

Key concepts and applications of peer to peer networks

Toutios Panagiotis

February 2007

University of Macedonia
Master Information Systems
Networking Technologies
Professors: A.A Economides &
A. Pomportsis

Βασικά θέματα και εφαρμογές peer to peer δικτύων

Τούτιος Παναγιώτης

Φεβρουάριος 2007

Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
ΠΜΣ Πληροφοριακά Συστήματα
Τεχνολογίες Τηλεπικοινωνιών & Δικτύων
Καθηγητές Α.Α Οικονομίδης &
Α. Πομπόρτσης

Abstract

This report should be considered as a brief introduction to a variety of topics about peer to peer networks. It reviews some of the key concepts of peer to peer networks and highlights their characteristics such as scalability, reduced costs of ownership and aggregation of resources., their advantages and their drawbacks. The different architectures with which they can be implemented and some of the most popular peer to peer applications such as BitTorrent and Skype are also discussed.

Περίληψη

Η εργασία αυτή θα πρέπει να θεωρηθεί σαν μια σύντομη εισαγωγή σε μια ποικιλία θεμάτων σχετικά με τα peer to peer δίκτυα. Παρουσιάζει μερικά από τα πιο βασικά θέματα των peer to peer δικτύων και τονίζει τα χαρακτηριστικά τους όπως η επεκτασιμότητα, το μειωμένο κόστος ιδιοκτησίας και η ένωση των πόρων, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους. Επίσης παρουσιάζονται οι διάφορες αρχιτεκτονικές με τις οποίες μπορούν να υλοποιηθούν και κάποιες από τις δημοφιλέστερες peer to peer εφαρμογές όπως το BitTorrent και το Skype.

Table of contents / Πίνακας περιεχομένων

1 Introduction / Εισαγωγή

2 Characteristics of peer to peer networks / Χαρακτηριστικά peer to peer δικτύων

3 Architecture of peer to peer networks / Αρχιτεκτονική peer to peer δικτύων

3.1 Centralized systems / Συγκεντρωτικά συστήματα

3.2 Decentralized systems / Αποκεντρωμένα συστήματα

3.3 Hybrid systems, super-nodes / Υβριδικά συστήματα, υπερκόμβοι

4 Applications of peer to peer networks / Εφαρμογές peer to peer δικτύων

4.1 File sharing applications / Εφαρμογές διαμοιρασμού αρχείων

4.1.1 BitTorrent

4.1.2 Napster

4.1.3 eDonkey

4.1.4 Gnutella

4.1.5 Comparison of file sharing applications / Σύγκριση εφαρμογών διαμοιρασμού αρχείων

4.2 Distributed computing applications / Εφαρμογές κατακευματισμένης εργασίας

4.3 Collaboration applications / Εφαρμογές υπηρεσιών συνεργασίας

4.3.1 Skype

4.4 Platforms / Πλατφόρμες

5 Summary and future work / Συμπεράσματα και μελλοντικές προοπτικές

References / Πηγές

1 Εισαγωγή

Ο όρος peer to peer αναφέρεται σε κάθε σχέση μεταξύ ενός αριθμού αυτόνομων συσκευών οι οποίες συμπεριφέρονται ως ομότιμες. Τα peer to peer δίκτυα είναι δίκτυα στα οποία κάθε υπολογιστής μπορεί να ενεργήσει είτε ως client (ζητώντας δεδομένα), είτε ως server (προσφέροντας δεδομένα), είτε τέλος ως servent (ένας συνδυασμός δηλαδή client και server). Οι τεχνολογίες peer to peer επιτρέπουν το διαμοιρασμό των δικτυακών πόρων και υπηρεσιών, όπως είναι η πληροφορία, τα αρχεία, οι κύκλοι επεξεργασίας και ο χώρος αποθήκευσης, μέσω απευθείας επικοινωνίας μεταξύ των συστημάτων (χωρίς απαραίτητα τη χρήση κεντρικών servers). Σε αντίθεση με τα δίκτυα client-server τα peer to peer δίκτυα υπόσχονται βελτιωμένη επεκτασιμότητα, χαμηλότερα κόστη ιδιοκτησίας, μεγαλύτερη ανέχεια σε σφάλματα και αποκεντρωμένο συντονισμό των υποχρησιμοποιούμενων ή περιορισμένων πόρων.

Τα χαρακτηριστικά αυτά σε συνδυασμό με την ανάπτυξη του Internet δημιούργησαν νέα πεδία εφαρμογών για peer to peer δίκτυα. Σαν αποτέλεσμα τα τελευταία χρόνια ο αριθμός των peer to peer εφαρμογών αυξήθηκε σε πολύ μεγάλο βαθμό. Παράλληλα αυξήθηκαν και οι συζητήσεις σχετικά με την απόδοση και τα όρια τους, όπως επίσης με τις οικονομικές, κοινωνικές και νομικές επιπτώσεις αυτών των εφαρμογών.

2 Χαρακτηριστικά peer to peer δικτύων

Όπως ήδη αναφέρθηκε τα κύρια χαρακτηριστικά των δικτύων peer to peer είναι ο διαμοιρασμός των δικτυακών πόρων και υπηρεσιών, η αποκέντρωση και η αυτονομία. Κατά μία έννοια, με βάση αυτά τα χαρακτηριστικά το αρχικό Internet ή ARPANET μπορεί να θεωρηθεί ένα peer to peer δίκτυο.

Διαμοιρασμός δικτυακών πόρων και υπηρεσιών (sharing of distributed resources and services). Σε ένα peer to peer δίκτυο κάθε κόμβος μπορεί να λειτουργήσει και σαν client και σαν server δηλαδή σαν παροχέας και καταναλωτής αντίστοιχα πόρων και υπηρεσιών όπως πληροφορία, αρχεία, bandwidth, κύκλοι επεξεργασίας και αποθήκευση. Έτσι καθώς προσθέτονται νέοι κόμβοι και η ζήτηση στο σύστημα αυξάνεται, αυξάνεται επίσης και η χωρητικότητά του.

Αποκέντρωση (decentralization) Στα peer to peer δίκτυα δεν υπάρχει κάποιο κεντρικό σημείο που να οργανώνει το δίκτυο ή τη χρήση των πόρων και των επικοινωνιών ανάμεσα στους κόμβους του δικτύου. Αυτό σημαίνει ότι κανένας κόμβος δεν έχει κεντρικό έλεγχο πάνω στους υπόλοιπους. Με αυτήν την έννοια η επικοινωνία μεταξύ των κόμβων γίνεται απευθείας.

Όπως θα δούμε παρακάτω, συχνά γίνεται διάκριση μεταξύ των “καθαρών” και των υβριδικών peer to peer δικτύων. Στα “καθαρά” peer to peer συστήματα οι κόμβοι μοιράζονται ίσα δικαιώματα και λειτουργίες. Στα υβριδικά συστήματα ένα σύνολο επιλεγμένων λειτουργιών όπως το indexing και η επικύρωση εκχωρείται σε ένα υποσύνολο κόμβων που υιοθετούν τον ρόλο μιας οντότητας συντονισμού.

Αυτονομία (autonomy) Κάθε κόμβος ενός peer to peer δικτύου μπορεί αυτόνομα να αποφασίσει πότε και σε ποιο βαθμό θα κάνει τους πόρους του διαθέσιμους στους υπόλοιπους κόμβους.

Τα παραπάνω χαρακτηριστικά δημιουργούν μια σειρά πλεονεκτημάτων για τα peer to peer δίκτυα όπως μειωμένα κόστη ιδιοκτησίας, επεκτασιμότητα και υποστήριξη ad hoc δικτύων.

Μειωμένο κόστος ιδιοκτησίας. Τα έξοδα απόκτησης και λειτουργίας των υποδομών μπορούν να μειωθούν με τη χρησιμοποίηση των ήδη υπάρχουσών υποδομών και τη μείωση του κόστους διαχείρισης και χρήσης. Για παράδειγμα με τη χρήση peer to peer δικτύων για αποθήκευση δεδομένων δεν υπάρχει η ανάγκη διατήρησης κεντρικού server για την αποθήκευση ολόκληρου του όγκου των δεδομένων.

Επεκτασιμότητα. Στα peer to peer δίκτυα η εξάρτηση από κεντρικά σημεία είναι μειωμένη. Για το λόγο αυτό και εξαιτίας του χωρικού διαμοιρασμού της πληροφορίας και της δημιουργίας αντιγράφων η πιθανότητα συμφόρησης (bottleneck) είναι μικρότερη. Τα υβριδικά συστήματα διαμοιρασμού αρχείων έχουν πλεονεκτήματα επεκτασιμότητας σε σχέση με τις client/server προ-

σεγγίσεις. Αυτό οφείλεται στην απευθείας ανταλλαγή αρχείων μεταξύ των κόμβων χωρίς τη βοήθεια κάποιου server.

Ad hoc δίκτυα. Με τον όρο ad hoc εννοούμε περιβάλλοντα στα οποία τα μέλη τους έρχονται και φεύγουν βασισμένα ίσως στην φυσική τους θέση ή στα ενδιαφέροντά τους εκείνη τη στιγμή. Τα peer to peer δίκτυα είναι ιδανικά για ad hoc δικτυώσεις των κόμβων καθώς ανέχονται διακοπές στις συνδέσεις.

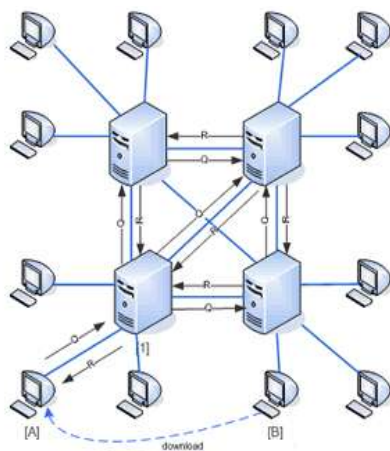
Τα πλεονεκτήματα αυτά, βέβαια, αντισταθμίζονται από μια σειρά μειονεκτημάτων. Οι μηχανισμοί ασφαλείας όπως η επικύρωση και η εξουσιοδότηση μπορούν να υλοποιηθούν ευκολότερα στα δίκτυα με κεντρικό server. Επίσης η διαθεσιμότητα των πόρων και των υπηρεσιών σε μικρά δίκτυα δεν μπορεί πάντα να εγγυηθεί λόγω των διακοπών των συνδέσεων. Για παράδειγμα, στα δίκτυα διαμοιρασμού αρχείων απαιτείται η δημιουργία μεγάλου αριθμού αντιγράφων ώστε να εγγυηθεί το επιθυμητό επίπεδο διαθεσιμότητας. Το γεγονός αυτό, βέβαια, έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση του απαιτούμενου αποθηκευτικού χώρου.

3 Αρχιτεκτονικές peer to peer δικτύων

Τα συστήματα peer to peer όπως όλα τα δίκτυα έχουν συγκεκριμένες τοπολογίες και αρχιτεκτονικές. Από το 1999 που πρωτοεμφανίστηκαν με τη σημερινή τους μορφή υπήρξαν τρεις γενιές peer to peer δικτύων. Στο κεφάλαιο αυτό εξετάζεται η αρχιτεκτονική των τριών αυτών γενεών.

3.1 Συγκεντρωτικά συστήματα(Centralized systems)

Η πρώτη γενιά peer to peer συστημάτων υλοποιεί μια αρχιτεκτονική client-server. Τα συγκεντρωτικά αυτά συστήματα χρησιμοποιούν έναν κεντρικό server από τον οποίο περνάει όλη η επικοινωνία. Ο server αυτός διατηρεί μια βάση δεδομένων του περιεχομένου όλου του δικτύου, δηλαδή καταλόγους των διαμοιρασμένων αρχείων σε κάθε κόμβο,



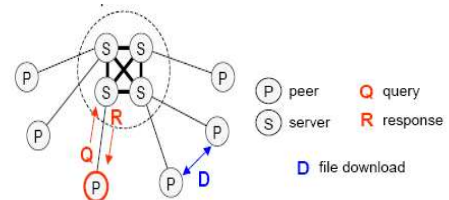
Εικόνα 1 Συγκεντρωτικό σύστημα

και οι clients συνδέονται σε αυτό οποιαδήποτε στιγμή. Για πολλούς τα συστήματα αυτά δεν θεωρούνται peer to peer καθώς οι κόμβοι δεν επικοινωνούν απευθείας μεταξύ τους. Παραδείγματα τέτοιων συστημάτων είναι το SETI@Home¹ και τα περισσότερα προγράμματα chat.

Μια παραλλαγή των συγκεντρωτικών συστημάτων είναι τα συστήματα brokered, στα οποία χρησιμοποιείται ένας μικρός αριθμός index servers για τη διαχείριση των συνδέσεων των κόμβων. Κάθε κόμβος γνωρίζει μόνο τον server και τους κόμβους που του συστήνει αυτός. Από τη στιγμή που ο server βρει “ταίριασμα” για το αίτημα του κόμβου, οι κόμβοι επικοινωνούν απευθείας μεταξύ τους. Το αρχείο δεν αποθηκεύεται ποτέ στον κεντρικό server.

Παράδειγμα

brokered συστημάτων είναι το Napster. Κάθε χρήστης του Napster συνδεόταν με τον κεντρικό του server και του δήλωνε ποια αρχεία είχε διαθέσιμα και πως μπορούν να τα βρουν οι υπόλοιποι χρήστες. Ύστερα όταν κάποιος κόμβος έψαχνε κάποιο συγκεκριμένο αρχείο ή άλλο κόμβο έστελνε το αίτημα του στο server ο οποίος αποκρινόταν με μια λίστα αρχείων και πληροφοριών σύνδεσης. Στο σημείο αυτό οι δυο κόμβοι συν-



Εικόνα 2 Δομή Napster

¹ Το [SETI@Home](http://setiathome.berkeley.edu/) είναι ένα πρόγραμμα καταναμημένης επεξεργασίας που χρησιμοποιεί υπολογιστές συνδεδεμένους στο Internet με σκοπό την ανακάλυψη εξωγήινης νοημοσύνης. Περισσότερες πληροφορίες στη διεύθυνση <http://setiathome.berkeley.edu/>

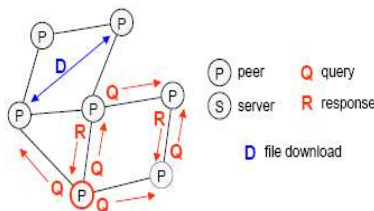
δέονταν και μετέφεραν το αρχείο. Στην πορεία του χρόνου το Napster αντιμετώπισε πλήθος νομικών προβλημάτων λόγω παραβίασης των πνευματικών δικαιωμάτων και τελικά αναγκάστηκε να κλείσει τον κεντρικό του server.

Η ύπαρξη κεντρικού server έχει σαν αποτέλεσμα έναν αριθμό πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων. Το γεγονός ότι οι server είναι γνωστές τοποθεσίες και μπορεί κανείς να συνδεθεί εύκολα με αυτούς αποτελεί το πιο σημαντικό πλεονέκτημά των συγκεντρωτικών συστημάτων. Το αποτέλεσμα είναι μικροί χρόνοι ανταπόκρισης και αύξηση της απόδοσης. Επίσης το πρωτόκολλο είναι απλό. Από την άλλη μεριά η ύπαρξη κεντρικού server αυξάνει την πιθανότητα κατάρρευσης του συστήματος καθώς αν “πέσει” ο server “πέφτει” το δίκτυο.

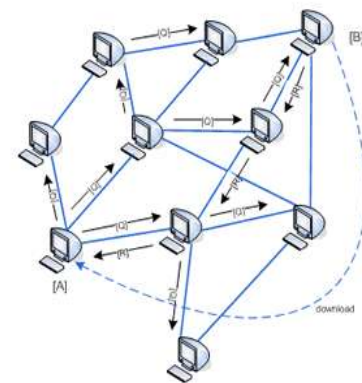
3.2 Αποκεντρωμένα συστήματα (Decentralized / Distributed systems)

Μετά τα νομικά προβλήματα του Napster πολλά δίκτυα διαμοιρασμού αρχείων προσανατολίστηκαν σε πλήρως αποκεντρωμένες προσεγγίσεις. Στα αποκεντρωμένα συστήματα χρησιμοποιούνται μόνο ομότιμοι κόμβοι – κανένας server. Κάθε ομότιμος κόμβος αναλαμβάνει καθήκοντα τόσο index server, αναζητώντας τοπικά πόρους, όσο και δρομολογητή. Συνδέεται απευθείας με έναν αριθμό άλλων κόμβων. Όλα τα αιτήματα αναζήτησης και οι απαντήσεις τους μεταφέρονται από κάθε κόμβο στους γειτονικούς του. Ένας νέος κόμβος συνδέεται σε έναν υπάρχοντα κόμβο ο οποίος τον συστήνει σε κάποιους από τους υπόλοιπους κόμβους. Δύο ξεχωριστά αποκεντρωμένα συστήματα μπορούν να συνενωθούν με έναν μόνο κόμβο που τα συνδέει μεταξύ τους.

Τα Gnutella και Freenet είναι παραδείγματα τέτοιων συστημάτων. Το Gnutella



Gnutella
Εικόνα 4 Δομή Gnutella



Εικόνα 3 Αποκεντρωμένο σύστημα

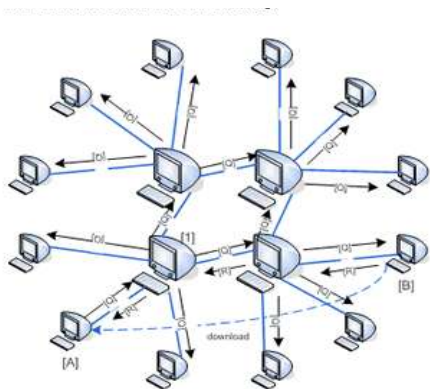
(<http://www.gnutella.com>) είναι ένα από τα πιο δημοφιλή δίκτυα διαμοιρασμού αρχείων ενώ το Freenet (<http://freenetproject.org>) είναι μια διαμοιρασμένη αποθήκη δεδομένων με σκοπό την παροχή ελευθερίας λόγου μέσω ισχυρής ανωνυμίας.

Το πλεονέκτημα των αποκεντρωμένων συστημάτων σε σχέση με τα συγκεντρωτικά είναι ότι δεν υπάρχει κάποιο αδύναμο σημείο η κατάρρευση του οποίου θα επιφέρει κατάρρευση ολόκληρου του δικτύου.

Το μειονέκτημά τους είναι πως το γεγονός της μεταφοράς κάθε αιτήματος από κάθε κόμβο στους γειτονικούς του επιφέρει μεγάλους χρόνους αναζήτησης που δημιουργούν μεγάλο όγκο κυκλοφορίας στο δίκτυο (chatter).

3.3 Υβριδικά συστήματα, υπερκόμβοι (Hybrid systems, super-nodes)

Η τρίτη αρχιτεκτονική είναι ένα υβρίδιο των δύο προηγούμενων, αν και μπορεί να θεωρηθεί ως υποκατηγορία των αποκεντρωμένων συστημάτων. Συνδυάζει την αποτελεσματικότητα των συγκεντρωτικών συστημάτων με τα θετικά χαρακτηριστικά των αποκεντρωμένων που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Σε αυτά τα συστήματα αν κάποιος κόμβος έχει συγκεκριμένα πλεονεκτήματα όπως για παράδειγμα υψηλή ταχύτητα σύνδεσης ενεργεί σαν supernode. Ένας supernode έχει τα χαρακτηριστικά κεντρικού index server. Όταν ένας client συνδέεται στο δίκτυο φτιάχνει μια απευθείας



Εικόνα 5 Υβριδικό σύστημα

σύνδεση με ένα supernode ο οποίος συγκεντρώνει και αποθηκεύει πληροφορίες σχετικές με τους κόμβους και διαθέσιμο περιεχόμενο για διαμοιρασμό. Έτσι ο χρόνος αναζήτησης και ο όγκος κυκλοφορίας στο δίκτυο είναι μειωμένοι σε σχέση με τα αποκεντρωμένα συστήματα. Επίσης η ανάπτυξη των supernodes παρέχει αυξημένο βαθμό απόδοσης.

Ένα άλλο πλεονέκτημα των υβριδικών δικτύων είναι ότι σε περίπτωση που κάποιος supernode έχει πρόβλημα, τότε οι υπόλοιποι supernodes αναλαμβάνουν προσωρινά τη θέση του μέχρι να επανέλθει ή να αντικατασταθεί από έναν καινούριο.

4 Εφαρμογές peer to peer δικτύων

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται ορισμένες από τις πιο δημοφιλείς σήμερα εφαρμογές των peer to peer συστημάτων. Τις εφαρμογές μπορούμε να τις διακρίνουμε σε τέσσερις κατηγορίες: εφαρμογές διαμοιρασμού αρχείων (file sharing), εφαρμογές κατανεμημένης εργασίας (distributed computing), εφαρμογές υπηρεσιών συνεργασίας (collaboration) και σε πλατφόρμες (platforms).

4.1 Εφαρμογές File sharing

Ο διαμερισμός αρχείων είναι η πιο διαδεδομένη μορφή εφαρμογών peer to peer. Εκτιμάται ότι το 70% της κυκλοφορίας στο Internet αφορά ανταλλαγές αρχείων κυρίως μουσικών. Το κοινό χαρακτηριστικό των εφαρμογών αυτών είναι ότι οι κόμβοι που κατεβάζουν ένα αρχείο σαν clients στη συνέχεια το κάνουν διαθέσιμο σε άλλους κόμβους σαν servers. Το βασικότερο πρόβλημα των εφαρμογών διαμοιρασμού αρχείων, όπως και όλων των peer to peer εφαρμογών είναι ο εντοπισμός των πόρων. Για την αντιμετώπισή του έχουν αναπτυχθεί διάφοροι αλγόριθμοι όπως το centralized directory model, το flooded request model και το Document routing model.

Στη συνέχεια θα παρουσιάσουμε ορισμένα από τα πιο διαδεδομένα δίκτυα και εφαρμογές file sharing.

4.1.1 BitTorrent



Το BitTorrent είναι ίσως η πιο δημοφιλής σήμερα μέθοδος για το διαμοιρασμό μεγάλου όγκου δεδομένων. Αντί ένας μόνο διανομέας να εξυπηρετεί κάθε παραλήπτη, με το BitTorrent κάθε παραλήπτης παρέχει επίσης δεδομένα σε νέους παραλήπτες. Έτσι το κόστος κάθε πόρου μειώνεται σημαντικά, παρέχεται μεγαλύτερη ανεκτικότητα σε προβλήματα του συστήματος και μειώνεται η εξάρτηση από τον αρχικό διανομέα.

Για να διαμοιράσει ένα αρχείο ή μια ομάδα αρχείων ένας κόμβος θα πρέπει αρχικά να δημιουργήσει ένα torrent. Το torrent είναι ένα αρχείο μικρού μεγέθους το οποίο περιέχει μεταδεδομένα σχετικά με το αρχείο και με τον tracker, δηλαδή τον υπολογιστή που διευθύνει την διαδικασία του διαμοιρασμού. Ο χρήστης που θέλει να κατεβάσει ένα αρχείο θα πρέπει πρώτα να αποκτήσει το αντίστοιχο torrent και να συνδεθεί με το συγκεκριμένο tracker ο οποίος τον ενημερώνει από ποιους άλλους κόμβους μπορούν να κατέβουν τμήματα του αρχείου που ζητήθηκε.

Τα αρχεία torrent μπορούν να βρεθούν με τη βοήθεια μιας μηχανής αναζήτησης. Στο Internet υπάρχει μια πληθώρα τέτοιων μηχανών με τις οποίες μπορεί κανείς να εντοπίσει το torrent που τον ενδιαφέρει και να το κατεβάσει. Μερικές από τις πιο δημοφιλείς είναι οι παρακάτω

www.isohunt.com

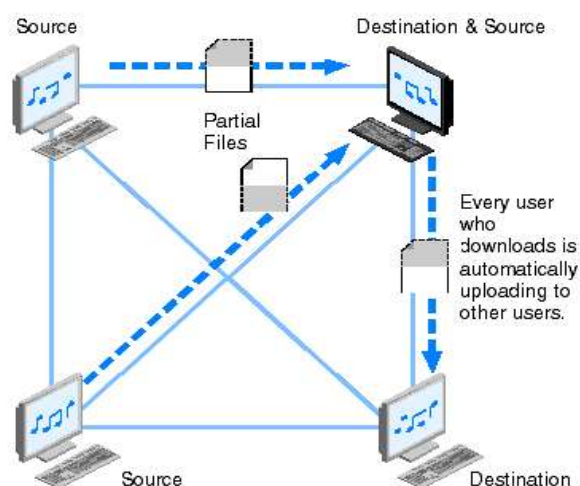
www.torrentspy.com

www.torrentscan.com

www.yotoshi.com

www.torrentportal.com

Για τη σύνδεση με τον tracker απαιτείται ένα πρόγραμμα διαχείρισης των αρχείων torrent (ένα BitTorrent client program). Κυκλοφορούν πολλά τέτοια προγράμματα στο Internet τα περισσότερα από τα οποία είναι αρκετά αξιόπιστα και εύκολα στη χρήση. Ενδεικτικά, μερικά από τα πιο γνωστά είναι τα Azureus, BitComet και BitTornado.



Εικόνα 6 Δομή BitTorrent

4.1.2 Napster



Το Napster ήταν η πρώτη ευρέως χρησιμοποιούμενη peer to peer υπηρεσία για το διαμοιρασμό μουσικών αρχείων και είχε μεγάλο αντίκτυπο στο τρόπο με τον οποίο ο κόσμος χρησιμοποιούσε το Internet. Επέτρεπε στους χρήστες του να ανταλλάξουν τραγούδια σε μορφή MP3, οδηγώντας έτσι τη μουσική βιομηχανία να το κατηγορήσει για μαζική καταπάτηση των πνευματικών δικαιωμάτων. Αν και η αρχική υπηρεσία έκλεισε με δικαστική εντολή, το Napster άνοιξε το δρόμο για μια σειρά αποκεντρωμένων peer to peer συστημάτων όπως το Kazaa και το Limewire τα οποία χρησιμοποιούνται σήμερα και δίνουν τη δυνατότητα κατεβάσματος όχι μόνο μουσικών αρχείων αλλά και εικόνων και άλλων αρχείων. Η δημοτικότητα και ο αντίκτυπος του αρχικού Napster το έκαναν σχεδόν θρύλο στους τομείς των υπολογιστών και της διασκέδασης.

4.1.3 Gnutella



Το δίκτυο Gnutella είναι ένα πλήρως αποκεντρωμένη εναλλακτική πρόταση τόσο στα ημισυγκεντρωτικά συστήματα όπως το FastTrack όσο και στα συγκεντρωτικά όπως το Napster. Έγινε ιδιαίτερα δημοφιλές μετά τα νομικά προβλήματα που αντιμετώπισε το Napster το 2001. Η ανάπτυξή του αυτή έφερε στην επιφάνεια προβλήματα σχετικά με την επεκτασιμότητα του δικτύου η οποία αργότερα με κάποιες αλλαγές στο πρωτόκολλο βελτιώθηκε. Σήμερα υπολογίζεται ότι έχει περίπου 2.2 εκατομμύρια χρήστες.

4.1.4 eDonkey



Το eDonkey (γνωστό και ως eD2k) είναι ένα peer to peer δίκτυο διαμοιρασμού αρχείων που χρησιμοποιείται για την ανταλλαγή αρχείων και εικόνων όπως και λογισμικού. Όπως τα περισσότερα δίκτυα διαμοιρασμού αρχείων είναι αποκεντρωμένο. Τα προγράμματα client του eDonkey συνδέονται στο δίκτυο για να ανταλλάξουν αρχεία και οι servers ενεργούν σαν ομφαλοί επικοινωνίας για τους clients. Υπάρχουν διαθέσιμοι clients και servers για Windows, Macintosh, Linux και άλλα λειτουργικά συστήματα. Τρέχοντας ένα πρόγραμμα eDonkey server σε έναν υπολογιστή συνδεδεμένο στο Internet, κάθε χρήστης μπορεί να προσθέσει

ένα server στο δίκτυο.

Οι γνωστότερες εφαρμογές για το eDonkey είναι τα eMule, Morpheus και Sharaeza.

4.1.5 Σύγκριση file sharing εφαρμογών

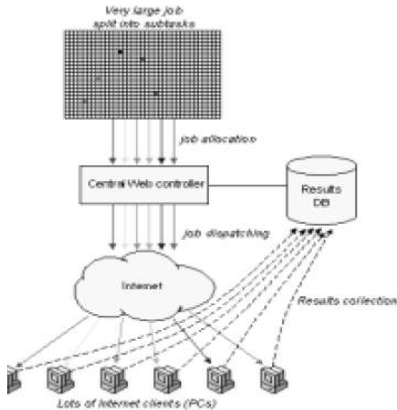
Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται μια σύγκριση των peer to peer εφαρμογών για διαμοιρασμό αρχείων (πηγή http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_file_sharing_applications)

Name	Network	Anonymity	link system compatibility	Price	Platform	License	Programming language	Spyware/Adware
Acquisition	Gnutella, BitTorrent	No	magnet	Nagware/US\$17.99	Mac OS X, Microsoft Windows, Unix-like,	GPL	ObjC, Java	No
aMule	eDonkey, Kad Network	No	ed2k	Free	Mac OS X, Microsoft Windows, Unix-like,	GPL	C++	No
ANts P2P	ANts	Yes	ed2k	Free	Mac OS X, Microsoft Windows, Unix-like,	GPL	Java	No
Ares Galaxy	Ares	No (except when using I2P)		Free	Mac OS X, Microsoft Windows, Unix-like,	GPL	Delphi	No
Azureus	BitTorrent	No	magnet	Free/US\$3.29 per month	Mac OS X, Microsoft Windows, Unix-like,	GPL	Java	No
BearShare	Gnutella	No		Free	Microsoft Windows, Unix-like,	Closed source	C++	No
BitComet	BitTorrent	No	No	Free	Microsoft Windows, Unix-like,	Closed source	C++	No
BitTornado	BitTorrent	No	No	Free	Mac OS X, Microsoft Windows, Unix-like,	Open Source	Python	No
BitTorrent client	BitTorrent	No	No	Free	Mac OS X, Microsoft Windows, Unix-like,	GPL	Python	No
Cabos	Gnutella	No	magnet	Free	Mac OS X, Microsoft Windows, Unix-like,	GPL	Java, REALbasic	No
DC++	Direct Connect	No	magnet	Free	Mac OS X, Microsoft Windows, Unix-like,	GPL	C++	No
eDonkey2000	eDonkey, Overnet	No	ed2k	Free/US\$19.95	Mac OS X, Microsoft Windows, Unix-like,	Closed source	C++	Yes
eMule	Kad Network	No	ed2k	Free	Mac OS X, Microsoft Windows, Unix-like,	GPL	C++	No
Freenet	Freenet	Yes	No	Free	Mac OS X, Microsoft Windows, Unix-like,	GPL	Java	No
FrostWire	Gnutella	No	No	Free	Mac OS X, Microsoft Windows, Unix-like,	GPL	Java	No
giFT	OpenFT and, with plugins, Ares, Gnutella and FastTrack	No	No	Free	Mac OS X, Microsoft Windows, Unix-like,	GPL	C	No
GigaTribe	Private	Yes	No	Free	Mac OS X, Microsoft Windows, Unix-like,	Closed source	C++	No
Gnucleus	Gnutella, Gnutella2	No	No	Free	Mac OS X, Microsoft Windows, Unix-like,	GPL	C++	No
GNUnet	GNUnet	Yes	No	Free	Mac OS X, Microsoft Windows, Unix-like,	GPL	C	No
Gtk-gnutella	Gnutella	No	No	Free	Mac OS X, Microsoft Windows, Unix-like,	GPL	C	No
iMesh	FastTrack, Gnutella, Gnutella2	No	No	Free	Mac OS X, Microsoft Windows, Unix-like,	Closed source	C++	Yes
Kazaa	FastTrack	No	No	Free	Mac OS X, Microsoft Windows, Unix-like,	Closed source	C++	Yes
Kazaa Lite	FastTrack	No	No	Free	Mac OS X, Microsoft Windows, Unix-like,	Closed source	-	No
KCeasy	Ares, Gnutella, FastTrack and OpenFT	No	No	Free	Mac OS X, Microsoft Windows, Unix-like,	GPL	C++, Delphi	No
LimeWire	Gnutella	No	No	Free/US\$18.88	Mac OS X, Microsoft Windows, Unix-like,	GPL	Java	Yes
MLDonkey	BitTorrent, eDonkey, FastTrack, Gnutella, Gnutella2, Kad Network	No	ed2k	Free	Mac OS X, Microsoft Windows, Unix-like,	GPL	OCaml	No
MonoTorrent (C)	BitTorrent	No	No	Free	Mac OS X, Microsoft Windows, Unix-like,	MIT/X11	C#	No
Morpheus	NEOnet, Gnutella, Gnutella2, BitTorrent	No		Free/US\$19.95	Mac OS X, Microsoft Windows, Unix-like,	Closed source	?	No
MUTE	MUTE	Yes	No	Free/donation	Linux, Microsoft Windows, Unix-like,	GPL	?	No
Nodezilla	Private	Yes	No	Free	Mac OS X, Microsoft Windows, Unix-like,	GPL	Java	No
Phex	Gnutella	No	No	Free	Mac OS X, Microsoft Windows, Unix-like,	GPL	Java	No
PySoulseek	Soulseek	No	No	Free	Mac OS X, Microsoft Windows, Unix-like,	GPL	Python	No
Qbittorrent	BitTorrent	No	No	Free	Solaris, Microsoft Windows, Unix-like,	GPL	C++	No
RShare	RShare	Yes	No	Free	Microsoft Windows, Unix-like,	GPL	C#	No
Share	Share	Yes	No	Free	Microsoft Windows, Unix-like,	Closed source	Delphi	No
Shareaza	eDonkey, BitTorrent, Gnutella, Gnutella2	No	ed2k, magnet	Free	Mac OS X, Microsoft Windows, Unix-like,	GPL	C++	No
Soulseek	Soulseek	No	No	Free	Mac OS X, Microsoft Windows, Unix-like,	Closed source	?	No
Transmission	BitTorrent	No	No	Free	BeOS, Microsoft Windows, Unix-like,	MIT	C, ObjC	No
TrustyFiles	eDonkey, Overnet, Gnutella, Gnutella2, FastTrack, BitTorrent	No	ed2k	Free/US\$29	Mac OS X, Microsoft Windows, Unix-like,	Closed source	?	Yes
µTorrent	BitTorrent	No	No	Free	Mac OS X, Microsoft Windows, Unix-like,	Closed source	C++	No
Verosee	Private	No	No	Free	Linux, Microsoft Windows, Unix-like,	Proprietary	Java	No
WareZ P2P	iP2P DHT WinMX Peer Network [independent, now user-operated], OpenNAP, chatrooms supported	No	No	Free/US\$19.99	Mac OS X, Microsoft Windows, Unix-like,	Closed source	?	No
WinMX	Winny	No	No	Free	Mac OS X, Microsoft Windows, Unix-like,	Closed source	C++	No
Winny	Winny	Yes	No	Free	Mac OS X, Microsoft Windows, Unix-like,	Closed source	C++	No

4.2 Εφαρμογές Distributed Computing

Υπάρχει μια συζήτηση για το κατά πόσο συστήματα κατανεμημένης εργασίας όπως το SETI@Home μπορούν να θεωρηθούν peer to peer. Στα συστήματα αυτά απαιτείται κεντρικός server για τον έλεγχο των προσφερόμενων υπολογιστικών πόρων, οι προσωπικοί υπολογιστές δεν λειτουργούν σαν servers και δεν επικοινωνούν μεταξύ τους. Παρόλα αυτά ένα σημαντικό μέρος του συστήματος εκτελείται στους προσωπικούς υπολογιστές με υψηλή αυτονομία. Για το λόγο αυτό αυτά τα συστήματα αυτά κατανεμημένης εργασίας θεωρούνται peer to peer.

Κατά την κατανεμημένη εργασία ένα μεγάλο υπολογιστικό πρόβλημα που πρέπει να λυθεί χωρίζεται σε μικρά ανεξάρτητα τμήματα. Η επεξεργασία των τμημάτων αυτών γίνεται σε προσωπικούς υπολογιστές και τα αποτελέσματα συλλέγονται από έναν κεντρικό server. Ο server αυτός είναι υπεύθυνος για την διανομή των εργασιών στους προσωπικούς υπολογιστές. Κάθε προσωπικός υπολογιστής είναι εφοδιασμένος με λογισμικό πελάτη (client software). Κατά περιόδους αδράνειας του υπολογιστή το λογισμικό αυτό εκτελεί μέρος της επεξεργασίας που του ζητήθηκε από το server. Μετά τη λήξη της επεξεργασίας τα αποτελέσματα στέλνονται πίσω στον server και μια νέα εργασία ανατίθεται στον client.



Εικόνα 7 Κατανεμημένη εργασία στο Web

μεταξύ των κόμβων. Για το λόγο αυτό οι σημερινές εφαρμογές αποτελούνται από προβλήματα SPMD (Single Process Multiple Data). Οι χρηματοοικονομικές και οι εφαρμογές βιοτεχνολογίας είναι κατάλληλες για κατανεμημένη εργασία.

Στον τομέα της βιοτεχνολογίας η διαθεσιμότητα τεραστίου όγκου δεδομένων οδήγησε στην ανάγκη ανώτερων τεχνικών υπολογισμού. Παραδοσιακά οι επιστήμονες χρησιμοποιούν HPC (high performance clustering) και λύσεις supercomputing και αναγκαστικά χρησιμοποιούσαν προσεγγιστικές τεχνικές για την ολοκλήρωση της έρευνας σε αποδεκτό χρόνο. Με τη χρήση αδρανών επεξεργαστικών κύκλων υπολογιστών του Internet και την ομαδοποίηση των πόρων από πολλές πηγές αυξάνεται η διαθέσιμη για τους ερευνητές υπολογιστική ισχύς. Εταιρείες όπως οι Platform Computing, Entropia, Avaki, και Grid Computing Bioinformatics προσφέρουν πλήρεις HPC λύσεις σε οργανισμούς βιολογικής έρευνας και φαρμακευτικής έρευνας και ανάπτυξης. Τα προγράμματα Genome@home και Folding@home χρησιμοποιούν αδρανείς κύκλους καταχωρημένων clients για την επεξεργασία τμημάτων πολύπλοκων προβλημάτων σχετικά με ακολουθίες DNA και διατάξεις πρωτεϊνών αντίστοιχα.

4.3 Εφαρμογές collaboration

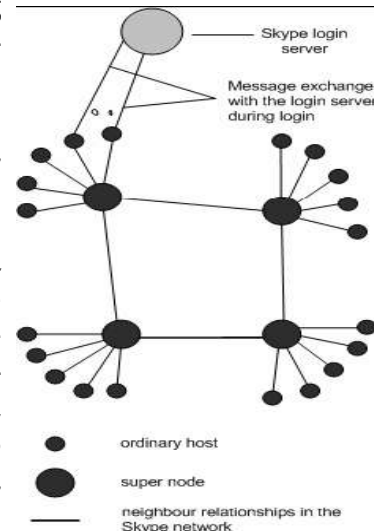
Οι υπηρεσίες peer to peer συνεργασίας έχουν σκοπό την συνεργασία μεταξύ των χρηστών σε επίπεδο εφαρμογών. Η ad hoc φύση της peer to peer τεχνολογίας την κάνει ιδανική για εφαρμογές συνεργασίας σε επίπεδο χρήστη. Οι εφαρμογές αυτές ποικίλουν από προγράμματα chat και instant messaging μέχρι online παιχνίδια και διαμοιρασμένες εφαρμογές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε επιχειρήσεις, στην εκπαίδευση και σε οικιακά περιβάλλοντα. Δυστυχώς ένας αριθμός τεχνικών προκλήσεων πρέπει να λυθεί προτού καθαρές peer to peer υλοποιήσεις σε αυτόν τον τομέα γίνουν αρκετά βιώσιμες. Οι κυριότερες από αυτές είναι ο εντοπισμός των άλλων κόμβων, η ανέχεια στα σφάλματα και οι περιορισμοί του πραγματικού χρόνου.

4.3.1 Skype



Το Skype είναι ένας peer to peer VoIP client που αναπτύχθηκε από το KaZaa και επιτρέπει στους χρήστες του την μετάδοση φωνής και αποστολή γραπτών μηνυμάτων σε άλλους Skype clients. Στην ουσία είναι σε μεγάλο βαθμό όμοιο με το MSN και το Yahoo IM αλλά τα πρωτόκολλα και οι τεχνικές που χρησιμοποιεί είναι αρκετά διαφορετικά. Στο δίκτυο του Skype υπάρχουν δύο είδη κόμβων, οι κανονικοί και οι supernodes. Κάθε κόμβος με δημόσια IP διεύθυνση, αρκετή CPU, μνήμη και bandwidth μπορεί να γίνει supernode. Ένας

κανονικός κόμβος πρέπει συνδεθεί με ένα supernode και να καταχωρηθεί στον Skype login server για ένα επιτυχημένο login. Αν και δεν είναι κόμβος, ο Skype login server είναι μια σημαντική οντότητα στο δίκτυο Skype καθώς εκεί αποθηκεύονται τα ονόματα και οι κωδικοί των χρηστών. Ο server αυτός διασφαλίζει ότι τα login names είναι μοναδικά και κάνει την επικύρωση κατά το login. Δεν υπάρχει κάποιος άλλος κεντρικός server. Οι online και οι offline πληροφορίες των χρηστών όπως και οι αιτήσεις αναζήτησης αποθηκεύονται και αναπαράγονται σε ένα αποκεντρωμένο σχεδιασμό. Το Skype ισχυρίζεται ότι έχει υλοποιήσει μία "3G P2P" ή "Global Index" τεχνολογία η οποία εγγυάται τον εντοπισμό του χρήστη αν ο χρήστης αυτός συνδέθηκε στο Skype τις τελευταίες 72 ώρες. Το Skype έχει λογική ποιότητα κλήσεων με διαθέσιμο bandwidth 32Kb/s.



Εικόνα δομής Skype

4.4 Platforms

Τα λειτουργικά συστήματα έχουν αρχίσει να γίνονται όλο και λιγότερο σχετικά σαν περιβάλλοντα εφαρμογών. Λύσεις middleware όπως οι Java Virtual Machines ή οι Web browsers και servers είναι τα κυρίαρχα περιβάλλοντα ενδιαφέροντος των χρηστών και των δημιουργών των εφαρμογών. Έτσι είναι αρκετά πιθανό τα μελλοντικά συστήματα να εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από κάποιο άλλο είδος πλατφόρμας που θα είναι κοινός παρονομαστής για τους χρήστες και τις υπηρεσίες του Web ή των ad hoc δικτύων. Παραδείγματα τέτοιων περιβαλλόντων περιλαμβάνουν τα AOL και Yahoo.

Οι πλατφόρμες, ακόμα περισσότερο από τα άλλα peer to peer συστήματα, υποστηρίζουν τα κύρια peer to peer στοιχεία: ονοματοδοσία, εντοπισμό, ασφάλεια και συνένωση πόρων. Έχουν εξάρτηση από τα λειτουργικά συστήματα αν και αυτή είναι ελάχιστη. Τα περισσότερα peer to peer συστήματα τρέχουν είτε σε λειτουργικό σύστημα ανοιχτού κώδικα (Linux) ή βασίζονται στα Windows.

Υπάρχει ένα πλήθος υποψηφίων που ανταγωνίζονται για τις μελλοντικές peer to peer πλατφόρμες. Το πιο φιλόδοξο είναι το .NET ενώ μια άλλη προσέγγιση είναι το JXTA.

5 Συμπεράσματα και μελλοντικές προοπτικές

Το peer to peer είναι μια σημαντική τεχνολογία που έχει ήδη βρει το δρόμο της με μια σειρά προϊόντων και ερευνητικών προγραμμάτων. Όσο ωριμάζει οι μελλοντικές του υλοποιήσεις θα βελτιώνονται. Θα υπάρχει αυξημένη διαλειτουργικότητα, περισσότερες συνδέσεις και καλύτερο software και hardware.

Καθώς ο κόσμος γίνεται ολοένα και περισσότερο αποκεντρωμένος και συνδεδεμένος θα υπάρξει μια αυξανόμενη ανάγκη peer to peer αλγορίθμων για την βελτίωση της επεκτασιμότητας, της ανωνυμίας και των προβλημάτων σύνδεσης. Οι εφαρμογές των peer to peer είναι πολύ πιθανόν να είναι

εξίσου ή και περισσότερο επιτυχημένες στο μέλλον. Παραδείγματα όπως αυτό του Napster είναι αρκετά πειστικά δείγματα αυτής της πιθανότητας. Πλατφόρμες όπως το JXTA είναι αρκετά πιθανόν να υιοθετηθούν ευρέως.

Τα συστήματα peer to peer θα παραμείνουν μια σημαντική λύση σε συγκεκριμένα προβλήματα των αποκεντρωμένων συστημάτων. Ίσως δεν είναι η μόνη επιλογή και ίσως δεν είναι κατάλληλη για όλα τα προβλήματα αλλά θα συνεχίσει να είναι μια καλή εναλλακτική επιλογή σε περιπτώσεις που απαιτείται επεκτασιμότητα, ανωνυμία και ανέχεια σε σφάλματα. Οι αλγόριθμοι, οι εφαρμογές και οι πλατφόρμες των peer to peer έχουν την δυνατότητα να αναπτυχθούν περαιτέρω στο μέλλον. Από την πλευρά της αγοράς το κόστος ιδιοκτησίας ίσως είναι ο κύριος παράγοντας ανάπτυξης των peer to peer συστημάτων. Η ισχυρή παρουσία peer to peer προϊόντων δείχνει πως εκτός από μια ενδιαφέρουσα για έρευνα τεχνολογία το peer to peer είναι μια υποσχόμενη βάση προϊόντων.

Πηγές

1 http://www.p2pfoundation.net/Main_Page

Η p2p Foundation διατηρεί ένα wiki-based site, blog και newsletter με σκοπό την πληροφόρηση και την ανταλλαγή απόψεων για διάφορες πτυχές των peer to peer δικτύων.

2 http://en.wikipedia.org/wiki/Peer_to_peer

Μια εισαγωγή στην έννοια των peer to peer δικτύων από την online εγκυκλοπαίδεια wikipedia με πλήθος σχετικών links και αναφορών.

3 <http://www.techweb.com/encyclopedia/defineterm.jhtml?term=peer-to-peer+network>

Από την εγκυκλοπαίδεια τεχνολογίας TechEncyclopedia ορισμένες πληροφορίες και διαγράμματα peer to peer δικτύων.

4 <http://www.cachelogic.com/>

Η cachelogic είναι μια εταιρεία παροχής λύσεων peer to peer δικτύωσης. Στην ιστοσελίδα της υπάρχουν χρήσιμες πληροφορίες και ενδιαφέρουσα έρευνα σε θέματα peer to peer.

5 http://www.sandvine.co.uk/solutions/p2p_policy_mngmt.asp

Η Sandvine είναι μια εταιρεία που αναπτύσσει και εμπορεύεται εξοπλισμό δικτύων. Στην ιστοσελίδα της υπάρχουν μερικά white papers για τα peer to peer δίκτυα.

6 <http://www.p2pscience.org/>

Το p2p science είναι ένα site εστιασμένο στις εφαρμογές των peer to peer δικτύων για την επιστήμη. Περιέχει αρκετά links για software, blogs και forums σχετικά με τα peer to peer.

7 <http://www.firstauthor.org/Downloads/P2P.pdf>

Άρθρο για την συμβολή των peer to peer δικτύων στην επιστημονική έρευνα με πλήθος παραπομπών.

8 <http://www.bittorrent.com/>

Η επίσημη ιστοσελίδα του BitTorrent. Περιέχει πλήθος εμπορικών και δωρεάν torrents όπως επίσης γενικές πληροφορίες και οδηγούς χρηστών

9 <http://www.dessent.net/btfaq/>

Απαντήσεις σε μια σειρά συχνών ερωτήσεων για το BitTorrent

10 <http://www.gnutella.com/>

Η επίσημη ιστοσελίδα του Gnutella. Περιέχει γενικές πληροφορίες, οδηγίες για νέα μέλη, links και νέα που αφορούν την κοινότητα των χρηστών του.

11 <http://www.skype.com/products/skypeout/>

Η επίσημη ιστοσελίδα του Skype. Περιέχει οδηγούς για τη χρήση του, online shop, ανακοινώσεις και γενικότερες πληροφορίες

12 <http://www.idea-group.com/downloads/excerpts/Subramanian01.pdf>

Core Concepts in Peer-to-Peer Networking Detlef Schoder, Kai Fischbach, Christian Schmitt, University of Cologne, Germany

13 <http://www.cs.ucsb.edu/~almeroth/classes/F02.276/papers/p2p.pdf>

Peer-to-Peer Computing Dejan S. Milojicic, Vana Kalogeraki, Rajan Lukose, Kiran Nagaraja1, Jim Pruyne, Bruno Richard, Sami Rollins 2, Zhichen Xu HP Laboratories Palo Alto

14 <http://www.cs.washington.edu/homes/gribble/papers/mmcn.pdf>

A Measurement Study of Peer-to-Peer File Sharing Systems Stefan Saroiu, P. Krishna Gummadi, Steven D. Gribble Dept. of Computer Science and Engineering, Univ. of Washington, Seattle, WA,

15 <http://arxiv.org/ftp/cs/papers/0412/0412017.pdf>

An Analysis of the Skype Peer-to-Peer Internet Telephony Protocol Salman A. Baset and Henning Schulzrinne Department of Computer Science Columbia University, New York NY

16 <http://www.bittorrent.com/bittorrentecon.pdf>

Incentives Build Robustness in BitTorrent Bram Cohen