

Πανεπιστήμιο Μακεδονίας

University of Macedonia

ΔΠΜΣ Πληροφοριακά Συστήματα

Master Information Systems

Δίκτυα Υπολογιστών

Computer Networks

Καθηγητής: Α. Α. Οικονομίδης

Professor: A. A. Economides

A GUIDE FOR PEER TO PEER NETWORKING

TO PEER OR NOT TO PEER



ΤΣΙΚΟΥΡΑΚΗ ΚΑΤΕΡΙΝΑ MIS/128

2013

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ (TABLE OF CONTENTS)

- I. ΠΕΡΙΛΗΨΗ
- II. ΕΙΣΑΓΩΓΗ
- III. ΚΥΡΙΩΣ ΘΕΜΑ
 - i. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ
 - ii. ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ P2P VS CLIENT/SERVER
 - iii. ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ
 - iv. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ
 - v. ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΣ ΑΝΤΙΚΤΥΠΟΣ
 - vi. ΑΣΦΑΛΕΙΑ
 - vii. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
 - viii. ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
- IV. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ
- V. ΑΝΑΦΟΡΕΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της εργασίας είναι η παρουσίαση, της ευρέως χρησιμοποιημένης μεθόδου δικτύωσης, της ομότιμης αρχιτεκτονικής ή αλλιώς Peer-to-Peer (P2P) architecture και η δημιουργία ενός χρήσιμου συνοπτικού οδηγού. Ο παρακάτω οδηγός δημιουργήθηκε για να γίνει κατανοητή η έννοια, η χρησιμότητα και οι εφαρμογές που υπάρχουν σήμερα. Οι εφαρμογές της ομότιμης δικτύωσης εξελίχθηκαν ραγδαία και αποτελούν σημαντικό κομμάτι του διαδικτύου. Ο αντίκτυπος για το κοινωνικό σύνολο είναι μεγάλος. Είναι λογικό λοιπόν να αναρωτιόμαστε αν είναι προς όφελός μας η αλλαγή αυτή ή όχι. Στο τέλος υπάρχουν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα, ώστε να καταλήξουμε στα απαραίτητα συμπεράσματα και να γίνει η απαραίτητη ανατροφοδότηση για περαιτέρω έρευνα.

SUMMARY- ABSTRACT

The purpose of this paper is the presentation of the widely used networking, peer-to-peer networking and the creation of a useful handbook. This guide was created to understand the meaning, the utility and applications that currently exist in p2p network. The applications of this kind of networking have evolved rapidly and are important part of the internet. The social impact is huge. It is therefore logical to wonder if it is for our advantage to change it or not. At the end there are advantages and disadvantages of this network, to draw the necessary conclusions and make the necessary feedback for further research.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ (INTRODUCTION)



Σχήμα 1: Δικτύωση P2P

Η ομότιμη αρχιτεκτονική είναι σημαντική επαναστατική εξέλιξη στο χώρο της δικτύωσης και της αρχιτεκτονικής του διαδικτύου. Είναι μία από τις τέσσερις τεχνολογίες που διαμορφώνουν το μέλλον του Internet. Η πληθώρα των εφαρμογών έχουν δείξει την σκοπιμότητα και τις οικονομικές δυνατότητες που προσφέρει στους εκατομμύρια χρήστες. Ας ξεκινήσουμε όμως δίνοντας τους απαραίτητους ορισμούς.

«Οι χρήστες χρησιμοποιούν διάφορα προγράμματα για να ζητήσουν τις υπηρεσίες από κάποιους απομακρυσμένους υπολογιστές. Τα προγράμματα αυτά βασίζονται στην αρχιτεκτονική πελάτη/εξυπηρετητή (client/server). Με βάση αυτό το μοντέλο κάθε φορά που υπάρχει επικοινωνία στο δίκτυο υπάρχουν δύο μέρη: ο πελάτης που αιτείται μία υπηρεσία και ο εξυπηρετητής ή διακομιστής που παρέχει αυτήν την υπηρεσία» (Διακονικολάου, 2007, σελίδα 76).

Μία πιά εξελιγμένη μορφή δικτύωσης, που συχνά είναι σε σύγκριση και αντίθεση με την κλασική αρχιτεκτονική client/server, είναι η **peer-to-peer** ή αλλιώς το **ομότιμο δίκτυο**, ένα δίκτυο που επιτρέπει έναν ή περισσότερους υπολογιστές να μοιράζονται πόρους ισοδύναμα. Τα συστήματα αυτά έχουν ορισθεί σε πολλές μελέτες. Κάποιοι από τους πιο χαρακτηριστικούς ορισμούς είναι:

- Η κατακεντρωμένη αρχιτεκτονική δικτύου μπορεί να ονομαστεί σαν ένα ομότιμο δίκτυο, εάν οι συμμετέχοντες μοιράζονται ένα μέρος των ίδιων των πόρων του υλικού τους. Αυτοί οι κοινόχρηστοι πόροι είναι αναγκαίο να παρέχουν υπηρεσία και το περιεχόμενο που προσφέρεται από το δίκτυο (Schollmeier, 2002, Schollmeier, 2001).
- Τα p2p συστήματα είναι κατακεντρωμένα συστήματα που αποτελούνται από διασυνδεδεμένους κόμβους που είναι σε θέση να αυτό-οργανώνονται σε τοπολογίες δικτύων με σκοπό την κατανομή πόρων (όπως το περιεχόμενο, τους κύκλους της CPU, την αποθήκευση και το εύρος ζώνης) και είναι ικανά να προσαρμόζονται στις αποτυχίες και στις μεγάλες μετακινήσεις κόμβων, διατηρώντας αποδεκτή απόδοση και συνδεσιμότητα χωρίς να απαιτείται η διαμεσολάβηση ή η υποστήριξη ενός παγκόσμιου συγκεντρωτικού διακομιστή ή μίας αρχής (Androutsellis-Theotokis & Spinellis, 2004).

Με απλά λόγια είναι ένα μοντέλο δικτυακής επικοινωνίας στο οποίο δεν υπάρχει κανένας κεντρικός σταθμός και ένας σταθμός μπορεί να γίνει και πελάτης και εξυπηρετητής. Όλοι οι κόμβοι έχουν ίσα δικαιώματα και ευθύνες. Ένα τέτοιο δίκτυο αντιμετωπίζει όλους τους επεξεργαστές εξίσου και χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο σε μικρά δίκτυα με 10 ή λιγότερους χρήστες με άμεση πρόσβαση όπου μπορούν να μοιράζονται περιφερειακές συσκευές χωρίς να περνούν από ξεχωριστό διακομιστή

(Laudon, 2002). Αυτό που τα κάνει όμως μοναδικά, δεν είναι μόνο ότι οι κόμβοι είναι ίσοι μεταξύ τους, αλλά ο τύπος και η τοποθεσία των κόμβων .

Τα p2p συστήματα έχουν πολλές εφαρμογές, αλλά ο βασικότερος τομέας δραστηριότητάς τους είναι η διανομή περιεχομένου. Άλλοι τομείς είναι τα άμεσα μηνύματα (instant messaging), η εκμετάλλευση υπολογιστικής ισχύος, η τηλεφωνία (VoIP), τα forums, τα Streaming media, οι μηχανές αναζήτησης κ.α. Μερικά γνωστά παραδείγματα είναι το FrostWire, BitTorrent, Skype.

Στα κεφάλαια που ακολουθούν παρουσιάζεται μία εκτενής αναφορά στα επιμέρους κομμάτια της ομότιμης αρχιτεκτονικής για την εις βάθος κατανόηση του όρου.

ΚΥΡΙΩΣ ΘΕΜΑ (MAIN BODY)

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ (HISTORICAL RECURSION)

Το ταξίδι της ομότιμης δικτύωση ξεκινά από την εποχή του Ψυχρού Πολέμου στις αρχές του '60. Το υπουργείο Εθνικής Άμυνας των Ηνωμένων Πολιτειών ήθελε να αναπτύξει ένα δίκτυο επικοινωνιών και διοίκησης για να ανταπεξέλθει από μία ενδεχόμενη επίθεση με πυρηνικά όπλα από την Σοβιετική Ένωση. Τότε δημιουργήθηκε το **APRANET**, πρόγονος του Internet. Σκοπός του ήταν η μεταγωγή πακέτων ανάμεσα σε ένα πλήθος ομότιμων υπολογιστών (Tanenbaum, 2003). Έπειτα το 1980 ξεκίνησε η ραγδαία ανάπτυξη του διαδικτύου και η βελτίωση της αρχιτεκτονικής. Αρχικά με την χρήση του μοντέλου **client-server** και αργότερα με την **ομότιμη δικτύωση**. Στις αρχές του 1999 ο **Shawn Fanning** υλοποίησε μία ιδέα που είχε ώστε αυτός και οι φίλοι του να μπορούν να αναζητήσουν κομμάτια MP3 στο διαδίκτυο. Η Napster ήταν η πρώτη εφαρμογή p2p που μετρούσε από τότε εκατομμύρια χρήστες. Το όνομά της το πήρε από το παρατσούκλι του Fanning λόγω του περίεργου κουρέματός του. Η βασική ιδέα ήταν μία εφαρμογή η οποία θα συνδύαζε μία μηχανή αναζήτησης, ενός προγράμματος ανταλλαγής αρχείων βασισμένης στα πρωτόκολλα διαμοιρασμού αρχείων των Windows και Linux και ενός προγράμματος IRC, ώστε να είναι εφικτή η συζήτηση μεταξύ των χρηστών που ήταν εκείνη την στιγμή online (Wikipedia: 'Peer-to-peer', 2012). Έτσι άνοιξε ο δρόμος για την επανάσταση των peer-to-peer εφαρμογών.

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ CLIENT/SEVER VS P2P

Το Internet είχε σχεδιαστεί να είναι ένα ανοικτό σύστημα όπου ο κάθε υπολογιστής θα μπορούσε να συνδεθεί με άλλον και να επικοινωνούν. Όμως θέματα ασφαλείας και η υπερ-ανάπτυξη το οδήγησε να έχει την μορφή πελάτη/εξυπηρετητή.

Σε ένα δίκτυο client/server κάθε υπολογιστής έχει ένα διακριτό ρόλο, είτε του πελάτη είτε του διακομιστή. Ένας διακομιστής έχει σχεδιαστεί για να μοιράζονται τους πόρους οι υπολογιστές πελάτες στο δίκτυο (Διακονικολάου, 2007). Ένας υπολογιστής πελάτης μπορεί να επικοινωνεί μόνο με διακομιστές και όχι με άλλους πελάτες ('Client/Server Versus Peer Networks', 2011). Αντίθετα, σε ένα p2p δίκτυο όλοι επικοινωνούν με όλους και δεν υπάρχει κεντρικός έλεγχος. Ο παρακάτω πίνακας αναφέρει τις σημαντικότερες διαφορές.

Πίνακας 1.

Συγκρίνοντας Client / Server και Peer-to-Peer Networking		
Είδος	Client / Server	Peer-to-Peer
Έλεγχος πρόσβασης	Λίστες των δικαιωμάτων χρήστη, λίστες των αδειών που χορηγούνται μόνο με τους πόρους, και διαφορετικοί χρήστες μπορούν να έχουν διαφορετικά επίπεδα πρόσβασης.	Οι πόροι που διαχειρίζεται κάθε σύστημα με κοινόχρηστους πόρους. Ανάλογα με το λειτουργικό σύστημα, οι πόροι μπορούν να είναι με διαφορετικούς κωδικούς πρόσβασης για κάθε κοινόχρηστο πόρο ή μια λίστα από χρήστη που είναι αποθηκευμένα σε κάθε σύστημα. Μερικά λειτουργικά συστήματα δεν χρησιμοποιούν τους κωδικούς πρόσβασης των χρηστών, επιτρέποντας έτσι την πρόσβαση σε κοινόχρηστους πόρους για οποιονδήποτε.
Ασφάλεια	Υψηλή! Πρόσβαση ελέγχεται από το χρήστη ή από την ταυτότητα της ομάδας.	Ποικίλλει! Προστασία με κωδικό πρόσβασης, εάν χρησιμοποιείται, όποιος γνωρίζει τον κωδικό πρόσβασης μπορεί να έχει πρόσβαση σε κοινόχρηστο πόρο. Εάν δεν χρησιμοποιούνται οποιοσδήποτε μπορεί να έχει πρόσβαση στην ομάδα. Ωστόσο, εάν χρησιμοποιούνται η ασφάλεια είναι συγκρίσιμη με ένα δίκτυο πελάτη / διακομιστή.
Επίδοση	Υψηλή	Χαμηλή! Servers συχνά λειτουργούν ως σταθμοί εργασίας.
Κόστος υλικού	Υψηλή	Χαμηλή! Σε κάθε σταθμός εργασίας γίνεται καταμερισμός των πόρων.
Κόστος Λογισμικού	Ανώτατη! Τέλη αδειας ανά χρήστη είναι μέρος του κόστους του	Κατώτατη! Λογισμικό πελάτη περιλαμβάνεται με το OS.

	διακομιστή OS.	
Δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας	Κεντρική στο διακομιστή! Από το διαχειριστή του δικτύου. Δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας από τη συσκευή και τα μέσα ενημέρωσης μόνο που απαιτείται στο διακομιστή.	Αποκεντρωμένη! Διοικείται από τους χρήστες. Οι συσκευές δημιουργίας αντιγράφων ασφαλείας και τα μέσα που απαιτούνται σε κάθε σταθμό εργασίας.
Πλεονασμός	Τροφοδοτικά, hot-swappable συστοιχίες δίσκου, ακόμα και redundant servers είναι κοινά.	Δεν ισχύει πλεονασμός μεταξύ ομότιμων "servers" ή πελάτες! Αποτυχίες απαιτούν χειρωνακτική επέμβαση, με υψηλή πιθανότητα απώλειας δεδομένων.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ (CATEGORIZATION)

Οι πολλοί σχεδιασμοί για τα p2p έχουν οδηγήσει σε διάφορες ιδέες για ταξινόμηση. Στην βιβλιογραφία υπάρχει μεγάλο εύρος ως προς την κατηγοριοποίηση και για αυτό το λόγο παρουσιάζονται οι επικρατέστερες προτάσεις.

Ανάλογα με την **χρονολογία εμφάνισης** και τον **βαθμό αποκεντροποίησης** χωρίζονται σε: Συγκεντρωτικά/Centralized (ή Πρώτης γενιάς), Αποκεντρωτικά/Decentralized/Pure (ή Δεύτερης γενιάς) και μερικής αποκέντρωσης/partial decentralized (ή Τρίτης γενιάς) (Shen & Heather & Bufond etc., 2010 ,Wikipedia: 'Peer-to-peer', 2012)



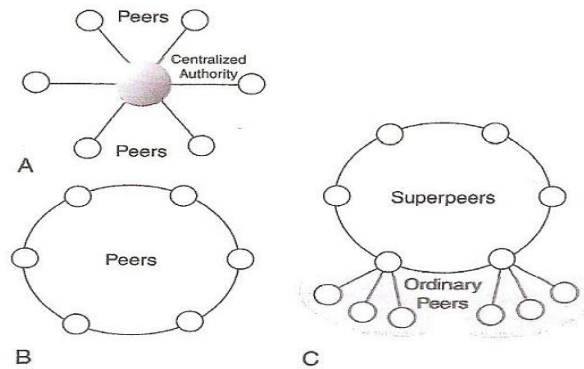
Σχήμα 2: Κατηγοριοποίηση Εφαρμογών σε σχέση με την γενιά των P2P

- **Συγκεντρωτικά:** Υπάρχει ένας κεντρικός εξυπηρετητής στον οποίο αποθηκεύονται τα περιεχόμενα καταλόγων που μοιράζονται μεταξύ τους οι χρήστες. Οι χρήστες μπορούν να αναζητήσουν στους εξυπηρετητές αυτούς τα

αρχεία που ψάχνουν χρησιμοποιώντας ένα κατάλληλο πρόγραμμα πελάτη. Όταν τελικά βρεθεί το στοιχείο ανοίγει μία σύνδεση μεταξύ των δύο χρηστών για να αρχίσει η μεταφορά του αρχείου. Εδώ ανήκει το Napster. Ένα μειονέκτημα σε αυτά τα συστήματα είναι ότι είναι πιο επιρρεπή σε επιθέσεις γιατί υπάρχουν πολλοί ορατοί στόχοι που μπορούν να δεχθούν επίθεση και υπάρχει η εξάρτηση από κάποιους κεντρικούς διακομιστές.

- **Αποκεντρωτικά:** Τα δίκτυα αυτά αποτελούν την εξέλιξη των πρώτων εφαρμογών. Ανταποκρίνονται στον ακριβή ορισμό του όρου p2p. Προϋποθέτουν ότι δεν υπάρχει ένας κεντρικός εξυπηρετητής και κάθε σύστημα που συμμετέχει είναι ταυτόχρονα και πελάτης και εξυπηρετητής. Μόλις κάποιος συνδεθεί κάνει γνωστή την παρουσία στο σύνολο υπολογιστών που είναι ήδη συνδεδεμένοι και εκείνοι με την σειρά τους προωθούν την δήλωση παρουσίας σε ένα μεγαλύτερο δίκτυο. Ο χρήστης έχει την δυνατότητα να αναζητήσει αυτό που ψάχνει μεταξύ των συνδεδεμένων υπολογιστών. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν KazaA, Gnutella. Ένα αρνητικό αυτών των συστημάτων είναι η συμφόρηση που προκαλείται από τις περιορισμένες δυνατότητες κάποιων κόμβων.
- **Μερικής αποκέντρωσης:** Είναι δίκτυα αποκεντρωτικού τύπου και η φιλοσοφία τους βασίζεται στον συνεχή διαμοιρασμό των αρχείων και στην κωδικοποίησή τους, ώστε κανείς να μην αποκτήσει κεντρικό έλεγχο των πληροφοριών. Διαθέτουν επίσης χαρακτηριστικά ανωνυμίας. Απαιτούν όμως μία κεντρική οντότητα για την παροχή κάποιων από τις προσφερόμενες υπηρεσίες του δικτύου. Σε αυτά τα συστήματα έχουμε ένα συνδυασμό της p2p αρχιτεκτονικής και αυτής της Client/Server, (Harjula, Ylianttila, Ala-Kurikka, Riekkilä, & Sauvola, 2004, Σωτηρίου, 2008). Τα δίκτυα αυτού του τύπου είναι υπό ανάπτυξη. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν: η πλατφόρμα JXTA, Freenet, I2P, Entropy.

Ενδιάμεσες λύσεις έχουν προστεθεί τα τελευταία χρόνια όπως είναι τα **super-peers**. Αυτή η αρχιτεκτονική βασίζεται στα καθαρά συστήματα με την μετατροπή κάποιων χρηστών σε υπερ-χρήστες με βάση κάποια κριτήρια. Οι πελάτες υποβάλλουν αιτήματα στον super χρήστη και λαμβάνουν αποτελέσματα από αυτόν, όπως σε ένα υβριδικό σύστημα. Οι υπερκόμβοι είναι επίσης συνδεδεμένοι μεταξύ τους, όπως στα καθαρά συστήματα, δρομολογούν μηνύματα μέσα στο διαδίκτυο και δέχονται απαντήσεις εκ μέρους των πελατών και των εξυπηρετητών κόμβων (Beverly Yang & Garcia-Molina, 2003)(Yang & Garcia-Molina, 2001). Πολλοί συγγραφείς αναφέρουν τα δίκτυα αυτά ως τρίτης γενιάς (Harjula κ.ά., 2004) και δίνουν το όνομα **ιεραρχικά συστήματα** επειδή οι κόμβοι ακολουθούν ιεραρχική δομή. Μπορεί να είναι κεντρικοποιημένα ή μη (Μαργαρίτη, 2007). Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι το Kazaa.



Σχήμα 3: A) Centralized P2P, B) Decentralized P2P, C) Super-peers P2P

Ένας βασικός διαχωρισμός με βάση **την δομή** είναι ο παρακάτω (Shen, 2010):

i. ΔΟΜΗΜΕΝΑ (Structured)

«Οι κόμβοι του δικτύου οργανώνονται αυτόματα σε δομές με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά και ιδιότητες και βοηθούν στην αναζήτηση πληροφοριών και στην δρομολόγηση πακέτων. Υπάρχουν εγγυήσεις στον αριθμό μεταβιβάσεων από κόμβο σε κόμβο, στον συνολικό χρόνο απόκρισης ή στον φόρτο που ανατίθεται» (Ντάρμος, 2008). Στα συστήματα αυτά κάθε αναζήτηση ακολουθεί συγκεκριμένο μονοπάτι και βασίζεται σε μεθόδους κατακερματισμού ευρετηρίων.

ii. ΕΝΔΙΑΜΕΣΑ – ΥΒΡΙΔΙΚΑ (Mixed – Hybrid)

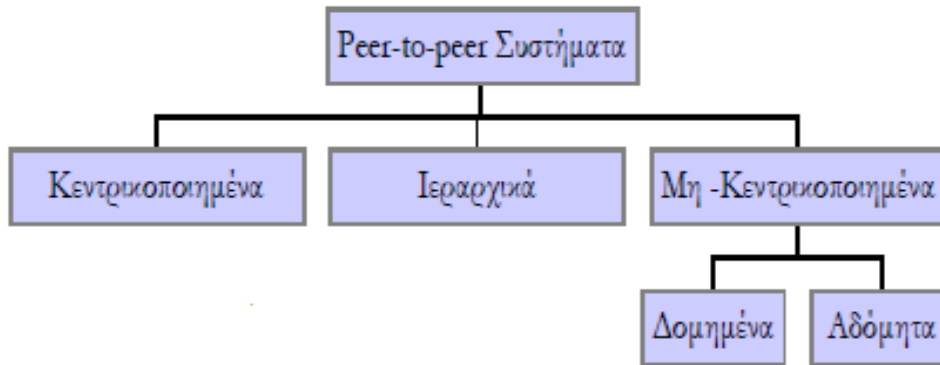
Οι αυξημένες δυνατότητες των χρηστών έχουν οδηγήσει τα τελευταία χρόνια την ανάγκη σχεδίασης συστημάτων που να αντέχουν τον μεγάλο αυτό αριθμό χρηστών και τον ακόμα μεγαλύτερο όγκο περιεχομένου. Τη λύση προσπαθούν να δώσουν συστήματα που χρησιμοποιούν αλγορίθμους κατακερματισμένων πινάκων κατατεμαχισμού (Distributed Hash Tables-DHT). Οι χρήστες των συστημάτων αυτών δημιουργούν δικό τους δίκτυο πάνω στο επίπεδο εφαρμογής (υπερκείμενο) το οποίο οργανώνεται με βάση κάποιο αναγνωριστικό, που ορίζεται σε κάθε χρήστη. Παράδειγμα είναι το Chord.

iii. ΑΔΟΜΗΤΑ (Unstructured)

«Ο κάθε κόμβος διατηρεί συνδέσμους προς έναν αριθμό τυχαίων άλλων κόμβων του δικτύου. Το σύνολο των συνδέσμων εμπλουτίζεται χρόνο με το χρόνο, μέσω των συναλλαγών και διαχειρίζεται είτε χρησιμοποιώντας κλασικές μεθόδους αντικατάστασης, είτε μετρικές βασισμένες στα χαρακτηριστικά του δικτύου, είτε σε κάποιο συνδυασμό των παραπάνω» (Ντάρμος, 2008). Είναι εκείνα τα συστήματα όπου η αναζήτηση γίνεται με

μορφή flooding προς τους γειτονικούς κόμβους. Παράδειγμα είναι το Gnutella.

Οι πιο δημοφιλείς συνδυασμοί των παραπάνω εμφανίζονται στα σχεδιαγράμματα.



Σχήμα 4: 1^η Κατηγοριοποίηση



Σχήμα 5: 2^η Κατηγοριοποίηση

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ- ΧΡΗΣΕΙΣ (APPLICATIONS)

Μία εφαρμογή μπορεί να ανήκει σε μία από τις τρεις παρακάτω κατηγορίες (Σωτηρίου, 2008): **κοινοί πόροι, διαχείριση περιεχομένου ή συνεργατική.**



Σχήμα 6: Κατηγοριοποίηση εφαρμογών

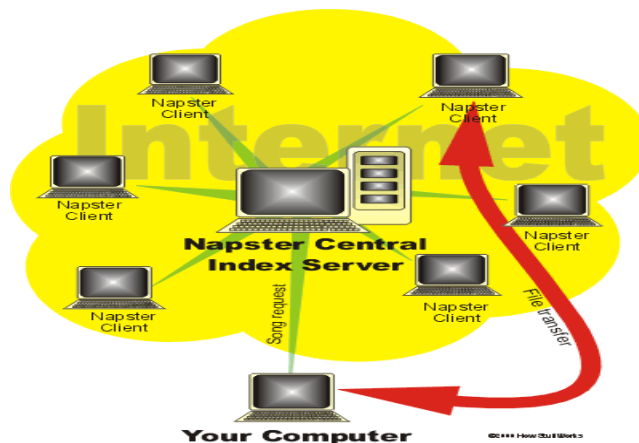
Εφαρμογές **κοινών πόρων** χρησιμοποιούν την επεξεργαστική ισχύ και τους υλικούς πόρους των χρηστών για την επεξεργασία δεδομένων ή για να φέρουν σε πέρας μία λειτουργία. Αυτή η κατηγορία μπορεί να χωριστεί σε δύο υποκατηγορίες. Στην πρώτη, την **έντονη επεξεργασία**, χρησιμοποιούνται οι πηγές των χρηστών για την επίλυση ενός προβλήματος που απαιτεί επαναληπτική επεξεργασία δεδομένων. Οι αλγόριθμοι διαχειρίζονται το πρόβλημα σε ανεξάρτητα τμήματα και μία κεντρική πλατφόρμα ενοποιεί το αποτέλεσμα. Στην δεύτερη υποκατηγορία, στον **πλουραλισμό των μονάδων**, έχουμε την δημιουργία μιας εικονικής επεξεργαστικής πλατφόρμας, όπου ο κάθε χρήστης αναλαμβάνει διαφορετική λειτουργία ανάλογα με το είδος των πηγών που μπορεί να προσφέρει. Οι εφαρμογές **διαχείρισης περιεχομένου** επικεντρώνονται στην ανταλλαγή και διάδοση πληροφοριών και αρχείων (file sharing, cycle sharing). Βασικό στοιχείο είναι ένας κατάλογος πληροφοριών που κάνει αντιστοίχιση πληροφορίας με θέση host. Οι ομότιμοι δυναμικά ενημερώνουν και ψάχνουν τον κατάλογο. Ο τρόπος εύρεσης των επιθυμητών πληροφοριών διαφέρει από εφαρμογή σε εφαρμογή. Μία υποκατηγορία είναι αυτή των **συστημάτων αρχείων** όπου τα ομότιμα συστήματα χρησιμοποιούνται για την αξιόπιστη αποθήκευση δεδομένων. Μία ακόμα είναι αυτή των **μηχανών αναζήτησης και φιλτραρίσματος** όπως JXTA search. Οι **συνεργατικές** εφαρμογές προάγουν την επικοινωνία μεταξύ των χρηστών χωρίς κεντρική μονάδα συντονισμού. Εδώ έχουμε τις **εφαρμογές άμεσων μηνυμάτων** (Instant messaging), όπως το Yahoo που επιτρέπουν στους χρήστες να δημιουργούν λίστες με φίλους, να είναι ενήμεροι και συνδεδεμένοι και να επικοινωνούν μεταξύ τους ή η χρήση των VoIP εφαρμογών όπως είναι το Skype. Άλλες εφαρμογές επιτρέπουν ένα **κοινό χώρο εργασίας** σε απομακρυσμένους χρήστες. Μία τελευταία υποκατηγορία αποτελούν τα **ομότιμα παιχνίδια και οι πλατφόρμες**.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ (Snadip, 2008)



napster.

Ήταν η αρχή για την p2p αρχιτεκτονική. Επιτρέπει την ανταλλαγή και διάδοση μουσικών κυρίως αρχείων. Η λειτουργία του στηρίζεται στην ύπαρξη κάποιων κεντρικών εξυπηρετητών οι οποίοι χρησιμοποιούνται ως ευρετήρια και αναλαμβάνουν να διατηρούν στοιχεία για τους χρήστες, για τα μουσικά κομμάτια που μοιράζεται ο καθένας με τους υπόλοιπους. Η επιτυχία του βασίστηκε στο γεγονός ότι μετέθεσε την διατήρηση των αρχείων από έναν κεντρικό διαχειριστή στους χρήστες και ότι βασίστηκε στις ανάγκες τους. Μειονέκτημά του ήταν ακριβώς αυτή η απουσία κεντρικού διαχειριστή για την εύρεση και καθοδήγηση των χρηστών και το κόστος του. Τελικά τερματίστηκε γιατί οι δισκογραφικές εταιρίες άσκησαν νομικές διώξεις στην εταιρία που δημιούργησε την εφαρμογή για να προστατεύσει τα πνευματικά δικαιώματα των μουσικών (networkingcentral, 2010)



Σχήμα 7: Μορφή δικτύου Napster



Gnutella 1&2: Ένα αδόμενο, δυναμικό, σύστημα όπου έχει μεταφέρει όλες τις λειτουργίες στον χρήστη με αποτέλεσμα να μην υπάρχει καμία κεντρική διαχείριση και να μην μπορεί κανείς να θεωρηθεί υπεύθυνος. Κάθε κόμβος που δέχεται ένα μήνυμα αναλαμβάνει να το προωθήσει σε όλους όσους είναι συνδεδεμένοι με αυτόν. Γνωρίζοντας έναν είμαστε σε θέση να βλέπουμε όλο το σύστημα. Οι κόμβοι που είναι συνδεδεμένοι ανταλλάσσουν μηνύματα διαφόρων τύπων μεταξύ τους (μουσικά αρχεία, ταινίες, βίντεο, προγράμματα κτλ.). Η αναζήτηση εδώ γίνεται με την μέθοδο πλημμύρας (flooding) (Γεωργούλας, 2010). Ήταν το πρώτο που ήταν ολοκληρωτικά δωρεάν για το κοινό. Όσο αφορά την ασφάλεια οι διακομιστές κρατάνε πληροφορίες για το ποιοί είναι οι καλοί κόμβοι και ποιοί έχουν κακόβουλο λογισμικό. Το

πλεονέκτημα του είναι η αποκεντρωμένη λειτουργία που δίνει την δυνατότητα ανοχής σε απώλεια κόμβων. Όλοι οι κόμβοι δρουν με τον ίδιο τρόπο κανείς δεν παίζει σημαντικότερο ρόλο. Ωστόσο, η δυναμική αυτή δομή έχει ένα μειονέκτημα. Ο τρόπος που εισέρχονται και εξέρχονται οι κόμβοι είναι εντελώς απρόβλεπτος και μπορεί να δημιουργηθεί ένας κεντροποιημένος και αναποτελεσματικός (με άλλα λόγια υπερφορτωμένος, χωρίς ασφάλεια) κόμβος (Ιωσήφ, 2004).



Σχήμα 8: Μορφή δικτύου Gnutella

Είναι voice IP (VoIP) ή pc-to-pc ή pc-to-phone ή phone-to-pc εφαρμογή. Επιτρέπει στους χρήστες να μιλάνε μεταξύ τους γραπτά με αποστολή μηνυμάτων, μέσω κλήσεων, video ή και συνδυασμό των παραπάνω. Έχει ιεραρχημένη αρχιτεκτονική ως υβριδικό δίκτυο (Γεωργούλας, 2011) και αποτελείται από κόμβους, υπερκόμβους και ένα server (Παλάσκας, 2009). Όλοι ελέγχονται από έναν κεντρικό server. Οι super peers λειτουργούν ως δρομολογητές μεταξύ των απλών χρηστών. Όσο αφορά την ασφάλεια η επικοινωνία μεταξύ των χρηστών γίνεται με κρυπτογράφηση χρησιμοποιώντας αλγόριθμους (Baset & Schulzrinne, 2006). Το βασικό πλεονέκτημα είναι οι δωρεάν τηλεφωνικές κλήσεις που το έκαναν και ευρέως γνωστό στο κοινό.



Είναι το πιο γρήγορο, ασφαλές, και ευρέως χρησιμοποιούμενο πρωτόκολλο μεταφοράς μέσω του διαδικτύου. Η λέξη Torrent σημαίνει χείμαρρος ενώ το BitTorrent μεταφράζεται σαν χείμαρρος από bit. Είναι ένα δωρεάν, δομημένο δίκτυο. Με βάση αυτό το πρωτόκολλο, ο κάτοχος του αρχείου, αντί να το διανέμει σε κάθε αιτητή ξεχωριστά, το αποστέλλει σε έναν, ο οποίος με τη σειρά του το αναδιανέμει σε άλλους. Οι αιτητές διαμοιράζονται μεταξύ τους κομμάτια του αρχείου, τα οποία είναι μικρότερα σε μέγεθος από το αρχικό αρχείο, μέχρις ότου όλοι τους να ολοκληρώσουν τη λήψη του. Με αυτήν την τεχνική, καθίσταται δυνατή η μεταφορά τεράστιου όγκου δεδομένων, χωρίς να είναι απαραίτητη η χρήση εξυπηρετητών. Ο χρόνος μεταφοράς του αρχείου εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως ο τύπος πρωτοκόλλου, το πόσο φορτωμένος είναι ο διακομιστής, πόσοι αιτητές το κατεβάζουν ταυτόχρονα (Παλάσκας, 2009). Το βασικό μειονέκτημα είναι ότι φαίνεται η IP διεύθυνση των χρηστών οπότε είναι και

επιρρεπής σε θέματα ασφαλείας. Το πρωτόκολλο Torrent Client διαθέτει πολλές εφαρμογές όπως uTorrent, μTorrent, qBitTorrent, KTorrent, tTorrent.



Magnet Links: Είναι μετεξέλιξη των torrents και μεταφορικά ο θάνατος για το pirate bay. Είναι links τα οποία συνδεόνται με τα αρχεία απευθείας, αλλά διατηρούν βασικές πληροφορίες για το αρχείο που θέλει κάποιος να κατεβάσει. Η δομή είναι:

`magnet:?xt=urn:tree:tiger:[TTH hash (Base32)]`

Σε σύγκριση με τα torrent, στα magnet links δεν κατεβάζεις κάποιο αρχείο στον υπολογιστή αλλά link. Δηλαδή ο χρήστης θα κάνει μερικά λιγότερα κλικ. Δεν χρειάζεται να υπάρχει κανένας κεντρικός tracker για να κατέβουν τα αρχεία. Επιπλέον δεν θεωρούνται παράνομα, επειδή δεν μπορούν να κατηγορήσουν τους χρήστες για κάτι τέτοιο, γιατί πολύ απλά δεν διατηρούν τα αρχεία αυτά σε servers, παρά μόνο δίνουν τα links που παραπέμπουν αλλού. Μειονεκτήματα αυτής της εφαρμογής είναι ότι δεν μπορούμε να κατεβάσουμε επιλεκτικά ότι αρχεία θέλουμε και η ταχύτητα είναι ακόμα πιο αργή από ότι στα torrents (Wikipedia: 'Magnet URI Scheme', 2012, 'What Are Magnet Links, and How Do I Use Them to Download Torrents?', 2012).



Είναι ένας συνδυασμός των εφαρμογών Napster και Gnutella. Ανήκει στα p2p 2^{ης} γενιάς αφού δεν χρησιμοποιεί κεντρικούς διακομιστές και είναι υβριδικό σύστημα. Ήταν το πρώτο που έπαιξε τραγούδια με νόμιμη έγκριση. Χρησιμοποιεί super peers με ιεραρχική οργάνωση και για αυτό διαθέτει μεγάλη αξιοπιστία αλλά και μεγάλο χρόνο αναζήτησης αρχείων (Γεωργούλας, 2011). Οι χρήστες ψάχνουν για αρχεία σε έναν εξυπηρετητή δεν μπορούν να ψάξουν καθολικά. Τα τελευταία χρόνια εξαιτίας των πολλών μολυσμένων αρχείων που βρέθηκαν έχει χάσει την δημοτικότητά του.



Για πολλούς είναι ο διάδοχος του Limewire. Αναπτύχθηκε από το σημείο ακριβώς που σταμάτησε η πάλαι ποτέ μεγάλη εφαρμογή για torrent, το Limewire. Έτσι κρατάει και κάποια πρωτεύοντα βασικά χαρακτηριστικά, όπως η ταχύτητα η ασφάλεια από ιούς και άλλα κακόβουλα προγράμματα, καθώς ενσωματώνει ένα γρήγορο πρωτόκολλο και antivirus. Υποστηρίζει Gnutella, Gnutella2 και είναι λογισμικό ανοικτού κώδικα. Κάποια βασικά χαρακτηριστικά είναι: πλήρως παραμετροποίηση, η γονική προστασία (parental protection), το password για κλείδωμα αρχείων, ο καθαρισμός ιστορικού, οι αναζητήσεις δυναμικές και σε βάθος, η ελάχιστη κατανάλωση μνήμης, είναι συμβατό με το i-tunes, τα εύχρηστα on-line chat rooms, και η βελτιωμένη τεχνολογία BitTorrent (FrostWire, 2011).

JXTA platform: Είναι ανοικτό λογισμικό και δημιουργήθηκε από την εταιρεία Sun Micro-Systems. Είναι παρόμοιο με τις εφαρμογές Kazaa και Gnutella2. Συνδυάζει

το κεντροποιημένο δίκτυο Napster και το αποκεντρωμένο δίκτυο Gnutella. Η δομή της πλατφόρμας αποτελείται από τρία επίπεδα: **Το επίπεδο υπηρεσιών** (service layer), **το επίπεδο εφαρμογών** (application layer) και **το επίπεδο πυρήνα** (core layer) (Yeager & Williams, 2002) (networkingcentral, 2010). Αποτελεί ένα ιεραρχικά δομημένο δίκτυο και οργανώνει τους κόμβους σε 2 επίπεδα με ιεραρχίες: σε **rendezvous peers** (κάτι σαν super peers) και **edge peers** (απλή μορφή). Όταν ένας απλός κόμβος ψάχνει για ένα αρχείο στέλνει ερωτήματα στον συνδεδεμένο με αυτόν rendezvous peer και αυτός μεταδίδει το ερώτημα στο ίδιο υποδίκτυο. Όταν ένας υπερκόμβος βρει την πληροφορία θα την γνωστοποιήσει στους υπόλοιπους που μετέδωσαν το ερώτημα και αυτοί θα συγκεντρώσουν το αποτέλεσμα στον αιτητή (Shen, 2010). Ωστόσο δεδομένου ότι είναι περιορισμένος ο αριθμός των κόμβων που είναι υπεύθυνοι για να επεξεργάζονται το ερώτημα και να το δρομολογούν, τα υπάρχοντα υβριδικά δίκτυα εξακολουθούν να έχουν σημεία συμφόρησης με τους υπερκόμβους να είναι πιο επιρρεπείς σε επιθέσεις.

ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΣ ΑΝΤΙΚΤΥΠΟΣ (SOCIAL IMPACT)

Τα p2p δίκτυα επηρεάζουν με έναν σύνθετο και πολλές φορές απρόβλεπτο τρόπο το κοινωνικό περιβάλλον (οικονομικό, νομικό, κοινωνικό, πολιτικό) (Boutaba, 2008). Επιπλέον η δυναμική σε ένα κοινωνικό περιβάλλον χαράσσει το δρόμο στην τεχνολογική επανάσταση (Shen, 2010).

- **Οικονομικά Θέματα**

Τα p2p δημιούργησαν ένα νέο επιχειρησιακό μοντέλο (new business model). Η αλυσίδα αξίας των προϊόντων έχει αναταραχθεί με την παρεμβολή του διαδικτύου. Χρησιμοποιώντας τα δίκτυα αυτά γίνεται μία προσπάθεια να οριστεί η ανθρώπινη παρεμβολή στο ψηφιακό περιβάλλον. Αλλάζει εντελώς η διαδικασία παραγωγής, προώθησης, διανομής και κατανάλωσης των προϊόντων. Αλλάζουν οι ρόλοι ιδιοκτήτη και αγοραστή. Το κλειδί για όλα αυτά είναι η δημιουργία ελεύθερου λογισμικού (free software/ open sources). Χρειάζεται όμως η ύπαρξη μίας πλατφόρμας που θα συγκεντρώνει όλα τα στοιχεία και θα τα οργανώνει. Να υπάρχουν συνδρομές και φόροι. Πρέπει να γίνει ξεκάθαρο ποιός είναι ο ιδιοκτήτης και πως θα μοιράζεται το κέρδος.

- **Νομικά θέματα**

Η εμφάνιση των ομότιμων δικτύων άλλαξε την κοινωνική συμπεριφορά όσο αφορά την πνευματική ιδιοκτησία (copyright), την διανομή και την διαχείριση πληροφορίας. Η αρχική νομοθεσία έχει αλλάξει και υπάρχουν πλήθος συζητήσεων πάνω στο θέμα. Τα δικαστήρια είναι υποχρεωμένα να ξανασκεύονται την παραδοσιακή σχέση μεταξύ των δημιουργών και τελικών αποδεκτών της πληροφορίας. Συναντάται όμως δυσκολία στον προσδιορισμό των νομικών ορίων στα πλαίσια μίας τεχνολογίας όπου όλοι

είναι ισότιμοι ιδιοκτήτες και κάτοχοι πληροφορίας. Υπάρχει διάχυτη ανησυχία για την ασφάλεια της ιδιωτικής ζωής και την προστασία των δεδομένων στο ψηφιακό αυτό περιβάλλον.

- **Κοινωνικά Θέματα**

Η ερώτηση εδώ έχει να κάνει με τον αν η κοινή χρήση των p2p δικτύων είναι δίκαιη ή όχι (fair use or not). Είναι άξιο προσοχής το πως η γενιά των δικτύων αυτών δημιούργησε ένα μαζικό δυναμικό τρόπο διαμοιραμού και ανταλλαγής πληροφορίας μέσω διαδικτύου. Πολλές εφαρμογές καθιστούν δύσκολους τους ελέγχους στην ροή αυτή των πληροφοριών. Παρά το γεγονός αυτό, δημιουργούνται μεγαλύτερες ευκαιρίες και σε ποσότητα και σε ποιότητα στην παραγωγή πληροφορίας. Πολλά επιστημονικά άρθρα έχουν επισημάνει το γεγονός αυτό και τα αναφέρουν σαν «small world networks» (μικροκοσμικά δίκτυα) γιατί περιέχουν πληθώρα πληροφοριών από όλο τον κόσμο σε τόσο λίγο χώρο. Η διάμετρος του διαδικτύου έγινε μικρότερη σε σύγκριση βέβαια με ένα τυπικό συμβατό σύστημα. Ένας άλλος χαρακτηρισμός για τα ομότιμα δίκτυα είναι ότι αποτελούν «την δύναμη της λιτής γραβάτας» (the strength of weak ties). Δημιουργούν μία μεγάλη δωρεάν κλίμακα πληροφοριών για όλους του χρήστες συμβαδίζοντας με το ρεύμα της παγκοσμιοποίησης. *«Η p2p φιλοσοφία, η οποία ενέχει τη δυναμική της ελεύθερης και ανοικτής δραστηριοποίησης των ανθρώπων σε διανεμημένα δίκτυα (distributed networks), θα διαμορφώνει το κυρίαρχο τρόπο μη υλικής (πνευματικής) παραγωγής. Η ομότιμη πληροφόρηση θα ενδυναμώνεται ανάμεσα στους συμμετέχοντες και έτσι αποτελεί σημαντικότατο παράγοντα που καθορίζει τη πορεία της αγοράς (ενδυνάμωση των peer-informed market modes) και την εξέλιξη των μορφών διακυβέρνησης (ενδυνάμωση των peer-informed state forms). Μαζί έχουμε τα πάντα και μαζί γνωρίζουμε τα πάντα»* (Bauwens, 2011).

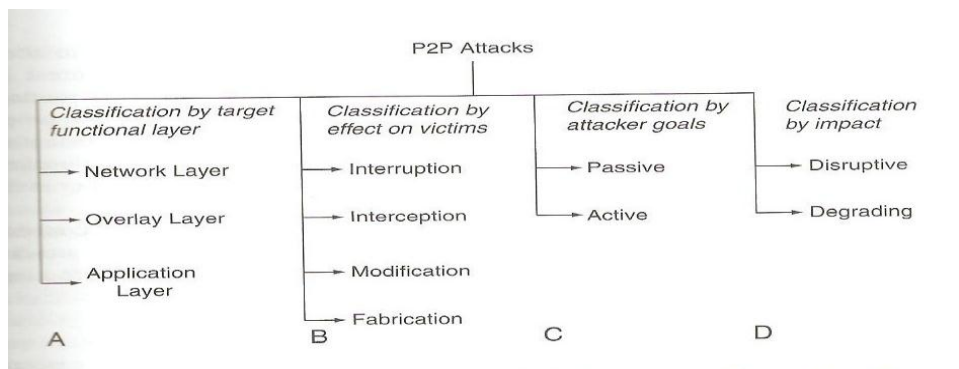
- **Πολιτικά Θέματα**

Το πως οι άνθρωποι έρχονται αντιμέτωποι και παίρνουν αποφάσεις για να επιτύχουν συγκεκριμένους στόχους είναι ο βαθύτερος ορισμός που αναφέρει τις ενέργειες των τοπικών αρχών. Ο έλεγχος των πληροφοριών και το πως να ενεργούν πάνω σε αυτές τις πληροφορίες είναι κρίσιμα ζητήματα για τις αρχές. Με την χρήση των p2p δικτύων καταργείται η ροή πληροφορίας μονής κατεύθυνσης όπως την είχαμε συνηθίσει από την τηλεόραση, το ραδιόφωνο και τις εφημερίδες. Πλέον υπάρχει άμεση αντίδραση και αμφίδρομη σχέση. Δεν υπάρχουν γεωγραφικοί περιορισμοί, υπάρχει πληθώρα πληροφοριών διαθέσιμη σε όλους και οι πιο αδύναμες ομάδες μπορούν να μιλήσουν και να αναδειχθούν.

ΑΣΦΑΛΕΙΑ (SECURITY)

Ο όρος **ασφάλεια** αναφέρεται «στις πολιτικές, τις διαδικασίες και τα τεχνικά μέτρα που χρησιμοποιούνται προκειμένου να εμποδιστεί η πρόσβαση, αλλοίωση, κλοπή ή υλική ζημιά των p2p δικτύων από παρεισακτους» (Laudon, 2002, σελίδα 306).

Πλήθος ερευνών έχουν γίνει για την ασφάλεια των δικτύων. Έχει αποδειχθεί ότι οι μεμονωμένοι χρήστες είναι πιο επιρρεπής σε ατυχήματα από εταιρείες και κρατικούς οργανισμούς. Τα περισσότερα κρούσματα αφορούν την ανταλλαγή αρχείων, που όμως είναι ένα μέρος των p2p εφαρμογών. Γενικά, μπορούμε να ταξινομήσουμε τις επιθέσεις (Koegel Buford, 2009):



Σχήμα 9: Κατηγοριοποίηση επιθέσεων

- Σε αυτές με στόχο το **λειτουργικό στρώμα** (functional layer)

Το λειτουργικό στρώμα αποτελείται από το στρώμα δικτύου (network layer), το στρώμα επικάλυψης (overlay layer) και το στρώμα εφαρμογών (application layer). Μία επίθεση μπορεί να έχει στόχο οποιαδήποτε από τα παραπάνω. Οι επιθέσεις στο **στρώμα εφαρμογών** εξαρτώνται από τις εγγυήσεις που υπάρχουν από το στρώμα της επικάλυψης και αντίστοιχα οι επιθέσεις στο στρώμα επικάλυψης από τις εγγυήσεις για ασφάλεια που δίνει το στρώμα δικτύου. Στο **στρώμα επικάλυψης** οι επιθέσεις έχουν στόχο να βλάψουν ή να μεταβάλλουν την επικοινωνία. Στα δομημένα η μεγαλύτερη απειλή σε αυτό το επίπεδο είναι η κακόβουλη δρομολόγηση. Στο **στρώμα δικτύου** τα πρωτόκολλα είναι ευαίσθητα και επιρρεπή σε επιθέσεις και επηρεάζουν πολλές άλλες εφαρμογές.

- Με τις **συνέπειες** που προκαλούν **στα θύματα**

Εδώ υπάρχουν τεσσάρων ειδών επιθέσεις:

- i. Η παράνομη διακοπή.
- ii. Η υποκλοπή με παράνομη πρόσβαση.
- iii. Η τροποποίηση με παράνομη αλλοίωση.
- iv. Η παράνομη δημιουργία ενός κατασκευάσματος.

Αυτές οι απειλές μπορεί να είναι **δυναμικές ή παθητικές, άμεσες ή έμμεσες**. Κατά την διάρκεια της ανταλλαγής των πληροφοριών ένας κόμβος μπορεί εύκολα να εκτεθεί σε επιθέσεις όπως είναι η μεταμφίηση, η εισβολή, άρνηση εξυπηρέτησης, οι ιοί, τα σκουλήκια, ο δούρειος ίππος, το κακόβουλο και επιβλαβές λογισμικό, οι ωτακουστές (Διακονικολάου, 2007).

- Από τον **στόχο του εισβολέα**.

Ο στόχος του εισβολέα, εκτός από τον προφανή να υποκλέψει πληροφορίες και να διακόψει την επικοινωνία (active intent), είναι με έμμεσο τρόπο να αναλύσει την κυκλοφορία και το σήμα του δικτύου (passive intent).

- Από τις **επιπτώσεις**

Οι οποίες μπορεί να είναι διασπαστικές (disruptive) ή εξευτελιστικές (degrading).

Τρόποι αντιμετώπισης

Η καλύτερη αντιμετώπιση για την ασφάλεια των δικτύων είναι ο **έλεγχος**. Οι έλεγχοι μπορεί να είναι γενικοί και να αφορούν το λογισμικό, το υλικό, τις λειτουργίες των υπολογιστών, την ασφάλεια των δεδομένων, την υλοποίηση και την διαχείριση. Επιπλέον μπορεί να είναι έλεγχοι εφαρμογών και να είναι ειδικοί για κάθε μηχανογραφημένη εφαρμογή (Laudon, 2002). Στην συνέχεια γίνεται **εκτίμηση** της κατάστασης και της επικινδυνότητας. Έτσι γνωρίζουμε αν μία δραστηριότητα δεν ελέγχεται επαρκώς και μπορούμε να κάνουμε διαρθρωτικές κινήσεις. Η **πολιτική ασφαλείας** είναι ένας οδηγός που μπορούμε να ακολουθούμε για την αποδεκτές ενέργειες που μπορεί να εκτελεί κάθε χρήστης και καθορίζει τα επίπεδα πρόσβασης για διαφορετικά επίπεδα χρηστών. Με την εκτίμηση της κατάστασης μπορούμε να επαναπροσδιορίσουμε και την πολιτική ασφαλείας ώστε να είναι πλήρως ενημερωμένη. Επιπλέον υπάρχουν **εργαλεία και τεχνολογίες** για την διασφάλιση της ασφάλειας των δικτύων. Η πιστοποίηση της ταυτότητας των χρηστών (authentication), οι αντιπυρικές ζώνες (firewalls), τα συστήματα ανίχνευσης εισβολής, το λογισμικό κατά των ιών (antivirus software), η κρυπτογράφηση (encryption) με δημόσιο κλειδί και τα ψηφιακά πιστοποιητικά, η εξασφάλιση της διαθεσιμότητας των συστημάτων, η εξασφάλιση ποιότητας του λογισμικού, ο έλεγχος κυκλοφορίας δικτύου με την επιθεώρηση πακέτων εις βάθος και η εξωτερική ανάθεση ασφαλείας είναι μόνο μερικά από τα εργαλεία αυτά (Laudon, 2002).

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ (ADVANTAGES)

- Απλή χρήση και δομή. Η υλοποίηση του μοντέλου δεν απαιτεί ειδικές γνώσεις (Διακονικολάου, 2007).

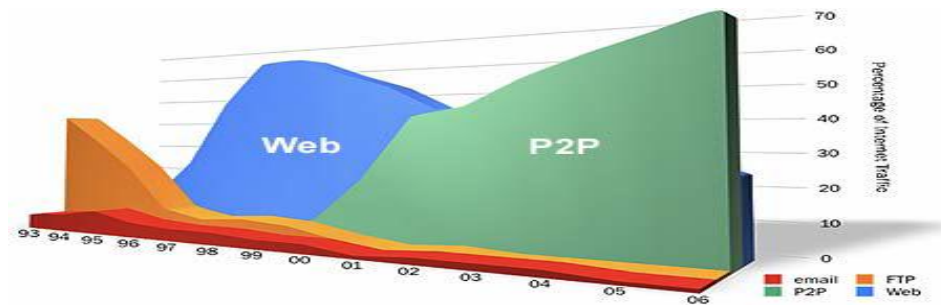
- **Επεκτασιμότητα.** Είναι κοινώς αποδεκτό ότι όσο περισσότεροι κόμβοι εισέρχονται στο δίκτυο τόσο καλύτερα λειτουργεί. Δεν υπάρχει κίνδυνος να γεμίσει ποτέ το σύστημα από κόμβους. (Παλάσκας, 2009). Αυτή η αρχιτεκτονική είναι διαφορετική σε λειτουργία από την client/server, όπου εκεί μία αύξηση πελατών θα σήμαινε και πιο αργή μεταφορά δεδομένων για όλους τους χρήστες.
- **Ανθεκτικότητα.** Σε περίπτωση που αποτύχει η λήψη δεδομένων από ένα κόμβο το σύστημα προσπαθεί να βρει άλλον με την αναπαραγωγή των δεδομένων σε πολλαπλούς προορισμούς. Επιπλέον υπάρχει ανοχή σε λάθη και αποφεύγεται η κατάρρευση του συστήματος με το να στέλνονται πολλαπλά αντίγραφα και σε άλλους κόμβους (Kini & Shetty, 2001).
- **Ανωνυμία.** Τα δίκτυα αυτά διατηρούν την ανωνυμία του συντάκτη του περιεχομένου, του εκδότη, του αναγνώστη, του server που φιλοξενεί την εφαρμογή εφόσον ο χρήστης το επιθυμεί (Χαραλάμπους, 2010).
- **Διαμοιρασμός.** Ο φόρτος δεν μεταβιβάζεται σε έναν μόνο κόμβο αλλά σε όλους, εξισορρόπηση φορτίου. Γίνεται καταμερισμός για να μην υπάρχει υπερφόρτωση. Έτσι οι διεργασίες γίνονται πιο γρήγορα και άμεσα.
- **Αποκέντρωση.** Ακόμα και οι κόμβοι χωρίς ειδικές λειτουργίες είναι απαραίτητοι για την λειτουργία του δικτύου. Έτσι βοηθούνται και οι γεωγραφικά αποκεντρωμένοι χρήστες.
- **Αυτονομία.** Ο κάθε κόμβος είναι συνδεδεμένος με τους άλλους του δικτύου αλλά και ταυτόχρονα αυτόνομος, χωρίς να βασίζεται σε έναν κεντρικό εξυπηρετητή. Μπορεί κάθε ένας να αποφασίσει σε πιο βαθμό θα κάνει τους πόρους του διαθέσιμους στους υπόλοιπους (Τούτιος, 2007, σελίδα 5).
- **Μειωμένο κόστος.** Γίνεται κατανομή των δαπανών στους χρήστες του συστήματος. Οι πόροι μοιράζονται ανάλογα με την υλοποίηση του δικτύου και μπορεί να είναι αρχεία, εύρος ζώνης, κύκλοι επεξεργασίας ή αποθήκευσης. Το κατέβασμα των αρχείων και η διαδικασία μεταφοράς είναι δωρεάν (Παλάσκας, 2009). Δεν απαιτεί αγορά ειδικού εξοπλισμού ούτε συντήρηση (Διακονικολάου, 2007).
- **Δυνατότητα δημιουργίας δυναμικά αναπτυσσόμενων χώρων** το περιεχόμενο των οποίων καθορίζεται από τους ίδιους τους χρήστες. Οι χρήστες και κατ'επέκταση οι πηγές που διαθέτουν μπορούν να εισέρχονται και να εξέρχονται τυχαία. Η αποθήκευση των αρχείων γίνεται στους υπολογιστές των τελικών χρηστών αντί ενός εξυπηρετητή.
- **Εκμετάλλευση αχρησιμοποίητων πόρων.** Χρησιμοποίηση όλων των κόμβων ακόμα και των πιο απομακρυσμένων.

- Πληθώρα υλικού (Kini & Shetty, 2001). Υπάρχει πολύ υλικό και πηγές διαθέσιμες που περιμένει να κατέβει από τους χρήστες. Η συγκέντρωση των πηγών αποτελεί φυσικό χαρακτηριστικό των p2p συστημάτων, καθώς ακολουθούν ομότιμη αρχιτεκτονική.
- Αυτό-οργάνωση
- Συνεργασία μεταξύ των κόμβων (Χαραλάμπους, 2010).

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ (DISADVANTAGES)

- Τρωτά σημεία,
- Υποκλοπή πληροφοριών,
- Επιθέσεις κακόβουλου λογισμικού,
- Ιοί και σκουλήκια,
- Επιθέσεις άρνησης εξυπηρέτησης (denial of services attacks),
- Πλαστό περιεχόμενο,
- Κακή σύνδεση,
- Κυκλοφοριακή συμφόρηση (Larsen, Gavler, & Junique, 2010)
- Μπορεί να χρησιμεύσει σαν καταφύγιο για χακερ (Kini & Shetty, 2001),
- Παραβίαση νομοθεσίας περί πνευματικής ιδιοκτησίας (Kini & Shetty, 2001),
- Με το κλείσιμο ενός Η/Υ τα αρχεία και οι συσκευές που είναι συνδεδεμένοι σε αυτόν παύουν να είναι διαθέσιμα (Διακονικολάου, 2007),
- Διαμοιρασμός υλικού με ανήθικο περιεχόμενο - ηλεκτρονικό έγκλημα (Παλάσκας, 2009, σελίδα 16)

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ (CONCLUSION)



Σχήμα 10: Υψηλά ποσοστά χρήσης των P2P δικτύων

Με την εμφάνιση των p2p δικτύων άλλαξε ο τρόπος αντιμετώπισης του διαδικτύου και η νοοτροπία όσο αφορά την χρήση του ως ένα ψυχαγωγικό μέσο. Με την δυνατότητα ανταλλαγής περιεχομένου οι χρήστες μπορούν να έχουν πρόσβαση σε μεγάλο κατάλογο δεδομένων παρακάμπτοντας εταιρίες και τη νομοθεσία περί πνευματικών δικαιωμάτων και επιπλέον να ορίζουν το μέγεθος του καταλόγου αυτού. Υπάρχουν όμως ακόμα νομικά προβλήματα που πρέπει να ξεκαθαρίσουν για τον διαμοιρασμό των αρχείων και τις άδειες εξουσιοδότησης. Πρέπει να ρυθμιστεί κατάλληλα το νομικό πλαίσιο και να ισχύουν κάποιοι κοινοί αποδεκτοί κανόνες. Επιπλέον το θέμα της ασφάλειας είναι υπό αμφισβήτηση. Υπάρχουν πολλοί κίνδυνοι για τα ομότιμα δίκτυα και χαρακτηρίζονται ακόμα ως επιρρεπή.

Γενικά, μπορούμε να πούμε ότι η p2p δικτύωση έχει εξελιχθεί από μία κεντροποιημένη αρχιτεκτονική Napster σε μία πλήρως αποκεντροποιημένη Gnutella και σε άλλες υβριδικές. Η εξέλιξη αυτή οφείλεται στην ανάγκη της καλύτερης αποδοτικότητας και μεγαλύτερης ταχύτητας. Η κεντρική διοίκηση άλλωστε έρχεται σε αντίθεση με την p2p φιλοσοφία των ανεξάρτητων κόμβων. Από τα παραδείγματα που έχουμε ήδη όμως, μπορούμε να βγάλουμε το συμπέρασμα, ότι στις περισσότερες εφαρμογές πρέπει να υπάρχει κάποιο είδος κεντρικού συντονισμού. Ειδικά αν θέλουμε ασφαλή και αξιόπιστα δίκτυα.

Ως ενδιάμεση λύση υπάρχουν τα ενδιάμεσα/hybrid δίκτυα που είναι εύχρηστα και αυτά που δουλεύουν στην πράξη. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για διαμοιρασμό αρχείων, στην κατακεντρωμένη επεξεργασία και να ενσωματωθούν με το υπάρχον παράδειγμα δικτύου (client/server). Θα ήταν πολύ επικερδές να προσπαθήσει κάποιος να λύσει το πρόβλημα κεντρικού ελέγχου σε μία αποκεντρωμένη αρχιτεκτονική και θα δημιουργούσε μία καινοτομία στο χώρο. Όμως όσο περισσότερο εξελίσσονται τα πράγματα τόσο περισσότερο δυσκολεύει και ο τρόπος χειρισμού και περιφρούρησης των δεδομένων στα δίκτυα αυτά. Τα ομότιμα δίκτυα παρόλα αυτά πληρούν πολλές από τις απαιτήσεις των καιρών.

Πολλοί χρήστες επέμεναν να απαντούν «not to peer», πλέον αυτό έχει αρχίσει να αλλάζει. Το μέλλον χαρακτηρίζεται ευοίωνο για την ομότιμη δικτύωση οπότε η πολυπόθητη απάντηση γίνεται «to peer».

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ (THE FUTURE)

Μία πιο σύγχρονη αρχιτεκτονική είναι η **grid architecture** ή άλλως **αρχιτεκτονική πλέγματος**. Είναι συνεχώς εξελισσόμενη αρχιτεκτονική ξεκινώντας από τον επιστημονικό και εκπαιδευτικό χώρο με επεκτάσεις πλέον και σε αυτούς της βιομηχανίας και του εμπορίου. Οι τωρινές εφαρμογές πλέγματος είναι στην ουσία client/server για κατακεκομημένα υπολογιστικά συστήματα (Shen, 2010). Είναι φθηνή πηγή, με μεγάλη υπολογιστική ισχύ και πλέον το κόστος του υλικού έχει μειωθεί. Η πρόκληση είναι να δημιουργήσουμε μεγάλες πολύπλοκες εφαρμογές και να αποδίδουν αποτελεσματικά και αξιόπιστα σε ένα δίκτυο ανεξάρτητα από την γεωγραφική θέση του καθενός (networkingcentral, 2010). Η αρχιτεκτονική αυτή παρέχει την υποδομή σε διάφορους οργανισμούς (όπως είναι οι διαφημιστικές, τα πανεπιστήμια) για να διαμορφώσουν εικονικές οργανώσεις που μοιράζονται πόρους και συνεργάζονται για την επίλυση κοινών προβλημάτων (Shen, 2010). Θα μπορούσε κανείς να φανταστεί ένα συνδυασμό grid με p2p πριν λίγα χρόνια; Προφανώς και όχι, πόσο μάλλον να προσπαθήσει να συνδέσει την αρχιτεκτονική αυτή με εφαρμογές p2p. Ακόμα υπάρχει δυσκολία γιατί είναι δύο διαφορετικές αρχιτεκτονικές, με διαφορετικά πρότυπα και πρωτόκολλα. Αναμένουμε λοιπόν τις μελλοντικές καινοτομίες.

Έχουν ήδη εμφανιστεί εξελιγμένες μορφές δικτύωσης p2p, που βελτιώνουν την αποτελεσματικότητά τους, οι επονομαζόμενες **p4p**. Δίνουν την δυνατότητα παροχής υπηρεσιών internet (ISP), έχουν τα χαρακτηριστικά των ομότιμων και επιπλέον επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο επιλέγει ένας κόμβος κάποιον άλλο για να συνδεθεί (Anuradna, 2008). Η κεντρική ιδέα είναι ότι βοηθάν ένα ζευγάρι υπολογιστών που είναι γεωγραφικά κοντά ο ένας με τον άλλον να βρεθούν και να προβούν σε κοινή χρήση αρχείων. Με αυτό τον τρόπο η μεταφορά αρχείων τρέχει γρηγορότερα και το εύρος δικτύου χρησιμοποιείται πιο αποτελεσματικά (Παλάσκας, 2009).

Μία άλλη τεχνολογική πρόκληση είναι το **mobile p2p (android applications)**. Όταν τα ομότιμα δίκτυα παντρεύονται με την χρήση των κινητών τότε το αποτέλεσμα δεν παύει παρά να είναι ενδιαφέρον. Το mobile p2p δίκτυο ακολουθεί την διαδρομή των συμβατών ομότιμων δικτύων. Της 1^{ης} γενιάς είναι συμβατά με τις εφαρμογές για τα κινητά, αλλά είναι και επιρρεπή σε θέματα ασφάλειας. Της 2^{ης} γενιάς είναι πολύ βαριά σαν προγράμματα για συσκευές κινητών και έτσι χρησιμοποιούνται mobile agents για να μπορούν να τρέξουν τα προγράμματα. Της 3^{ης} γενιάς προσπάθησαν να λύσουν τα προβλήματα των προηγούμενων. Η ιεραρχική δομή μείωσε τον φόρτο εργασίας και νέα πρωτόκολλα έκαναν πιο ασφαλής τις εφαρμογές. Μια εφαρμογή είναι JTXE (JXTA για τα κινητά) (Harjula κ.ά., 2004). Σε αυτό τον τομέα έχουμε

ακόμα να δούμε και να περιμένουμε πάρα πολλά δεδομένου ότι η εξέλιξη των κινητών είναι πολύ μεγάλη και πλέον ένα κινητό θεωρείται ένας μικρός υπολογιστής.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ (REFERENCES)

- Androutsellis-Theotokis, S., & Spinellis, D. (2004). A survey of peer-to-peer content distribution technologies. *ACM Computing Surveys*, 36(4), 335–371. doi:10.1145/1041680.1041681
- Anuradna, M. (2008, 27 Ιουνίου). P4P-Next Generation P2P. *TFOT the future of things*. Ανακτήθηκε από <http://thefutureofthings.com/news/1213/p4p-next-generation-p2p.html>
- Baset, S. A., & Schulzrinne, H. G. (2006). An Analysis of the Skype Peer-to-Peer Internet Telephony Protocol. Στο *INFOCOM 2006. 25th IEEE International Conference on Computer Communications. Proceedings* (σσ 1 –11). Παρουσιάστηκε στο INFOCOM 2006. 25th IEEE International Conference on Computer Communications. Proceedings. doi:10.1109/INFOCOM.2006.312
- Bauwens, M. (2011, 12 Δεκεμβρίου). Ομότιμη Παραγωγή, Ομότιμη Διακυβέρνηση, Ομότιμη Ιδιοκτησία. *re-public*. Ανακτήθηκε από <http://www.re-public.gr/?p=100>
- Beverly Yang, B., & Garcia-Molina, H. (2003). Designing a super-peer network. Στο *19th International Conference on Data Engineering, 2003. Proceedings* (σσ 49 – 60). Παρουσιάστηκε στο 19th International Conference on Data Engineering, 2003. Proceedings. doi:10.1109/ICDE.2003.1260781
- Boutaba, R. (2008). Peer-to-Peer networking: State of the art and research challenges. Στο *IEEE Network Operations and Management Symposium, 2008. NOMS 2008* (σ xxxii). Παρουσιάστηκε στο IEEE Network Operations and Management Symposium, 2008. NOMS 2008. doi:10.1109/NOMS.2008.4575107
- Client/Server Versus Peer Networks : LAN 101: Networking Basics. (2011). *Tom 's Hardware*. Ανακτήθηκε Δεκέμβριος 13, 2012, από <http://www.tomshardware.com/reviews/local-area-network-wi-fi-wireless,3020.html#xtor=RSS-993>
- Harjula, E., Ylianttila, M., Ala-Kurikka, J., Riekk, J., & Sauvola, J. (2004). Plug-and-play application platform: towards mobile peer-to-peer. Στο *Proceedings of the 3rd international conference on Mobile and ubiquitous multimedia* (σσ 63–69). New York, NY, USA: ACM. doi:10.1145/1052380.1052390
- Kini, U. A., & Shetty, S. M. (2001). Peer-to-Peer networking. *Resonance*, 6(12), 69–79. doi:10.1007/BF02913769
- Koegel Buford, J. F. (2009). *P2P networking and applications*. Burlington, MA: Elsevier/Morgan Kaufmann.

- Larsen, C. P., Gavler, A., & Junique, S. (2010). The impact of peer-to-peer networking on user behaviour and network design. Στο *Optical Fiber Communication (OFC), collocated National Fiber Optic Engineers Conference, 2010 Conference on (OFC/NFOEC)* (σσ 1 –3). Παρουσιάστηκε στο Optical Fiber Communication (OFC), collocated National Fiber Optic Engineers Conference, 2010 Conference on (OFC/NFOEC).
- Laudon, K. C. (2002). *Συστήματα πληροφοριών διοίκησης (MIS): οργάνωση και τεχνολογία στη δικτυωμένη επιχείρηση*. Αθήνα: Κλειδάριθμος.
- Lee, C.-H., Han, K., & Lee, Y.-H. (2008). Efficient Resource Registration and Location Scheme in P2P-SIP, using ID-based Signature. Στο *10th International Conference on Advanced Communication Technology, 2008. ICACT 2008* (T. 3, σσ 1823 –1827). Παρουσιάστηκε στο 10th International Conference on Advanced Communication Technology, 2008. ICACT 2008. doi:10.1109/ICACT.2008.4494139
- Liben-Nowell, David, Balakrishnan, H., & Karger, D. (2002). Analysis of the evolution of peer-to-peer systems. Στο *Proceedings of the twenty-first annual symposium on Principles of distributed computing* (σσ 233–242). New York, NY, USA: ACM. doi:10.1145/571825.571863
- networkingcentral. (2010, Απρίλιος 14). *Peer-to-Peer Networking*. Ανακτήθηκε από <http://www.slideshare.net/networkingcentral/peertopeer-networking-3722003>
- Osarena net (by Constantinos). (2011, 1 Ιουλίου). FrostWire: Ο διάδοχος του LimeWire (Linux- Windows-MacOSX-Android). *Osarena net*. Ανακτήθηκε από <http://osarena.net/logismiko/applications/frostwire-o-diadochos-tou-limewire-linux-windows-macosx-android.html>
- Wikipedia, the Free Encyclopedia. (2012, 11 Δεκεμβρίου). *Peer-to-peer*. Ανακτήθηκε από <http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Peer-to-peer&oldid=527526270>
- Wikipedia, the Free Encyclopedia. (2012, 20 Νοεμβρίου). *Magnet Links*. Ανακτήθηκε από http://en.wikipedia.org/wiki/Magnet_URI_scheme
- Schollmeier, R. (2001). A definition of peer-to-peer networking for the classification of peer-to-peer architectures and applications. Στο *First International Conference on Peer-to-Peer Computing, 2001. Proceedings* (σσ 101 –102). Παρουσιάστηκε στο First International Conference on Peer-to-Peer Computing, 2001. Proceedings. doi:10.1109/P2P.2001.990434
- Shen, X., Heather, Y., Bufond, J., Muralin, A. (2010). *Handbook of peer-to-peer networking*. New York, NY: Springer.
- Shitrit, S., Felstaine, E., Gilboa, N., & Hermoni, O. (2008). Anonymity Scheme for Interactive P2P Services. Στο *8th IEEE International Symposium on Cluster Computing and the Grid, 2008. CCGRID '08* (σσ 33 –40). Παρουσιάστηκε στο 8th IEEE International Symposium on Cluster Computing and the Grid, 2008. CCGRID '08. doi:10.1109/CCGRID.2008.54
- Snadip, D. (2008, 14 Σεπτεμβρίου). Top 20 Best Peer to Peer (P2P) File Sharing Programs and Applications. *Blogsdna*. Ανακτήθηκε από <http://www.blogsdna.com/923/top-20-best-peer-2-peer-p2p-file-sharing-programs-applications-software.htm>

- Tanenbaum, A. S. (2003). *Δίκτυα υπολογιστών*. Αθήνα: Κλειδάριθμος.
- What Are Magnet Links, and How Do I Use Them to Download Torrents? (χ.χ.). *Lifehacker*. Ανακτήθηκε Δεκέμβριος 25, 2012, από <http://lifehacker.com/5875899/what-are-magnet-links-and-how-do-i-use-them-to-download-torrents>
- Yang, B., & Garcia-Molina, H. (2001). Comparing Hybrid Peer-to-Peer Systems. Στο *Proceedings of the 27th International Conference on Very Large Data Bases* (σσ 561–570). San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc. Ανακτήθηκε από <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=645927.672193>
- Yeager, W., & Williams, J. (2002). Secure peer-to-peer networking: the JXTA example. *IT Professional*, 4(2), 53–57. doi:10.1109/MITP.2002.1000461
- Διακονικολάου, Γιώργος. (2007). *Επιχειρησιακή διαδικτύωση* (2η έκδ. πλήρως ενημερωμένη). Αθήνα: Κλειδάριθμος.
- Ιωσήφ, Οσμάν. (2004). Μέτρηση Χρονικής Απόστασης Κόμβων Σε Ομότιμα Δίκτυα (peer to peer). Ανακτήθηκε από <http://artemis-new.cslab.ece.ntua.gr:8080/jspui/handle/123456789/3532>
- Μαργαρίτη, Σπυριδούλα. (2007, 16 Ιουνίου). *Data Management in Peer-to-Peer Systems* (pdf). Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιωάννινα. Ανακτήθηκε από <http://www.cs.uoi.gr/~pitoura/courses/p2p/surveys/smargarit.pdf>
- Ντάρμος, Νικόλαος. (2008). Ανάπτυξη και αξιοποίηση καινοτόμων συστημάτων παρακολούθησης, ελέγχου και εξεύρεσης καθολικών χαρακτηριστικών και ιδιοτήτων των οντοτήτων σε δίκτυα ομοτίμων εταιρών. Ανακτήθηκε από <http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/handle/10889/1901>
- Παλάσκας Αλέξανδρος. (2009). *Peer to Peer Networking*. Ανακτήθηκε από http://conta.uom.gr/conta/ekpaideysh/metaptyxiaka/technologies_diktywn/ergasies/2009/PEER%20TO%20PEER%20NETWORKING.pdf
- Σωτηρίου, Αθανάσιος-δημήτριος Κ. (2008). Μια Ομότιμη Αρχιτεκτονική Για Ανταλλαγή Περιεχομένου Σε Υπερκείμενα Δίκτυα. Ανακτήθηκε από <http://artemis-new.cslab.ece.ntua.gr:8080/jspui/handle/123456789/5960>
- Τούτιος Παναγιώτης. (2007). *Key concepts and applications of peer to peer networks*. Ανακτήθηκε από http://conta.uom.gr/conta/ekpaideysh/metaptyxiaka/technologies_diktywn/ergasies/2007/Key%20concepts%20and%20applications%20of%20peer%20to%20peer%20networks.pdf
- Χαραλάμπους, Ιγνατία. (2010, 21 Ιουνίου). *Διαχείριση δεδομένων σε ομότιμα δίκτυα* (pdf). Ιόνιο Πανεπιστήμιο.

ΣΧΗΜΑΤΑ

Σχήμα 1. Μορφή ενός p2p δικτύου. Πηγή: <http://en.wikipedia.org/wiki/Peer-to-peer>

Σχήμα 2. Τοποθέτηση εφαρμογών με βάση τον βαθμό συγκέντρωσης και την γενιά. Πηγή: Harjula, E., Ylianttila, M., Ala-Kurikka, J., Riekkilä, J., & Sauvola, J. (2004). Plug-and-play application platform: towards mobile peer-to-peer. *Proceedings of the 3rd international conference on Mobile and ubiquitous multimedia* (σσ 63–69). New York, NY, USA: ACM. doi:10.1145/1052380.1052390 (σσ 63).

Σχήμα 3. Απεικόνιση μορφής centralized, decentralized and super peers. Πηγή: Koegel Buford, J. F. (2009). *P2P networking and applications*. Burlington, MA: Elsevier/Morgan Kaufmann (σσ 355).

Σχήμα 4. Σχεδιάγραμμα ταξινόμησης p2p συστημάτων. Πηγή: Μαργαρίτη Σπυριδούλα,. (2007, Ιούνιος 16). *Data Management in Peer-to Peer Systems* (pdf). Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιωάννινα (σσ 3). Ανακτήθηκε από <http://www.cs.uoi.gr/~pitoura/courses/p2p/surveys/smargarit.pdf>

Σχήμα 5. Σχεδιάγραμμα ταξινόμησης συστημάτων υπολογιστών. Πηγή: Σωτηρίου Αθανάσιος-Δημήτριος Κ. (2008). Μια Ομότιμη Αρχιτεκτονική Για Ανταλλαγή Περιεχομένου Σε Υπερκείμενα Δίκτυα (σσ 40). Ανακτήθηκε από <http://artemis-new.cslab.ece.ntua.gr:8080/jspui/handle/123456789/5960>

Σχήμα 6. Ταξινόμηση εφαρμογών. Πηγή: Σωτηρίου Αθανάσιος-Δημήτριος Κ. (2008). Μια Ομότιμη Αρχιτεκτονική Για Ανταλλαγή Περιεχομένου Σε Υπερκείμενα Δίκτυα (σσ 42). Ανακτήθηκε από <http://artemis-new.cslab.ece.ntua.gr:8080/jspui/handle/123456789/5960>

Σχήμα 7. Μορφή δικτύου Napster. Πηγή: <http://computer.howstuffworks.com/napster.htm>

Σχήμα 8. Μορφή δικτύου Gnutella. Πηγή: Μαργαρίτη Σπυριδούλα,. (2007, Ιούνιος 16). *Data Management in Peer-to Peer Systems* (pdf). Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιωάννινα (σσ 5). Ανακτήθηκε από <http://www.cs.uoi.gr/~pitoura/courses/p2p/surveys/smargarit.pdf>

Σχήμα 9. P2P attacks. Πηγή: Koegel Buford, J. F. (2009). *P2P networking and applications*. Burlington, MA: Elsevier/Morgan Kaufmann (σσ 321).

Σχήμα 10. Σύγκριση βάση ποσοστού χρήσης email, P2P, FTP, & Web. Πηγή: Παλάσκας Αλέξανδρος (2009). *Peer-to-peer networking*. Θεσσαλονίκη: Εργασία

στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα MIS στα πλαίσια του μαθήματος Τεχνολογίες και Επικοινωνίες δικτύων, σελίδα 17.

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1. Client/Server versus Peer Networks : LAN 101: Networking Basics. (2011). *Tom 's Hardware*. Ανακτήθηκε Δεκέμβριος 13, 2012, από <http://www.tomshardware.com/reviews/local-area-network-wi-fi-wireless,3020.html#xtor=RSS-993>

ΕΞΩΦΥΛΛΟ

Ο υπότιτλος είναι εμπνευσμένος από το paper των Odd Arild Skaflestan και Nina Kayrel (2001). *Peer-to-peer Networking Configuring Issues and Distributes Processing*, Linkoping's University Βλέπε networkingcentral. (2010, Απρίλιος 14). *Peer-to-Peer Networking*. <http://www.slideshare.net/networkingcentral/peertopeer-networking-3722003>

Η εικόνα εξωφύλλου είναι από: <http://www.rounds.com/blog/p2p-communication/>