

**Κατανεμημένα Συστήματα**  
**Καστίδου Γεωργία Α.Μ. 49**  
**5η Ομάδα Ασκήσεων**

**Άσκηση 1: Answer the following questions based on the survey paper: D. S. Milojevic, V. Kalogeraki, R. Lukose, K. Nagaraja, J. Pruyne, B. Richard, S. Rollins, and Z. Xu "Peer-to-Peer Computing", HP Technical Report, HPL-2002-57 .**

**Απάντηση:**

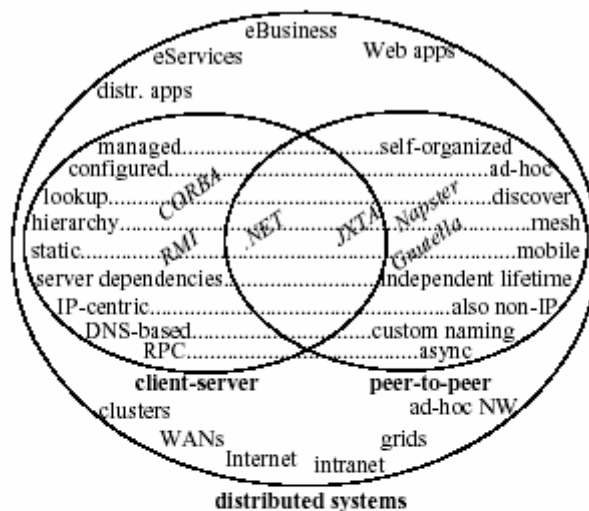
**1) What is the definition of a p2p system given by the authors in sec 1? Compare it with at least one of the definitions surveyed in the last paragraph of pg 2.**

**α.** Ένα P2P σύστημα είναι ένα σύστημα στο οποίο αυτόνομα peers εξαρτώνται από άλλα αυτόνομα peers. Με τον όρο peer αποκαλούνται όλοι οι κόμβοι του συστήματος οι οποίοι είναι ίδιοι μεταξύ τους. Τα peers είναι αυτόνομα όταν δεν αλληλοελέγχονται εξολοκλήρου ή δεν ελέγχονται εξολοκλήρου από την ίδια authority. Επιπλέον τα peers εξαρτώνται το ένα από το άλλο με σκοπό την ανάκτηση πληροφορίας, την προώθηση αιτήσεων κτλ.

**β.** Ο ορισμός των P2P συστημάτων της Intel ο οποίος είναι ο ακόλουθος: P2P σύστημα είναι το σύστημα που παρέχει διαμοιραζόμενες υπολογιστικές πηγές και υπηρεσίες μέσω απευθείας ανταλλαγών μεταξύ συστημάτων.

Ο ορισμός των συγγραφέων σε σχέση με τον ορισμό της Intel είναι πιο αυστηρά και γενικά ορισμένος και περιγράφει με μεγαλύτερη σαφήνεια το τι πραγματικά είναι ένα P2P σύστημα, ενώ κάνει σαφές την «ισότητα» των κόμβων ενός P2P σύστημα το οποίο είναι και το πιο ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των P2P συστημάτων. Σε αντίθεση με τον παραπάνω ορισμό, ο ορισμός της Intel περιγράφει την λειτουργία των P2P και τις εφαρμογές στις οποίες μπορεί ένα P2P να χρησιμοποιηθεί.

**2) In Fig 2 (pg 3), the authors compare some aspects of the client-server and the p2p computing models. List and explain these aspects.**



**Figure 2: Peer-to-Peer versus Client-Server.** *There is no clear border between a client-server and a P2P model. Both models can be built on a spectrum of levels of characteristics (e.g., manageability, configurability), functionality (e.g., lookup versus discovery), organizations (e.g., hierarchy versus mesh), components (e.g., DNS), and protocols (e.g., IP), etc. Furthermore, one model can be built on top of the other or parts of the components can be realized in one or the other model. Finally, both models can execute on different types of platforms (Internet, intranet, etc.) and both can serve as an underlying base for traditional and new applications. Therefore, it should not be a surprise that there is so much confusion about what P2P is and what it is not. It is extremely intertwined with existing technologies [Morgan 2002].*

Στην παραπάνω εικόνα παρουσιάζονται:

- Τα είδη των καταναμημένων συστημάτων που υπάρχουν και είναι
  - o clusters,
  - o WANs,
  - o Internet,
  - o intranet ad-hoc NW,
  - o grids
- Τα δύο μοντέλα που χρησιμοποιούνται σε αυτά τα συστήματα και είναι
  - o client – server,
  - o peer – to peer
- Μερικές εφαρμογές οι οποίες υλοποιούν καταναμημένα συστήματα:
  - o eServices
  - o eBusiness
  - o Web apps
  - o Distr.apps

Ενώ γίνεται σύγκριση μεταξύ του p2p μοντέλου και του μοντέλου πελάτη εξυπηρετή. Το μοντέλο p2p είναι ένα ad – hoc μοντέλο οι κόμβοι μπορούν να εισέρχονται και να φεύγουν από το δίκτυο χωρίς να χρειάζεται κάποια αλλαγή από κάποιον κεντρικό εξυπηρετή ενώ επίσης αυτοοργανώνονται σε αντίθεση με του μοντέλο πελάτη

εξυπηρετή που πρέπει ο administrator να καθορίσει τις διάφορες παραμέτρους του συστήματος (configured) όπως το πλήθος των εξυπηρετών, τα είδη των αιτήσεων που δέχεται ο καθένας τους, πως συνδέονται αυτοί μεταξύ τους κτλ.

Επιπλέον η τοπολογία και διασύνδεση των κόμβων στα P2P μπορεί να είναι οποιαδήποτε σε αντίθεση με το μοντέλο πελάτη εξυπηρετή όπου η τοπολογία μπορεί να είναι είτε αστέρας είτε ιεραρχική, όπου κάποιοι εξυπηρετήρες προωθούν τις αιτήσεις που δέχονται είτε σε εξυπηρετές που βρίσκονται σε υψηλότερα επίπεδα είτε σε χαμηλότερα.

Η αναζήτηση στο μοντέλο πελάτη εξυπηρετή είναι τύπου Lookup που σημαίνει ότι αρχικά η αίτηση απευθύνεται σε κάποιον «κατάλογο» για την εύρεση του κόμβου που θα την εξυπηρετήσει, σε αντίθεση η αναζήτηση πληροφορίας στο p2p μοντέλο είναι τύπου discovery διότι η αίτηση προωθείται σε πολλούς κόμβους χωρίς να γνωρίζουμε ποιος μπορεί να την εξυπηρετήσει και μόλις η αίτηση φθάσει σε έναν κόμβο που μπορεί να την εξυπηρετήσει η αίτηση εξυπηρετείται.

Μία ακόμα σημαντική διαφορά ανάμεσα στα δύο μοντέλα είναι πως στο p2p μπορεί να εξασφαλιστεί σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό οποιοδήποτε από τα είδη ανωνυμία σε αντίθεση με το μοντέλο πελάτη εξυπηρετή όπου της περισσότερες φορές δεν είναι καν δυνατό να εξασφαλιστεί ανωνυμία ή όπου μπορεί είναι ο βαθμός της είναι πάρα πολύ μικρός.

### **3) What is a hierarchical and what is a flat client-server model?**

Το μοντέλο πελάτη εξυπηρετή χαρακτηρίζεται ως flat όταν όλοι οι πελάτες επικοινωνούν με έναν και εξυπηρετή (πιθανότατα να υπάρχουν και αντίγραφα αυτού του εξυπηρετή για την αύξηση της αξιοπιστίας του συστήματος (reliability)). Ενώ ένα μοντέλο πελάτη – εξυπηρετή χαρακτηρίζεται ως ιεραρχικό (hierarchical) όταν οι εξυπηρετές είναι οργανωμένοι σε μια ιεραρχική δομή και εξυπηρετές σε διαφορετικά επίπεδα όπου οι εξυπηρετές ενός επιπέδου συμπεριφέρονται σαν πελάτες των εξυπηρετών που βρίσκονται σε υψηλότερα επίπεδα.

### **4) What is a super peer?**

Ένας super peer κόμβος είναι ένα peer το οποίο συμπεριφέρεται σαν εξυπηρετή μιας ομάδας από άλλα peers.

### **5) What is the difference between a compute-intensive and a componentized application? How does this relate to vertical and horizontal distribution?**

Η διαφορά μεταξύ των compute – intensive εφαρμογών και των componentized είναι πως οι πρώτες κατά την παράλληλη εκτέλεση τους εκτελούν την ίδια εργασία σε κάθε peer του συστήματος ενώ οι τελευταίες εκτελούν διαφορετικές «συνιστώσες» μιας εργασίας σε κάθε peer.

Οι compute – intensive εφαρμογές λόγω ακριβώς ότι εκτελούν την ίδια εργασία σε κάθε peer μπορούν να υλοποιηθούν και σε συστήματα όπου έχουμε οριζόντια

κατανομή των δεδομένων στους κόμβους τους. Και αυτό διότι μπορούν να εκτελέσουν την ίδια εργασία σε κάθε κόμβο μπορεί να διαθέτουν τμήμα της συνολικής πληροφορίας ικανό για να παράγουν ένα μερικό αποτέλεσμα της εξόδου και στη συνέχεια με επεξεργασία των μερικών αποτελεσμάτων να παράγουν το τελικό αποτέλεσμα.

#### **6) What is according to the authors the main challenge of communication in p2p?**

Η μεγαλύτερη πρόκληση σε θέματα επικοινωνίας στα P2P συστήματα είναι η υπερνίκηση των προβλημάτων που σχετίζονται με τη δυναμική φύση των peers. Είτε σκόπιμα (π.χ. κλείσιμο του υπολογιστή από τον χρήστη) είτε όχι (αποτυχία δικτύου κτλ.) οι ομάδες των peers του συστήματος αλλάζουν, με αποτέλεσμα να παρουσιάζονται πολλά προβλήματα όπως για παράδειγμα το πρόβλημα της διατήρησης της σύνδεσης των peers σε επίπεδο εφαρμογής.

#### **7) What is the most common solution to reliability across p2p systems.**

Η πιο κοινή λύση στο πρόβλημα της αξιοπιστίας στα P2P συστήματα είναι η εκμετάλλευση του μεγάλου πλήθους των άλλων peers.

Για παράδειγμα όταν κάποια computeintensive εφαρμογή ανίχνευση την αποτυχία κάποιας από τις διεργασίες της μπορεί να την επανεκκινήσει σε κάποιον άλλο διαθέσιμο κόμβο.

#### **8) What are the advantages/disadvantages of the centralized directory, the flooded requests, and the document routing models.**

##### ***Centralized directory***

Ο αλγόριθμος centralized directory λόγω του γεγονότος πως κάθε εξυπηρέτης διατηρεί πληροφορία για όλους τους συμμετέχοντες κόμβους παρουσιάζει προβλήματα κλιμάκωσης διότι απαιτεί το ρόλο των εξυπηρετών παίζουν μηχανήματα μεγάλης υπολογιστικής ισχύς όταν ο ρυθμός αιτήσεων που δέχεται αυξάνεται ενώ στην περίπτωση που αυξάνεται το πλήθος των χρηστών απαιτεί μεγάλους αποθηκευτικούς χώρους στους εξυπηρέτες.

Επίσης ένα άλλο μειονέκτημα του παραπάνω αλγορίθμου είναι πως σε περίπτωση που έχουμε έναν εξυπηρέτη σε αυτός παρουσιάζει κάποια αποτυχία το σύστημα θα «κρεμάσει», ενώ αν έχουμε παραπάνω από έναν εξυπηρέτη όπου ο καθένας από αυτούς του εξυπηρέτες διατηρεί αντίγραφο του centralized directory θα πρέπει να υλοποιήσουμε και κάποιο πρωτόκολλο συνέπειας για να διατηρούνται τα στοιχεία των εξυπηρετών σε συνεπή κατάσταση.

Ενώ ένα μεγάλο πλεονέκτημα της χρήσης centralized directory είναι πως απαιτούνται δύο μόνο μηνύματα ( ένα από τον πελάτη προς τον εξυπηρέτη με την αίτηση και έναν από τον εξυπηρέτη προς τον πελάτη για την αποστολή της απάντησης) για την

εύρεση του κόμβου που διατηρεί κάποια πληροφορία που περιέχεται στο centralized directory.

### ***Floode Requests***

Ο αλγόριθμος floode requests απαιτεί μεγάλο εύρος δικτύου λόγω του μεγάλου πλήθους των μηνυμάτων που αποστέλλονται για την εξυπηρέτηση κάθε αίτησης και συνεπώς δεν παρουσιάζει μεγάλη κλιμάκωση ενώ παράλληλα δεν εγγυάται την επιτυχή εξυπηρέτηση των αιτήσεων. Ωστόσο όμως δεν απαιτεί την εκ των προτέρων γνώση οποιασδήποτε πληροφορίας σχετίζεται με τον κόμβο που έχει την ζητούμενη πληροφορία ενώ είναι αρκετά αποδοτικός σε μικρές κοινότητες όπως το τοπικό δίκτυο ή το εσωτερικό δίκτυο μιας εταιρείας.

### ***Document routing***

Ο αλγόριθμος document routing είναι πολύ αποδοτικός για πολύ μεγάλες κοινότητες αλλά έχει ένα αρκετά μεγάλο μειονέκτημα ότι για την εύρεση κάποιου κειμένου πρέπει να γνωρίζουμε εκ των προτέρων το ID που έχει το κείμενο αυτό στο σύστημα, γεγονός που καθιστά την υλοποίηση αλγορίθμων για την εύρεση δεδομένων αρκετά δύσκολη σε σύγκριση με τον flooded requests αλγόριθμο. Ένα επιπλέον μειονέκτημα του αλγορίθμου αυτού είναι πως ο κατακερματισμός μπορεί να οδηγήσει σε πρόβλημα islanding όπου μια κοινότητα χωρίζεται σε μικρότερες ανεξάρτητες μεταξύ τους υποκοινότητες που δεν συνδέονται καθόλου μεταξύ τους.

## **9) In the centralized directory approach, after the best peer is located, the file exchange occurs directly between it and the requesting peer. What are the advantages/disadvantages of this?**

Τα πλεονεκτήματα της απευθείας επικοινωνίας του peer το οποίο ζητάει κάποια πληροφορία και του peer που την διαθέτει είναι:

- Οι επικοινωνίες για την λήψη της πληροφορίας γίνονται γρήγορα διότι αποστέλλονται μόνο τα απαραίτητα μηνύματα μία φορά μεταξύ των δύο peers (μία φορά διότι δεν ακούει το μήνυμα κάποιος τρίτος και στη συνέχεια αναμεταδώσει)

Ενώ τα μειονεκτήματα είναι:

- Δεν μπορεί να εξασφαλιστεί η ανωνυμία του peer που ζητάει την πληροφορία.
- Δεν μπορεί να εξασφαλιστεί η ανωνυμία του peer που διαθέτει την πληροφορία.

## **10) What can be considered as a closure mechanism in Gnutella?**

Σαν closure mechanism στο σύστημα Gnutella μπορεί να θεωρηθεί το γεγονός πως γνωρίζοντας ένα γειτονικό κόμβο μπορούμε να βρούμε την απάντηση σε κάποια αίτηση.

**11) What are the factors that affect scalability, give one example for each.**

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την κλιμάκωση είναι:

- Το πλήθος των λειτουργιών που πρέπει να εκτελεστούν σε κάποιον κεντρικό κόμβο (Παράδειγμα: διατήρηση συνέπειας των δεδομένων σε καταναμημένα συστήματα).
- Ο βαθμός παραλληλίας των εφαρμογών (Παράδειγμα: Εφαρμογές με μικρό βαθμό παραλληλίας εκτελούνται σε μικρός πλήθος κόμβων με αποτέλεσμα οι κόμβοι αυτοί να έχουν μεγαλύτερο φόρτο σε σχέση με τον φόρτο που θα είχαν αν η εφαρμογή είχε μεγαλύτερο βαθμό παραλληλίας).
- Το προγραμματιστικό μοντέλο που χρησιμοποιείται για την εκτέλεση των υπολογισμών.

**12) Given the ad-hoc nature of connectivity in p2p, comment on what type of (message-oriented) communication (i.e., synchronous/asynchronous, transient/persistent) would be more appropriate.**

Το είδος της επικοινωνίας που θα ήταν καλύτερο να χρησιμοποιηθεί είναι η ασύγχρονη επικοινωνία και αυτό διότι στα p2p συστήματα κόμβοι έχουμε εισαγωγές και διαγραφές κόμβων με τυχαία σειρά και σε τυχαίες χρονικές στιγμές γεγονός που στην περίπτωση χρήσης σύγχρονης επικοινωνίας αν ο παραλήπτης του μηνύματος που στάλθηκε βγει εκτός συστήματος (αποτυχία δικτύου, αποσύνδεση του peer) αφού έχει λάβει το μήνυμα και πριν απαντήσει ο αποστολέας θα μπλοκάρει τη λειτουργία του διότι για να συνεχίσει θα περιμένει την απάντηση από τον παραλήπτη.

Επίσης το πιο καλό είδος επικοινωνίας όσον αφορά την transient/persistent επικοινωνία είναι η persistent διότι το επιθυμητό είναι να μην φαίνεται ένα peer ότι θεωρείται εκτός δικτύου όταν βγαίνει για λίγο χρονικό διάστημα πρόκειται να επανέλθει αλλά για όσο χρονικό διάστημα είναι εκτός αν υπάρχει κάποιος αντιπρόσωπος του που να δέχεται όλες τις αιτήσεις που προορίζονται για το peer που είναι εκτός.

**13) pg 17, 1st column, last par "The geographical distribution of the peers help to reduce congestion on both peers and the network". Explain.**

Ο λόγος που ο γεωγραφικός καταμερισμός των peers βοηθάει στην αποσυμφόρηση των peers διότι ο χρόνος που απαιτείται για την επικοινωνία στην διάρκεια εξυπηρέτησης μιας αίτησης είναι μικρότερος αν ο κόμβος που βρίσκονται τα ζητούμενα δεδομένα βρίσκεται στην κοντινότερη γεωγραφική απόσταση.

Βέβαια το γεγονός πως ο χρόνος επικοινωνίας με έναν κόμβο που βρίσκεται γεωγραφικά κοντινότερα θα είναι μικρότερος από αυτό με έναν κόμβο σε μεγαλύτερη γεωγραφική απόσταση δεν είναι κατ'ανάγκην σωστό και αποδεκτό πάντοτε αλλά

στην γενική περίπτωση, διότι πρέπει να λάβει κανείς υπόψιν του το είδος και τον φόρτο του δικτύου που συνδέει τους κόμβους.

**14. What is the goal of caching in p2p? What are the advantages/disadvantages of caching the reply at all nodes in the return path? Can you think of any alternatives? Is this possible in Gnutella?**

Ο στόχος της χρήσης cache στα P2P είναι η μείωση του μήκους του μονοπατιού που απαιτείται να διασχίσει μία αίτηση προκειμένου να εξυπηρετηθεί και συνεπώς η μείωση του πλήθους των μηνυμάτων που ανταλλάσσονται μεταξύ των peers.

Το βασικό πλεονέκτημα της χρήσης caching σε όλους τους ενδιαμέσους κόμβους είναι πως αν η πληροφορία που έγινε cache είναι δημοφιλής από άλλα peer που γνωρίζουν κάποιο από τα ενδιαμέσους peer τότε μειώνεται ο χρόνος εύρεσης της πληροφορίας αυτής (μειώνονται τα μηνύματα που πρέπει να σταλούν προκειμένου να εξυπηρετηθεί το μήνυμα) και ο μειώνεται ο φόρτος του δικτύου σε επόμενη αναζήτηση της ίδιας πληροφορίας.

Το βασικό μειονέκτημα είναι πως αυξάνεται πάρα πολύ ο φόρτος του δικτύου από τα μηνύματα που στέλνονται προκειμένου να ενημερωθούν όλα αυτά τα αντίτυπα, γεγονός κακό κυρίως όταν πρόκειται για μη δημοφιλή αντίτυπα.

**15. What does the "power-law distribution of the p2p network" (pg 17) mean?**

Με τον όρο "power-law distribution of the p2p network" εννοούμε την κατανομή του πλήθους των συνδέσεων μεταξύ των peers του συστήματος.

**16. Compare/relate the definition of distributed systems in sec 5.2 (pg 21) with sec 1.4 of the textbook.**

Σύμφωνα με τον ορισμό που δίνεται στο τομέα 5.2 ένα κατακεμημένο σύστημα είναι ένα σύστημα που πετυχαίνει κλιμάκωση εκτέλεσης των διεργασιών μέσω της συγκέντρωσης των υπολογιστικών πηγών μεγάλου πλήθους διαφορετικών υπολογιστών συνδεδεμένων στο δίκτυο.

**17. Why is the fault tolerance problem a greater challenge in collaborative p2p systems than in file sharing p2p systems?**

Το πρόβλημα Fault Tolerance είναι μία από τις μεγάλες προκλήσεις στο χώρο των file sharing p2p συστημάτων και αυτό διότι σε εφαρμογές που έχουμε διαμοιρασμό πληροφορίας, μηνύματα συχνά πρέπει να στέλνονται αξιόπιστα ώστε να διασφαλίζεται ότι όλα τα peers έχουν την ίδια εικόνα (όψη) της πληροφορίας που διατηρεί το σύστημα. Σε αντίθεση στα collaborative p2p συστήματα αυτό δεν είναι μεγάλο πρόβλημα διότι τα μηνύματα που στάλθηκαν και δεν έχουν παραληφθεί στοιβάζονται σε μια ουρά και παραλαμβάνονται όταν τα peers που προορίζονται επανέρθουν στο σύστημα.