

2012

## Το οικοσύστημα των BitTorrent: βασικά του στοιχεία και επιθέσεις εναντίων του

**BitTorrent Ecosystem: basic elements and  
attacks against it**

Πανεπιστήμιο Μακεδονίας  
ΔΠΜΣ Πληροφοριακά συστήματα  
Δίκτυα Υπολογιστών  
Καθηγητής: Α.Α.Οικονομίδης  
Εργασία της: Τερζίδου Χρυσή mis116



## **Περίληψη**

Το BitTorrent αποτελεί μια εφαρμογή Peer-to-peer δεύτερης γενιάς και χρησιμοποιείται για την μεταφορά μεγάλου όγκου αρχείων μέσα στο Internet. Σε αυτήν την εργασία θα περιγράψουμε τα μέλη που αποτελούν το οικοσύστημα των BitTorrents και θα εξετάσουμε τον τρόπο λειτουργίας και σύνδεσης τους. Επίσης θα δούμε τις μετρήσεις που γίνονται στα δομικά του στοιχεία, τις τεχνικές που ακολουθούνται καθώς και τις πληροφορίες που μπορούν να μας δώσουν. Λόγω της επιτυχίας του συγκεκριμένου πρωτοκόλλου (και των αρχείων που διακινεί), έχει γίνει στόχος επιθέσεων από εταιρίες Anti-P2P, οπότε θα εξετάσουμε τους 2 επικρατέστερους τρόπους επίθεσης στα BitTorrent. Αναφερόμαστε στο αβέβαιο κλίμα που επικρατεί σχετικά με BitTorrent στις μέρες μας και τέλος, βλέπουμε ενδεχόμενους τρόπους προσαρμογής και εξέλιξης του συστήματος.

## **Abstract**

BitTorrent is a second generation Peer-to-peer application that is used for distributing large amounts of data over the Internet. In this paper, we will describe the basic elements that constitute the BitTorrent Ecosystem and present their functionality and connection. We will also review the measurements upon the system, the techniques being used as well as the information that can be retrieved. Due to the success of the particular protocol (and the type of archives it distributes), it has been targeted by Anti-P2P companies, therefore we will present the 2 most prevailing methods of attack against it. We will refer to the uncertainty that surrounds the BitTorrent Ecosystem these days and finally, view prospective ways of adjustment and evolution of the system.

## I. Εισαγωγή

Ο προγραμματιστής Brian Cohen σχεδίασε το 2001 ένα πρωτόκολλο για την ανταλλαγή αρχείων μεταξύ ομότιμων χρηστών (peer-to-peer file-sharing protocol) σε όλο τον κόσμο με την ονομασία BitTorrent. Αυτό που το διαφοροποίησε από τα υπόλοιπα P2P δίκτυα είναι πως τα αρχεία δεν βρίσκονται σε ένα κεντρικό διακομιστή αλλά στους σκληρούς δίσκους των χρηστών. Έτσι το BitTorrent εστιάζει στην αποτελεσματική αναπαραγωγή και διανομή δεδομένων με πολύ μεγάλες ταχύτητες χωρίς να απαιτείται μεγάλο και δαπανηρό εύρος ζώνης (bandwidth) σε μια κεντρική τοποθεσία. Ως αποτέλεσμα αυτού του χαρακτηριστικού, το BitTorrent έγινε εξαιρετικά δημοφιλές σύστημα με εκατομμύρια χρήστες και χιλιάδες torrent files παγκοσμίως.

Ανά πάσα στιγμή το BitTorrent έχει κατά μέσο όρο περισσότερους ενεργούς χρήστες από το YouTube και το Facebook συνδυασμένα ενώ κατέχει το 53% της συνολικής P2P κίνησης (Ye, Zhang, Li, Su, 2010). Εξαιτίας αυτής της επιτυχίας του ένα πολύπλοκο σύστημα δημιουργήθηκε γύρω του, στο οποίο ακολουθώντας την ορολογία των Michal Kruczka, Rubén Cuevas, Carmen Guerrero και Arturo Azcorra (2011) αναφερόμαστε ως BitTorrent Ecosystem.

## II. Τα μέρη που απαρτίζουν τα BitTorrent

Τα βασικά μέρη τα οποία αποτελούν το σύστημα αυτό είναι τα εξής:

- **Το σμήνος των BitTorrent (BitTorrent Swarm):** αποτελείται από τους ομότιμους χρήστες όπου συμμετέχουν στην διαδικασία ανεβάσματος/κατεβάσματος των δεδομένων ακολουθώντας το BitTorrent protocol.
  - **Το .torrent file:** περιέχει μεταδεδομένα (metadata) σχετικά με το αρχείο που κατεβάζουμε και πληροφορίες όπως το όνομα, τα κομμάτια (chunks, pieces) που το αποτελούν καθώς και το μέγεθος τους και σημαντικότερα περιλαμβάνει την διεύθυνση IP των trackers που συντονίζουν την επικοινωνία μεταξύ των ατόμων που συμμετέχουν στο σμήνος που ασχολείται με το συγκεκριμένο torrent file.
  - **Torrent tracker:** είναι ο server που καταγράφει τους συμμετέχοντες του κάθε σμήνους σε σχέση με κάθε torrent file. Δεν έχει άμεση επαφή με τα δεδομένα που συναλλάσσονται, ούτε αντίγραφα των αρχείων αλλά γνωρίζει τι κατέχει το κάθε μέλος και την πορεία της συναλλαγής του, καθώς όλοι οι συμμετέχοντες έχουν την υποχρέωση να τον ενημερώνουν περιοδικά για την κατάσταση τους. Με άλλα λόγια διαμεσολαβεί στην επικοινωνία μεταξύ των συνδεδεμένων προγραμμάτων-ατόμων.
- Οι trackers μπορεί να είναι είτε δημόσιοι (public) είτε ιδιωτικοί (private) ή αλλιώς BitTorrent Darknets (Zhang , Dhungel, Wu, Liu , Ross, 2010). Οι δημόσιοι έχουν ελεύθερη πρόσβαση, ενώ στους ιδιωτικούς έχουν πρόσβαση μόνο τα εγγεγραμμένα μέλη, ενώ η εγγραφή συνήθως γίνεται εφικτή μόνο μετά από πρόσκληση ήδη εγγεγραμμένου μέλους.
- **BitTorrent Portal:** είναι ο sever στον οποίο ανακοινώνονται τα torrent file ώστε να μπορούμε να αναζητήσουμε αυτό που ψάχνουμε. Στα ιδιωτικά BitTorrent συνήθως ο ιδιοκτήτης έχει διπλό ρόλο, είναι ο tracker και το portal ταυτόχρονα.

- **BitTorrent Client ή Peer:** η έννοια του πελάτη συμπεριλαμβάνει συνήθως δυο έννοιες. Αναφέρεται είτε στο άτομο-υπολογιστής που συμμετέχει σε ένα σμήνος είτε στο πρόγραμμα όπου υλοποιεί το BitTorrent protocol και επιτρέπει την P2P σύνδεση. Παραδείγματα τέτοιων πελατών-προγραμμάτων είναι το μTorrent και το Vuze. Οι συμμετέχοντες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: στους leechers και τους seeders (λόγω έλλειψης ικανοποιητικής μετάφρασης θα συνεχίσουμε να αναφερόμαστε σε αυτούς τους όρους με την αγγλική ορολογία). Seeders αποκαλούνται όσοι κατέχουν ολοκληρωτικά τα αρχεία στα οποία αναφέρετε το εν λόγω torrent file ενώ leechers είναι οι πελάτες όπου δεν το έχουν ακόμη ολοκληρωμένο και το λαμβάνουν από τους υπόλοιπους πελάτες. Αυτόματα μόλις ένας leecher αποκτήσει το 100% των αρχείων μετατρέπεται σε seeder και ενημερώνοντας τον tracker γίνεται διαθέσιμος ως seeder στα υπόλοιπα μέλη του σμήνους.

### III. Τρόπος λειτουργίας

#### A. Αρχικό στάδιο

Το πρώτο βήμα στην όλη διαδικασία είναι η δημιουργία ενός torrent file πάνω στα αρχεία που θέλουμε να διακινήσουμε και έπειτα η ανακοίνωση του σε ένα portal. Όπως αναφέραμε το αρχείο αυτό θα περιέχει πληροφορίες όπως όνομα, το είδος του αρχείου, αριθμός κομματιών που το αποτελούν, μέγεθος κομματιών και συνολικό μέγεθος, ημερομηνία που ανέβηκε και από ποιόν, τρέχων αριθμό seeders και leechers - αριθμός που ενημερώνεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα και γενικότερες πληροφορίες. Ο ενδιαφερόμενος για αυτό το αρχείο μπορεί με την χρήση ενός κατάλληλου προγράμματος-πελάτη να ανοίξει αυτό το αρχείο το οποίο θα τον οδηγήσει σε ένα tracker που διαχειρίζεται το συγκεκριμένο torrent file και έχει καταχωρημένες τις IP διευθύνσεις των υπόλοιπων

μελών του σμήνους. Αυτό συνήθως γίνεται με ένα HTTP Get αίτημα. Το νέο μέλος στέλνει ένα μήνυμα (announce started) στον tracker ουσιαστικά δηλώνοντας του την παρουσία του και την επιθυμία του να μάθει τις διευθύνσεις των υπόλοιπων μελών. Ο tracker του απαντάει στέλλοντας του ένα μήνυμα με τις διευθύνσεις κάποιων τυχαία επιλεγμένων μελών (40-200 συνήθως) οι οποίοι θα αποτελούν την γειτονία του. Όταν κάποιος θέλει να αποσυνδεθεί πρέπει να στείλει ένα ανάλογο μήνυμα εξόδου (announce stopped) ώστε να δηλώσει την έξοδο του. Καθώς οι ενημερώσεις του tracker γίνονται πολύ συχνά, όταν κάποιο μέλος χάσει πολλούς γείτονες του (συνήθως φτάσει τους 20) ξαναστέλνει μια αίτηση ώστε να λάβει νέους γείτονες και να συνεχίσει ανεπηρέαστος το κατέβασμα του.

## **B. Σύνδεση στο σμήνος**

Για να επικοινωνήσουν δύο μέλη του σμήνους κάνουν χρήση του peer wire protocol το οποίο λειτουργεί πάνω από το TCP. Τόσο τα μηνύματα επικοινωνίας, όσο και η μεταφορά των δεδομένων έχουν την μορφή μιας συνεχούς αμφίδρομης ροής προκαθορισμένων σε μέγεθος μηνυμάτων. Εφόσον εδραιωθεί η TCP σύνδεση μεταξύ των μελών, αποστέλλεται ένα μήνυμα χειραψίας που περιέχει την ταυτότητα του χρήστη, ανταποκριθεί με ένα παρόμοιο μήνυμα ο αρχικός αποδέκτης μπορούμε να το θεωρήσουμε έναρξη της επικοινωνίας μας, διαφορετικά το κανάλι μας θεωρείται κλειστό. Στην συνέχεια ο καθένας στέλνει πληροφόρηση σχετική με τα κομμάτια που κατέχει μέσω ενός bitfield μηνύματος. Το μήνυμα αυτό αποτελείται από μια σειρά bits όπου το κάθε bit αντιστοιχίζεται στον δείκτη των κομματιών μας. Όταν αποκτήσουμε κάποιο κομμάτι, αφού πρώτα ελεγχεί η ορθότητα του μέσω της διαδικασίας SHA-1 hash, ενημερώνουμε με ένα μήνυμα have τους γύρω μας για την νέα απόκτηση μας επιτυγχάνοντας έμμεσα μια διαρκής ενημέρωση σε επίπεδο σμήνους.

Το κάθε μέλος ενός σμήνους μπορεί να βρίσκεται στις δύο παρακάτω ενδεχόμενες καταστάσεις για κάθε του σύνδεση: ενδιαφερόμενος (interested) και μπλοκαρισμένος (choked). Εάν κάποιος βρίσκεται στην κατάσταση μπλοκαρισμένος, δεν μπορεί να κατεβάσει μέχρι να του δοθεί η ξανά η ελευθερία κάτι που συνήθως γίνεται μέσω αύξησης των αρχείων που μοιράζεται με τον σμήνος, δηλαδή με uploading περισσότερων αρχείων. Ο αλγόριθμος choking είναι αυτός που εξασφαλίζει αυτή την συμπεριφορά. Περιοδικά, συνήθως ανά 10 δευτερόλεπτα, ένας leecher , διαλέγει να κάνει unchoke τους n leechers από τους οποίους κατεβάζει περισσότερο (συνήθως 4) στα τελευταία 20 δευτερόλεπτα και να τους στείλει κομμάτια, ενώ όλοι οι υπόλοιποι γείτονές του περνούν σε κατάσταση μπλοκαρίσματος.

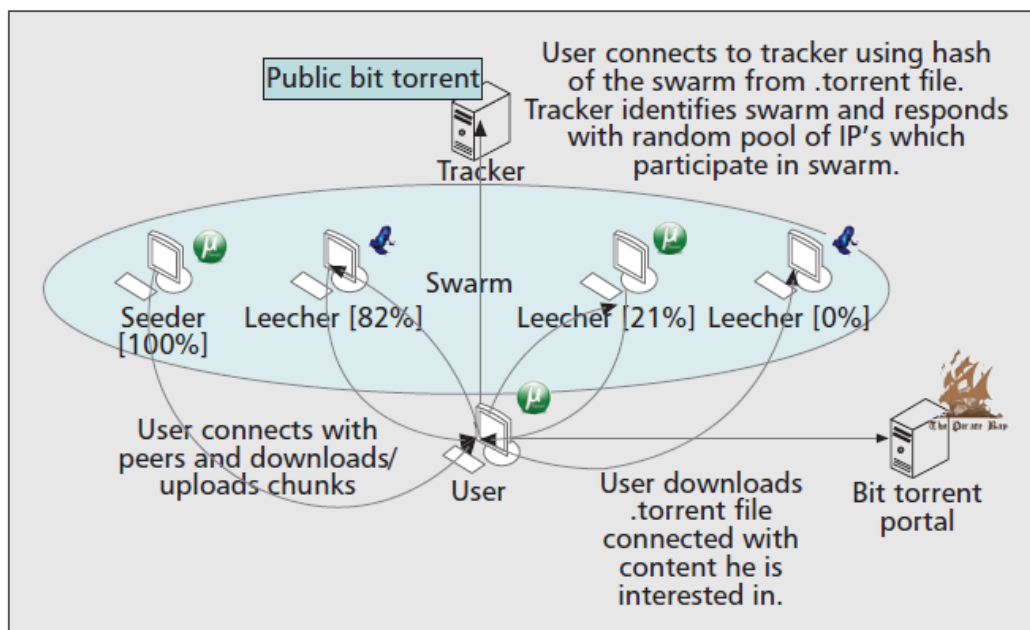
Δηλώνοντας ενδιαφερόμενος, το μέλος που θέλει να κατεβάσει κάποιο κομμάτι εκδηλώνει το ενδιαφέρον του στο μέλος που κατέχει το κομμάτι, ενώ μόλις το λάβει θα πρέπει να ενημερώσει για την αλλαγή αυτή της κατάστασης του στέλνοντας ένα μήνυμα πως δεν ενδιαφέρεται άλλο (not interested). Ο μηχανισμός αυτός των choked/unchecked και interested/ not interested καταστάσεων δίνει στο BitTorrent protocol μια “αίσθηση δικαίου” (Erman, Ilie, Popescu, 2010).

Τα ιδιωτικά BitTorrent Darknets καταγράφουν τις κινήσεις των εγγεγραμμένων μελών τους και τους υποχρεώνουν να διατηρούν μια αναλογία ανεβάσματος/κατεβάσματος κοντά στο 1/1 έτσι ώστε να υπάρχουν πάντα αρχεία σε επάρκεια. Για να πετύχουν τέτοιες αναλογίες συνήθως ακολουθούνται πολιτικές κινήτρων ή “τιμωρίας”. Η γενικότερη πολιτική που ακολουθείται από τα torrents , είτε δημόσια, είτε ιδιωτικά είναι η τακτική Tit-for-Tat, “δούναι και λαβείν”, η οποία εξασφαλίζει ότι ο κάθε leecher θα παρέχει κομμάτια στους leechers από τους οποίους κατεβάζει περισσότερο και δίνει προτεραιότητα με αυτόν τον τρόπο στα μέλη που παρέχουν τα περισσότερα αρχεία. Περιστασιακά, στους δημόσιους

trackers κυρίως, δίνεται η δυνατότητα και σε μέλη χωρίς αρχεία να συμμετάσχουν στο σμήνος και να περάσουν σε κατάσταση unchoked, δηλαδή τους παρέχεται η ελευθερία κατεβάσματος, παρόλο που οι ίδιοι δεν έχουν κάτι να μοιραστούν με την υπόλοιπη ομάδα. Η τεχνική αυτή έχει συνήθως αναλογία 1 προς 3 διαδικασίες unchoke και καλείται optimistic unchoking, καθώς ενέχει την ελπίδα ότι τα νέα αυτά μέλη σύντομα θα ανεβάσουν αρχεία που θα μοιραστούν με το σμήνος.

Μια ακόμα τεχνική που ακολουθείτε από τον χρήστη που κατεβάζει, μόλις ξεμπλοκαριστεί από τους γείτονές του, είναι η τεχνική της rarest first policy όπου ελέγχει την δημοτικότητα των κομματιών που υπάρχουν διαθέσιμα και επιλέγει να κατεβάσει πρώτα αυτό που είναι πιο σπάνιο ώστε να μην δημιουργηθούν προβλήματα εύρεσης συγκεκριμένων κομματιών.

Η εικόνα 1 περιγράφει το BitTorrent Ecosystem:



Εικόνα 1



## Γ. Επεκτάσεις

Καθώς τα BitTorrents πολύ σύντομα έγιναν ευρέως γνωστά για την διακίνηση υλικού όπως ταινίες και σειρές, μουσική κλπ. αρχεία για το οποία δεν είχαν αποκτηθεί οι ανάλογες άδειες κατοχής και διακίνησης, οι trackers έγιναν στόχοι μηνύσεων και πολλοί κινήθηκαν δικαστικά εναντίων τους. Έτσι το BitTorrent protocol εξελίχθηκε και προσπάθησε να δημιουργήσει μηχανισμούς αντιμετώπισης. Έτσι έχουμε την εμφάνιση των DHT (Distributed Hash Table), οι οποίοι παρέχουν την δυνατότητα στον χρήστη των BitTorrent να πληροφορηθεί τις IP των υπόλοιπων χρηστών χωρίς να επικοινωνήσει με τον tracker (Steiner, Biersack, 2008). Αυτό το αποκεντροποιημένο σύστημα λειτουργεί όπως ένας Hash table, με ένα ζευγάρι τιμών και κλειδιού.

Ένας ακόμη τρόπος ήταν μέσω αιτημάτων PEX (Peer Exchange). Κάποιος που θέλει να κατεβάσει, στέλνει ένα αίτημα PEX σε ένα του γείτονα του, το οποίο ζητάει τις IP διευθύνσεις της δικιάς του γειτονιάς. Αν αυτός ο γείτονας που το λαμβάνει υποστηρίζει το PEX πρωτόκολλο, τότε του απαντάει με τις ανάλογες διευθύνσεις. Με αυτόν τον τρόπο με την μορφή “κουτσομπολιού” (gossiping protocol), με λίγα αιτήματα μπορεί κάποιος να πληροφορηθεί τις διευθύνσεις μεγάλου μέρους του σμήνους.

Με την εισαγωγή αυτών των δύο τρόπων ενημέρωσης του χρήστη, χωρίς να είναι απαραίτητο να απευθυνθεί στον tracker, και κυρίως με την εισαγωγή του DHT πίνακα, το σύστημα των BitTorrent από κεντροποιημένο, πήρε μια υβριδική μορφή, η οποία έφερε μεγάλη αλλαγή στην απόδοση του.

## IV. Μετρήσεις

Διάφορες μετρήσεις με διάφορες τεχνικές έχουν εφαρμοστεί πάνω στο σύστημα των BitTorrent ώστε αποκτήσουμε μια σαφή εικόνα της λειτουργίας και αποδοτικότητας του. Ακλουθώντας την τακτική των Kryczka et al χωρίζουμε τις τεχνικές σε μακρο-σκοπικές (macroscopic), που μας δίνουν πληροφορίες πάνω στο σύστημα ως σύνολο και μικρο-σκοπικές (microscopic), που παρέχουν πληροφορίες σε επίπεδο χρήστη. Και στις δύο μεθόδους γίνεται χρήση crawlers- εφαρμογών που ανακτούν τις πληροφορίες που ζητάμε.

### A. Μακρο-σκοπικές Τεχνικές

Σκοπός τους είναι να μας δώσουν μια γενική εικόνα για το σύστημα, όπως το περιεχόμενο τους, την δημοτικότητα τους, την γεωγραφική τους κατανομή, τα ποσοστά των seeders και leechers κλπ. Και αυτές μπορούμε να τις χωρίσουμε ανάλογα με τον στόχο του crawler σε δύο υποκατηγορίες:

i) **BitTorrent portals crawling** : Χρησιμοποιούμε το portal του BitTorrent ώστε να λάβουμε πληροφόρηση ως προς το περιεχόμενο και την δημοτικότητα του, την κατανομή που ακολουθούν τα νέα torrent σε σχέση με το περιεχόμενο αλλά και τον ρυθμό εμφάνισης τους, αλλά και την αναλογία seeders και leechers, καθώς και την εξέλιξη της στον χρόνο. Με ένα html-parser έχουμε στην διάθεση μας όλες τις πληροφορίες που περιέχει το portal πάνω στο torrent που μας ενδιαφέρει με την προϋπόθεση πως “ζει” ακόμα. Χρησιμοποιώντας backwards crawling μπορούμε να βρούμε πληροφορίες για torrents σε παλαιότερες ημερομηνίες ενώ με το upwards crawling μπορούμε να παρακολουθήσουμε στενά κάποιο νεοεμφανιζόμενο torrent και την πορεία του στο μέλλον.

**ii) BitTorrent Trackers crawling:** Για να εξάγουμε περισσότερες πληροφορίες όπως την κατανομή των χρηστών ανά γεωγραφική περιοχή, τον ρυθμό άφιξης τους αλλά και την διάρκεια της συμμετοχής τους στο σμήνος χρειαζόμαστε τις IP διευθύνσεις τους τις οποίες μπορούμε να λάβουμε από τον tracker. Άλλοι tracker έχουν διαθέσιμες αυτές τις πληροφορίες, άλλοι μετά από αίτηση σου επιτρέπουν πρόσβαση στο αρχείο τους ενώ στους περισσότερους γίνεται χρήση των crawlers.

## **B. Μικρο-σκοπικές τεχνικές**

Αναζητώντας πληροφορία σε επίπεδο χρηστών κάνουμε χρήση μικρο-σκοπικών τεχνικών (microscopic techniques). Οι crawlers σε αυτήν την περίπτωση εκμεταλλεύονται τα μηνύματα του peer wire protocol ώστε να μετρήσουν τις διάφορες παραμέτρους. Κάποια βασικά χαρακτηριστικά που μαθαίνουμε από αυτές τις τεχνικές είναι τα εξής:

- Η κατηγορία: μετά από την χειραψία που ανταλλάσσετε κάποιο άλλο μέλος του σμήνους, ακολουθεί το μήνυμα bitfield από τον οποίο μπορούμε να κατηγοριοποιήσουμε τους γείτονές μας σε seeders και leechers.
- Ο άμεσος ρυθμός κατεβάσματος (instantaneous download rate): εφόσον το μέγεθος των κομματιών που συναλλάσσονται είναι γνωστό, μετρώντας τον χρόνο ανάμεσα σε δύο διαδοχικά have μπορούμε να εξάγουμε τον ρυθμό απόκτησης των μικρών κομματιών.
- Μέσος ρυθμός κατεβάσματος (average download rate): βάζοντας τον crawler να συνδέεται περιοδικά με τους γείτονες, ελέγχοντας τα διαδοχικά bitfields που λαμβάνει, μπορούμε να δούμε ξεκάθαρα τα κομμάτια που απέκτησε σε αυτό το διάστημα και να βρούμε ένα μέσο ρυθμό κατεβάσματος.

- Την διανομή των υπο-κομματιών (chunk distribution): Στέλνοντας ένα crawler σε ένα μεγάλο αριθμό συμμετεχόντων, ιδανικά σε όλο το σμήνος, μέσα σε μικρό χρονικό διάστημα μπορούμε να αποκτήσουμε μια εικόνα για την κατανομή των κομματιών μέσα στο σμήνος σε μια δεδομένη στιγμή. Μπορούμε να δούμε ποιός κατέχει τι, την πληθώρα του κάθε κομματιού αλλά και ποιιά είναι τα σπανιότερα. Έτσι ελέγχουμε την λειτουργία του Rarest First Algorithm, η λειτουργία που είναι υπεύθυνη στον να επιλέγονται πρώτα τα πιο σπάνια κομμάτια για κατέβασμα, και έτσι να επιτυγχάνεται έμμεσα μια ομοιόμορφη κατανομή των κομματιών στο σμήνος.

Ο πίνακας 1 μας δίνει κάποιες πληροφορίες για 2 torrent file, ένα για το οποίο υπάρχει μεγάλη ζήτηση (hot) και ένα πιο συνηθισμένο αρχείο (ordinary).

Torrents	Hot	Ordinary
Type	video (movie)	video (cartoon)
Size	457.06 MB	176.15 MB
Website	bbs.wofei.net	bt.ktxp.com
Publishing Time	2009-4-20 16:39	2009-4-20 15:56
Start Time	2009-4-20 16:41	2009-4-20 15:58
End Time	2009-5-19 22:03	2009-5-19 22:05
The Number of Peers	28856	6315

**Πίνακας 1**

## V. Οι επιθέσεις

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, τα δίκτυα P2P και ειδικότερα τα BitTorrent μας παρέχουν την δυνατότητα γρήγορης απόκτησης μεγάλων αρχείων. Ο πίνακας 2 μας δίνει μια εικόνα για τον τύπο των αρχείων που διακινούνται.

File type	File extension	Percentage
video	rmvb, avi, mkv, mp4, rm, wmv, mpg,...	22.8%
audio	mp3, flac, cbr, wma, ogg, cue, m4a,...	23.5%
image	jpg, png, gif, bmp,...	9.5%
executable	exe,...	0.9%
archive	rar, zip,...	32.1%
other	...	11.2 %

Πίνακας 2

Βλέπουμε πως το βίντεο (ταινίες, σειρές κλπ.) σε συνδυασμό με τα αρχεία ήχου φτάνουν το 45% των αρχείων που διακινούνται στα torrents, ενώ ξανασυναντάμε τέτοιου είδους αρχεία μέσα στο 32% που αντιστοιχεί στα συμπιεσμένα αρχεία.

Για αυτούς τους λόγους, τόσο η μουσική βιομηχανία, όσο και οι κινηματογραφικές εταιρίες έχουν προσπαθήσει να βάλουν φρένο στην διακίνηση υλικού που τους ανήκει. Έτσι έχουν κινηθεί εναντίων των P2P συστημάτων με καταγγελίες αλλά και με ιντερνετικές επιθέσεις με την βοήθεια εταιριών anti-P2P.

Οι επιθέσεις αυτές, σε συνδυασμό με την νομική αγωγή κάποιες φορές έφεραν αποτελέσματα όπως στην περίπτωση του Napster, του Kazaa και του eDonkey, όμως σε αντίθεση με τα παραπάνω δίκτυα το BitTorrent είναι ένα πρωτόκολλο το οποίο και εφαρμόζεται από κάποιους χρήστες. Δεν ελέγχονται από συγκεκριμένη εταιρία όπου

μπορούν να μηνύσουν. Το μόνο ευάλωτο σημείο του συστήματος είναι οι trackers, εναντίων των οποίων μπορούν να κινηθούν νομικά, όπως στην περίπτωση του Suprnova το 2004. Με την εμφάνιση των DHT πινάκων και την αποκεντροποίηση του συστήματος αλλά και με την τοποθέτηση των trackers σε χώρες χωρίς την ανάλογη νομοθεσία, η δικαστική οδός δεν αποτελούσε πια πρόσφορη λύση για μουσικές και κινηματογραφικές βιομηχανίες και έδωσαν βαρύτητα στις επιθέσεις εναντίων των σμηνών των BitTorrent.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι επίθεσης αλλά δύο είναι οι πιο συνήθεις: Η παραπλάνηση με λανθασμένο τμήμα (fake block attack) και ο Μη-συνεργάσιμος γείτονας (uncooperative peer attack) (Dhungel, Wu, Schonhorst, Ross, 2008).

#### **A. Παραπλάνηση με λανθασμένο τμήμα- fake block attack**

Σε αυτήν την περίπτωση ο σκοπός του επιτιθέμενου είναι να καθυστερήσει τον χρήστη που κατεβάζει σπαταλώντας το εύρος τους. Ο “δράστης” γίνεται μέρος του σμήνους και όταν συνδεθεί με κάποιο άλλο μέλος στέλνει ένα bitfield μήνυμα όπου δηλώνει την κατοχή πολλών κομματιών. Όταν του ζητηθεί κάποιο κομμάτι, το αποστέλλει αλλά τα συγκεκριμένα κομμάτια είναι ψεύτικα. Η αποτελεσματικότητα αυτού του συστήματος οφείλεται στο γεγονός πως ο έλεγχος SHA-1 hash θα βγει λανθασμένος και ο χρήστης θα να αναγκαστεί να ξανακατεβάσει όλο το συνολικό κομμάτι και όχι μόνο το προβληματικό υπομέρος. Για παράδειγμα, αν ένα κομμάτι (piece) έχει μέγεθος 256KB συνήθως χωρίζετε σε 16 υποκομμάτια (blocks), αν ένα από αυτά είναι ψεύτικο, το θύμα θα αναγκαστεί να ξανακατεβάσει και τα 16 υποκομμάτια. Αν την επόμενη φορά πέσουμε πάλι σε κάποιο ψεύτικο κομμάτι αναγκαζόμαστε να επαναλάβουμε την διαδικασία από την αρχή και το πρόβλημα διογκώνεται αν ανάμεσα στους γείτονες μας έχουμε κρυμμένους “λύκους”.

## **B. Μη-συνεργάσιμος γείτονας - uncooperative peer attack**

Σε αυτήν την περίπτωση ο επιτιθέμενος δεν φτάνει ποτέ στο επίπεδο ανταλλαγής δεδομένων. Αφού εδραιώσει την TCP σύνδεση με κάποιο άλλο μέλος, στέλνει το καθιερωμένο μήνυμα χαιρετισμού και το bitfield δηλώνοντας τα κομμάτια που κατέχει. Όταν όμως του ζητηθεί κάποιο κομμάτι, ξαναστέλνει το αρχικό μήνυμα χαιρετισμού κάνοντας την διαδικασία να πάει από την αρχή. Η διαδικασία αυτή αποκαλείται και επίθεση φλύαρου γείτονα (chatty peer attack). Το θύμα χάνει αρκετό χρόνο στην διαδικασία αυτή ενώ θα μπορούσε να λάβει το κομμάτι που επιθυμεί από άλλους γείτονες του. Όπως και πριν, αν περικλειόμαστε από φλύαρους γείτονες το πρόβλημα που δημιουργούν μεγεθύνεται.

Όπως έδειξε η έρευνα του Dhungel et al, αν και τα δύο παραπάνω μέτρα μπορούν να καθυστερήσουν αρκετά την παραλαβή των αρχείων από τον χρήστη, στην πραγματικότητα δεν δημιουργούν ιδιαίτερο πρόβλημα αν λάβουμε υπόψη μας πως οι χρήστες αυτού του συστήματος είναι ιδιαίτερα υπομονετικοί, αφήνουν το σύστημα να “τρέχει” το βράδυ ή στο παρασκήνιο ενώ ασχολούνται με άλλα θέματα. Υπολογίζουν πως αυτές οι επιθέσεις θα πρέπει να πολλαπλασιαστούν σε σημείο να τριπλασιάσουν τον χρόνο που απαιτεί για να κατέβει ένα αρχείο ώστε να αρχίσουν να δημιουργούν σοβαρά προβλήματα στο οικοσύστημα των BitTorrent.

## VI. Παρόν και Μέλλον

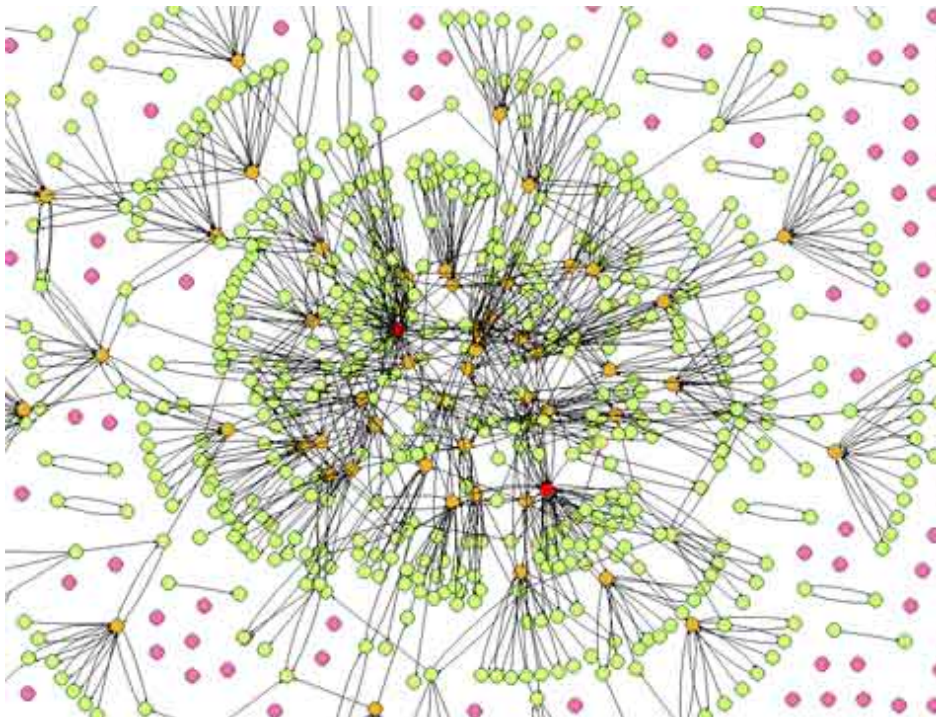
Για πάνω από μια δεκαετία τα BitTorrent κυριαρχούσαν στο τοπίο της διανομής αρχείων, τα πράγματα όμως είναι τελείως διαφορετικά σήμερα. Η μουσική βιομηχανία με κεφαλή της τον RIAA (Recording Industry Association of America) κινείται αποφασιστικά εναντίων των εταιριών διακίνησης πειρατικού υλικού. Στόχος τους, τόσο τα BitTorrent όσο και οι file hosts. Μετά την επίθεση στο MegaUpload οι επιδρομές, οι συλλήψεις, οι κατασχέσεις που ακολούθησαν δημιούργησαν ένα κλίμα φόβου και αβεβαιότητας στην κοινότητα του file-sharing. Κάποια BitTorrent sites όπως το BTjunkie υπέκυψαν σε αυτό το κλίμα και έκλεισαν ενώ πολλά σκέφτονται να το ακολουθήσουν. Αυτή η αλλαγή του κλίματος έκανε πολλούς να ανησυχούν αλλά υπάρχουν και αυτοί που δηλώνουν σταθεροί στην θέση τους.

Οι νέες εξελίξεις όμως πιέζουν για καινοτόμες λύσεις από την μεριά των BitTorrent. Ερευνητές από το Delft University of Technology συνεχίζουν την εργασία τους πάνω σε ένα ακόμα πιο αποκεντροποιημένο σύστημα BitTorrent. Έχουν δημιουργήσει τον Tribler client, ένα πρόγραμμα-πελάτης το οποίο βασίζεται αποκλειστικά στην P2P επικοινωνία και δεν χρειάζεται torrent portal ώστε να αναζητήσει τα torrent files. Ο τρόπος λειτουργίας του είναι ο εξής : όταν κάνουμε αναζήτηση μέσω του Tribler , τα αποτελέσματα που μας εμφανίζονται προέρχονται απευθείας από άλλους χρήστες και όχι από κάποιο κεντρικό αρχείο, στην συνέχεια λαμβάνει τα metadata από κάποιο μέλος και αμέσως ξεκινάει η σύνδεσή του στο σμήνος, χωρίς να υπάρχει ανάγκη κάποιου tracker. Με αυτόν τον τρόπο εξαλείφονται διάφορα προβλήματα που εμφανίζονταν λόγω προβλημάτων των tracker στην όλη διαδικασία, αλλά σημαντικότερα εντοπίζεται μια διέξοδος στο πρόβλημα των ημερών μας. Ένα τέτοιο σύστημα βέβαια, εξαρτάται από την συμμετοχή πολλών ατόμων. Μέχρι



στιγμής το Tribler έχει μικρό κοινό, κάτι που μπορεί να αλλάξει όμως σε σύντομο χρονικό διάστημα, αν οι καταστάσεις πιέσουν.

Η ομάδα του πανεπιστημίου συνεχίζει την προσπάθεια βελτίωσης του προγράμματος. Για να αποφύγουν προβλήματα spam και ψεύτικων αρχείων χρησιμοποίησαν ένα SwarmRank feature ανάλογο με το PageRank της Google, επιτρέποντας την βαθμολόγηση των torrent ανάλογα με την αξιοπιστία τους και την ταχύτητα τους. Επίσης σε αντίθεση με τα ιδιωτικά darknets δεν απαιτούν υψηλή αναλογία ανεβάσματος/κατεβάσματος αλλά δίνουν το χαρακτηριστικό της “φήμης” (reputation) στους συμμετέχοντες. Εφόσον κατέχεις έγκυρα αρχεία θεωρείσαι αξιόπιστος και όσο κατεβάζουν από εσένα τα επίπεδα φήμης σου ανεβαίνουν και παράλληλα ανταμείβεται με υψηλότερες ταχύτητες κατεβάσματος. Στην Εικόνα 2 φαίνεται η δικτύωση του Tribler.



Εικόνα 2

## References

Kryczka M., Cuevas R., Cuevas A., Guerrero C., Azcorra A. (2011). Measuring BitTorrent Ecosystem: Techniques, Tips and Tricks

Ye L., Zhang H., Li F., Su M. (2010). A Measurement Study on BitTorrent System  
Doi:10.4236/ijcns.2010.312125

Zhang C., Dhungel P., Wu D., Liu Z., Ross K. (2010). BitTorrent Darknets

Dhungel P., Wu D., Schonhorst B., Ross K. (2008). A Measurement Study Of Attacks on BitTorrent Leechers

Erman D., Ilie D., Popescu A. (2005). BitTorrent Session Characteristics and Models

Isdal T., Piatek M., Krishnamurthy A., Anderson T. (2007). Leveraging BitTorrent for End Host Measurements

Wu T., Xi Y., Li C., Chen C. (2009). Study on the Fast Response and Adaptability Peer-to-peer Network Based on Optimized Meridian and Gnutella

Lloret J., Diaz J., Jimenez J., Boronta F. (2006). Public Domain P2P Networks Measurements and Modeling

Wang H., Liu J., Xu K. (2010). Measurement and Enhancement of BitTorrent-based video file swarming

Levin D., LaCurts K., Spring N., Bhattacharjee B. (2008). BitTorrent is an Auction: Analyzing and Improving BitTorrent's Incentives

Dan G., Carlsson N. (2010). Power-law Revisited: A Large Scale Measurement. Study of P2P Content Popularity

Cohen B. (2003). Incentives Build Robustness in BitTorrent

Yoshida M., Nakao A. (2011). Measuring BitTorrent Swarms Beyond Reach

Basu S. The Big Book of BitTorrents αποκτήθηκε από το [www.makeuseof.com](http://www.makeuseof.com)

Zhang B., Iosup A., Pouwelse J., Epema D., Ships H. (2009). On Assessing Measurement Accuracy in BitTorrent Peer-to-peer File-Sharing Networks

Erman D., Ilie D., Popescu A. (2010). Measuring and Modeling the BitTorrent content distribution system

Erman D. (2005). BitTorrent Traffic Measurements and Models

Isdal T. (2006). Using BitTorrent for Measuring End-to-End Internet Path Characteristics

Hobfeld T., Lehrieder F., Hock D., Oechsner S., Despotovic Z., Kellerer W., Michel M. (2011). Characterization of BitTorrent Swarms and their Distribution in the Internet.

“BitTorrent Protocol” [http://en.wikipedia.org/wiki/BitTorrent \(protocol\)](http://en.wikipedia.org/wiki/BitTorrent_(protocol))

“Peer-to-peer” <http://en.wikipedia.org/wiki/Peer-to-peer>

“Tribler makes BitTorrent impossible to shut down” <http://torrentfreak.com/tribler-makes-bittorrent-impossible-to-shut-down-120208/>

“Tribler BitTorrent Client Adds Magic Search” <http://torrentfreak.com/tribler-bittorrent-client-adds-magic-search-110829/>

“Truly Decentralized BitTorrent Downloading Has Finally Arrived” <http://torrentfreak.com/truly-decentralized-bittorrent-downloading-has-finally-arrived-101208/>

“Tribler Evolves Its Decentralized BitTorrent Ecosystem” <http://torrentfreak.com/tribler-evolves-its-decentralized-bittorrent-ecosystem-100405/>