

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΑΘΗΝΩΝ**



**ATHENS UNIVERSITY  
OF ECONOMICS  
AND BUSINESS**

# Κατανεμημένα Συστήματα: Θεωρία και Προγραμματισμός

Ενότητα # 10: Κατανεμημένος καταμερισμός αρχείων

Διδάσκων: Γεώργιος Ξυλωμένος

Τμήμα: Πληροφορικής



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



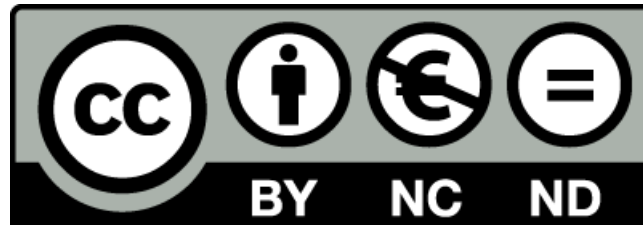
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



# Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Οι εικόνες προέρχονται από το βιβλίο «Κατανεμημένα Συστήματα με Java», Ι. Κάβουρας, Ι. Μήλης, Γ. Ξυλωμένος, Α. Ρουκουνάκη, 3<sup>η</sup> έκδοση, 2011, Εκδόσεις Κλειδάριθμος.



# Σκοποί ενότητας

- Κατανόηση των βασικών ζητημάτων στην αναζήτηση αρχείων σε ομότιμα συστήματα.
- Εξοικείωση με τις βασικές τεχνικές αναζήτησης αρχείων στα ομότιμα συστήματα (εξυπηρετητές, πλημμύρα, ημιδομημένα δίκτυα).
- Κατανόηση του προβλήματος της ανταλλαγή αρχείων στα ομότιμα συστήματα και εξοικείωση με το σύστημα BitTorrent.

# Περιεχόμενα ενότητας

- Αναζήτηση αρχείων
  - Αναζήτηση μέσω εξυπηρετητών
  - Αναζήτηση μέσω πλημμύρας
  - Αναζήτηση σε ημιδομημένα δίκτυα
- Ανταλλαγή αρχείων
  - Το σύστημα BitTorrent
  - Πολιτικές του BitTorrent

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΑΘΗΝΩΝ**

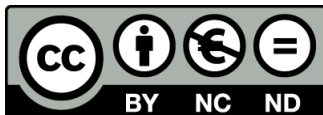


**ATHENS UNIVERSITY  
OF ECONOMICS  
AND BUSINESS**

# Αναζήτηση αρχείων

**Μάθημα:** Κατανεμημένα Συστήματα: Θεωρία και Προγραμματισμός,  
**Ενότητα # 10:** Κατανεμημένος καταμερισμός αρχείων

**Διδάσκων:** Γιώργος Ξυλωμένος, **Τμήμα:** Πληροφορικής



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

# Καταμερισμός αρχείων

- Εφαρμογές καταμερισμού αρχείων
  - Κλασική εφαρμογή συστημάτων ομοτίμων
    - Λειτουργεί ως εξυπηρετητής: ανεβάζει αρχεία
  - Κάθε κόμβος συνεισφέρει ορισμένα αρχεία
    - Λειτουργεί ως πελάτης: κατεβάζει αρχεία
  - Αναζήτηση αρχείων με βάση τις ιδιότητές τους

# Δομημένα συστήματα (1 από 2)

- Υλοποίηση με δομημένα συστήματα
  - Μετασχηματισμός ονόματος σε κλειδί
  - Υποβολή ερωτήματος στο σύστημα
  - Χρήση εξωτερικής υπηρεσίας ονομάτων
    - Αντιστοίχιση ερωτήματος σε όνομα
  - Χρήση ενιαίας κωδικοποίησης ονομάτων
    - Παράδειγμα: καλλιτέχνης\_δίσκος\_όνομα\_bps



# Δομημένα συστήματα (2 από 2)

- Αν γνωρίζουμε μόνο ορισμένες ιδιότητες;
  - Υποβολή ερωτημάτων με διαφορετικές τιμές
    - Εφικτό για το ρυθμό bit, πιο δύσκολο για το όνομα
    - Το πλήθος των αναζητήσεων είναι τεράστιο
  - Το πρόβλημα είναι ο κατακερματισμός!
    - Παρόμοιες αναζητήσεις -> διαφορετικά σημεία
    - Βασική ιδιότητα των DHT

# Αδόμητα συστήματα

- Υλοποίηση με μη δομημένα συστήματα
  - Υποβολή προσεγγιστικών ερωτημάτων
    - Όσες ιδιότητες του αρχείου γνωρίζουμε
  - Προώθηση του ερωτήματος με τυχαίο τρόπο
  - Κάθε κόμβος αποφασίζει αν έχει το αρχείο
    - Μπορεί να επιστρέψει πολλά αποτελέσματα
  - Οι απαντήσεις είναι και αυτές προσεγγιστικές
    - Προέρχονται από τους κόμβους που ρωτήθηκαν

# Αναζήτηση και ανταλλαγή (1 από 2)

- Ο καταμερισμός συνδυάζει δύο λειτουργίες
  - Αναζήτηση αρχείων
  - Ανταλλαγή αρχείων
- Αναζήτηση αρχείων
  - Γενικά δύσκολη σε μεγάλα συστήματα
  - Ακόμη περισσότερο στα ομότιμα συστήματα
    - Συνεχείς προσχωρήσεις και αποχωρήσεις κόμβων
    - Μικρή αξιοπιστία κόμβων

# Αναζήτηση και ανταλλαγή (2 από 2)

- Ανταλλαγή αρχείων
  - Θεωρητικά απλή όταν ξέρουμε τη θέση τους
  - Είναι όμως οι κόμβοι συνεργάσιμοι;
    - Κάθε κόμβος προωθεί το συμφέρον του
    - Μπορεί να θέλει να λαμβάνει χωρίς να στέλνει
    - Μπορεί να στέλνει ψευδή στοιχεία
  - Πώς αναγκάζονται να συνεργαστούν;

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΑΘΗΝΩΝ**



**ATHENS UNIVERSITY  
OF ECONOMICS  
AND BUSINESS**

# Αναζήτηση μέσω εξυπηρετητών

**Μάθημα:** Κατανεμημένα Συστήματα: Θεωρία και Προγραμματισμός,  
**Ενότητα # 10:** Κατανεμημένος καταμερισμός αρχείων  
**Διδάσκων:** Γιώργος Ξυλωμένος, **Τμήμα:** Πληροφορικής



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



# Το σύστημα Napster (1 από 2)

- Πρωτοπόρο σύστημα ανταλλαγής αρχείων
  - Βασιζόταν σε αρχεία mp3
- Ο χρήστης διαφημίζει τα αρχεία ενός ευρετηρίου
- Αναζήτηση αρχείων με βάση ιδιότητες
  - Ορίζονται από τον χρήστη
    - Όνομα, καλλιτέχνης, ρυθμός bit, ...
  - Το σύστημα επιστρέφει μία λίστα αρχείων
  - Για κάθε αρχείο δίνεται όνομα, ιδιότητες και κόμβος

# Το σύστημα Napster (2 από 2)

- Ο χρήστης επιλέγει κάποιο από τα αρχεία
  - Το αρχείο κατεβαίνει
  - Φτάνει ο άλλος χρήστης να μην αποσυνδεθεί
- Δεν είναι πραγματικά ομότιμο σύστημα
  - Ανταλλαγή απευθείας μεταξύ χρηστών
  - Αναζήτηση μέσω εξυπηρετητών της εταιρείας
  - Ο χρήστης εγγράφεται στην υπηρεσία
  - Εξυπηρετητές σε ευρέως γνωστή διεύθυνση

# Σύνδεση στο Napster (1 από 2)

- Λειτουργία εφαρμογής Napster
  - Σύνδεση με συστοιχία εξυπηρετητών
  - Αποστολή μηνύματος με στοιχεία χρήστη
    - Θύρα λήψης εφαρμογής
    - Η διεύθυνση φαίνεται στο μήνυμα
    - Έκδοση εφαρμογής
    - Τύπος σύνδεσης στο δίκτυο (PSTN, ADSL, T1)

Χρήστης	Συνθηματικό	Θύρα	Πληροφορίες	Σύνδεση
---------	-------------	------	-------------	---------



# Σύνδεση στο Napster (2 από 2)

- Λειτουργία εφαρμογής Napster
  - Αποστολή μηνύματος για κάθε αρχείο
    - Όνομα αρχείου
    - Τιμή κατακερματισμού (MD5)
    - Μέγεθος και χρονική διάρκεια
    - Ρυθμός κωδικοποίησης και δειγματοληψίας
  - Ο εξυπηρετητής προσθέτει τα στοιχεία στη βάση

Όνομα αρχείου	MD5	Μέγεθος	Ρυθμός	Δειγματοληψία	Διάρκεια
---------------	-----	---------	--------	---------------	----------

# Αναζήτηση στο Napster (1 από 3)

- Εντοπισμός αρχείου
  - Αποστολή μηνύματος από πελάτη
    - Όνομα καλλιτέχνη και κομματιού (ή μέρος)
    - Μέγιστο πλήθος απαντήσεων
    - Φίλτρα της μορφής τελεστής (<, =, >) και τιμή
    - Τύπος σύνδεσης άλλου άκρου
    - Ρυθμός κωδικοποίησης και δειγματοληψίας

Καλλιτέχνης	Πλήθος	Όνομα	Σύνδεση	Ρυθμός	Δειγματοληψία
-------------	--------	-------	---------	--------	---------------

# Αναζήτηση στο Napster (2 από 3)

- Εντοπισμός αρχείου
  - Ο εξυπηρετητής ελέγχει τη βάση
    - Τα ερωτήματα συγκρίνονται με τα ονόματα αρχείων
    - Ουσιαστικά έχουμε δομημένα ονόματα
  - Επιστρέφεται ένα μήνυμα ανά αρχείο
    - Στοιχεία αρχείου (περιέχεται και τιμή κατακερματισμού)
    - Όνομα χρήστη, IP, τύπος σύνδεσης

Στοιχεία αρχείου	Χρήστης	Διεύθυνση	Σύνδεση
------------------	---------	-----------	---------

# Αναζήτηση στο Napster (3 από 3)

- Επιλογή αρχείου
  - Τα πανομοιότυπα αφαιρούνται
    - Εντοπίζονται μέσω τιμής κατακερματισμού
  - Ο χρήστης επιλέγει ένα από τα αρχεία
  - Ο πελάτης στέλνει αίτηση στον εξυπηρετητή
    - Περιέχει όνομα χρήστη και όνομα αρχείου
  - Ο εξυπηρετητής επιστρέφει και τη θύρα TCP
  - Ο πελάτης ζητά το αρχείο από τον άλλο πελάτη

# Αξιολόγηση του Napster (1 από 3)

- Γιατί έγινε τόσο δημοφιλές το Napster;
  - Κυκλοφόρησε την κατάλληλη στιγμή
    - Το mp3 υποδεκαπλασίασε το μέγεθος
    - ADSL/Cable υπερδεκαπλασίασαν την ταχύτητα
  - Οι χρήστες δεν χρειαζόταν να γνωρίζονται
    - Το Napster τους έφερνε σε επαφή
  - Μεγάλη ταχύτητα κατεβάσματος
    - Χωρίς υποδομή εξυπηρετών στο Napster

# Αξιολόγηση του Napster (2 από 3)

- Το Napster δεν ήταν ομότιμο σύστημα
  - Η αναζήτηση χρησιμοποιούσε κεντρική βάση
    - Διευκόλυνση προσεγγιστικών ερωτημάτων
    - Δημιουργία σημείου συμφόρησης
    - Ανάγκη για μεγάλες συστοιχίες εξυπηρετητών
    - Αλγόριθμοι για εξισορρόπηση φόρτου
  - Η κεντρική βάση ήταν το ευαίσθητο σημείο
    - Για αυτό την αποφεύγουν τα ομότιμα συστήματα

# Αξιολόγηση του Napster (3 από 3)

- Το Napster έκλεισε με δικαστική εντολή
  - Οι κάτοχοι πνευματικών δικαιωμάτων το κυνήγησαν
  - Τα δικαστήρια διέταξαν τη διακοπή λειτουργίας του
  - Δεν λειτουργούσε χωρίς τους εξυπηρετητές
- Το Napster όμως έδειξε το δρόμο
  - Τεράστιο ενδιαφέρον για παρόμοια υπηρεσία
  - Ανάγκη για πλήρως αποκεντρωμένη λειτουργία
    - Έτσι ώστε να μην μπορεί να κλείσει

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΑΘΗΝΩΝ**



**ATHENS UNIVERSITY  
OF ECONOMICS  
AND BUSINESS**

# Αναζήτηση μέσω πλημμύρας

**Μάθημα:** Κατανεμημένα Συστήματα: Θεωρία και Προγραμματισμός,  
**Ενότητα # 10:** Κατανεμημένος καταμερισμός αρχείων  
**Διδάσκων:** Γιώργος Ξυλωμένος, **Τμήμα:** Πληροφορικής



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης





# Το σύστημα Gnutella 1

- Το σύστημα Gnutella
  - Ανταλλαγή αρχείων σε ομότιμο περιβάλλον
  - Βασίζεται μόνο στους ομότιμους κόμβους
- Πρώτη γενιά Gnutella
  - Μη δομημένο υπερκείμενο δίκτυο
  - Περιορισμένη κλιμακωσιμότητα
    - Λόγω χρήσης πλημμύρας στην αναζήτηση

# Σύνδεση στο Gnutella 1

- Κάθε κόμβος προσπαθεί να συνδεθεί με άλλους
  - Ευρέως γνωστοί κόμβοι διάσπαρτοι στο δίκτυο
  - Επικοινωνία με κόμβους που ήδη γνωρίζουμε
  - Ανταλλαγή εκδόσεων πρωτοκόλλου με άλλο κόμβο
  - Αν συμφωνεί η έκδοση, οι κόμβοι συνδέονται
  - Δεν υπάρχουν ονόματα, συνθηματικά ή εγγραφές
- Σύνδεση με τρεις τουλάχιστον κόμβους
  - Εναλλακτικές διαδρομές σύνδεσης με το δίκτυο

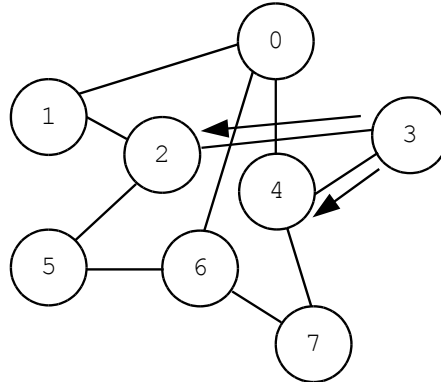
# Μηνύματα στο Gnutella 1

- Μορφή μηνυμάτων στο Gnutella
  - Μοναδικό αναγνωριστικό ανά αποστολέα
  - Επιτρεπόμενο πλήθος αλμάτων
  - Πλήθος αλμάτων που έχουν γίνει
  - Οι κόμβοι διατηρούν τα μηνύματα
    - Εντοπισμός πολλαπλών λήψεων
    - Αναμενόμενο σε συστήματα πλημμύρας
    - Απόρριψη επαναλήψεων

# Συντήρηση στο Gnutella 1

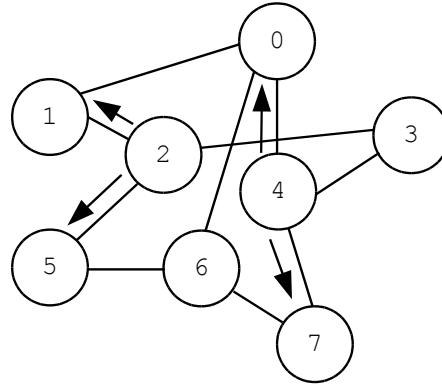
- Περιοδικό μήνυμα ring στους γείτονες
  - Επιτρέπονται μέχρι 7 άλματα
  - Όποιος γείτονας δεν το έχει ξαναδεί το προωθεί
  - Διάδοση με περιορισμένη πλημμύρα (flooding)
- Απάντηση με μήνυμα pong
  - Διεύθυνση κόμβου και πλήθος / όγκος αρχείων
  - Ακολουθεί την αντίστροφη διαδρομή από το pong
    - Χρήση των αποθηκευμένων μηνυμάτων ring

# Αναζήτηση στο Gnutella 1 (1 από 2)



- Μήνυμα query για αναζήτηση αρχείου
  - Προωθείται ακριβώς όπως το ring
    - Περιορισμένη πλημμύρα
    - Αποθήκευση μηνυμάτων
  - Περιέχει λίστα με λέξεις-κλειδιά
  - Επιπλέον, ελάχιστη ταχύτητα σύνδεσης

# Αναζήτηση στο Gnutella 1 (2 από 2)



- Απάντηση με μήνυμα query-hit
  - Προωθείται ανάποδα από το query (όπως το pong)
  - Στοιχεία επικοινωνίας κόμβου και πλήθος αρχείων
  - Λίστα με τα αρχεία (όνομα, μέγεθος, MD5)
- Ανταλλαγή αρχείων
  - Απευθείας μεταξύ των κόμβων μέσω IP

# Προβλήματα του Gnutella 1 (1 από 2)

- Η πλημμύρα δεν κλιμακώνεται
  - Όσο μεγαλώνει το σύστημα, μεγαλώνει ο φόρτος
  - Η αναζήτηση καλύπτει όλο και μικρότερο μέρος
  - Αύξηση αλμάτων / γειτόνων αυξάνει το φόρτο
- Πολλά μηνύματα είναι περιττά
  - Επανέρχονται στους ίδιους κόμβους
  - Απορρίπτονται όταν εντοπιστούν

# Προβλήματα του Gnutella 1 (2 από 2)

- Υπερκείμενο <> υποκείμενο δίκτυο
  - Κάθε άλμα μπορεί να διατρέχει όλο το Διαδίκτυο
- Το κόστος αναζητήσεων είναι πολύ μεγάλο
  - Πάρα πολλά μηνύματα λόγω πλημμύρας
  - Τα μηνύματα καλύπτουν μεγάλες αποστάσεις
- Οι αναζητήσεις είναι αργές
- Οι αναζητήσεις δεν βρίσκουν τα πάντα



**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΑΘΗΝΩΝ**



**ATHENS UNIVERSITY  
OF ECONOMICS  
AND BUSINESS**

# Αναζήτηση σε ημιδομημένα δίκτυα

**Μάθημα:** Κατανεμημένα Συστήματα: Θεωρία και Προγραμματισμός,  
**Ενότητα # 10:** Κατανεμημένος καταμερισμός αρχείων  
**Διδάσκων:** Γιώργος Ξυλωμένος, **Τμήμα:** Πληροφορικής



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

# Το σύστημα Gnutella 2 (1 από 2)

- Ημιδομημένη αρχιτεκτονική
  - Δύο είδη κόμβων
- Υπερομότιμοι κόμβοι (super-peers)
  - Συνδέονται με ομότιμους και υπερομότιμους
  - Εκπροσωπούν τους ομότιμους στο σύστημα
- (Απλοί) ομότιμοι κόμβοι
  - Συνδέονται μόνο σε υπερομότιμους

# Το σύστημα Gnutella 2 (2 από 2)

- Επιλογή υπερομότιμων από το σύστημα
  - Στόχος: σταθερό πλήθος ομότιμων / υπερομότιμο
- Προαγωγή κόμβου
  - Ξεκινά από κάποιον φορτωμένο υπερομότιμο
  - Επιλέγει έναν απλό ομότιμο
    - Πρέπει να είναι αρκετή ώρα στο σύστημα
    - Πρέπει να έχει μεγάλο εύρος ζώνης
  - Προβιβάζεται σε υπερομότιμο
  - Μοιράζεται τους ομότιμους με τον παλιό

# Συντήρηση δικτύου στο Gnutella 2

- Μηνύματα ring και rong σε δύο επίπεδα
  - Υπερομότιμοι: ανταλλάσσουν μεταξύ τους
  - Απλοί ομότιμοι: στέλνουν ring στο γονέα τους
    - Λαμβάνουν σαν απάντηση τα rong που έχει λάβει
    - Μαθαίνουν έτσι για το υπόλοιπο δίκτυο
    - Το ring τους δεν προωθείται στο δίκτυο

# Αρχική σύνδεση στο Gnutella 2

- Ο κόμβος αρχικά είναι απλός ομότιμος
  - Προσπαθεί να συνδεθεί σε υπερομότιμους
  - Αποστολή λίστας με τιμές κατακερματισμού
    - Σε κάθε υπερομότιμο που συνδέεται
    - Για κάθε λέξη-κλειδί που περιγράφει κάθε αρχείο
  - Ο υπερομότιμος διατηρεί πίνακα
    - Τιμή κατακερματισμού και αντίστοιχο παιδί

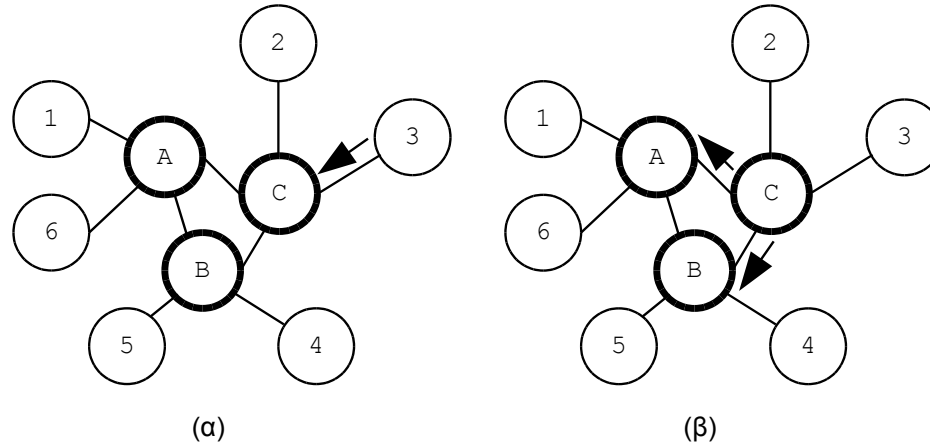
# Αναζήτηση στο Gnutella 2 (1 από 3)

- Ο ομότιμος στέλνει query στο γονέα του
- Ο υπερομότιμος ελέγχει τον πίνακά του
- Αν βρει ταίριασμα
  - Το στέλνει στο αντίστοιχο παιδί
    - Το ταίριασμα δεν σημαίνει ότι υπάρχει το αρχείο
    - Ο υπερομότιμος γνωρίζει τιμές κατακερματισμού
    - Απλά προωθεί το μήνυμα σε πιθανούς κόμβους
  - Προωθεί το query σε άλλους υπερομότιμους
    - Επανάληψη μέχρι να εξαντληθεί το όριο αλμάτων

# Αναζήτηση στο Gnutella 2 (2 από 3)

- Οι κόμβοι απαντούν με μήνυμα query-hit
  - Μόνο αν έχουν τη ζητούμενη λέξη-κλειδί
    - Μπορεί απλά να ταιριάζει το hash
  - Στέλνεται στον κόμβο που ξεκίνησε το query
    - Χωρίς παρέμβαση του υπερομότιμου
    - Μείωση επιβάρυνσης ενδιάμεσων κόμβων
    - Μείωση απόστασης που καλύπτει κάθε μήνυμα

# Αναζήτηση στο Gnutella 2 (3 από 3)



- Παράδειγμα αναζήτησης στο Gnutella 2
  - Ο κόμβος 3 στέλνει query στον υπερομότιμο C
  - Αν ο C εντοπίσει ταίριασμα με 2, θα το στείλει στον 2
  - Επιπλέον το μήνυμα στέλνεται στους A και B
  - Σε κάθε άλμα εξετάζονται όλοι οι ομότιμοι
    - Μέσω του υπερομότιμου που τους εκπροσωπεί



# Το σύστημα KaZaa (1 από 2)

- Ο κώδικας δεν είναι δημόσια διαθέσιμος
  - Κρυπτογραφημένα μηνύματα μεταξύ κόμβων
  - Παρατήρηση της συμπεριφοράς των κόμβων
- Πολλές παράλληλες μεταφορές αρχείων
- Κατέβασμα τμημάτων από πολλούς κόμβους
  - Ανάκαμψη από αποτυχίες
  - Μείωση χρόνου αναμονής

# Το σύστημα KaZaa (2 από 2)

- Έλεγχος πλήθους αποκρίσεων
  - Μείωση πόρων για την αναζήτηση
  - Υλοποιείται από τον υπερομότιμο
  - Αν γνωρίζει αρκετές απαντήσεις δεν προωθεί
  - Αλλιώς μιλάει με ορισμένους γείτονες
  - Αν δεν έχει αρκετές, μιλάει και με άλλους
  - Η αναζήτηση επεκτείνεται μόνο αν χρειάζεται

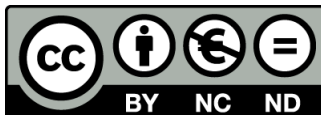
**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΑΘΗΝΩΝ**



**ATHENS UNIVERSITY  
OF ECONOMICS  
AND BUSINESS**

# Ανταλλαγή αρχείων

**Μάθημα:** Κατανεμημένα Συστήματα: Θεωρία και Προγραμματισμός,  
**Ενότητα # 10:** Κατανεμημένος καταμερισμός αρχείων  
**Διδάσκων:** Γιώργος Ξυλωμένος, **Τμήμα:** Πληροφορικής



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



# Ανταλλαγή αρχείων με ομότιμους

- Προαπαιτεί την αναζήτηση
  - Εντοπισμός κόμβων που διαθέτουν το αρχείο
- Επιλογή ενός κόμβου και κατέβασμα αρχείου
  - Ανάλογα με τις προτιμήσεις του ομότιμου
- Δυναμικό και αποκεντρωμένο σύστημα
  - Οι κόμβοι μπορεί να αποχωρούν απρόβλεπτα
  - Οι κόμβοι μπορεί να συμπεριφέρονται περίεργα

# Ανταλλαγή τμημάτων

- Το αρχείο χωρίζεται σε κομμάτια (pieces)
  - Κατέβασμα από πολλούς κόμβους ταυτόχρονα
  - Δεν πειράζει αν ορισμένοι είναι αργοί
    - Στα επόμενα κομμάτια θα επιλέξουμε άλλους
  - Αντοχή σε αποχωρήσεις ή αποτυχίες κόμβων
    - Απαιτεί παρακολούθηση πολλών κόμβων
    - Απαιτεί παρακολούθηση των κομματιών

# Επιλογή κόμβων

- Επιλογή κόμβων για κατέβασμα
  - Έχει νόημα όταν έχουμε πολλά κομμάτια
    - Κάθε κομμάτι μπορεί να έρχεται από αλλού
  - Ρυθμός μετάδοσης προς τοπικό κόμβο
    - Βασικό κριτήριο επιλογής
    - Ταχύτητα πρόσβασης στο δίκτυο
    - Μέτρηση με δοκιμαστικά πακέτα
    - Συμπεριφορά σε προηγούμενα κομμάτια

# Αποφυγή τζαμπατζήδων

- Κατέβασμα χωρίς ανέβασμα
  - Το ανέβασμα πρέπει να ενθαρρύνεται!
    - Αλλιώς το σύστημα σταδιακά θα απαξιωθεί
  - Επιβράβευση κόμβων που ανεβάζουν
    - Ή τιμωρία κόμβων που δεν ανεβάζουν
    - Τεχνική *ένα σου και ένα μου (tit for tat)*
  - Επιβεβαίωση εγκυρότητας κομματιών
    - Τιμή κατακερματισμού περιεχομένων

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΑΘΗΝΩΝ**



**ATHENS UNIVERSITY  
OF ECONOMICS  
AND BUSINESS**

# Το σύστημα BitTorrent

**Μάθημα:** Κατανεμημένα Συστήματα: Θεωρία και Προγραμματισμός,  
**Ενότητα # 10:** Κατανεμημένος καταμερισμός αρχείων  
**Διδάσκων:** Γιώργος Ξυλωμένος, **Τμήμα:** Πληροφορικής



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης





# Έννοιες του BitTorrent (1 από 5)

- Ανταλλαγή αρχείων με το BitTorrent
  - Μη δομημένο υπερκείμενο δίκτυο
  - Ανταλλαγή ανάμεσα στους ομότιμους
  - Ευρέως γνωστό πρωτόκολλο
  - Πρότυπη συμπεριφορά
  - Δεν ασχολείται με την αναζήτηση αρχείων
    - Βασίζεται σε άλλα συστήματα για την αναζήτηση

# Έννοιες του BitTorrent (2 από 5)

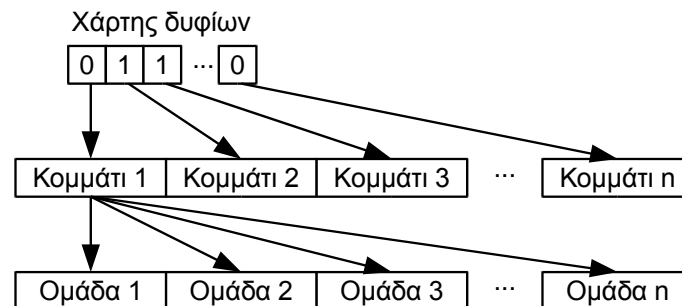
- Σμήνος: κόμβοι που ανταλλάσσουν ένα αρχείο
  - Κάθε αρχείο έχει ανεξάρτητο σμήνος
- Δότες: διαθέτουν ολόκληρο το αρχείο
  - Ανεβάζουν δεδομένα
- Εκμεταλλευτές: διαθέτουν μέρος του αρχείου
  - Ανεβάζουν και κατεβάζουν δεδομένα
  - Γίνονται δότες όταν ολοκληρώσουν το κατέβασμα
- Στην αρχή χρειάζεται ένας τουλάχιστον δότης
  - Αργότερα μπορεί να αρκούν μόνο οι εκμεταλλευτές

# Έννοιες του BitTorrent (3 από 5)

- Ιχνηλάτης
  - Διευκολύνει την ανταλλαγή αλλά δεν συμμετέχει
  - Καταγράφει στοιχεία κόμβων του σμήνους
  - Πιθανόν πολλοί ιχνηλάτες ανά αρχείο
- Ανταλλαγή κομματιών του αρχείου
  - Ισομεγέθη κομμάτια
  - Εκτός ίσως από το τελευταίο
    - Συνήθως 32 KByte έως 4 Mbyte

# Έννοιες του BitTorrent (4 από 5)

- Παρακολούθηση κομματιών
  - Χάρτης δυφίων (bitmap ή bitfield)
  - Ένα δυφίο ανά κομμάτι, αρχικά όλα μηδενικά
  - Τα κομμάτια υποδιαιρούνται σε ομάδες
    - Συνήθως 16 KByte
  - Οι ομάδες παρακολουθούνται μόνο εσωτερικά

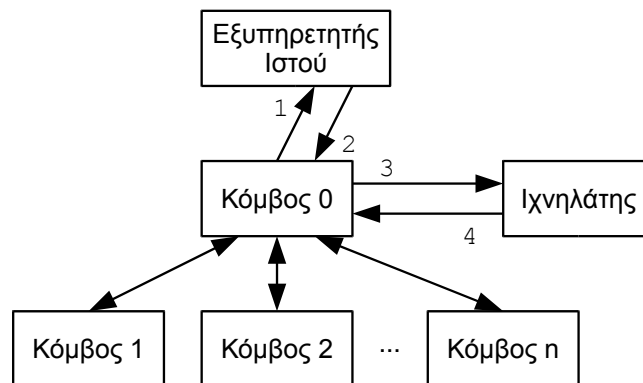


# Έννοιες του BitTorrent (5 από 5)

- Μετα-αρχείο με τα στοιχεία του αρχείου
  - Συνήθως κατάληξη .torrent
  - Όνομα και μέγεθος αρχείου
  - Μέγεθος κομματιών
  - Τιμή κατακερματισμού περιεχομένων (MD5)
  - Τιμές κατακερματισμού των κομματιών (SHA-1)
  - Λίστα διευθύνσεων ιχνηλατών (URL)
  - Προαιρετικά περιγραφικά στοιχεία

# Εκκίνηση ανταλλαγής

- Κατεβάζουμε το μετα-αρχείο από ιστοσελίδα
- Συνδεόμαστε με τους ιχνηλάτες
- Οι ιχνηλάτες επιστρέφουν μία λίστα με κόμβους
- Επικοινωνούμε με άλλους κόμβους του σμήνους
- Η μόνη σχέση εμπιστοσύνης είναι με την ιστοσελίδα
  - Πρέπει να εμπιστευόμαστε τις τιμές κατακερματισμού



# Επικοινωνία με ιχνηλάτη (1 από 5)

- Επικοινωνία με ιχνηλάτες
  - Μπορεί να έχουμε πολλούς ιχνηλάτες
  - Οι ιχνηλάτες δεν συγχρονίζονται μεταξύ τους
  - Κάθε κόμβος μπορεί να επικοινωνεί με πολλούς
  - Χρήση μεθόδου GET του πρωτοκόλλου HTTP
    - Οι παράμετροι κωδικοποιούνται ως επιλογές

# Επικοινωνία με ιχνηλάτη (2 από 5)

- Αίτηση προς ιχνηλάτη
  - Κατακερματισμός μετα-αρχείου (SHA-1)
    - Λέγεται και *info-hash* του αρχείου
  - Αναγνωριστικό του κόμβου
    - Όνομα / έκδοση λογισμικού και τυχαίος αριθμός
  - Θύρα επικοινωνίας
  - Μέγιστο πλήθος κόμβων ανά απάντηση
  - Στατιστικά στοιχεία κόμβου
    - Δυφιοσυλλαβές που έχει ανεβάσει / κατεβάσει / αναζητά

Αναγνωριστικό	Κόμβος	Θύρα	Πλήθος	Στατιστικά
---------------	--------	------	--------	------------



# Επικοινωνία με ιχνηλάτη (3 από 5)

- Απάντηση ιχνηλάτη
  - Τυχαίο υποσύνολο κόμβων του σμήνους
    - Διασφαλίζει ότι το σμήνος θα παραμείνει συνδεδεμένο
  - Πλήθος κόμβων
  - Για κάθε κόμβο
    - Αναγνωριστικό, διεύθυνση, θύρα
  - Στατιστικά ιχνηλάτη
    - Πλήθος δοτών / εκμεταλλευτών
  - Τα στοιχεία συλλέγονται από τις ίδιες τις αιτήσεις

Πλήθος	Κόμβος/Διεύθυνση/Θύρα	...	Κόμβος/Διεύθυνση/Θύρα	Στατιστικά
--------	-----------------------	-----	-----------------------	------------

# Επικοινωνία με ιχνηλάτη (4 από 5)

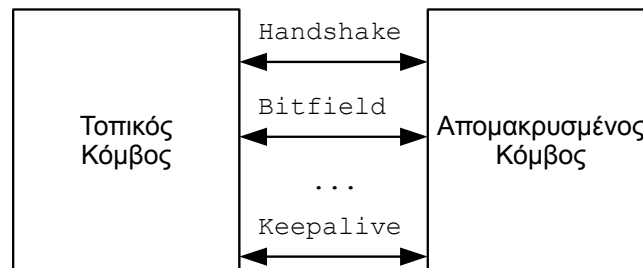
- Κατασκευή εικόνας του σμήνους
  - Τα στοιχεία δεν είναι αξιόπιστα
    - Αποχωρήσεις και αποτυχίες κόμβων
    - Ορισμένα δεν επιβεβαιώνονται καν
  - Επικοινωνία με ιχνηλάτη κάθε 30 λεπτά
    - Ενημερώνεται η εικόνα του κόμβου στον ιχνηλάτη
  - Επιπλέον, όταν μείνουν κάτω από 20 κόμβοι
    - Στόχος: να έχουμε πάντα αρκετούς για σύνδεση

# Επικοινωνία με ιχνηλάτη (5 από 5)

- Κατανεμημένος πίνακας κατακερματισμού
  - Αντικαθιστά τον ιχνηλάτη
  - Συνδέονται κόμβοι από όλα τα σμήνη
    - Έτσι ώστε να υπάρχουν αρκετοί στον πίνακα
  - Αναζήτηση με βάση το info-hash
    - Ο πλησιέστερος κόμβος λειτουργεί ως ιχνηλάτης
  - Ελαφρά διαφορετικό πρωτόκολλο επικοινωνίας

# Επικοινωνία κόμβων (1 από 7)

- Συνδέσεις με κόμβους μέσω TCP
  - Μέχρι 40 εξερχόμενες και 40 εισερχόμενες
- Μηνύματα Handshake
  - Όνομα πρωτοκόλλου, info-hash, αναγνωριστικό κόμβου
- Μηνύματα Bitfield
  - Χάρτης δυφίων του κόμβου
- Μηνύματα Keep Alive
  - Ανά 2 λεπτά αν δεν σταλεί κάτι άλλο



# Επικοινωνία κόμβων (2 από 7)

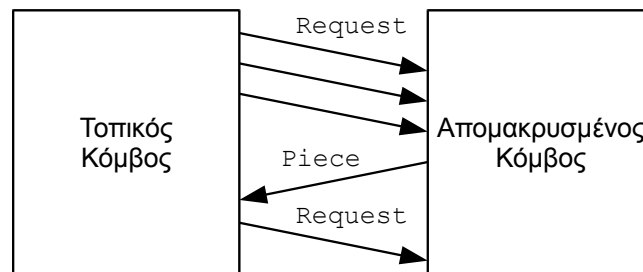
- Δύο κριτήρια για ανταλλαγή δεδομένων
- Ενδιαφέρεται ο τοπικός κόμβος;
  - Εξετάζει το χάρτη δυφίων του άλλου άκρου
  - Αν έχει κομμάτια που του λείπουν, ενδιαφέρεται
  - Αποστολή ρητού μηνύματος Interested
    - Αλλιώς υπονοείται ότι δεν ενδιαφέρεται
  - Η κατάσταση αλλάζει με νέο μήνυμα
    - Interested ή Not Interested

# Επικοινωνία κόμβων (3 από 7)

- Είναι απεμπλεγμένος ο τοπικός κόμβος;
  - Αρχικά ο κόμβος είναι εμπλεγμένος (*choked*)
  - Ρητή αλλαγή κατάστασης
    - Απεμπλοκή με μήνυμα Unchoke
    - Εμπλοκή με μήνυμα Choke
- Κατέβασμα δεδομένων
  - Ενδιαφέρομαι για τον απομακρυσμένο κόμβο;
  - Με έχει απεμπλέξει ο απομακρυσμένος κόμβος;

# Επικοινωνία κόμβων (4 από 7)

- Τα δεδομένα ζητούνται με το Request
  - Θέση κομματιού στο αρχείο
  - Θέση ομάδας στο κομμάτι και μέγεθος ομάδας
- Τα δεδομένα επιστρέφονται με το Piece
  - Θέση κομματιού και ομάδας
  - Δεδομένα ομάδας



# Επικοινωνία κόμβων (5 από 7)

- Σωλήνωση (pipelining) αιτήσεων
  - Μπορεί να εκκρεμούν  $k$  μηνύματα Request
  - Μετά από κάθε Piece στέλνουμε νέο Request
  - Καλύτερη αξιοποίηση καναλιού επικοινωνίας
  - Αν ο κόμβος εμπλακεί;
    - Τα εκκρεμή Request πάνε χαμένα
  - Ζητάμε ομάδες από πολλά κομμάτια
    - Ταυτόχρονο κατέβασμα ομάδων



# Επικοινωνία κόμβων (6 από 7)

- Κατάσταση τέλους παιχνιδιού
  - Όταν έχουν ζητηθεί όλες οι ομάδες
  - Ζητάμε την ίδια ομάδα από πολλούς κόμβους
    - Όταν φτάσει, ακύρωση αιτήσεων με Cancel
- Έλεγχος ορθότητας κομματιών
  - Χρήση κατακερματισμού από το μετα-αρχείο
  - Αρκεί να εμπιστευόμαστε το μετα-αρχείο
    - Δηλαδή, την ιστοσελίδα από όπου το κατεβάσαμε!

# Επικοινωνία κόμβων (7 από 7)

- Ενημέρωση κόμβων για κατάστασή μας
  - Μόλις λάβουμε ένα έγκυρο κομμάτι
    - Ενημερώνουμε όσους έχουμε σύνδεση
    - Μήνυμα Have με τη θέση του κομματιού
  - Οι άλλοι κόμβοι ενημερώνουν χάρτη δυφίων
    - Μπορεί να αρχίσουν να ενδιαφέρονται για εμάς
    - Ρητή αποστολή μηνύματος Interested

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΑΘΗΝΩΝ**



**ATHENS UNIVERSITY  
OF ECONOMICS  
AND BUSINESS**

# Πολιτικές του BitTorrent

**Μάθημα:** Κατανεμημένα Συστήματα: Θεωρία και Προγραμματισμός,  
**Ενότητα # 10:** Κατανεμημένος καταμερισμός αρχείων  
**Διδάσκων:** Γιώργος Ξυλωμένος, **Τμήμα:** Πληροφορικής



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

# Πολιτικές BitTorrent (1 από 8)

- Πολιτικές του BitTorrent
  - Μηχανισμοί: κωδικοποιούνται στο πρωτόκολλο
  - Πολιτικές: κωδικοποιούνται στην υλοποίηση
- Αλγόριθμος επιλογής κομματιών
  - Ποιο κομμάτι θα ζητήσουμε στη συνέχεια;
    - Έχουμε ζητήσει όλες τις ομάδες των προηγούμενων
    - Εκκρεμούν λιγότερα από  $k$  μηνύματα Request

# Πολιτικές BitTorrent (2 από 8)

- Επιλογή κομματιών κατά την εκκίνηση
  - Τα πρώτα 4 επιλέγονται τυχαία (random first)
    - Από κόμβους που μας ενδιαφέρουν
    - Και μας έχουν απεμπλέξει
  - Στόχος: γρήγορο κατέβασμα πρώτων κομματιών
    - Για να μπορούμε να ανταποδώσουμε στις ανταλλαγές
- Επιλογή κομματιών στη συνέχεια
  - Σπανιότερο διαθέσιμο κομμάτι (rarest first)
    - Επιλογή ανάμεσα στα  $n$  σπανιότερα
    - Για να μην ζητάνε όλοι οι κόμβοι το ίδιο κομμάτι!

# Πολιτικές BitTorrent (3 από 8)

- Γιατί το σπανιότερο κομμάτι;
  - Το κομμάτι αυτό είναι πιο πιθανό να ζητηθεί
    - Όλοι ζητούν τα σπάνια κομμάτια
  - Μειώνεται η πιθανότητα αποτυχίας
    - Τα σπάνια αναπαράγονται κατά προτεραιότητα
- Αυστηρή προτεραιότητα κομματιών
  - Κάθε κομμάτι που ζητείται έχει προτεραιότητα
    - Πρέπει να ζητηθούν όλες οι ομάδες του πρώτα
  - Έχει προτεραιότητα και μετά από διακοπές
    - Μπορεί να εμπλακούμε στη μέση ενός κομματιού

# Πολιτικές BitTorrent (4 από 8)

- Αλγόριθμος απεμπλοκής
  - Επιλογή κόμβων στους οποίους κατεβάζουμε
  - Περιορισμένο πλήθος απεμπλεγμένων κόμβων
    - Συνήθως 4 απεμπλεγμένοι κόμβοι
  - Περιορισμένος ρυθμός αλλαγής καταστάσεων
    - Βελτιστοποίηση απόδοσης του TCP
  - Καλείται τουλάχιστον κάθε 10 sec
    - Ή όταν αλλάξει η κατάσταση απεμπλεγμένου κόμβου

# Πολιτικές BitTorrent (5 από 8)

- Αλγόριθμος στους εκμεταλλευτές
  - Βασίζεται στην *ανταπόδοση (reciprocation)*
    - Δηλαδή στο ένα σου και ένα μου (tit for tat)
  - Ταξινόμηση κόμβων με ταχύτητα κατεβάσματος
    - Πρέπει να έστειλαν δεδομένα τα τελευταία 30 sec
  - Επιλέγονται οι ταχύτεροι για απεμπλοκή
    - Στέλνονται μηνύματα Choke / Unchoke
    - Μόνο σε όσους άλλαξαν κατάσταση



# Πολιτικές BitTorrent (6 από 8)

- Αισιόδοξη απεμπλοκή (optimistic unchoke)
  - Κάθε 3 γύρους επιλέγεται τυχαίος κόμβος
    - Αρκεί να ενδιαφέρεται για εμάς
  - Ανακάλυψη καλύτερων κόμβων
    - Με μεγαλύτερο ρυθμό κατεβάσματος
  - Επιτρέπει στους νέους κόμβους να κατεβάσουν
    - Έτσι μπορούν να μπουν στην ανταλλαγή
    - Δεν λαμβάνεται υπόψη αν μας ενδιαφέρει ο κόμβος!

# Πολιτικές BitTorrent (7 από 8)

- Λειτουργία της ανταπόδοσης
  - Όχι απόλυτα συμμετρική!
    - Η απεμπλοκή δεν οδηγεί πάντα σε απεμπλοκή
    - Κάθε κόμβος λαμβάνει τις δικές του αποφάσεις
  - Προτιμώνται οι κόμβοι με υψηλή ταχύτητα
  - Υποβοήθηση νέων κόμβων
    - Με την αισιόδοξη απεμπλοκή

# Πολιτικές BitTorrent (8 από 8)

- Αλγόριθμος στους δότες
  - Οι κόμβοι κατατάσσονται σε λίστα
  - Αρχικά οι πιο πρόσφατα απεμπλεγμένοι
  - Μετά όλοι οι απεμπλεγμένοι
    - Με βάση την ταχύτητα ανεβάσματος
  - Κάθε τρεις γύρους απεμπλέκονται οι πρώτοι
  - Κάθε δύο στους τρεις γύρους
    - Απεμπλέκεται και ένας τυχαία

# Αποδοτικότητα BitTorrent (1 από 2)

- Αντοχή στις αποτυχίες κόμβων
  - Τα κομμάτια μπορεί να κατέβουν από πολλούς
    - Ανάκαμψη σε επίπεδο ομάδων
  - Οι πολλαπλές μεταφορές αυξάνουν την ταχύτητα
  - Η επιλογή του σπανιότερου είναι σημαντική
    - Βοηθάει την επιβίωση του σμήνους
    - Τα σπάνια αναπαράγονται κατά προτεραιότητα
    - Στην αρχή βέβαια δεχόμαστε οποιοδήποτε κομμάτι

# Αποδοτικότητα BitTorrent (2 από 2)

- Αντοχή στους τζαμπατζήδες
  - Επιβραβεύεται όποιος κατεβάζει (με απεμπλοκή)
    - Προτιμάται όποιος κατεβάζει πιο γρήγορα
    - Οι πιο αργοί κόμβοι αδικούνται όμως
  - Τζαμπατζήδες: μόνο αισιόδοξη απεμπλοκή
    - Ικανοποιητική για το ξεκίνημα ενός κόμβου
    - Πολύ αργή για το κατέβασμα μεγάλων αρχείων
    - Πρέπει να συνεισφέρουν για να έχουν ταχύτητα

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΑΘΗΝΩΝ**



**ATHENS UNIVERSITY  
OF ECONOMICS  
AND BUSINESS**

# Τέλος Ενότητας # 10

**Μάθημα:** Κατανεμημένα Συστήματα: Θεωρία και Προγραμματισμός,  
**Ενότητα # 10:** Κατανεμημένος καταμερισμός αρχείων  
**Διδάσκων:** Γιώργος Ξυλωμένος, **Τμήμα:** Πληροφορικής



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

