύρος ζώνης μεταξύ δυο ομοτίμων. Έχει δυο τρόπους λειτουργίας. Στον παθητικό τρόπο παρακολουθεί τα μηνύματα που ανταλλάσσουν έτσι και αλλιώς οι ομοτίμοι μεταξύ τους. Στον ενεργητικό τρόπο στέλνει ειδικά διερευνητικά μηνύματα σε άλλους ομοτίμους.

Τα **αποθετήρια** είναι βάσεις δεδομένων όπου πληροφορίες για κάθε ομοτίμο μοιράζονται με όλους τους υπολοίπους ομοτίμους. Οι πληροφορίες που παράγονται από την υπομονάδα επιτήρησης είναι χρήσιμες όχι μόνο για τον τοπικό ομοτίμο, αλλά και για άλλους ομοτίμους. Για αυτό το λόγο έχουν αναπτυχθεί μηχανισμοί για την ανταλλαγή μετρήσεων. Επιπλέον, μπορεί να αποδειχθεί χρήσιμη η πρόσβαση σε πληροφορίες από οντότητες που δεν είναι μέρος του δικτύου διαμοιρασμού, όπως οντότητες των παρόχων που μπορούν να παρέχουν πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση του δικτύου.

Το **στρώμα μηνυμάτων** πυροδοτεί άλλες υπομονάδες για την αποστολή και παραλαβή δεδομένων από/σε άλλους ομοτίμους. Παρέχει ένα επιπλέον επίπεδο διευθυνσιοδότησης (πχ. Δίνει ένα μοναδικό αναγνωριστικό σε κάθε ομοτίμο), με αποτέλεσμα να προεκτείνει τις δυνατότητες των πρωτοκόλλων μεταφοράς (UDP/TCP) και των σχετικών σημείων πρόσβασης υπηρεσίας. Για παράδειγμα, παρέχεται η δυνατότητα να αποσταλεί ένα τεμάχιο δεδομένων σε κάποιο άλλο ομοτίμο, το οποίο έχει καταταμηθεί και επανασυναρμολογηθεί για να χωρέσει σε πλαίσια UDP. Το στρώμα μηνυμάτων επίσης παρέχει μια διεπαφή στην υπομονάδα επιτήρησης, η οποία χρησιμοποιείται για παθητικές μετρήσεις: Όποτε ένα μήνυμα στέλνεται ή λαμβάνεται, μια ειδοποίηση στέλνεται στην υπομονάδα επιτήρησης, ώστε να ενημερώσει τα στατιστικά της.

Μια άλλη σημαντική ιδιότητα του στρώματος μηνυμάτων είναι η παρουσία μηχανισμών παράκαμψης NAT (Network Address Translation). Η παρουσία του NAT μπορεί να εμποδίσει ομοτίμους από το να εγκαθιδρύσουν συνδέσεις με άλλους ομοτίμους, με αποτέλεσμα να είναι αναγκαίες οι λειτουργίες παράκαμψής του που προσφέρονται από το στρώμα μηνυμάτων [NAPA2].

5.12 OPTIMIX Optimisation of Multimedia over wireless IP links via X-layer design

Το OPTIMIX⁴⁰ μελετά καινοτόμες λύσεις που επιτρέπουν τη δημιουργία stream βίντεο, από σημείο σε πολλά σημεία (point to multi-point), σε ένα βασισμένο σε IP ασύρματο ετερογενές σύστημα, το οποίο στηρίζεται στην διαστρωματική προσαρμογή όλης της αλυσίδας μεταφοράς [OPTI3]. Ο στόχος του έργου είναι η αύξηση της αντιληπτής από τον χρήστη ποιότητας υπηρεσίας, χάρη σε αποδοτικούς

⁴⁰ <http://www.ict-optimix.eu>

διαστρωματικούς μηχανισμούς, που επιτρέπουν την από κοινού προσέγγιση μεταξύ του κόσμου των εφαρμογών και του κόσμου μεταφοράς. Η προσέγγιση που ακολουθείται για να επιτευχθούν τα παραπάνω επικεντρώνεται σε τρεις τομείς. Στην βελτίωση της **απόδοσης της κωδικοποίησης του Scalable Video** σε ένα ασύρματο περιβάλλον με πολλούς χρήστες. Στην ανάπτυξη καινοτόμων **στρατηγικών ελέγχου** υπό τη σκοπιά σεναρίων, όπου απαιτούνται συνδέσεις σημείου προς πολλά σημεία, με την **συνάθροιση πολλαπλών ανατροφοδοτήσεων [OPTI2]**. Στη δημιουργία **διαστρωματικών μηχανισμών** που επιτρέπουν την επικοινωνία μεταξύ του κόσμου των εφαρμογών και του κόσμου της μεταφοράς [OPTI1].

Η αρχιτεκτονική του OPTIMIX αποτελείται από:

Τον **ελεγκτή εφαρμογής**. Επιλέγει παραμέτρους κωδικοποίησης της πηγής (όπως παράμετροι κβαντοποίησης, ρυθμός καρτέ,...) σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά της πηγής του βίντεο και την κατάσταση του (ασυρμάτου) δικτύου.

Την **υπομονάδα προσαρμογής**. Εκτελεί περαιτέρω προσαρμογή του stream στην ασύρματη μετάδοση. Χρησιμοποιείται όταν το κωδικοποιημένο stream δεν προσαρμόζεται στις συνθήκες του ασυρμάτου καναλιού (για παράδειγμα επειδή δεν υπάρχει διαθέσιμο προ-κωδικοποιημένο stream που να ανταποκρίνεται στα κριτήρια που έχουν τεθεί από τον ελεγκτή της εφαρμογής) ή για να προσαρμοστεί ένα scalable stream στη ποιότητα μετάδοσης ενός συγκεκριμένου ασύρματου κόμβου.

Ελεγκτής ευρυεκπομπής. Προγραμματίζει τις ραδιοφωνικές εκπομπές και ανακατανέμει προσαρμοστικά τους διαθέσιμους πόρους.

Κινητός παρατηρητής. Συλλέγει διαστρωματικές πληροφορίες από διαφορετικά στρώματα του συστήματος [OPTI2].

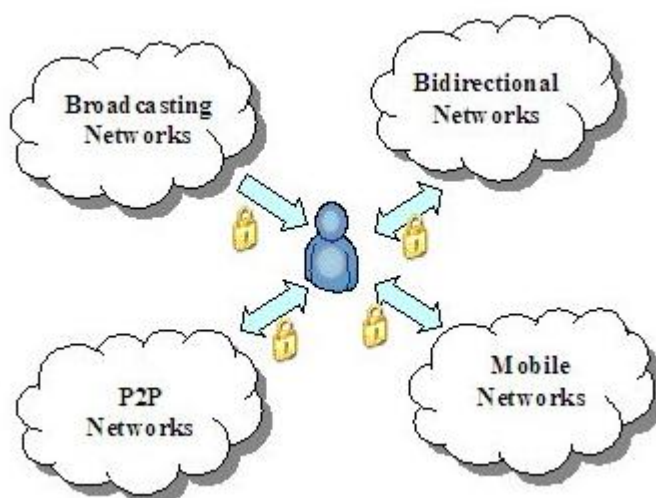
Μεταξύ των κυρίων μονάδων ελέγχου υπάρχουν διάφορες αλληλεπιδράσεις. Το γενικό συλλογικό πρόβλημα προσαρμογής χωρίζεται σε υποπροβλήματα που τα αναλαμβάνουν διακριτές συνεργατικές υπομονάδες ελέγχου. Ο κύριος ελεγκτής εφαρμογής πρέπει να έχει καλή γνώση της πηγής βίντεο και μοντέλων στρέβλωσης και περιορισμένη γνώση των CSI, NSI και άλλων σημαντικών στοιχείων ανάδρασης. Επίσης είναι ο κύριος οδηγός όλων των εργασιών προσαρμογής (ορίζει παραμέτρους και διορθώνει απαιτήσεις). Ο ελεγκτής ευρυεκπομπής πρέπει να έχει καλή γνώση του CSI και άλλων στοιχείων ανάδρασης και προσφέρει γρήγορη προσαρμογή συνδέσεων. Επιπλέον, κάνει ευκαιριακό προγραμματισμό πολλαπλών χρηστών [OPTI2].

5.13 SEA - SEAmless Content Delivery

Το project SEA (Seamless Content Delivery)⁴¹ επικεντρώνεται στην απρόσκοπτη, εξατομικευμένη, αξιόπιστη και βελτιστοποιημένη ως προς το PQoS διανομή πολυμεσικού περιεχομένου σε ευρυζωνικά δίκτυα, που ποικίλλουν από τοπολογίες ευρυζωνικής ευρυεκπομπής ως peer to peer τοπολογίες [SEA4]. Οι υπεύθυνοι του project πιστεύουν πως σε λίγα χρόνια όλοι οι χρήστες του Internet θα είναι ταυτόχρονα παραγωγοί (μέσω της δημοσίευσης εικόνων, καταγεγραμμένου βίντεο, υπηρεσιών οικιακής επιτήρησης, κλπ.), ενδιάμεσοι (μέσω της αποθήκευσης και προώθησης περιεχομένου) και καταναλωτές (ψηφιακή τηλεόραση, Video on Demand, κινητή ευρυεκπομπή και άλλα σχετικά) πολυμεσικού περιεχομένου [SEA3]. Για αυτό το λόγο σκοπεύουν να παρέχουν μια πλατφόρμα που θα προσφέρει μια νέα εμπειρία απρόσκοπτης μετάδοσης βίντεο, διατηρώντας την ακεραιότητα του και όπου

⁴¹ <http://www.ist-sea.eu/>

είναι δυνατό, προσαρμόζοντας και εμπλουτίζοντας την ποιότητα των πολυμέσων κατά μήκος όλης της αλυσίδας μετάδοσης [SEA3].



Εικόνα 22: Το SEA τοποθετεί τον χρήστη στο επίκεντρο τεσσάρων δικτύων (Πηγή: [SEA1])

Όπως φαίνεται και στην εικόνα το SEA τοποθετεί τον χρήστη, ο οποίος ενεργεί ως καταναλωτής, ενδιαμέσος και παραγωγός περιεχομένου, στο κέντρο τεσσάρων ειδών δικτύων διανομής:

- 1) των **δικτύων ευρυεκπομπής**, για παράδειγμα επίγεια (DVB-T) δορυφορική (DVB-S/S2) και καλωδιακή (DVB-C) ψηφιακή τηλεόραση.
- 2) διαδραστικά κατ'απαίτηση αμφίδρομα δίκτυα, όπως xDSL, WiMAX.
- 3) **κινητά δίκτυα**, όπως 3G/4G, GERAN, UTRAN, DVB-H.
- 4) τοπολογίες πλέγματος peer to peer λογικής επικάλυψης [SEA1].

Αν και αυτή η κατηγοριοποίηση δεν είναι επίσημη, επιχειρεί να επιδείξει την ετερογενή φυσική και λογική αρχιτεκτονική πάνω στην οποία το SEA σκοπεύει να επιτρέψει την εξατομικευμένη, κλιμακωτή, απρόσκοπτη και αξιόπιστη παράδοση πολυμεσικού περιεχομένου, ενώ παράλληλα το προστατεύει από μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση. Επιπλέον, σκοπεύει να διατηρήσει τις απαιτήσεις σε εύρος ζώνης χαμηλές και να αυξήσει την αντιληπτή ποιότητα υπηρεσίας (Perceived Quality of Service – PQoS). Πιο λεπτομερώς, το SEA σκοπεύει να εισάγει καινοτόμες υπηρεσίες και νέα επιχειρηματικά μοντέλα μέσω της καινοτομίας πάνω σε τρεις βασικούς άξονες της διανομής περιεχομένου.

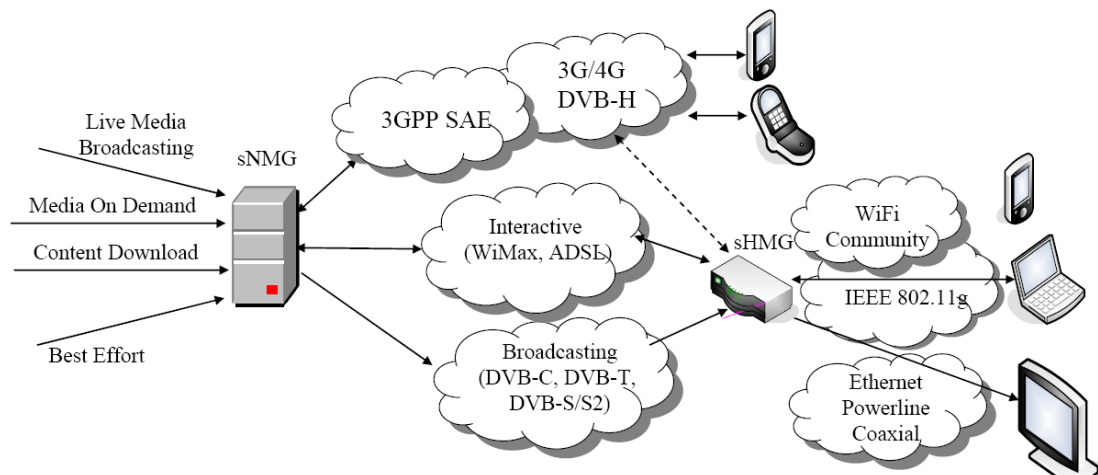
1) πολλαπλών στρωμάτων/ πολλαπλών εμφανίσεων (multi-viewed) κωδικοποίηση περιεχομένου. Το SEA σκοπεύει να εξελίξει τα H.264 SVC (Scalable Video Coding), H.264 MVC (Multi View Coding) και τα σχετικά πρότυπα, ως τις κύριες προβλεπόμενες τεχνολογίες διανομής περιεχομένου πάνω από ετερογενή δίκτυα, πολλαπλά τερματικά και μεγάλα ακροατήρια. Το SVC θα προσφέρει στρωματοποιημένη κλιμάκωση σε χώρο/χρόνο και ποιότητα, ενώ το MVC θα εισαγάγει μια πραγματικά εξατομικευμένη εμπειρία μετάδοσης βίντεο, επιτρέποντας στον χρήστη να επιλέξει μεταξύ των διαφορετικών προβολών που είναι ενσωματωμένες σε ένα μεμονωμένο stream βίντεο. Μελλοντικά, θα είναι διαθέσιμες εφαρμογές που θα προσφέρουν προβολή από οποιοδήποτε σημείο, μέσω της εισαγωγής πληροφορίας βάθους στις ακολουθίες που είναι κωδικοποιημένες με MVC.

2) Πολλαπλών πηγών/πολλαπλών δικτύων streaming και προσαρμογή. Το SEA θα προσφέρει ζωντανή προσαρμογή περιεχομένου, ενσωματωμένη

ανθεκτικότητα και εμπλουτισμένο P/QoS μέσω του δυναμικού συνδυασμού διαφορετικών επιπέδων περιεχομένου, προβολών και αναπαραστάσεων του ίδιου πόρου (stream βίντεο) που αναμεταδίδεται από πολλαπλές πηγές (διαφορετικοί εξυπηρετητές ή ομότιμοι στην περίπτωση peer to peer streaming) και/ή λαμβάνεται πάνω από πολλαπλές διακριτές διαδρομές ή δίκτυα. Η ανακατασκευή των τεμαχίων περιεχομένου μπορεί να λάβει χώρα είτε μέσα στο δίκτυο (προσφέροντας διαφανές streaming σε κατώτερης κλάσης τερματικά) ή στο τερματικό του τελικού χρήστη στην περίπτωση που πολυδίκτυακή συνδεσιμότητα είναι διαθέσιμη. Η προσαρμογή μεταξύ των δικτύων και η βελτιστοποίηση μεταξύ των στρωμάτων ιδιαίτερα σε τοπολογίες επικάλυψης peer to peer, θα προσφέρει προσαρμογή κίνησης (εξισορρόπηση φορτίου ώστε να αποφευχθεί ο πηλημμυρισμός του δικτύου) και βέλτιστη χρήση των διαθέσιμων πόρων (εύρος ζώνης).

3) Προστασία περιεχομένου και ελαφριά διαχείριση πόρων. Νέα επιχειρηματικά μοντέλα για μεγάλης κλίμακας διανομή περιεχομένου θα χρησιμοποιηθούν μαζί με ένα κατάλληλο μηχανισμό προστασίας περιεχομένου και διαχείρισης πόρων. Μέσα στο SEA, θα προσφέρεται στο επεκταμένο περιβάλλον διανομής, εξατομικευμένη ζωντανή προστασία περιεχομένου που θα καλύπτει όχι μόνο την αλυσίδα παραγωγής του ήδη υπάρχοντος περιεχομένου με μια προσέγγιση στα μέτρα του DRM, αλλά και ιδιωτικό πολυμεσικό περιεχόμενο, το οποίο μπορεί σύντομα να είναι η κύρια κατηγορία περιεχομένου. Το έργο θα προχωρήσει στη προσαρμογή περιεχομένου και στην δημιουργία λύσεων σχετικά με τη διαχείριση πνευματικών δικαιωμάτων, για νέα μέσα σε δίκτυα peer to peer. Επίσης, θα βελτιωθούν τα πρότυπα MPEG21-IPMP και DMP [SEA1] [SEA2].

Στον τομέα του peer to peer streaming βίντεο, θα γίνει έρευνα πάνω στη βελτιστοποίηση ανάκτησης ομοτίμων (αξιοποίηση καταλλήλων διαστρωματικών παραμέτρων), στις σωστές τεχνικές κωδικοποίησης (πχ. Για το περιορισμό της κίνησης και των καθυστερήσεων λόγω ανταλλαγής buffer map) και στη βελτιστοποίηση της οπτικής ποιότητας μέσω αξιοποίησης προηγμένων τεχνικών κωδικοποίησης [SEA4].



Εικόνα 23:Η αρχιτεκτονική δικτύου του SEA (Πηγή: [SEA5]).

Το SEA θα δοκιμάσει και επικυρώσει τις τεχνολογίες που θα αναπτυχθούν σε πραγματικά συστήματα δοκιμών και σε εξομοιώσεις πραγματικού χρόνου για διάφορα δίκτυα (3G/4G, WiMAX, ADSL και WLAN IEEE 802.11b/g/a) [SEA1].

5.14 OCTOSHAPÉ

Το OCTOSHAPÉ⁴² είναι μια ιδιοταγής πλατφόρμα streaming πολυμέσων. Χρησιμοποιεί τεχνολογία βελτιστοποίησης απόδοσης για να μεταδώσει stream HD ποιότητας και για να αντιμετωπίσει τη συμφόρηση στο Last Mile. Έχει επιπλέον την δυνατότητα να χρησιμοποιήσει μια ασφαλή τεχνολογία παράδοσης πλέγματος προκειμένου να ελαχιστοποιήσει το εύρος ζώνης που χρησιμοποιούν οι πάροχοι Internet, οι πάροχοι περιεχομένου, οι πάροχοι last mile κλπ. για το stream περιεχομένου [OCTO1] [OCTO4] [OCTO8] [OCTO9].

Το λογισμικό της OCTOSHAPÉ πρέπει να είναι εγκατεστημένο τόσο στον εξυπηρετητή που κάνει stream το περιεχόμενο, όσο και στις συσκευές που χρησιμοποιούν οι χρήστες για να το αναπαράγουν (υπολογιστές με λειτουργικό σύστημα Windows, Mac ή Linux, κινητά τηλέφωνα με λειτουργικό ios και Android) [OCTO6]. Ο διαμοιρασμός του περιεχομένου γίνεται πάνω από δίκτυο peer to peer που σχηματίζουν οι πελάτες τις πλατφόρμας. Για αυτό το λόγο, το OCTOSHAPÉ προωθείται κυρίως ως ένα φθηνό και αξιόπιστο μέσο, που μπορεί να επιτρέψει στους παρόχους περιεχομένου να στείλουν τα προϊόντα σε πολλούς πελάτες χωρίς την ανάγκη επένδυσης σε αντίστοιχου κόστους υποδομή [OCTO3] [OCTO2] [OCTO4].

Το OCTOSHAPÉ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πολυεκπομπή stream ήχου (Ogg Vorbis, MP3, WMA) ή/και βίντεο (MPEG-4, Nullsoft Video, ή WMV και άλλες κωδικοποιήσεις), ή οποιουδήποτε άλλου stream δεδομένων πάνω από το Internet. Το OCTOSHAPÉ χρησιμοποιεί εύρος ζώνης κατανεμημένου πλέγματος peer to peer, προκειμένου να ελαχιστοποιήσει το φορτίο στη ζεύξη του παρόχου περιεχομένου, όπου ο κάθε ακροατής/τηλεθεατής αναμεταδίδει τμήματα ή ολόκληρο το stream που έχει λάβει σε διάφορους άλλους κόμβους στο πλέγμα. Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του OCTOSHAPÉ είναι πως διατηρεί το πλέγμα 100% σταθερό, χωρίς καμία διακοπή στον ήχο ή στο βίντεο, όταν ομότιμοι αποσυνδέονται [OCTO5].

Η εταιρεία που διαχειρίζεται την πλατφόρμα επιθυμεί με κάθε μέσο να διατηρήσει κρυφές τις λεπτομέρειες λειτουργίας της [OCTO2]. Εγγυάται όμως στους πελάτες της πως στόχος της είναι ο κάθε κόμβος να έχει ισορροπία μεταξύ των δεδομένων που στέλνει και λαμβάνει. Έτσι, αν κάποιος πελάτης δεν παρακολουθεί κάποιο stream δεν χρησιμοποιείται από τη πλατφόρμα το εύρος ζώνης του για να στείλει πληροφορία. Επιπλέον, σε περίπτωση που γίνεται παράλληλη χρήση άλλων εφαρμογών που αξιοποιούν το εύρος ζώνης του πελάτη, αυτόματα περιορίζονται οι πόροι που δεσμεύει το OCTOSHAPÉ για τις ανάγκες του [OCTO7].

Το OCTOSHAPÉ χρησιμοποιεί μια μοναδική τεχνολογία βελτιστοποίησης απόδοσης που δεν είναι ευπαθής σε καθυστερήσεις και απώλειες πακέτων όπως πρωτόκολλα που στηρίζονται στο TCP ή HTTP με κατάτμηση. Αυτό, του επιτρέπει να έχει την μεγαλύτερη πιθανότητα να διανέμει απροβλημάτιστα είτε HD βίντεο στο last mile, ή να επιτύχει καλύτερα ποσοστά διείσδυσης στην αγορά. Πολλές άλλες τεχνολογίες υποστηρίζουν κάτι παρόμοιο, αλλά όταν υπάρχει συμφόρηση στο last mile ή στον κορμό, αυτές οι τεχνολογίες καταρρέουν και αναγκάζονται να καταφύγουν σε τεχνολογίες προσαρμογής του bitrate. Αν και το OCTOSHAPÉ υποστηρίζει προσαρμογή bitrate, στηρίζεται πολύ λιγότερο σε αυτή τη τεχνική σε σχέση με άλλες τεχνολογίες που στηρίζονται στο TCP. Επιπλέον, επειδή η πλατφόρμα δεν έχει αυτές τις αδυναμίες, είναι δυνατό να στείλει απροβλημάτιστα περιεχόμενο οπουδήποτε στον πλανήτη, ανεξάρτητα από το μέρος που βρίσκεται ο

⁴² <http://www.octoshape.com/>

εξυπηρετητής που το διανέμει. Αυτό συνεπάγεται περισσότερο και καλύτερης ποιότητας βίντεο [OCTO1].

Η πλατφόρμα δίνει κάποιες ακόμη παροχές. Οι παραπάνω τεχνολογίες εφαρμόζονται και για τη μεταφορά του κωδικοποιημένου βίντεο από το σημείο που καταγράφεται (αν πρόκειται για κάποιο ζωντανό γεγονός) στους εξυπηρετητές που κάνουν την αρχική μετάδοση, διασφαλίζοντας την απροβλημάτιστη λειτουργία αυτής της ζεύξης. Δίνεται η δυνατότητα στους χρήστες να αρχίσουν να παρακολουθούν ζωντανά γεγονότα από οποιοδήποτε χρονικό σημείο της μετάδοσης επιθυμούν. Οι χρήστες που ανήκουν στην ίδιο οργανισμό μπορούν να στείλουν το stream ο ένας στον άλλο χρησιμοποιώντας το δίκτυο της εταιρείας, αντί να το κατεβάσει ο καθένας ανεξάρτητα από το Internet, γεγονός που θα ανέβαζε κατά πολύ το κόστος των υποδομών. Επίσης, οι διαχειριστές του συστήματος μετάδοσης έχουν πρόσβαση σε πραγματικό χρόνο σε στατιστικά σχετικά με τον αριθμό και την γεωγραφική θέση των ατόμων που παρακολουθούν τα stream [OCTO1].

5.15 CAM4Home - Collaborative Aggregated Multimedia for Digital Home

Ο στόχος του CAM4HOME⁴³ είναι η δημιουργία ενός πλαισίου διανομής περιεχομένου συμβατού με μεταδεδομένα, το οποίο θα επιτρέψει σε τελικούς χρήστες και παρόχους εμπορικού περιεχομένου να δημιουργούν και διανέμουν πλούσιες πολυμεσικές εμπειρίες. Αυτές οι πολυμεσικές εμπειρίες στηρίζονται στην καινοτόμα ιδέα της συνεργατικής συνάθροισης πολυμέσων (Collaborative Aggregated Multimedia – CAM), που είναι και ο κύριος άξονας γύρω από τον οποίο κινείται το CAM4HOME. Η συνεργατική συνάθροιση πολυμέσων αναφέρεται στη συνάθροιση και σύνθεση μεμονωμένων πολυμεσικών περιεχομένων σε ένα πακέτο περιεχομένου που μπορεί να περιέχει αναφορές σε υπηρεσίες που επικεντρώνονται στο περιεχόμενο και μπορεί να διανεμηθεί ως ένα σημασιολογικά συνεκτικό σύνολο περιεχομένου και συναφών υπηρεσιών πάνω από διάφορα κανάλια επικοινωνίας. Το CAM4HOME θα αναπτύξει ένα κοινό πλαίσιο μεταδεδομένων για CAM περιεχόμενο, το οποίο έχει εφαρμογή και σε προσωπικές και σε εμπορικές εφαρμογές και είναι διαλειτουργικό με τις σχετικές πρότυπες τεχνολογίες μεταδεδομένων και αναπαράστασης περιεχομένου [CAM1].

Το έργο έχει ενιαία προσέγγιση και αξιοποιεί τις υπάρχουσες τεχνολογίες και πρότυπα, αναπτύσσοντας μόνο τις απαραίτητες προεκτάσεις και βελτιώσεις που απαιτούνται προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι που έχουν τεθεί. Η προσέγγιση αυτή θα διευκολύνει σημαντικά την ενσωμάτωση και βιομηχανική εκμετάλλευση των αποτελεσμάτων του έργου [CAM1].

Το έργο θα επιτρέπει δυναμική δημιουργία και αναπαραγωγή εξατομικευμένου CAM περιεχομένου που θα λαμβάνει υπόψη το δίκτυο και τις προτιμήσεις του χρήστη, τη διαθεσιμότητα περιεχομένου και τις δυνατότητες του τερματικού. Αυτό γίνεται μέσω του προσδιορισμού εξελιγμένων συστημάτων και αρχιτεκτονικών υπηρεσιών για τη μετάδοση και διανομή περιεχομένου από και προς το περιβάλλον του ψηφιακού σπιτιού. Το πλαίσιο παροχής περιεχομένου θα είναι ικανό να παρέχει εξατομικευμένα σύνολα πακέτων περιεχομένου σε ένα τεράστιο φάσμα τελικών χρηστών σε πραγματικό περιβάλλον. Το πλαίσιο μετάδοσης περιεχομένου CAM4Home εξετάζει τη δημιουργία και εισαγωγή πακέτων

⁴³ <http://www.cam4home-itea.org/>

περιεχομένου και από επαγγελματικές/εμπορικές πηγές και από το περιβάλλον του ψηφιακού σπιτιού, τα οποία θα δημιουργούν οι τελικοί χρήστες. Το έργο θα επιδιώξει να εξασφαλίσει ένα εγγυημένο επίπεδο υπηρεσιών και απρόσκοπτη διαλειτουργικότητα περιεχομένου σε μία ενοποιημένη πολύπλοκη διανομή περιεχομένου και σε δίκτυα διανομής, καθώς και να βελτιστοποιήσει τη χρήση του εύρους ζώνης του υποκείμενου δικτύου διανομής και των χαρακτηριστικών ποιότητας υπηρεσίας [CAM2]. Η υλοποίηση των στόχων του έργου συνεπάγεται καινοτόμες τεχνολογίες στους ακόλουθους τομείς:

1)Καθορισμός, ανάπτυξη και επίδειξη ενός **κοινού και ενοποιημένου μεταμοντέλου και πλαισίου μεταδεδομένων** που υποστηρίζει τη δημιουργία, διανομή, παράδοση, ερμηνεία και αναπαραγωγή CAM περιεχομένου, από και προς το οικιακό περιβάλλον.

2)Σχεδιασμός, ανάπτυξη και επίδειξη μιας **αρχιτεκτονικής υπηρεσίας και πλατφόρμας υπηρεσίας** για τη διαχείριση του κύκλου ζωής του CAM περιεχομένου, από τη δημιουργία του πακέτου περιεχομένου, στη διανομή, ερμηνεία και αναπαραγωγή του.

3)Ανάπτυξη και επίδειξη **έξυπνου δικτύου περιεχομένου**, που περιλαμβάνει υπηρεσίες για προσαρμογή περιεχομένου, εξατομίκευση περιεχομένου και υπηρεσίες δικτυακής κοινότητας.

4)**Ενίσχυση της διαλειτουργικότητας του περιεχομένου** παρέχοντας σε τερματικούς σταθμούς, στην πλατφόρμα και στο δίκτυο, διαφανή πρόσβαση σε πολυμεσικό περιεχόμενο [CAM3].

Πιο αναλυτικά, οι στόχοι του CAM4Home θα αφορούν τουλάχιστον τα ακόλουθα τεχνικά ζητήματα, που εμπίπτουν στους τομείς που επικεντρώνεται το εγχείρημα:

Συντονισμένη δια-μεσική και δια-δικτυακή διανομή CAM περιεχομένου. Αυτό περιλαμβάνει τον χρονικό συγχρονισμό της διανομής, ερμηνείας και αναπαραγωγής πακέτων περιεχομένου, απαιτήσεις QoS για την παράδοση και την αναπαραγωγή των πακέτων περιεχομένου και την προσαρμογή περιεχομένου πάνω από υβριδικά δίκτυα κορμού.

Εμπειρία χρήστη, εξατομικευμένη και με επίγνωση πλαισίου πρόβλεψη περιεχομένου. Αυτό περιλαμβάνει προσαρμογή του περιεχομένου στις προτιμήσεις του χρήστη και στις δυνατότητες του περιβάλλοντος αναπαραγωγής, εξατομίκευση και φιλτράρισμα περιεχομένου σύμφωνα με τις προτιμήσεις και τα ενδιαφέροντα των χρηστών και αυτόνομη διακωδικοποίηση σύμφωνα με τις δυνατότητες της συσκευής και του δικτύου.

Υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας περιεχομένου και δικτύου. Αυτό περιλαμβάνει ειδοποιήσεις SMS/MMS, υπηρεσία άμεσων μηνυμάτων και άλλες διαδραστικές υπηρεσίες μέσα στο δίκτυο της κοινότητας και διαμοιρασμό περιεχομένου μέσα στο δίκτυο της κοινότητας.

Ασφαλές και εμπορικό δίκτυο κοινότητας peer to peer. Αυτό περιλαμβάνει κανάλι μετάδοσης για CAM περιεχόμενο, ευρετηρίαση peer to peer και αναζήτηση CAM περιεχομένου και παροχή CAM περιεχομένου στον τελικό χρήστη πάνω από peer to peer [CAM3].

5.16 CONTENT4ALL - Cross-platform tools for community content publishing

Το CONTENT4ALL σκοπεύει να αναπτύξει ένα πλαίσιο για την ευφυή διαχείριση περιεχομένου, βασισμένο σε τεχνολογίες peer to peer. Ο στόχος είναι η εξασθένιση των προσωπικών, φυσικών και χρονικών περιορισμών και η δημιουργία νέων ευκαιριών για την κοινότητα περιεχομένου. Παραγωγοί, εκδότες και ραδιοτηλεοπτικοί φορείς μπορούν να αναπτύξουν νέες μορφές προγραμματισμού περιεχομένου, νέες μορφές αφήγησης και νέες επιχειρηματικές ευκαιρίες. Ο συνδυασμός αναδυόμενων σεναρίων, όπως “η σύγκλιση των μέσων” (media convergence) και τα “peer-to-peer” προσφέρει μια ιδανική ευκαιρία, καθώς ο διαμοιρασμός περιεχομένου μεταξύ ατόμων γίνεται εφικτός ανεξάρτητα από το μέσο που χρησιμοποιεί ο κάθε χρήστης. Αυτό προσφέρει ένα υπόδειγμα κατανάλωσης περιεχομένου ιδανικού για νέες συνεργατικές κοινότητες, το οποίο είναι ανεξάρτητο χρόνου, τόπου, τρόπου και ατόμου [CONT1].

Η ευφυής δημοσίευση περιεχομένου και η μετριοπάθεια των «συγγενών κοινοτήτων peer to peer» (peer-to-peer affinity communities -δίκτυα peer to peer τα οποία αυτοδιοργανώνονται σε ομάδες που έχουν ως κριτήριο την εντοπιότητα) προσφέρουν νέες επιχειρηματικές ευκαιρίες. Για την εκμετάλλευση αυτών των ευκαιριών, απαιτούνται έξυπνα εργαλεία διαχείρισης και μεθοδολογίες. Το CONTENT4ALL θα παρέχει μια κοινή πλατφόρμα υπηρεσίας για τον διαμοιρασμό, επικοινωνία και διαχείριση αντικειμένων περιεχομένου μεταξύ των ραδιοτηλεοπτικών μεταδόσεων, του Internet και των ασυρμάτων δικτύων. Ο κύριος στόχος της πλατφόρμας είναι η ανάπτυξη και εδραίωση ενός συνεκτικού πλαισίου για την διαλειτουργικότητα στην πλήρη αλυσίδα αξίας των Ευρωπαϊκών μέσων, εκμεταλλεζόμενη το φαινόμενο peer-to-peer και τις αναδυόμενες σχετικές ευκαιρίες. Για να επιτευχθεί αυτό, θα διερευνηθεί η δημιουργία ενός έξυπνου μοντέλου διαχείρισης διαμεσικού peer to peer περιεχομένου, βασισμένου σε πρότυπα ανοιχτού κώδικα, όπου οι επόμενης γενιάς “συγγενείς” κοινότητες θα μπορούν να ανταποκριθούν στις ανάγκες μεμονωμένων ατόμων και οργανισμών [CONT1].

Επιπλέον, το CONTENT4ALL θα παρέχει επιχειρηματικές προσομοιώσεις επιλεγμένων case study για την κάλυψη των οργανωτικών, κοινωνικών και οικονομικών προκλήσεων που τίθενται από την εμφάνιση του φαινομένου των συνεργατικών δικτύων peer to peer σε ένα διαμεσικό περιβάλλον.

Η πλατφόρμα θα χρησιμοποιεί peer to peer τεχνολογία για την μετάδοση του περιεχομένου και θα αναπτύσσεται πάνω από ετερογενείς συσκευές [CONT1].

5.17 P2P FOR MAJOR EVENTS

Το P2PME είναι μια λύση κοινωνικής δικτύωσης, κυρίως για φορητές συσκευές, σχεδιασμένη για μεγάλης κλίμακας γεγονότα. Το P2PME είναι μια ανεξάρτητη υπηρεσία, μοναδικά σχεδιασμένη να παρέχει ευκαιρίες περιεχομένου και δικτύωσης μέσω κινητών και φορητών συσκευών σε άτομα που παρακολουθούν μεγάλης κλίμακας γεγονότα. Προκειμένου κάποιος να κάνει χρήση των υπηρεσιών που παρέχονται από την πλατφόρμα του P2PME, αρκεί να κατεβάσει μια εφαρμογή στη κινητή ή φορητή συσκευή του και να δημιουργήσει ένα προσωπικό προφίλ. Ως μέλη μιας ασύρματης κοινότητας, οι χρήστες μπορούν να επικοινωνούν και να μοιράζονται περιεχόμενο με άλλα άτομα που συμμετέχουν στην εκδήλωση. Το P2PME είναι μια πρωτοβουλία που ενισχύει δυναμικά τη διανομή πληροφοριών

μεταξύ των τοπικών διοικήσεων (δηλαδή δημαρχεία, γραφεία τουρισμού), τοπικών κατοίκων και επισκεπτών (τουρίστες), ιδίως στο πλαίσιο μεγάλων εκδηλώσεων. Το εγχείρημα υπογραμμίζει τη χρήση peer-to-peer τεχνολογίας που επιτρέπει σε κάθε πολίτη να είναι εκδότης και καταναλωτής πληροφοριών. Κατά συνέπεια γίνεται διανομή πληροφοριών μεταξύ όλων των ατόμων που συμμετέχουν στη κοινότητα [P2PME1].

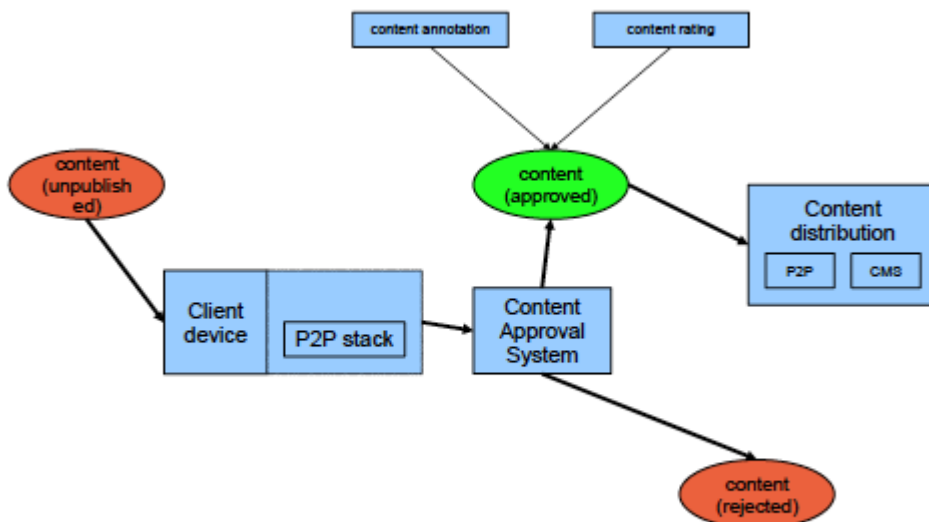
Οι κύριοι χρήστες της πλατφόρμας θα είναι οι τουρίστες και οι επισκέπτες του σημαντικού γεγονότος. Ο επισκέπτης, χρησιμοποιώντας την κινητή του συσκευή (κινητό, φορητός υπολογιστής, PDA), θα εγγράφεται σε μια βασισμένη στο Internet εικονική κοινότητα, από την οποία θα είναι δυνατόν να στέλνει και να λαμβάνει πληροφορίες σχετικές με την πόλη και την εκδήλωση. Οι κοινότητες θα οργανώνονται σύμφωνα με το θέμα, έτσι ώστε οι πολίτες να εγγράφονται σε αυτές με βάση τα προσωπικά τους ενδιαφέροντα. Οι τελικοί χρήστες θα έχουν την δυνατότητα να ανεβάσουν και κατεβάσουν του δικό τους περιεχόμενο (φωτογραφίες από το γεγονός, σχόλια, μικρά βίντεο κλπ) και να λάβουν επίσημη πληροφόρηση για την εκδήλωση (δραστηριότητες, πρόγραμμα) και την πόλη (ενδιαφέροντες τοποθεσίες, ξενοδοχεία, εστιατόρια κλπ.) [P2PME2]. Το σύστημα στηρίζεται σε ένα κεντρικό εξυπηρετητή, στον οποίο ένα σύστημα διαχείρισης περιεχομένου αποθηκεύει και φιλτράρει δεδομένα, για να διασφαλιστεί πως δεν θα διαμοιραστούν ακατάλληλες πληροφορίες [P2PME5].

Συνοπτικά, οι προσφερόμενες υπηρεσίες από την πλατφόρμα στους τουρίστες είναι:

- βλέπουν ποιος βρίσκεται online
- συμμετέχουν σε ομάδες χρηστών με κοινά ενδιαφέροντα
- συνομιλούν με άλλους χρήστες και στέλνουν μηνύματα εκτός σύνδεσης
- μοιράζονται αρχεία με άλλους χρήστες
- επεξεργάζονται τις πληροφορίες του προφίλ τους
- βαθμολογούν και σχολιάζουν το περιεχόμενο [P2PME3]

Ενώ, οι απώτεροι στόχοι του εγχειρήματος είναι:

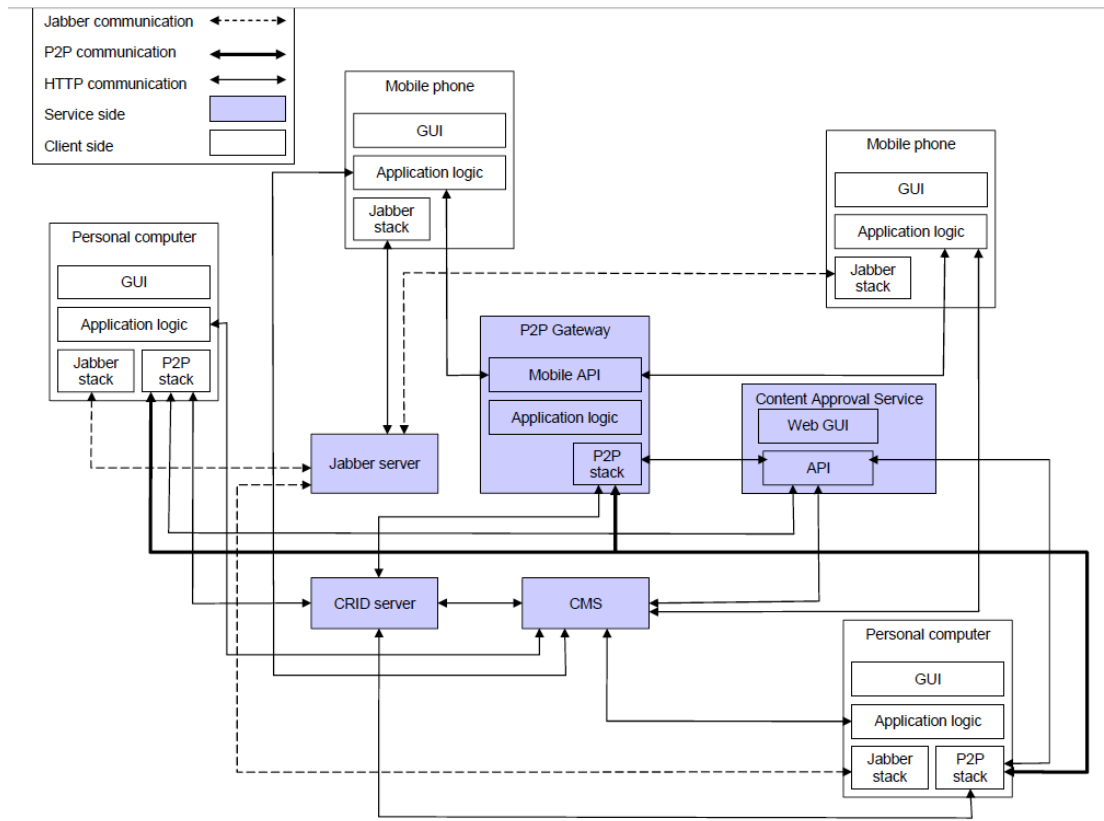
- Να προσαρμοστεί η πλατφόρμα στις ειδικές ανάγκες της κάθε περιοχής δοκιμής, ώστε να είναι σε θέση να αντεπεξέλθει σε μεγάλης κλίμακας αθλητικά, πολιτιστικά και επιχειρηματικά γεγονότα.
- Να ελεγχθεί η αποδοχή της peer to peer υπηρεσίας για τη διάδοση των πληροφοριών μεγάλων γεγονότων, μεταξύ των κατοίκων των πόλεων και των αλλοδαπών (επισκέπτες και παρευρισκόμενοι στην εκδήλωση
- να παγιωθεί το επιχειρηματικό σχέδιο για την αξιοποίηση της υπηρεσίας και της υποστηρικτικής πλατφόρμας λογισμικού
- την αύξηση της ευαισθητοποίησης του κοινού και ιδιαίτερα των ενδιαφερόμενων μερών [P2PME4]



Εικόνα 24: Η ροή περιεχομένου στο P2PME (Πηγή: [P2PME6])

Ένα σημαντικό κομμάτι μιας τόσο περίπλοκης πλατφόρμας είναι η ροή περιεχομένου από τον δημιουργό στον καταναλωτή. Όπως φαίνεται και στην εικόνα, ο δημιουργός του περιεχομένου (μια εταιρεία ή ο τελικός χρήστης) δημοσιοποιεί το περιεχόμενο σε ένα δίκτυο peer to peer, ή σε σύστημα διαχείρισης περιεχομένου (Content Management System – CMS). Το περιεχόμενο πρώτα εγκρίνεται, μέσω μιας WEB διεπαφής από το σύστημα έγκρισης περιεχομένου (Content Approval System – CAS) και δημοσιεύεται μόνο αφού ένας διαχειριστής το εγκρίνει ως μη προβληματικό από τη σκοπιά της παραβίασης πνευματικών δικαιωμάτων ή ως προς το αν είναι αμφισβητήσιμο. Μετά από αυτό οι άλλοι χρήστες μπορούν να αναζητήσουν και να καταναλώσουν το περιεχόμενο, να το βαθμολογήσουν, απαγορεύσουν ή σχολιάσουν [P2PME6].

Στην πλατφόρμα P2P for major events, το αντικείμενο περιεχομένου είναι πάντα ένα ζεύγος αρχείων: η περιγραφή περιεχομένου και το πραγματικό αρχείο περιεχομένου. Έχει επιλεγεί η περιγραφή περιεχομένου MPEG21, καθώς αποδείχθηκε πως πολύ αποδοτική για την αποθήκευση μεταδεδομένων, πληροφοριών CRID, την υποστήριξη DRM και την διαλειτουργικότητα της πλατφόρμας.



Εικόνα 25: Η αρχιτεκτονική της πλατφόρμας του P2PME (Πηγή: [P2PME6])

Στην εικόνα φαίνεται η αρχιτεκτονική της πλατφόρμας P2P for major events. Υπάρχει ένας αριθμός ηλεκτρονικών υπολογιστών και κινητών τηλεφώνων που είναι συνδεδεμένα στο σύστημα, ως συσκευές-πελάτες. Οι κεντροκοποιημένες υπηρεσίες επιτρέπουν τις λειτουργίες της πλατφόρμας. Ο διακομιστής Jabber είναι μια υπηρεσία που χρησιμοποιεί το XMPP πρωτόκολλο για τη λειτουργία παρουσίας (για να καθοριστεί αν άλλοι χρήστες είναι εντός ή εκτός σύνδεσης) και για τη λειτουργία συνομιλίας (Chat). Όλες οι συσκευές-πελάτη επικοινωνούν απευθείας με τον διακομιστή Jabber [P2PME6].

Ο διακομιστής CRID επιτρέπει στις στοίβες peer to peer, στις συσκευές-πελάτες και στο CMS να ανακτήσουν ένα νέο μοναδικό CRID αναγνωριστικό για το πρόσφατα δημοσιευμένο περιεχόμενο. Ο διακομιστής CRID επιλύει επίσης τις CRID σε διευθύνσεις URL. Η επικοινωνία με τον διακομιστή CRID γίνεται πάνω από το πρωτόκολλο HTTP. Το σύστημα διαχείρισης περιεχομένου (Content Management System – CMS) είναι ένα κεντροκοποιημένο αποθετήριο περιεχομένου. Ο εκδότης περιεχομένου (χρήστης ή επαγγελματίας) μπορεί να ανεβάσει περιεχόμενο στο κεντρικό αποθετήριο ή να το διαμοιράσει μέσω του δικτύου peer to peer. Η επικοινωνία με το CMS γίνεται μέσω HTTP.

Το CMS και οι στοίβες peer to peer στις συσκευές-πελάτη χρησιμοποιούν το σύστημα έγκρισης περιεχομένου (Content Approval System – CAS), πριν τη δημοσίευση περιεχομένου. Το CAS είναι μια βάση δεδομένων όπου όλο το περιεχόμενο που πρόκειται να δημοσιευτεί αποθηκεύεται. Μια WEB διεπαφή χρήστη επιτρέπει στους διαχειριστές να αποφασίσουν αν αυτά τα αντικείμενα περιεχομένου είναι κατάλληλα για δημοσίευση ή όχι. Η στοίβα peer to peer και το CMS επικοινωνούν με το CAS πάνω από ένα API που στηρίζεται στο HTTP.

Υπάρχουν δυο τύποι εφαρμογής τελικού χρήστη: η εφαρμογή για ηλεκτρονικούς υπολογιστές και η εφαρμογή για φορητές συσκευές. Η εφαρμογή για

ηλεκτρονικούς υπολογιστές είναι μια πλήρως λειτουργική και αυτόνομη εφαρμογή γραμμένη σε JAVA. Έχει ολοκληρωμένες μέσα της μια στοίβα peer to peer και μια στοίβα Jabber. Η στοίβα peer to peer στηρίζεται στην πλατφόρμα JXTA και επιτρέπει το διαμοιρασμό, αναζήτηση και λήψη περιεχομένου, μέσω πολλαπλών ομοτίμων για περισσότερο αποδοτική χρήση των πόρων του δικτύου και του πελάτη. Η εφαρμογή για φορητές συσκευές είναι μια περιορισμένη έκδοση της εφαρμογής για ηλεκτρονικούς υπολογιστές γραμμένη σε JAVA. Ως προς τη λειτουργικότητα, η μόνη διαφορά σε σχέση με την έκδοση για ηλεκτρονικούς υπολογιστές είναι η περιορισμένη λειτουργικότητα peer to peer. Περιορίζεται στην HTTP επικοινωνία με ένα peer to peer gateway. Ένα peer to peer gateway βρίσκεται σε ένα διακομιστή και εκτελεί την κίνηση peer to peer με άλλες peer to peer στοίβες (είτε είναι peer to peer gateway, είτε εφαρμογές ηλεκτρονικού υπολογιστή) στο όνομα των κινητών τερματικών [P2PME6].

Σε πρώτο στάδιο, όταν ο τελικός χρήστης θα αναζητά πληροφορίες σχετικά με το γεγονός, προβλέπεται ότι θα χρησιμοποιεί κυρίως το πρόγραμμα-πελάτη που έχει αναπτυχθεί για ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Σε δεύτερο στάδιο, όταν ο χρήστης θα βρίσκεται στην τοποθεσία του γεγονότος, θα χρησιμοποιεί το πρόγραμμα-πελάτη για τις φορητές συσκευές. Οι χρησιμοποιούμενες φορητές συσκευές προβλέπεται να έχουν ενσωματωμένη κάμερα η οποία θα κάνει δυνατή τη λήψη φωτογραφιών και βίντεο από το γεγονός τα οποία και θα ανεβάζουν στην πλατφόρμα μέσω του κεντρικού εξυπηρετητή ή του δικτύου peer to peer. Θεωρείται δεδομένο, πως ο ηλεκτρονικός υπολογιστής που θα χρησιμοποιηθεί για την εκτέλεση της αντίστοιχης εφαρμογής είναι εφοδιασμένος με ευρυζωνική σύνδεση στο Internet και μια Java Virtual machine. Και οι δυο απαιτήσεις πληρούνται από την πλειοψηφία των σύγχρονων συσκευών. Τα κινητά τηλέφωνα θα πρέπει να υποστηρίζουν MIDP 2.0, να έχουν πρόσβαση στο Internet μέσω GPRS και να διαθέτουν ενσωματωμένη κάμερα. Όλο και περισσότερα τηλέφωνα στην αγορά, υποστηρίζουν τις συγκεκριμένες απαιτήσεις, αν και έχουν αντιμετωπιστεί προβλήματα με τηλέφωνα που θέτουν περιορισμούς στο μέγεθος της εφαρμογής (μέγιστο 64 KB ανά εφαρμογή JAVA παρόλο που υπάρχει αρκετή μνήμη για μεγαλύτερες εφαρμογές) και ορισμένους παρόχους κινητής τηλεφωνίας που έκλειναν κάποιες θύρες επικοινωνίας, καθιστώντας έτσι την εφαρμογή άχρηστη [P2PME6].

5.18 SmoothIT Simple Economic Management Approaches of Overlay Traffic in Heterogeneous Internet Topologies

Ο πρωταρχικός στόχος του SmoothIT⁴⁴ είναι να καταστήσει δυνατή την αλληλεπίδραση μεταξύ των εφαρμογών επικάλυσης και των δικτύων ISP, με σκοπό την επίτευξη αποτελεσματικής διαχείρισης της κίνησης μέσω οικονομικών κινήτρων [SMOOTH1]. Στο πλαίσιο αυτό, το SmoothIT σχεδιάζει νέους μηχανισμούς που αποσκοπούν στην παροχή λύσεων στη διαχείριση της κυκλοφορίας στο Internet τόσο από τη σκοπιά των χρηστών, όσο και των παρόχων.

Από τη σκοπιά του χρήστη: το SmoothIT θα επιτρέψει σε νέες υπηρεσίες επικάλυσης να χρησιμοποιηθούν από τους χρήστες.

Από την σκοπιά των παρόχων: το SmoothIT θα παρέχει τις σχετικές προσεγγίσεις αποκεντρωμένης τεχνολογίας ελέγχου και διαχείρισης, οι οποίες

⁴⁴ <http://www.smoothit.org/>

υποστηρίζονται από ενδεδειγμένες θεωρητικές έρευνες, που θα επιτρέψουν νέα επιχειρηματικά μοντέλα να αναλυθούν και υλοποιηθούν [SMOOTH3].

Το SmoothIT θα προσπαθήσει να δημιουργήσει λύσεις οι οποίες είναι ευνοϊκές για όλες τις εμπλεκόμενες πλευρές (TripleWin scenarios), να αναπτύξει τους κατάλληλους μηχανισμούς (οι οποίοι ονομάζονται μηχανισμοί οικονομικής διαχείρισης κυκλοφορίας – Economic Traffic Management mechanisms) και να αναπτύξει μια αρχιτεκτονική στην οποία θα μπορούσαν να εφαρμοστούν αποτελεσματικά αυτές οι λύσεις [SMOOTH6].

Οι ιθύνοντες στηρίζονται στην υιοθέτηση των λύσεων που θα προτείνουν από όλες τις πλευρές προκειμένου αυτές να είναι βιώσιμες. Θεωρούν πως ο κύριος άξονας για να το πετύχουν αυτό είναι τα TripleWin scenarios, που αποδεικνύουν πως όλοι έχουν κάτι να κερδίσουν [SMOOTH2]. Πιο συγκεκριμένα, η από κοινού διαχείριση των δικτύων επικάλυψης από τους παρόχους των δικτύων επικάλυψης και τους παρόχους των υφιστάμενων δικτύων προσφέρει σε κάθε ένα από τα εμπλεκόμενα μέρη:

- 1)Στους παρόχους των υφιστάμενων δικτύων:
 - I. Μείωση της κίνησης που παράγεται από δίκτυα επικάλυψης και της αντίστοιχης κίνησης μεταξύ διαφορετικών παρόχων.
 - II. Διατήρηση των υπηρεσιών επικάλυψης (ενίσχυση στα κατ'αποκοπή τέλη, διατήρηση πελατών)
 - III. Αποφυγή του να είναι στη μαύρη λίστα ενός δικτύου επικάλυψης
 - IV. μειωμένο κόστος και καλύτερη απόσβεση επένδυσης

2)Στους παρόχους δικτύων επικάλυψης:

- I. μειωμένο κόστος και καλύτερη απόσβεση επένδυσης
- II. ο ενεργός ρόλος στη διαχείριση κίνησης βελτιώνει την ποιότητα υπηρεσίας
- III. αύξηση στη βάση χρηστών, λόγω καλύτερων επιδόσεων στις υπηρεσίες τους

3)Στους χρήστες:

- I. Αυξημένη ποιότητα υπηρεσίας, πχ. Από πλευράς αξιοπιστίας, RTT, εύρους ζώνης
- II. μειωμένο κόστος δικτυακής πρόσβασης[SMOOTH2]

Δεδομένου πως η δομή των δικτύων επικάλυψης καθορίζει την κίνηση που ρέει μέσα στα δίκτυα των ISP, είναι πολύ αποδοτικό για ένα ISP να επηρεάσει την διαμόρφωση των δικτύων επικάλυψης, με βάση πληροφορίες για τη δομή τους. Η διαχείριση αυτή έχει σκοπό α)να μεγιστοποιήσει το όφελος στους παρόχους/ISP που εμπλέκονται, ανεξαρτήτως της τοπολογίας του υφιστάμενου δικτύου και β) να λειτουργεί αυτόνομα, με σκοπό την αύξηση την ικανότητας ανοχής σε σφάλματα και την εξισορρόπηση του φορτίου στο δίκτυο. Το SmoothIT υποστηρίζει αυτορρύθμιση λόγω της αποκεντρωμένης φύσης του και της εξάρτησής του από οικονομικές μεθόδους (τα κίνητρα που αναφέρθηκαν προηγουμένως). Η διαχείριση της κυκλοφορίας σε όλο το δίκτυο επιτυγχάνεται μέσω τοπικών αλληλεπιδράσεων και συνεργασίας, τα οποία έχουν ως συνέπεια να καθιστούν το σύστημα αυτό-ρυθμιζόμενο [SMOOTH4].

Στα πλαίσια αυτού του έργου θα αναπτυχθούν:

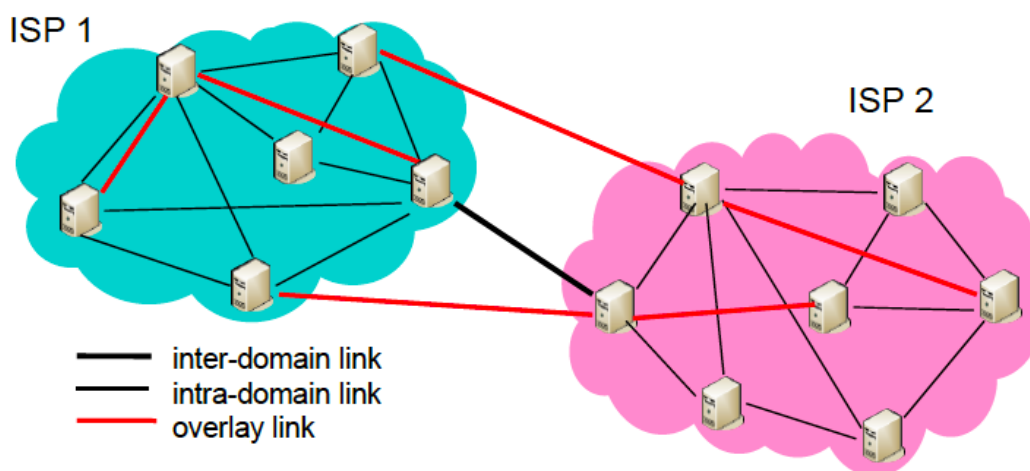
- 1)Νέα θεωρία οικονομικής διαχείρισης κυκλοφορίας (Economic Traffic Management ETM), βασισμένη σε κίνητρα και τιμολόγηση.

2) Νέοι μηχανισμοί αποκεντρωμένου ελέγχου δικτύου και διαχείρισης για υπηρεσίες επικάλυσης για βασισμένα στο Internet δίκτυα, που απλώνονται σε πολλούς παρόχους.

3) Βελτιωμένη και προσαρμοσμένη ασφάλεια και μηχανισμοί QoS. Λειτουργία χαρτογράφησης των υπηρεσιών επικάλυσης.

4) Επίλυση του προβλήματος ασύμμετρης πληροφορίας (information asymmetry problem), μέσω του συνδυασμού βελτιστοποίησης της επικάλυσης και της κίνησης μέσω της ETM [SMOOTH4].

Η ETM είναι ένα από τα κύρια σημεία που έχουν μελετηθεί από το SmoothIT, ώστε να καθοριστούν κατάλληλοι αλγόριθμοι για την επίτευξη των στόχων του SmoothIT. Στις προδιαγραφές των διαφόρων μηχανισμών έχουν ληφθεί υπόψη τα κίνητρα των διαφορετικών εμπλεκόμενων φορέων [SMOOTH3].

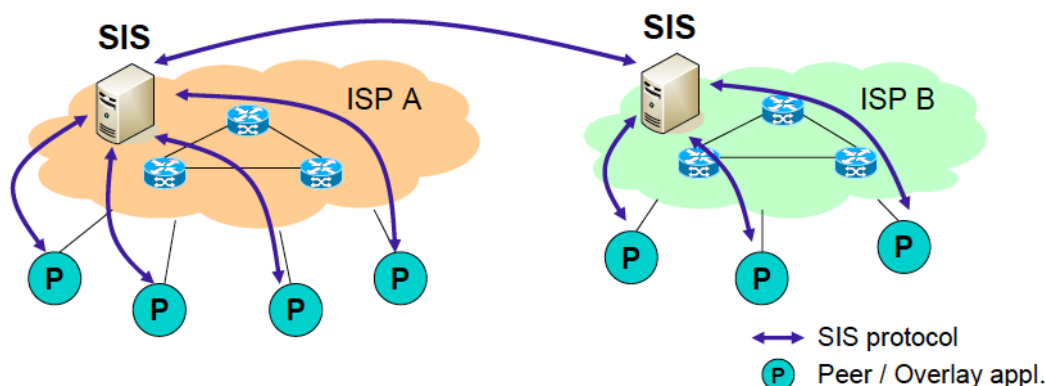


Εικόνα 26: Αρχικά ο ISP1 εμποδίζει την εισερχόμενη κίνηση στο δίκτυό του. Στη συνέχεια ο ISP2 εφαρμόζει μια ETM προσέγγιση (μόνο ένα ποσοστό της κίνησης του ISP2 πάει στον ISP1) (Πηγή: [SMOOTH5]).

Για τον σχεδιασμό της αρχιτεκτονικής του SmoothIT έχουν αναλυθεί πολλαπλές αρχιτεκτονικές προσεγγίσεις, με σκοπό να εξεταστεί η ικανότητά τους να επιτύχουν τις προϋποθέσεις που αναφέρθηκαν προηγουμένως και να αναλυθούν τα σχετικά οικονομικά οφέλη και οι νομικοί περιορισμοί. Αυτή η μελέτη κατέληξε στη δημιουργία μιας υβριδικής προσέγγισης, η οποία λαμβάνει υπόψη και κεντροποιημένες και αποκεντρωμένες αρχιτεκτονικές. Αυτή η αρχιτεκτονική μπορεί να ενσωματώσει τόσο τους τωρινούς μηχανισμούς ETM, όσο και τους μελλοντικούς και μπορεί να ενσωματωθεί σε πραγματικά δίκτυα, καθώς βασίζεται σε υπάρχοντα δικτυακά πρωτόκολλα, αποφεύγει αλλαγές σε δικτυακό εξοπλισμό και επιτρέπει εύκολη ανάπτυξη [SMOOTH3].

Η κεντρική οντότητα της αρχιτεκτονικής του SmoothIT είναι η υπηρεσία πληροφοριών (SmoothIT Information Service – SIS), η οποία είναι ένα κατακεντρωμένο σύστημα που παρέχει πληροφορίες από τους ISP στις εφαρμογές επικάλυσης και αντιστρόφως. Η SIS μπορεί να ενσωματώσει διάφορους μηχανισμούς ETM και μπορεί να παρέχει πληροφορίες σχετικά την πολιτική, την τοποθεσία, τη συμφόρηση και πολιτικές QoS, για παράδειγμα, για να βοηθήσει εφαρμογές επικάλυσης να αποφασίσουν πως θα εγκαθιδρύσουν συνδέσεις και πως θα τις χρησιμοποιήσουν. Οι παρεχόμενες πληροφορίες μπορεί να είναι χρήσιμες με πολλούς τρόπους για την εφαρμογή επικάλυσης, για παράδειγμα στην διαδικασία επιλογής ομοτίμων την εφαρμογής επικάλυσης. Ενώ, η ανακάλυψη υπηρεσιών είναι καθήκον

της εφαρμογής επικάλυψης. Όταν κάποιος ομοτίμος ανακαλύψει ένα σύνολο ομοτίμων που μπορούν να παρέχουν ένα συγκεκριμένο πόρο, για παράδειγμα ένα αρχείο ή ένα stream βίντεο, μπορεί να ρωτήσει μια SIS για συστάσεις σχετικά με το από ποιους ομοτίμους να προτιμήσει να πάρει τον πόρο [SMOOTH3].



Εικόνα 27: Η SIS ακολουθεί μια προσέγγιση πελάτη-εξυπηρετητή (Πηγή: [SMOOTH3])

Οι κύριες λειτουργίες των κύριων μερών της αρχιτεκτονικής του SmoothIT είναι οι ακόλουθες:

Ο εξυπηρετητής SIS είναι ο πυρήνας του συστήματος. Κύρια ευθύνη του είναι να δέχεται αιτήματα από την εφαρμογή επικάλυψης, να εκτελεί υπολογισμούς με βάση διάφορους παράγοντες, όπως πληροφορίες μετρήσεων και πολιτικής και να στέλνει τις τιμές των προτιμήσεων πίσω στην εφαρμογή επικάλυψης.

Ο εξυπηρετητής QoS μπορεί να ελέγχει τη διαθεσιμότητα των δικτυακών πόρων και να εγγυάται τους πόρους που ζητά ο τελικός χρήστης. Επίσης μπορεί να επιβάλλει τις QoS πολιτικές στο δίκτυο. Διασυνδέεται με το δίκτυο χρησιμοποιώντας τις NGN λειτουργίες ελέγχου μεταφοράς που είναι διαθέσιμες στο δίκτυο.

Η μονάδα μέτρησης συλλέγει δικτυακές πληροφορίες με σκοπό να υποστηρίξει τους μηχανισμούς ETM που υλοποιούνται από την SIS. Οι πληροφορίες αυτές μπορούν να περιλαμβάνουν, πχ πίνακες δρομολόγησης BGP, με σκοπό την υποστήριξη αλγορίθμων που στηρίζονται στην τοποθεσία, δικτυακές παραμέτρους επίδοσης και χρήση δικτύου από τελικούς χρήστες που είναι απαραίτητη για την τελική χρέωσή τους.

Η μονάδα ασφάλειας παρέχει υπηρεσίες ασφάλειας, όπως πιστοποίηση, έλεγχος πρόσβασης και ασφαλή επικοινωνία βασισμένη σε έναν εξυπηρετητή AAA (Authentication, Authorization, and Accounting).

Η βάση δεδομένων διαμόρφωσης αντιπροσωπεύει ένα αποθετήριο που περιλαμβάνει όλες τις πληροφορίες που μπορεί να είναι χρήσιμες για όλες τις μονάδες [SMOOTH3].

Τέλος, η SIS παρέχει τρεις διεπαφές:

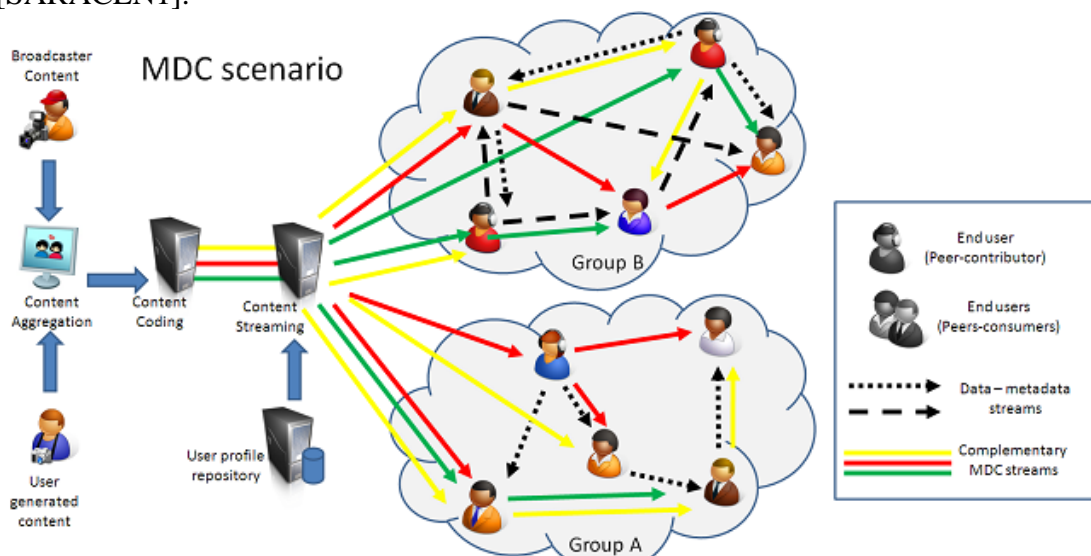
1) Μια σε εφαρμογές επικάλυψης (πελάτες) που μπορεί να έχει πρόσβαση στη SIS μέσω μιας, στα πρότυπα RPC, υπηρεσίας, για την ανταλλαγή πληροφοριών με τον ISP και για την λήψη συστάσεων από τον ISP, πχ για την ταξινόμηση μιας λίστας διευθύνσεων IP με βάση συγκεκριμένα κριτήρια.

2) Μια στον διαχειριστή δικτύου για την διαμόρφωση πολιτικών, παραμέτρων των μηχανισμών ETM και συμφωνιών με τους παρόχους υπηρεσιών επικάλυψης.

3) Μια σε άλλους εξυπηρετητές SIS, που έχουν αναπτυχθεί σε κάποιο τομέα του δικτύου που ανήκει σε κάποια άλλη διαχειριστική οντότητα, με σκοπό την υποστήριξη της συνεργασίας μεταξύ διαφορετικών ISP [SMOOTH3].

5.19 SARACEN - Socially Aware, collaboRative, scAlable Coding mEdia distributionN

Το Saracen⁴⁵ είναι μια ερευνητική πρωτοβουλία που έχει ως όραμα το σχεδιασμό και υλοποίηση μιας πρωτότυπης πλατφόρμας, η οποία θα προσφέρει εξατομικευμένο πολυμεσικό streaming με υψηλή ποιότητα υπηρεσίας (Quality of Experience). Αυτό θα επιτευχθεί μέσω της χρήσης τεχνικών κλιμακούμενης κωδικοποίησης πολυμέσων, εξελιγμένων πρωτοκόλλων μεταφοράς πολυμέσων και τεχνολογιών peer to peer, οι οποίες θα σέβονται την ιδιωτικότητα των χρηστών. Ο στόχος του ερευνητικού προγράμματος είναι η δημιουργία μιας από άκρο σε άκρο πλατφόρμας, που θα καλύπτει όλες τις πτυχές της αλυσίδας αξίας των πολυμέσων - aspects of the media value chain (από την παραγωγή, στην κατανάλωση πολυμεσικού περιεχομένου) και θα είναι σε θέση να καλύπτει πολυμεσικό περιεχόμενο που προέρχονται τόσο από απλούς χρήστες, όσο και από εταιρείες παραγωγής [SARACEN1].



Εικόνα 28: Η αρχιτεκτονική του SARACEN. Εδώ εικονίζεται η μεταφορά ενός αρχείου με MDC (Πηγή: [SARACEN2]).

Το μοντέλο της διανομής περιεχομένου που έχει υιοθετηθεί από την πλατφόρμα Saracen στηρίζεται στη χρήση δικτύων peer to peer για τη διανομή των πολυμεσικών steam. Κάθε συσκευή τερματικού χρήστη (User Terminal Device) ενεργεί ως ένας κόμβος σε ένα δίκτυο διανομής και είναι σε θέση να αποστείλει και να λάβει περιεχόμενο από/σε άλλους κόμβους. Για την επίτευξη σταθερότητας στη διανομή και για την ενίσχυσή της, η πλατφόρμα Saracen θα αναπτύξει χαρακτηριστικά κοινωνικής δικτύωσης που θα υποστηρίζουν την επιλογή ομοτίμων όχι μόνο με βάση την απόσταση, αλλά και με βάση το πλαίσιο, πχ., τις προτιμήσεις θέασης και τη φύση του περιεχομένου που καταναλώνεται.

Οι χρήστες της πλατφόρμας θα είναι σε θέση να συμμετάσχουν σε κάθε κοινωνική ομάδα σύμφωνα με τις προτιμήσεις τους και να μοιραστούν συγκεκριμένο πολυμεσικό περιεχόμενο σύμφωνα με τη σχετική τους απόσταση, καθώς η ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ γειτονικών κόμβων βελτιστοποιεί τη κατανάλωση πόρων στο δίκτυο.

Κάποιες από τις τεχνολογίες που προβλέπεται να υποστηρίζονται από το Saracen είναι:

⁴⁵ <http://www.saracen-p2p.eu/>

1. Κωδικοποιήσεις ήχου και εικόνας που κάνουν χρήση εξελιγμένων τεχνικών συμπίεσης, με σκοπό την προσαρμογή του ρυθμού μετάδοσης των δεδομένων στο διαθέσιμο εύρος ζώνης του δικτύου.
2. Ένα κοινωνικό μοντέλο που επιτρέπει στους καταναλωτές να συνεισφέρουν κριτικές, βαθμολογίες, παραπομπές, κλπ.
3. Δυνατότητα γεωεντοπισμού/εντοπισμού δικτύου, με σκοπό τον περιορισμό της πρόσβασης σε περιεχόμενο (distribution rights management) ή για να βελτιστοποιήσει τις συνδέσεις peer to peer (δρομολόγηση με βάση την απόσταση) [SARACEN3].

Το peer to peer δίκτυο του Saracen σχεδιάζεται να είναι είτε πλήρως αποκεντρωμένο, είτε υβριδικό και αποτελείται από καταναμημένους ομοτίμους κόμβους ικανούς να στέλνουν και να λαμβάνουν πολυμεσικά stream και αρχεία και να εντοπίζουν περιεχόμενο μέσω ενός κεντρικού αποθετηρίου μεταδεδομένων (προσέγγιση στηριζόμενη σε Tracker ή/και ενός καταναμημένου αποθετηρίου μεταδεδομένων (προσέγγιση στηριζόμενη σε καταναμημένους πίνακες κατακερματισμού- Distributed Hash Table DHT).

Περισσότερες από μια τεχνολογίες ή πολιτικές peer to peer μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μια συγκεκριμένη πτυχή του δικτύου λειτουργίας peer to peer του Saracen, μέσω της χρήσης γενικών λύσεων που στηρίζονται σε ανοιχτά πρότυπα ή υλοποιήσεις ανοικτού κώδικα.

Από τη σκοπιά του τελικού χρήστη, όλες οι συμβατές συσκευές τερματικού χρήστη, θα πρέπει να συμμετέχουν ενεργά ή παθητικά στο peer to peer δίκτυο του Saracen και δεν θα πρέπει να απαιτείται κάποιος ελεγκτικός οργανισμός ώστε το σύστημα του Saracen να λειτουργεί σωστά.

Προκειμένου να υποστηριχθεί η εύρωστη μετάδοση πολυμεσικού περιεχομένου και μια ομαλή, απρόσκοπτη εμπειρία χρήστη, θα χρησιμοποιηθούν στην πλατφόρμα, τεχνικές κωδικοποίησης βίντεο οι οποίες θα βοηθήσουν στην αντιμετώπιση των αποσυνδέσεων (ομότιμοι οι οποίοι αποχωρούν τυχαία από το δίκτυο) και της δικτυακής συμφόρησης.

Οι τεχνικές κωδικοποίησης βίντεο που έχουν επιλεγεί για την πλατφόρμα Saracen είναι το Scalable Video Coding, το Multiple Description Coding και το HTTP Adaptive Streaming [SARACEN3].

5.19.1 Το σχέδιο της αρχιτεκτονικής του συστήματος



Εικόνα 29: Η στρωματοποιημένη προσέγγιση της peer to peer αρχιτεκτονικής του Saracen, με τον ορισμό των κύριων διαπαφών (L1 και L2) της αρχιτεκτονικής (Πηγή: [SARACEN3]).

Η αρχιτεκτονική του Saracen ακολουθεί μια στρωματοποιημένη προσέγγιση με δυο θεμελιώσεις διεπαφές (όπως φαίνεται και στη παραπάνω εικόνα):

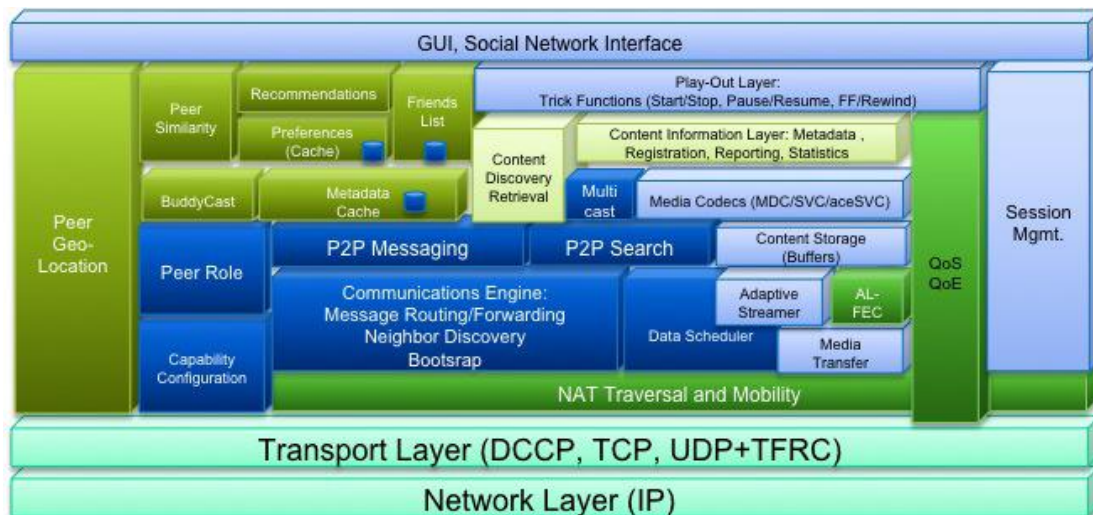
- **L1:** Διεπαφή μεταξύ του φορέα δικτύου και του συστήματος peer to peer: αναπτύχθηκε με βάση το μοντέλο αναφοράς OSI, παρέχοντας αμφίδρομη μεταφορά και μετρήσεις σχετικές με τη σύνδεση, σε ομοτίμους,= με σκοπό τη βελτιστοποίηση της μεταφοράς.
- **L2:** Διεπαφή μεταξύ του συστήματος peer to peer και της συμβατής με peer to peer συσκευής: παρέχει τις λειτουργίες για την αναπαράσταση του περιεχομένου και την επεξεργασία των μεταδεδομένων στο αποθετήριο μεταδεδομένων [SARACEN3].

Οι λειτουργίες του κάθε στρώματος είναι οι ακόλουθες (από κάτω προς τα πάνω):

- **Στρώμα φυσικής ζεύξης, δικτύου και μεταφοράς:** Αντιπροσωπεύει το δίκτυο της υπάρχουσας υποδομής Inetnet, πάνω από το οποίο διενεργούνται οι λειτουργίες και η μεταφορά peer to peer.
- **Στρώμα peer to peer:** Αντιπροσωπεύει τους μηχανισμούς έρευνας και εύρεσης ομοτίμων οι οποίοι είναι σε θέση να διανείμουν/ανταλλάξουν περιεχόμενο και να επιτύχουν διαθεσιμότητα αρχείων/stream.
- **Στρώμα ποιότητας:** Αντιπροσωπεύει τους μηχανισμούς διαχείρισης ποιότητας.
- **Στρώμα ασφάλειας:** Αντιπροσωπεύει τους μηχανισμούς που σχετίζονται με την γνησιότητα αρχείων/stream, τη διάσχιση Network Address Translation (NAT) κλπ.
- **Στρώμα κοινωνικής δικτύωσης:** Αντιπροσωπεύει τα χαρακτηριστικά κοινωνικής δικτύωσης του συστήματος, όπως κοινότητες, προφίλ χρηστών, φίλοι, συστάσεις και εξατομίκευση, βαθμολόγηση, εισαγωγή ετικετών, πίνακες μηνυμάτων, συνομιλίες κλπ.
- **Στρώμα πληροφοριών περιεχομένου:** Αντιπροσωπεύει τις λειτουργίες μεταδεδομένων που σχετίζονται με το περιεχόμενο, όπως εξεύρεση και ανάκτηση περιεχομένου, οδηγοί προγράμματος, αναφορές και στατιστικά κλπ.
- **Στρώμα αναπαραγωγής περιεχομένου:** Αντιστοιχεί στη μηχανή stream εικόνας και ήχου, την αναπαραγωγή περιεχομένου, απεικόνιση δεδομένων, κλπ [SARACEN3].

5.19.2 Μέρη συστήματος

Η peer to peer αρχιτεκτονική του Saracen επίσης ακολουθεί μια προσέγγιση υλοποίησης με υπομονάδες. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω του ξεχωριστού ελέγχου των υπομονάδων οι οποίες έχουν ελάχιστη εξάρτηση από άλλα στοιχεία, επιτρέποντάς τους να εξελιχθούν αυτόνομα (δες πιο κάτω εικόνα).



Εικόνα 30: Τα μέρη της αρχιτεκτονικής συστήματος peer to peer του Saracen (Πηγή: [SARACEN3]).

Αυτή η προσέγγιση της αρχιτεκτονικής απομονώνει κάθε διαδικασία (αποστολή stream, λήψη stream, κοινωνική δικτύωση, κλπ) σε διακριτά προβλήματα με τα αντίστοιχα πρωτόκολλα για την επίλυσή τους. Πιο συγκεκριμένα, το σύστημα Saracen θα δημιουργήσει μια ενισχυμένη σουίτα πρωτοκόλλων, η οποία θα επιτρέπει σε ομοτίμους να αιτούνται/ανταλλάσσουν διαφορετικά στρώματα ενός stream scalable video ή διαφορετικές περιγραφές (ενός MDC).

Η ενισχυμένη σουίτα πρωτοκόλλων, με τα περισσότερα από τα μέρη της στο στρώμα peer to peer της αρχιτεκτονικής, θα στηρίζεται ή θα ακολουθεί από κοντά ανοικτά πρωτόκολλα (ώστε να είναι εγγυημένη η διαλειτουργικότητα), όπως το REsource LOcation And Discovery (RELOAD), ένα πρωτόκολλο σχεδιασμένο για την υποστήριξη σηματοδότησης peer to peer (P2P signaling - P2PSIP).

Η αρχιτεκτονική του συστήματος είναι ένας πελάτης και εξυπηρετητής Multi-Source Hypertext Transfer Protocol (HTTP) που παρέχει μια εξελιγμένη φόρμα ή WebSeeding (αποστολή ή λήψη δεδομένων peer to peer με βάση το HTTP), μέσω αυτής της προσεκτικά κατασκευασμένης οικογένειας πρωτοκόλλων. Επιπλέον, έχει σχεδιαστεί ώστε να υποστηρίζει κλιμακούμενη κωδικοποίηση βίντεο, όπως η H.264 και κωδικοποίηση πολλαπλών περιγραφών. Στα πλαίσια της ερευνητικής δραστηριότητας αυτού προγράμματος, θα αξιολογηθεί η χρήση SVC και MDC για το stream βίντεο πάνω από διαφορετικές αρχιτεκτονικές peer to peer, ώστε να επιδειχθούν τα πλεονεκτήματα της χρήσης τεχνικών προσαρμοστικής κωδικοποίησης, τόσο σε σενάρια όπου η στιβαρότητα είναι σημαντικός παράγων, αλλά και σε περιπτώσεις, όπου η προσαρμογή από υψηλή ανάλυση (HD) σε τυπική ανάλυση (SD) χρησιμοποιείται για ενισχύσει την εμπειρία χρήσης [SARACEN4].

Από τη σκοπιά των παρόχων η αρχιτεκτονική θα έχει κάποια στοιχεία της τεχνολογίας P4P (Proactive Network Provider Participation for P2P).

Καθώς, η αρχιτεκτονική του συστήματος θα έχει τη μορφή ενός πρόσθετου φυλλομετρητή, θα λειτουργεί εξολοκλήρου σε συνδυασμό με τον φυλλομετρητή του τερματικού του χρήστη. Η εξέλιξη του HTTP και της HTML, παρέχει ένα νέο επίπεδο πλούσιας λειτουργικότητας σε αυτού του είδους τις εφαρμογές και κατά συνέπεια το στρώμα αναπαραγωγής περιεχομένου θα στηρίζεται στο HTML5 και κάποτε θα συμπληρωθεί με HTTP Adaptive Streaming.

Αυτή τη στιγμή, η πλατφόρμα βρίσκεται στη φάση του σχεδιασμού, με την υλοποίηση διαφόρων πρωτοτύπων που επιτρέπουν την αξιολόγηση των διαφορετικών συστατικών της στοιχείων, ενώ κάποια πρώιμα πρωτότυπα σχεδιάζονται με σκοπό

την αξιολόγηση των ζητημάτων που σχετίζονται με την ενσωμάτωση των διαφορετικών τεχνολογιών [SARACEN3].

5.20 Σύγκριση των ερευνητικών προγραμμάτων

Σε αυτό το τμήμα της διπλωματικής εργασίας παρατίθεται ένας πίνακας στον οποίο επιχειρείται μια σύγκριση των ερευνητικών προγραμμάτων που παρουσιάστηκαν σε αυτό το κεφάλαιο.

Οι τομείς που λήφθηκαν υπόψη κατά τη σύγκριση είναι:

- **κύρια παρεχόμενη υπηρεσία.** Είναι ο τομέας στον οποίο επιχειρεί το κάθε ερευνητικό πρόγραμμα να καινοτομήσει. Είναι αρκετά πιθανό να προσφέρονται και άλλες υπηρεσίες από κάποια υλοποίηση, αλλά συνήθως αυτές υπάρχουν για να υποστηρίξουν την κύρια υπηρεσία και για αυτό δεν αναφέρονται.
- **κόστος χρήσης.** Σε αντίθεση με τις εμπορικές εφαρμογές, το κόστος χρήσης δεν είναι ιδιαίτερα σημαντικός παράγοντας, καθώς στις περισσότερες περιπτώσεις τα ερευνητικά προγράμματα προσφέρουν πειραματικές πλατφόρμες σε περιορισμένο κοινό. Παρατίθεται για λόγους πληρότητας.
- **κωδικοποίηση πολυμεσικού περιεχομένου.** Η ποιότητα που απολαμβάνει ο χρήστης είναι ένα από τα κύρια ζητούμενα από τους καταναλωτές και ένας από τους κύριους στόχους των ερευνητικών προγραμμάτων. Είναι σημαντικό να έχει γίνει σωστή επιλογή κωδικοποίησης, καθώς σε αντίθετη περίπτωση μπορεί να είναι προβληματική η αναπαραγωγή του περιεχομένου ή να χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό το εύρος ζώνης των καταναλωτών χωρίς οι ίδιοι να απολαμβάνουν μια αντίστοιχη ποιότητα εικόνας.
- **παροχή υπηρεσίας σύστασης περιεχομένου.** Πλέον θεωρείται από τους πιο σημαντικούς παράγοντες για την επιτυχία μιας πλατφόρμας που προωθεί ή «πουλά» πολυμεσικό περιεχόμενο η παροχή μιας αξιοπρεπούς υπηρεσίας σύστασης περιεχομένου και όπως είναι φυσικό, το ίδιο ισχύει και για τις ερευνητικές εφαρμογές. Αν αυτή η υπηρεσία είναι αρκετά καλή, είναι σε θέση να κάνει τους χρήστες να χρησιμοποιούν για περισσότερο χρόνο και πιο συχνά την υπηρεσία, καθώς πάντα θα βρίσκουν περιεχόμενο που ταιριάζει στα ενδιαφέροντά τους. Επιπλέον, αν η πλατφόρμα παράγει κέρδος μέσω πωλήσεων, αυτή η υπηρεσία βελτιώνει κατά πολύ τα έσοδα, αφού είναι αρκετά πιθανό οι χρήστες να έρθουν σε επαφή με μια πρόταση που τους ενδιαφέρει αρκετά για να την αγοράσουν.
- **Υπό ανάπτυξη (Φεβρουάριος 2011).** Εδώ αναφέρεται αν το συγκεκριμένο ερευνητικό πρόγραμμα έχει ολοκληρωθεί ή βρίσκεται σε εξέλιξη τη στιγμή που γράφεται αυτή η διπλωματική (Φεβρουάριος 2011).
- **Χρήση τεχνολογίας peer to peer.** Η επιλογή της χρήσης τεχνολογίας peer to peer είναι δυνατό να μειώσει σημαντικά το κόστος διανομής περιεχομένου.

Απαιτεί όμως τη δημιουργία ειδικού λογισμικού που θα τρέχουν στα τερματικά τους οι χρήστες, καθώς και τη λειτουργία από πλευράς του παρόχου εξειδικευμένου δικτυακού εξοπλισμού. Επιπλέον, όπως έχει αναφερθεί προηγουμένως, σε περίπτωση που δεν γίνει σωστός σχεδιασμός της αρχιτεκτονικής του peer to peer δικτύου που δημιουργείται είναι δυνατό να δημιουργηθούν προβλήματα στα υφιστάμενα δίκτυα και η ποιότητα υπηρεσίας που απολαμβάνουν οι χρήστες να είναι ιδιαίτερα χαμηλή.

- **συμβατές πλατφόρμες.** Όσο μεγαλύτερη ποικιλία συσκευών υποστηρίζει μια πλατφόρμα τόσο πιο προσιτή γίνεται στον μέσο χρήστη, καθώς μπορεί να κάνει χρήση της από το μέσο που τον βολεύει περισσότερο τη κάθε στιγμή.
- **δυναμική προσαρμογή των stream.** Αυτή η νέα τεχνολογία επιτρέπει στους χρήστες να αξιοποιούν με τον βέλτιστο τρόπο τόσο τα τερματικά τους, όσο και τη δικτυακή σύνδεσή τους, καθώς τα stream προσαρμόζονται στις εκάστοτε συνθήκες που επικρατούν στο περιβάλλον του χρήστη. Είναι συνεπώς ιδιαίτερα σημαντικό μια υπηρεσία να κάνει χρήση αυτής της τεχνολογίας.
- **υπηρεσία κοινωνικής δικτύωσης.** Η υπηρεσία κοινωνικής δικτύωσης έχει παρόμοιο αποτέλεσμα με την υπηρεσία σύστασης περιεχομένου. Ο χρήστης έρχεται σε επαφή με περιεχόμενο που αρέσει στους φίλους του και συνεπώς είναι αρκετά πιθανό να αρέσει και στον ίδιο. Επιπλέον, η χρήση της αυξάνει το χρόνο που οι χρήστες ξοδεύουν στην πλατφόρμα.

Ερευνητικό πρόγραμμα	SAPIR	PetaMedia	Project P2P-Next	ISMUS	Project Olympic	project GAMA
κύρια παρεχόμενη υπηρεσία	ανάληψη πολυμεσικού περιεχομένου με βάση περιεχόμενο που παρέχει ο χρήστης	εξαρτάται από την υλοποίηση, κυρίως παροχή συστάσεων	ευρεσκοπιμή/Video on Demand	Video on Demand / μια υπηρεσία στα πρότυπα της ευρεσκοπιμής	προβολή σημαντικών γεγονότων τα οποία δεν είναι διαθέσιμα στα μέσα μαζικής ενημέρωσης (Live Media Stream)	αρχιεθετήση και προβολή περιεχομένου media art on Demand
κόστος χρήσης	δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία	όχι	εξαρτάται από την υλοποίηση	δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία	δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία	δωρεάν
κωδικοποίηση πολυμεσικού περιεχομένου	XML, MPEG7, MPEG21, MXF, PMETA, DC, κλπ.	εξαρτάται από την υλοποίηση	εξαρτάται από την υλοποίηση ΤΥ Ogg Theora	MPEG4	MPEG2/MPEG4	flash video/H.264 (στην ανάλυση του πρωτοτύπου βίντεο)
παροχή υπηρεσίας συστάσης περιεχομένου	όχι	ναι	ναι στα πλαίσια υπηρεσίας κοινωνικής δικτύωσης	όχι	όχι	όχι
Υπό ανάπτυξη (Φεβρουάριος 2011)	ναι	ναι	ναι	όχι	όχι	όχι
Χρήση τεχνολογίας peer to peer	ναι	ναι	ναι	όχι	όχι	όχι
συμβατές πλατφόρμες	ποικιλία από συσκευές, όπως ηλεκτρονικοί υπολογιστές, κινητά τηλέφωνα και PDA	εξαρτάται από την υλοποίηση	ηλεκτρονικοί υπολογιστές με χρήση φυλλομετρητή ο οποίος χρησιμοποιεί ειδικό πρόσθετο	ηλεκτρονικοί υπολογιστές που τρέχουν εξειδικευμένη εφαρμογή	ηλεκτρονικοί υπολογιστές/συσκευές που έχουν πρόσβαση σε δίκτυο κινητής τηλεφωνίας μέσω GPRS και UMTS	ηλεκτρονικοί υπολογιστές με χρήση φυλλομετρητή
δυναμική προσαρμογή των stream	N/A ⁴⁶	ναι	ναι	ναι	όχι	όχι
υπηρεσία κοινωνικής δικτύωσης	όχι	όχι	Ναι, σε κάποιες υλοποιήσεις	όχι	όχι	όχι

Πίνακας 2: Σύγκριση των ερευνητικών προγραμμάτων Μέρος Α

⁴⁶ Αυτό το πεδίο δεν σχετίζεται άμεσα με τις υπηρεσίες που παρέχει η συγκεκριμένη εφαρμογή

Ερευνητικό πρόγραμμα	OPTIMIX	NAPA-WINE	ADAMANTIUM	DANAE	My-e-Director 2012	AceMedia
κύρια παρεχόμενη υπηρεσία	βελτίωση της απόδοσης της κωδικοποίησης του Scalable Video σε ένα σύστημα περιβάλλον με πολλούς χρήστες.	live stream HQTv πάνω από το Internet βασισμένο σε τεχνολογία P2P	βελτιστοποίηση της εμπειρίας χρήστη σε εφαρμογές που σχετίζονται με IMS (IP multimedia subsystem)	Δυναμική προσαρμογή stream με βάση το πλαίσιο το χρήστη	Εξατομικευμένο Live Media Stream	ανάλυση πολυμεσικού περιεχομένου, ώστε να το κάνει πιο εύκολα αναζητήσιμο
κόστος χρήσης	δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία	δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία	δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία	δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία	δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία	δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία
κωδικοποίηση πολυμεσικού περιεχομένου	scalable video codec	οιδήποτε είναι συμβατό με την υπομονάδα χρήστη	η κωδικοποίηση που χρησιμοποιούν οι εφαρμογές που κάνουν χρήση του IMS πχ VoIP, IPTV	ποικιλία πολυμεσικών αρχείων όπως MPEG4	N/A ⁴⁷	ποικιλία πολυμεσικών αρχείων
παροχή υπηρεσίας σύστασης περιεχομένου	όχι	όχι	όχι	όχι	όχι	όχι
Υπό ανάπτυξη χρήση τεχνολογίας peer to peer	ναι	ναι	όχι	ναι	ναι	όχι
συμβατές πλατφόρμες	όχι	ναι	όχι	όχι	όχι	όχι
δυναμική προσαρμογή των stream	κυρίως κινητά τερματικά	δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία	ποικιλία από συσκευές, όπως ηλεκτρονικοί υπολογιστές, κινητά τηλέφωνα και τηλεοράσεις	ηλεκτρονικοί υπολογιστές	ποικιλία από συσκευές, όπως ηλεκτρονικοί υπολογιστές και κινητά τηλέφωνα	ποικιλία από συσκευές, όπως ηλεκτρονικοί υπολογιστές, κινητά τηλέφωνα και τηλεοράσεις
υπηρεσία κοινωνικής δικτύωσης	ναι	όχι	ναι	ναι	ναι	ναι
	όχι	όχι	όχι	όχι	όχι	όχι

Πίνακας 3: Σύγκριση των ερευνητικών προγραμμάτων Μέρος Β

⁴⁷ Αυτό το πεδίο δεν σχετίζεται άμεσα με τις υπηρεσίες που παρέχει η συγκεκριμένη εφαρμογή

Ερευνητικό πρόγραμμα	CONTENT4ALL	CAM4Home	OCTOSHAPe	SEA
κύρια παρεχόμενη υπηρεσία	έξυπνη διαχείριση περιεχομένου δικτύων peer 2 peer	η δημιουργία ενός πλατσίου διανομής περιεχομένου συμβατού με μεταδεδωμένα, το οποίο θα επιτρέψει σε τελικούς χρήστες και παρόχους εμπορικού περιεχομένου να δημιουργούν και διανέμουν πλούσιες πολυμεσικές εμπειρίες	Live Media Stream	απρόσκοπτη μετάδοση βίντεο σε ποικιλία από πλατφόρμες
κόστος χρήσης	δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία	δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία	εξαρτάται από τον πάροχο του περιεχομένου	δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία
κωδικοποίηση πολυμεσικού περιεχομένου	N/A ⁴⁸	N/A	ποικιλία από κωδικοποιήσεις όπως MPEG-4, Nullsoft Video, ή WMV για βίντεο και Ogg Vorbis, MP3 ή WMA για ήχο	H.264 SVC/ H.264 MVC
παροχή υπηρεσίας σύστασης περιεχομένου	ναι στα πλαίσια της peer 2 peer κοινότητας	ομαδοποιεί πολυμεσικά αρχεία με βάση τα μεταδεδωμένα τους	όχι	όχι
Υπό ανάπτυξη (Φεβρουάριος 2011)	όχι	όχι	όχι	όχι
Χρήση τεχνολογίας peer to peer	ναι για τη μετάδοση του περιεχομένου	όχι	ναι	ναι
συμβατές πλατφόρμες	δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία	δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία	ηλεκτρονικοί υπολογιστές με χρήση φηλομετρήτη ο οποίος χρησιμοποιεί ειδικό πρόσθετο/IOS/Android	ποικιλία από συσκευές, όπως ηλεκτρονικοί υπολογιστές, κινητά τηλέφωνα και PDA
δυναμική προσαρμογή των stream	N/A	N/A	ναι	ναι
υπηρεσία κοινωνικής δικτύωσης	ναι στα πλαίσια της peer 2 peer κοινότητας	όχι	όχι	όχι

Πίνακας 4: Σύγκριση των ερευνητικών προγραμμάτων Μέρος Γ

⁴⁸ Αυτό το πεδίο δεν σχετίζεται άμεσα με τις υπηρεσίες που παρέχει η συγκεκριμένη εφαρμογή

Ερευνητικό πρόγραμμα	SARACEN	SmoothIT	P2P FOR MAJOR EVENTS
κύρια παρεχόμενη υπηρεσία	Live Media Stream	ανάπτυξη και υλοποίηση μηχανισμών που βελτιστοποιούν την κίνηση που παράγουν εφαρμογές οι οποίες κάνουν χρήση υπερκευμένων δικτύων	παροχή πολυμεσικού περιεχομένου και υπηρεσιών δικτύωσης σε άτομα που συμμετέχουν σε μεγάλης κλίμακας γεγονότα
κόστος χρήσης	δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία	δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία	δωρεάν
κωδικοποίηση πολυμεσικού περιεχομένου	H264 AVC	N/A	ποικιλία πολυμεσικών αρχείων
παροχή υπηρεσίας σύστασης περιεχομένου	ναι στα πλαίσια υπηρεσίας κοινωνικής δικτύωσης	N/A	ναι στα πλαίσια υπηρεσίας κοινωνικής δικτύωσης
Υπό ανάπτυξη (Φεβρουάριος 2011)	ναι	ναι	όχι
Χρήση τεχνολογίας peer to peer	ναι	όχι	ναι
συμβατές πλατφόρμες	ποικιλία από συσκευές, όπως ηλεκτρονικοί υπολογιστές και κινητά τηλέφωνα	N/A ⁴⁹	ηλεκτρονικοί υπολογιστές που τρέχουν εξειδικευμένη εφαρμογή/κινητά τερματικά που χρησιμοποιούν μια εφαρμογή JAVA
δυναμική προσαρμογή των stream	ναι	N/A	όχι
υπηρεσία κοινωνικής δικτύωσης	ναι, μέσω της διασύνδεσης με ιστοσελίδες κοινωνικής δικτύωσης	N/A	ναι

Πίνακας 5: Σύγκριση των ερευνητικών προγραμμάτων Μέρος Δ

⁴⁹ Αυτό το πεδίο δεν σχετίζεται άμεσα με τις υπηρεσίες που παρέχει η συγκεκριμένη εφαρμογή

6 Το μέλλον του Real Time Media Streaming

Σε αυτή την ενότητα θα αναφερθούν τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την εκπόνηση αυτή της διπλωματικής εργασίας και θα επιχειρηθούν κάποιες προβλέψεις σχετικά με την πορεία, τη διεύθυνση και τις καινοτομίες του Real Time Media Streaming στο μέλλον.

6.1 Ερευνητικές τάσεις-σημαντικά πεδία έρευνας

Μετά από προσεκτική μελέτη των ερευνητικών εφαρμογών μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με τους τομείς στους οποίους επικρατεί μεγάλη ερευνητική δραστηριότητα και τα ερευνητικά πεδία τα οποία δείχνουν πολλά υποσχόμενα.

- **Σημαντική διάδοση του Live Media Stream.** Πολλά από τα ερευνητικά προγράμματα που παρουσιάστηκαν φιλοδοξούν να αναπτύξουν καινοτομίες σε αυτό τον τομέα. Ήδη έχει επιτευχθεί η σχετικά φθηνή, για τον πάροχο, προσφορά των σχετικών υπηρεσιών στους χρήστες της πλατφόρμας του, αλλά υπάρχουν πολλά περιθώρια εξέλιξης. Για παράδειγμα, η αποτελεσματικότερη χρήση του των πόρων των υφιστάμενων δικτύων και η βελτίωση της εμπειρίας χρήσης (πχ πιο γρήγορη έναρξη αναπαραγωγής).
- **Ανάπτυξη «ευέλικτων» stream.** Είδαμε ότι πολλά από τα ερευνητικά προγράμματα δίνουν μεγάλο βάρος τόσο στο scalable video coding, αλλά και στην ομαλή προσαρμογή των stream ενώ ο χρήστης μετακινείται σε διαφορετικά δίκτυα ή ακόμη και συσκευές.
- **Υπηρεσίες διαθέσιμες σε ποικιλία από πλατφόρμες.** Παρατηρούμε πως είναι κοινός στόχος η υποστήριξη όσο το δυνατόν περισσότερων τερματικών από μια πλατφόρμα.
- **Στροφή σε περισσότερο διαδραστικά πολυμέσα.** Πολλές από τις πλατφόρμες που παρουσιάστηκαν δίνουν στον χρήστη τη δυνατότητα να παρεμβαίνει στον τρόπο με τον οποίο του παρέχονται τα πολυμέσα (πχ δυναμική επιλογή κάμερας στο My-e-Director) και να παρεμβαίνει δυναμικά στα αρχεία που τα συνοδεύουν (πχ προσθήκη ετικετών).
- **Ο χρήστης πλέον είναι ταυτόχρονα και παραγωγός περιεχομένου.** Αρκετές από τις υλοποιήσεις δίνουν τη δυνατότητα στους χρήστες να μοιράζονται το περιεχόμενο που οι ίδιοι παράγουν, ακόμη και σε πραγματικό χρόνο.
- **Συνεργασία με κοινωνικά δίκτυα.** Αρκετές πλατφόρμες έχουν αναπτύξει εργαλεία τα οποία επιτρέπουν την αλληλεπίδρασή τους με κοινωνικά δίκτυα, ενώ κάποιες άλλες έχουν ως ένα βαθμό αναπτύξει τις δικές τους υπηρεσίες κοινωνικής δικτύωσης.
- **Πρωτοβουλίες για την ένταξη των ISP στη χάραξη στρατηγικών για τη μετάδοση του πολυμεσικού περιεχομένου.** Δίνεται ιδιαίτερο βάρος στην ανάπτυξη μιας ομαλής συνεργασίας μεταξύ των παρόχων περιεχομένου και παρόχων δικτυακών υπηρεσιών, ιδιαίτερα όταν γίνεται χρήση peer to peer, το οποίο είναι γνωστό για το αρνητικό αντίκτυπο που έχει στις υποδομές των

ISP. Υπάρχει μάλιστα ένα ερευνητικό πρόγραμμα (SmoothIT) το οποίο είναι αφιερωμένο αποκλειστικά σε αυτό τον τομέα.

- **Χρήση τεχνολογίας peer to peer.** Πολλά από τα ερευνητικά προγράμματα κάνουν χρήση δικτύων ομοτίμων για τη μετάδοση του πολυμεσικού περιεχομένου. Με αυτή τη τακτική επιτυγχάνουν σημαντική μείωση του κόστους υποδομής, αλλά εισάγουν πολλούς παράγοντες που μπορούν να προκαλέσουν υποβάθμιση ποιότητας, ή ακόμη και αστοχία.
- **Νέοι τρόποι αναζήτησης περιεχομένου.** Οι περισσότερες από τις πλατφόρμες προσφέρουν ποικιλία από δυνατούς τρόπους με τους οποίους μπορεί ο χρήστης να αναζητήσει περιεχόμενο. Για παράδειγμα με βάση μεταδεδομένα ή με βάση τι είναι δημοφιλέσ στην γεωγραφική περιοχή στην οποία ανήκουν κλπ. Κάποια ερευνητικά προγράμματα όπως το AceMedia προχωρούν ακόμη παραπέρα, επιτρέποντας στον χρήστη να εκτελέσει καινοτόμες αναζητήσεις (πχ χρησιμοποιώντας ως δεδομένα εισόδου για το αίτημά τους πολυμεσικά αρχεία) ή δίνοντάς του πρόσβαση σε αυτοματοποιημένες βάσεις δεδομένων που αναλύουν και ταξινομούν αυτόματα πολυμεσικό περιεχόμενο.
- **Παροχή συστάσεων (άμεσα ή έμμεσα).** Ιδιαίτερο βάρος έχει δοθεί σε μηχανές παραγωγής συστάσεων. Σε πολλές περιπτώσεις αυτό το χαρακτηριστικό είναι ένα από τα κύρια που προσφέρει κάποια πλατφόρμα. Επιπλέον, χρησιμοποιούνται τα κοινωνικά δίκτυα που συχνά ενσωματώνονται στις πλατφόρμες, για την προβολή των προτιμήσεων των φίλων των χρηστών, δημιουργώντας με αυτό τον τρόπο έμμεσα συστάσεις.
- **Συχνή χρήση της κωδικοποίησης H.264.**

6.2 Κοινωνικές επιρροές

Το τοπίο στη βιομηχανία παροχής πολυμέσων αλλάζει, καθώς αλλάζουν ακόμη και οι ίδιοι οι πάροχοι. Πλέον, οποιοσδήποτε διαθέτει ένα βασικό και σχετικά φθηνό εξοπλισμό, έχει πρόσβαση σε δωρεάν υπηρεσίες real time streaming αρκετά καλής ποιότητας και μπορεί να μετατραπεί σε πάροχο περιεχομένου. Αυτό συνεπάγεται πως όποιος έχει μια αρκετά καλή ιδέα είναι σε θέση να αποκτήσει γρήγορα μεγάλο κοινό.

Σχετικά παραδείγματα έχουν κάνει ήδη την εμφάνισή του, όπως η εκπομπή μαγειρικής "Bitchin' Kitchen"⁵⁰. Αυτή η εκπομπή αρχικά προβαλλόταν αποκλειστικά μέσω διαδικτύου. Στη συνέχεια όμως απέκτησε ιδιαίτερα μεγάλο και φανατικό κοινό με αποτέλεσμα τελικά να αρχίσει να προβάλλεται από μεγάλο ιδιωτικό δίκτυο. Μέσα σε λίγο χρόνο δηλαδή, μπορεί μια ανεξάρτητη παραγωγή, χωρίς καμία υποστήριξη από τα παραδοσιακά μέσα μαζικής ενημέρωσης να αποκτήσει το κοινό που έχουν δημοφιλείς τηλεοπτικές σειρές. Αυτό το φαινόμενο αναμένεται τα επόμενα χρόνια να γίνει ιδιαίτερα συχνό.

Υπάρχουν προβλέψεις πως σε ακόμη μεγαλύτερο βάθος χρόνου το Real Time streaming θα επικρατήσει έναντι των υπολοίπων τρόπων μετάδοσης. Όλες οι εκπομπές που έχουν μεγάλη αξία (πχ μεγάλα αθλητικά γεγονότα) θα γίνονται stream από το διαδίκτυο αντί μεταδίδονται από το ιδιωτικό δίκτυο ενός μεγάλου οργανισμού.

Με περισσότερες τεχνολογικές επιλογές να ανοίγονται στον καθένα, το κοινό

⁵⁰ <http://bitchinlifestyle.tv>

θα έχει πρόσβαση σε απεριόριστες επιλογές για την ενημέρωση/ψυχαγωγία /κλπ του. Αυτό θα δώσει επίσης την ευκαιρία στους διαφημιστές να κατανέμουν καλύτερα τους πόρους τους και να έχουν μεγαλύτερη ευελιξία, καθώς πλέον δε θα δεσμεύονται από συμφωνίες με μεγάλα ιδιωτικά δίκτυα. Έτσι, ακόμη και μικρές εταιρείες θα είναι σε θέση να διαφημιστούν σε εκπομπές με μεγάλη απήχηση, με σχετικά μικρό κόστος. Η εμπορική επιτυχία μιας εταιρείας θα εξαρτάται λιγότερο από το κεφάλαιο το οποίο αφιερώνει στην προβολή της σε σχέση με σήμερα.

Η διείδυση στην καθημερινή ζωή των πολιτών αναμένεται να αυξηθεί, καθώς οι γρήγορες διαδικτυακές συνδέσεις γίνονται όλο και περισσότερο προσιτές, καθιστώντας πλέον το Real Time Media Streaming αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητας εκατομμυρίων ατόμων. Μερικές από τις υπηρεσίες που αυτή η τεχνολογία αναμένεται να προσφέρει και θα γίνουν ρουτίνα στο μέλλον είναι:

- παρακολούθηση διαλέξεων εκτός των αμφιθεάτρων
- επιτήρηση ιδιωτικών χώρων/ηλικιωμένων/παιδιών
- Βιντεοσυνομιλίες με πολλούς ταυτόχρονα συνδεδεμένους χρήστες
- δελτία ειδήσεων από ανεξάρτητους φορείς
- παροχή/πώληση πολυμεσικού περιεχομένου
- ευκολίες στη χρήση τηλεδιάσκεψης και παρουσίασης εμπορικών προϊόντων

Το σύνολο αυτών των υπηρεσιών θα είναι ή είναι ήδη διαθέσιμες στους χρήστες από οποιαδήποτε σημείο υπάρχει κάλυψη από δίκτυα κινητής τηλεφωνίας. Δηλαδή στο μεγαλύτερο μέρος του ανεπτυγμένου κόσμου.

6.3 Τεχνολογικές προκλήσεις

Λόγω του ιδιαίτερα υποσχόμενου μέλλοντος του Real Time media streaming, πολλές εταιρείες αναπτύσσουν σχετικές τεχνολογίες. Όμως η δυσάρεστη συνέπεια αυτού του γεγονότος είναι πως χρησιμοποιούνται πολλά διαφορετικά πρότυπα για τον ίδιο σκοπό. Επιπλέον, η κωδικοποίηση περιεχομένου που προβάλλεται σε πραγματικό χρόνο σε πολλά διαφορετικά πρότυπα είναι συχνά απαγορευτική λόγω κόστους ή ακόμη και αδύνατη (αν πρόκειται για περιεχόμενο που παρέχεται από κάποιο κινητό τερματικό). Οι χρήστες που επιθυμούν να παρακολουθήσουν πολυμεσικό περιεχόμενο πάνω από το διαδίκτυο συχνά, είναι αναγκασμένοι να ψάχνουν για το κατάλληλο λογισμικό αναπαραγωγής ή τα σχετικά πρόσθετα, χωρίς πάντα ιδιαίτερη επιτυχία. Αλλά ακόμη και σε περιπτώσεις που καταφέρνουν να ξεκινήσουν την αναπαραγωγή, συχνά έχει υποδεέστερη ποιότητα από το αποδεκτό (πχ συνεχείς διακοπές). Αυτό έχει ως συνέπεια τον εκνευρισμό και την αποθάρρυνση του χρήστη.

Αυτό το φαινόμενο γίνεται ακόμη χειρότερο, καθώς οι εταιρείες προωθούν το δικό τους λογισμικό και πρότυπα, προσπαθώντας να παραγκωνίσουν το ανταγωνισμό, αντί να κάνουν συμφωνίες που θα οδηγήσουν σε ένα ενιαίο πλαίσιο που θα έλυνε όλα τα σχετικά προβλήματα. Ο λόγος για αυτή τη στάση των εταιρειών είναι οι πατέντες και τα πνευματικά δικαιώματα που σχετίζονται με τα αντίστοιχα πρότυπα. Κάθε εταιρεία θα πρέπει να πληρώσει δικαιώματα στον κάτοχο τις αντίστοιχης πατέντας προκειμένου να τη χρησιμοποιήσει στα προϊόντα της και ακόμη και σε αυτή τη περίπτωση η χρήση της υπόκειται σε περιορισμούς. Λόγω αυτού το γεγονός οι εταιρείες αποφεύγουν να χρησιμοποιούν ξένα πρότυπα, ακόμη και αν αυτά είναι παγιωμένα στην αγορά και αντιθέτως αναπτύσσουν δικά τους πάνω στα οποία έχουν απόλυτο έλεγχο.

Μια ακόμη λύση είναι η χρήση ανοιχτών προτύπων. Δηλαδή προτύπων που οι δημιουργοί τους τα παρέχουν ελεύθερα σε όλους τους ενδιαφερομένους, υπό τον όρο οποιαδήποτε προσθήκη ή αλλαγή γίνει σε αυτά από κάποιο μέρος να είναι και αυτή ελεύθερα διαθέσιμη σε όλους. Αυτή η λύση υποστηρίζεται θερμά από μικρότερες εταιρείες που δεν είναι σε θέση να αναπτύξουν και προωθήσουν δικά τους πρότυπα, ή αγοράσουν τα πρότυπα κάποιας άλλης εταιρείας. Οι μεγαλύτερες εταιρείες συνήθως επιλέγουν τα δικά τους ή πρότυπα τα οποία είναι ευρέως διαδεδομένα. Η κατάσταση περιπλέκεται ακόμη περισσότερο από την τακτική των μεγάλων επιχειρήσεων να συνάπτουν συμφωνίες μεταξύ τους που αφορούν την αποκλειστική υιοθέτηση ενός μόνο προτύπου από διάφορες πλατφόρμες σε βάρος άλλων προτύπων.

Τα παραπάνω όπως είναι φυσικό έχουν προκαλέσει χάος στην αγορά και αντίστοιχη δυσφορία στους καταναλωτές. Σε αντίστοιχες περιπτώσεις στο παρελθόν (πχ. στο πρότυπο κωδικοποίησης των ταινιών στους δίσκους DVD), οριστική λύση δόθηκε μόνο με την οριστική επικράτηση ενός μόνο προτύπου και την διακοπή προώθησης των ανταγωνιστών του. Η διαφορά όμως σε σχέση με τις προηγούμενες περιπτώσεις είναι πως τα ανταγωνιστικά πρότυπα και οι εμπλεκόμενες εταιρείες ήταν σχετικά λίγες. Στο περιβάλλον του Real Time media streaming όμως είναι οι ανταγωνιστικές εταιρείες είναι πολύ περισσότερες και οι περισσότερες είναι κολοσσοί με μεγάλη επιρροή στο χώρο. Συνεπώς, η μόνη επιλογή που φαίνεται να είναι διαθέσιμη στους χρήστες που θέλουν να έχουν πρόσβαση στο σύνολο του διαθέσιμου περιεχομένου στη παρούσα φάση, αλλά και στο άμεσο μέλλον, είναι η υιοθέτηση πολλών πλατφορμών.

Τέλος, αυτή η μεγάλη διάσπαση σχετικά με τα υποστηριζόμενα αρχεία σε κάθε πλατφόρμα, καθιστά αδύνατη την ενδεχόμενη ανάπτυξη πλατφορμών που θα είναι σε θέση να επικοινωνούν μεταξύ τους. Κάτι που θα επέτρεπε στο χρήστη να επιλέγει τη πλατφόρμα που προτιμά και μέσα από αυτή να εκτελεί το σύνολο των σχετικών δραστηριοτήτων. Για παράδειγμα, στο χώρο τις κινητής τηλεφωνίας, όλες οι κινητές συσκευές είναι σε θέση να επικοινωνήσουν με οποιαδήποτε άλλη είναι συνδεδεμένη σε ένα δίκτυο κινητής τηλεφωνίας. Αυτό είναι αδύνατο αυτή τη στιγμή να γίνει στις πλατφόρμες που προσφέρουν Real Time media streaming αν και χρησιμοποιούν όλες το ίδιο δίκτυο, το διαδίκτυο.

6.4 Στόχοι για το μέλλον

Προκειμένου να υπάρξει στο μέλλον μια όσο το δυνατόν καλύτερη εμπειρία για τους χρήστες του Real Time Media Streaming, η έρευνα θα πρέπει να επικεντρωθεί στα ακόλουθα σημεία:

- Την δυνατότητα το κοινό να έχει εύκολη πρόσβαση στο περιεχόμενο. Δηλαδή, να μην είναι απαραίτητο οι χρήστες να εγκαταστήσουν πρόσθετα ή ειδικό λογισμικό και να είναι σε θέση να κάνουν χρήση της υπηρεσίας μέσω οποιασδήποτε ευρυζωνικής σύνδεσης (το stream να προσαρμόζεται στη σύνδεση του χρήστη).
- Το βίντεο να μπορεί να γίνει stream σε πολλαπλά λειτουργικά συστήματα. Δηλαδή το σύνολο του λογισμικού που σχετίζεται με τη δημιουργία, εκπομπή, αναπαραγωγή κλπ του πολυμεσικού περιεχομένου να είναι συμβατό με όλα τα ευρέως διαδεδομένα λειτουργικά συστήματα.
- Περεταίρω βελτίωση της ποιότητας εικόνας (πχ. μεγαλύτερο μέγεθος, περισσότερη ευκρίνεια)

- Περεταίρω βελτίωση της ποιότητας του stream (πχ. μικρή αναμονή για την εκκίνηση της αναπαραγωγής, εγκαθίδρυση συνδέσεων με ομοτίμους που ανήκουν στον ίδιο ISP)
- Εισαγωγή πολυκάναλου ήχου
- Πλατφόρμες φιλικές προς το χρήστη. Πρέπει να επιδιωχθεί οι πλατφόρμες να είναι όσο το δυνατόν περισσότερο απλές και αν είναι δυνατόν να είναι ήδη εγκατεστημένες στα τερματικά κατά την αγορά τους. Επιπλέον, η διαδικασία εκμάθησης να είναι προσιτή προς όλους τους χρήστες.
- Δυνατότητα καταγραφής ενός Livestream.
- Από την πλευρά των ISP μπορούν να γίνουν κινήσεις μείωσης του κόστους των δεδομένων, ώστε τα συγκεκριμένα προϊόντα να είναι περισσότερο προσιτά στο ευρύ κοινό.

6.5 Νέα γενιά δικτύων διαμοιρασμού

Όπως έχει αναφερθεί, τα υπάρχοντα δίκτυα διαμοιρασμού δεν παρέχουν τις βέλτιστες δυνατές συνδέσεις μεταξύ των ομοτίμων και αγνοούν σημαντικές παραμέτρους του δικτύου. Προβλέπεται πως στο μέλλον, οι πάροχοι υπηρεσιών Internet, θα έχουν πολύ πιο ενεργό ρόλο στη δημιουργία των δικτύων διαμοιρασμού και σε κάποιες περιπτώσεις ίσως δραστηριοποιηθούν και στη παραγωγή περιεχομένου (πχ. Εμπορικές συμφωνίες/συγχωνεύσεις μεταξύ παρόχων περιεχομένου και Internet).

Το σημαντικότερο ρόλο σε αυτή την αλλαγή αναμένεται να παίξει η τεχνολογία provider portal for peer to peer (P4P). Αυτή τη τεχνολογία θα επιτρέψει την «ωγή» κλιμάκωση των δικτύων επικάλυψης χωρίς την επιβάρυνση των δικτύων κορμού. Επιπλέον, έχει αποδειχθεί πως και οι χρήστες είναι ωφελημένοι από τις σχετικές αρχιτεκτονικές (όπως έχει αναφερθεί σε άλλο σημείο της εργασίας η βελτίωση στην προσφερόμενη υπηρεσία μπορεί να είναι ιδιαίτερα μεγάλη).

Επιπλέον, οι περισσότερες νέες ερευνητικές και εμπορικές προσπάθειες στον τομέα εισάγουν και χαρακτηριστικά κοινωνικής δικτύωσης στις αρχιτεκτονικές τους. Στο μέλλον οι χρήστες θα συμμετέχουν σε δίκτυα τα οποία θα τους παρέχουν ταυτόχρονα υπηρεσίες κοινωνικής δικτύωσης, ανταλλαγής πολυμεσικών αρχείων, τηλεφωνίας κλπ. Αυτή η πρακτική είναι ιδιαίτερα ευνοϊκή για τα δίκτυα διαμοιρασμού, καθώς μέσω της λίστας των φίλων μπορούν πολύ εύκολα να βρεθούν κατάλληλοι ομότιμοι που είναι πρόθυμοι να παρέχουν το εύρος ζώνης τους για την αποστολή ενός αρχείου σε κάποιον φίλο τους και οι οποίοι πιθανότατα να βρίσκονται στην ίδια γεωγραφική περιοχή. Δηλαδή, σε αντίθεση με τη σημερινή πρακτική, όπου το δίκτυο διαμοιρασμού δημιουργείται μετά τη δημιουργία του αρχείου, στο μέλλον το δίκτυο διαμοιρασμού σε μεγάλο βαθμό θα προϋπάρχει της δημιουργίας του αρχείου. Έτσι, βελτιώνεται σημαντικά η αξιοπιστία και η ποιότητα των συνδέσεων και παρέχονται καλλίτερης ποιότητας υπηρεσίες (πχ γρήγορη έναρξη αναπαραγωγής, αφού δεν θα είναι αναγκαία η εκτεταμένη αναζήτηση ομοτίμων).

Ένας άλλος τομέας που αναμένεται αν επηρεαστεί είναι τα δίκτυα διανομής περιεχομένου (CDN). Όπως είναι γνωστό η αποστολή περιεχομένου πάνω από το διαδίκτυο σε πολλούς χρήστες είναι ιδιαίτερα δαπανηρή. Ήδη, όλες οι νέες εταιρείες που δραστηριοποιούνται στο χώρο επιλέγουν υβριδικές αρχιτεκτονικές που συνδυάζουν το CDN με το peer to peer και στο μέλλον θα γίνει και εισαγωγή του

P4P. Έτσι, μειώνεται σημαντικά το μέχρι σήμερα απαγορευτικό για τις περισσότερες εταιρείες κόστος υποδομής, ανοίγοντας το πεδίο για νέες επιχειρηματικές επενδύσεις.

6.6 Καινοτόμα προϊόντα

Η τεχνολογική πρόοδος σε τομείς που συνδέονται άμεσα ή έμμεσα με το Real Time Media Streaming έχει οδηγήσει στη δημιουργία καινοτόμων προϊόντων τα οποία θα μπορούσαν να αναβαθμίσουν την εμπειρία θέασης των χρηστών. Τα νέα πολυμεσικά προϊόντα που αναμένεται να γνωρίσουν μεγάλη άνθηση σχετίζονται κυρίως με το βίντεο.

Ήδη υπάρχουν υπηρεσίες streaming, όπως το Youtube, που προσφέρουν βίντεο με αναλύσεις πολύ μεγαλύτερες από τις αναλύσεις Full HD. Για παράδειγμα το Full HD που σήμερα θεωρείται βιομηχανικό στάνταρ έχει ανάλυση 1920*1080, ενώ τα βίντεο που προσφέρει το Youtube και ονομάζονται 4k, έχουν ανάλυση 4096*2304. Δηλαδή κάθε καρέ έχει περίπου 4 φορές περισσότερα pixels. Επιπλέον, γίνονται ερευνητικές προσπάθειες για τη δημιουργία προτύπων που θα υποστηρίζουν ακόμη μεγαλύτερες αναλύσεις. Όπως είναι φυσικό, τέτοια βίντεο είναι ιδιαίτερα απαιτητικά τόσο σε πόρους δικτύου, όσο και σε επεξεργαστική ισχύ και ακόμη δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένες συσκευές προβολής που να υποστηρίζουν τέτοιες αναλύσεις. Οι περιορισμοί στους πόρους δικτύου κάνουν σχεδόν απαγορευτική στην πλειονότητα των περιπτώσεων την αναπαραγωγή σε πραγματικό χρόνο και οι περιορισμοί σε επεξεργαστική ισχύ καθιστούν τη προβληματική την αναπαραγωγή σε πολλά από τα υπάρχοντα συστήματα. Όμως, οι νέες επενδύσεις σε δικτυακές υποδομές και οι βελτιώσεις πάνω στην αρχιτεκτονική των δικτύων πρόκειται να αναιρέσουν σύντομα τους όποιους δικτυακούς περιορισμούς. Επίσης, το σύνολο των συστημάτων που είναι διαθέσιμα στο εμπόριο, με εξαίρεση τις φορητές συσκευές που άλλωστε δεν έχει νόημα η χρήση αυτής της τεχνολογίας σε αυτές λόγω της μικρής οθόνης, έχουν την απαιτούμενη επεξεργαστική ισχύ και αρχίζουν να προωθούνται στην αγορά συσκευές που είναι σε θέση να υποστηρίξουν τις αντίστοιχες αναλύσεις.

Μια ακόμη τεχνολογία που ήδη χρησιμοποιείται και αναμένεται να καθιερωθεί στο μέλλον είναι η χρήση πολλαπλών καναλιών που θα μεταφέρουν πληροφορία για το ίδιο γεγονός ή βίντεο. Για παράδειγμα, σε ένα αθλητικό γεγονός το οποίο καλύπτεται από πολλές κάμερες, ο χρήστης θα είναι σε θέση να λαμβάνει εικόνα από όλες τις κάμερες, αντί για την εικόνα που επιλέγει να στείλει ο σκηνοθέτης, και θα επιλέγει ο ίδιος την κάμερα από την οποία θα παρακολουθήσει το γεγονός. Στην ουσία δίνεται η ελευθερία στον χρήστη να είναι ο ίδιος σκηνοθέτης, βλέποντας ακριβώς αυτό που επιθυμεί. Σε αυτή την υλοποίηση από πλευράς δικτύου, δεν απαιτείται ο χρήστης να λαμβάνει όλα τα κανάλια ταυτόχρονα, αλλά να είναι σε θέση να αλλάζει κανάλι σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα. Αυτό μπορεί να γίνει εφικτό αν ο κάθε ομότιμος ενημερώνεται και κρατάει αρχείο με διευθύνσεις IP ομοτίμων που εμπλέκονται στον διαμοιρασμό υλικού του γεγονότος, ακόμη και αν κάνουν χρήση διαφορετικού καναλιού. Έτσι, δεν θα είναι αναγκαία η ενημέρωση (και ο αναπάντεχος χρόνος αναμονής) κάθε φορά που ο χρήστης αλλάζει κάμερα.

Πολλαπλά κανάλια απαιτούνται και στην τεχνολογία τρισδιάστατης τηλεόρασης. Σε αυτή τη τεχνολογία, απαιτούνται δυο κανάλια το καθένα από τα οποία «αντιπροσωπεύει» την εικόνα που βλέπει το κάθε μάτι. Αυτά τα δύο κανάλια θα πρέπει να λαμβάνονται και να προβάλλονται ταυτόχρονα στην οθόνη του χρήστη. Αξίζει να σημειωθεί πως υπάρχουν τεχνολογίες 3D που απαιτούν μόνο ένα κανάλι

για να λειτουργήσουν, όμως προσφέρουν σημαντικά υποδεέστερη εμπειρία στον χρήστη (πχ., αλλοιωμένα χρώματα). Όπως και στην περίπτωση των μεγάλων αναλύσεων, πρόκειται για μια νέα τεχνολογία με μικρή διείσδυση στη σημερινή αγορά. Οι εταιρείες που το αναπτύσσουν όμως, κάνουν πολύ δυναμική προώθηση και έτσι αναμένεται να διαδοθεί ιδιαίτερα γρήγορα. Επιπλέον, αναμένεται να διατεθούν στο εμπόριο και φορητές συσκευές με δυνατότητα αναπαραγωγής τρισδιάστατων βίντεο, συνεισφέροντας ακόμη περισσότερο στη διάδοσή τους.

Το περισσότερο φιλόδοξο από τα μελλοντικά προϊόντα που πρόκειται να κάνουν την εμφάνισή τους στο μέλλον είναι η δυνατότητα ο χρήστης να ελέγχει εικονικές κάμερες. Αυτή η τεχνολογία είναι σε θέση να συνδυάσει δεδομένα από έναν αριθμό από διαφορετικές κάμερες, των οποίων η θέση και ο προσανατολισμός είναι γνωστός και να μαντέψει την εικόνα που θα έβλεπε μια εικονική κάμερα αν βρισκόταν σε ένα συγκεκριμένο σημείο. Φυσικά δεν είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί εικονική κάμερα σε κάθε δυνατό σημείο, αλλά αν γίνει σωστή τοποθέτηση των πραγματικών καμερών μπορεί να καλυφθεί ικανοποιητικά μεγάλος αριθμός σημείων. Η νέα αυτή εικόνα είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί σε πραγματικό χρόνο. Το αποτέλεσμα είναι πως ο χρήστης θα είναι σε θέση να μετακινεί αυτή τη κάμερα κατά τη βούλησή του. Έτσι, θα είναι δυνατό για παράδειγμα να περιηγείται μέσα σε μια σκηνή μιας κινηματογραφικής ταινίας, ή να μετακινείται μέσα στο στούντιο μιας τηλεοπτικής εκπομπής σαν να ήταν παρών. Φυσικά, αυτή η τεχνολογία είναι σε πρώιμο στάδιο ανάπτυξης, αλλά ήδη υπάρχουν πειραματικές διατάξεις που αναπαράγουν με σχετική επιτυχία τα προηγούμενα σενάρια. Από πλευράς δικτύου, για να γίνει κάτι τέτοιο εφικτό, πρέπει ο χρήστης να λαμβάνει ταυτόχρονα την εικόνα από όλα τα κανάλια. Αυτό όπως έχει αναφερθεί αποτελεί ιδιαίτερη πρόκληση, για το δίκτυο διαμοιρασμού, καθώς το κάθε δίκτυο θα πρέπει να είναι σχετικά ανεξάρτητο από τα υπόλοιπα. Όμως, όπως και στις περιπτώσεις των βίντεο που κάνουν χρήση Scalable Video Coding/Multiple Description Coding, είναι δυνατό να αναπτυχθούν πλατφόρμες που να δημιουργούν και να διαχειρίζονται τα κατάλληλα δίκτυα επικάλυψης.

6.7 Cloud computing και Live Media Streaming

Η τεχνολογία που αναμένεται να κυριαρχήσει στο μέλλον στο πεδίο των προσωπικών και όχι μόνο υπολογιστών είναι το Cloud computing. Δηλαδή, τη μεταφορά όλων των υπηρεσιών που παρέχονται από ηλεκτρονικές συσκευές (πχ., εκτέλεση προγραμμάτων, αναπαραγωγή ταινιών κλπ) σε απομακρυσμένους εξυπηρετητές. Αυτό είναι εφικτό λόγω των μεγάλων ταχυτήτων που προσφέρουν οι πάροχοι υπηρεσιών Internet, με αποτέλεσμα η επικοινωνία με τους εξυπηρετητές να είναι τόσο γρήγορη που η καθυστέρηση δεν γίνεται αντιληπτή από τον χρήστη. Ο χρήστης στέλνει τα δεδομένα εισόδου (από συσκευές όπως πληκτρολόγιο και ποντίκι) στους εξυπηρετητές και αυτοί στη συνέχεια απαντάνε με την εικόνα που θα έβλεπαν οι χρήστες στην οθόνη τους σε περίπτωση που έτρεχαν το πρόγραμμα στον υπολογιστή που χρησιμοποιούν εκείνη τη στιγμή.

Γίνεται ξεκάθαρο λοιπόν πως ένα από τα σημαντικότερα σκέλη του Cloud computing είναι το Live Media Streaming. Καθώς, ο χρήστης στη ουσία λαμβάνει από τον εξυπηρετητή ένα βίντεο το οποίο δημιουργείται σε πραγματικό χρόνο. Στις σύγχρονες υλοποιήσεις του Cloud computing γίνεται χρήση αποκλειστικά του μοντέλου εξυπηρετητή-πελάτη, αφού το περιεχόμενο του stream αφορά αποκλειστικά ένα χρήστη, με αποτέλεσμα να μην έχει νόημα η δημιουργία δικτύου διαμοιρασμού.

Δεν αποκλείεται όμως στο μέλλον να υπάρξουν υλοποιήσεις του Cloud computing, όπου η εικόνα που αποστέλλει ο εξυπηρετητής να έχει ενδιαφέρον για περισσότερους από έναν χρήστες με αποτέλεσμα να έχει νόημα η διάδοσή της πάνω από δίκτυο διαμοιρασμού. Σε αυτή τη περίπτωση θα πρέπει να ληφθεί ιδιαίτερη μέριμνα για τη μικρή καθυστέρηση μεταξύ των εικόνων που λαμβάνουν οι ομότιμοι, καθώς σε αντίθεση με το ζωντανό βίντεο, σε αυτή την υλοποίηση όλοι οι ομότιμοι θα πρέπει να βλέπουν την ίδια εικόνα την ίδια στιγμή, χωρίς καθυστερήσεις, ώστε να έχουν σωστή εποπτεία των γεγονότων.

7 Βιβλιογραφία

[MICR1] <http://blogs.msdn.com/b/stevecla01/archive/2009/05/21/three-screens-and-a-cloud.aspx> ανακτήθηκε στις 10/02/2011

[MICR2] <http://www.engadget.com/2009/09/25/steve-ballmer-talks-three-screens-and-a-cloud-and-more-with-te/> ανακτήθηκε στις 10/02/2011

[PRO] <http://pro.gigaom.com/2009/06/how-to-deliver-as-much-video-as-users-can-take/> ανακτήθηκε στις 5/02/2011

[P2PDEF] http://www.webopedia.com/DidYouKnow/Internet/2005/peer_to_peer.asp ανακτήθηκε στις 5/02/2011

[DASH] Thomas Stockhammer, Dynamic Adaptive Streaming over HTTP – Design Principles and Standards

[HMI 2009] Roger E. Bohn, James E. Short, How Much Information? 2009 Report on American Consumers, Global Information Industry Center, University of California, San Diego, Date of Publication: December 2009, Last Update: January 2010

[BITT] http://www.bittorrent.org/beps/bep_0003.html ανακτήθηκε στις 5/09/2010

[MANZ 2008] Daniel Antonio Garcia Manzato, Prof. Nelson Luis Saldanha da Fonseca, Peer-to-Peer IPTV Services, 2nd IEEE Workshop on Enabling the Future Service-Oriented Internet, New Orleans-LA, 11/30/2008

[HEI 2008] Hei, X., Liu, Y., and Ross, K. W. (2008). Iptv over p2p streaming networks: the mesh-pull approach. Communications Magazine, IEEE, 46(2):86-92.

[ALI 2006] Ali, S., Mathur, A., and Zhang, H. (2006). Measurement of commercial peer-to-peer live video streaming. In In Proc. of ICST Workshop on Recent Advances in Peer-to-Peer Streaming, Weaterloo, Canada.

[THO] Thomas Silverston, Olivier Fourmaux, Measuring P2P IPTV Systems

[XIE 2008] Xie, H., Yang, Y. R., Krishnamurthy, A., Liu, Y. G., and Silberschatz, A. (2008). P4p: provider portal for applications. In SIGCOMM '08: Proceedings of the ACM SIGCOMM 2008 conference on Data communication, pages 351-362, New York, NY, USA. ACM.

[VU 2008] Long Vu, Indranil Gupta, Klara Nahrstedt, Jin Liang, Understanding Overlay Characteristics of a Large-scale Peer-to-Peer IPTV System, ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications and Applications, September 2008.

[CHEN] Yih-Farn Chen, Yennun Huang, Rittwik Jana, Hongbo Jiang, Michael Rabinovich, Bin Wei, and Zhen Xiao, When is P2P Technology Beneficial for IPTV Services?

[HUANG] Yennun Huang, Yih-Farn Chen, Rittwik Jana, Bin Wei, Michael Rabinovich, Zhen Xiao, Challenges of P2P Streaming Technologies for IPTV Services

[TONY] Tony Bradley, Peer-to-Peer (P2P) Network Security Four Steps To Sharing and Swapping Files Without Becoming a Victim, <http://netsecurity.about.com/od/newsandeditorial1/a/p2psecurity.htm>

[TOR] <http://torrentfreak.com/bittorrent-still-king-of-p2p-traffic-090218/> ανακτήθηκε στις 7/10/2010

[SILVERSTON 2007] Thomas Silverston, Olivier Fourmaux and Kav'e Salamatian Characterization of P2P IPTV Traffic: Scaling Analysis

[PEERSON] <http://www.peerson.net/index.shtml> ανακτήθηκε στις 10/10/2010

[BACCICHET 2007] Pierpaolo Baccichet, Thomas Schierl, Thomas Wiegand, Bernd Girod, Low-delay Peer-to-Peer Streaming using Scalable Video Coding

[VIVEK 2001] Vivek K Goyal, Multiple Description Coding: Compression Meets the Network, IEEE SIGNAL PROCESSING MAGAZINE, SEPTEMBER 2001

[HULU1] <http://www.hulu.com/about> ανακτήθηκε στις 12/11/2010

[HULU2] <http://computer.howstuffworks.com/internet/basics/hulu4.htm> ανακτήθηκε στις 12/11/2010

[HULU3] <http://www.hulu.com/plus#devices> ανακτήθηκε στις 12/11/2010

[HULU4] <http://www.hulu.com/support/article/166521> ανακτήθηκε στις 12/11/2010

[VUDU1] <http://supports.vudu.com/questions/209/What+is+HDX%3F> ανακτήθηκε στις 14/11/2010

[VUDU2] <http://gizmodo.com/gadgets/blockbuster-buster%3F/VUDU-video-wonderbox-picture-walkthrough-and-review-just-short-of-wonderful-297309.php> ανακτήθηκε στις 14/11/2010

[VUDU3] http://www.vudu.com/free_trial.html ανακτήθηκε στις 14/11/2010

[VUDU4] <http://gizmodo.com/gadgets/top/new-details-and-screenshots-of-the-vudu-video-on-demand-box-272958.php> ανακτήθηκε στις 14/11/2010

[VUDU5] <http://gigaom.com/2010/11/08/strategies-of-the-top-contenders-in-connected-tv/> ανακτήθηκε στις 14/11/2010

- [VUDU6] <http://supports.vudu.com/questions/233/What+bandwidth+do+I+need+to+use+the+VUDU+service%3F> ανακτήθηκε στις 14/11/2010
- [VUDU7] <http://supports.vudu.com/questions/219/Does+VUDU+Use+Peer-to-peer+Distribution%3F> ανακτήθηκε στις 2/2/2011
- [VUDU8] <http://supports.vudu.com/questions/176/If+I+purchase+a+movie,+can+I+delete+it+and+re-download+it+at+a+later+time%3F> ανακτήθηκε στις 2/2/2011
- [VUDU9] <http://supports.vudu.com/questions/184/Can+I+delete+movies+or+TV+shows+I've+already+bought%3F> ανακτήθηκε στις 2/2/2011
- [VUDU10] <http://supports.vudu.com/questions/97/+How+does+billing+work%3F> ανακτήθηκε στις 2/2/2011
- [VUDU11] <http://gizmodo.com/#!5111309/VUDU-offering-120-channels-of-free-media-with-new-app-platform> ανακτήθηκε στις 2/2/2011
- [NETFL1] <http://www.netflix.com/HowItWorks> ανακτήθηκε στις 20/11/2010
- [NETFL2] <http://gizmodo.com/5093323/the-tech-specs-of-hd-netflix-streaming> ανακτήθηκε στις 20/11/2010
- [NETFL3] <http://www.nytimes.com/2006/06/07/technology/07leonhardt.html> ανακτήθηκε στις 20/11/2010
- [NETFL4] <http://electronics.howstuffworks.com/netflix2.htm>
- [NETFL5] <http://www.betanews.com/article/Netflix-axes-friends-feature-due-to-unpopularity/1268941363> ανακτήθηκε στις 20/11/2010
- [NETFL6] <http://www.netflix.com/> ανακτήθηκε στις 20/11/2010
- [NETFL7] http://news.cnet.com/8301-17938_105-9940529-1.html ανακτήθηκε στις 1/2/2011
- [MYSP1] <http://www.myspace.com/video/todayonmyspace/presenting-the-new-myspace/106899829> ανακτήθηκε στις 25/11/2010
- [MYSP2] <http://qizmt.myspace.com/> ανακτήθηκε στις 25/11/2010
- [MYSP3] <http://techcrunch.com/2009/09/15/myspace-has-built-its-own-recommendation-engine-and-theyre-open-sourcing-it/> ανακτήθηκε στις 25/11/2010

[MYSP4] <http://www.eweek.com/c/a/Application-Development/MySpace-Delivers-Qizmt-Open-Source-Distributed-Computing-Platform-283400/> ανακτήθηκε στις 25/11/2010

[MYSP5] <http://www.myspace.com/guide/sync> ανακτήθηκε στις 20/1/2011

[MYSP6] <http://mashable.com/2009/10/21/myspace-music-videos/> ανακτήθηκε στις 20/1/2011

[MYSP7]
<http://web.archive.org/web/20080822094142/http://www.myspace.com/Modules/Help/Pages/HelpCenter.aspx?Category=1&Question=33> ανακτήθηκε στις 20/1/2011

[MYSP8]
http://www.nytimes.com/imagepages/2008/03/10/technology/20080310_PRIVACY_GRAPHIC.html ανακτήθηκε στις 20/1/2011

[HYPEM1] <http://blog.hypem.com/2011/01/music-blog-zeitgeist-2010/> ανακτήθηκε στις 1/12/2010

[HYPEM2] <http://www.appapeal.com/app/the-hype-machine/> ανακτήθηκε στις 1/12/2010

[HYPEM3] <http://blog.hypem.com/2009/07/twitter-music-chart/> ανακτήθηκε στις 1/12/2010

[HYPEM4] <http://hypem.com/#!/about> ανακτήθηκε στις 1/12/2010

[HYPEM5] <http://blog.hypem.com/2009/07/connect-your-hype-machine-account-to-twitter-and-lastfm/> ανακτήθηκε στις 1/12/2010

[HYPEM6]
http://money.cnn.com/magazines/business2/business2_archive/2006/10/01/8387122/index.htm ανακτήθηκε στις 12/1/2011

[BITTHIEF] <http://bitthief.ethz.ch/> ανακτήθηκε στις 8/10/2010

[KUROSE] James F. Kurose, Keith W. Ross, Δικτύωση Υπολογιστών προσέγγιση από πάνω προς τα κάτω τέταρτη έκδοση εκδόσεις Μ. Γκιούρδας σελ 150-151

[ALEXA]
http://www.alexa.com/topsites/category?category=Top%2FComputers%2FInternet&q=social+networking&r=topsites_category&p=bigtop ανακτήθηκε στις 19/12/2010

[SEL] <http://searchengineland.com/facebook-you-have-no-right-to-export-email-addresses-55247> ανακτήθηκε στις 1/12/2010

[UPTIME] <http://api-status.com/> ανακτήθηκε στις 1/12/2010

[LINKEDIN] <http://developer.linkedin.com/community/jsapi> ανακτήθηκε στις 1/12/2010

[GAMA1] http://www.kt.agh.edu.pl/files/GAMA_flyer.pdf ανακτήθηκε στις 5/12/2010

[GAMA2] <http://www.gama-gateway.eu/index.php?id=10> ανακτήθηκε στις 5/12/2010

[OLYMPIC1] olympic.sema.es ανακτήθηκε στις 5/12/2010

[OLYMPIC2] <http://olympic.sema.es/Proyect.asp> ανακτήθηκε στις 5/12/2010

[OLYMPIC3] http://olympic.sema.es/T_Approach.asp ανακτήθηκε στις 5/12/2010

[ISMUS] Hyun-Cheol Kim, Jihun Cha, Seyoon Jeong, Kyuheon Kim, Charalampos Patrikakis, Alexis Lambiris, Pantelis Karamolegos, Mihaela van der Schaar, ISMuS: an Interactive Scalable Multimedia Streaming System

[NEXT1] <http://www.p2p-next.org/?page=content&id=73F87D854E37E0F75C68C69304535873&mid=EE056556C09ED2492B0FF130393D054B> ανακτήθηκε στις 7/12/2010

[NEXT2] Raul Jimenez, Lars-Erik Eriksson, Björn Knutsson, P2P-Next: Technical and Legal Challenges

[NEXT3] <http://techblog.wikimedia.org/2010/09/video-labs-p2p-next-community-cdn-for-video-distribution/> ανακτήθηκε στις 7/12/2010

[NEXT4] <http://swarmplayer.p2p-next.org/#dev.html> ανακτήθηκε στις 7/12/2010

[PETA1] <http://www.petamedia.eu/objectives-13.html> ανακτήθηκε στις 7/12/2010

[PETA2] <http://mmspl.epfl.ch/page29745.html> ανακτήθηκε στις 7/12/2010

[PETA3] <http://www.petamedia.eu/research-projects-3.html> ανακτήθηκε στις 7/12/2010

[PETA4] <http://www.petamedia.eu/pimp-my-file-69.html> ανακτήθηκε στις 7/12/2010

[PETA5] <http://www.petamedia.eu/mtv--71.html> ανακτήθηκε στις 7/12/2010

[SAPIR1] http://www.sapir.eu/tech_obj.html ανακτήθηκε στις 7/12/2010

[ACE1] http://www.acedmedia.org/aceMedia/project/ace_architecture.html ανακτήθηκε στις 7/12/2010

[ACE2] aceMedia flyer final

- [ACE3] aceMedia brochure final
- [DIRECT1] <http://www.myedirector2012.eu/node/19> ανακτήθηκε στις 12/12/2010
- [DIRECT2] <http://www.myedirector2012.eu/node/15> ανακτήθηκε στις 12/12/2010
- [DIRECT3] <http://www.myedirector2012.eu/node/48> ανακτήθηκε στις 12/12/2010
- [DIRECT4] <http://www.myedirector2012.eu/node/45> ανακτήθηκε στις 12/12/2010
- [DIRECT5] <http://www.myedirector2012.eu/node/46> ανακτήθηκε στις 12/12/2010
- [DIRECT6] <http://www.myedirector2012.eu/node/47> ανακτήθηκε στις 12/12/2010
- [DIRECT7] <http://www.myedirector2012.eu/node/62> ανακτήθηκε στις 12/12/2010
- [DIRECT8] <http://www.myedirector2012.eu/content/calibration-work> ανακτήθηκε στις 12/12/2010
- [DIRECT9] <http://www.myedirector2012.eu/content/segmentation> ανακτήθηκε στις 12/12/2010
- [DANAE1] <http://danae.rd.francetelecom.com/project-objectives.php> ανακτήθηκε στις 13/12/2010
- [ADAM1] <http://www.ict-adamantium.eu/objectives.html> ανακτήθηκε στις 13/12/2010
- [ADAM2] ADAMANTIUM_Infoday-HKoumaras
- [NAPA1] <http://www.napa-wine.eu> ανακτήθηκε στις 13/12/2010
- [NAPA2] R. Birke, E. Leonardi, M. Mellia, A. Bakay, T. Szemethy, C. Kiraly, R. Lo Cigno, F. Mathieu, L. Muscariello, S. Niccolini, J. Seedorf, G. Tropea, Architecture of a Network-Aware P2P-TV Application: the NAPA-WINE Approach
- [OPTI1] <http://www.ict-optimix.eu> ανακτήθηκε στις 13/12/2010
- [OPTI2] Roberta Fracchia, OPTIMIX project Presentation for 5th FP7 Networked Media concertation meeting
- [OPTI3] http://www.ict-optimix.eu/index.php/Project_information ανακτήθηκε στις 13/12/2010
- [SEA1] <http://www.ist-sea.eu/objectives.html> ανακτήθηκε στις 13/12/2010
- [SEA2] SEA-BLED-March2008
- [SEA3] SEA_flyer

[SEA4] Theodore B. Zahariadis, SEAMless content delivery, NAVS Concertation Meeting November 2007

[SEA5] Theodore Zahariadis, George Leoleis, Thomas Schierl, Karsten Grüneberg, Seamless Content Delivery over Mobile NGN

[OCTO1] http://www.octoshape.com/?page=why_octo/why_octo ανακτήθηκε στις 14/12/2010

[OCTO2] <http://www.streamingstar.com/NetworkResource/octoshape.htm> ανακτήθηκε στις 14/12/2010

[OCTO3] Octoshape Cloudmass

[OCTO4] http://www.octoshape.com/?page=why_octo/technology ανακτήθηκε στις 14/12/2010

[OCTO5] <http://octoshape.en.softonic.com/> ανακτήθηκε στις 14/12/2010

[OCTO6] http://www.octoshape.com/?page=get_octo/get_octo ανακτήθηκε στις 14/12/2010

[OCTO7] http://www.octoshape.com/?page=get_octo/faq ανακτήθηκε στις 14/12/2010

[OCTO8] http://www.octoshape.com/?page=get_octo/eula ανακτήθηκε στις 14/12/2010

[OCTO9] <http://www.octoshape.com/addin/about.php> ανακτήθηκε στις 14/12/2010

[CAM1] <http://www.cam4home-itea.org> ανακτήθηκε στις 14/12/2010

[CAM2] cam4home_leaflet_oct07

[CAM3] <http://www.cam4home-itea.org/overview/innovations.html> ανακτήθηκε στις 14/12/2010

[CONT1]
http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=FP6_PROJ&ACTION=D&DOC=1&CAT=PROJ&QUERY=012db3a54561:cc50:2811d441&RCN=71840 ανακτήθηκε στις 14/12/2010

[P2PME1] <http://www.epractice.eu/cases/p2pme> ανακτήθηκε στις 15/12/2010

[P2PME2]
http://www.paueducation.com/content/index.php?option=com_content&task=view&id=228&Itemid=73&lang=en ανακτήθηκε στις 15/12/2010

[P2PME3] <http://www.slideshare.net/ariu/p2-p-presentation-329587> ανακτήθηκε στις 15/12/2010

[P2PME4]

http://www.ldos.si/eng/index.php?id=02_Research/02_Projects/01_international_projects/87_P2PME/Index.html ανακτήθηκε στις 15/12/2010

[P2PME5] P2P MAJOR EVENTS S h a r i n g Experiences in Major Events

[P2PME6] Marko Tkalčič, Jurij Tasič, P2P for MajorEvents: A Hybrid Multimedia Distribution Platform, EUROCON 2007 The International Conference on “Computer as a Tool, Warsaw, September 9-12-2007

[SMOOTH1] <http://www.forschungsportal.ch/unizh/p10236.htm> ανακτήθηκε στις 18/12/2010

[SMOOTH2] Burkhard Stiller, UZH, Simple Economic Management Approaches of Overlay Traffic in Heterogeneous Internet Topologies, Visions of Future Generation Networks (EuroView2008), Würzburg, Germany, July 21-22, 2008

[SMOOTH3] The project consortium, Economic Traffic Management (ETM): Scenarios and Architecture Design, October 2008

[SMOOTH4] <http://www.csg.uzh.ch/research/smoothit> ανακτήθηκε στις 18/12/2010

[SMOOTH5] Simon Oechner, Sergios Soursos, Ioanna Papafili, Tobias Hossfeld, George D. Stamoulis, Burkhard Stiller, Maria Angeles Callejo, Dirk Staehle, A Framework of Economic Traffic Management Employing Self-organization Overlay Mechanisms, IWSOS, Vienna, Austria, December 10,2008

[SMOOTH6] SmoothIT-FactSheet

[SARACEN1] <http://www.saracen-p2p.eu/> ανακτήθηκε στις 23/2/2011

[SARACEN2] <http://www.saracen-p2p.eu/content/saracen-vision> ανακτήθηκε στις 24/2/2011

[SARACEN3] Rui Santos Cruz, M´ario S. Nunes, Charalampos Z. Patrikakis, Nikolaos C. Papaoulakis, (Δεκέμβριος 2010) SARACEN: A platform for adaptive, socially aware multimedia distribution over P2P networks, IEEE Globecom 2010 Workshop on Enabling the Future-Oriented Internet.

[SARACEN4] François Daoust, Philipp Hoschka, Charalampos Z. Patrikakis, Rui S. Cruz, Mário S. Nunes, David Salama Osborne, (Οκτώμβριος 2010) Towards Video on the Web with HTML5

[YOUT] http://youtube-global.blogspot.com/2009/05/zoinks-20-hours-of-video-uploaded-every_20.html ανακτήθηκε στις 12/1/2011

[YOUT2] <http://youtube-global.blogspot.com/2010/03/oops-pow-surprise24-hours-of-video-all.html> ανακτήθηκε στις 12/1/2011

[CISCO1]

www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/white_paper_c11-481360_ns827_Networking_Solutions_White_Paper.html ανακτήθηκε στις 12/1/2011

[TRIBLER1] <http://www.tribler.org/trac/wiki/whatIsTribler> ανακτήθηκε στις 20/1/2011

[TRIBLER2] <http://www.tribler.org/trac/wiki/whatIsTribler/2> ανακτήθηκε στις 20/1/2011

[TRIBLER3] <http://tribler.org/trac/milestone/Tribler%20V5.0> ανακτήθηκε στις 20/1/2011

[TRIBLER4] <http://www.tribler.org/trac/wiki/OverlaySwarm> ανακτήθηκε στις 20/1/2011

[TRIBLER5] <http://www.tribler.org/trac/wiki/DecentralizedRecommendation> ανακτήθηκε στις 20/1/2011

[TRIBLER6] <http://www.tribler.org/trac/wiki/CooperativeDownload> ανακτήθηκε στις 20/1/2011

[TRIBLERPS] A. Bakker, J.J.D. Mol, J. Yang, L. d'Acunto, J.A. Pouwelse, J. Wang, P. Garbacki, A. Iosup, J. Doumen, J. Roozenburg, Y. Yuan, M. ten Brinke, L. Musat, F. Zindel, F. van der Werf, M. Meulpolder, J. Taal, B. Schoon, TRIBLER PROTOCOL SPECIFICATION, V0.0.2, JANUARY 2009

[TRIBLERVOD] J.J.D. Mol, J.A. Pouwelse, M. Meulpolder, D.H.J. Epema, and H.J. Sips, Give-to-Get: An Algorithm for P2P Video-on-Demand

[LiU 2007] Zhengye Liu., Yanming Shen, Shivendra S. Panwar, Keith W. Ross and Yao Wang, Using Layered Video to Provide Incentives in P2P Live Streaming, P2P-TV'07, August 31, 2007, Kyoto, Japan.

[ZHANG] Jiangchuan Liu, Sanjay G. Rao, Bo Li, and Hui Zhang, Opportunities and Challenges of Peer-to-Peer Internet Video Broadcast