

PAPER : PEER TO PEER NETWORKING TOOLS



NAME : NTAVARINOS KONSTADINOS, M 7/03

DATE : 13/02/2004

CLASS : NETWORKING TECHNOLOGIES

PROFESSORS : A.A. ECONOMIDES & A. POMPORTSIS

UNIVERSITY OF MACEDONIA
Master Information Systems

ΕΡΓΑΣΙΑ :PEER TO PEER NETWORKING TOOLS



ΟΝΟΜΑ : ΝΤΑΒΑΡΙΝΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ Μ 7/03

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : 13/02/2004

ΜΑΘΗΜΑ : ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ & ΔΙΚΤΥΩΝ

ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ : Α.Α. ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΗΣ & Α. ΠΟΜΠΟΡΤΣΗΣ

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΠΜΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ**

SUMMARY

This paper's theme is Peer to Peer Networking tools. Firstly, it is shown how was Internet first designed and how had it been evolved over the years until the appearance of P2P. In chapter 2 we try to give a definition of Peer to Peer and the categories of P2P programs according to their application area and their architecture. In chapter 3 we deal with Peer to Peer networks with centralized indexing, whereas in 4 with Peer to Peer networks with decentralized indexing and in 5 with Peer to Peer networks with partially centralized indexing. In chapter 6, we conclude with a proposal for future researches.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το θέμα αυτής της εργασίας είναι τα Peer to Peer δικτυακά εργαλεία. Πρώτα παρουσιάζουμε την ιστορία του Internet, πως είχε αρχικά σχεδιαστεί και πως εξελίχθηκε πριν την εμφάνιση των Peer to Peer δικτυακών εργαλείων. Στο κεφάλαιο 2 δίνουμε ένα ορισμό του Peer to Peer και διακρίνουμε τις κατηγορίες ανάλογα με τις εφαρμογές και την αρχιτεκτονική τους. Στα κεφάλαια 3, 4, 5 παρουσιάζουμε Peer to Peer δικτυακά εργαλεία με centralized indexing, decentralized indexing και partially centralized indexing αντίστοιχα. Στο κεφάλαιο 6 ολοκληρώνουμε με τα συμπεράσματα μας και με μια πρόταση για μελλοντική έρευνα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ	
2.ΤΙ ΕΙΝΑΙ PEER-TO-PEER ΚΑΙ Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ	
3. CENTRALIZED INDEX (NAPSTER)	
4.DECENTRALIZED INDEX	
4.1GNUTELLA	
4.2 FREENET	
4.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ	
ΑΝΑΖΗΤΗΣΗΣ ΣΤΟ Gnutella(BROADCAST METH	
4.4 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ DECENTRALIZED	
INDEXING	
4.5 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΝΑΖΗΤΗΣΗΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ	
ΤΟΥΣ ΚΑΙ ΤΟ SMALL- WORLD- EFFECT	
5. PARTIALLY CENTRALIZED INDEXING SYSTEM	
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ	
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΠΗΓΕΣ	

CONTENTS

1.INTRODUCTION	
2.WHAT IS PEER-TO-PEER AND THE EVOLUTION OF NETWORKS	
3. CENTRALIZED INDEX (NAPSTER)	
4.DECENTRALIZED INDEX	
4.1GNUTELLA	
4.2 FREENET	
4.3 PROS AND CONS OF Gnutella(BROADCAST METHOD) AND	
FREENET(CHAIN METHOD)	
4.4 PROS AND CONS OF DECENTRALIZED INDEXING	
4.5 COMPARISON OF CHAIN METHOD AND BROADCAST METHOD AND	
SMALL- WORLD- EFFECT	
5. PARTIALLY CENTRALIZED INDEXING SYSTEM	
6. CONCLUSION – PROPOSALS FOR FUTURE RESEARCHES	
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΠΗΓΕΣ	

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το Internet είναι ένας κοινός πόρος, ένα συνεργαζόμενο δίκτυο από εκατομμύρια hosts σε όλο τον κόσμο. Υπάρχουν σήμερα πιο πολλές εφαρμογές από ποτέ που θέλουν να χρησιμοποιήσουν το δίκτυο και καλύπτουν το εύρος ζώνης. Από το 1994¹ όλο και πιο πολύ ο κόσμος συνδέεται με το Internet και χρησιμοποιεί αυτές τις εφαρμογές που όμως επειδή έχουν αυξηθεί τόσο πολύ δημιουργούν μεγάλη πίεση στο βασικό πόρο του δικτύου που είναι το εύρος ζώνης. Έτσι σήμερα, όλοι προσπαθούν να αυξήσουν το εύρος ζώνης και να βελτιώσουν την ταχύτητα στο δίκτυο.

Το 2000 όμως άλλαξαν όμως αρκετά τα πράγματα στο Internet. Πλέον οι χρήστες του Internet δεν ήταν απλώς παθητικοί. Με πρώτη την εφαρμογή Napster, η οποία εφαρμογή είχε ως αντικείμενο την ανταλλαγή μουσικών αρχείων δημιουργήθηκε ένα ρεύμα χρησιμοποίησης τέτοιων τεχνολογιών με γενικότερο τίτλο “Peer to Peer” όπου εκατομμύρια χρήστες με ολοένα πιο ισχυρούς υπολογιστές δεν ‘σερφάρουν’ απλώς στο Internet αλλά συνδέονται μεταξύ τους απευθείας και ανταλλάζουν αρχεία, δημιουργούν ομάδες και σχηματίζουν μηχανές αναζήτησης.

Υπάρχουν όμως ενστάσεις για αυτό αφού υπάρχουν θέματα νομικής φύσης σε σχέση με την ανταλλαγή των αρχείων και κατά πόσο επιτρέπεται χωρίς μέτρο. Στις Η.Π.Α. έχει γίνει σωρεία μηνύσεων για αυτό το θέμα. Από την άλλη υπάρχουν εταιρείες που παρέχουν σύνδεση με το Internet και έχουν διαμορφώσει έτσι τα συστήματα ώστε οι χρήστες να συνδέονται με ένα Server και να εξυπηρετούνται από εκεί. Από την άλλη όλες οι εφαρμογές καταναλώνουν πάρα πολύ εύρος ζώνης (bandwidth) και υπάρχουν περιπτώσεις κατάρρευσης δικτύων σε πανεπιστήμια.

Πέρα από το Napster το οποίο έκλεισε μετά από δικαστικές μάχες αναπτύχθηκαν μια σειρά από τέτοιες εφαρμογές όπως το Gnutella, το Kazaa, το AudioGalaxy και άλλα. Υπάρχουν βέβαια και άλλου είδους εφαρμογές όπως το SETI όπου λόγω του όγκου των πληροφοριών που πρέπει να επεξεργαστούν με ένα κατάλληλο πρόγραμμα ένας χρήστης μπορεί να επεξεργάζεται τα δεδομένα από το τηλεσκόπιο και να επιστρέφει τα αποτελέσματα στο κεντρικό Computer του SETI. Το ραδιοτηλεσκόπιο αυτό ψάχνει να βρει σήματα που προέρχονται από εξωγήινη μορφή ζωής. Ο υπολογιστής του χρήστη επεξεργάζεται τα δεδομένα όταν είναι ανενεργός και δεν χρησιμοποιείται και όταν συνδέεται με το Internet στέλνει τα αποτελέσματα.

¹ *Βιβλίο Peer to Peer: Harnessing the Power of Disruptive Technologies, A Network of Peers: Peer-to-Peer Models Through the History of the Internet, Nelson Minar and Marc Hedlund,*

Πρέπει να αναφερθεί το αρχικό Internet είχε σχεδιαστεί σαν ένα σύστημα peer to peer. Με τον καιρό όμως εξελίχθηκε σε τύπου client/server όπου οι πελάτες ήταν εκατομμύρια και επικοινωνούσαν με ένα περιορισμένο αριθμό servers. Έτσι οι σημερινές εφαρμογές χρησιμοποιούν το Internet όπως αρχικά είχε σχεδιασθεί δηλαδή σαν ένα μέσο επικοινωνίας για υπολογιστές που μοιράζονται πόρους, αρχεία και ότι άλλο απευθείας ο ένας με τον άλλο. Είναι χαρακτηριστικό ότι στην Γερμανία ένα 70%² της συνολικής κίνησης στο ερευνητικό δίκτυο προέρχεται από εφαρμογές Peer to Peer.

² ΑΡΘΡΟ Another P2P survey shows widespread file trading , Ann Harrison
Network World Peer-to-Peer Newsletter, 09/04/03

2.ΤΙ ΕΙΝΑΙ PEER-TO-PEER ΚΑΙ Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

Υπάρχουν διάφορες ερμηνείες για το τι σημαίνει peer to peer. Η πιο απλουστευμένη είναι ότι peer to peer είναι ότι δεν είναι πελάτης – εξυπηρετητής (client/server). Βέβαια μια πιο σωστή ερμηνεία είναι ότι πρόκειται για ένα είναι ένα πρότυπο επικοινωνιών στο οποίο κάθε συμβαλλόμενο μέρος έχει τις ίδιες δυνατότητες και κάθε συμβαλλόμενο μέρος μπορεί να ξεκινήσει μια σύνοδο επικοινωνίας. Σε ορισμένες περιπτώσεις η επικοινωνία³ αυτή επιτυγχάνεται με την καθιέρωση κάθε επικοινωνιακού κόμβου με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι ταυτόχρονα και εξυπηρετητής και πελάτης. Δηλαδή οι τεχνολογίες Peer-to-Peer επιτρέπουν σε ένα γκρουπ από υπολογιστές⁴ να μοιράζονται αρχεία ο ένας από τον σκληρό δίσκο του άλλου. Με λίγα λόγια είναι οποιαδήποτε τεχνολογία επιτρέπει σε δύο υπολογιστές να διασυνδεθούν χωρίς την μεσολάβηση κάποιου κεντρικού server. Η πληροφορία δεν βρίσκεται συγκεντρωμένη σε ένα κόμβο, σε ένα server αλλά είναι διασκορπισμένη σε όλους τους υπολογιστές- κόμβους που αποτελούν το δίκτυο peer-to-peer. Σε αυτό το σημείο να αναφέρουμε ότι ένα καθαρό δίκτυο Peer-to-Peer είναι αυτό στο οποίο δεν υπάρχει καθόλου έλεγχος από ένα server και ότι το πρόγραμμα που τρέχει σε κάθε υπολογιστή-κόμβο έχει ακριβώς την ίδια λειτουργικότητα.

Η αρχιτεκτονική ενός δικτύου Peer-to-Peer έχει κάποια χαρακτηριστικά όπως μπορούμε να καταλάβουμε. Αυτά είναι :

- Μια εφαρμογή Peer-to-Peer είναι διαθέσιμη σε όλο το δίκτυο από άκρη σε άκρη
- Υπάρχει σημαντική αν όχι πλήρης αυτονομία από τους κεντρικούς servers
- Ένας κόμβος μπορεί να είναι ταυτόχρονα και πελάτης (client) και εξυπηρετητής (server) “SERVer +cliENT = SERVENT” concept
- Η χρήση του συστήματος είναι εύκολη
- Χρησιμοποιεί κάθε πόρο του συστήματος (αποθηκευτικό χώρο, υπολογιστική δύναμη, άνθρωπος)
- Μπορεί να λειτουργεί σε εξαιρετικά ασταθές περιβάλλον όπου οι διευθύνσεις των υπολογιστών δε μπορούν να προβλεφθούν.
- Λειτουργεί πέρα από το DNS (Domain Server Name)
- Αυτοοργανώνεται και διαχειρίζεται μόνο του την απόδοση του συστήματος και την διαχείριση των πόρων.

³ **Survey on P2P File Sharing System** Sean McCarthy, Bijit Hore , Ilya Issenin, Shannon Tauro, Songmei Han

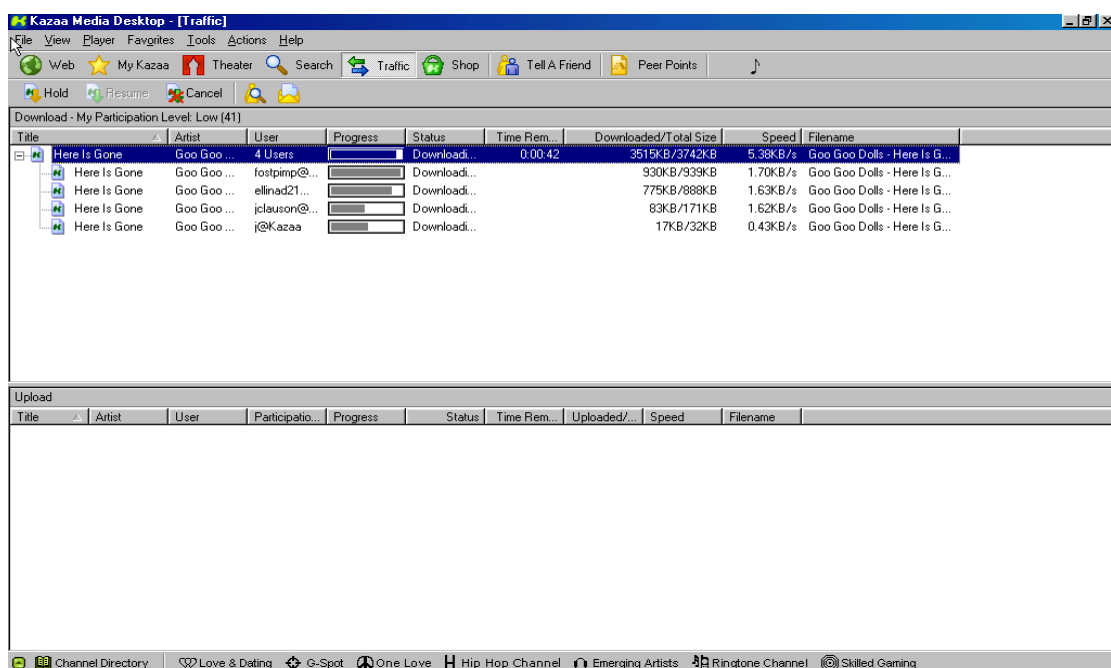
⁴ **Peer-to-Peer Networking** , Arne Asphjell
October 19, 2000 Version 1.1 BUSA 578 Fall 2000 Pacific Lutheran University

Η ανάπτυξη των δικτύων Peer-to-Peer διαφέρει ανάλογα με τον σκοπό της κάθε εφαρμογής. Έτσι, έχουμε Peer-to-Peer εφαρμογές ανάλογα με το τι θέλουμε να κάνουμε:

1. **Επικοινωνία** Τέτοιες εφαρμογές μας επιτρέπουν να συνομιλούμε απευθείας ένας υπολογιστής με τον άλλο. Τέτοια είναι το ICQ, το Instant Messenger, το MSN Messenger (εικόνα)



2. Απομακρυσμένη συνεργασία (Remote Collaboration) Shared File Editing, Audio-video Conferencing
3. Διανεμημένος υπολογισμός (Distributed Computing) π.χ. SETI
4. File Sharing (Ανταλλαγή αρχείων) π.χ. Kazaa (εικόνα)



Τα δίκτυα Peer-to-Peer μπορούμε να τα χωρίσουμε σε δύο κατηγορίες : α) τα δίκτυα που μοιάζουν με το Napster (centralized index) και χρησιμοποιούν servers για να κατευθύνουν την κίνηση και β) τα δίκτυα που δεν χρησιμοποιούν καθόλου servers (decentralized index) και οι υπολογιστές διασυνδέονται πάνω από μια IP (Internet Protocol) διεύθυνση και τέλος γ) υπάρχουν όπου υπάρχει μερική αποκέντρωση (partial centralized index).

Στο Napster⁵ και σε όλα τα δίκτυα που μοιάζουν με αυτό υπάρχει ένας κεντρικός server (μπορεί και πάνω από ένας) στον οποίο πηγαίνει το αίτημα ενός χρήστη για ένα συγκεκριμένο τραγούδι, το πρόγραμμα ψάχνει σε ποιους υπολογιστές υπάρχει αυτό και κεντρικός server κατευθύνει την σύνδεση μεταξύ των δύο όπου γίνεται μετά το upload στον υπολογιστή που έχει το τραγούδι από τον χρήστη που ζήτησε απευθείας.

Από την άλλη υπάρχουν τα δίκτυα και οι εφαρμογές Peer-to-Peer που δεν έχουν server. Ένα παράδειγμα είναι τα τοπικά δίκτυα όπου επιτρέπουν σε ένα υπολογιστή να εντοπίζει τους άλλους και να επικοινωνεί καθώς και να αλληλεπιδρά με τους άλλους υπολογιστές χωρίς να χρειάζεται κάποιος κεντρικός υπολογιστής να ρυθμίζει αυτή την διασύνδεση. Τέτοιας μορφής είναι και το Gnutella. Δεν υπάρχει ο κίνδυνος εδώ να εμφανιστεί αυτό που λέγεται 'one single point of failure', δηλαδή να καταρρεύσει το δίκτυο επειδή ένας server χάλασε για παράδειγμα. Αυτή η μορφή είναι που κυριαρχεί τον τελευταίο καιρό, ειδικά σε ότι έχει να κάνει με προγράμματα ανταλλαγής αρχείων. Ο λόγος είναι ότι στο Napster εφόσον όλα τα αιτήματα περνούσαν από ένα κεντρικό server, αν χαλούσε αυτός τότε κατέρρεε και όλο το σύστημα. Επίσης, με τις μηνύσεις που έχουν εξαπολύσει η βιομηχανία της μουσικής καθώς και άλλοι που θίγονται τα συμφέροντά τους, μπορούσαν εύκολα να κλείσουν τον κεντρικό server και να μην υπάρχει πρόβλημα για αυτούς. Όμως, οι εφαρμογές αυτές που έχουν την έννοια ενός αποκεντρωμένου δικτύου χωρίς server να ρυθμίζει ή να κατευθύνει δεν μπορεί να εμποδιστεί εύκολα. Βασικά θα πρέπει στην κυριολεξία να βγάζεις έναν ένα τους χρήστες που χρησιμοποιούν τέτοιες εφαρμογές από το Internet, που όμως στην θέση τους θα εμφανιζόντουσαν νέοι χρήστες! Κάτι τέτοιο είναι εφιάλτης για τη μουσική βιομηχανία. Βλέπουμε ότι προκύπτουν και θέματα νομικής και ηθικής φύσης σε σχέση με αυτό που λέγεται Peer-to-Peer Network.

Υπάρχουν τέλος και οι εφαρμογές Peer-to-Peer που εφαρμόζουν την έννοια της μερικής αποκέντρωσης όπου κάποιοι κόμβοι αυτόματα καθορίζονται ως υπέρ-κόμβοι (super-nodes) αν καλύπτουν κάποια κριτήρια όπως εύρος ζώνης και υπολογιστική δύναμη και μέσω αυτών γίνονται η κατεύθυνση των συνδέσεων ανάμεσα σε δύο υπολογιστές ώστε να έχουμε καθαρή Peer-to-Peer σύνδεση.

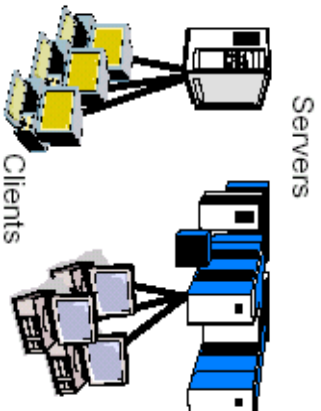
⁵ **Listening to Napster**, Clay Shirky, The Accelerator Group, *Βιβλίο Peer to Peer: Harnessing the Power of Disruptive Technologies*

Τέλος συνοπτικά αναφέρουμε την εξέλιξη των δικτύων και των εφαρμογών από την μορφή client/server σε Peer-to-Peer. Το Internet είχε αρχικά σχεδιαστεί σαν ένα Peer-to-Peer σύστημα. Η ιδέα του ARPANET ήταν να μοιράζεται πόρους σε όλη την Αμερική. Η δυσκολία ήταν να ενωθούν διαφορετικά είδη δικτύων όπως και καινούριες τεχνολογίες με τέτοια αρχιτεκτονική που θα επέτρεπε κάθε δίκτυο να είναι ισότιμο με τα άλλα. Το αρχικό Internet ήταν πολύ πιο ανοικτό από ότι είναι σήμερα και γενικά δυο μηχανές μπορούσαν να διασυνδεθούν και να ανταλλάξουν αρχεία, αφού δεν υπήρχαν και θέματα ασφαλείας τότε. Οι πρώτες εφαρμογές τύπου client/server ήταν τα πρωτόκολλα FTP και TELNET. Υπήρχε όμως μια συμμετρία, δηλαδή κάθε host μπορούσε να ανταλλάξει αρχεία με οποιοδήποτε host στην αρχή. Στην συνέχεια εμφανίστηκαν πιο πολύπλοκα συστήματα όπως το Usenet και το DNS που παρουσίαζαν κάποια κομμάτια που έχουν μεγάλες ομοιότητες με σημερινές εφαρμογές Peer-to-Peer, που έλυσαν πολλά προβλήματα σε σχέση με την ανταλλαγή αρχείων και την σύνδεση κόμβων. Όμως στη συνέχεια το Internet έγινε πιο κλειστό και εφαρμογές client/server κυριάρχησαν στο διαδίκτυο. Μέχρι τα μέσα 1990 κάθε υπολογιστής μπορούσε πρακτικά να είναι και 'πελάτης' (client) και 'εξυπηρετητής' (server).

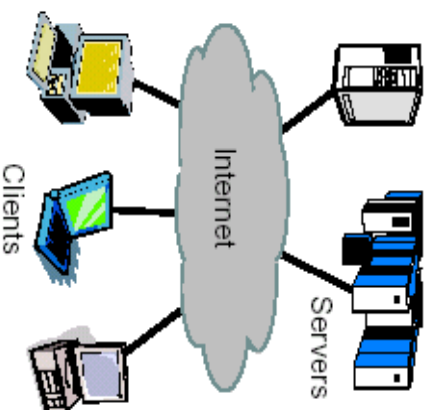
Όμως με την εμφάνιση των firewalls άρχισε να εξαφανίζεται η συμμετρία στο διαδίκτυο, δηλαδή κάθε υπολογιστής (host) που αποκτά πρόσβαση στο διαδίκτυο να μπορεί να προσπελαστεί επίσης. Η λειτουργία ενός τυπικού firewall σήμαινε ότι οποιοσδήποτε host μέσα στο 'εσωτερικό δίκτυο' μπορούσε να κάνει σύνδεση με οποιοδήποτε στο διαδίκτυο αλλά οποιοσδήποτε host δεν θα μπορούσε να κάνει σύνδεση με κάποιο από το εσωτερικό δίκτυο. Τα firewalls ήταν πολύ χρήσιμα εργαλεία για την ασφάλεια όμως δημιουργούσαν πολλά προβλήματα όσον αφορά την πραγματοποίηση μοντέλων επικοινωνίας Peer-to-Peer. Επίσης υπήρχαν περιορισμοί και όσον αφορά και την προς τα έξω επικοινωνία.

Πέρα από τα firewalls πρόβλημα για τις Peer-to-Peer εφαρμογές ήταν και το γεγονός ότι δεν υπήρχε σταθερή IP διεύθυνση για κάθε υπολογιστή που συνδεόταν με το Internet αλλά είναι δυναμική η διεύθυνση. Η διεύθυνση δηλαδή ενός υπολογιστή κάθε μέρα μπορεί να αλλάζει. Έτσι πολλοί υπολογιστές είναι δύσκολα προσπελάσιμοι. Στη επόμενη σελίδα βλέπουμε μία εικόνα που με συνοπτικό τρόπο δείχνει την εξέλιξη των δικτύων.

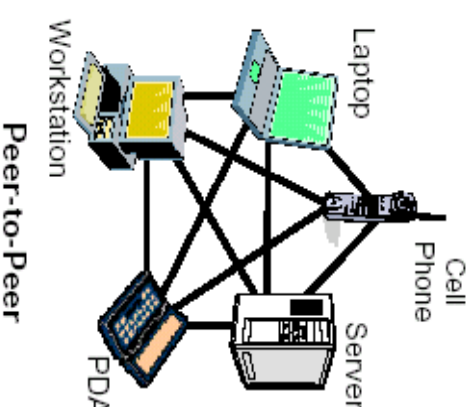
Evolution of Network Computing



Client/Server stacks



Web-based



Peer-to-Peer

▷ Up to 1994:

- permanent IP addresses, static DNS mapping
- always connected
- only client/server
- limited, specialized, centralized applications

▷ 1994 - present:

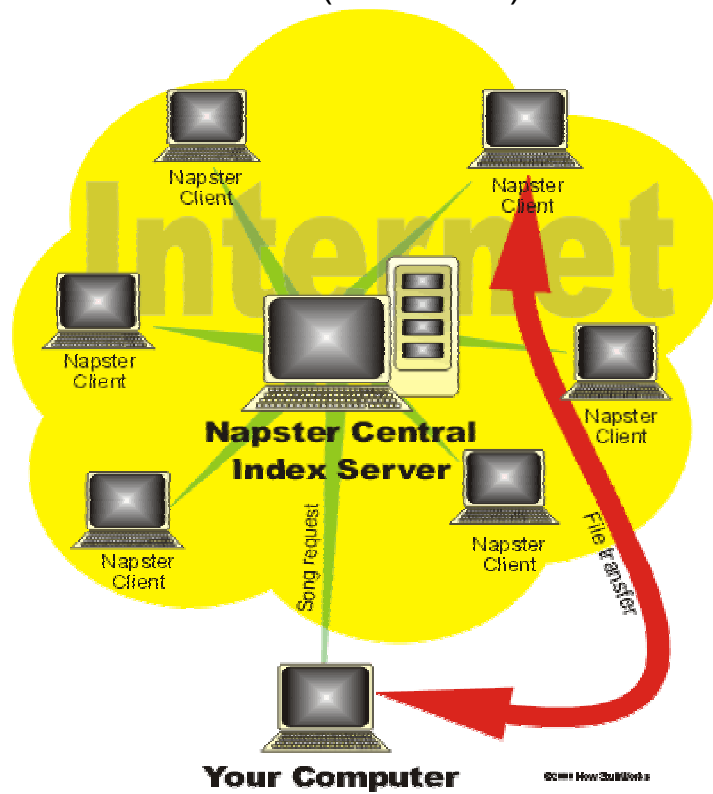
- WWW
- dynamic IP addresses / NAT / roaming users
- heterogeneous
- “linked” servers
- asymmetric server-based services

▷ Now:

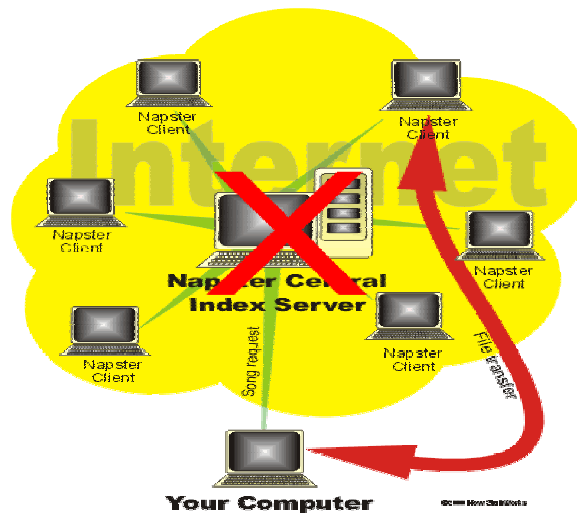
- collaboration and personalized app
- powerful edge devices
- instant networking



3. CENTRALIZED INDEX (NAPSTER)

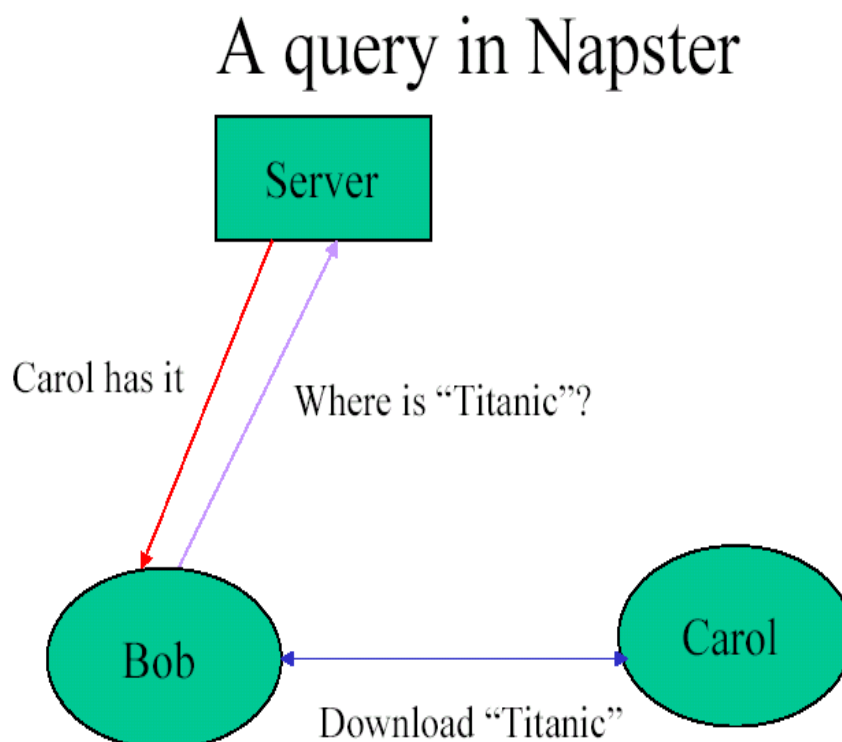


Το Napster είναι όπως είπαμε μια μορφή Peer-to-Peer όπου έχει ένα κεντρικό server. Αυτό αποδείχτηκε ότι ήταν τελικά και η αδυναμία του, αφού μπόρεσε εύκολα να κλείσει από την στιγμή που κλείσανε τον κεντρικό server και έτσι κατέρρευσε το όλο σύστημα.



Πρώτα θα εξηγήσουμε πως λειτουργούσε το Napster. Η κεντρική ιδέα είναι ότι ο server υπάρχει για να διευκολύνει την διασύνδεση δύο υπολογιστών, αφού στον κεντρικό αυτό server υπάρχουν τα μετά-δεδομένα (metadata) για κάθε αρχείο σε ποιο υπολογιστή υπάρχει που έχει κατεβάσει το πρόγραμμα. Υπάρχει ένας κατάλογος δηλαδή στον κεντρικό υπολογιστή που δείχνει ποιο αρχείο βρίσκεται που, την ημερομηνία που δημιουργήθηκε. Υπάρχει και ένας ακόμα πίνακας με την συνεχώς ανανεώμενη IP διεύθυνση καθώς και την ταχύτητα της σύνδεσης.

Όταν ένας χρήστης συνδέεται με το Napster τότε φορτώνει από τον υπολογιστή του στο κεντρικό server του Napster μια λίστα των αρχείων που έχει με όλα τα στοιχεία που αναφέραμε πριν. Η λίστα αυτή καταχωρείται στο server. Τότε ο server δείχνει το μήνυμα ότι επιτυχώς παραλήφθηκε η λίστα των αρχείων. Έστω ότι θέλω να βρω το μουσικό αρχείο 'Crazy'. Πληκτρολογώ 'Crazy' στο search box του προγράμματος και η αίτηση για αυτό το αρχείο παραδίδεται στο server της Napster. Τότε ο server ψάχνει στα μεταδεδομένα που έχει ποιος έχει το αρχείο και στέλνει στον χρήστη μια λίστα των αρχείων καθώς και των χρηστών που τα κατέχουν. Μετά ο χρήστης επιλέγει το αρχείο που θέλει και το επιλέγει. Τότε ο server 'ανοίγει' την σύνδεση ανάμεσα στον χρήστη και σε αυτόν που έχει το αρχείο



Αυτή ήταν βασικά η αρχιτεκτονική του Napster και είχε τεράστια επιτυχία μέχρι να κλείσει. Η εταιρεία ιδρύθηκε το Μάιο του 1999 και το πρώτο πρόγραμμα ήταν το Napster Version 1.0. που είχε δημιουργηθεί από τον Ιανουάριο του 1999. Στο αποκορύφωμα του στο τέλος του 2000 είχε 80 εκατομμύρια χρήστες. Στα μέσα του 2001 έκλεισε. Το Napster έδειξε πολλά πράγματα για το μέλλον του Peer-to-Peer και άνοιξε το δρόμο σε δεκάδες άλλα προγράμματα που έχουν πάρει τη θέση του ή έχουν χρησιμοποιήσει την αρχιτεκτονική του διάφορες επιχειρήσεις για να φτιάξουν καλύτερα δίκτυα.

Το Napster⁶ δεν ήταν καθαρά Peer-to-Peer. Όπως έχουμε πει μέχρι τότε υπήρχε η έννοια του server από όπου κατέβαζες αρχεία ή έκανες στιδήποτε άλλο. Το Napster ταίριαζε με τον καλύτερο τρόπο να διατηρήσει σε μικρό ποσοστό αυτό, δηλαδή σε ένα κεντρικό server να υπάρχουν όλα τα στοιχεία για τα αρχεία αλλά ταυτόχρονα πέτυχε την αποκεντροποίηση του δικτύου γιατί πλέον τα αρχεία που θα κατέβαζε ένας χρήστης θα το έκανε απ' ευθείας από την 'πηγή' και όχι μέσω του κεντρικού υπολογιστή. Έτσι με αυτό τον τρόπο βελτιωνόταν η ταχύτητα στο δίκτυο, από τη στιγμή που δεν έπρεπε το αρχείο να περάσει από το 'κέντρο' του 'Διαδικτύου'. Επίσης κατάφερε και κάτι άλλο, πρωτοφανές για την περίοδο τότε, αξιοποίησε τον αποθηκευτικό χώρο των εκατομμυρίων PC, δεν χρειαζόντουσαν να είναι όλα αποθηκευμένα σε ένα server και επίσης ελαχιστοποίησε το κόστος της διαχείρισης τόσων αρχείων.

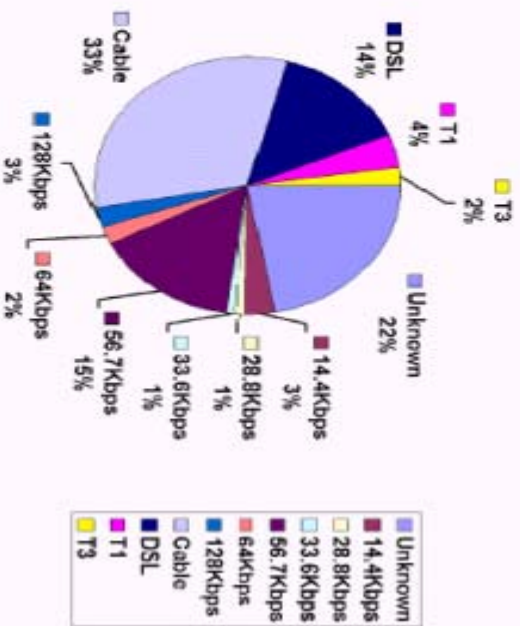
Αυτή η μορφή του Peer-to-Peer έχει κάποια πλεονεκτήματα και κάποια μειονεκτήματα. Πρώτον βρίσκει εύκολα και πολύ γρήγορα τα αρχεία που θέλει να κατεβάσει ο χρήστης. Δηλαδή από τη στιγμή που ζητήσει ένα αρχείο ο χρήστης, ο server μπορεί εύκολα, γρήγορα και αξιόπιστα να το βρει γιατί η λίστα με τα αρχεία και ποιος τα έχει είναι αποθηκευμένη βρίσκεται στο server και μπορεί εύκολα να τα επεξεργαστεί. Ακριβώς επειδή τα μέτα-δεδομένα βρίσκονται στο server η έρευνα που θα γίνει όσον το δυνατό πιο περιεκτική. Τέλος, όλοι οι χρήστες για να ανήκουν σε αυτό το δίκτυο θα πρέπει να έχουν κάνει εγγραφή.

Από την άλλη υπάρχουν κάποια μειονεκτήματα. Πρώτον, είναι πολύ ευάλωτα στην λογοκρισία (ειπώθηκε πριν ότι κατέρρευσε από τη στιγμή που έπαψε να λειτουργεί ο server) όπως επίσης και σε μια βλάβη που τυχόν έχει ο server τότε δεν μπορεί να λειτουργήσει το δίκτυο. Δεύτερον, τα αρχεία που έχουν μεγάλη ζήτηση θα είναι λιγότερο προσπελάσιμα επειδή όλες οι αιτήσεις για αυτά θα πηγαίνουν σε ένα κεντρικό server. Τέλος, η λίστα με τα αρχεία που βρίσκεται μπορεί να μην είναι πλήρως ενημερωμένη, εφόσον η ενημέρωση γίνεται περιοδικά και όχι διαρκώς. Στην επόμενη σελίδα φαίνεται τα ποσοστά των χρηστών Napster και οι ταχύτητες που διέθεταν.

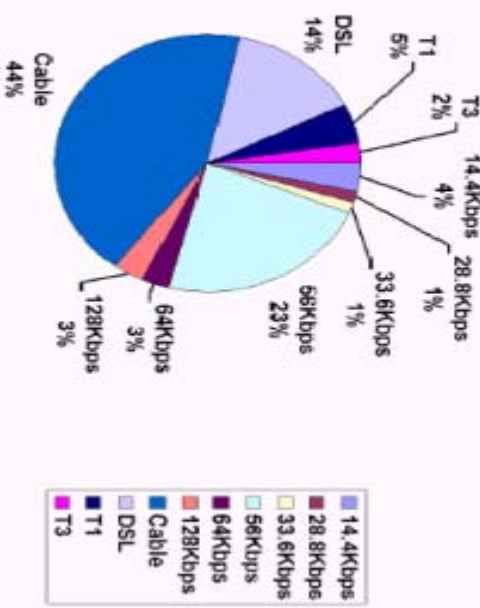
⁶ **Listening to Napster**, Clay Shirky, The Accelerator Group, *Βιβλίο Peer to Peer: Harnessing the Power of Disruptive Technologies*

Reported Bandwidth

Napster Reported Bandwidths



Reported Bandwidths for Napster Excluding Reported Unknowns

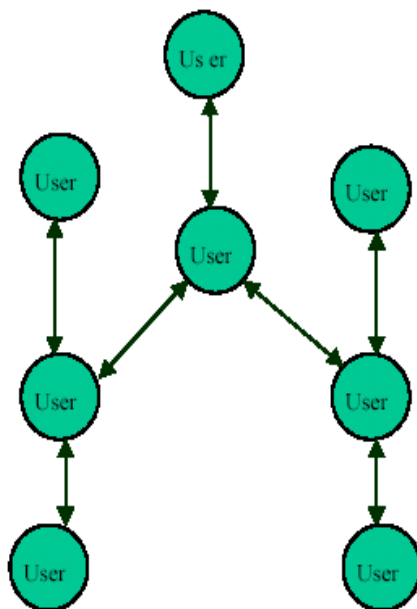


4.DECENTRALIZED INDEX

4.1GNYTELLA

Το Gnutella⁷ είναι μία από τις πρώτες τεχνολογίες Peer-to-Peer που ήταν ‘καθαρές’, δηλαδή ήταν πλήρως αποκεντρωμένες, δεν υπήρχε δηλαδή server όπως είδαμε πριν στο Napster . Το Gnutella δημιουργήθηκε τον Μάρτιο του 2000, από τους Justin Frankel και Tom Pepper. Υπήρξαν και δημιουργοί του περίφημου Winamp που αγοράστηκε από τον AOL. Αυτό που είναι διαφορετικό στο Gnutella είναι ότι κρύβει από τον τελικό χρήστη την δομή του Internet και είναι εξαιρετικά απλό. Επίσης, η εσωτερική του δομή διαφέρει από όλα τα υπόλοιπα γιατί διαρκώς αλλάζει και δεν είναι σταθερή. Οι routers και οι γραμμές μπορεί να είναι φυσικά τα ίδια, αλλά το ποιοι routers και ποιες γραμμές συμμετέχουν κάθε φορά στο δίκτυο αλλάζει κάθε δευτερόλεπτο! Συνδυάζει δηλαδή μια δυναμική εικονική υποδομή πάνω σε στη φυσική υποδομή των δικτύων. Με το Gnutella δεν χρειάζεται να συνδεθείς με ένα κεντρικό υπολογιστή αλλά να τρέξεις το πρόγραμμα και να συνδεθείς με ένας οποιοδήποτε αυθαίρετο host.

Architecture of Gnutella and Freenet

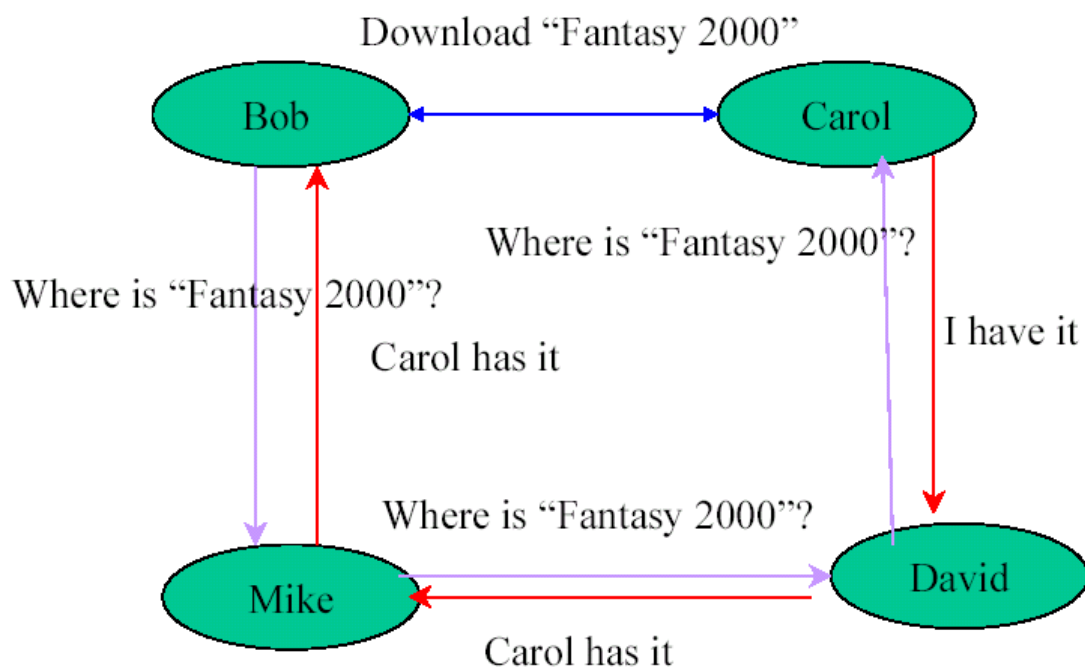


Each user acts independently.
There is no central directory server.
Peers directly change file information
among each other in a query.

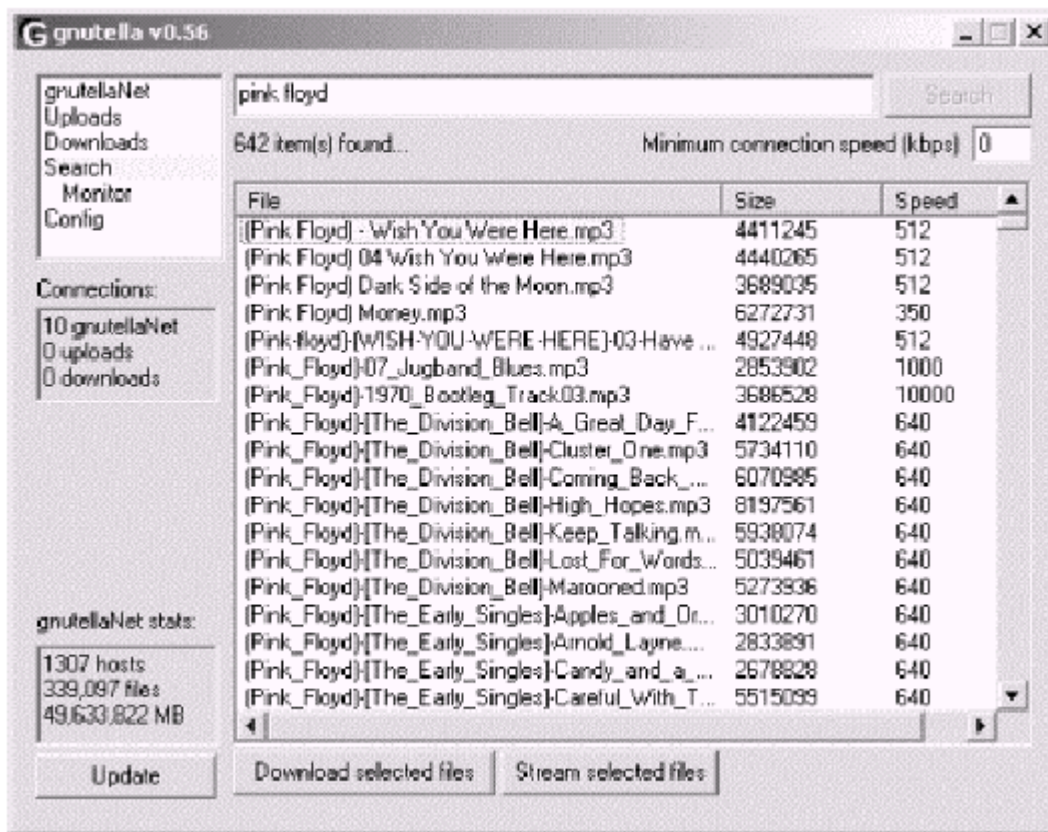
⁷ **Gnutella**, Gene Kan, Gnutella and GoneSilent.com, *Βιβλίο Peer to Peer: Harnessing the Power of Disruptive Technologies*

Ο χρήστης του Gnutella συνδέεται με το Ιντερνετ με ένα host και στέλνει ένα μήνυμα “PING” . Το μήνυμα αυτό εκπέμπεται σε όλους τους hosts του Gnutella που βρίσκονται κοντά στο χρήστη και αυτοί απαντάνε με ένα μήνυμα “PONG”, που σημαίνει ότι σε αναγνώρισαν. Αν θέλει να ψάξει έστω για τραγούδια των PINK FLOYD πληκτρολογεί PINK FLOYD και η αίτηση αυτή του χρήστη προωθείται σε όλους τους hosts που βρίσκονται κοντά του. Αν τυχόν έχουν του στέλνουν απάντηση και παράλληλα προωθούν την αίτηση σε άλλους hosts έτσι που προοδευτικά ολόκληρο το δίκτυο να καλυφθεί. Παίρνει πολλές απαντήσεις τα λεγόμενα “hits”. Διαλέγει ένα από τα αρχεία και κάνει διπλό κλικ. Τότε προωθείται μια αίτηση από τον χρήστη προς τον host που έχει το αρχείο.

A query in a decentralized file sharing system



Στην επόμενη εικόνα φαίνεται το αποτέλεσμα από μια αίτηση για αρχεία PINK FLOYD χρησιμοποιώντας το Gnutella.



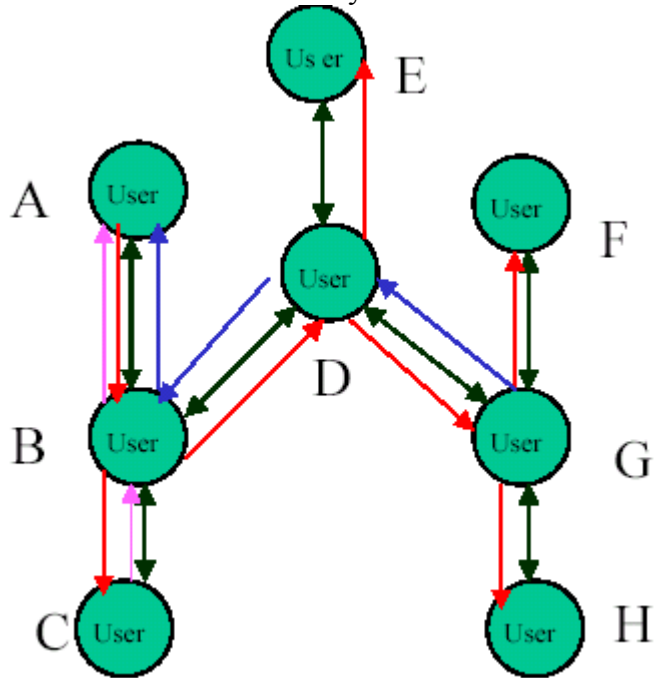
Ο κάθε κόμβος (χρήστης) στο Gnutella είναι ταυτόχρονα και server(εξυπηρετητής) και client (πελάτης). Είναι ένα, υπάρχει μία εφαρμογή και για τα δύο. Αυτό όμως που είναι ενδιαφέρον, είναι ταυτόχρονα και το δίκτυο. Το δίκτυο της Gnutella υπάρχει σε κάθε κόμβο. Όσο πιο πολλοί είναι οι κόμβοι Gnutella τόσο πιο μεγάλο είναι και το δίκτυο ενώ αντίθετα αν δεν υπάρχουν κόμβοι δεν υπάρχει και δίκτυο. Ουσιαστικά ο ίδιος ο κόμβος είναι ο διαχειριστής του δικτύου, με την προώθηση των ερωτημάτων και την αποστολή των αποτελεσμάτων.

Όταν ένας κόμβος κάνει ένα ερώτημα για ένα αρχείο τότε το μήνυμα αυτό που προωθείται παίρνει ένα μοναδικό προσδιοριστικό (128-bit), το UUID, το οποίο αποθηκεύεται κάθε φορά από τον κόμβο που δέχεται το μήνυμα και το προωθεί σε άλλους κόμβους. Αν τυχόν δημιουργηθεί loop και ξαναπεράσει το ίδιο μήνυμα ξανά από ένα κόμβο δεν το προωθήσει ξανά και έτσι δεν χαραμίστούν οι πόροι του δικτύου για να ξαναστείλει ένα μήνυμα.

Επίσης, όταν ένας κόμβος (έστω ο Α) απαντάει στο ερώτημα και στέλνει το αποτέλεσμα, κοιτάει τη μνήμη του και βλέπει το UUID του μηνύματος και ποιος κόμβος του το έστειλε (έστω ο κόμβος Β) και στέλνει στο Β ένα μήνυμα που περιέχει το ίδιο UUID του αρχικού ερωτήματος και αυτό συνεχίζεται μέχρι να φτάσει στον αρχικό αποστολέα του μηνύματος.

Τέλος, ένας κόμβος στο μήνυμα που στέλνει έχει ένα αριθμό TTL (Time To Live) ο οποίος υποδηλώνει τον χρόνο ζωής του μηνύματος που προοδευτικά μειώνεται μέχρι να φτάσει το 0 όπου σταματάει η αναμετάδοση του μηνύματος.

File Discovery Mechanisms in Gnutella: Broadcast Mode



4.2 FREENET⁸

Το FREENET είναι και αυτό Peer-to-Peer χωρίς κάποιο κεντρικό server και έχει πολλές ομοιότητες με το Gnutella, έχει και όμως κάποιες διαφορές αν και η τεχνολογία τους είναι παρόμοια. Όπως είπαμε πριν στο Gnutella μπορεί να δώσει πολλές απαντήσεις χωρίς να υπάρχει κάποια συγκεκριμένη δομή, κάθε κόμβος μπορεί να ερμηνεύει διαφορετικά το query που του έχει προωθηθεί. Αντίθετα στο FREENET αυτό δεν γίνεται. Επίσης αυτό που προσφέρει το FREENET είναι η ανωνυμία στο χρήστη και επιτυγχάνει την καλύτερη διαχείριση των πόρων του δικτύου.

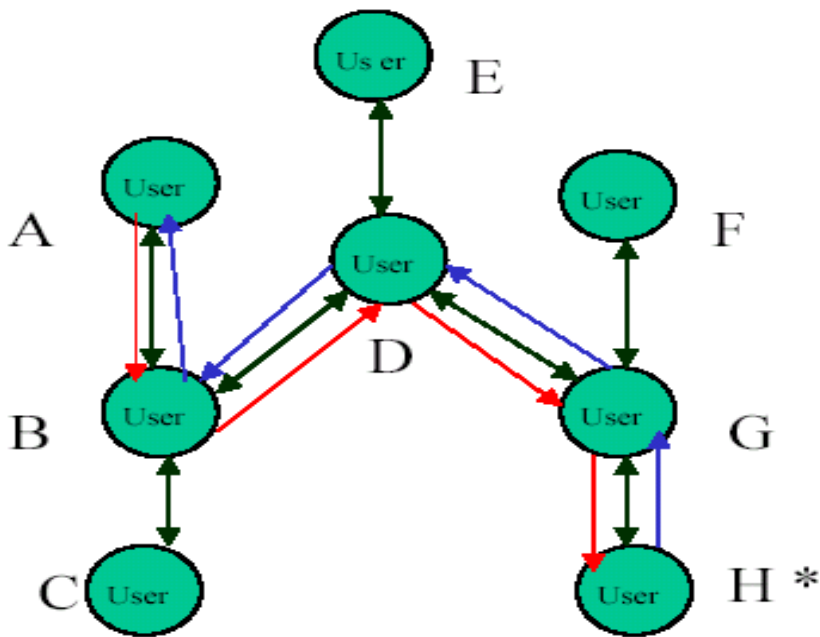
Ένας χρήστης προωθεί ένα αίτημα (request) για ένα αρχείο που θέλει στο κόμβο που γνωρίζει (δηλαδή συνήθως τον υπολογιστή του χρήστη). Τα αιτήματα είναι μηνύματα (messages) που μπορούν να προωθηθούν σε πολλούς κόμβους. Για να γίνει χρήση των απομακρυσμένων αρχείων πρέπει να 'πυροδοτήσει' ένα αίτημα. Αν ο κόμβος δεν το έχει τότε προωθεί το αίτημα στο κόμβο που θεωρεί ότι έχει τις περισσότερες πιθανότητες να το έχει. Τα μηνύματα δημιουργούν μια αλυσίδα (chain) καθώς ένα αίτημα προωθείται από κόμβο σε κόμβο. Μετά από κάποιο σημείο τα μηνύματα σταματάνε ώστε να μη σχηματίζονται τεράστιες αλυσίδες. Η αλυσίδα τερματίζεται όταν έχει περάσει από κάποιο αριθμό κόμβων ή όταν ένας κόμβος απαντάει με τα δεδομένα.. Η απάντηση προωθείται στον αρχικό κόμβο προς τα πίσω περνώντας από κάθε κόμβο από τον οποίο προωθήθηκε το αίτημα. Κάθε κόμβος αποθηκεύει τοπικά την απάντηση (reply) ώστε να απαντάει άμεσα σε οποιαδήποτε νέα αιτήματα για το συγκεκριμένο αρχείο. Έτσι μπορεί να κατεβάζεις δεδομένα από ένα κόμβο που ούτε καν τον ήξερες.

Κάθε κόμβος ξέρει μόνο ποιος κόμβος του προώθησε το αίτημα και όχι ποιος αρχικά το ξεκίνησε. Ένας κόμβος μπορεί να γνωρίζει μόνο ένα ή δύο κόμβους. Έτσι προσφέρει ανωνυμία στους χρήστες και προστατεύει τα αρχεία και δεν γίνεται να τοποθετηθούν ψεύτικα αρχεία από ένα attacker γιατί υπάρχουν τα κλειδιά που προσδιορίζουν μοναδικά ένα αρχείο. Μπορεί να μην είναι η τέλεια ανωνυμία, γιατί θεωρητικά μπορεί κάποιος πηγαίνοντας από κόμβο σε κόμβο να ανακαλύψει ποιος το ξεκίνησε όμως πρακτικά είναι αδύνατον γιατί θα απαιτούσε τεράστιους πόρους και δυνατότητες για κάποιον να παρακολουθεί το δίκτυο. Αυτό που θέλανε να προστατεύσουν οι δημιουργοί του FREENET είναι η ανωνυμία.

Στο παρακάτω σχεδιάγραμμα περιγράφεται το πώς ξεκινάει ένα αίτημα και πως απαντάει ο κόμβος που το έχει. Επίσης φαίνεται η διαφορά με το Gnutella όπου έχουμε broadcasting (εκπομπή) δηλαδή ένας κόμβος προωθεί το αίτημα σε **πολλούς κόμβους** και όχι σε **ένα** όπως στο FREENET.

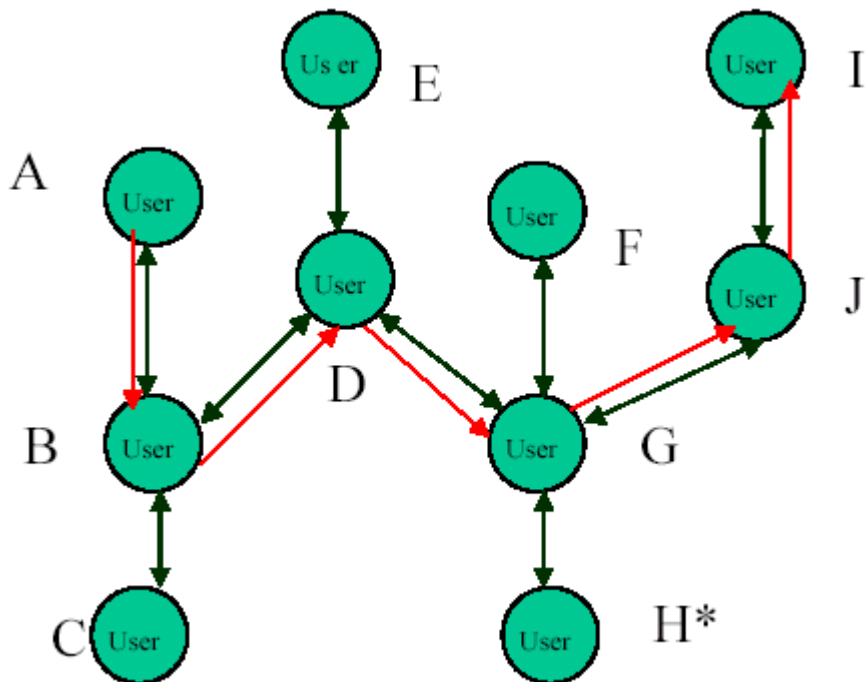
⁸ Freenet, Adam Langley, *Βιβλίο Peer to Peer: Harnessing the Power of Disruptive Technologies*

File Discovery Mechanisms in Freenet: Chain Mode



Βλέπουμε ότι ο υπολογιστής A προωθεί ένα αίτημα στο γείτονα του B αυτός στο D που είναι ένας από τους γείτονές του και τελικά φθάνει το αίτημα στον H που έχει το αρχείο και προωθεί την απάντηση πίσω στον A περνώντας από κάθε κόμβο της αλυσίδας. Υπάρχει και περίπτωση αποτυχίας, δηλαδή να μη βρεθεί το αρχείο αν και υπάρχει. Αυτό φαίνεται παρακάτω με τον υπολογιστή G να παίρνει λανθασμένη απόφαση δρομολόγησης (routing).

Worst Case Scenario in Chain Mode Discovery



4.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΝΑΖΗΤΗΣΗΣ ΣΤΟ GNUTELLA(BROADCAST METHOD) ΚΑΙ ΣΤΟ FREENET(CHAIN METHOD)

Η μέθοδος αναζήτησης στο Gnutella μπορεί να χαρακτηριστεί πιο ‘γερή’, πιο δυνατή γιατί ο αριθμός των κόμβων που θα εξεταστούν θα είναι μεγαλύτερος, επομένως θα υπάρχει και μεγαλύτερη παροχή αποτελεσμάτων ενώ θα είναι πιο ενδεδειγμένη η αναζήτηση. Δηλαδή η αναζήτηση σχεδόν πάντα θα βρίσκει το στόχο της. Αντίθετα, το γεγονός ότι κάθε κόμβος προωθεί σε πολλούς κόμβους τα αιτήματα αυξάνει κατά πολύ την κυκλοφορία στο δίκτυο και κατεβάζει τις ταχύτητες. Επίσης, είναι πιο πιθανό να δημιουργηθούν τα loops, που αν και αντιμετωπίζονται όμως σίγουρα αυξάνουν την κίνηση στο δίκτυο. Μετά την επιστροφή των αποτελεσμάτων από μερικούς κόμβους το αίτημα μπορεί να συνεχίσει να προωθείται ακόμα και αν δεν χρειάζεται και έτσι συντελώντας στην αύξηση της κυκλοφορίας του δικτύου και στην άσκοπη χρήση των πόρων του δικτύου και στην κατάχρηση του εύρους ζώνης. Το εύρος ζώνης που χρησιμοποιείται από τα αιτήματα αυξάνεται αναλογικά με τον αριθμό των κόμβων που υπάρχουν στο δίκτυο.

Η μέθοδος αναζήτησης στο FREENET κατά μέσο όρο θα είναι πιο γρήγορη, δηλαδή θα εμφανίζει πιο γρήγορα τα αποτελέσματα και ταυτόχρονα θα μειώνει την κυκλοφορία στο δίκτυο σε σχέση με το Gnutella. Ο λόγος που θα μειώνεται η κυκλοφορία είναι το γεγονός ότι η αναζήτηση θα σταματάει μόλις βρεθεί το αρχείο. Κατά μέσο όρο μπορεί να είναι πιο γρήγορη αλλά στη χειρότερη περίπτωση θα είναι πιο αργή η μέθοδος αναζήτησης του FREENET σε σχέση με το Gnutella. Επίσης το Gnutella είπαμε ότι σχεδόν θα εμφανίζει τα αποτελέσματα ενώ αντίθετα στο FREENET μπορεί να μην εμφανιστούν καθόλου τα αποτελέσματα σε περίπτωση κακής δρομολόγησης των αιτημάτων.

4.4 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ DECENTRALIZED INDEXING

Σε σχέση με το Napster υπάρχουν περισσότερα πλεονεκτήματα Τα δίκτυα αυτά των Gnutella και FREENET έχουν μια έμφυτη εξελισιμότητα, δηλαδή τα δίκτυα αυτά εξελίσσονται όσο αυξάνονται και οι χρήστες και βελτιώνονται όσο βελτιώνονται και οι χρήστες. Αντίθετα στο Napster η ύπαρξη ενός κεντρικού server περιορίζει σαφώς το δίκτυο.

Επίσης, πολύ σημαντικό για την διάρκεια ζωής αυτών των προγραμμάτων και των δικτύων είναι το γεγονός ότι δεν έχουν το “single point of failure”, δηλαδή ένα σημείο στο οποίο το όλο σύστημα να καταρρεύσει αφού το δίκτυο είναι οι χρήστες και αν ένας έχει πρόβλημα τότε δεν καταρρέει και το δίκτυο αλλά συνεχίζει χωρίς πρόβλημα. Αντίθετα στο Napster και γενικά σε όλα τα δίκτυα που υπάρχει συγκεντρωμένο όλο το ευρετήριο των αρχείων σε ένα server αν τυχόν έχει πρόβλημα τότε καταρρέει όλο το δίκτυο αφού δεν μπορεί ένας υπολογιστής να βρει ποιος υπολογιστής έχει το αρχείο που θέλει και πως θα συνδεθεί μαζί του αφού δεν θα μπορεί να γίνει δρομολόγηση. Πέρα από θέματα λειτουργίας είναι και δύσκολο να σταματήσουν τέτοια δίκτυα.

Τέλος πολύ σημαντικό για τους χρήστες είναι ότι προσφέρει ανωνυμία και τους επιτρέπει να μην παρακολουθούνται, όπως συμβαίνει σήμερα στο Internet, αντίθετα με το πώς αρχικά είχε σχεδιαστεί.

Βέβαια έχει και κάποια σοβαρά μειονεκτήματα. Ένα από αυτά είναι ότι η αναζήτηση των αρχείων είναι σχετικά αργή και αυτό επειδή δεν υπάρχει ένα ‘ευρετήριο’ που περιέχει όλες τις πληροφορίες για κάθε αρχείο ώστε με ένα query σε ένα κεντρικό server να σου στέλνει αμέσως απάντηση.

Άμεση συνέπεια αυτού που μόλις αναφέρθηκε είναι και το γεγονός ότι αυξάνεται και η κυκλοφορία στο δίκτυο με τα queries που γίνονται και προωθούνται σε πολλούς χρήστες μειώνοντας το διαθέσιμο εύρος ζώνης.

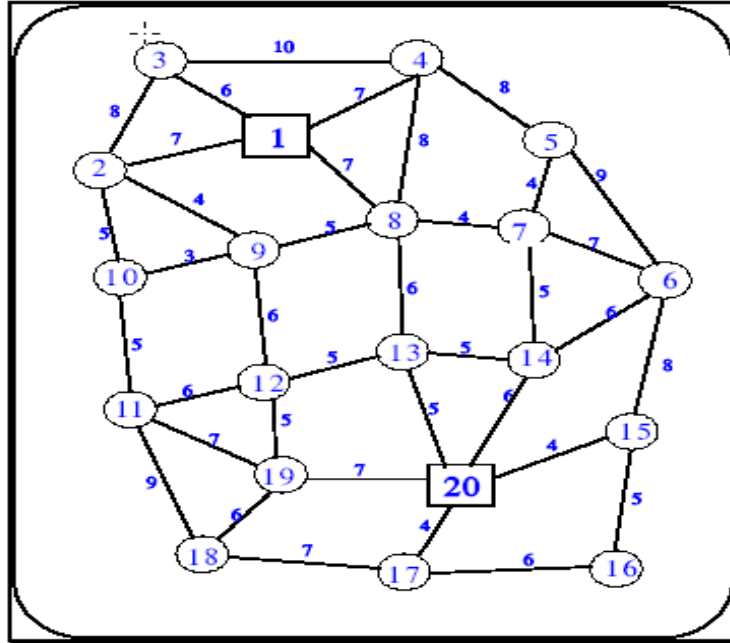
4.5 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΝΑΖΗΤΗΣΗΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥΣ ΚΑΙ ΤΟ SMALL- WORLD- EFFECT

Η απόδοση της αναζήτησης στο FREENET ακολουθεί το Small- World- Effect⁹ του Stanley Miligram. Το 1967, ένας καθηγητής του Harvard, ο Stanley Miligram έστειλε ταχυδρομικώς εξήντα (60) γράμματα σε μια ομάδα που την απάρτιζαν τυχαία επιλεγμένα άτομα από την πόλη Omaha στη Nebraska, και τους ζήτησε να περάσουν τα γράμματα σε ένα συγκεκριμένο πρόσωπο στην Βοστώνη σαν ένα μέρος ενός κοινωνιολογικού πειράματος. Τους ζητήθηκε να περάσουν τα γράμματα χρησιμοποιώντας μόνο ενδιάμεσους που είχαν ως γνωστούς. Κάθε πρόσωπο θα έδινε το γράμμα σε φίλο του η φίλους του που υποτίθεται θα ήταν πιο κοντά στο άνθρωπο-στόχο που ήταν στην Βοστώνη. Ο φίλος θα το έδινε σε άλλον φίλο και έτσι θα συνεχιζόταν μέχρι να φθάσει τον άνθρωπο στόχο. Με μεγάλη έκπληξη παρατηρήθηκε ότι 42 από τα 60 γράμματα έφθασαν τον στόχο τους μέσω 5,5 ενδιάμεσων κατά μέσο όρο. Αυτό το διάσημο φαινόμενο ονομάστηκε Small- World- Effect.

Η διαδικασία της αναζήτησης αρχείων σε ένα αποκεντροποιημένο σύστημα σαν το FREENET προσομοιάζεται με αυτό του πειράματος που περιγράφηκε προηγουμένως. Το ζητούμενο είναι να βρεθεί ο κόμβος που έχει το αρχείο που ψάχνουμε. Κάθε κόμβος περνάει το αίτημα αναζήτησης στον κόμβο που θεωρεί ότι πιο πιθανό να έχει το αρχείο. Τελικά το αίτημα θα φθάσει στον κόμβο που έχει το αρχείο χρησιμοποιώντας έναν μικρό αριθμό ενδιάμεσων.

Αυτό μπορεί να δειχθεί σαν ένα γραφικό πρόβλημα όπου οι άνθρωποι ή οι κόμβοι είναι οι κορυφές και η σχέση μεταξύ τους ή οι συνδέσεις μεταξύ των κόμβων είναι οι άκρες ή οι γραμμές. Το ζήτημα είναι να βρεθεί η συντομότερη διαδρομή μεταξύ δύο ανθρώπων ή των δύο κόμβων

⁹ **HollyShare: Peer-to-Peer File Sharing Application**, ICS 243A Class Project
Songmei Han, Bijit Hore, Ilya Issenin, Sean McCarthy, Shannon Tauro



Σε ένα τυχαίο γράφημα όπου κάθε ένας από τους N κόμβους (κορυφές) συνδέεται με τυχαίους κόμβους (κορυφές) στο γράφημα, το μήκος του 'μονοπατιού' (path length) που ενώνει τους δύο κόμβους είναι περίπου $\log N / \log K$ που είναι πολύ καλύτερο από το $N/2K$, που είναι το μήκος του μονοπατιού σε ένα φυσιολογικό γράφημα όπου κάθε κόμβος συνδέεται στους πιο κοντινούς K κόμβους (κορυφές).

Η απόδοση της αναζήτησης στο FREENET ακολουθεί το Small- World- Effect που σημαίνει ότι έχει πολύ καλό μέσο όρο μήκος μονοπατιού. Όμως στην χειρότερη περίπτωση η αναζήτηση θα αποδειχθεί χωρίς αποτέλεσμα χωρίς λόγο εξαιτίας κακής απόφασης δρομολόγησης. Αυτό γίνεται ιδιαίτερα στην αρχή όταν οι κόμβοι δεν έχουν αρκετές πληροφορίες για τους άλλους κόμβους. Όσο αυξάνονται οι πληροφορίες που έχουν οι κόμβοι τόσο βελτιώνεται και η απόφαση δρομολόγησης των αιτημάτων και η εύρεση του αρχείου.

Αντίθετα τα αιτήματα στο Gnutella είναι εγγυημένα ότι θα βρουν το επιθυμητό μονοπάτι αλλά θα δημιουργηθεί μεγάλη κυκλοφορία στο δίκτυο και θα υπάρξει κατάληψη σημαντικού εύρους ζώνης.

5. PARTIALLY CENTRALIZED INDEXING SYSTEM

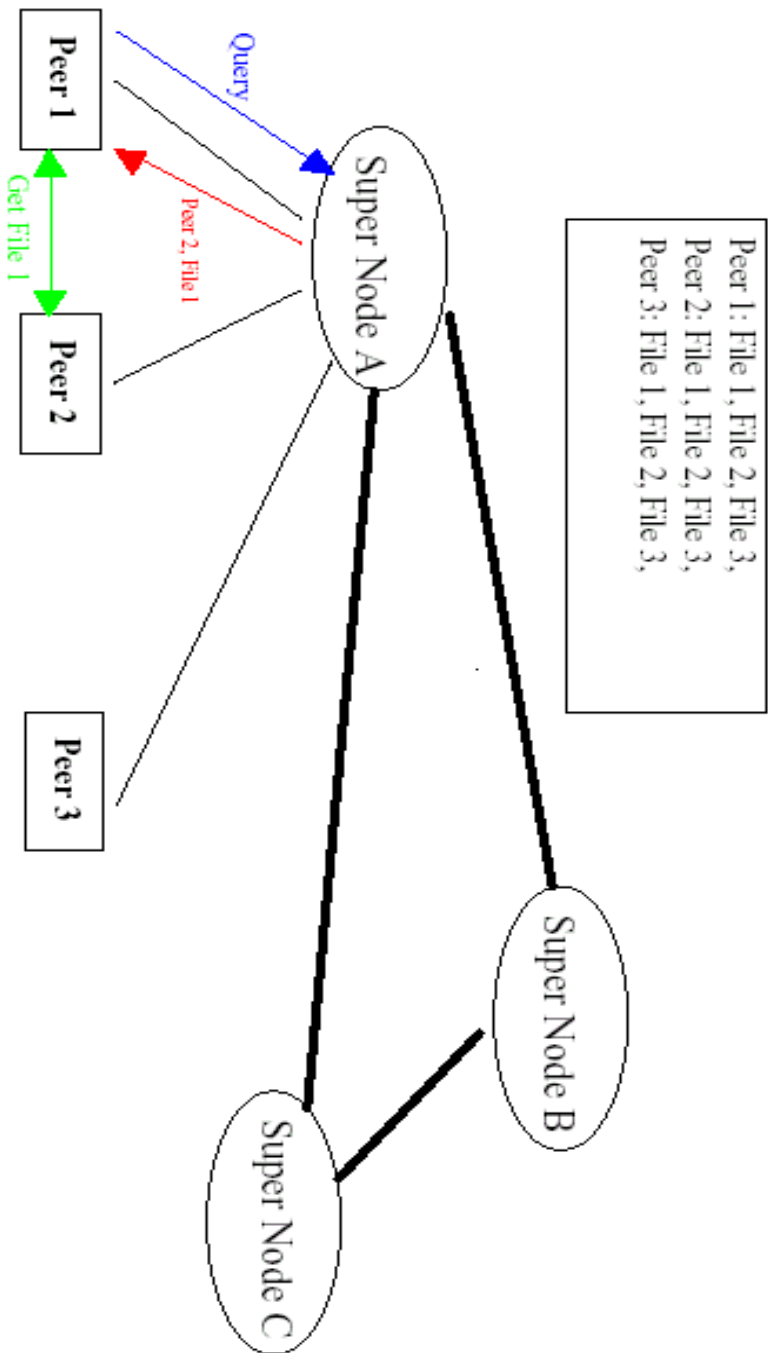
Εκτός από τις δύο κατηγορίες που είδαμε πριν υπάρχει και μια τρίτη. Το Morpheus και το Kazaa υιοθετούν μια καινούρια αρχιτεκτονική, ένα μερικώς συγκεντρωμένο ευρετηριακό σύστημα, που παίρνει στοιχεία και από τις δύο προηγούμενες κατηγορίες. Αυτή η τεχνολογία δημιουργήθηκε από μια εταιρεία Fast Track η οποία εδρεύει στο Άμστερνταμ. Όπως το Gnutella και το FREENET και αντίθετα με το Napster, δεν υπάρχουν ευρετήρια αρχείων σε ένα server. Όπως το Napster και αντίθετα με το Gnutella και το FREENET είναι κλειστά συστήματα που προϋποθέτουν κεντρική εγγραφή και σύνδεση του χρήστη.

Μπορεί να ισχυρίζονται ότι είναι αυτό-οργανωμένα συστήματα, όμως υπάρχει ένας κεντρικός server ο οποίος εγγράφει τα νέα μέλη και συνδέει τα μέλη με το δίκτυο. Έχει όμως διαφορετική λειτουργία σε σχέση με το Napster. Βασική έννοια που κατορθώνει όλα αυτά είναι τα **supernodes**¹⁰, οι υπέρ-κόμβοι.

Αφού ένας χρήστης εγγραφεί στο server του Morpheus και επικυρωθεί, τότε δίνει στο χρήστη (στην ουσία γίνονται αυτόματα από το πρόγραμμα που τρέχει στον υπολογιστή του χρήστη) την διεύθυνση IP και το port (πάντα το 1214) ενός η περισσότερων Super-node στα οποία ο χρήστης συνδέεται. Ο χρήστης θα συνδεθεί με ένα υπέρ-κόμβο απευθείας. Ο υπέρ-κόμβος (super-node) λειτουργεί όπως ο server στο Napster. Έχει ένα ευρετήριο των αρχείων που έχουν οι κόμβοι που είναι συνδεδεμένοι μαζί του και είναι ο υπέρ-κόμβος ο οποίος δέχεται τα queries των κόμβων και τα προωθεί σε άλλους υπέρ-κόμβους. Τα queries (αιτήματα) προωθούνται μόνο σε υπέρ-κόμβους και όχι σε απλούς κόμβους. Όταν ένας υπέρ-κόμβος δέχεται ένα αίτημα από ένα κόμβο τότε θα του στείλει αμέσως αποτελέσματα αν υπάρχουν στην βάση δεδομένων του το ευρετήριο των αρχείων που θέλει ο κόμβος (ο χρήστης δηλαδή) αλλιώς θα προωθήσει το αίτημα σε άλλους υπέρ-κόμβους όπου θα του στείλουν τα αποτελέσματα για να τα προωθήσει με τη σειρά του στο κόμβο που τα ζήτησε. Τα αποτελέσματα περιέχουν την IP διεύθυνση των κόμβων που έχουν τα αρχεία και υπάρχει Peer-to-Peer σύνδεση αφού οι 2 υπολογιστές συνδέονται απευθείας.

Ένας κόμβος αυτόματα θα επιλεγεί να είναι υπέρ-κόμβος εάν έχει μεγάλο εύρος ζώνης και μεγάλη υπολογιστική δύναμη. Με αυτό τον τρόπο δεν υπάρχει “single point of failure” όπως στο Napster. Στο morpheus και στο kazaa ο server που υπάρχει κρατάει πληροφορίες μόνο για τους υπέρ-κόμβους και για να εγγράφει νέους χρήστες. Έτσι σε περίπτωση χαλάσει ο server δεν καταρρέει αφού οι υπέρ-κόμβοι μπορούν να συνδεθούν από μόνοι τους χωρίς να χρειάζονται τον server. Όμως δεν θα μπορούν να γραφτούν νέοι χρήστες αλλά το σύστημα συνεχίζει να λειτουργεί.

¹⁰ <http://www.kazaa.com/us/help/faq/supernodes.htm>



Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ότι οι υπέρ-κόμβοι έχουν άλλη λειτουργία από τον κεντρικό server στο Napster. Ο κεντρικός server στο Napster απλά έχει ένα ευρετήριο των αρχείων που διαμοιράζονται στο δίκτυο. Ο κεντρικό server δεν μοιράζεται κάποιο αρχείο μαζί με άλλους κόμβους στο δίκτυο και δεν κατεβάζει αρχεία από άλλους κόμβους. Στο Kazaa και στο Morpheus ο υπέρ-κόμβος (supernode) είναι από μόνος του και ένας κόμβος. Μοιράζεται αρχεία με άλλους κόμβους και μπορεί να κατεβάζει αρχεία από άλλους κόμβους. Αν ένας υπέρ-κόμβος καταρρεύσει τότε δεν καταρρέει το δίκτυο αλλά όλοι οι κόμβοι που ήταν συνδεδεμένοι μαζί του ενώνονται με άλλο υπέρ-κόμβο και αν όλοι οι υπέρ-κόμβοι καταρρεύσουν τότε οι κόμβοι που έχουν απομείνει γίνονται υπέρ-κόμβοι από μόνοι τους.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Το Internet είχε αρχικά σχεδιαστεί να είναι ένα ανοικτό σύστημα όπου ο κάθε υπολογιστής θα μπορούσε να συνδεθεί με άλλον υπολογιστή και να επικοινωνούν. Όμως στη συνέχεια θέματα ασφάλειας καθώς και η υπερανάπτυξη του διαδικτύου, το οδήγησε να έχει τη μορφή πελάτης/ εξυπηρετητής (client/server). Το 2000 όμως το Napster άνοιξε το δρόμο για όλα τα Peer-to-Peer εργαλεία δικτύων ώστε να επιτύχουν την απευθείας σύνδεση δύο υπολογιστών. Αφότου έκλεισε ακολούθησαν μια σειρά από άλλα εργαλεία που πήραν τη θέση του καθώς και πολλές εφαρμογές πλέον είναι στη λογική peer-to-peer.

Υπάρχουν τρεις μορφές Peer to Peer. Η πρώτη έχει σαφώς πιο καλά αποτελέσματα όσον αφορά την ταχύτητα στις αναζητήσεις αλλά παρουσιάζει σημαντικά μειονεκτήματα όπως ότι αν χαλάσει ο κεντρικός server τότε καταρρέει όλο το σύστημα. Αντίθετα η αρχιτεκτονική που βασίζεται στη πλήρη αποκέντρωση, δηλαδή χωρίς να υπάρχει κάποιος κεντρικός υπολογιστής σίγουρα εγγυάται την σταθερότητα του συστήματος ενώ μπορεί και να προσφέρει ανωνυμία που μπορεί να είναι ζητούμενο για πολλούς χρήστες, κάτι που φυσικά δεν θα αρέσει σε πολλές εταιρείες που θίγονται με την απευθείας ανταλλαγή αρχείων μεταξύ των χρηστών. Σίγουρα, ταυτόχρονα με την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών Peer to Peer θα πρέπει να συζητηθούν και θέματα που αφορούν την ηθική και νομική φύση των τεχνολογιών αυτών. Υπάρχουν όμως και διάφορα μειονεκτήματα σε σχέση με τη ταχύτητα των αναζητήσεων.

Υπάρχει και η τρίτη μορφή που συνδυάζει στοιχεία από τις δύο προηγούμενες μορφές, και πετυχαίνει σαφώς πιο γρήγορα αποτελέσματα αναζήτησης με την χρησιμοποίηση υπέρ-κόμβων, οι οποίοι όμως σε περίπτωσης κατάρρευσης δεν επηρεάζουν το δίκτυο που συνεχίζει να λειτουργεί. Πάντως, το μειονέκτημα του είναι ότι δεν μπορεί να προσφέρει την ανωνυμία που ζητάει ο χρήστης αν και σε θέματα λειτουργικότητας λύνει πολλά προβλήματα που είχαν εμφανιστεί στις δύο προηγούμενες μορφές.

Αν κάτι δυσκολεύει την περαιτέρω ανάπτυξη των εργαλείων Peer to Peer σίγουρα αυτό είναι τα firewalls. Τα firewalls καλύπτουν την ανάγκη των διαχειριστών δικτύου να καθορίζουν κάποια πλαίσια σχετικά με τη χρήση των δικτύων. Και αυτό δεν θα αλλάξει ακόμα και με τη χρησιμοποίηση των Peer to Peer εφαρμογών. Οπότε ένα περαιτέρω βήμα θα ήταν να αναπτυχθούν πιο έξυπνα firewalls που θα επέτρεπαν περισσότερη ελευθερία και δεν θα δυσκόλευαν την απευθείας επικοινωνία δύο υπολογιστών.

Το μεγάλο ζητούμενο είναι το εύρος ζώνης. Αν δεν γίνεται να αυξηθεί όσο το δυνατό περισσότερο (που αυξάνεται όμως) μπορούμε να έχουμε καλύτερη αξιοποίηση του υπάρχοντος εύρους ζώνης. Πρώτον αυτό μπορεί να γίνει με την τοπική αποθήκευση των αρχείων σε κάποιους ενδιάμεσους σταθμούς ώστε να μην συναντιέται το φαινόμενο να προσπαθεί το πρόγραμμα να ξαναστείλει ξανά το αρχείο και να γίνεται άδικα κατάχρηση

του εύρους ζώνης. Σίγουρα θα βοηθούσε τα Peer-to-Peer προγράμματα να εξασφάλιζαν να μην επαναλαμβάνεται η αποστολή αρχείου.

Επίσης θα μπορούσε το κατάλληλο πρόγραμμα να καθορίζει πόσο από το διαθέσιμο εύρος ζώνης να μπορεί να χρησιμοποιεί, κάτι που θα καθόριζε ο χρήστης. Σίγουρα αυτές είναι κάποιες λύσεις που θα μπορούσαν να βελτιώσουν την υπάρχουσα κατάσταση.

Αυτό που θα άλλαζε την κατάσταση θα ήταν να επιστρέψαμε στην λογική του Internet όπως είχε σχεδιαστεί αρχικά. Αυτό όμως είναι αδύνατο από τη στιγμή που υπάρχει αυτό που λέγεται dynamic IP, δηλαδή δεν υπάρχει σταθερή IP διεύθυνση αλλά αλλάζει συνεχώς γιατί δεν επαρκεί ο συνολικός αριθμός των διαφορετικών διευθύνσεων IP να καλύψει όλους τους χρήστες. Η λύση σε αυτό είναι το Internet 2, ή αλλιώς το πρωτόκολλο Ipv6 το οποίο θα έχει 128 bit διεύθυνση η οποία είναι υπεραρκετή για κάθε host να έχει σταθερή διεύθυνση. Έτσι, θεωρητικά κάθε host θα μπορεί να προσπελαστεί .

Ένα θέμα που έχει πολύ ενδιαφέρον εφόσον η κατάσταση παραμένει η ίδια σε σχέση το dynamic IP είναι το κατά πόσο θα μπορούσε να δημιουργηθεί ένα πρόγραμμα Peer to Peer που να μπορεί να ενώσει και να φέρει σε επικοινωνία χρήστες από διαφορετικά δίκτυα Peer to Peer. Δηλαδή, στην έρευνα για ένα αρχείο ένας χρήστης του Morpheus να μπορεί να 'ψάξει' και στο π.χ. Kazaa και να μπορέσει να κατεβάσει από εκεί το αρχείο.

Κάτι τέτοιο θα ήταν μεγάλο πλεονέκτημα για τους χρήστες αφού θα αυξανόταν η βάση δεδομένων όπου θα μπορούν να ψάξουν και να βρουν πολύ περισσότερα πράγματα. Φυσικά κάτι τέτοιο θα είχε πολλαπλό αντίκτυπο στα υπάρχουσα Peer to Peer δίκτυα και φυσικά θα ανοιγόntonουσαν νέα μέτωπα κατά πόσο θα ήταν νομικά αποδεκτό κάτι τέτοιο.

Οι εφαρμογές Peer to Peer έχουν λίγα χρόνια ζωής και σίγουρα δεν έχουν φτάσει το αποκορύφωμα τους. Οι δυνατότητες εξέλιξης είναι μεγάλες και σίγουρα θα έχουν αντίκτυπο στη μορφή του διαδικτύου και θα το αλλάξουν. Το θέμα είναι πόσο και προς ποια κατεύθυνση γιατί είναι φανερό ότι υπάρχουν μεγάλα αντικρουόμενα οικονομικά συμφέροντα, ταυτόχρονα στο παρασκήνιο υπάρχει, όσο και αν δεν είναι φανερό, τα ανοικτά δίκτυα απέναντι στα κλειστά που διαχειρίζονται και ρυθμίζονται από τρίτους, τα ανοικτά (open source) προγράμματα απέναντι στα εμπορικά προγράμματα και σίγουρα ατελείωτες δικαστικές μάχες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΠΗΓΕΣ

- *Βιβλίο Peer to Peer: Harnessing the Power of Disruptive Technologies*, A Network of Peers: Peer-to-Peer Models Through the History of the Internet, *Nelson Minar and Marc Hedlund*,
- ΑΡΘΡΟ Another P2P survey shows widespread file trading , Ann Harrison **Network World Peer-to-Peer Newsletter, 09/04/03**
- **Peer-to-Peer Networking** , Arne Asphjell
October 19, 2000 Version 1.1 BUSA 578 Fall 2000 Pacific Lutheran University
- Survey on P2P File Sharing System
Sean McCarthy, Bijit Hore , Ilya Issenin, Shannon Tauro, Songmei Han
- **Listening to Napster**, Clay Shirky, The Accelerator Group, *Βιβλίο Peer to Peer: Harnessing the Power of Disruptive Technologies*
- **Gnutella**, Gene Kan, Gnutella and GoneSilent.com, *Βιβλίο Peer to Peer: Harnessing the Power of Disruptive Technologies*
- **Freenet**, Adam Langley, *Βιβλίο Peer to Peer: Harnessing the Power of Disruptive Technologies*
- **HollyShare: Peer-to-Peer File Sharing Application**, ICS 243A Class Project, Songmei Han, Bijit Hore, Ilya Issenin, Sean McCarthy, Shannon Tauro
- **Peer to Peer**, David Strom, david@strom.com PC Expo/ eBiz presentations, June 2001
- **Legal and social issues in the growing Peer-to-Peer computing model**, Vincent Matossian, 2001
- **UNDERSTANDING PEER-TO-PEER SHARING**, by *Shantanu Rastogi*, Shantanu@techlex.org
- **Peer to Peer Networks**, Fox, G.
- **A measurement study of peer-to-peer file sharing systems**, Sarios, S., Gummadi, P.K., Gribble, S.D.
- **Building bridges between P2P networks**, [John Borland](#) , Staff Writer, CNET News.com

- [Http://www-106.ibm.com/developerworks/java/library/j-p2p/](http://www-106.ibm.com/developerworks/java/library/j-p2p/)
- [Http://www.peer-to-peerwg.org/history/index/html](http://www.peer-to-peerwg.org/history/index/html)
- [Http://www.peer-to-peerwg.org/whatis/index.html](http://www.peer-to-peerwg.org/whatis/index.html)
- [Http://www.oreilly.com/catalog/peertopeer/chapter/ch01.html](http://www.oreilly.com/catalog/peertopeer/chapter/ch01.html)
- [Http://www.peertopeerwg.org/](http://www.peertopeerwg.org/)
- [Http://compnetworking.about.com/library/weekly/aa093000a.htm?once=true&](http://compnetworking.about.com/library/weekly/aa093000a.htm?once=true&)
- [Http://www.sans.org/rr/policy/post_napster.php](http://www.sans.org/rr/policy/post_napster.php)
- [Http://www.ksc.kwansei.ac.jp/researchfair02/03/website/history.htm](http://www.ksc.kwansei.ac.jp/researchfair02/03/website/history.htm)
- [Http://www.oreilly.de/catalog/peertopeer/desc.html](http://www.oreilly.de/catalog/peertopeer/desc.html)
- [Http://lwn.et/2001/0301/a/p2p.php3](http://lwn.et/2001/0301/a/p2p.php3)
- <http://computer.howstuffworks.com/file-sharing.htm>
- <http://www.networkingfiles.com/FileShar/fileshar.htm>
- <http://www.kazaa.com/us/help/glossary.htm>
- <http://www.kazaa.com/us/help/faq/supernodes.htm>
- http://news.com.com/2100-1032_3-5142626.html
- [http://www.ohaha.com/design.html.](http://www.ohaha.com/design.html)
- <http://www.openp2p.com/pub/a/p2p/2001/07/02/morpheus.html>
- <http://www.openp2p.com/pub/t/74>
- [http://www.limewire.com/index.jsp/p2p.](http://www.limewire.com/index.jsp/p2p)
- <http://www.drmwatch.com/resources/whitepapers/article.php/3112631>
- <http://cism.bus.utexas.edu/works/articles/PARA.Cxs2final.pdf>
- www.gnutella.com

- - www.filetopia.org