

**Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Τηλεπικοινωνιών & Δικτύων
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας**



Διπλωματική Διατριβή

**Θέμα: Σχεδιασμός και Ανάπτυξη ενός Peer-to-Peer
Κατανεμημένου Συστήματος Clipboard για Δίκτυα
TCP/IP**

Φοιτητής: Αθανασίου Σωτήρης

Επιβλέπων καθηγητής: Τασιούλας Λέανδρος

Βόλος, Ιούλιος 2008



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 7036/1
Ημερ. Εισ.: 26-03-2009
Δωρεά: Συγγραφέας
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΜΗΥΤΔ
2008
ΑΘΑ

Αθανασίου Σωτήρης

ΣΤΟΥΣ ΓΟΝΕΙΣ ΜΟΥ

Ευχαριστίες

Στην προσπάθειά μου αυτή συνέβαλαν πολλοί άνθρωποι τους οποίους νιώθω την ανάγκη να ευχαριστήσω. Ο επιβλέπων της διπλωματικής μου διατριβής καθηγητής κ. Λέανδρος Τασιούλας δεν σταμάτησε ποτέ να με κατευθύνει και να με διδάσκει. Επίσης, οφείλω να τον ευχαριστήσω για τις πολύτιμες, εύστοχες συμβουλές σε σχέση με τη σταδιοδρομία μου.

Ευχαριστώ θερμά τον Σπύρο Κοψιδά για τον πολύτιμο χρόνο που διέθεσε αλλά και για τη βοήθειά του σε θέματα της Delphi και στη συγγραφή της διπλωματικής.

Νιώθω την ανάγκη να ευχαριστήσω τους ανθρώπους που μας έσμιξε η ζωή όλα τα χρόνια των σπουδών μου. Ευχαριστώ λοιπόν τους φίλους μου, που με τον δικό του τρόπο ο καθένας συνέβαλε και συνεχίζει να συμβάλει στην εκπλήρωση των στόχων μου.

Τελευταίο και πιο σημαντικό, ευχαριστώ την οικογένειά μου για την ηθική, συναισθηματική και οικονομική υποστήριξη όλα αυτά τα χρόνια. Η αγάπη και η εμπιστοσύνη που μου δείχνουν με συγκινεί πραγματικά. Τους ευχαριστώ από την καρδιά μου.

Σωτήρης Αθανασίου
Βόλος, Ιούλιος 2008

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή.....	6-15
1.1 Δίκτυα υπολογιστών.....	6
1.2 Internet.....	8
1.3 Πρωτόκολλο IP.....	9
1.4 Πρωτόκολλο TCP.....	11
1.5 Μοντέλο TCP/IP.....	11
1.6 Μοντέλο OSI.....	12
1.7 Sockets.....	14
1.8 Δρομολόγηση.....	15
2. Peer-to-Peer Δίκτυα.....	17-25
2.1 Ιστορική αναδρομή.....	18
2.2 Χρήση Peer-to-Peer δικτύων.....	19
2.3 Joost.....	21
2.4 Vuze.....	23
2.5 BitTorrent.....	24
2.6 Traffic Shaping.....	25
3. Περιγραφή συστήματος.....	27-50
3.1 NetClip.....	27
3.2 Λειτουργία Clipboard.....	27
3.3 Delphi.....	29
3.4 Τρόπος λειτουργίας.....	30
3.4.1 Καθορισμός φακέλου για διαμοιρασμό.....	31
3.4.2 Σύνδεση με άλλους υπολογιστές.....	33

3.4.3 Συνομιλία (Chat).....	39
3.4.4 Μεταφορά αρχείου.....	41
3.4.5 Αποσύνδεση.....	45
3.4.6 Έξοδος.....	47
4. Συμπεράσματα - Άξονες Μελλοντικής Έρευνας.....	49
5. Βιβλιογραφία-Πηγές.....	50

1. Εισαγωγή

Δίκτυα υπολογιστών

Στις μέρες μας, τα δίκτυα υπολογιστών αναπτύσσονται με ταχείς ρυθμούς. Όταν αναφερόμαστε σε ένα δίκτυο υπολογιστών εννοούμε ένα σύνολο από αυτόνομους ή μη αυτόνομους διασυνδεδεμένους υπολογιστές. Οι υπολογιστές θεωρούνται διασυνδεδεμένοι όταν είναι σε θέση να ανταλλάξουν πληροφορίες μεταξύ τους και αυτόνομοι όταν δεν είναι δυνατό κάποιος υπολογιστής να ελέγξει τη λειτουργία (π.χ. εκκίνηση ή τερματισμό) κάποιου άλλου.

Τα Δίκτυα Ηλεκτρονικών Υπολογιστών διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες :

- Ανάλογα με το φυσικό μέσο διασύνδεσής τους χαρακτηρίζονται ως Ενσύρματα ή Ασύρματα.
- Ανάλογα με τον τρόπο πρόσβασης σε αυτά χαρακτηρίζονται ως Δημόσια ή Ιδιωτικά δίκτυα.
- Ανάλογα με την γεωγραφική κάλυψη του δικτύου χαρακτηρίζονται ως Τοπικά (LAN και WLAN), Μητροπολιτικά (MAN και WMAN) και Ευρείας κάλυψης (WAN και WWAN).

Τα τοπικά δίκτυα ή και LAN (Local Area Networks) είναι δίκτυα που συνδέουν υπολογιστές σε κοντινές αποστάσεις, π.χ. από υπολογιστές που βρίσκονται σε ένα δωμάτιο μέχρι υπολογιστές που απέχουν μερικά χιλιόμετρα μεταξύ τους. Χρησιμοποιούνται συνήθως για να συνδέουν προσωπικούς υπολογιστές και σταθμούς εργασίας σε γραφεία εταιρειών, εργοστάσια, πανεπιστήμια κ.λπ.

Ένα μητροπολιτικό δίκτυο ή και MAN (metropolitan area network) είναι μια μεγαλύτερη εκδοχή ενός τοπικού δικτύου καθώς καλύπτει μεγαλύτερες αποστάσεις, π.χ. από μια ομάδα γειτονικών γραφείων μιας εταιρείας έως μια πόλη.

Τα δίκτυα ευρείας περιοχής ή WAN (wide area network) καλύπτουν μεγάλες γεωγραφικές περιοχές, π.χ. από σύνδεση μεταξύ διαφορετικών πόλεων μέχρι μιας ολόκληρης ηπείρου και μπορούν να συνδέσουν ακόμη και περισσότερα από ένα τοπικά δίκτυα καθώς και ομάδες τοπικών δικτύων. Τα περισσότερα δίκτυα ευρείας περιοχής χρησιμοποιούν τηλεφωνικά δίκτυα ή τηλεπικοινωνιακούς δορυφόρους.

Τα διαδίκτυα είναι δίκτυα ευρείας περιοχής τα οποία καλύπτουν γεωγραφικές περιοχές μίας ή περισσότερων ηπείρων διασυνδέοντας επιμέρους δίκτυα. Σε ένα διαδίκτυο μπορεί να συνυπάρχουν διασυνδεδεμένοι υπολογιστές και δίκτυα που χρησιμοποιούν διαφορετικές τεχνολογίες και λειτουργικά συστήματα. Το Διαδίκτυο (Internet) είναι το μεγαλύτερο τέτοιου είδους δίκτυο.

Internet

Το Internet ξεκίνησε από ένα project του Αμερικανικού στρατού το 1969, το οποίο αποσκοπούσε στη δημιουργία ενός δικτύου μεταφοράς δεδομένων μεταξύ υπολογιστών. Το 1978, δημιουργήθηκε το πειραματικό δίκτυο ARPANET, που συνέδεε λίγους υπολογιστές και αποτέλεσε τον πρόγονο του σημερινού Internet. Το Internet, σήμερα, είναι ένα παγκόσμιο δίκτυο υπολογιστικών συσκευών που παρέχει την υποδομή για επικοινωνία, αποθήκευση και υπολογιστικές εργασίες.

Η επικοινωνία μεταξύ των συσκευών γίνεται μέσω πρωτοκόλλων. Ένα πρωτόκολλο ορίζει τη μορφή και τη σειρά των μηνυμάτων που ανταλλάσσονται ανάμεσα σε δυο ή περισσότερες επικοινωνούσες οντότητες, όπως και τις ενέργειες που γίνονται κατά τη διάρκεια μετάδοσης και/ή της λήψης ενός μηνύματος ή άλλου γεγονότος. Το Transmission Control Protocol (TCP) και το Internet Protocol (IP) είναι τα κυριότερα πρωτόκολλα του Internet.

Πρωτόκολλο IP

Το Internet πρωτόκολλο (IP) μπόρεσε να συνδέσει εκατομμύρια υπολογιστών και να φέρει μία καινούργια πραγματικότητα στην παροχή πρόσβασης στην πληροφορία. Το IP αναπτύχθηκε πριν είκοσι χρόνια σαν το πρωτόκολλο του network επιπέδου της αρχιτεκτονικής του Διαδικτύου (Internet) και μαζί με το πρωτόκολλο του transport επιπέδου TCP (Transmission Control Protocol) δημιούργησαν την οικογένεια πρωτοκόλλων TCP/IP. Το IP λοιπόν έγινε η βάση της δημιουργίας πάρα πολλών client-server ή peer-to-peer εφαρμογών και εκμεταλλεύεται έτσι την δυνατότητα της δικτυακής σύνδεσης.

Το IP πρωτόκολλο εκτελεί τρεις βασικές λειτουργίες. Πρώτη είναι η διευθυνσιοδότηση (addressing). Κάθε συσκευή στο διαδίκτυο χαρακτηρίζεται από μια μοναδική διεύθυνση. Αυτή αποτελείται από 32 bits (4 bytes) χωρισμένα σε τέσσερις οκτάδες. Μετατρέποντας κάθε οκτάδα από bits σε έναν δεκαδικό αριθμό, μια IP διεύθυνση μοιάζει με: «195.252.16.191». Δεύτερη βασική λειτουργία είναι η δρομολόγηση (routing). Με πληροφορία που αποκομίζεται από την IP διεύθυνση και από πίνακες δρομολόγησης που βρίσκονται σε κάθε συσκευή, το IP πρωτόκολλο αναλαμβάνει να βρει ένα μονοπάτι από μια τερματική συσκευή σε μια άλλη. Βοηθητικά πρωτόκολλα για αυτή τη λειτουργία είναι τα RIP, HELLO, IGRP, OSPF. Τρίτη βασική λειτουργία του IP είναι το fragmentation (κατακερματισμός). Το IP αναλαμβάνει να «σπάσει» την πληροφορία που πρέπει να σταλεί μέσω του δικτύου σε πακέτα, τα οποία είναι οι μονάδες μεταφοράς δεδομένων στο Internet. Τα πακέτα αυτά αφού δημιουργηθούν, σταλούν και φτάσουν στην τερματική συσκευή προορισμού, επανα-συναρμολογούνται από το IP και παραδίδονται στην εφαρμογή για την οποία προορίζονται. Χαρακτηριστικά του IP είναι ότι δε δημιουργεί λογικές συνδέσεις (connectionless), δεν κάνει αξιόπιστη μεταφορά των δεδομένων και δεν εγγυάται ότι τα πακέτα θα φτάσουν στον προορισμό με τη σειρά όπου εστάλησαν.

Η μεγάλη ανάπτυξη του Διαδικτύου (Internet), που καλείται να εξυπηρετήσει δισεκατομμύρια χρηστών, καθώς και οι απαιτήσεις των νέων δικτυακών εφαρμογών δεν μπορούν να αντιμετωπισθούν από το IPv4(IP – version - 4), το οποίο και αποτελεί το υπάρχον IP.

Αυτό είναι λογικό γιατί δεν ήταν δυνατό στο σχεδιασμό του IPv4 να προέβλεπαν αυτήν την αλματώδη εξέλιξη που θα είχε ο δικτυακός χώρος. Η αδυναμία λοιπόν του IPv4 να ακολουθήσει τις εξελίξεις, ώθησε τον οργανισμό IETF(Internet Engineering Task Force), να εκδώσει πρόσκληση για προτάσεις για το Ipvng (Next Generation Internet Protocol—

RFC1752) τον Ιούλιο του 1992. Αρκετές προτάσεις εμφανίστηκαν, και μέχρι το τέλος του 1994, σ' ένα συνέδριο στο Τορόντο, ο τελικός σχεδιασμός για το IPng προέκυψε.

Ένα μεγάλο βήμα έγινε τον Ιανουάριο του 1995 με την έκδοση της RFC 1752 «Σύσταση για το πρωτόκολλο IPng» ("The Recommendation for the IP Next Generation Protocol"), στην οποία δίνονται οι απαιτήσεις για το IPng, προσδιορίζεται η διαμόρφωση του Protocol Data Unit (PDU), και παρουσιάζει την προσέγγιση του IPng στους τομείς της διευθυνσιοδότησης, δρομολόγησης και ασφάλειας. Στη συνέχεια ένας αριθμός κειμένων προσδιόρισε τις λεπτομέρειες του πρωτοκόλλου, το οποίο επισήμως ονομάστηκε *IPv6*. Τα κείμενα αυτά περιλαμβάνουν μια γενική περιγραφή του IPv6 (RFC 1883), μία σύσταση για την ετικέτα "ελέγχου ροής" του header του IPv6 (RFC1809), και αρκετές συστάσεις που έχουν να κάνουν με θέματα διευθυνσιοδότησης (RFC 1884,1886,1887).

Το επίσημο όνομα του είναι IPv6 (Internet Protocol version 6) και έρχεται να δώσει λύση στο εμφανή πρόβλημα της έλλειψης διευθύνσεων που παρουσιάζει το IPv4 και όχι μόνο, γιατί λόγω του βελτιωμένου σχεδιασμού του καθορίζει μία ομάδα από υπηρεσίες όπως ασφάλεια, υψηλή απόδοση, εύκολη διεύθυνση (configuration), δημιουργώντας με αυτό το τρόπο ένα πιο αξιόπιστο δίκτυο με λιγότερο διαχειριστικό βάρος.

Όμως η πραγματική πρόκληση για το IPv6 έγκειται στο εάν θα επιτύχει να "δέσει" το περιβάλλον του επερχόμενου δικτύου, όπου εκτός από τους συμβατικούς υπολογιστές, θα αποτελείται από μυριάδες άλλες συσκευές όπως προσωπικοί επεξεργαστές δεδομένων μεγέθους παλάμης (palmtop personal data assistants-PDA), υβριδικά κινητά τηλέφωνα με υπολογιστικές δυνατότητες, έξυπνα κουτιά με ενσωματωμένους Web browsers καθώς και από φωτοτυπικά μηχανήματα ενός γραφείου έως και συσκευές που χρησιμοποιούνται στην κουζίνα ενός σπιτιού.

Η επιτυχία του IPv6 θα βασιστεί όμως και στη δυνατότητα του να εντάξει το παλιό στο καινούργιο. Είναι γνωστό το μέγεθος που έχει ήδη το Διαδίκτυο και η μετάβαση από το IPv4 στο IPv6 δεν είναι απλή υπόθεση αλλά απαιτεί σωστή στρατηγική έτσι ώστε να παραμείνει αδιάλειπτη και αποδοτική η λειτουργία του Διαδικτύου.

Το πλήθος των IP διευθύνσεων που μπορεί να υποστηρίξει το IPv6 είναι υπερβολικά μεγάλο. Ενδεικτικά αναφέρεται πως υποστηρίζει μέχρι 2^{128} (3.4×10^{38}) διευθύνσεις ή αλλιώς 5×10^{28} διευθύνσεις για τον καθένα από τους 6.5 δισεκατομμύρια (6.5×10^9) ανθρώπους σήμερα. Από μια άλλη οπτική γωνία, υποστηρίζονται 2^{52} διευθύνσεις για κάθε αστέρι που υπάρχει στο μέχρι στιγμής γνωστό σύμπαν.

Πρωτόκολλο TCP

Το TCP δημιουργεί μια λογική σύνδεση μεταξύ δυο τερματικών συσκευών (connection oriented) και μπορεί να εγγυηθεί αξιόπιστη μεταφορά δεδομένων από το ένα άκρο στο άλλο. Αυτά τα δεδομένα έχουν τη μορφή ανεξάρτητων πακέτων, τα οποία το TCP φροντίζει να φτάσουν χωρίς σφάλματα και με τη σωστή σειρά.

Μοντέλο TCP/IP

TCP/IP ονομάζεται μια σουίτα/συλλογή πρωτοκόλλων με βασικά της πρωτόκολλα φυσικά το TCP και το IP. Στην αρχή το TCP/IP χρησιμοποιήθηκε για την διασύνδεση των διαφορετικών υπολογιστικών συστημάτων που χρησιμοποιούσε η κυβέρνηση των Η.Π.Α αλλά λόγω της εξαιρετικής του δύναμης εξαπλώθηκε παγκοσμίως νικώντας τις άλλες δικτυακές κατευθύνσεις και τεχνολογίες όπως: OSI, SNA, DECnet, NETware, κ.α.

Αυτή η συλλογή πρωτοκόλλων, όπως και πολλές άλλες άλλωστε, είναι οργανωμένη σε στρώματα ή επίπεδα (layers). Το καθένα τους απαντά σε συγκεκριμένα προβλήματα μεταφοράς δεδομένων και παρέχει μια καθορισμένη υπηρεσία στα υψηλότερα στρώματα. Τα ανώτερα επίπεδα είναι πιο κοντά στη λογική του χρήστη και εξετάζουν πιο αφηρημένα δεδομένα, στηριζόμενα σε πρωτόκολλα χαμηλότερων στρωμάτων για να μεταφράσουν δεδομένα σε μορφές που μπορούν να διαβιβαστούν με φυσικά μέσα. Το μοντέλο TCP/IP που χρησιμοποιείται σήμερα στο διαδίκτυο έχει 5 στρώματα όπως φαίνονται παρακάτω:

Επίπεδο	Όνομα	Λειτουργία
1	Φυσικό	Μετάδοση bits
2	Διασύνδεση Δικτύου	Οργάνωση δεδομένων σε πακέτα και μεταφορά τους μέσα από μια δεδομένη ζεύξη
3	Διαδίκτυο(IP)	Μορφή πακέτων και μετάδοσής τους από άκρο σε άκρο
4	Μεταφορά(TCP,UDP)	Αξιόπιστη παράδοση μηνυμάτων από άκρο σε άκρο
5	Εφαρμογή	Υπηρεσίες δικτύου

Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφέρουμε ότι τα στρώματα προέκυψαν με βάση συγκεκριμένες αρχές. Κάθε επίπεδο στον πομπό τεμαχίζει την πληροφορία που πρέπει να μεταφερθεί και περνά τα πακέτα στο κατώτερο επίπεδο. Κύριος στόχος του μοντέλου TCP/IP

είναι να μπορεί να συνδέει με διάφανο τρόπο πολλαπλά δίκτυα, τα οποία πιθανώς θα χρησιμοποιούν διαφορετικές τεχνολογίες. Αυτό επιτυγχάνεται με την ανεξαρτησία και τη διάφανη λειτουργία των επιπέδων. Το βασικότερο επίπεδο του μοντέλου είναι το επίπεδο διαδικτύου (internet layer) που η δουλειά του είναι να επιτρέπει στους πελάτες να εισάγουν πακέτα στο δίκτυο σε οποιοδήποτε σημείο και στη συνέχεια αυτό αναλαμβάνει να τα αποστείλει στον προορισμό.

Μοντέλο OSI

Το μοντέλο OSI είναι μια ιεραρχική δομή επτά επιπέδων που καθορίζει τις απαιτήσεις για επικοινωνία δύο υπολογιστών μεταξύ τους και καθορίστηκε ως πρότυπο ISO 7498-1. Θεωρήθηκε ότι θα επέτρεπε την διαλειτουργικότητα μεταξύ διαφόρων συσκευών που προσέφεραν στην αγορά οι διάφοροι κατασκευαστές. Το μοντέλο επιτρέπει σε όλα τα στοιχεία ενός δικτύου να συλλειτουργούν ανεξάρτητα από το ποιος είναι ο κατασκευαστής τους. Περί τα τέλη της δεκαετίας 1980 ο ISO συνιστούσε την εφαρμογή του μοντέλου OSI ως δικτυακού προτύπου.

Επίπεδο	Όνομα	Λειτουργία
1	Φυσικό	Μετάδοση bits
2	Σύνδεση Δεδομένων	Μετάδοση πακέτων μέσα από μια δεδομένη ζεύξη
3	Δίκτυο(IP)	Μετάδοση πακέτων από άκρο σε άκρο
4	Διακίνηση(TCP,UDP)	Παράδοση μηνυμάτων από άκρο σε άκρο
5	Σύνοδος(DNS)	Εγκατάσταση και διαχείριση συνομιλίας από άκρο σε άκρο
6	Παρουσίαση	Διαμόρφωση, κρυπτογράφηση και συμπίεση δεδομένων
7	Εφαρμογές(FTP,SMTP)	Υπηρεσίες δικτύου (π.χ. ηλεκτρονικό ταχυδρομείο και μεταφορά αρχείων)

Βέβαια, εκείνη την εποχή, το πρωτόκολλο TCP/IP ήταν ήδη επί πολλά χρόνια σε χρήση. Το TCP/IP ήταν θεμελιώδες για το δίκτυο ARPANET και τα άλλα δίκτυα που εξελίχθηκαν στο σημερινό Διαδίκτυο.

Μόνο ένα υποσύνολο του μοντέλου OSI χρησιμοποιείται σήμερα. Η γενική αντίληψη είναι ότι οι περισσότερες προδιαγραφές του είναι περίπλοκες και η πλήρης λειτουργικότητά του θα χρειαζόταν μεγάλο χρόνο κατασκευής, αν και υπάρχουν πολλοί άνθρωποι που υποστηρίζουν σθεναρά το μοντέλο OSI.

Sockets

Οι εφαρμογές που τρέχουν στις συσκευές του δικτύου έχουν την ανάγκη να επικοινωνήσουν με όμοιες ή διαφορετικές εφαρμογές σε άλλες συσκευές. Η IP διεύθυνση μπορεί να καθορίσει μοναδικά μια συσκευή-προορισμό αλλά δε μπορεί να καθορίσει και την εφαρμογή για την οποία προορίζεται κάποια πληροφορία. Σε κάθε συσκευή τρέχουν πολλές εφαρμογές, κάθε μια από τις οποίες συνδέεται (bind) σε μια θύρα (port) της συσκευής, από όπου μπορεί να λάβει ή να στείλει δεδομένα (πακέτα). Το port είναι ένα νούμερο από 16 bits (τιμές από 0 έως 65535).

Μια εφαρμογή σε έναν υπολογιστή καθορίζεται από την IP διεύθυνση του υπολογιστή και τον αριθμό port της εφαρμογής. Έτσι κάθε πακέτο (UDP ή TCP) που στέλνεται στο Internet πρέπει να έχει μια IP διεύθυνση και ένα port προορισμού. Το ζεύγος αυτό ονομάζεται και socket και όπως είπαμε καθορίζει μοναδικά μια εφαρμογή. Εφαρμογές που είναι standard στο TCP/IP χρησιμοποιούν τον ίδιο αριθμό port πάντα. Για παράδειγμα http: port 80, telnet: port 23, ftp: port 21, smtp: port 25, snmp: port 161 & 162 κ.λ.π.

Δρομολόγηση

Ο όρος δρομολόγηση αναφέρεται στην μεταφορά ενός IP datagram από ένα κόμβο σε έναν άλλο, του ίδιου ή διαφορετικού δικτύου. Ο όρος αναφέρεται επίσης στον δρόμο που θα ακολουθήσει το IP datagram προκειμένου να φθάσει στον προορισμό του, και ο οποίος βασίζεται στην IP διεύθυνση του δικτύου προορισμού. Έχουμε δύο περιπτώσεις δρομολόγησης, άμεση και έμμεση.

Άμεση δρομολόγηση (direct) έχουμε όταν, κάποιος κόμβος στέλνει IP datagrams σε κόμβο του ίδιου υπο-δικτύου (π.χ. του ίδιου Ethernet segment). Τότε με κατάλληλα μηνύματα (ARP) μπορεί να πληροφορηθεί την φυσική διεύθυνση του άλλου κόμβου, να τοποθετήσει το datagram σε ένα MAC πλαίσιο με τη φυσική διεύθυνση αυτή, και να το μεταδώσει.

Στην έμμεση δρομολόγηση (indirect), κάποιος κόμβος στέλνει IP datagrams σε κόμβο διαφορετικού δικτύου χρησιμοποιώντας κατάλληλους ενδιάμεσους κόμβους, οι οποίοι ονομάζονται δρομολογητές (routers). Όταν κάποιος κόμβος αναγνωρίσει ότι ένα IP datagram κατευθύνεται σε κόμβο διαφορετικού δικτύου, τότε μέσα από μικρό πίνακα δρομολόγησης, που διαθέτει, επιλέγει τον κατάλληλο δρομολογητή. Με ένα ARP μήνυμα μαθαίνει την φυσική διεύθυνση του δρομολογητή αυτού, και του στέλνει το IP datagram με ένα MAC πλαίσιο. Σε περίπτωση που ο δρομολογητής είναι συνδεδεμένος και στο δίκτυο προορισμού, τότε πληροφορείται με παρόμοιο τρόπο την φυσική διεύθυνση του κόμβου προορισμού και του στέλνει το IP datagram. Σε αντίθετη περίπτωση, βρίσκει με τη σειρά του ένα δεύτερο δρομολογητή στην φυσική διεύθυνση του οποίου στέλνεται το datagram, ο οποίος με την σειρά του θα εκτελέσει τις ίδιες λειτουργίες. Οι δρομολογητές, παίρνουν αποφάσεις με βάση το δίκτυο προορισμού και όχι με βάση τον σταθμό προορισμού. Αυτό σημαίνει ότι εξετάζουν αν είναι συνδεδεμένοι με δίκτυο το οποίο έχει το ίδιο netid με το κόμβο προορισμού, διαφορετικά στέλνουν το datagram σε άλλο δρομολογητή, ο οποίος θα καθορίσει τη συνέχεια της διαδρομής. Με λίγα λόγια, οι δρομολογητές σε ένα TCP/IP δίκτυο αποτελούν ένα συνεργαζόμενο διασυνδεδεμένο σύνολο, όπου datagrams περνούν από δρομολογητή σε δρομολογητή, έως ότου φθάσουν σ' εκείνο το δρομολογητή όπου η άμεση δρομολόγηση θα είναι δυνατή.

Κάθε αλγόριθμος δρομολόγησης χρησιμοποιεί ένα πίνακα δρομολόγησης (routing table), όπου αποθηκεύονται πληροφορίες για τις διαδρομές που πρέπει να ακολουθήσει κάποιο datagram προκειμένου να φθάσει στον κόμβο προορισμού του.

Ο τρόπος επιλογής της διαδρομής που θα ακολουθηθεί από ένα datagram έχει σημαντικές συνέπειες στις επιδόσεις του δικτύου. Ορισμένα προβλήματα που μπορεί να προκύψουν έχουν ως εξής.

Σε περίπτωση που ορίζεται μια στατική διαδρομή για κάποιο δίκτυο προορισμού, όλο το φορτίο για το δίκτυο αυτό (δηλ. για όλους τους κόμβους του δικτύου αυτού) θα ακολουθήσει την ίδια διαδρομή. Έτσι, ακόμα και στην περίπτωση που υπάρχουν πολλαπλές εναλλακτικές λύσεις για την δρομολόγηση προς το δίκτυο αυτό, αυτές δεν χρησιμοποιούνται. Επίσης, εξαιτίας του τρόπου δρομολόγησης παράμετροι, όπως καθυστέρηση, φορτίο, ταχύτητα για κάθε διαδρομή δεν λαμβάνονται υπ' όψη.

Οι πληροφορίες που καθορίζουν τη δρομολόγηση αφορούν τους δρομολογητές και όχι τους τελικούς κόμβους (υπολογιστές). Μόνο ο τελευταίος δρομολογητής, ο οποίος θα εκτελέσει την άμεση δρομολόγηση και θα δοκιμάσει να επικοινωνήσει με τον κόμβο προορισμό, είναι αυτός που πρώτος θα διαπιστώσει αν ο κόμβος αυτός λειτουργεί ή όχι. Στο ενδιάμεσο διάστημα ένα σημαντικό φορτίο μπορεί να έχει πλημμυρίσει το δίκτυο, ακόμα και αν ο κόμβος προορισμού είναι εκτός λειτουργίας.

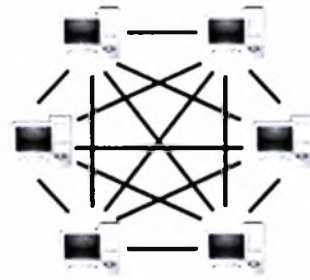
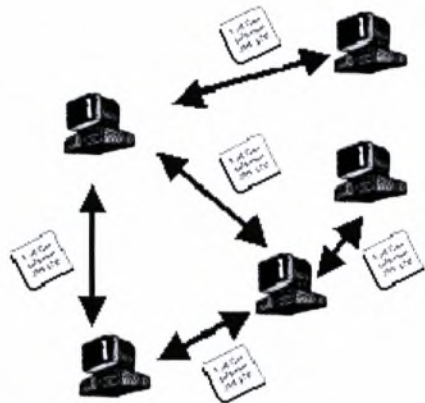
Κάθε δρομολογητής εκτελεί την λειτουργία της δρομολόγησης κατανεμημένα, ανεξάρτητα από τους υπόλοιπους δρομολογητές. Μπορεί να προκύψουν αστάθειες στον αλγόριθμο δρομολόγησης, δρόμοι με βρόγχους (loops) και διαφορές στη δρομολόγηση μεταξύ δύο κόμβων προς τις δύο κατευθύνσεις. Έτσι, υπάρχει η περίπτωση το φορτίο από κάποιο κόμβο A προς κάποιο κόμβο B να ακολουθεί διαφορετική διαδρομή από αυτή που ακολουθεί το φορτίο από τον κόμβο B προς τον κόμβο A, και η μία κατεύθυνση να είναι προσωρινά αδύνατη.

Οι συνήθεις αλγόριθμοι δρομολόγησης λαμβάνουν υπόψη και προκαθορισμένες διαδρομές (default), στην περίπτωση που δεν υπάρχει άλλη εναλλακτική διαδρομή. Η επιλογή αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για διασυνδεδεμένα τοπικά δίκτυα με μία έξοδο προς το Internet. Επιπλέον, οι συνήθεις αλγόριθμοι δρομολόγησης μπορούν να λάβουν υπ' όψη τους και διαδρομές για κόμβους προορισμού (αντί για δίκτυα προορισμού), δίνοντας κατ' αυτό τον τρόπο στον διαχειριστή του δικτύου δυνατότητες για καλύτερο έλεγχο του δικτύου.

Στο ασύρματα δίκτυα, το μεγαλύτερο πρόβλημα είναι η αστάθεια των διαδρομών, καθώς κάποιες ραδιοξέυξεις μπορούν να παρουσιάζουν διακυμάνσεις στην απόδοσή τους, η και να διακοπούν τελείως.

2. Peer-to-Peer Δίκτυα

Ένα δίκτυο υπολογιστών peer-to-peer (ή P2P) είναι ένα δίκτυο που επιτρέπει σε δύο ή περισσότερους υπολογιστές να μοιράζονται τους πόρους τους ισοδύναμα. Το δίκτυο αυτό χρησιμοποιεί την επεξεργαστική ισχύ, τον αποθηκευτικό χώρο και το εύρος ζώνης (bandwidth) των κόμβων. Όλοι οι κόμβοι του δικτύου έχουν ίσα δικαιώματα. Πληροφορίες που βρίσκονται στον ένα κόμβο, ανάλογα με τα δικαιώματα που καθορίζονται, μπορούν να διαβαστούν από όλους τους άλλους και αντίστροφα.



Ιστορική αναδρομή

Παρακάτω ακολουθεί μια ιστορική αναδρομή: Στις αρχές του 1999 ο Shawn Fanning ξεκίνησε την υλοποίηση μιας ιδέας, η οποία θα του έδινε τη δυνατότητα αυτός και οι φίλοι του να αναζητήσουν στο Internet μουσικά κομμάτια MP3 της προτίμησής τους. Μερικούς μήνες αργότερα, η Napster Inc. μετρούσε πάνω από 21 εκατομμύρια χρήστες. Σε καμία περίπτωση όμως ο 18χρονος τότε μαθητής δεν μπορούσε να φανταστεί ότι το δημιούργημά του θα άλλαζε τον τρόπο με τον οποίο απολαμβάνουμε πολυμεσικές εφαρμογές και γενικά να επικοινωνούμε.

Η βασική ιδέα πίσω από το Napster ήταν η δημιουργία μιας εφαρμογής-πρωτοκόλλου, η οποία θα συνδύαζε μια search engine, ενός προγράμματος ανταλλαγής αρχείων βασισμένης στα πρωτόκολλα διαμοιρασμού αρχείων των Windows και του UNIX και ενός IRC client, ώστε να είναι εφικτή η συζήτηση μεταξύ των χρηστών που βρισκόταν εκείνη τη στιγμή online. Το όνομα της εφαρμογής προήλθε από το παρατσούκλι του Fanning στο σχολείο λόγω του περίεργου κουρέματός του. Η εφαρμογή του Fanning έγινε νούμερο 1 στις προτιμήσεις των χρηστών στον δικτυακό τόπο download.com και άνοιξε το δρόμο για την επανάσταση των δικτύων Peer-to-Peer η οποία συνεχίζεται ως τις μέρες μας.

Χρήση Peer-to-Peer Δικτύων

Είναι γενικά αποδεκτό ότι η χρήση τέτοιων δικτύων ενώνει χρήστες από όλο τον κόσμο λειτουργώντας χωρίς λογοκρισία, ελέγχους ή φραγμούς προάγοντας τη βασική ιδέα της δημιουργίας του παγκοσμίου ιστού που δεν είναι άλλη από την ελεύθερη διακίνηση ιδεών και τη δωρεάν παροχή υπηρεσιών και πληροφοριών.

Οι εφαρμογές που αναπτύχθηκαν διαχωρίζονται σύμφωνα με τον τρόπο που γίνεται η ανεύρεση του επιθυμητού υλικού σε:

- *κεντριοποιημένες* όπου οι χρήστες εγγράφονται σε ένα κεντρικό εξυπηρετητή ο οποίος είναι υπεύθυνος να τους ανακατευθύνει στην πηγή του υλικού που είναι διαθέσιμη εκείνη τη στιγμή (π.χ. napster).
- *μη κεντριοποιημένες* που βασίζονται κυρίως στη τεχνική flooding όπου η απαίτηση για κάποιο υλικό διαχέεται στους γειτονικούς κόμβους και έπειτα στους γειτονικούς αυτών κ.ο.κ. μέχρι κάποιος να απαντήσει ότι διαθέτει το υλικό και να ξεκινήσει η p2p επικοινωνία (π.χ. gnutella).
- και στις *υβριδικές* όπου κάποιοι από τους κόμβους παίζουν τον ρόλο των super κόμβων και αναλαμβάνουν αυτοί την ανεύρεση του υλικού (π.χ. kazaa).

Η απλή δομή, το μηδαμινό κόστος και η άναρχη ροή πληροφορίας είναι τα στοιχεία που καθιστούν τη λειτουργία των P2P δικτύων μοναδική. Η φιλοσοφία τους δίνει τη δυνατότητα στους συμμετέχοντες της δημιουργίας δυναμικά αναπτυσσόμενων χώρων, το περιεχόμενο των οποίων καθορίζεται από τους ίδιους τους χρήστες.

Από την άλλη τα δίκτυα p2p καθιστούν δυνατή την αντιγραφή και διανομή αρχείων μεταξύ χρηστών, τα οποία προστατεύονται από πνευματικά δικαιώματα, όπως τραγούδια, ταινίες και λογισμικό, χωρίς τη συναίνεση του κατόχου των πνευματικών δικαιωμάτων. Η ευρεία χρήση των δικτύων p2p για αυτόν τον σκοπό συντέλεσε ώστε τα δίκτυα να ταυτιστούν με έννοιες όπως «παρανομία» και να υποστούν πόλεμο τόσο τα ίδια και οι δημιουργοί τους, όσο και οι χρήστες τους. Ειδικά στα συγκεντρωτικά p2p δίκτυα, όπως το Napster, η κατηγορία ήταν ότι η μεσολάβηση μεταξύ των χρηστών και η αποθήκευση στον κεντρικό server της εταιρίας των στοιχείων που ήταν απαραίτητα για την ανταλλαγή αρχείων ήταν αρκετή, για να στοιχειοθετηθεί συνέργεια της εταιρίας που λειτουργούσε το δίκτυο στην παραβίαση της πνευματικής ιδιοκτησίας που τελούσαν οι χρήστες. Στην υπόθεση Napster στην Αμερική η ομώνυμη εταιρία καταδικάστηκε να καταβάλει υψηλές αποζημιώσεις σε πνευματικούς δημιουργούς και κατόχους πνευματικών δικαιωμάτων ως συνεργός στην παραβίαση των δικαιωμάτων τους που τελούσαν οι χρήστες, ανταλλάσσοντας παράνομα

αντίγραφα μεταξύ τους. Σαν αντίδραση σε αυτήν τη νομολογία αναπτύχθηκαν τα αποκεντρωτικά συστήματα p2p, στα οποία δεν υπάρχει κεντρικός server που να αποθηκεύει την οποιαδήποτε πληροφορία σχετικά με τα ανταλλασσόμενα αρχεία, παρά μόνο ένα λογισμικό, το οποίο επιτρέπει τη διασύνδεση των υπολογιστών των τελικών χρηστών απ' ευθείας μεταξύ τους. Και εκεί όμως προέκυψε θέμα ευθύνης του παρόχου του λογισμικού με την αιτιολογία ότι κύριος στόχος ενός τέτοιου λογισμικού είναι η παραβίαση πνευματικών δικαιωμάτων και οι νόμιμες αντιγραφές αρχείων αποτελούν ελάχιστο ποσοστό των ανταλλαγών μεταξύ χρηστών. Με αυτήν την επιχειρηματολογία το Ανώτατο Δικαστήριο των ΗΠΑ έκρινε ότι η εταιρία Grokster υπέχει ευθύνη για τις παράνομες αντιγραφές και ανταλλαγές αρχείων που έκαναν οι χρήστες με τη βοήθεια του λογισμικού της.

Παράλληλα έγιναν όμως και ενέργειες χρηστών αλλά και ολόκληρων κοινοτήτων για να καταδείξουν ότι τα P2P χρησιμοποιούνται και για καλό σκοπό. Ενδεικτική είναι πρόσφατη προσπάθεια πανεπιστημίων και ερευνητικών κέντρων για τη δημιουργία μιας εφαρμογής για P2P δίκτυα. Το εγχείρημα αυτό γνωστό και ως LionShare βασίζεται στα δεύτερης γενιάς P2P δίκτυα και φτιάχεται για το διαμοιρασμό στους χρήστες τους ακαδημαϊκού υλικού. Ένα άλλο ίσως πιο γνωστό τέτοιο δίκτυο είναι το SETI@home.

Μια πρόσφατη είδηση αποδεικνύει ότι πλέον και επίσημοι φορείς αναγνωρίζουν τη χρησιμότητα των εφαρμογών peer-to-peer για την εξοικονόμηση πόρων στην διανομή περιεχομένου. Έτσι η Ευρωπαϊκή Ένωση αποφάσισε να χρηματοδοτήσει με 19 εκατομμύρια ευρώ για τα επόμενα τέσσερα χρόνια ένα ερευνητικό πρόγραμμα στο οποίο συμμετέχουν πανεπιστήμια, όπως το Delft University of Technology και το Lancaster University, αλλά και σημαντικοί εκπρόσωποι των ΜΜΕ όπως το BBC.

Η βασική ιδέα του προγράμματος είναι η δημιουργία μιας open source πλατφόρμας διανομής τηλεοπτικών προγραμμάτων που θα βασίζεται στην αρχή του peer-to-peer. Κάθε υπολογιστής που θα συμμετέχει θα αποτελεί ταυτόχρονα client αλλά και server προωθώντας το περιεχόμενο στους άλλους κόμβους του δικτύου.

Το P2P-Next project όπως είναι το όνομα του θα βασιστεί στο p2p πρωτόκολλο Tribler. Σύμφωνα με τον υπεύθυνο του προγράμματος στο BBC, στόχος του είναι ο πειραματισμός πάνω στις δυνατότητες που προσφέρει η ανταλλαγή περιεχομένου σε βάση ισοτιμίας για τις διαδικτυακές εφαρμογές τηλεόρασης νέας γενιάς.

Η χρησιμοποίηση του peer-to-peer για τη διανομή τηλεοπτικών προγραμμάτων στο διαδίκτυο δεν είναι καινούρια ιδέα. Αυτό γιατί το κόστος του απαιτούμενου bandwidth στην κλασική διανομή είναι απαγορευτικό. Έτσι όλο και περισσότερες υπηρεσίες βασίζονται τις μεθόδους διανομής τους στην συνεισφορά ευρυζωνικότητας των ίδιων των χρηστών.

Joost

Το Joost, όπως και η προηγούμενη δημιουργία των Janus Friis και Niklas Zennström το Skype, αποτελεί μια προσπάθεια να « δαμαστεί » το peer-to-peer και να μπει στην υπηρεσία της επικοινωνιακής βιομηχανίας. Κάτι που φαίνεται να πετυχαίνουν.

Οι υπολογιστές συνδεδεμένοι στο δίκτυο του Joost, που έφτασαν αισίως το ένα εκατομμύριο, όχι μόνο κατεβάζουν τηλεοπτικά προγράμματα σε μορφή streaming αλλά ταυτόχρονα λειτουργούν σαν servers προωθώντας το περιεχόμενο στους άλλους χρήστες. Σύμφωνα με τα τεστ του ηλεκτρονικού περιοδικού Ratiatum το Joost όσο είναι σε λειτουργία, ακόμα και αν ο χρήστης δεν παρακολουθεί το πρόγραμμα, καταναλώνει κατά μέσο όρο 200MB ανερχόμενης διαδικτυακής χωρητικότητας (upload) την ώρα. Εάν υποθέσουμε ότι ένας στους πέντε χρήστες είναι συνδεδεμένος οποιαδήποτε στιγμή τότε οι ικανότητες upload του συστήματος, μόνο χάρη στους χρήστες, φτάνουν τον αστρονομικό ποσό των 40TB την ώρα !

Το χαρακτηριστικό αυτό του Joost αποτελεί μια έκφραση αυτού που οικονομολόγοι των δικτύων αποκαλούν club effect : όσο τα προσφερόμενα περιεχόμενα αυξάνονται τόσο οι χρήστες του συστήματος πολλαπλασιάζονται και κατ' επέκταση τόσο οι ικανότητες upload του συστήματος μεγαλώνουν προσφέροντας έτσι τη δυνατότητα για διακίνηση περισσότερου περιεχομένου.

Τα περιεχόμενα της υπηρεσίας, σε αντίθεση με τα άλλα δίκτυα peer-to-peer τα οποία τροφοδοτούνται από τους ίδιους τους χρήστες, προέρχονται από προμηθευτές ιδιόκτητου περιεχομένου. Μεταξύ αυτών βρίσκουμε πολυεθνικούς παράγοντες της επικοινωνιακής βιομηχανίας (CBS, Viacom, Time-Warner) αλλά και ανεξάρτητους παραγωγούς και διανομείς μικρού μεγέθους (All3Media, September Films, Wall to Wall, IndieFlix, Shorts International). Το CBS και η Viacom μαζί με το Sequoia Capital, μέτοχο του Google και του Yahoo, είναι οι κύριοι χρηματοδότες της εταιρείας.

Το οικονομικό μοντέλο του Joost βασίζεται στη προσωποποιημένη διαφήμιση. Για να γίνει αυτό η εταιρεία εκμεταλλεύεται δύο πηγές πληροφόρησης ώστε να εντοπίσει τα συγκεκριμένα προφίλ των χρηστών. Από τη μία τις πληροφορίες που οι χρήστες δίνουν τη στιγμή της εγγραφής στην υπηρεσία και από την άλλη τις προτιμήσεις τους σε σχέση με τα περιεχόμενα που καταναλώνουν. Από ότι φαίνεται το μοντέλο αυτό ταιριάζει στις απαιτήσεις των διαφημιζόμενων αφού μεταξύ αυτών βρίσκουμε μεγάλες πολυεθνικές (Nike, Microsoft, General Motors, L'Oréal).

Σήμερα στο Joost υπάρχουν τουλάχιστον 400 κανάλια, η πλειονότητα των οποίων αποτελείται από προγράμματα ροής. Έτσι πάνω από τα μισά προσφέρουν μουσικά κλιπ,

αθλητικές εκπομπές, τηλεπαιχνίδια και talk shows. Αυτό εξηγείται από τη φύση αυτών των εκπομπών η αξία των οποίων μειώνεται δραστικά μετά από την πρώτη τους τηλεοπτική μετάδοση. Έτσι οι προμηθευτές περιεχομένου δεν διστάζουν να χορηγήσουν τα δικαιώματα εκμετάλλευσης σε μια διαδικτυακή υπηρεσία όπως το Joost.

Ταυτόχρονα τα περιεχόμενα αποθέματος (στοκ) όπως οι ταινίες και οι σειρές είναι πολύ λιγότερα και αποτελούνται κυρίως από προγράμματα που βρίσκουν δύσκολα το δρόμο μέχρι τα παραδοσιακά τηλεοπτικά δίκτυα. Μεταξύ αυτών βρίσκουμε ταινίες μικρού μήκους, παλιές αποτυχημένες παραγωγές, σπάνιες ταινίες κτλ.

Αυτό συμβαίνει γιατί το Joost επωφελείται από το φαινόμενο του Long tail που πρώτος ανέπτυξε ο δημοσιογράφος του περιοδικού Wired Chris Anderson πριν επαληθευθεί μέσω επιστημονικών μελετών. Η θεωρία αυτή αναφέρει ότι η διακίνηση περιεχομένου μέσω διαδικτύου μπορεί να αποτελέσει μέσο εμπορικής εκμετάλλευσης « περιθωριακών » πολιτισμικών προϊόντων, δηλαδή αυτών που δεν διανέμονται μέσω παραδοσιακών δικτύων όπως η τηλεόραση, τα δισκάδικα και τα βιβλιοπωλεία. Αυτό γιατί το κοινό τους είναι διασκορπισμένο σε όλο τον πλανήτη. Το διαδίκτυο όντας εκ φύσεως παγκόσμιο αποτελεί το ιδανικό μέσο διανομής τέτοιου είδους περιεχομένων.

Η δραστηριότητα του Joost φαίνεται να κερδίζει έδαφος αφού οι ανταγωνιστές που βασίζονται στο ίδιο μοντέλο όλο και πληθαίνουν.

Vuze

Μετά το Joost, η επομένη πλατφόρμα διανομής βίντεο που μπαίνει δυναμικά στο προσκήνιο λέγεται Vuze. Βασισμένο στο πρωτόκολλο peer-to-peer του Azureus, το Vuze, σύμφωνα με τους δημιουργούς του, έχει ήδη πάνω από τέσσερα εκατομμύρια χρήστες.

Αν και το περιεχόμενο που διανέμεται είναι εμπορικό, το Vuze είναι βασισμένο σε κώδικα open source κάτι που το κάνει την πλατφόρμα του πιο εύπλαστη και εύχρηστη. Προς το παρόν το περιεχόμενο προέρχεται από 125 διαφορετικούς προμηθευτές ενώ η εταιρεία διαπραγματεύεται και νέα συμβόλαια. Όπως και το Joost, στόχος του Vuze είναι να χρησιμοποιήσει το bandwidth των χρηστών για να ρίξει το κόστος διανομής των προγραμμάτων.

Τέλος μια πολύ ενδιαφέρουσα εξέλιξη, που δείχνει ότι οι τεχνολογίες peer-to-peer χρησιμοποιούνται όλο και συχνότερα για εφαρμογές που ξεφεύγουν από το χώρο της απλής ανταλλαγής αρχείων, είναι η μηχανή αναζήτησης Faroo. Όπως αναφέρει το readwriteweb.com, το Faroo βασίζεται ολοκληρωτικά σε ένα σύστημα peer-to-peer στο οποίο οι ίδιοι οι χρήστες αντικαθιστούν τα server farms αλλά και τα ρομπότ εξερεύνησης.

Αν και οι πρακτικές δυσκολίες του εγχειρήματος που βρίσκεται σε δοκιμαστική φάση (beta) είναι μεγάλες, ωστόσο η ιδέα φαίνεται ιδιαίτερα ευφυής. Όσο το διαδίκτυο επεκτείνεται, τόσο η δυσκολία εξερεύνησης του από τις μηχανές αναζήτησης μεγαλώνουν αφού απαιτούνται τεράστιες τεχνικές δυνατότητες. Έτσι το Google διαθέτει σήμερα πάνω από 450.000 servers για να μπορέσει να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις των εκατομμυρίων χρηστών του.

Εύκολα καταλαβαίνει κανείς ότι μια τέτοια διάρθρωση έχει ήδη οδηγήσει σε ολιγοπωλιακή κυριαρχία των υπηρεσιών αναζήτησης από λίγους πολυεθνικούς παίκτες κάτι που μεσοπρόθεσμα θα καταλήξει σε απόλυτο μονοπώλιο.

Πρωτοβουλίες σαν το Faroo, συνθέτοντας τεχνικούς πόρους χιλιάδων χρηστών, είναι οι μόνες που θα μπορέσουν στο μέλλον να προσφέρουν μια εναλλακτική λύση στον στρατηγικό τομέα της αναζήτησης πληροφοριών.

BitTorrent

Ένας από τους σημαντικότερους σταθμούς στην σύντομη ιστορία του peer-to-peer ήταν η εφεύρεση του πρωτοκόλλου BitTorrent από τον Bram Cohen το 2002. Η σπουδαιότητα αυτής της εξέλιξης δεν αφορά τόσο στην αποτελεσματικότητα του, κατά γενική ομολογία υψηλή, όσο σε ένα τεχνικό χαρακτηριστικό του : για να λειτουργήσει ένα δίκτυο ανταλλαγής torrent, σε αντίθεση με προγράμματα όπως το LimeWire, το KaZaa ή το e-Mule, χρειάζεται απαραίτητα μια κεντρική πλατφόρμα αποκαλούμενη tracker και αποτελούμενη από ένα server και ένα δικτυακό τόπο.

Η ιδιαιτερότητα αυτή έκανε τα δίκτυα ανταλλαγής περιεχομένου βασιζόμενα στο BitTorrent να διαρθρωθούν με τρόπο ανάλογο ενός κοινωνικού δικτύου (social network). Οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα ανταλλαγής απόψεων και κοινωνικοποίησης μέσα από forum, chat, σχολιασμούς και δημιουργία άβαταρς και οργανωμένων ομάδων capturers. Σταδιακά η κοινωνικοποίηση αυτή είχε σαν αποτέλεσμα την ανάδυση ψηγμάτων επιχειρηματολογίας με αντικείμενο της προάσπιση και την δικαιολόγηση των πρακτικών ανταλλαγής περιεχομένου στο διαδίκτυο.

Τα τελευταία χρόνια οι πάροχοι σύνδεσης (IAP, Internet access providers) έκλειναν τα μάτια στην ανταλλαγή περιεχομένου σε βάση αμοιβαιότητας (peer-to-peer) γιατί η χρήση αυτή τους συνέφερε οικονομικά. Αρχικά η χρήση peer-to-peer συνέφερε τους παρόχους που στόχευαν στο να αποκτήσουν μια κρίσιμη μάζα πελατών σε υψηλή σύνδεση και να μπορέσουν να τους προσφέρουν υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας (VOD, Triple Play). Στην παρούσα φάση όμως αυτό δεν είναι σίγουρο, αφού η αύξηση της μέσης κατανάλωσης bandwidth εκ μέρους των χρηστών επιφέρει επιπλέον κόστος για τους παρόχους.

Η ανάπτυξη του peer-to-peer , που αντιπροσωπεύει μεταξύ 50 και 90% της διακίνησης πληροφοριών στο διαδίκτυο, αρχίζει να προβληματίζει τους παρόχους συνδέσεων κάτι το οποίο αλλάζει και την συμπεριφορά τους ως προς τον έλεγχο του. Μια πιθανή λύση στο πρόβλημα αυτό είναι η ιεράρχηση της κίνησης (traffic shaping).

Traffic shaping

Traffic shaping είναι η δυνατότητα να φιλτράρονται οι πληροφορίες που διακινούνται στο διαδίκτυο με βάση τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται. Κάτι τέτοιο θα προκαλούσε προβλήματα στη διανομή περιεχομένου μέσω προγραμμάτων BitTorrent π.χ. προς όφελος άλλων εμπορικών εφαρμογών.

Μια τέτοια εξέλιξη όμως καταπατά τη βασική αρχή της δικτυακής ουδετερότητας (Net Neutrality) που προβλέπει ότι όλες οι πληροφορίες πρέπει να διακινούνται χωρίς διάκριση ανεξάρτητα της φύσης και του σκοπού τους. Παράλληλα, αυτή η προοπτική εγείρει κι άλλες κρίσιμες ερωτήσεις:

- Πως θα γίνει η διάκριση μεταξύ νόμιμης και παράνομης χρήσης προγραμμάτων peer-to-peer;
- Ποιος εγγυάται ότι μια τέτοια πρακτική δεν θα παραβιάσει προσωπικά δεδομένα των χρηστών;
- Με ποια κριτήρια θα αποφασισθεί ποιες πληροφορίες πρέπει να έχουν προτεραιότητα; Τέλος, ποια είναι η αποτελεσματικότητα τέτοιων τεχνικών λύσεων;

Απάντηση δίνει ένα τεστ που πραγματοποιήθηκε το 2007 με πρωτοβουλία του Syndicat national de l'édition phonographique (SNEP) το οποίο εκπροσωπεί τα συμφέροντα της γαλλικής μουσικής βιομηχανίας. Ο σκοπός του τεστ ήταν να αξιολογηθούν οι τεχνικές λύσεις στον τομέα της ανίχνευσης ή Deep Packet Inspection. Το τεστ διενεργήθηκε από ένα ανεξάρτητο εργαστήριο, το European Advanced Networking Test Center, το οποίο και ανέλαβε να προσομοιάσει σε μικρογραφία τις πραγματικές συνθήκες λειτουργίας του διαδικτύου.

Έτσι οι εφαρμογές φιλτραρίσματος που συγκρίθηκαν ανέλυσαν 250.000 πακέτα πληροφοριών το δευτερόλεπτο που περιελάμβαναν ταυτόχρονες ανταλλαγές αρχείων στα πιο δημοφιλή πρωτόκολλα peer-to-peer όπως BitTorrent, eDonkey, Gnutella, iMesh, FastTrack, WinMX, DirectConnect, MP2P και Filetopia. Όλα αυτά ανάμεσα σε μερικές χιλιάδες χρήσεις ηλεκτρονικού ταχυδρομείου (POP3, SMTP), FTP και Web (HTTP).

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι τεχνολογίες αυτές βρίσκονται ακόμα σε εμβρυακό στάδιο και η αποτελεσματικότητά τους μειώνεται θεαματικά όταν γίνεται χρήση κρυπτογράφησης δεδομένων. Καταρχάς, οι δύσκολες συνθήκες του τεστ αποθάρρυναν πολλές εταιρείες από το να συμμετάσχουν. Έτσι από τις 28 που είχαν προσκληθεί αρχικά – μεταξύ άλλων οι Allot Communications, Cisco Systems Inc. , Ellacoya Networks , F5 Networks Inc. , Huawei Technologies Co. Ltd. , Narus Inc. , και Sandvine Inc., μόνο πέντε

συμμετείχαν τελικά. Από αυτές οι τρεις αρνήθηκαν την δημοσίευση των αποτελεσμάτων του τεστ, προφανώς γιατί οι επιδόσεις τους ήταν απογοητευτικές.

Τελικά μόνο δύο εταιρείες, η Arbor και η Iroque, δημοσίευσαν τα αποτελέσματα που τις αφορούσαν. Εκεί φαίνεται ότι ενώ η ανταλλαγή αρχείων μέσω δημοφιλών πρωτοκόλλων όπως το BitTorrent, το eDonkey, το Gnutella και το MP2P ανιχνεύονται σε ποσοστό σχεδόν 90%, άλλα πρωτόκολλα (DirectConnect, Filetopia, iMesh, Soulseek, WinMX) παρουσιάζουν ποσοστά μη ανίχνευσης που ξεκινούν από 30% και φτάνουν μέχρι και 99% ! Τα ίδια περίπου ισχύουν και σε ότι αφορά το φιλτράρισμα ή/και μπλοκάρισμα των ανταλλασσόμενων αρχείων.

Η αποτελεσματικότητα των τεχνολογιών Deep Packet Inspection είναι ακόμη μικρότερη όταν τα πακέτα των ανταλλασσόμενων δεδομένων είναι κρυπτογραφημένα. Εκεί το ποσοστό ανίχνευσης είναι 0% για το BitTorrent, το eDonkey και βέβαια για το Freenet που είναι εντελώς « αόρατο ».

Το συμπέρασμα που βγαίνει από αυτό το πρώτο τεστ τόσο μεγάλης εμβέλειας είναι ότι οι μέθοδοι ελέγχου του peer-to-peer μέσω traffic shaping έχουν μειωμένη αποτελεσματικότητα από τεχνική σκοπιά. Αν συνυπολογίσουμε το οικονομικό κόστος τέτοιων λύσεων αλλά και τις αντιδράσεις των χρηστών σε παρόμοια μέτρα, η επιβολή τους φαίνεται προς το παρόν εξαιρετικά αμφίβολη. Μια τέτοια κίνηση εκ μέρους της πολιτισμικής βιομηχανίας και των παρόχων θα είχε ως αποτέλεσμα τη μαζική στροφή των χρηστών προς τα πιο αξιόπιστα προγράμματα ανταλλαγής αρχείων σε βάση ισοτιμίας και την ταυτόχρονη άνθιση των τεχνικών κρυπτογράφησης.

Το κίνημα των peers αποτελεί φυσική συνέχεια της ιστορίας του διαδικτύου από την εποχή της δημιουργίας του, υπερασπίζοντας την ελεύθερη κυκλοφορία της πληροφορίας και την χειραφέτηση του κοινού από την κυριαρχία της μαζικής κουλτούρας. Μένει να δούμε αν η νέα αυτή θεώρηση της πνευματικής ιδιοκτησίας θα γίνει κάποτε κυρίαρχη.



3. Περιγραφή συστήματος

NetClip

Η εφαρμογή NetClip που υλοποιήθηκε ανήκει στην κατηγορία peer-to-peer και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ανταλλαγή αρχείων (file sharing) μεταξύ υπολογιστών καθώς και συνομιλία των χρηστών (chat). Η καινοτομία της είναι ότι ενώ συνήθως τα αντίστοιχα προγράμματα που υπάρχουν στην αγορά χρησιμοποιούν το διαδίκτυο για να το πετύχουν αυτό, η μόνη προϋπόθεση για την σωστή λειτουργία της εφαρμογής που δημιουργήθηκε είναι η ύπαρξη τοπικού δικτύου (LAN). Αυτό μπορεί να επιτευχθεί είτε με απευθείας σύνδεση 2 ή περισσότερων υπολογιστών (με καλώδιο ή ασύρματα) είτε με έμμεση σύνδεση (μέσω router).

Λειτουργία Clipboard

Το clipboard (πρόχειρο) είναι μια εφαρμογή που χρησιμοποιείται για βραχυπρόθεσμη αποθήκευση δεδομένων, καθώς μεταφέρονται μεταξύ εγγράφων ή προγραμμάτων, μέσω των εντολών αντιγραφή/αποκοπή-επικόλληση. Συνήθως, το clipboard είναι ενσωματωμένο στο λειτουργικό σύστημα και παρέχεται σαν ένα προσωρινό μπλοκ της μνήμης που μπορεί να προσπελαστεί από τα περισσότερα ή όλα τα προγράμματα. Τα μοντέρνα περιβάλλοντα παρέχουν έναν clipboard manager (διαχειριστής προχείρου), ο οποίος υποστηρίζει πολλαπλές εκτελέσεις των εντολών αντιγραφή/αποκοπή-επικόλληση. Σε αυτό το μοντέλο το clipboard χρησιμοποιείται σαν στοίβα, με τις πιο πρόσφατες εκτελέσεις των εντολών αντιγραφή/αποκοπή να τοποθετούνται στην κορυφή της στοίβας. Η εντολή επικόλληση αντιγράφει την πρόσφατη εκτέλεση (κορυφή της στοίβας) ενώ εξειδικευμένες μορφές της εντολής επικόλλησης παρέχουν πρόσβαση στις προηγούμενες αποθηκευμένες εκτελέσεις. Αυτοί οι διαχειριστές παρέχουν επίσης ένα παράθυρο όπου φαίνεται το ιστορικό των εκτελέσεων και επιτρέπει στον χρήστη να επιλέξει προηγούμενες αντιγραφές, να τις

επεξεργαστεί ή ακόμα να κάνει αναζήτηση σε αυτές. Τα περισσότερα περιβάλλοντα δεν αποθηκεύουν το περιεχόμενο του clipboard μόνιμα, δηλαδή όταν ο χρήστης κάνει επανεκκίνηση το σύστημά του τότε το περιεχόμενο του clipboard αδειάζει.

Σε μερικές εκδόσεις του λειτουργικού συστήματος Windows τα περιεχόμενα του clipboard μπορεί να τα δει κάποιος χρήστης οποιαδήποτε στιγμή με το πρόγραμμα Clipboard Viewer (Clipboard Viewer στα Windows XP και 2000) → clipbrd.exe. Σε παλαιότερες εκδόσεις των Windows η πιο κοινή πρακτική ήταν το άνοιγμα του Notepad ή Wordpad και η επικόλληση μέσα σε αυτά.

Οι συντομεύσεις πληκτρολογίου στα Windows είναι οι παρακάτω:

- Ctrl-c για αντιγραφή δεδομένων στο clipboard
- Ctrl-x για αποκοπή δεδομένων στο clipboard
- Ctrl-v για επικόλληση δεδομένων από το clipboard

Τέλος, επισημαίνεται ότι η εφαρμογή Clipboard Viewer έχει αφαιρεθεί εντελώς στα Windows Vista.

Delphi

Η υλοποίηση της εφαρμογής έγινε στην Delphi 2007 (έκδοση 11) της Borland. Η Delphi είναι ένα προγραμματιστικό περιβάλλον όπου βασίζεται στη γλώσσα προγραμματισμού Pascal. Οι εφαρμογές που αναπτύσσονται σε Delphi προορίζονται κυρίως για περιβάλλοντα Windows. Όμως, με τη χρήση του Kylix, που εμφανίστηκε το 2001, οι εφαρμογές μπορούν να γίνουν compile και να εκτελεστούν σε Linux. Το output αρχείο είναι ένα μοναδικό executable αρχείο.

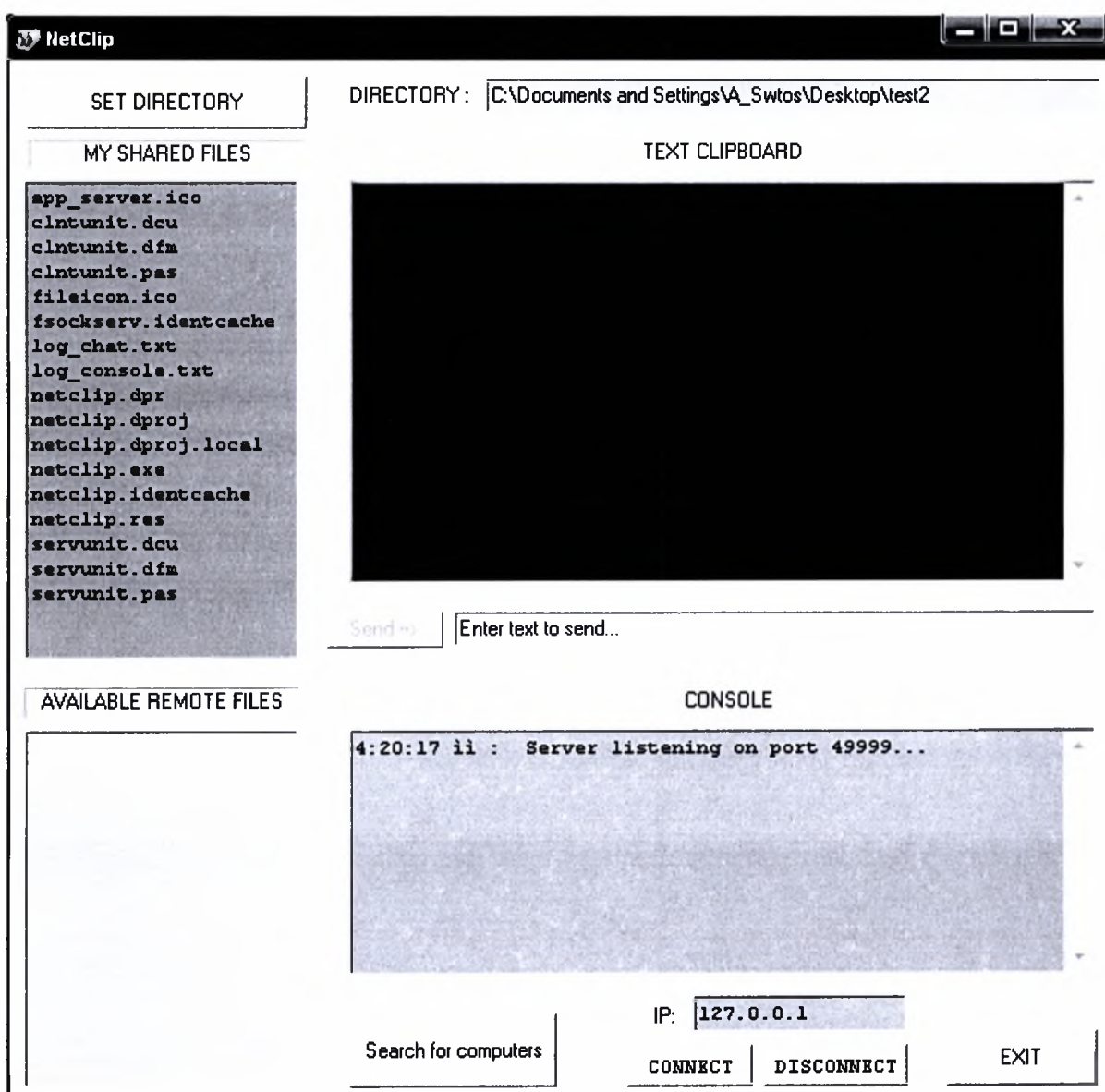
Η επιλογή της Delphi έγινε λόγω των πολλών πλεονεκτημάτων της:

- Εύκολη στη χρήση.
- Παρέχει καλύτερο περιβάλλον για γρήγορη ανάπτυξη εφαρμογών (Rapid Application Development) απ' ότι η C++.
- Καλά δομημένη και απλή καθώς το συντακτικό της είναι ελαφρώς διαφορετικό από το στυλ της C.
- Είναι αρκετά σταθερή.
- Είναι πολύ γρήγορη.
- Βοηθά πολύ στη δημιουργία Graphical User Interface (GUI).
- Είναι ιδανική για δικτυακές εφαρμογές.
- Τρέχει σε Windows αλλά και Unix με χρήση του Kylix.

Τρόπος Λειτουργίας

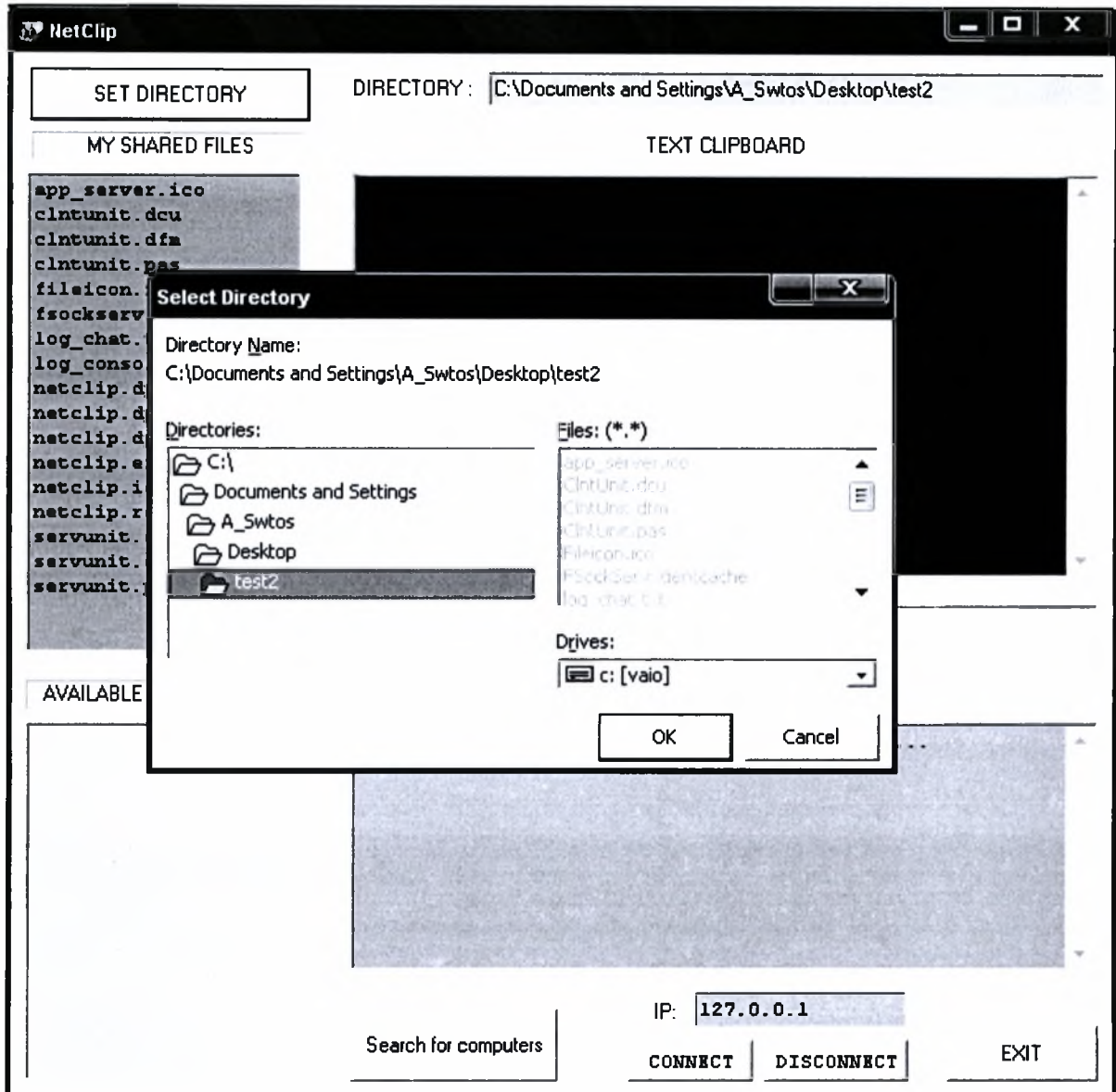
Πρώτα από όλα, πρέπει να αναφερθεί ότι τα παρακάτω παραδείγματα-εκτελέσεις της εφαρμογής έγιναν σε 3 φορητούς υπολογιστές (laptop) που συνδέονται ασύρματα σε ένα router. Οπότε, τα 3 laptop μαζί με το router αποτελούν μαζί ένα τοπικό ασύρματο δίκτυο όπου μπορεί να χρησιμοποιηθεί η εφαρμογή.

Με την εκκίνηση της εφαρμογής βλέπουμε το κύριο παράθυρο, από το οποίο μας δίνεται η δυνατότητα για επιλέξουμε τι θέλουμε να κάνουμε.



Καθορισμός φακέλου για διαμοίρασμό

Πάνω αριστερά υπάρχει το πλήκτρο SET DIRECTORY, από όπου ο χρήστης μπορεί να καθορίσει τον φάκελο μέσα στον οποίο βρίσκονται τα αρχεία που θέλει να μοιραστεί με τους άλλους χρήστες. Πατώντας το συγκεκριμένο κουμπί εμφανίζεται το παρακάτω παράθυρο:



Στο καινούριο παράθυρο που εμφανίζεται επιλέγουμε σε ποιο drive είναι ο φάκελος με τα αρχεία που θέλουμε να μοιραστούμε και μετά επιλέγουμε τον φάκελο από το directories. Όταν πατήσουμε πάνω σε κάποιο φάκελο εμφανίζονται δεξιά στο files όλα τα αρχεία που εμπεριέχονται μέσα στον φάκελο. Όταν τελικά επιλέξουμε τον κατάλογο που θέλουμε και πατήσουμε το OK, πάνω πάνω στην εφαρμογή εμφανίζεται ολόκληρο το path

που πρέπει να ακολουθηθεί για να βρεθεί ο φάκελος. Επίσης αριστερά στο MY SHARED FILES εμφανίζονται τα αρχεία που περιέχει ο φάκελος.

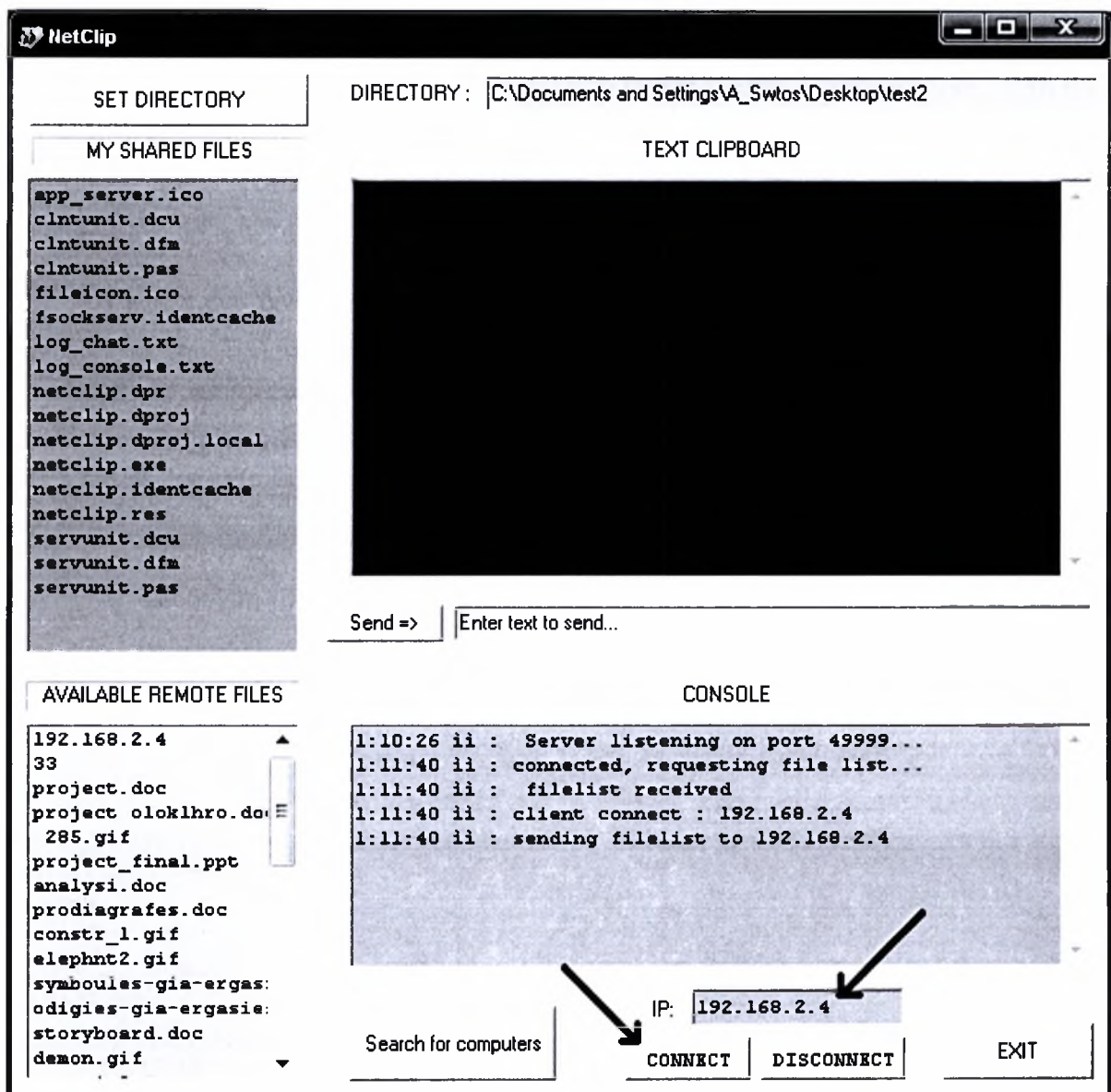
Οι χρήστες, δηλαδή, μπορούν να έχουν πρόσβαση και να αποκτήσουν μόνο τα αρχεία που οι υπόλοιποι χρήστες θέλουν να μοιραστούν.

Σημείωση: Αν δεν επιλεγεί κάποιος φάκελος για διαμοιρασμό, σαν default επιλογή είναι ορισμένος ο φάκελος μέσα στον οποίο υπάρχει η εφαρμογή.

Σύνδεση με άλλους υπολογιστές

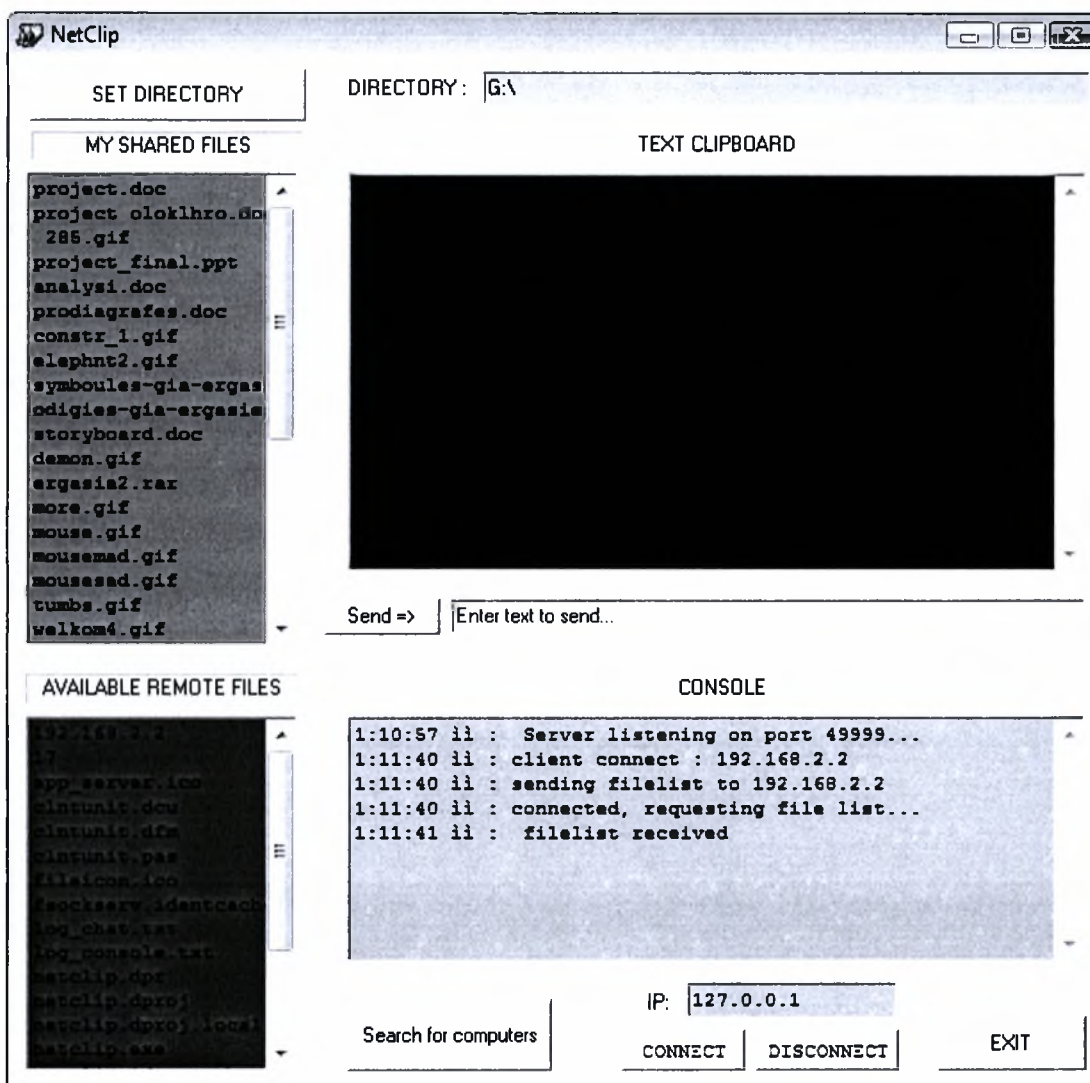
Η εφαρμογή δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη να επιλέξει ανάμεσα σε 2 τρόπους σύνδεσης με τους άλλους υπολογιστές:

1. Με την εισαγωγή της διεύθυνσης IP του υπολογιστή στον οποίο θέλει να συνδεθεί στο πεδίο IP της εφαρμογής και το πάτημα του κουμπιού CONNECT. Προϋπόθεση βέβαια είναι η γνώση της IP διεύθυνσης του υπολογιστή «στόχου». Στο παρακάτω παράδειγμα ο υπολογιστής στον οποίο θέλουμε να συνδεθούμε έχει διεύθυνση IP 192.168.2.4:



Βλέπουμε στην κονσόλα (CONSOLE) ότι συνδεόμαστε αμέσως με τον υπολογιστή που έχει διεύθυνση IP 192.168.2.4 και του ζητάμε να μας στείλει τη λίστα με τα αρχεία που θέλει να μοιραστεί μαζί μας. Όταν γίνει και αυτό, βλέπουμε στα αριστερά στο AVAILABLE REMOTE FILES να εμφανίζεται η λίστα με τα διαθέσιμα αρχεία.

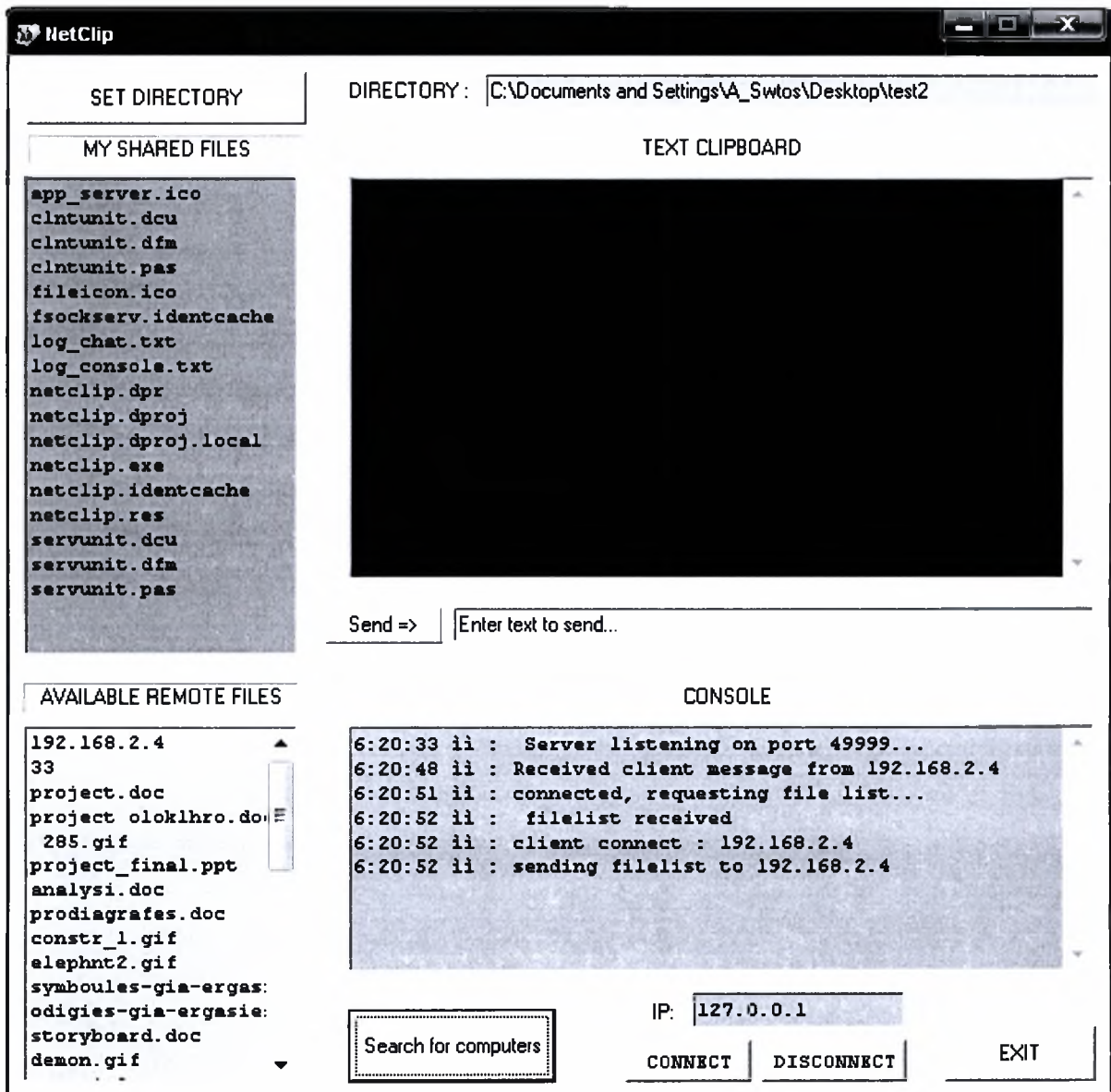
Αντίστοιχα βλέπουμε στον δεύτερο υπολογιστή (στον οποίο συνδεόμαστε) ότι ο υπολογιστής με διεύθυνση IP 192.168.2.2 συνδέθηκε, του στέλνουμε τη λίστα με τα αρχεία που μοιραζόμαστε και λαμβάνουμε τη λίστα με τα απομακρυσμένα αρχεία.



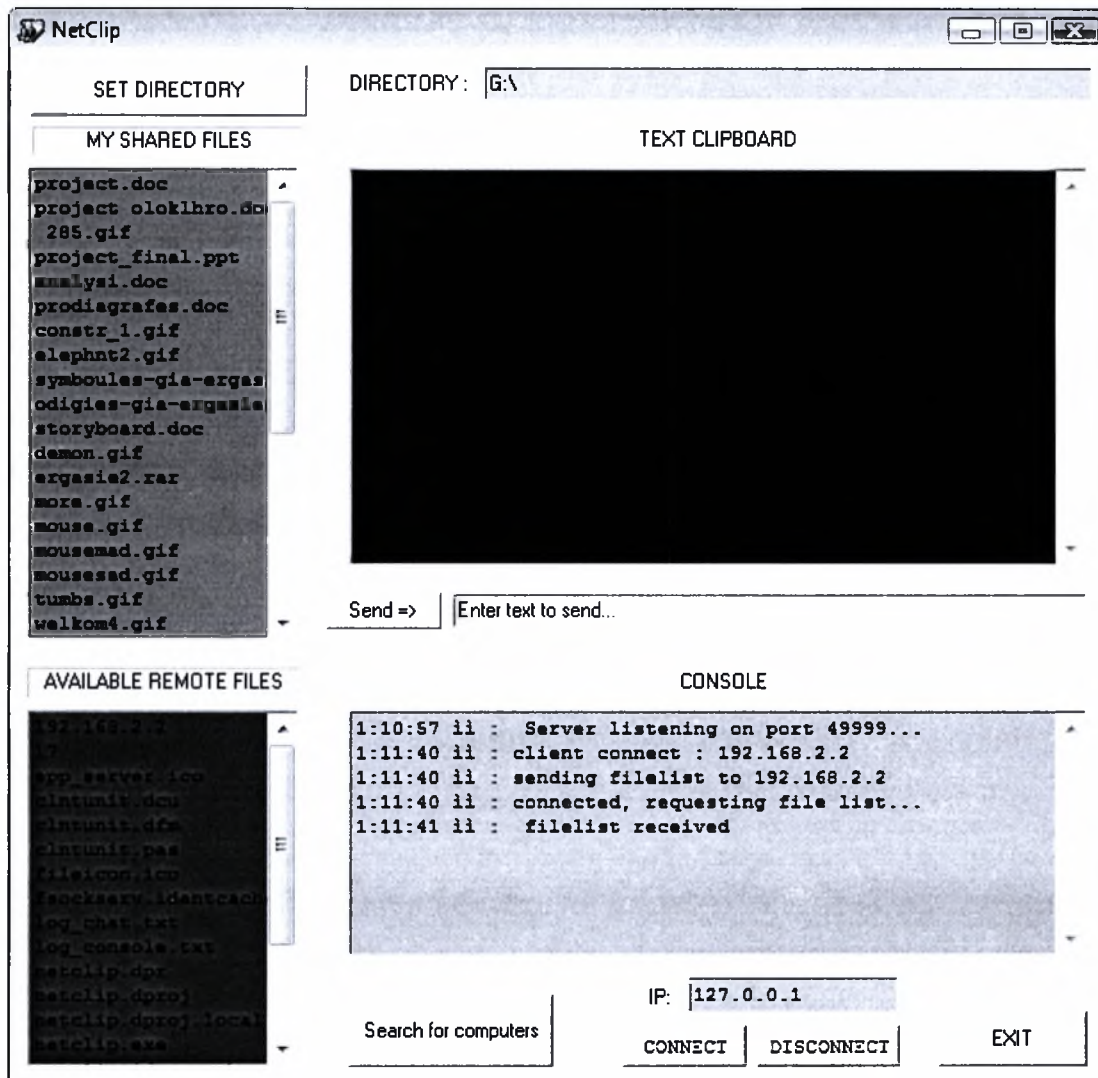
2. Ο δεύτερος τρόπος σύνδεσης με άλλους υπολογιστές είναι με το πάτημα του κουμπιού Search for computer. Το κουμπι αυτό ψάχνει να βρει άλλους ενεργούς υπολογιστές στο τοπικό δίκτυο. Αυτό επιτυγχάνεται με ένα broadcast που γίνεται στο τοπικό δίκτυο, δηλαδή αν υποθέσουμε ότι η τοπική διεύθυνση IP του

υπολογιστή μας είναι 192.168.2.2 τότε θα σταλεί ένα μήνυμα «Hello» σε όλους τους υπολογιστές με διεύθυνση IP 192.168.2.1-255. Όποιοι υπολογιστές είναι ενεργοί θα στείλουν απάντηση, με αποτέλεσμα ο υπολογιστής που έκανε το broadcast να μπορέσει να συνδεθεί σε κάποιον από αυτούς.

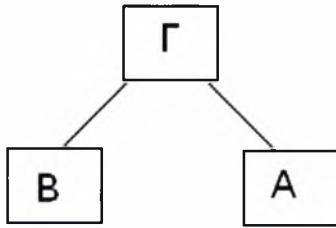
Παρακάτω φαίνεται ότι πατώντας το συγκεκριμένο κουμπί, ο υπολογιστής με διεύθυνση IP 192.168.2.4 είναι ενεργός και μας απαντάει στο μήνυμα που κάναμε broadcast με αποτέλεσμα να συνδεθούμε σε αυτόν:



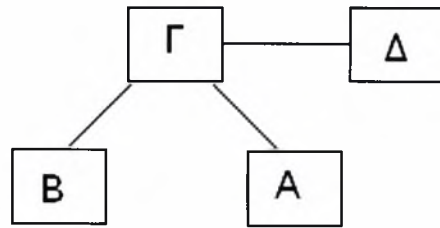
Αντίστοιχα στον δεύτερο υπολογιστή, βλέπουμε στην κονσόλα ότι ο υπολογιστής με διεύθυνση IP 192.168.2.2 συνδέθηκε και έγινε ανταλλαγή των λιστών των διαμοιραζόμενων αρχείων:



Στην περίπτωση που ο αριθμός των ενεργών υπολογιστών είναι παραπάνω από 1 τότε θα απαντήσουν όλοι και ο υπολογιστής μας θα συνδεθεί σε αυτόν με τις περισσότερες συνδέσεις. Έστω ότι οι υπολογιστές A και B είναι συνδεδεμένοι με τον υπολογιστή Γ, τότε ένας υπολογιστής Δ θα συνδεθεί και αυτός στον Γ (παρακάτω εικόνα).



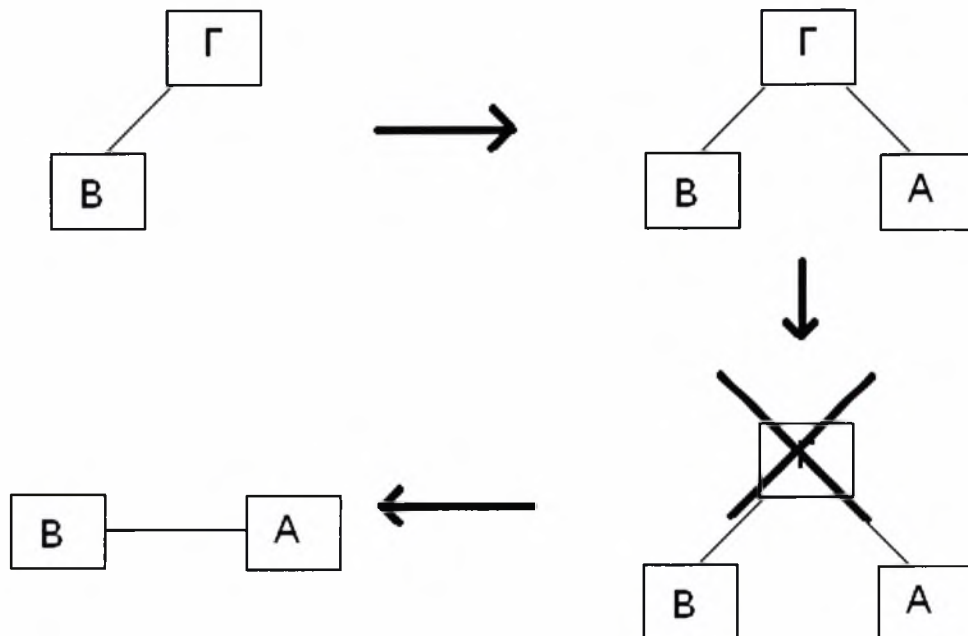
Αρχικά



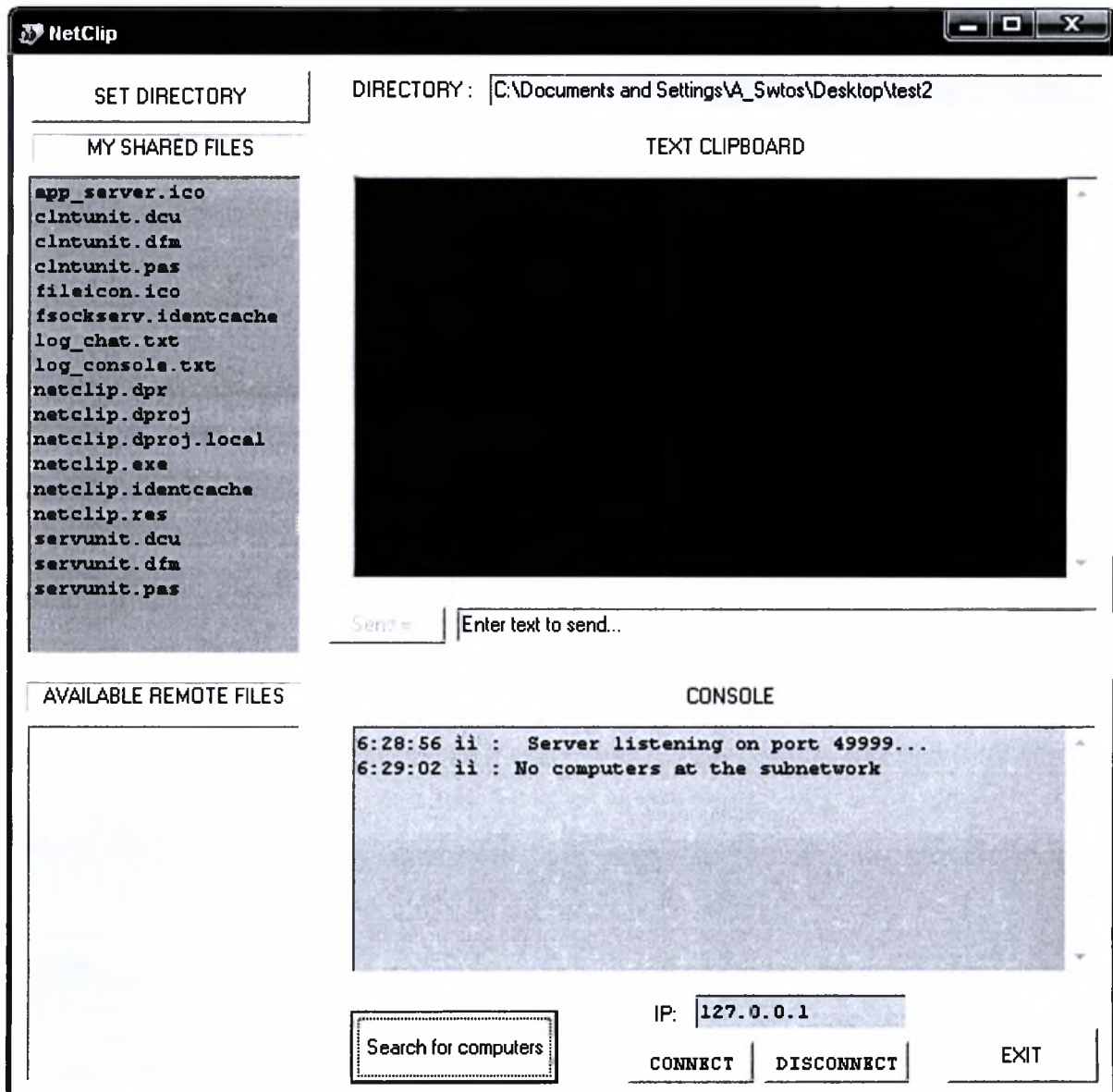
Τελικά

Σημείωση: Το γεγονός ότι δημιουργείται μοντέλο παρόμοιο με client-server δεν μας προβληματίζει από θέμα φόρτου δικτύου καθώς στο τοπικό δίκτυο οι ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων είναι κατά πολύ μεγαλύτερες σε σχέση με το internet.

Αν ο υπολογιστής που παίζει το ρόλο του server αποσυνδεθεί για οποιονδήποτε λόγο (βλάβη), τότε οι υπολογιστές θα συνδεθούν στον υπολογιστή με τον μεγαλύτερο χρόνο σύνδεσης στο δίκτυο, όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα.



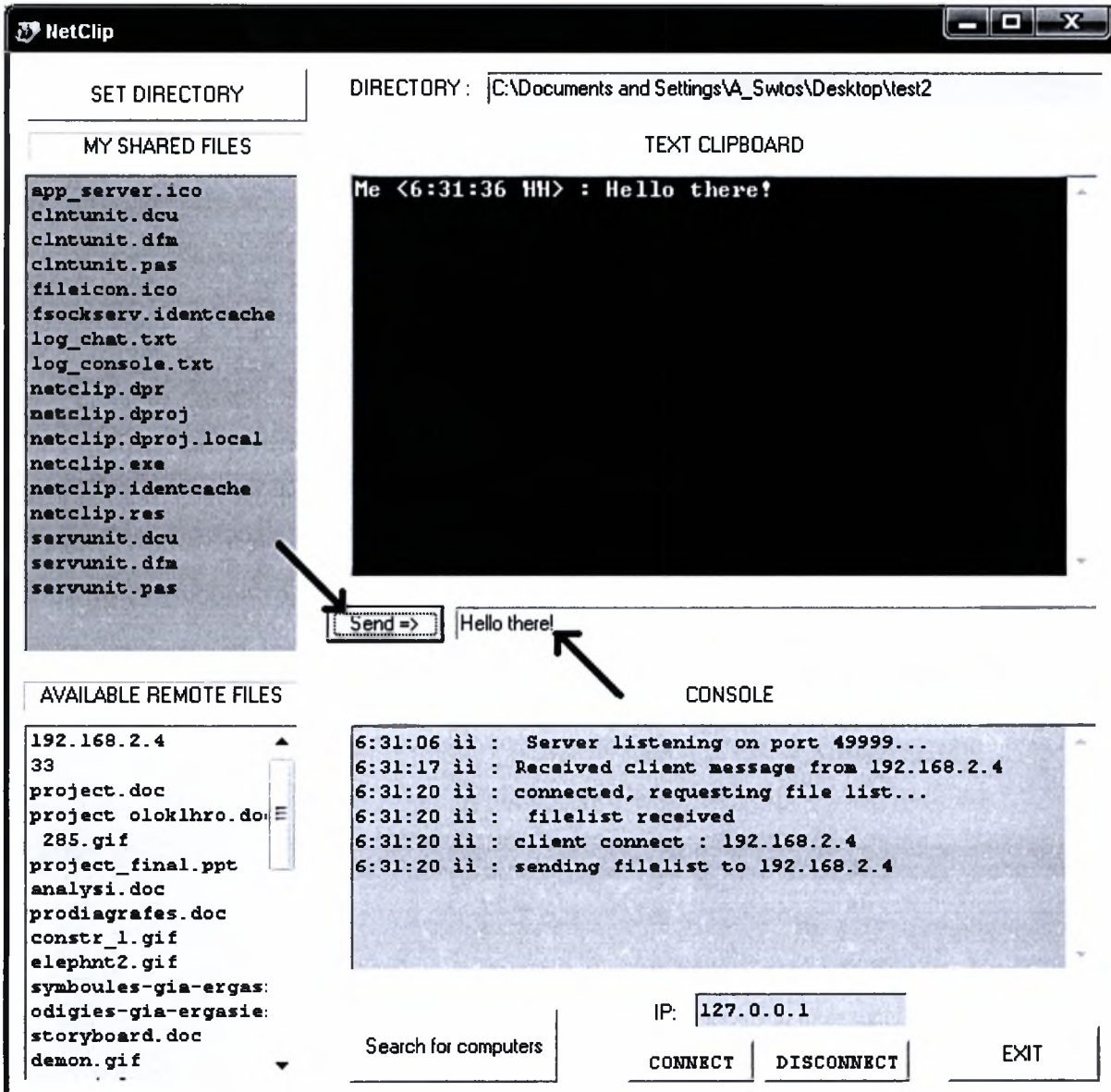
Βέβαια, υπάρχει πάντα η περίπτωση να μην υπάρχει κανένας ενεργός υπολογιστής στο τοπικό μας δίκτυο. Τότε πατώντας το κουμπι Search for computers θα δούμε στην κονσόλα (CONSOLE) να εμφανίζεται το μήνυμα «No computers at the subnetwork», που σημαίνει ότι στο μήνυμα που κάναμε broadcast στο υποδίκτυο δεν απάντησε κανείς υπολογιστής:



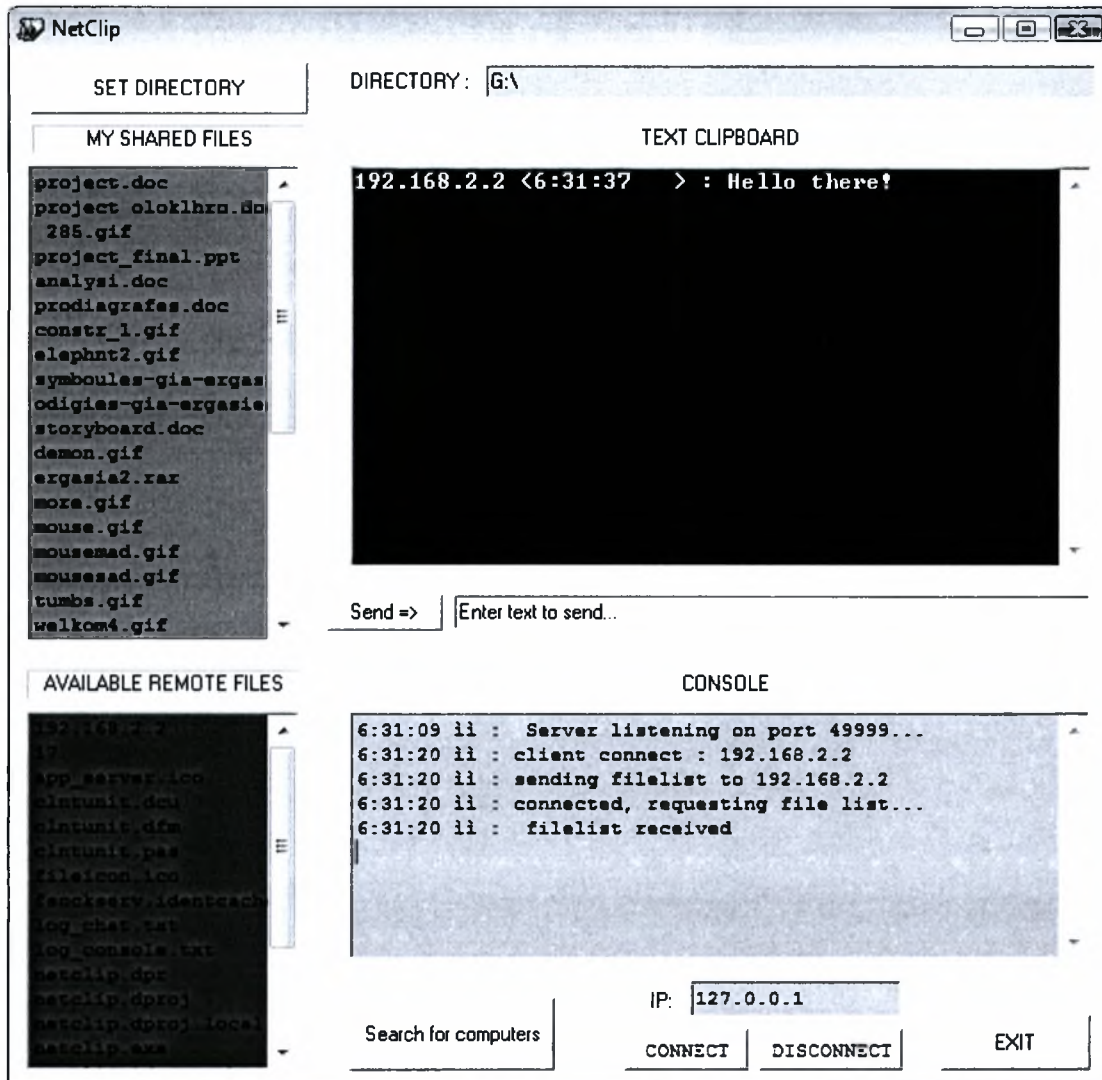
Τα περιεχόμενα της κονσόλας (CONSOLE) αποθηκεύονται σε ένα text αρχείο με όνομα log_console.txt, που δημιουργείται με την πρώτη εκτέλεση της εφαρμογής στον ίδιο φάκελο που υπάρχει το εκτελέσιμο. Αυτό γίνεται για να ξέρουμε ποιος υπολογιστής έχει συνδεθεί στον δικό μας και πότε, τι αρχεία έχουν ανταλλαχθεί κτλ και για να κρατάμε back up.

Συνομιλία (Chat)

Όταν πραγματοποιηθεί η σύνδεση των υπολογιστών, οι χρήστες τους μπορούν να συνομιλήσουν μεταξύ τους. Αυτό μπορεί να γίνει γράφοντας το κείμενο που θέλουν να στείλουν στο πεδίο στο κέντρο της εφαρμογής και να πατήσουν το διπλανό κουμπί Send. Ας πούμε ότι στέλνουμε το μήνυμα: "Hello there!":



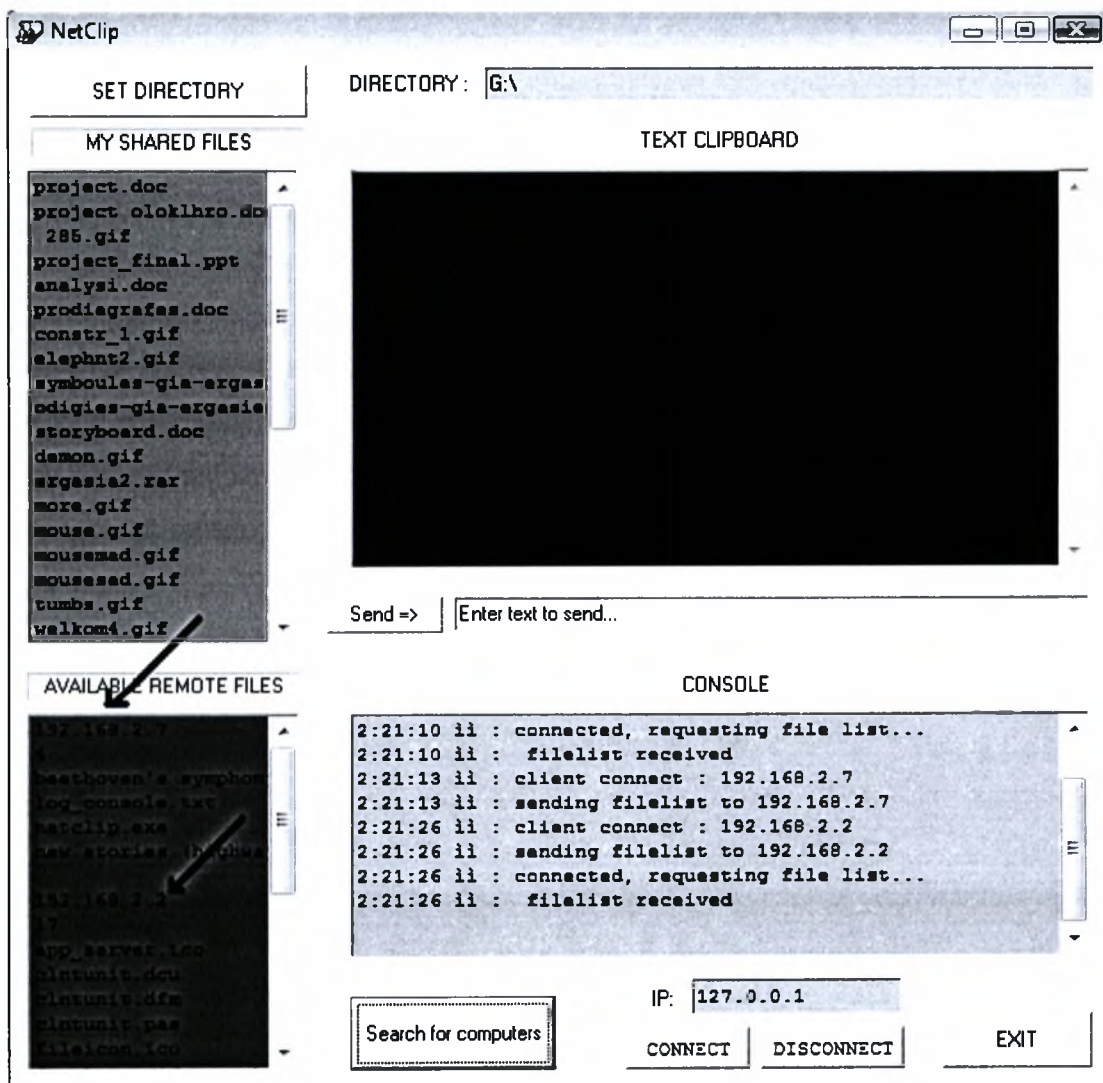
Στον δεύτερο υπολογιστή εμφανίζεται το μήνυμα που στείλαμε, μαζί με την IP του αποστολέα και την ώρα αποστολής.



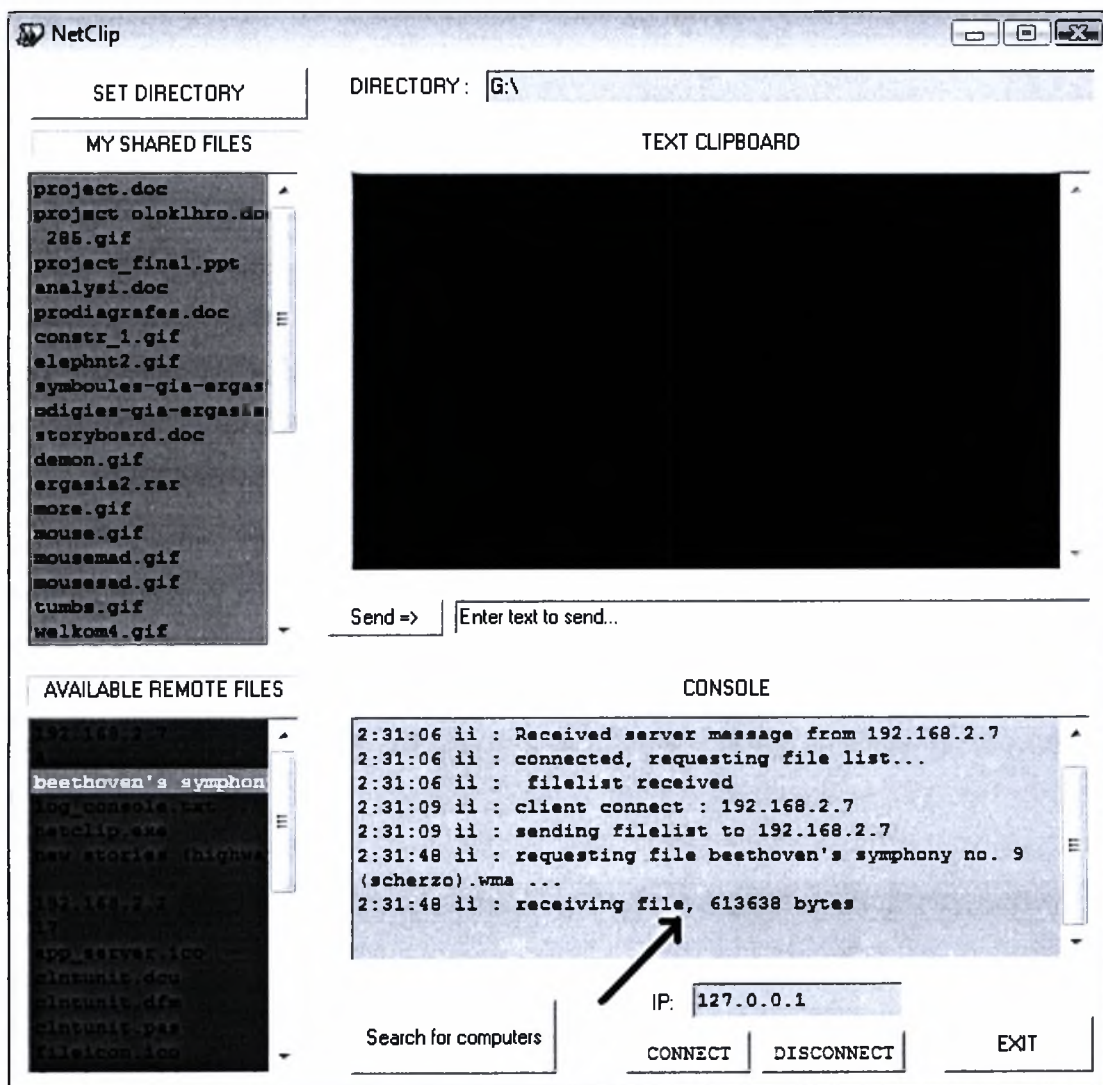
Τα περιεχόμενα του TEXT CLIPBOARD αποθηκεύονται σε ένα text αρχείο με όνομα log_chat.txt, που δημιουργείται με την πρώτη συνομιλία στον ίδιο φάκελο που υπάρχει το εκτελέσιμο. Αυτό γίνεται για να ξέρουμε ποιος χρήστης μας έχει πει κάτι και πότε αλλά και για να κρατάμε back up.

Μεταφορά αρχείου

Μία άλλη επιλογή που έχουν οι χρήστες της εφαρμογής είναι η ανταλλαγή αρχείων. Αφού γίνει η σύνδεση μεταξύ δύο υπολογιστών, όπως ξαναείπαμε, αριστερά στο AVAILABLE REMOTE FILES φαίνονται τα αρχεία που είναι διαθέσιμα για διαμοιρασμό. Στην περίπτωση που υπάρχουν περισσότεροι από έναν υπολογιστή στο υποδίκτυο που διαμοιράζονται αρχεία, βλέπουμε αυτά τα αρχεία όλων των υπολογιστών. Ο τρόπος εμφάνισής τους, όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα, είναι ο εξής: Στην πρώτη γραμμή φαίνεται η διεύθυνση IP του υπολογιστή που διαμοιράζεται αρχεία, ακριβώς από κάτω φαίνεται ο αριθμός των αρχείων που διαμοιράζεται και μετά ακολουθούν τα αρχεία.



Όταν αποφασίσουμε ότι θέλουμε να αποκτήσουμε κάποιο από αυτά αρχεία, πατάμε πάνω στο συγκεκριμένο όνομα και εμφανίζεται ένα παράθυρο επιλογής τοποθεσίας για αποθήκευση, παρόμοιο με αυτό που εμφανίζεται στο SET DIRECTORY. Στο καινούριο παράθυρο που εμφανίζεται επιλέγουμε σε ποιο drive θέλουμε να αποθηκεύσουμε το αρχείο και μετά επιλέγουμε τον φάκελο από το directories. Όταν πατήσουμε πάνω σε κάποιο φάκελο εμφανίζονται δεξιά στο files όλα τα αρχεία που εμπεριέχονται μέσα στον φάκελο. Τέλος, όταν αποφασίσουμε την τοποθεσία, πατάμε το κουμπί OK και αμέσως βλέπουμε στην κονσόλα (CONSOLE) ότι ο υπολογιστής μας έχει κάνει request (αίτηση) για το συγκεκριμένο αρχείο από τον απομακρυσμένο υπολογιστή. Τέλος, βλέπουμε το μέγεθος (σε bytes) του ζητούμενου αρχείου, καθώς κ το αντίστοιχο μήνυμα παραλαβής:



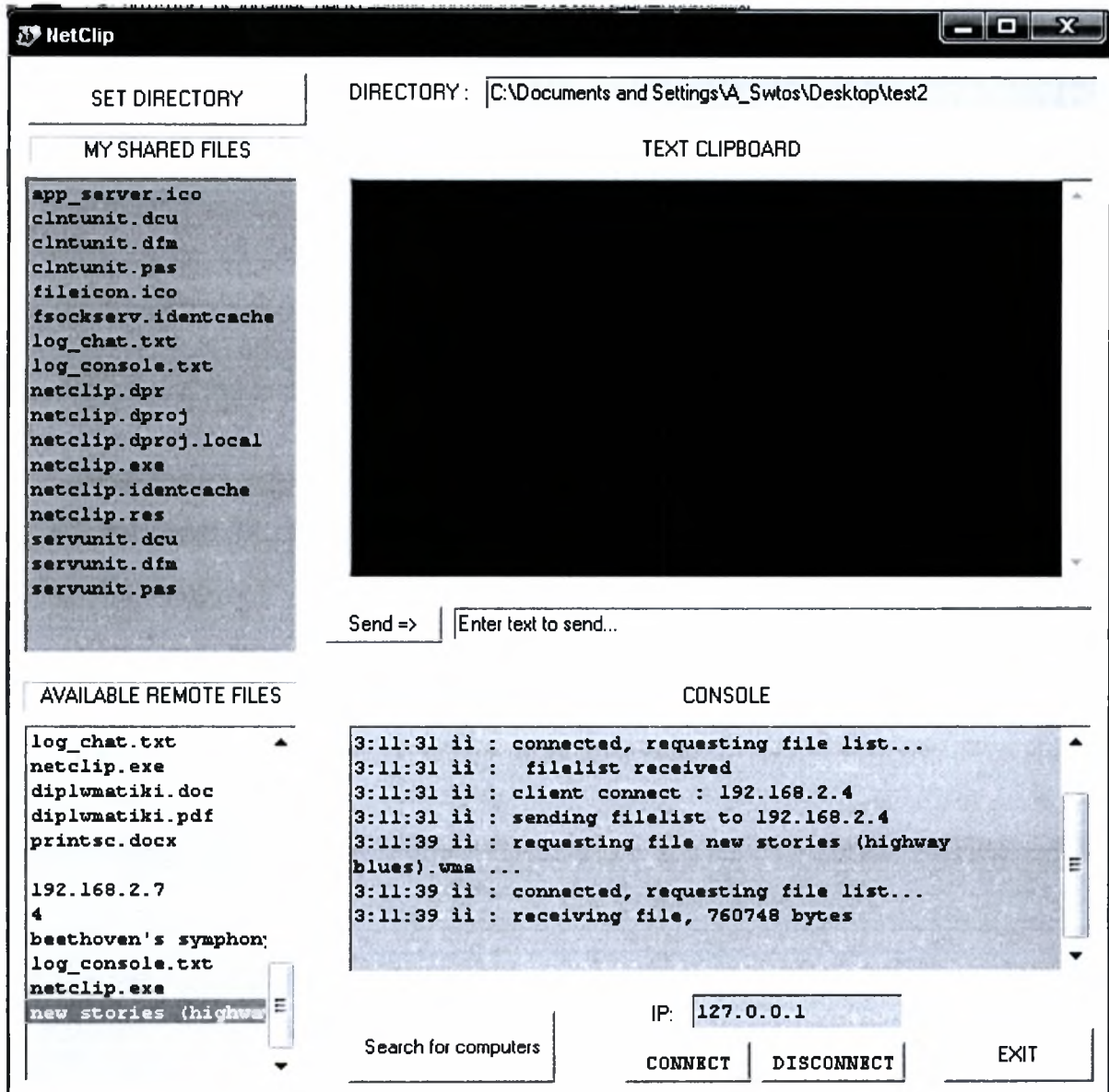
Στον δεύτερο υπολογιστή βλέπουμε ότι ο υπολογιστής με IP 192.168.2.4 μας ζητάει ένα συγκεκριμένο αρχείο (beethoven's symphony no. 9) και εμείς το στέλνουμε:

The screenshot displays a Netcat client interface with several panels:

- SET DIRECTORY:** A text field containing "C:\Documents and Settings\Home\Desktop".
- MY SHARED FILES:** A list of files including "beethoven's symphony no. 9 (scherzo).wma", "log_console.txt", "netclip.exe", and "new stories (highway k...".
- TEXT CLIPBOARD:** A large black rectangular area.
- Send =>:** A text input field with the placeholder "Enter text to send...".
- AVAILABLE REMOTE FILES:** A list of files from the remote host, including "192.168.2.2", "17", "app_server.ico", "clntunit.dcu", "clntunit.dfm", "clntunit.pas", "fileicon.ico", "fsockserv.identcach...", "log_chat.txt", "log_console.txt", "netclip.dpr", "netclip.dproj", "netclip.dproj.local", and "netclip.exe".
- CONSOLE:** A log window showing the following messages:

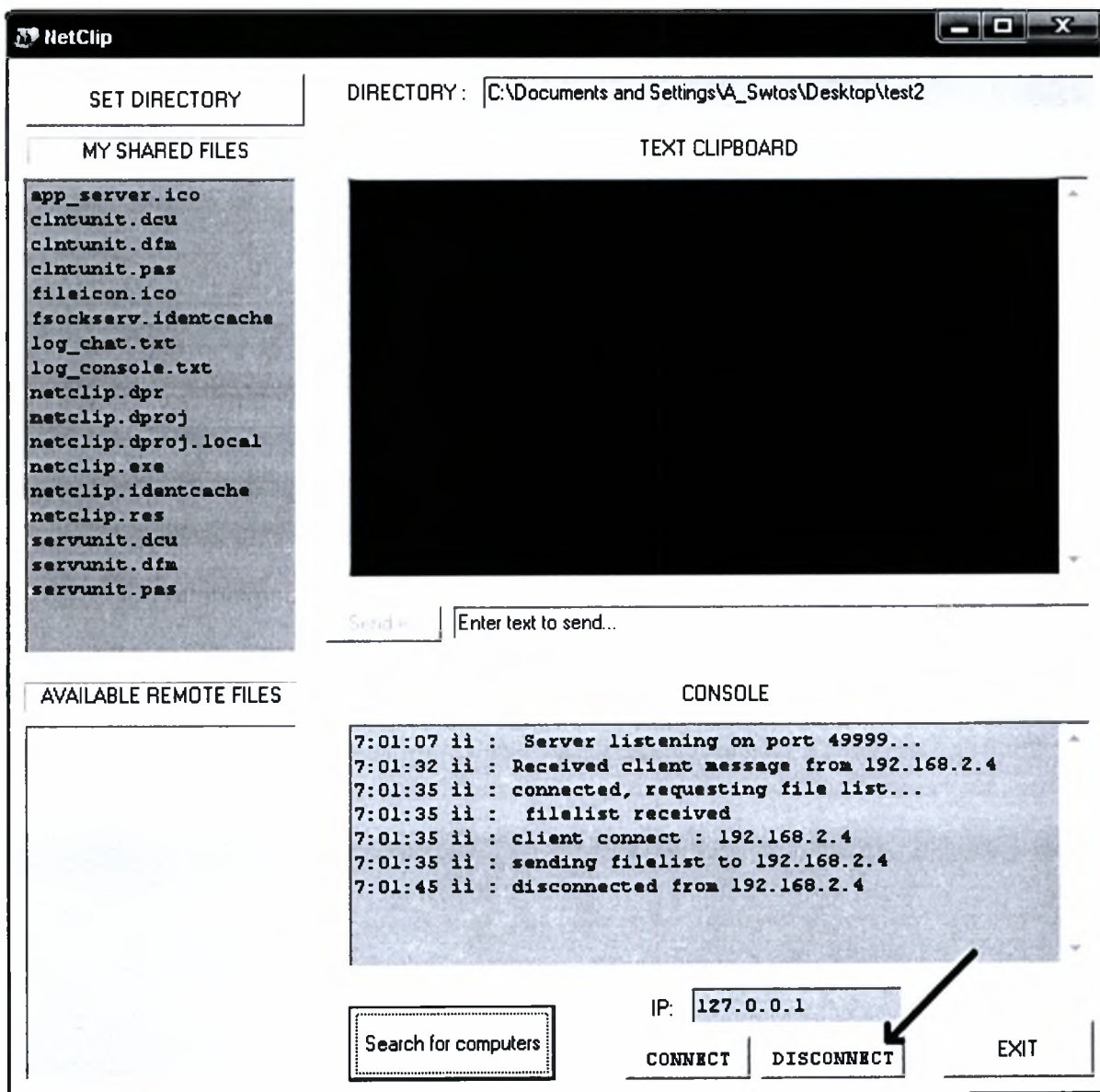
```
2:30:55 PM : sending filelist to 192.168.2.2
2:30:55 PM : filelist received
2:31:06 PM : client connect : 192.168.2.4
2:31:06 PM : sending filelist to 192.168.2.4
2:31:09 PM : connected, requesting file list...
2:31:10 PM : filelist received
2:31:49 PM : sending beethoven's symphony no. 9
(scherzo).wma to 192.168.2.4
```
- Search for computers:** A button with a dotted border, indicated by an arrow from the console log.
- IP:** A text field containing "127.0.0.1".
- CONNECT DISCONNECT EXIT:** Three buttons at the bottom right.

Στην περίπτωση που δεν είμαστε συνδεδεμένοι με τον υπολογιστή από τον οποίο θέλουμε να «κατεβάσουμε» το επιλεγμένο αρχείο, συνδεόμαστε απ' ευθείας σε αυτόν και του ζητάμε το αρχείο:

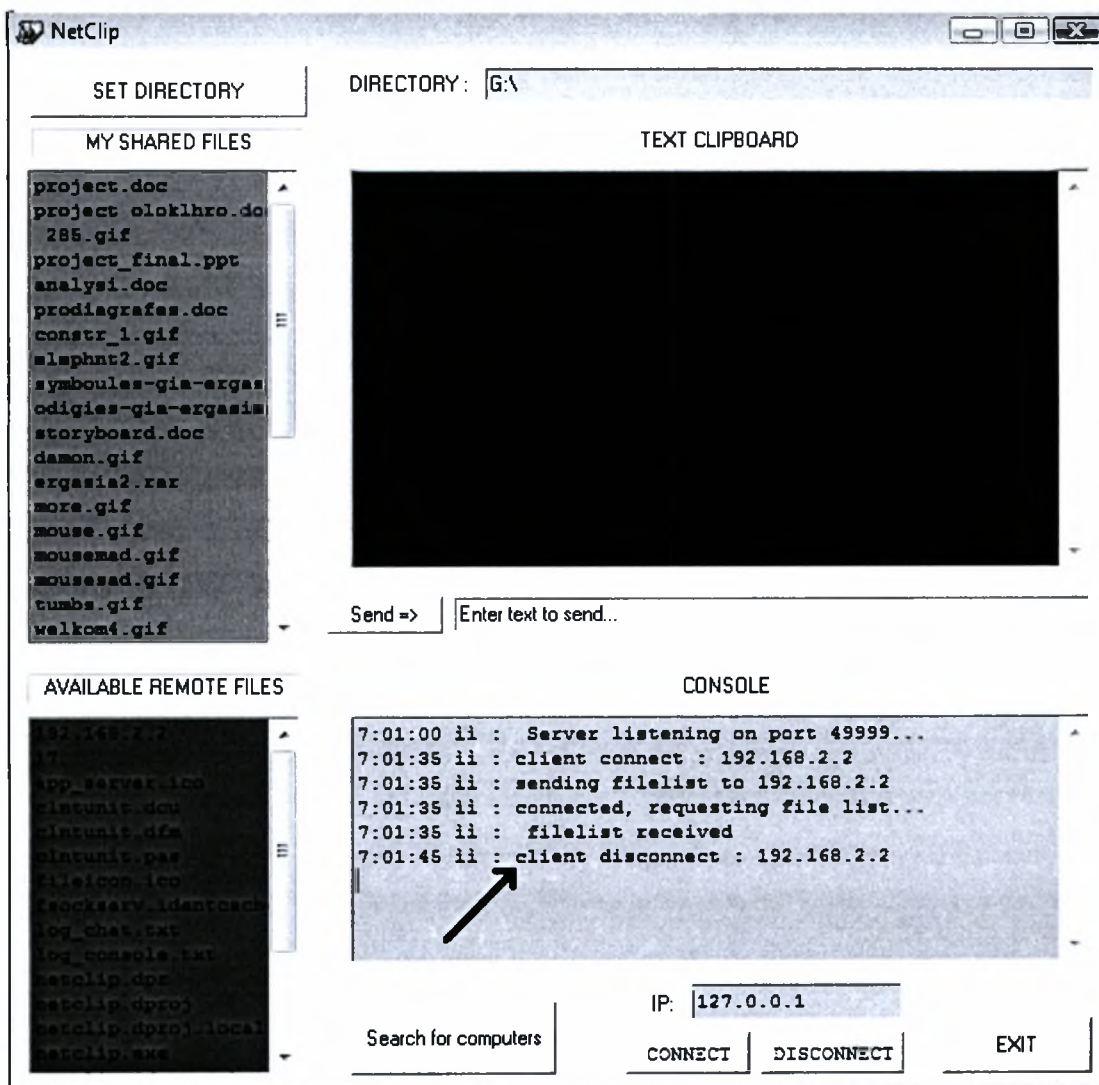


Αποσύνδεση

Ο χρήστης της εφαρμογής έχει το δικαίωμα ανά πάσα στιγμή να αποσυνδεθεί από κάποιον υπολογιστή που είναι ήδη συνδεδεμένος. Η αποσύνδεση γίνεται πατώντας το κουμπι DISCONNECT και αμέσως βλέπουμε στην κονσόλα (CONSOLE) να γράφεται ότι αποσυνδεθήκαμε από κάποιον υπολογιστή με συγκεκριμένη διεύθυνση IP (disconnected from 192.168.2.4). Επίσης, μετά την αποσύνδεση αδειάζουν τα περιεχόμενα του κουτιού με τα διαθέσιμα απομακρυσμένα αρχεία (AVAILABLE REMOTE FILES):

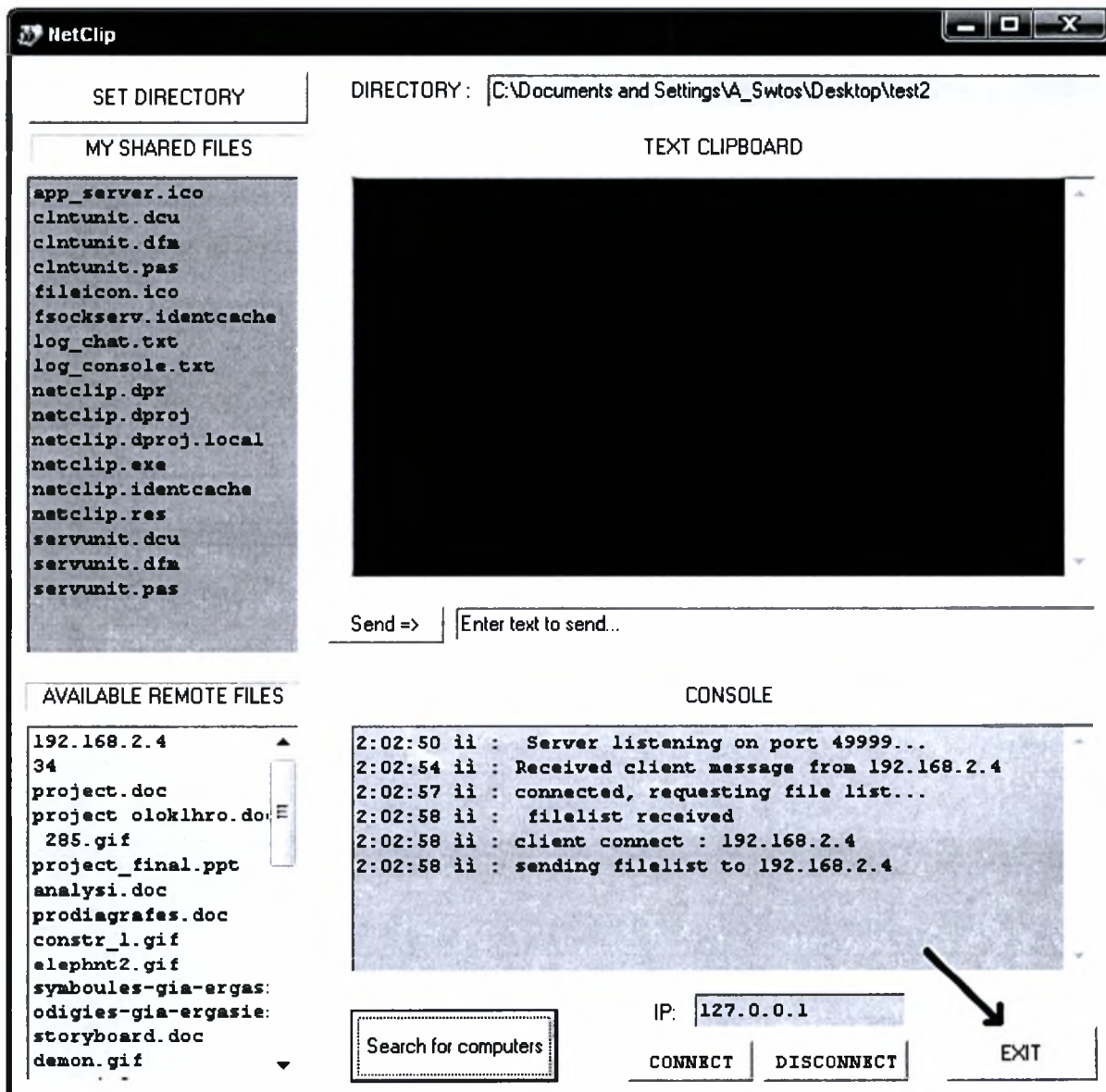


Η εφαρμογή του υπολογιστή από τον οποίο αποσυνδεόμαστε καταλαβαίνει ότι γίνεται αποσύνδεση και στην κονσόλα (CONSOLE) του εμφανίζεται το μήνυμα → client disconnect : 192.168.2.2, δηλαδή ότι ο υπολογιστής με διεύθυνση IP 192.168.2.2 αποσυνδέθηκε:

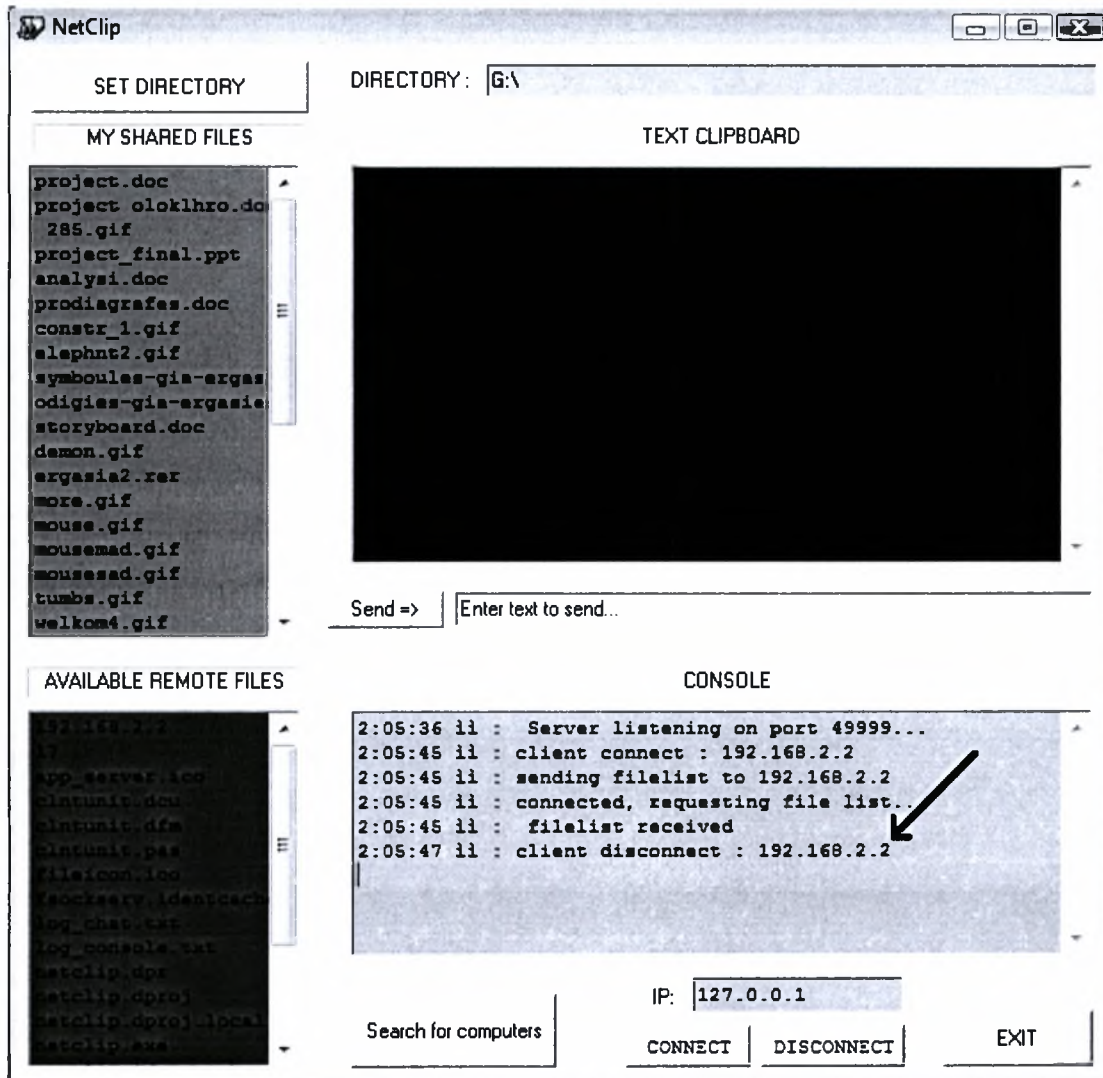


Έξοδος

Η έξοδος/τερματισμός της εφαρμογής γίνεται με το κουμπί EXIT που βρίσκεται κάτω δεξιά στην εφαρμογή.



Στην περίπτωση που ο χρήστης της εφαρμογής έχει ξεχάσει να πατήσει αποσύνδεση και έχει τερματίσει την εφαρμογή, ο υπολογιστής στον οποίο είναι συνδεδεμένος θα καταλάβει αυτόματα την αποσύνδεση και θα εμφανιστεί το σχετικό μήνυμα στην κονσόλα (CONSOLE):



4. Συμπεράσματα - Άξονες Μελλοντικής Έρευνας

Ένα δίκτυο peer-to-peer είναι μια τεχνολογία που επιτρέπει σε όσους είναι συνδεδεμένοι σε αυτό να ανταλλάσσουν αρχεία, να επικοινωνούν μεταξύ τους και να χρησιμοποιούν διάφορες άλλες υπηρεσίες. Είναι ένας από πολλούς άλλους τρόπους με τους οποίους γίνεται ανταλλαγή αρχείων στο Διαδίκτυο. Όμως, χάρη στην ανωνυμία που προσφέρουν αυτά τα δίκτυα, έχουν συχνά συσχετισθεί με την παράνομη ανταλλαγή αρχείων. Οι υπηρεσίες και η τεχνολογία peer-to-peer χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο στις μέρες μας, όχι μόνο από απλούς χρήστες αλλά και από τη βιομηχανία του θεάματος για την παροχή νόμιμων υπηρεσιών περιεχομένου μέσω του Διαδικτύου.

Στη συγκεκριμένη διατριβή έγινε αρχικά μια ανάλυση των δικτύων υπολογιστών δίνοντας περισσότερη έμφαση στο διαδίκτυο (internet). Επίσης, επεξηγήθηκαν τα βασικότερα πρωτόκολλα του διαδικτύου καθώς και οι τρόποι δρομολόγησης των πακέτων των δικτύων. Στη συνέχεια έγινε μια εξειδίκευση και αναλύθηκαν τα peer-to-peer δίκτυα, κάνοντας μια ιστορική αναδρομή αλλά και παρουσιάζοντας μερικά από τα πιο δημοφιλή peer-to-peer προγράμματα. Αυτά τα προγράμματα έχουν δημιουργηθεί για να χρησιμοποιούνται στο internet και να εκμεταλλεύονται συγκεκριμένες υπηρεσίες. Παρόλα αυτά, δεν υπάρχει κάποιο παρόμοιο πρόγραμμα το οποίο να μπορεί να χρησιμοποιηθεί με την ίδια λειτουργικότητα σε τοπικό δίκτυο. Με αυτό το σκεπτικό προέκυψε η ιδέα για τη δημιουργία μιας εφαρμογής με τη δυνατότητα ανταλλαγής αρχείων και μηνυμάτων μεταξύ υπολογιστών, με μόνη προϋπόθεση την ύπαρξη τοπικού δικτύου.

Δημιουργήθηκε μια γρήγορη και ελαφριά (σε μνήμη) peer-to-peer εφαρμογή με δυνατότητες chat και μεταφοράς αρχείων. Η εφαρμογή αυτή μπορεί να αποτελέσει τη βάση και να προστεθούν περαιτέρω λειτουργίες στο μέλλον (πχ. κρυπτογράφηση για περισσότερη ασφάλεια). Επιπρόσθετα, μπορεί να αποτελέσει το επίκεντρο για μελλοντική έρευνα πάνω σε peer-to-peer προγράμματα καθώς και σε προβλήματα ασφαλείας που μπορεί να προκύψουν από την χρησιμοποίηση της εφαρμογής και έναν κακόβουλο χρήστη.

6. Βιβλιογραφία-Πηγές

Βιβλία

Δικτύωση Υπολογιστών, James F. Kurose & Keith W. Ross

Δίκτυα Επικοινωνιών, Jean Walrand

Δίκτυα και διαδίκτυα υπολογιστών, Douglas E. Comer

Mastering Delphi 7, Marco Cantù

Essential Delphi, Marco Cantù

Peer-to-Peer Systems, Peter Druschel, Frans Kaashoek & Antony Rowstron

Peer-to-Peer Computing: Technologies for Sharing and Collaborating on the Net, David Barkai

The TCP/IP Guide: A Comprehensive, Illustrated Internet Protocols Reference, Charles Kozierok

Papers

Krishna Kant, Ravi Iyer, Vijay Tewari, "On the Potential of Peer-to-Peer Computing"

K. Aberer, M. Hauswirth "An Overview on Peer-to-Peer Information Systems"

Robert M. Hinden, "IP Next Generation Overview", 1995

Stefan Saroiu, P. Krishna Gummadi, Steven D. Gribble "A Measurement Study of Peer-to-Peer File Sharing Systems", 2002

Kelsey Anderson, "Analysis of the Traffic on the Gnutella Network", 2001

Sites

delphi.about.com

www.delphibasics.co.uk

www.programmersheaven.com/zone2/index.htm

www.borland.com

www.vuze.com

www.ioost.com

www.kazaa.com



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000097680