

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ**

---

**«ΕΞΟΡΥΞΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ  
peer-to-peer δίκτυα»**

**Επιβλέπων καθηγητής: ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

**Όνομα φοιτητή: ΜΠΙΝΙΑΡΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ**

**A.M:1191**

**2015**

## Ευχαριστίες

Στα πλαίσια των σπουδών μας εκπονήθηκε πτυχιακή μελέτη με θέμα: «ΕΞΟΡΥΞΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ peer-to-peer δίκτυα».

Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας είναι να διερευνηθούν οι έννοιες πληροφορία, πληροφοριακά συστήματα, peer to peer δίκτυα και να εξακριβωθεί ο ρόλος τους και οι προοπτικές του στην ελληνική πραγματικότητα. Στόχος είναι να διαπιστωθεί κατά πόσο εφαρμόζονται τα συγκεκριμένα πληροφορικά συστήματα και οι σύγχρονες τάσεις του. Για την πραγματοποίηση αυτής της μελέτης ήταν αναγκαία η συνεργασία μου με ανθρώπους, στους οποίους χρωστάω ένα μεγάλο ευχαριστώ. Οι άνθρωποι αυτοί είναι κυρίως η οικογένεια μου που με εμπιστεύτηκε και με στήριξε σε κάθε βήμα της ζωής μου και γι' αυτό τους αφιερώνω την εργασία αυτή. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή της πτυχιακής μου μελέτης, του οποίου η βοήθεια ήταν σημαντική για την ολοκλήρωσή της, καθώς μας προσέφερε τις γνώσεις του, τη στήριξη και το ενδιαφέρον του.

## Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της εξόρυξης πληροφορίας πάνω από peer to peer δίκτυα. Στόχος είναι να εξακριβωθούν οι εφαρμογές των δικτύων αυτών και οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την ανάκτηση μιας πληροφορίας από τα peer to peer δίκτυα. Επιπλέον παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά των πληροφοριακών συστημάτων και των συγκεκριμένων δικτύων. Γίνεται αναφορά στις κατηγορίες των peer to peer δικτύων στα οφέλη, πλεονεκτήματα καθώς και μειονεκτήματα που διαθέτουν τα δίκτυα αυτά. Επίσης διερευνώνται αναλυτικά οι εφαρμογές των p2p δικτύων με έμφαση στην εξόρυξη της πληροφορίας από αυτά.

Οι Peers οργανώνονται σε ομάδες-δομές οι οποίες ονομάζονται layers και κάθε layer έχει όλους τους Peers, αλλά σε διαφορετική θέση ανάλογα με το μέσο RTT τους (Round Trip Delay Time). Ο ήχος που μεταδίδει ο εκπομπός χρησιμοποιεί την τεχνική της κωδικοποίησης πολλαπλών περιγραφών (MDC) και κάθε περιγραφή μεταδίδεται από διαφορετικό layer. Σε περιπτώσεις απώλειας πληροφορίας λόγω της φύσης του δικτύου, χρησιμοποιούμε τεχνικές ανακατασκευής των χαμένων πακέτων (Forward Error Correction).

Τέλος στην παρούσα μελέτη εξετάζονται το μέλλον, οι προοπτικές και η εξέλιξη των p2p δικτύων καθώς και η συνολική συνεισφορά τους στο ζήτημα της πληροφορίας που λαμβάνεται από αυτά.

## **Abstract**

The purpose of this study is to investigate the data mining over peer to peer networks. The aim is to verify the applications of these networks and the techniques used to recover information from a peer to peer networks. Furthermore they present the characteristics of information systems and specific networks. Reference is made to the categories of peer to peer networks on the benefits, advantages and disadvantages that come with these networks. Also explored in detail the applications of p2p networks focusing on extracting information from them.

The Peers are organized into groups-structures which are called layers, and each layer has all Peers, but in a different position depending on their average RTT (Round Trip Delay Time). The sound transmitted by the emitter using the technique of Multiple Description Coding (MDC) and each description is transmitted from a different layer. In cases of loss of information due to the nature of the network, use the lost packet reconstruction techniques (Forward Error Correction).

Finally, this study examined the future prospects and the development of p2p networks and their overall contribution to the issue of information obtained from them.

## Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	2
Περίληψη.....	3
Abstract.....	4
Εισαγωγή.....	6
Κεφάλαιο 1: Πληροφοριακά συστήματα.....	8
1.1 Ορισμός πληροφοριακών συστημάτων.....	8
1.2 Χαρακτηριστικά πληροφοριακών συστημάτων.....	13
1.3 Είδη πληροφοριακών συστημάτων.....	18
1.3.1 Χειρογραφικά πληροφοριακά συστήματα.....	18
1.3.2 Μηχανογραφημένα πληροφοριακά συστήματα.....	20
1.3.3 Συστήματα επεξεργασίας συναλλαγών.....	21
1.3.4 Πληροφοριακά συστήματα διοίκησης.....	21
1.3.5 Συστήματα υποστήριξης διοίκησης.....	22
1.4 Εφαρμογές πληροφοριακών συστημάτων.....	24
1.5 Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα.....	35
Κεφάλαιο 2: Peer to peer δίκτυα.....	41
2.1 Ορισμός peer to peer δικτύων και διαφορά από την τεχνική πελάτη-εξυπηρετητή.....	41
2.2 Χαρακτηριστικά peer to peer δικτύων.....	43
2.3 Οφέλη-Πλεονεκτήματα.....	46
2.4 Μειονεκτήματα.....	48
2.5 Εφαρμογές peer to peer δικτύων.....	49
2.5.1 Αρχιτεκτονική.....	51
Κεφάλαιο 3:Εξόρυξη πληροφορίας πάνω από peer to peer δίκτυα.....	52
3.1 Τα peer to peer δίκτυα και η εξόρυξη πληροφορίας πάνω από αυτά.....	52
3.2 Οι προοπτικές, οι εξελίξεις και το μέλλον της εξόρυξης πληροφορίας πάνω από peer to peer δίκτυα.....	83
Βιβλιογραφία.....	87

## Εισαγωγή

Στις αρχές του 1999 ο Σον Φάνινγκ (Shawn Fanning) ξεκίνησε την υλοποίηση μιας ιδέας, η οποία θα του έδινε τη δυνατότητα αυτός και οι φίλοι του να αναζητήσουν στο Διαδίκτυο μουσικά κομμάτια MP3 της προτίμησής τους. Μερικούς μήνες αργότερα, η Napster 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 μηχανή αναζήτησης, ενός προγράμματος ανταλλαγής αρχείων βασισμένης στα πρωτόκολλα διαμοιρασμού αρχείων των Windows και του UNIX και ενός προγράμματος IRC, ώστε να είναι εφικτή η συζήτηση μεταξύ των χρηστών που βρισκόταν εκείνη τη στιγμή online. Το όνομα της εφαρμογής προήλθε από το παρατσούκλι του Φάνινγκ στο σχολείο λόγω του περίεργου κουρέματός του. Η εφαρμογή του Φάνινγκ έγινε νούμερο 1 στις προτιμήσεις των χρηστών στον Διαδικτυακό τόπο download.com και άνοιξε το δρόμο για την επανάσταση των δικτύων Peer-to-Peer, η οποία συνεχίζεται ως τις μέρες μας.

Ένα δίκτυο ομότιμων τερματικών ή αλλιώς ένα δίκτυο υπολογιστών Peer-to-Peer (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 του. Όλοι οι κόμβοι του δικτύου έχουν ίσα δικαιώματα (ομότιμοι κόμβοι). Πληροφορίες που βρίσκονται στον ένα κόμβο, ανάλογα με τα δικαιώματα που καθορίζονται, μπορούν να διαβαστούν από όλους τους άλλους και αντίστροφα. Σε ένα P2P δίκτυο, σε αντίθεση με την παραδοσιακή αρχιτεκτονική του clientserver μοντέλου, όσο αυξάνεται ο αριθμός των χρηστών τόσο αυξάνεται η ευρωστία και η συνολική δυναμική σε πόρους του δικτύου. (ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΔΗΣ Π. 2001)

Το P2P σαν τεχνολογία βρίσκει χρήση σήμερα σε μια πληθώρα εφαρμογών. Από τη διανομή μεγάλων σε όγκο πολυμεσικών αρχείων, το media streaming και την τηλεφωνία, μέχρι και σε βαριές εφαρμογές του Στρατού και της Βιοπληροφορικής. Ανάμεσα σε αυτήν την πληθώρα εφαρμογών, ας αναφέρουμε ονομαστικά μερικές από τις οποίες έχουν ξεχωρίσει εμπορικά. Το πασίγνωστο Skype (2003) για

τηλεφωνία μέσω internet, το Kazaa (2000) και τα παραπλήσια του προγράμματα για file sharing, το Joost (2007) σαν μια πρώτη προσπάθεια μετάδοσης near TV quality shows, όπως επίσης και το United Devices Cancer Research Project (2000) που, με τη βοήθεια της επεξεργαστικής ισχύς υπολογιστών σε παγκόσμιο επίπεδο, προσπαθεί να βρει την θεραπεία για τον καρκίνο, μια πρωτοβουλία που ξεκίνησε από το πανεπιστήμιο της Οξφόρδης. (Chaffey, D., 2002)

Τέλος, η χρήση των P2P δικτύων έχει δώσει ώθηση στην ανάπτυξη διαφόρων τεχνικών που προσπαθούν να βρουν αποτελεσματικούς τρόπους για την αναζήτηση υλικού μέσα σε ένα τέτοιο δίκτυο, τη δρομολόγηση της πληροφορίας, τη συμπίεση των δεδομένων, κλπ. Εστιάζοντας κυρίως στη δρομολόγηση της πληροφορίας, ένας δημοφιλής τρόπος για να σπάσουμε την πληροφορία μας σε κομμάτια, τα οποία θα τα μεταδώσουμε από ξεχωριστά κανάλια, είναι η κωδικοποίηση πολλαπλών περιγραφών ή Multiple Description Coding (MDC). Όπως σχεδόν οποιαδήποτε τεχνολογία επικοινωνιών, το MDC ανακαλύφθηκε στα Bell Laboratories και χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στη μετάδοση φωνής από ξεχωριστά κανάλια σε τηλεφωνικά δίκτυα, ως ένας τρόπος αύξησης της αξιοπιστίας τους. Από τότε έχει γίνει μια ολόκληρη επιστήμη, που ασχολείται με το πως μπορούμε να φτιάξουμε αποτελεσματικές ανεξάρτητες περιγραφές από μια αρχική πηγή

## **Κεφάλαιο 1: Πληροφοριακά συστήματα**

### **1.1 Ορισμός πληροφοριακών συστημάτων**

Η ανάλυση μας ξεκινάει με την ερμηνεία κάποιων σημαντικών εννοιών που χρησιμοποιούνται σε ένα πληροφοριακό σύστημα. **Είσοδος**, ή **εισροές** (input) είναι τα στοιχεία εκείνα τα οποία εισέρχονται στο σύστημα. **Επεξεργασίες** (process) είναι τα απαραίτητα στοιχεία για τον μετασχηματισμό των εισόδων σε εξόδους. **Έξοδος**, ή **εκροές** (output) είναι τα προϊόντα που παράγει το σύστημα. Τα στοιχεία ενός συστήματος διαχωρίζονται από το **Περιβάλλον** (environment) που αποτελείται από οντότητες που δεν ανήκουν στο σύστημα (δηλ. δεν είναι εισοδοί, έξοδοι ή επεξεργασίες του) αλλά παίζουν σημαντικό ρόλο στην απόδοση του συστήματος. Σύμφωνα με τον Churchman ένας τρόπος προσδιορισμού των οντοτήτων του περιβάλλοντος είναι απαντώντας για κάθε οντότητα στα παρακάτω ερωτήματα: (ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΔΗΣ Π. 2001)

- Είναι η οντότητα σημαντική για την επίτευξη των στόχων του συστήματος;
- Είναι δυνατόν ο υπεύθυνος λήψης αποφάσεων να διαχειριστεί την οντότητα αυτή;

Αν και μόνον αν η απάντηση στην πρώτη ερώτηση είναι ΝΑΙ και η απάντηση στην δεύτερη ερώτηση είναι ΟΧΙ, η οντότητα αυτή ανήκει στο περιβάλλον. Το περιβάλλον περιλαμβάνει κοινωνικά, τεχνολογικά, νομικά, φυσικά, οικονομικά και άλλα στοιχεία. (Δουκίδης Γ., Α. Πουλυμενάκου, Ν. Γεωργόπουλος, Θ. Μότσιος, 2001)

Με τον όρο **ανάδραση** ή **επαναπληροφόρηση** (feedback) εννοούμε την γνώση που σχετίζεται με την βελτίωση και συνεπώς την καλύτερη απόδοση του συστήματος σε μια επιχείρηση. Επιπλέον ο έλεγχος είναι μια από τις αρμοδιότητες της ανάδρασης έτσι ώστε να επιτευχθεί καλύτερη αποτελεσματικότητα του συστήματος και να ελεγχθεί αν πραγματοποιούνται οι στόχοι της επιχείρησης. Όταν δε συμβαίνει αυτό αναζητούνται τρόποι έτσι ώστε να βελτιωθεί το σύστημα μεταβάλλοντας τις εισόδους ή/και τις διαδικασίες του συστήματος. Ένα σύστημα ανήκει σε ένα μεγαλύτερο σύστημα και θεωρείται μέρος του μεγάλου συστήματος. (Chaffey, D., 2002)

### ***Τύποι συστημάτων***



**Ανοικτό** (open system) λέγεται το σύστημα το οποίο αλληλεπιδρά με το περιβάλλον του δεχόμενο εισόδους από αυτό και αποδίδοντας σε αυτό τις παραγόμενες εξόδους, ενώ **κλειστό** (closed system) λέγεται το σύστημα το οποίο δεν έχει καμία αλληλεπίδραση με το περιβάλλον του. Στον πραγματικό κόσμο βέβαια δεν υπάρχει κλειστό σύστημα. Η έννοια του κλειστού συστήματος είναι μία επινόηση για την διευκόλυνση της μελέτης των συστημάτων. (Αδαμίδη Λέων Αργύρη, 1998)

Τα συστήματα τα οποία έχουν την δυνατότητα να αλλάζουν ώστε να επιβιώσουν ονομάζονται προσαρμόσιμα. Για παράδειγμα το ανθρώπινο σώμα αυτόματα ρυθμίζει πολλές από τις λειτουργίες του (θερμοκρασία, καρδιακός παλμός, αναπνοή). (Turban, E., 2002)

### ***Κριτήρια αξιολόγησης συστημάτων***

Τα συστήματα αξιολογούνται βάσει δύο κριτηρίων: της παραγωγικότητας και της αποτελεσματικότητας. Η **παραγωγικότητα** ή **αποδοτικότητα** (efficiency) είναι οι εισοδοί που χρησιμοποιήθηκαν για την επίτευξη των στόχων (εξόδων). (Ευθύμογλου Γ. Προδρόμου – Οικονόμου Σ. Γεωργίου, 1992)

**Αποτελεσματικότητα** (effectiveness) από την άλλη μεριά, είναι ο βαθμός επίτευξης των *σωστών στόχων*. Ο Drucker ξεχωρίζει τις δύο αυτές έννοιες ως εξής:

- Αποδοτικότητα = Κάνω σωστά αυτό που κάνω
- Αποτελεσματικότητα = Αυτό που κάνω είναι σωστό

Η *Γενική Θεωρία Συστημάτων* είναι ένα επιστημονικό πεδίο που ασχολείται με την ανάλυση, τον σχεδιασμό και την βελτίωση των συστημάτων και συνδυάζει πολλούς άλλους τομείς επιστημών σε μία καθολική μελέτη των συστημάτων. Θα πρέπει να τονιστεί ότι κάθε σύστημα είναι ένα εννοιολογικό πλαίσιο που ορίζεται από έναν άνθρωπο (παρατηρητή) - δεν υπάρχει από μόνο του. Ο παρατηρητής θεωρεί κάτι ως σύστημα για κάποιο λόγο και ο λόγος αυτός καθορίζει τον ορισμό του συστήματος. Επιπλέον, δύο παρατηρητές που μελετούν μία κατάσταση για τον ίδιο λόγο, μπορεί να ορίσουν το ίδιο σύστημα διαφορετικά. Αυτό γίνεται γιατί κάθε άτομο επηρεάζεται από τις γνώσεις του, την κοσμοθεωρία του, τις προτιμήσεις του κλπ. Αλλά, θα πρέπει να τονιστεί ότι εφόσον κάθε ορισμός είναι λογικά συνεπής (δηλ. δεν περιέχει εσωτερικές αντιφάσεις) δεν υπάρχει "σωστός" και "λάθος" ορισμός ενός συστήματος. (Ψιλλέλης Δημήτριος, 2005)

Με τον όρο δεδομένα εννοούμε οποιαδήποτε πληροφορία μπορεί να καταγραφεί όπως είναι τα γεγονότα και οι παρατηρήσεις. Τα δεδομένα αφορούν τις

πραγματικές μετρήσεις κάποιων χαρακτηριστικών που ανήκουν σε έναν πληθυσμό ή σε μια ομάδα πληθυσμού. Κάθε δείγμα από ένα πληθυσμό ή κάθε ομάδα πληθυσμού όπως είναι οι πελάτες μιας επιχείρησης διαθέτουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά όπως είναι το όνομα του, η διεύθυνση κατοικίας του, τα προσωπικά του στοιχεία κλπ. Για κάθε ομάδα πληθυσμού όπως είναι οι πελάτες τα χαρακτηριστικά αυτά είναι συγκεκριμένα και δεδομένα. Με αυτό τον τρόπο οι πληροφορίες που λαμβάνονται για μια ομάδα πληθυσμού όπως είναι οι πελάτες προκειμένου να χρησιμοποιηθούν κατάλληλα και να είναι χρήσιμες θα πρέπει να είναι σωστές και να διαθέτουν χαρακτηριστικά τα οποία θα διασφαλίζουν ποιότητα. Αυτά τα χαρακτηριστικά θα πρέπει να περιλαμβάνουν την ακρίβεια των δεδομένων που σημαίνει ότι πρέπει να είναι σωστή η πληροφορία και να μην περιέχει λάθη (η μέθοδος συλλογής και εισαγωγής των δεδομένων θα πρέπει να ελέγχει στο μέτρο του δυνατού την ακρίβεια των δεδομένων που συλλέγονται και εισάγονται), την πληρότητα των δεδομένων που σημαίνει ότι απαιτούνται όλες οι πληροφορίες και τα δεδομένα προκειμένου να λυθεί ένα ζήτημα ή για να ληφθεί μια απόφαση. Επιπλέον τα δεδομένα που έχουν συλλεχθεί θα πρέπει να σχετίζονται με το ζήτημα που επικρατεί και είναι αναγκαίο να λυθεί. Τέλος μια πληροφορία θα πρέπει να είναι έγκαιρη και αξιόπιστη προκειμένου να εγγυάται για τη σωστή διαχείριση και λειτουργία της επιχείρησης και να χρησιμοποιηθεί σωστά η πληροφορία από την ίδια την οργάνωση. (ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΔΗΣ Π. 2001)

Επιπλέον με τον όρο πληροφορία (information) εννοούμε όλα εκείνα τα στοιχεία τα οποία διαθέτουν χαρακτηριστικά τέτοια ώστε να μπορεί να τα επεξεργαστεί κάποιος και να τα μετατρέψει σε χρήσιμα στοιχεία για τον ίδιο και για τους υπόλοιπους τελικούς χρήστες. Με την επεξεργασία των χαρακτηριστικών αυτών και των δεδομένων η πληροφορία παίρνει αξία. (Turban, E., 2002)

### **Η σημασία των δεδομένων και της πληροφορίας**

Η σημασία των δεδομένων και της πληροφορίας είναι πολύ σημαντική για την λειτουργία των οργανισμών και των επιχειρήσεων οι οποίες χρησιμοποιούν τις πληροφορίες προς όφελος τους. Μεταδίδουν τις πληροφορίες σε ανθρώπους από τους οποίους οφελούνται, τις αναλύουν και τις χρησιμοποιούν κατάλληλα προκειμένου να διευκολύνονται στη λήψη αποφάσεων για την επιχείρηση. (Δουκίδης Γ., Α. Πουλυμενάκου, Ν. Γεωργόπουλος, Θ. Μότσιοι, 2001)

Με τον όρο **πληροφοριακό Σύστημα (ΠΣ)** (information system) εννοούμε το σύστημα που αποτελείται από τις μονάδες των μηχανημάτων, τους ανθρώπους και τις διαδικασίες που ακολουθούνται, τα δεδομένα που επεξεργάζονται τα οποία αλληλοσυγγέονται και αλληλεπιδρούν με σκοπό να δώσουν τη χρήσιμη πληροφορία στον χρήστη. Συνεπώς με τον όρο πληροφοριακό σύστημα εννοούμε το επιχειρησιακό σύστημα, το οποίο αποσκοπεί στο να επεξεργάζεται και να αναλύει τις πληροφορίες που προέρχονται εσωτερικά και εξωτερικά της επιχείρησης παρέχοντας τα σωστά δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν από το διοικητικό προσωπικό της επιχείρησης προκειμένου να ληφθούν σωστά και γρήγορα οι αποφάσεις που απαιτούνται για την ομαλή και σωστή λειτουργία μιας επιχείρησης με σκοπό να αποφέρει κέρδη. (Δουκίδη Γ. – Φραγκοπούλου Α. – Αναγνωστοπούλου Ι., 1993)

Όπως κάθε σύστημα, το ΠΣ περιέχει εισόδους (δεδομένα, πληροφορίες, εντολές) επεξεργασίες (διαδικασίες, άνθρωποι, εξοπλισμός) και εξόδους (αναφορές, γραφήματα, υπολογισμοί). Ορισμένες από τις οντότητες που απαρτίζουν ένα Π.Σ. είναι κατασκευές (τεχνουργήματα) όπως το μολύβι και το χαρτί που μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την καταγραφή των δεδομένων. Ωστόσο, όλα τα Π.Σ. χρειάζονται ανθρώπους που θα σχεδιάσουν, θα κατασκευάσουν και θα χρησιμοποιήσουν τα τεχνουργήματα. (Turban, E., 2002)

Ένα Π.Σ. μπορεί να είναι είτε χειρωνακτικό είτε βασισμένο σε ηλεκτρονικό υπολογιστή. Ένα Π.Σ. που βασίζεται στον ηλεκτρονικό υπολογιστή χρησιμοποιεί την τεχνολογία του υπολογιστή για να εκπληρώσει έναν ή περισσότερους από τους στόχους του. (Ευθύμογλου Γ. Προδρόμου – Οικονόμου Σ. Γεωργίου, 1992)

Επιπλέον, ένα Π.Σ. μπορεί να είναι τυπικό ή άτυπο. Τα τυπικά συστήματα λειτουργούν βάσει διαδικασιών, με προαποφασισμένες εισόδους και εξόδους. Τα άτυπα Π.Σ. από την άλλη μεριά δεν ακολουθούν προσχεδιασμένες διαδικασίες συλλογής, αποθήκευσης και διάδοσης των πληροφοριών. Οι εργαζόμενοι σχηματίζουν τέτοια άτυπα Π.Σ. όταν χρειάζονται πληροφορίες που δεν παρέχονται από τα υπάρχοντα τυπικά Π.Σ. Άτυπα Π.Σ. είναι λόγω χάρη το «κουτσομπολιό» στον χώρο του γραφείου, ή η ανταλλαγή μηνυμάτων μεταξύ φίλων με το ηλεκτρονικό

ταχυδρομείο. Στο μάθημα αυτό θα επικεντρωθούμε σε τυπικά Π.Σ. που βασίζονται σε ηλεκτρονικό υπολογιστή. Παρακάτω αναλύονται οι δραστηριότητες ενός Π.Σ. (ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΔΗΣ Π. 2001)

Για να λειτουργήσει σωστά ένα πληροφοριακό σύστημα απαιτούνται κάποια βήματα που πρέπει να ακολουθηθούν. Ένα πρώτο βήμα προς την ομαλή λειτουργία των πληροφοριακών συστημάτων αποτελεί η ανάγκη να αναγνωριστούν και να καλυφθούν οι ανάγκες των χρηστών και των καταλωτών. Επιπλέον σημαντική αρμοδιότητα αποτελεί η επιλογή συναφών δεδομένων από τη μεγάλη ποικιλία των δεδομένων στο εσωτερικό και εξωτερικό περιβάλλον της επιχείρησης. Προκειμένου να λειτουργήσουν ομαλά τα πληροφοριακά συστήματα είναι απαραίτητη η δημιουργία της πληροφορίας από τα επιλεγμένα δεδομένα με τη χρήση των κατάλληλων εργαλείων. Τέλος μια λειτουργία των πληροφοριακών συστημάτων είναι να μεταφέρεται η πληροφορία που έχει δημιουργηθεί στους χρήστες. (Κιουντούζης Ε. 1993 σελ. 136).

Για τη διαδικασία συλλογής δεδομένων ακολουθούνται κάποιες συγκεκριμένες πηγές. Οι πηγές αυτές προέρχονται από το εσωτερικό (internal sources). Για παράδειγμα πληροφορίες που προέρχονται από παραγγελίες που έχουν ετοιμαστεί για να αποσταλούν. Επιπλέον οι πηγές μπορεί να είναι εξωτερικές (external sources). Για παράδειγμα πληροφορίες που σχετίζονται με παραγγελίες που έχουν γίνει από τους πελάτες. Τέλος οι πληροφορίες και τα δεδομένα είναι δυνατό να συλλέγονται από το εξωτερικό περιβάλλον και από άλλες εταιρείες πχ εταιρίες δημοσκοπήσεων. (Ψιλλέλης Δημήτριος, 2005)

Οι πληροφορίες που συλλέγονται και τα δεδομένα καταγράφονται πάντα κάπου συνήθως σε χαρτί ή τα αποθηκεύουν και τα καταγράφουν απευθείας στο σύστημα. Με αυτό τον τρόπο παίρνουν από έλεγχο με σκοπό να διαπιστωθεί ότι είναι όλα σωστά και έγκυρα. (ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΔΗΣ Π. 2001)

Όσον αφορά την αποθήκευση των πληροφοριών που συλλέγονται υπάρχουν αποθηκευτικοί χώροι κατάλληλοι για να διασφαλίζεται η ασφάλεια των δεδομένων προκειμένου να χρησιμοποιηθούν στο μέλλον. (Δουκίδης Γ., Α. Πουλυμενάκου, Ν. Γεωργόπουλος, Θ. Μότσιος, 2001)

Τα δεδομένα και οι πληροφορίες που λαμβάνονται υποβάλλονται σε επεξεργασία με ποικίλους τρόπους. Η επεξεργασία τους πραγματοποιείται

υπολογίζοντας τα δεδομένα, συγκρινοντάς τα μεταξύ τους. Επίσης οι πληροφορίες ταξινομούνται και χωρίζονται σε κατηγορίες. Οι πληροφορίες για παράδειγμα που σχετίζονται με την αγορά που έχει πραγματοποιήσει ένας πελάτης θα πρέπει να οργανωθούν και να ταξινομηθούν με τέτοιο τρόπο ώστε να προστεθούν στις συνολικές αγορές του πελάτη. Επιπλέον τα συγκεκριμένα δεδομένα που αφορούν στην αγορά του πελάτη θα πρέπει να μελετηθούν για να εξακριβωθούν τα προνόμια που έχει ο πελάτης για την έκπτωση που δικαιούται σε ένα προϊόν. Τέλος, τα δεδομένα ταξινομούνται σε κατηγορίες προϊόντων (πχ τρόφιμα, απορρυπαντικά, είδη υγιεινής) και κατηγοριοποιούνται σύμφωνα με τους κωδικούς των προϊόντων που αγόρασε ο πελάτης. (Ζαχαριάδης-Σούρας, 1993)

Ο τρόπος που διαδίδονται και μεταδίδονται τα δεδομένα είναι πολύ σημαντικός για ένα πληροφοριακό σύστημα καθώς το ίδιο στοχεύει στη σωστή και στην έγκυρη διάδοση των δεδομένων και των πληροφοριών. Συνήθως ένα δεδομένο, μια είδηση μεταδίδεται μέσω μηνυμάτων, αναφορών κλπ. Οι μορφές με τις οποίες μπορεί να διαδοθεί μια πληροφορία ποικίλουν. Μερικές μορφές μετάδοσης των δεδομένων αποτελούν τα μηνύματα, οι φόρμες, οι αναφορές, οι λίστες και τα γραφήματα. (Αδαμίδη Λέων Αργύρη, 1998)

## **1.2 Χαρακτηριστικά πληροφοριακών συστημάτων**

Πραγματοποιώντας μια ιστορική αναδρομή στο χώρο των πληροφοριακών συστημάτων διαπιστώνεται ότι τα χρόνια που τα πληροφοριακά συστήματα δεν ήταν τόσο εξελιγμένα και δεν βασίζονταν σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές και στα σύγχρονα τεχνολογικά μέσα, οι επιχειρήσεις είχαν διαφορετικούς σκοπούς, διαφορετικές απαιτήσεις και προσδοκίες καθώς ενδιαφέρονταν περισσότερο για τον τρόπο που θα συλλέγονταν, θα αποθηκεύονταν και θα επεξεργάζονταν τα δεδομένα και τις πληροφορίες που τους ήταν απαραίτητες προκειμένου να μεγιστοποιήσουν τα κέρδη τους αλλά και για να τους διευκολύνουν στις συναλλαγές που πραγματοποιούσαν καθημερινά μεταξύ των συναλλασσόμενων μελών τους. (Δουκίδης Γ., Α. Πουλυμενάκου, Ν. Γεωργόπουλος, Θ. Μότσιος, 2001)

Το παραπάνω γεγονός λάμβανε χώρα για ποικίλους λόγους. Για παράδειγμα τότε τα πληροφοριακά συστήματα λειτουργούσαν διαφορετικά τα πάντα γίνονταν χειρογραφικά και όχι ηλεκτρονικά καθώς θα υπήρχε η απαραίτητη τεχνολογία και

καινοτομία. Γιαυτό ήταν απαραίτητο το ανθρώπινο δυναμικό και η παρέμβαση των ανθρωπίνων πόρων προκειμένου για γίνει σωστή αξιολόγηση καταγραφή και επεξεργασία των δεδομένων. Επιπλέον οι άνθρωποι ήταν υπεύθυνοι για να μετατρέψουν τα δεδομένα στον κατάλληλο τύπο που απαιτούνταν έτσι ώστε να επιτευχθεί ο λειτουργικός έλεγχος (operational control) της επιχείρησης. (ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΔΗΣ Π. 2001)

Επιπλέον το περιβάλλον και ο χώρος που λειτουργούσαν οι επιχειρήσεις δεν μεταβαλλόταν αλλά ήταν στατικό μέχρι και τη δεκαετία του 1960 και ίσως και λίγο αργότερα. Κατά αυτό τον τρόπο οι απαιτήσεις της εποχής ήταν πολύ λιγότερες από ότι σήμερα και έτσι σε ένα στατικό περιβάλλον η πληροφόρηση που ήταν απαραίτητη ήταν πολύ λιγότερη και ο προγραμματισμός για το μέλλον μικρότερος σε σχέση με το σήμερα, όπου το περιβάλλον είναι συνεχώς μεταβαλλόμενο. Συνεπώς οι ανάγκες της εποχής εκείνης για πληροφόρηση και συλλογή δεδομένων επικεντρωνόταν κατά βάση στο τώρα και σε βραχυπρόθεσμα σχέδια για την επιχείρηση που περιελάμβανε τις οικονομικές συναλλαγές που διαδραματιζόνταν στην καθημερινότητα. (Ζαχαριάδης-Σούρας, 1993)

Διαπιστώνεται με αυτό τον τρόπο ότι την εποχή εκείνη δεν υπήρχε ανταγωνισμός και οι επιχειρήσεις δεν επικεντρώνονταν στα πληροφοριακά συστήματα για τη λήψη στρατηγικών αποφάσεων ( strategic decisions ). Σε αντίθεση με το σήμερα όπου οι επιχειρήσεις ανταγωνίζονται μεταξύ τους και επιδιώκουν την καλύτερη εξασφάλιση και εφαρμογή των στρατηγικών αποφάσεων προκειμένου να αυξήσουν τις πωλήσεις τους και να μεγιστοποιήσουν τα κέρδη τους. Συνεπώς η επιχείρηση που κατέχει τα καλύτερα δεδομένα και την εγκυρότερη πληροφόρηση λαμβάνει τις καλύτερες στρατηγικές αποφάσεις. Γεγονός που αποδεικνύει ότι η συγκεκριμένη επιχείρηση μπορεί να αποκτήσει σημαντικά ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα (competitive advantages) και να αποκτήσει ηγετική θέση στο επιχειρησιακό περιβάλλον εδραιώνοντας τη θέση της και δημιουργώντας αλυσίδες καταστημάτων. (Δουκίδης Γ., Α. Πουλυμενάκου, Ν. Γεωργόπουλος, Θ. Μότσιοις, 2001)

Έτσι το πληροφοριακό σύστημα της επιχείρησης θα πρέπει να στοχεύει στην επίτευξη της χρησιμότητας των υπηρεσιών που προσφέρει στους καταναλωτές της

αλλά και στην εξασφάλιση της σωστής πληροφόρησης για την σωστή λήψη καθημερινών λειτουργικών και στρατηγικών αποφάσεων. Αξίζει να σημειωθεί οι στρατηγικές αποφάσεις μια επιχείρησης παίζουν καθοριστικό ρόλο για την διοίκηση και τη λειτουργία της επιχείρησης συμβάλλοντας δυναμικά σε ένα καλό επαγγελματικό μέλλον για την ίδια. (Ευθύμογλου Γ. Προδρόμου – Οικονόμου Σ. Γεωργίου, 1992)

Κατά συνέπεια οι κυριότεροι στόχοι των πληροφοριακών συστημάτων μιας επιχείρησης είναι η διαδικασία με την οποία συλλέγονται τα δεδομένα και αποθηκεύονται οι πληροφορίες που λαμβάνονται οι οποίες υποβάλλονται σε επεξεργασία με σκοπό να μετατραπούν σε δεδομένα που μπορούν να γίνουν χρήσιμα για την εταιρεία. Επιπλέον στόχος των πληροφοριακών συστημάτων είναι η παροχή λειτουργικής πληροφόρησης στους εργαζομένους για να ακολουθούν πλήρως τα καθήκοντα τους, να επιτελούν κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο τις δραστηριότητες της επιχείρησης που σχετίζονται με τις καθημερινές συναλλαγές. Ο τρίτος στόχος των πληροφοριακών συστημάτων είναι η διαδικασία σωστής παροχής έγκυρης πληροφόρησης στα διοικητικά στελέχη για την επίτευξη καλύτερων στρατηγικών αποφάσεων για την εξασφάλιση καλύτερου μέλλοντος για την επιχείρηση. (Chaffey, D., 2002)

Τέλος ένας άλλος στόχος των πληροφοριακών συστημάτων είναι η εξασφάλιση της ποιότητας των προσφερόμενων υπηρεσιών και της σωστής πληροφόρησης με σκοπό την επέκταση της επιχείρησης και την δημιουργία αλυσίδας αξίας της επιχείρησης. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητο το πληροφοριακό σύστημα της επιχείρησης να εμπλουτίζει συνεχώς την πληροφόρηση που λαμβάνει και να συλλέγει συνεχώς νέα δεδομένα έρχοντας σε επαφή με εξωτερικά πληροφοριακά συστήματα και ειδικά με εκείνα των προμηθευτών, των ενδιαμέσων και των αγοραστών έτσι ώστε να βελτιωθεί η εξασφάλιση σωστής και νέας πληροφόρησης. (Χαραμή Γεωργίου, 1994).

Αυτοί που συντηρούν ένα πληροφοριακό σύστημα είναι οι άνθρωποι. Η ανθρώπινη παρέμβαση βοηθά στην ανάπτυξη των πληροφοριακών συστημάτων. Συνεπώς οι πόροι ενός πληροφοριακού συστήματος είναι οι άνθρωποι που αποτελούνται από τους τελικούς χρήστες και τους ειδικευμένους στα πληροφοριακά

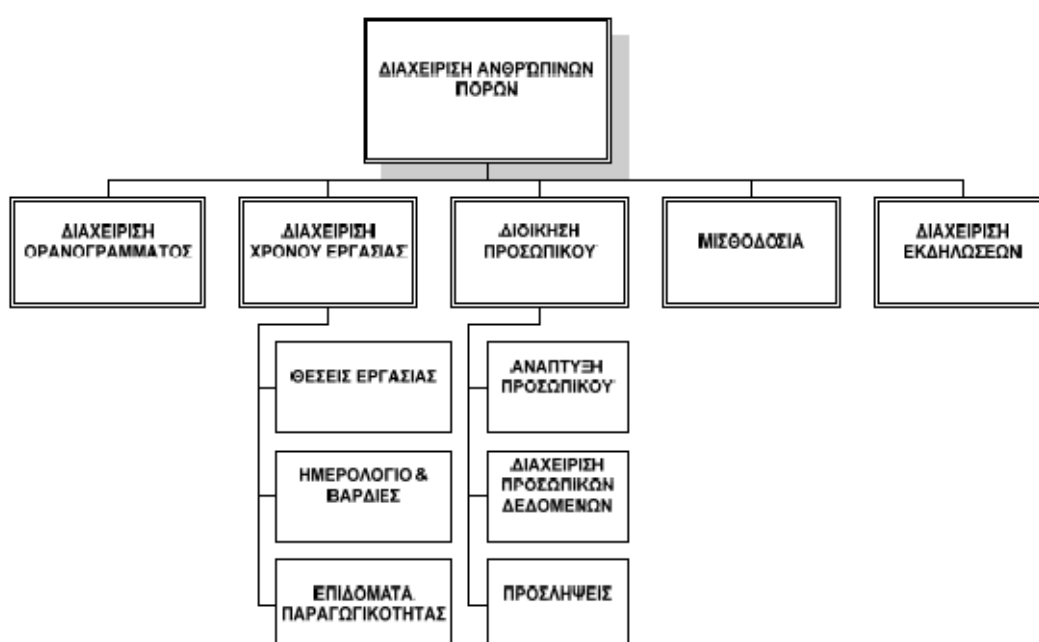
συστήματα και την επιστήμη της πληροφορικής. Επιπλέον πόροι των πληροφοριακών συστημάτων αποτελούν τα υλικά όπως είναι οι συσκευές που χρησιμοποιούνται για την συλλογή αποθήκευση και επεξεργασία των δεδομένων και των πληροφοριών που λαμβάνονται. Απαραίτητοι είναι επίσης οι πόροι λογισμικού που απαρτίζονται από τα προγράμματα και τις διαδικασίες καθώς και τους πόρους δεδομένων οι οποίοι περιλαμβάνουν τις βάσεις δεδομένων, τις βάσεις μοντέλων και τις βάσεις που περιέχουν τις γνώσεις. (Ψιλλέλης Δημήτριος, 2005)

Όσον αφορά τους ανθρώπινους πόρους που στηρίζουν τα πληροφοριακά συστήματα σε αυτούς οφείλεται το γεγονός ότι τα πληροφοριακά συστήματα είναι κοινωνικά συστήματα. Όπως προαναφέρθηκε οι ανθρώπινοι πόροι είναι οι τελικοί χρήστες και αυτοί που ειδικεύονται στον τομέα της πληροφορικής. Συγκεκριμένα οι τελικοί χρήστες έχουν τη δυνατότητα και την αρμοδιότητα να χρησιμοποιούν άμεσα ή έμμεσα το δεδομένο που αναπτύσσει ένα πληροφοριακό σύστημα. Στην κατηγορία των τελικών χρηστών ανήκουν οι μηχανικοί, οι υπάλληλοι, οι λογιστές, οι διοικητικοί και γενικότερα όλο το τεχνικό προσωπικό. Αντίθετα οι άνθρωποι που ειδικεύονται στον τομέα της πληροφορικής είναι υπεύθυνοι για την ανάπτυξη και τον σωστό χειρισμό των Π.Σ. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν οι αναλυτές συστημάτων, οι προγραμματιστές και οι χειριστές ηλεκτρονικών υπολογιστών καθώς και όλο το προσωπικό που διαθέτει τις απαραίτητες γνώσεις πληροφορικής. (Δουκίδης Γ., Α. Πουλυμενάκου, Ν. Γεωργόπουλος, Θ. Μότσης, 2001)

Τα πληροφοριακά συστήματα μειώνουν το κόστος αντιπροσώπευσης επιτρέποντας στην εταιρία να διοικεί περισσότερους εργαζόμενους χρησιμοποιώντας λιγότερους πόρους. Επίσης τα δικτυωμένα συστήματα καθιστούν δυνατή τη δημιουργία ομάδων εργασίας έξω από τους παραδοσιακούς τόπους εργασίας. Εργαζόμενοι από πολλές διαφορετικές τοποθεσίες μπορούν να χρησιμοποιούν πληροφοριακά συστήματα για να εργάζονται μαζί ως μέλη εικονικών ομάδων. Η κατανόηση των ζητημάτων ανθρωπίνων πόρων έχει κεφαλαιώδη σημασία για την επιτυχημένη υλοποίηση συστημάτων επειδή οι εργαζόμενοι πρέπει να προσαρμοστούν στις οργανωσιακές αλλαγές που θα πραγματοποιηθούν στην επιχείρηση με την εισαγωγή ενός νέου πληροφοριακού συστήματος. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται ορισμένες εφαρμογές διοίκησης ανθρώπινου δυναμικού, ενός πληροφοριακού συστήματος ERP. Σημειώνεται πως η χρήση ενός τέτοιου



συστήματος ενδεχομένως να έχει θετικό αντίκτυπο στο σύνολο του οργανισμού, παρέχοντας λόγω χάρη στα στελέχη του τμήματος μισθοδοσίας της διεύθυνσης ανθρωπίνου δυναμικού, περισσότερο διαθέσιμο χρόνο να ασχοληθούν με τη λήψη αποφάσεων που αφορούν στις πολιτικές μισθοδοσίας και όχι με τη χρονοβόρα και τυποποιημένη διαδικασία έκδοσης των μισθολογικών καταστάσεων. (Αδαμίδη Λέων Αργύρη, 1998)



**Εικόνα 1.** Εφαρμογές ERP στο HRM

Όταν δεν αξιοποιούνται σωστά τα τεχνο-επιστημονικά επιτεύγματα, τα στελέχη οδηγούνται σε ανεξέλεγκτες καταστάσεις, με κίνδυνο να αγνοήσουν το παρόν και να χάσουν την ευκαιρία να κρατήσουν στα χέρια τους μερικές "σταγόνες" ελεύθερου χρόνου (Πηγή: Pavlidis G., 2007).

Όσον αφορά τους υλικούς πόρους σε αυτούς περιλαμβάνονται όλα εκείνα τα υλικά που χρησιμοποιούνται στην διαδικασία χρήσης των πληροφοριακών συστημάτων όπως είναι το hardware που είναι οι υπολογιστές που απαρτίζονται από τη κεντρική μονάδα επεξεργασίας, τα περιφερειακά (πληκτρολόγιο, οθόνη, εκτυπωτής, κλπ) και τα δίκτυα τηλεπικοινωνιών. Επιπλέον οι υλικοί πόροι

περιλαμβάνουν όλα τα υλικά που χρησιμοποιούνται για να αποθηκευτούν τα δεδομένα και οι πληροφορίες που λαμβάνονται. Αυτά τα υλικά είναι το χαρτί, οι μαγνητικές ταινίες και ο σκληρός δίσκος. (Αδαμίδα Λέων Αργύρη, 1998)

Οι πόροι λογισμικού περιλαμβάνουν το λογισμικό συστήματος το οποίο είναι αρμόδιο για τον έλεγχο και την υποστήριξη των λειτουργιών του ηλεκτρονικού υπολογιστή. Τέτοια συστήματα είναι τα λειτουργικά συστήματα. Επίσης στους πόρους λογισμικού περιλαμβάνεται το λογισμικό εφαρμογών που έχει ως σκοπό να δίνει τη δυνατότητα και την ευκολία στον χρήστη να επεξεργάζεται και να δίνει λύση σε ένα πρόβλημα. Για παράδειγμα παρέχεται η δυνατότητα να επεξεργαστούν τα προγράμματα ανάλυσης πωλήσεων, τα προγράμματα μισθοδοσίας και τους επεξεργαστές κειμένου. Τέλος στους πόρους λογισμικού ανήκουν οι διαδικασίες. Με τον όρο αυτό εννοούμε την πληροφόρηση και την καθοδήγηση που λαμβάνουν οι άνθρωποι που χρησιμοποιούν το Π.Σ. Για παράδειγμα απαραίτητες είναι οι οδηγίες συμπλήρωσης μίας φόρμας και οι οδηγίες χρήσης ενός προγράμματος. (Ψιλλέλης Δημήτριος, 2005)

Όσον αφορά τους πόρους δεδομένων σχετίζονται με τα δεδομένα και τις πληροφορίες που συλλέγονται αποθηκεύονται και επεξεργάζονται. Αποτελούν σημαντική πηγή για την λειτουργία των πληροφοριακών συστημάτων και κατεπέκταση των επιχειρήσεων. Σκοπός της επεξεργασίας των δεδομένων είναι το όφελος που θα επωμιστούν οι τελικοί χρήστες. Οι πληροφορίες και τα δεδομένα είναι σε μορφή εικόνας, ήχου και κειμένου. Στα δεδομένα ανήκουν οι βάσεις δεδομένων που ευθύνονται για την αποθήκευση και την διαχείριση των δεδομένων με συνέπεια και οργάνωση, οι βάσεις προτύπων που είναι υπεύθυνες για την αποθήκευση μαθηματικών και λογικών προτύπων τα οποία περιλαμβάνουν σχέσεις, υπολογισμούς και αναλυτικές τεχνικές και οι βάσεις γνώσεων που αναλαμβάνουν την αποθήκευση γεγονότων και κανόνων που αφορούν διάφορα ζητήματα. (Ζαχαριάδης-Σούρας, 1993)

### **1.3 Είδη πληροφοριακών συστημάτων**

#### **1.3.1 Χειρογραφικά πληροφοριακά συστήματα.**

Η ύπαρξη των χειρογραφικών συστημάτων στις επιχειρήσεις και στους οργανισμούς είναι παλιά. Οι διευθυντές των επιχειρήσεων προκειμένου να λάβουν τις

σωστές αποφάσεις και να ακολουθήσουν τις κατάλληλες στρατηγικές στηρίζονται σε δεδομένα και σωστή πληροφόρηση η οποία μπορεί να προέρχεται από το εσωτερικό η το εξωτερικό επιχειρησιακό περιβάλλον. Τα πληροφοριακά συστήματα που χρησιμοποίησαν αρχικά οι επιχειρήσεις ήταν πολύ άτυπα και απλά. Με την ανάπτυξη όμως των οικονομιών, οι οικονομικές μονάδες βελτίωναν συνεχώς τα χειρογραφικά τους συστήματα για τη συλλογή, επεξεργασία, αποθήκευση, επανάκτηση και διανομή των πληροφοριών. (Ευθύμογλου Γ. Προδρόμου – Οικονόμου Σ. Γεωργίου, 1992)

Για παράδειγμα μπορεί να αναφερθεί το χειρογραφικό πληροφοριακό σύστημα που περιλαμβάνει το αρχείο με τις καρτέλες, που χρησιμοποιούσαν παλαιότερα οι ταμίες σε ορισμένες τράπεζες που παρέχει πληροφορίες για τους πελάτες της τράπεζας στον / στην ταμία ή σε οποιονδήποτε άλλο υπάλληλο έχει πρόσβαση στη καρτελοθήκη. Όταν κάποιος πελάτης πήγαινε στην τράπεζα για να καταθέσει ένα χρηματικό ποσό, ο/η ταμίας με τη βοήθεια ενός ατομικού κωδικού αριθμού του πελάτη – που βρισκόταν τυπωμένος στο βιβλιάριό του – έψαχνε τις καρτέλες και μόλις εντόπιζε την καρτέλα του πελάτη, πραγματοποιούσε τη συναλλαγή. (Ψιλλέλης Δημήτριος, 2005)

Ένα πληροφοριακό σύστημα, είτε είναι χειρογραφικό είτε μηχανογραφημένο, αποτελείται από πέντε βασικά μέρη με τα οποία πραγματοποιείται η αποστολή του. Όλα τα συστήματα περιλαμβάνουν κάποιες συγκεκριμένες λειτουργίες όπως είναι η εισαγωγή των δεδομένων στο σύστημα, η επεξεργασία των δεδομένων και των πληροφοριών που λαμβάνονται, η διατήρηση και η αρχειοθέτηση φακέλων και αρχείων, η ανάπτυξη διαδικασιών για το είδος των δεδομένων και για το πότε αυτά χρειάζονται, για το πότε αποκτούνται και το πως αυτά χρησιμοποιούνται, καθώς επίσης και οδηγίες που πρέπει να ακολουθεί ο επεξεργαστής (άνθρωπος ή μηχανήμα) και η εξαγωγή πληροφοριών από το σύστημα. (Αδαμίδα Λέων Αργύρη, 1998)

Η διαφορά του χειρογραφικού συστήματος με το μηχανογραφημένο είναι όπτι στο χειρογραφικό σύστημα οι πέντε παραπάνω λειτουργίες εκτελούνται από τον ίδιο τον άνθρωπο, ενώ στο μηχανογραφημένο σύστημα εκτελούνται από τον ηλεκτρονικό υπολογιστή. (Δουκίδη Γ. – Φραγκοπούλου Α. – Αναγνωστόπουλου Ι. 1993)

### **1.3.2 Μηχανογραφημένα πληροφοριακά συστήματα.**

Τα μηχανογραφημένα συστήματα βασίζονται στην λειτουργία και τη χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών. Με αυτό τον τρόπο παρέχεται η δυνατότητα να επεξεργάζεται ταυτόχρονα πολλές πληροφορίες και μεγάλος όγκος δεδομένων. Ακόμα, η τεχνολογία της πληροφορίας (information technology), που είναι η σύγκληση της τεχνολογίας των Η/Υ, του αυτοματισμού γραφείου και των τηλεπικοινωνιών, προσέφερε νέες δυνατότητες ανάπτυξης πληροφοριακών συστημάτων, οι οποίες προηγουμένως δεν ήταν εφικτές. Παράλληλα όμως, η τεχνολογία αυτή δημιούργησε νέα προβλήματα και απαιτήσεις σχετικά με τη μέθοδο ανάπτυξης μηχανογραφημένων πληροφοριακών συστημάτων. (Δουκίδης Γ., Α. Πουλυμενάκου, Ν. Γεωργόπουλος, Θ. Μότσιος, 2001)

### **1.3.3 Συστήματα επεξεργασίας συναλλαγών.**

Η διαχείριση των συναλλαγών και η λειτουργία των συστημάτων που αναλαμβάνουν την συγκεκριμένη διεργασία είναι πολύ σημαντικές για την αποδοτικότητα μιας επιχείρησης και μιας οικονομικής μονάδας. Η συνεργασία μεταξύ των συναλλασόμενων μελών θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν καλύτερη για το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα διότι χωρίς την επεξεργασία των συναλλαγών πολλές από τις λειτουργίες και τις δραστηριότητες της επιχείρησης θα ήταν αδύνατο να πραγματοποιηθούν. Στα χειρογραφικά πληροφοριακά συστήματα, πριν δηλαδή την εισαγωγή του Η/Υ, η επεξεργασία των συναλλαγών γινόταν χειρογραφικά ή και με τη βοήθεια αριθμομηχανών. Σήμερα όμως, η ηλεκτρονική επεξεργασία των δεδομένων (ΗΕΔ) έχει αυξήσει σημαντικά τόσο την ταχύτητα όσο και την πολυπλοκότητα της επεξεργασίας των συναλλαγών. Έτσι, όταν μια επιχείρηση αντιμετωπίζει δομημένες διαδικασίες, οι οποίες επαναλαμβάνονται πολλές φορές κατά τη διάρκεια της ημέρας ή της εβδομάδας και οι οποίες γίνονται χειρογραφικά, οι διαδικασίες αυτές μπορούν να πραγματοποιούνται πολύ πιο εύκολα και γρήγορα με ένα σύστημα επεξεργασίας συναλλαγών βασισμένο στον Η/Υ, με το οποίο αυτοματοποιείτε η συλλογή και η επεξεργασία των δεδομένων. Το κύριο χαρακτηριστικό αυτών των πληροφοριακών συστημάτων είναι η δυνατότητά τους να

αντιμετωπίζουν δομημένες και επαναλαμβανόμενες διαδικασίες, οι οποίες μπορούν εύκολα να πραγματοποιούνται με τη βοήθεια του Η/Υ. (Ψιλλέλης Δημήτριος, 2005)

Ένα σύστημα επεξεργασίας συναλλαγών, εκτός από τη συλλογή και επεξεργασία των δεδομένων, ενημερώνει αυτόματα και τα υπάρχοντα αρχεία με τα αντίστοιχα δεδομένα και παράγει τα απαραίτητα έγγραφα της συναλλαγής. Έτσι, η πώληση κάποιου ανταλλακτικού για το αυτοκίνητό μας συνοδεύεται από το παραστατικό της πώλησης (απόδειξη ή τιμολόγιο) και ταυτόχρονα αφαιρείται μία μονάδα του συγκεκριμένου ανταλλακτικού από την υπάρχουσα τράπεζα δεδομένων της επιχείρησης. Κάτι παραπλήσιο συμβαίνει και σ' ένα σύστημα λήψης παραγγελιών, σ' ένα σύστημα εισπρακτέων λογαριασμών, ή σ' ένα σύστημα κράτησης θέσεων που χρησιμοποιούν οι αεροπορικές εταιρίες. Έτσι, όταν κάποιος επιβάτης της πτήσης «Αθήνας - Λονδίνου» για παράδειγμα, περνά τον τελικό έλεγχο εισιτηρίων για τη συγκεκριμένη πτήση, ο υπάλληλος της αεροπορικής εταιρίας χρησιμοποιεί τον Η/Υ για να «κλείσει» κάποια θέση. Μόλις η θέση δοθεί στον πελάτη, ο Η/Υ ενημερώνει την τράπεζα δεδομένων, αφαιρεί τη θέση από τη λίστα των διαθέσιμων θέσεων και επιβεβαιώνει το όνομα του πελάτη σ' αυτήν. (Αδαμίδη Λέων Αργύρη, 1998)

Ένα σύστημα επεξεργασίας συναλλαγών είναι δυνατόν να συνεργάζεται άμεσα με κάποιο άλλο μηχανογραφικό σύστημα μέσω της ηλεκτρονικής μεταβίβασης δεδομένων (electronic data interchange, EDI). Για παράδειγμα, ένας λιανοπωλητής ηλεκτρικών οικιακών συσκευών μπορεί να έχει συνδέσει ηλεκτρονικά το σύστημα τοποθέτησης παραγγελιών με τα συστήματα των προμηθευτών του. Εάν ο λιανοπωλητής χρειασθεί έναν αριθμό ηλεκτρικών συσκευών ( π.χ. 42 ψυγεία ), ο Η/Υ «ανιχνεύει» τα συστήματα των προμηθευτών του και δίνει την παραγγελία στον προμηθευτή που προσφέρει τη μικρότερη τιμή. (Χαραμή Γεωργίου, 1994).

### **1.3.4 Πληροφοριακά συστήματα διοίκησης.**

Ένα πληροφοριακό σύστημα διοίκησης, συλλέγει και επεξεργάζεται δεδομένα και μεταφέρει τις από αυτά προκύπτουσες πληροφορίες, που είναι απαραίτητες για τη

λήψη των δομημένων κυρίως αποφάσεων, στα διευθυντικά στελέχη. Με άλλα λόγια, σκοπός ενός πληροφοριακού συστήματος διοικήσεως είναι όχι μόνο η συλλογή και επεξεργασία των δεδομένων όπως συμβαίνει με τα συστήματα ΗΕΔ, αλλά και η διανομή των πληροφοριών στα διευθυντικά στελέχη, έτσι ώστε, να μπορούν να αξιολογούν τις παρουσιαζόμενες καταστάσεις και χρησιμοποιώντας τις απαραίτητες πληροφορίες, την κρίση και τη διαίσθησή τους, να παίρνουν τις καλύτερες δυνατές αποφάσεις. Τα πληροφοριακά συστήματα διοίκησης συνήθως παρέχουν αναφορές και στατιστικές αναλύσεις, όπως για παράδειγμα είναι οι μηνιαίες πωλήσεις ανά προϊόν, ομάδα προϊόντων, πωλητή, γεωγραφική περιοχή κ.τ.λ., στοιχεία σχετικά με τους εργαζόμενους και άλλα πολλά. Βέβαια για την επίτευξη του στόχου τους τα πληροφοριακά συστήματα διοίκησης συλλέγουν τα δεδομένα από τα συστήματα επεξεργασίας συναλλαγών – ΗΕΔ – και τα μετατρέπουν σε πολύτιμη πληροφόρηση. Ακόμα, μπορεί να έχουν τη δυνατότητα να παρέχουν αυτοματοποιημένες απαντήσεις στις περιπτώσεις, όπου οι αποφάσεις που παίρνονται επαναλαμβάνονται με σχετικά μεγάλη συχνότητα. Ωστόσο, θα πρέπει να τονίσουμε, πως τα πληροφοριακά συστήματα διοίκησης δεν παίρνουν από μόνα τους τις αποφάσεις, ούτε λένε στα διευθυντικά στελέχη πως να τις πάρουν, αλλά απλά παρέχουν σ' αυτά τις πληροφορίες, που είναι απαραίτητες στη διαδικασία λήψης των αποφάσεων. (Chaffey, D., 2002)

Τα πληροφοριακά συστήματα διοίκησης είναι προφανές, ότι συνδέονται με τα συστήματα επεξεργασίας συναλλαγών – σύστημα Ηλεκτρονικής Επεξεργασίας Δεδομένων- διότι πολλά από τα δεδομένα που απαιτούνται για την υποστήριξη της λήψης των αποφάσεων, προέρχονται από τις επιχειρησιακές συναλλαγές και ως γνωστό τέτοιου είδους δεδομένα συλλέγονται και αποθηκεύονται σε συστήματα επεξεργασίας συναλλαγών. Έτσι χωρίς αυτά τα συστήματα δε θα ήταν διαθέσιμα τα δεδομένα που θα δώσουν τις αναγκαίες πληροφορίες για τη λήψη των αποφάσεων. Κατά συνέπεια τα συστήματα επεξεργασίας συναλλαγών σχετίζονται κυρίως με τις λειτουργικές δραστηριότητες της επιχείρησης, π.χ. παραγγελίες, πωλήσεις, αγορές κ.τ.λ. ενώ τα Πληροφοριακά Συστήματα Διοίκησης θεωρούνται ότι είναι επιχειρησιακά εργαλεία για την υποστήριξη της διαδικασίας της λήψης των αποφάσεων και ιδιαίτερα των αποφάσεων εκείνων που είναι κατανοητές,

επαναλαμβανόμενες και δομημένες. (Γεωργόπουλου Β. Νικολάου – Οικονόμου Σ. Γεωργίου, 1995)

### **1.3.5 Συστήματα υποστήριξης διοίκησης.**

Τα Συστήματα Υποστήριξης Διοίκησης (ΣΥΔ) περιλαμβάνουν τα Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων (ΣΥΑ), τα Έμπειρα Συστήματα (ΕΣ) και τα Στρατηγικά Πληροφοριακά Συστήματα (ΣΠΣ). Τα συστήματα υποστήριξης αποφάσεων βοηθούν τα διευθυντικά στελέχη στην επίλυση κυρίως των ημιδομημένων προβλημάτων, δηλαδή των προβλημάτων εκείνων στα οποία δεν μπορεί να δοθεί μια άμεση απάντηση, διότι απαιτείται ανθρώπινη παρέμβαση, που στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι η κρίση του διευθυντικού στελέχους και η υποκειμενική του ανάλυση. Έτσι η απάντηση στο πρόβλημα δίνεται από την αλληλεπίδραση του ανθρώπου με τον Η/Υ, πράγμα που σημαίνει, ότι η αντίστοιχη απόφαση είναι αποτέλεσμα της σχετικής πληροφόρησης, που δημιουργείται από το πληροφοριακό σύστημα και της επιπρόσθετης κρίσης και εμπειρίας των διοικητικών στελεχών. Εν ολίγοις, το χαρακτηριστικό των ΣΥΑ είναι ότι βοηθούν στη λύση ημι-δομημένων προβλημάτων, δηλαδή προβλημάτων που ένα μέρος τους μπορεί να προγραμματισθεί / δομηθεί, και το οποίο λύνεται από τον Η/Υ, ενώ ένα μέρος τους δεν μπορεί να προγραμματισθεί / δομηθεί και για το οποίο χρειάζεται η διαίσθηση και η κρίση του διευθυντικού στελέχους για να δοθεί λύση. (Chaffey Dave 2002)

Τα έμπειρα συστήματα, που ονομάζονται και συστήματα εμπειρογνώμονες, αναφέρονται σε εξειδικευμένους τομείς της ανθρώπινης γνώσης και αναπτύσσονται με βάση τη γνώση των ειδικών για να λύσουν προβλήματα για τα οποία κανονικά χρειάζεται ανθρώπινη γνώση και εμπειρία. Τα Έμπειρα Συστήματα μιμούνται τον τρόπο με τον οποίο τα στελέχη των επιχειρήσεων και οργανισμών λαμβάνουν τις μη δομημένες κυρίως αποφάσεις τους, όπως π.χ. αποφάσεις σχετικές με επιλογή και πρόκριση επενδύσεων, με τη διερεύνηση της αξιοπιστίας των πελατών που ζητούν υψηλά δάνεια από τράπεζες κ.α. Τα Έμπειρα Συστήματα για να δώσουν απάντηση σ' ένα πρόβλημα, η πληροφόρηση για το οποίο είναι συνήθως αβέβαιη, ασαφής ή και ατελής, χρησιμοποιούν ευρετικές μεθόδους για να βρουν γρήγορα μια ικανοποιητική λύση. Με τα στρατηγικά πληροφοριακά συστήματα, που άρχισαν ν' αναπτύσσονται

κατά τη δεκαετία του 1980, επιδιώκεται η σύνδεση των δυνατοτήτων της πληροφορικής με την επιχειρησιακή στρατηγική των οικονομικών μονάδων. Δημιουργήθηκαν λοιπόν νέα Πληροφοριακά Συστήματα, τα οποία βοήθησαν τις επιχειρήσεις να επιτύχουν σημαντικές επιδόσεις στις αγορές, εθνικές ή και διεθνείς, στις οποίες διέθεταν τα προϊόντα τους. Επιχειρήσεις όπως η American Hospital Supply, η American Airlines, κ.α. απέκτησαν μέσω της στρατηγικής χρήσης της πληροφορικής σημαντικά ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα. Τα πληροφοριακά συστήματα βοήθησαν τις επιχειρήσεις αυτές να βελτιώσουν τον τρόπο εκτέλεσης των επιχειρηματικών τους δραστηριοτήτων και να επηρεάσουν τόσο την ένταση του ανταγωνισμού όσο και τη θέση τους έναντι των ανταγωνιστών τους. (βλ. παράρτημα). Αποτέλεσμα των παραπάνω εξελίξεων ήταν, ότι πολλοί βιομηχανικοί κλάδοι άρχισαν βαθμιαία ν' αντιλαμβάνονται ότι τα Πληροφοριακά Συστήματα δεν είναι μόνο απλά εργαλεία υποστήριξης εργασιών ρουτίνας, αλλά και στρατηγικά και αποτελεσματικά μέσα για την απόκτηση ανταγωνιστικών πλεονεκτημάτων, συμβάλλοντας έτσι σημαντικά στην επέκταση των δραστηριοτήτων των επιχειρήσεων και οργανισμών. (Γεωργόπουλου Β. Νικολάου – Οικονόμου Σ. Γεωργίου, 1995).

#### **1.4 Εφαρμογές πληροφοριακών συστημάτων**

Δεν υπάρχει καμία αμφιβολία, ότι τα πληροφοριακά συστήματα τα χρησιμοποιούν οι επιχειρήσεις και οι οργανισμοί. Ωστόσο, αυτοί που έρχονται σε άμεση επαφή με τα πληροφοριακά συστήματα είναι οι άνθρωποι και όχι οι «απρόσωπες» επιχειρήσεις και οργανισμοί. Τα άτομα αυτά αναπτύσσουν νέες εφαρμογές, συντηρούν το λογισμικό, ερμηνεύουν αναφορές, λαμβάνουν ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, συμμετέχουν σε τηλεσυνδιασκέψεις, συμμετέχουν στην επεξεργασία των συναλλαγών κ.τ.λ. Μεταξύ των ατόμων, αν και μπορεί να υπάρχουν μεγάλες διαφορές, υπάρχουν και ορισμένα πρότυπα, που σχετίζονται με τον τρόπο με τον οποίο ασκούν τις γνωστικές λειτουργίες τους, που στη συγκεκριμένη περίπτωση αφορούν τον τρόπο, με τον οποίο αποκτούν και χειρίζονται τις πληροφορίες. Επειδή όμως η επίδραση της πληροφορίας εξαρτάται από το δέκτη της, είναι πολύ σημαντικό τα πληροφοριακά συστήματα να προσαρμόζονται όσο γίνεται περισσότερο στον τρόπο μάθησης, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, στο επίπεδο μόρφωσης, κ.α., των ατόμων που τη δέχονται για να την χρησιμοποιήσουν ή και των ατόμων ακόμα που



επηρεάζονται από αυτή. Δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις πληροφοριακών συστημάτων τα οποία απέτυχαν, όχι για λόγους τεχνολογικούς, αλλά για λόγους αλλαγής στις ισορροπίες δυνάμεων μεταξύ διαφορετικών ομάδων της επιχείρησης ή του οργανισμού. (Αδαμίδη Λέων Αργύρη, 1998)

Τα πληροφοριακά συστήματα θα πρέπει να εξετάζονται, εκτός από την πλευρά των ατόμων, και από την πλευρά της τεχνολογίας και της οργάνωσης. Η τεχνολογία, ως γνωστό, περιλαμβάνει το σύστημα υλικού (hardware), το λογισμικό, τις βάσεις δεδομένων, τις τηλεπικοινωνίες, κ.α. Η οργανωσιακή άποψη εκφράζεται από τη δομή και την κουλτούρα της συγκεκριμένης επιχείρησης ή οργανισμού, καθώς επίσης και από τις οργανωσιακές πρακτικές και διαδικασίες, όπως αυτές απεικονίζονται στα υπάρχοντα προγράμματα εφαρμογών. (ΔΟΥΚΙΔΗΣ Π.. ΓΕΩΡΓΙΟΣ 2003)

Γίνεται εύκολα αντιληπτό, πως τα πληροφοριακά συστήματα, για να επιτύχουν την αποστολή τους, να βοηθήσουν δηλαδή την επιχείρηση να αξιοποιήσει τη διαθέσιμη πληροφόρηση κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο, αντλούν στοιχεία από πολλές διαφορετικές επιστήμες. Με άλλα λόγια, τα πληροφοριακά συστήματα αποτελούν ένα συνδυασμό πολλών διαφορετικών επιστημονικών πεδίων. Οι επιστήμες των Η/Υ και των επικοινωνιών παρέχουν στους ειδικούς της πληροφορικής την επιστημονική θεμελίωση για την ανάπτυξη μηχανημάτων και προγραμμάτων. Η επιχειρησιακή έρευνα παρέχει και αυτή έναν αριθμό προσεγγίσεων για τη βελτίωση της λήψης των αποφάσεων και μπορεί να δώσει λύσεις σε περίπλοκα προβλήματα. Οι λειτουργικές περιοχές της διοίκησης των επιχειρήσεων, δηλαδή η λογιστική, η χρηματοοικονομική, το μάρκετινγκ, η παραγωγή, κ.α. προσφέρουν το περιβάλλον των συγκεκριμένων αποφάσεων για τα πληροφοριακά συστήματα. Η επιστήμη της οργάνωσης βοηθά στο να γίνει περισσότερο κατανοητός ο τρόπος με τον οποίο τα πληροφοριακά συστήματα επηρεάζουν τον οργανισμό. Τέλος, η ψυχολογία βοηθά τα άτομα στη διαδικασία λήψης αποφάσεων στη φύση της πληροφορίας που είναι απαραίτητη σ' αυτή τη διαδικασία. Και στη σχεδίαση για την αποτελεσματική εφαρμογή ενός νέου συστήματος. Από τις παραπάνω αναφερθείσες επιστήμες, αυτές που έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τις έννοιες των πληροφοριακών συστημάτων είναι η διοικητική λογιστική, η επιχειρησιακή έρευνα, οι θεωρίες οργάνωσης και διοίκησης επιχειρήσεων και η επιστήμη των Η/Υ. (Chaffey, D., 2002)

Η διοικητική λογιστική αναφέρεται στον προσδιορισμό του κόστους, στον προγραμματισμό και έλεγχο της δράσης των οικονομικών μονάδων μέσω των προϋπολογισμών, καθώς επίσης και σε ορισμένα είδη ανάλυσης, που είναι απαραίτητα για τη λήψη των αποφάσεων και τον επιχειρηματικό έλεγχο. Οι πρώτες εφαρμογές πληροφοριακών συστημάτων αφορούσαν κυρίως τις λειτουργίες της Λογιστικής, διότι το λογιστήριο της επιχείρησης ήταν ιστορικά υπεύθυνο για την επεξεργασία των δεδομένων. Επίσης οι έννοιες των πληροφοριακών συστημάτων περιλαμβάνουν πολλές έννοιες της Διοικητικής Λογιστικής. Ωστόσο, τα χρησιμοποιούμενα συστήματα πληροφοριών, τα οποία παρέχουν στους χρήστες πρόσβαση σε δεδομένα και μοντέλα αποφάσεων είναι πέρα από τους σκοπούς της επιστήμης αυτής. (European Parliament, 1999).

Η επιχειρησιακή έρευνα, περιλαμβάνει μεταξύ των άλλων την εφαρμογή επιστημονικών μεθόδων και τεχνικών σε πολύπλοκα προβλήματα των επιχειρήσεων και οργανισμών. Οι μέθοδοι αυτές δεν είναι μόνο αριθμητικές, όπως π.χ. μαθηματικός προγραμματισμός, στατιστική κ.τ.λ., αλλά και μη αριθμητικές, όπως θεωρία συνόλων, τοπολογία, και συμβολική λογική. Η Επιχειρησιακή Έρευνα παρέχει στα διευθυντικά στελέχη εργαλεία για τη λήψη αποφάσεων σε προβλήματα, που αφορούν την άριστη κατανομή των περιορισμένων πόρων σε ανταγωνιζόμενες δραστηριότητες, τον προσδιορισμό της οικονομικής ποσότητας παραγωγής ή παραγωγής κ.α. Η συμβολή της Επιχειρησιακής Έρευνας στα πληροφοριακά συστήματα υπήρξε μεγάλη, διότι, εκτός από τα προηγούμενα συνέβαλε σημαντικά και στην ανάπτυξη συστηματικών μεθόδων σχεδιασμού των πληροφοριακών συστημάτων. Ωστόσο, η συμβολή της ήταν μεγαλύτερη στη λήψη δομημένων κυρίως αποφάσεων, παρά αδόμητων. (Γεωργόπουλου Β. Νικολάου – Οικονόμου Σ. Γεωργίου, 1995).

Οι θεωρίες οργάνωσης και διοίκησης επιχειρήσεων παρέχουν μερικές πολύ σπουδαίες έννοιες για τις λειτουργίες των πληροφοριακών συστημάτων. Μερικές από τις έννοιες αυτές αναφέρονται στον ανθρώπινο παράγοντα και στη συμπεριφορά του στη λήψη των αποφάσεων, στην υποκίνηση του ατόμου και των ομάδων, στις διαδικασίες των οργανωσιακών αλλαγών, στις δομές και τη σχεδίαση των

συστημάτων διοίκησης, κ.α. (Δουκίδης Γ., Α. Πουλυμενάκου, Ν. Γεωργόπουλος, Θ. Μότσιος, 2001)

Οι επιστήμες των Η/Υ και των επικοινωνιών είναι επίσης πολύ σημαντικές για τα πληροφοριακά συστήματα, διότι περιλαμβάνουν θέματα, που αφορούν τις αλγοριθμικές διαδικασίες, το υλικό, τις δομές δεδομένων, την τεχνητή νοημοσύνη, κ.α. Η επιστήμη των Η/Υ εστιάζεται στην αυτόματη επεξεργασία της συμβολικής πληροφορίας, που πραγματοποιείται με τη βοήθεια του Η/Υ. (Ζαχαριάδης-Σούρας, 1993)

Οι Davis και Olson (1985) θεωρούν ότι το επιστημονικό πεδίο των πληροφοριακών συστημάτων δεν είναι επέκταση της επιστήμης των Η/Υ, αλλά επέκταση της θεωρίας της Οργάνωσης και Διοίκησης των Επιχειρήσεων. Την άποψή τους τη στηρίζουν στο ότι οι ουσιώδεις διαδικασίες των πληροφοριακών συστημάτων συνδέονται περισσότερο με τις οργανωσιακές διαδικασίες και την οργανωσιακή αποτελεσματικότητα, παρά με τους υπολογιστικούς αλγορίθμους. (Chris McKean, 2001)

Η οικονομική δραστηριότητα είναι σίγουρα ένας από τους τομείς που έχουν επηρεαστεί από την ταχύτερη ανάπτυξη των νέων τεχνολογιών. Μερικές από τις μεγαλύτερες οικονομικές δυνάμεις στηρίζουν εξολοκλήρου την ανάπτυξη τους σε βιομηχανικές πολιτικές και παραγωγικές διαδικασίες που σχετίζονται με τις νέες τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών. (Ψιλλέλης Δημήτριος, 2005)

#### 1. Μεγάλες αλλαγές

Με τη μαζική εισαγωγή των τεχνικών της πληροφορικής στη διαδικασία παραγωγής υλικών, αγαθών και υπηρεσιών, τα κοινωνικά προβλήματα αποκτούν νέες διαστάσεις. Η επιστημονική οργάνωση της εργασίας, πάνω στην οποία στηρίχθηκε ολόκληρη η δομή της βιομηχανικής παραγωγής του ανεπτυγμένου κόσμου κατά τον εικοστό αιώνα, αμφισβητείται συχνά. Η πληροφοριοποίηση του εργασιακού κόσμου απαιτεί νέες μορφές οργάνωσης, γεγονός που θέτει άμεσα ορισμένα ερωτήματα σχετικά με τα νέα μοντέλα παραγωγής, την καταλληλότητα των αποκτώμενων

γνώσεων, την προσαρμογή των εκπαιδευτικών συστημάτων στα νέα δεδομένα κ.λπ. (ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΔΗΣ Π. 2001)

## 2. Η βιομηχανία πληροφορικής και επικοινωνιών

Ένας νέος βιομηχανικός κλάδος, ιδιαίτερα προσοδοφόρος, έκανε την εμφάνιση του τα τελευταία 30 χρόνια. Πρόκειται για τον κλάδο των τεχνολογιών της επικοινωνίας και της πληροφορίας. Ο κλάδος αυτός, με την πιο ραγδαία ανάπτυξη, αποτελείται από τη βιομηχανία κατασκευής υλικού υπολογιστών, τη βιομηχανία ανάπτυξης λογισμικού και τη βιομηχανία τηλεπικοινωνιών. Άλλοτε σε στενή συνεργασία και άλλες φορές σε συνθήκες έντονου ανταγωνισμού, οι διάφορες επιχειρήσεις και οργανισμοί λογισμικού και υπολογιστών αποτελούν την αιχμή του δόρατος των τεχνολογιών που προδιαγράφουν σε μεγάλο βαθμό την εξέλιξη στον εικοστό πρώτο αιώνα. (Ζαχαριάδης-Σούρας, 1993)

## 3. Πληροφοριοποίηση της κοινωνίας

Το ζήτημα της πληροφοριοποίησης της κοινωνίας αποτελεί για πολλές κυβερνήσεις και πολιτικούς υπευθύνους ένα από τα σημαντικότερα ζητήματα στις ανεπτυγμένες οικονομίες. Κεντρικός στόχος, η επίτευξη οικονομικής ανάκαμψης και αντιμετώπισης της πολύπλευρης κρίσης που μαστίζει τις διάφορες χώρες, με τη βοήθεια των νέων τεχνολογιών. Η εισαγωγή των νέων τεχνολογιών στους διάφορους εργασιακούς χώρους, επιτρέπει την αύξηση της παραγωγικότητας κυρίως στο δευτερογενή και στον τριτογενή τομέα της οικονομίας, μειώνει τις Κρατικές δαπάνες και δημιουργεί νέες καταναλωτικές συνήθειες. Στα πλαίσια αυτά η εισαγωγή των υπολογιστών και η ανάπτυξη των τηλεπικοινωνιακών δικτύων άλλαξε σε μεγάλο βαθμό τη λειτουργία υπηρεσιών και οργανισμών, του τραπεζικού συστήματος κλπ. Παράλληλα, δημιούργησε κραδασμούς στον εργασιακό χώρο, καθιστώντας χωρίς λόγο ύπαρξης πολλά επαγγέλματα ή περιορίζοντας ουσιαστικά τις δραστηριότητες κάποιων άλλων. Η πληροφοριοποίηση της κοινωνίας συνιστά ένα από τους κύριους λόγους της αύξησης των ανέργων στις ανεπτυγμένες χώρες. (Chaffey, D., 2002)

## 4. Τα επαγγέλματα της πληροφορικής

Η ανάπτυξη της Πληροφορικής και η ραγδαία είσοδός της σε όλους τους σημαντικούς τομείς της κοινωνίας οδήγησε στην αναγκαιότητα ύπαρξης νέων εξειδικεύσεων στους αντίστοιχους κλάδους και τη δημιουργία νέων επαγγελμάτων. Πέρα από τα εκατομμύρια εργαζομένων σε όλο τον κόσμο που χρησιμοποιούν την Πληροφορική ως εργαλείο, αναπτύχθηκαν και τα νέα επαγγέλματα της Πληροφορικής. Τα επαγγέλματα αυτά γνωρίζουν παράλληλη ανάπτυξη με την ίδια

την Πληροφορική, και εξελίσσονται πολύ γρήγορα και πολλές φορές με τρόπο απρόβλεπτο. Επιπλέον, η δημιουργία των "υπερλεωφόρων της πληροφορίας" θα αναδιαρθρώσει την οργάνωση των επιχειρήσεων και συνεπώς θα δημιουργήσει νέες θέσεις εργασίας και θα καταργήσει πολλές υπάρχουσες. (Chris McKean, 2001)

Η ψηφιακή οικονομία έρχεται να εξηγήσει τη νέα επιχείρηση, τη νέα τεχνολογία και το πώς συνδέονται αυτά μεταξύ τους. Ο όρος Ψηφιακή οικονομία εμφανίστηκε για πρώτη φορά στο βιβλίο "The Digital Economy" (1996), του Don Tapscott. Ο Tapscott διερεύνησε το ρόλο των πληροφοριακών συστημάτων στις επιχειρηματικές διαδικασίες, και συγκεκριμένα τους τρόπους με τους οποίους το διαδίκτυο συμβάλλει στην ανάπτυξη του ηλεκτρονικού εμπορίου. Μια πρόσφατη αναφορά του αμερικάνικου υπουργείου εμπορίου με τίτλο "The Emerging Digital Economy", περιγράφει την ψηφιακή οικονομία με βάση τις βιομηχανίες και τις εναλλακτικές μορφές των πληροφοριακών συστημάτων που συμβάλουν στη λειτουργία των επιχειρησιακών δραστηριοτήτων των εταιριών, και πιθανολογείται πως θα αποτελέσουν σημαντικές πηγές οικονομικής ανάπτυξης την προσεχή δεκαετία. Στις δραστηριότητες αυτές περιλαμβάνονται ολόκληρη η βιομηχανία των πληροφοριακών συστημάτων, το ηλεκτρονικό εμπόριο ανάμεσα στις επιχειρήσεις (B2B) και η ψηφιακή μεταφορά προϊόντων και υπηρεσιών. (Αδαμίδη Λέων Αργύρη, 1998)

Μια δεύτερη προσέγγιση συνδέει τη ψηφιακή οικονομία με την οικονομία της πληροφορικής. Συνοπτικά, η ψηφιακή οικονομία περιλαμβάνει τα αγαθά και τις υπηρεσίες των οποίων η ανάπτυξη, η παραγωγή, η πώληση και η τροφοδότηση βασίζεται στις ψηφιακές τεχνολογίες. Σε αντίθεση, η οικονομία της πληροφορικής περιλαμβάνει ψηφιακά προϊόντα και υπηρεσίες. Η διαφορά έγκειται στο γεγονός ότι, η ψηφιακή οικονομία περιλαμβάνει κάποιες μορφές παραγωγής που αποκλείονται από την οικονομία της πληροφορικής, όπως τη βιομηχανική παραγωγή με βάση υπολογιστικά συστήματα, ενώ η οικονομία της πληροφορικής περιλαμβάνει αρκετές υπηρεσίες που ανήκουν μερικά στην ψηφιακή οικονομία όπως, η πρωτοβάθμια εκπαίδευση, όλες οι νομικές υπηρεσίες, όλες οι μορφές διασκέδασης κ.λπ. Διακρίνουμε τις εξής κατηγορίες αγαθών ψηφιακής οικονομίας: (ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΔΗΣ Π. 2001)

1. Αμιγώς ψηφιακά προϊόντα και υπηρεσίες. Αγαθά και υπηρεσίες που μεταφέρονται ψηφιακά, στο σύνολο τους ή τμήματα αυτών. Για παράδειγμα στην κατηγορία αυτή

ανήκουν η διατραπεζική μεταφορά κεφαλαίων, η online παροχή πληροφοριών, τα ηλεκτρονικά περιοδικά, το λογισμικό και η μουσική. Στην κατηγορία αυτή μπορούμε επίσης να συμπεριλάβουμε και την παροχή εκπαιδευτικών υπηρεσιών από απόσταση.

2. Μεικτά ψηφιακά προϊόντα και υπηρεσίες. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν η λιανική πώληση υλικών αγαθών μέσω διαδικτύου, όπως μουσική, βιβλία, λουλούδια, ευαίσθητα προϊόντα, υπηρεσίες προσφερόμενες από ταξιδιωτικά γραφεία. Οι συναλλαγές αυτές εκτελούνται συνήθως σε ηλεκτρονικές αγορές, με τη χρήση δημοπρασιών. Κρίσιμοι παράγοντες επιτυχίας είναι η πληρότητα στην πληροφόρηση για το προϊόν, η αποτελεσματική διαφήμιση, η ασφάλεια στις συναλλαγές, η ταχύτητα στα συστήματα διανομής και η υψηλή ποιότητα στις υπηρεσίες διανομής των προϊόντων. (Ζαχαριάδης-Σούρας, 1993)

3. Παραγωγή προϊόντων και υπηρεσιών βασιζόμενων στην τεχνολογία πληροφορικής. Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται προϊόντα και υπηρεσίες που βασίζουν την παραγωγή τους στις τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών. Παράδειγμα έχουμε τις λογιστικές υπηρεσίες, τις έρευνες αγοράς που παρουσιάζουν ευαισθησία στα δεδομένα, πολύπλοκα μηχανολογικά σχέδια κ.λπ. (Ψιλλέλης Δημήτριος, 2005)

4. Οι τομείς της βιομηχανίας πληροφορικής και επικοινωνιών που υποστηρίζουν τις παραπάνω κατηγορίες. Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται ένα μεγάλο τμήμα των υπολογιστικών δικτύων και της βιομηχανίας των τηλεπικοινωνιών, η παραγωγή προσωπικών υπολογιστών και ορισμένες συμβουλευτικές επιχειρήσεις.<sup>1</sup> Η συγκυρία λοιπόν του κοινωνικοοικονομικού φαινομένου που ονομάζεται Ψηφιακή Οικονομία επέφερε ραγδαίες αλλαγές στον τρόπο λειτουργίας και οργάνωσης των επιχειρήσεων και δημιούργησε ένα νέο όραμα, αυτό του ηλεκτρονικού επιχειρείν. Οι νέες τεχνολογίες τηλεπικοινωνιών και πληροφορικής αποτελούν πλέον τα μέσα για τις επιχειρήσεις που επιθυμούν να περάσουν στη νέα εποχή και να παραμείνουν ανταγωνιστικές. Η ψηφιακή οικονομία προσφέρει νέες επιχειρηματικές ευκαιρίες για καινοτομία τόσο στις παραδοσιακές αγορές όσο και σε αυτές που δημιουργούνται στον παγκόσμιο δικτυακό ιστό. (ΔΟΥΚΙΔΗΣ Π., ΓΕΩΡΓΙΟΣ 2003)

Στη “ψηφιακή οικονομική” συγκαταλέγονται:

Συστήματα Διαχείρισης Επιχειρησιακών Πόρων (ERP)

---

<sup>1</sup> Τηλεπικοινωνίες, κινητή τηλεφωνία, Internet, η-εμπόριο. Αφιέρωμα της εφημερίδας ΕΞΙΠΡΕΣ, Απρίλιος 2000

- Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων
- Συστήματα Επιχειρηματικών Καινοτομιών
- Συστήματα Διαχείρισης Γνώσης
- Συστήματα Λογιστικής Κόστους
- Συστήματα Πολυδιάστατης Στατιστικής Ανάλυσης (Ψιλλέλης Δημήτριος, 2005)

Τα προαναφερθέντα πληροφοριακά συστήματα παρέχουν σε μια επιχείρηση:

- Την δυνατότητα διατήρησης **υψηλών αποδόσεων** στην αποπεράτωση έργων κατά τον καθημερινό κύκλο εργασίας
- Επίτευξη **ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος** (π.χ. μείωση κόστους)
- Έγκαιρη ανταπόκριση** στο συνεχές μεταλλασσόμενο πολιτικοοικονομικό περιβάλλον
- Επίτευξη **επιχειρησιακής αριστείας** (Adcock, D., Halborg, A. and Ross, C. 2001)

Η ορθή προσέγγιση των επιμέρους υπολογιστικών αναγκών μιας επιχείρησης κρίνει στον ύψιστο βαθμό το κόστος ανάπτυξης, λειτουργίας και αποτελεσματικότητας

- Η εννοιολογική προσέγγιση προέχει της μεθοδολογίας
- Η μεθοδολογία προέχει της λύσης (δημιουργία εφαρμογής)

Για τη σωστή κατάρτιση απαιτείται η σωστή γνώση της τεχνολογίας πληροφοριών: (Ζαχαριάδης-Σούρας, 1993)

- Αρχιτεκτονική ηλεκτρονικών υπολογιστών (και δικτύων Η/Υ)
- Μεθοδολογική προσέγγιση
- Σχεδιαγράμματα ροής
- Σχεδίαση και ανάλυση αλγόριθμων Η/Υ
- Δημιουργία υποδειγμάτων
- Τεχνολογία λογισμικού,
- Προγραμματισμός Η/Υ
- Τεχνολογία βάσεων δεδομένων
- Επιστημονικοί υπολογισμοί
- Κρυπτογραφία και ασφάλεια δεδομένων
- Ανάλυση δεδομένων

- Υπολογιστικές τεχνικές εκτιμητικής
- Στατιστική ανάλυση
- Ηθικές και κοινωνικές επιπτώσεις σχετικά με τη χρήση πληροφοριακών συστημάτων (Chaffey, D., 2002)

## Παραδείγματα πληροφοριακών συστημάτων:

### □ SAP (www.sap.com)

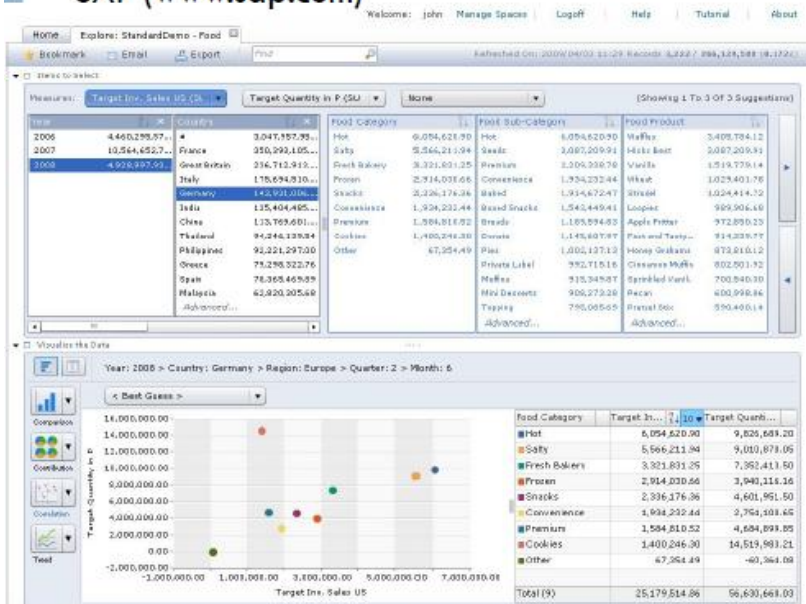
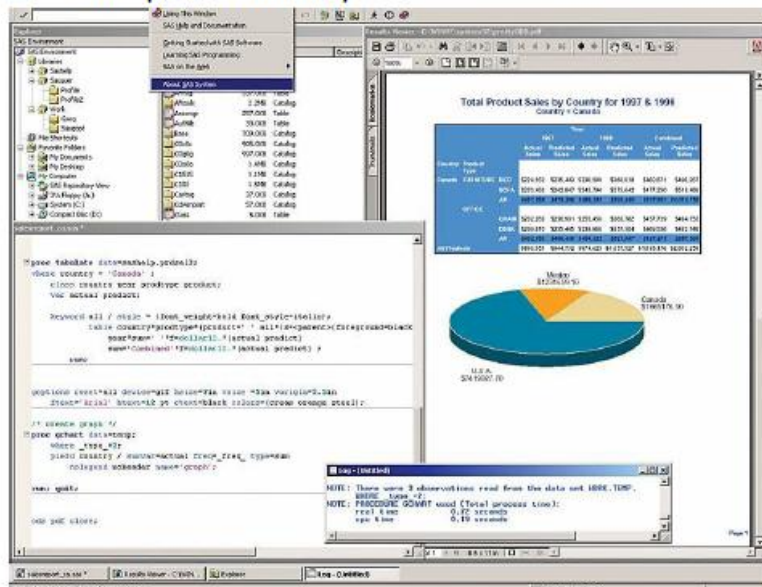


Fig.1: SAP Business Object search module

### □ SAS (www.sas.com)



### Προσφέρονται:

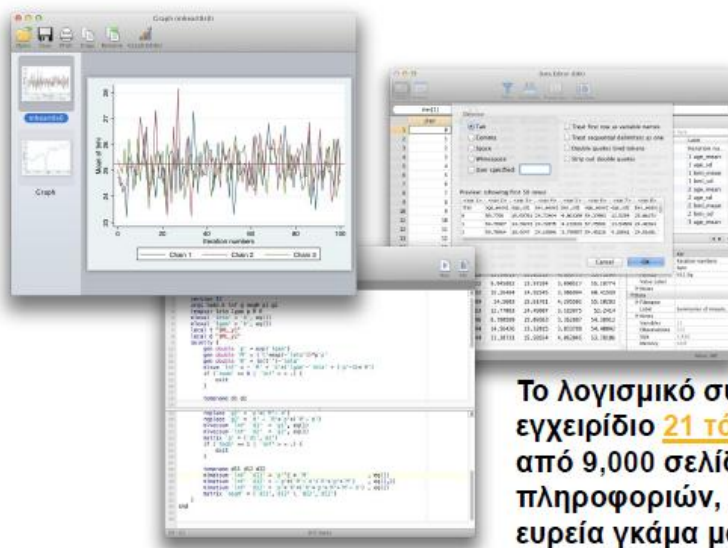
1. Διαχείριση Πελατειακών Σχέσεων
2. ERP
3. Διαχείριση Κύκλου Ζωής Προϊόντων
4. Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας
5. Διαχείριση Σχέσεων Προμηθευτή
6. κ.τ.λ

### Προσφέρονται:

1. Διαχείριση δεδομένων
2. Πρόβλεψεις
3. Ανάλυση στοιχείων
4. Υποβολή εκθέσεων



## STATA ([www.stata.com](http://www.stata.com))



### Προσφέρονται:

1. Ανάλυση δεδομένων
2. Στατιστική

Το λογισμικό συμπεριλαμβάνει εγχειρίδιο **21 τόμων** με περισσότερες από 9,000 σελίδες σημαντικών πληροφοριών, με παραδείγματα και μία ευρεία γκάμα μαθηματικών τύπων.

## Microsoft Navision (<http://www.microsoft.com/en-us/dynamics>)

The screenshot shows the Microsoft Navision 'Chart of Accounts' configuration screen. It features a tree view on the left for 'Financial Management' and a main table with columns for 'No.', 'Name', 'L.', 'A.', 'Totals', 'G.', 'D.', 'Net Change', and 'Balance'. The table lists various account types such as 'BALANCE SHEET', 'ASSETS', 'Liabilities', and 'Equity'.

No.	Name	L.	A.	Totals	G.	D.	Net Change	Balance
1000	BALANCE SHEET	B.	H.					
1002	ASSETS	B.	B.					
1003	Fixed Assets	B.	B.					
1005	Tangible Fixed Assets	B.	B.					
1100	Land and Buildings	B.	B.					
1110	Land and Buildings	B.	P.				1,479,480.60	1,479,480.60
1120	Increases during the Year	B.	P.				147.73	147.73
1130	Decreases during the Year	B.	P.					
1140	Accum. Depreciation, B...	B.	P.				-526,620.38	-526,620.38
1190	Land and Buildings, To...	B.	E.	1100..1100			953,007.95	953,007.95
1200	Operating Equipment	B.	B.					
1210	Operating Equipment	B.	P.				502,672.85	502,672.85
1220	Increases during the Year	B.	P.				25,116.00	25,116.00
1230	Decreases during the Year	B.	P.					
1240	Accum. Depre., Oper. E...	B.	P.				-508,176.74	-508,176.74
1290	Operating Equipment, ...	B.	E.	1200..1290			99,611.44	99,611.44
1300	Vehicles	B.	B.					
1310	Vehicles	B.	P.				49,473.01	49,473.01
1320	Increases during the Year	B.	P.				87,000.00	87,000.00
1330	Decreases during the Year	B.	P.					
1290	Accum. Depreciation, V...	B.	P.				-40,601.70	-40,601.70
1390	Vehicles, Total	B.	E.	1300..1390			75,876.13	75,876.13
1905	Tangible Fixed Assets, ...	B.	E.	1005..1905			1,128,689.52	1,128,689.52
1999	Fixed Assets, Total	B.	E.	1003..1999			1,128,689.52	1,128,689.52
2000	Current Assets	B.	B.					
2100	Inventory	B.	B.					
2110	Inventory	B.	P.				507,215.13	507,215.13

A typical Microsoft Navision configuration starts at an estimated retail price of 1,995 (\$2,500 U.S.) for a single-user financial solution. (Oct. 2004)

### Προσφέρονται:

1. Ανάλυση δεδομένων
2. Διαχείριση αποθεμάτων
3. Διαχείριση Υπηρεσιών
4. Μισθολόγιο
5. κ.τ.λ.

Η διεκπεραίωση των προαναφερθέντων λειτουργιών καθιστά αναγκαία την καλή/άριστη **γνώση** του τρόπου λειτουργίας των Η/Υ και την **κατανόηση** των δυνατοτήτων που προσφέρονται (ή που μπορούν να αναπτυχθούν) με πληροφοριακά συστήματα. Καθιστά επίσης αναγκαία την εκμάθηση της νοοτροπίας προγραμματισμού – την απλούστευση δηλαδή των διανοητικών εννοιών (που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος) σε υπολογιστικές εντολές (που χρησιμοποιεί μια ηλεκτρονική μηχανή). (Αδαμίδη Λέων Αργύρη, 1998)

## 1.5 Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα

Ο Davenport (Harvard Business School, 1995), χαρακτήριζε την πληροφοριακή τεχνολογία και τις εφαρμογές της, σαν ένα από τους σημαντικότερους υποκινητές της αλλαγής, αφού δημιουργεί δυνατότητες στους οργανισμούς για ένα νέο τρόπο εργασίας. Παράλληλα όμως, υποστήριζε πως η ίδια τεχνολογία και οι εφαρμογές της μπορούν να αποτελέσουν πηγή περιορισμών λόγω των ορίων που θέτει. Τα πληροφοριακά συστήματα μπορεί να αποδειχθούν τεχνικές επιτυχίες και ταυτόχρονα οργανωσιακές αποτυχίες, λόγω μιας αστοχίας στην πολιτική και κοινωνική διεργασία αλλαγών κατά τη δημιουργία και την ενσωμάτωση των συστημάτων στον οργανισμό - επιχείρηση. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ενσωμάτωσης, τα πληροφοριακά συστήματα αποτελούν μέσα οργανωσιακής αλλαγής. Η τεχνολογία πληροφοριών είναι το πλέον σημαντικό εργαλείο για την πραγματοποίηση αλλαγών στην οργανωσιακή δομή, την ιεραρχία, τα κανάλια πληροφοριών που διατρέχουν την επιχείρηση / οργανισμό, την κατανομή του έργου και το αντικείμενο της οικονομική μονάδας. (Adcock, D., Halborg, A. and Ross, C. 2001)

Πέρα από τις εφαρμογές που μετασχηματίζουν τον οργανισμό, με τη χρήση πληροφοριακών συστημάτων στα πλαίσια της επιχειρησιακής λειτουργίας επιτυγχάνονται διαφορετικού επιπέδου σχεδιασμένες αλλαγές, όπως η αυτοματοποίηση, ο εξορθολογισμός, ο ανασχεδιασμός διαδικασιών και τέλος η αλλαγή αντικειμένου από τον οργανισμό. Πρόκειται για οργανωσιακές αλλαγές που είναι διαρθρωτικές, αφού συμβαίνουν σε επιμέρους λειτουργίες αλλά επηρεάζουν βαθιά το σύνολο του οργανισμού, ενώ προσδίδουν χαρακτηριστικά στην οικονομική μονάδα τα οποία δε θα ήταν δυνατό να αποκτήσει χωρίς τη συμβολή της τεχνολογίας, ή ακόμα αλλάζουν δραστικά την εικόνα και την ουσία της. (Αδαμίδη Λέων Αργύρη, 1998)

Ο ρόλος της αναπτυξιακής διαδικασίας των πληροφοριακών συστημάτων είναι σημαντικός στη διαχείριση των αλλαγών που επιφέρει η εισαγωγή τους στους οργανισμούς και στην αποτυχία ή επιτυχία της ενσωμάτωσης τους στο οργανωσιακό σχήμα. Ιδιαίτερη σημασία έχουν οι σχέσεις μεταξύ αυτών που λαμβάνουν μέρος στη διαδικασία υλοποίησης, ιδίως οι σχέσεις αλληλεπίδρασης μεταξύ ειδικών πληροφορικής – σχεδιαστών και τελικών χρηστών. Οι συγκρούσεις μεταξύ της τεχνολογικής φιλοσοφίας των πρώτων και της επιχειρηματικής νοοτροπίας των

δεύτερων πρέπει να διευθετούνται από τη διοίκηση. Η επιτυχία ενός τόσο πολύπλοκου εγχειρήματος όπως η ανάπτυξη ενός πληροφοριακού συστήματος μπορεί παραδόξως να εξαρτηθεί από τους τρόπους με τους οποίους χειρίζονται τα βασικά ζητήματα οι υπεύθυνοι και των δύο πλευρών, σε κάθε στάδιο της διαδικασίας υλοποίησης. Κεφαλαιώδη σημασία έχει τόσο η κατάλληλη συμμετοχή του τελικού χρήστη στην αναπτυξιακή διαδικασία, όσο και η υποστήριξη του κατά τη διάρκεια της και στη συνέχεια. (Chaffey, D., 2002)

Πέρα από τα στάδια της διαδικασίας αυτής, που περιγράφηκαν σε προηγούμενη ενότητα του κεφαλαίου, υπάρχουν σημεία στα οποία οφείλεται να δοθεί η δέουσα προσοχή προκειμένου να αποφευχθούν πιθανές αιτίες συγκρούσεων και αιτίες απόρριψης των πληροφοριακών αλλαγών. Οι πληροφορικές εφαρμογές που είναι απαραίτητες σε περιπτώσεις συγχωνεύσεων και εξαγορών αλλά και η υλοποίηση διεθνών πληροφοριακών συστημάτων, αποτελούν ένα παράδειγμα γιατί ενώ απαιτούν ριζικές αλλαγές, συναντούν στη μεγάλη πλειοψηφία των περιπτώσεων, σημαντική αντίσταση, εκτός αν γίνει προσεκτική διαχείριση της διαδικασίας υλοποίησης. Στις προβληματικές περιοχές συγκαταλέγονται ο σχεδιασμός του συστήματος, το ποσοστό συμμετοχής του τελικού χρήστη στο σχεδιασμό, ο τρόπος με τον οποίο ανακοινώνεται και διαχειρίζεται η αλλαγή από την ανώτερη και ανώτατη διοίκηση, ο κίνδυνος που εμπεριέχεται στο εγχείρημα— που εξαρτάται από το μέγεθος της προσπάθειας, η δομή του έργου και η τεχνολογική εμπειρία των συμμετεχόντων, και φυσικά, η διαχείριση της διαδικασίας υλοποίησης, (προϋπολογισμός, εκπαίδευση προσωπικού, επικρατούσα ατμόσφαιρα, επικοινωνία με το προσωπικό), από τη διοίκηση του έργου. Το επίπεδο του κινδύνου κάθε έργου θα καθορίσει και τον κατάλληλο συνδυασμό εργαλείων προγραμματισμού, εργαλείων ελέγχου και μέσων εσωτερικής και εξωτερικής ολοκλήρωσης που θα χρησιμοποιηθούν κατά τη διάρκεια του έργου. Μπορούν να εφαρμοστούν οι στρατηγικές εκείνες που θα εξασφαλίσουν το ορθό επίπεδο συμμετοχής των τελικών χρηστών κατά την ανάπτυξη του συστήματος, ελαχιστοποιώντας έτσι και την αντίδραση τους κατά τη χρήση της τεχνολογικής εφαρμογής. Προσεγγίσεις συμμετοχικού σχεδιασμού είναι ενδιαφέρουσες αφού δίνει έμφαση στη συμμετοχή στην ανάπτυξη του συστήματος, των ατόμων που θα επηρεαστούν σε μεγαλύτερο βαθμό από την εισαγωγή του. Διαφορετική η προσέγγιση του κοινωνικοτεχνικού σχεδιασμού που στοχεύει στη βέλτιστη ποσότητα κοινωνικών και τεχνικών στοιχείων κατά την αναπτυξιακή διαδικασία του συστήματος. Η διαχείριση των αλλαγών που

επιφέρει η εισαγωγή ενός νέου πληροφοριακού συστήματος πρέπει να είναι προσεκτική, λαμβάνοντας υπόψη το ότι πρόκειται για προγραμματισμένη οργανωσιακή αλλαγή. (Stephanos Andoutsellis-Theotokis and Diomidis Spinellis, 2001)

Ιδιαίτερες προκλήσεις, λόγω της φύσης των αλλαγών που απαιτούν, εμπεριέχονται στις προσπάθειες δημιουργίας διεθνοποιημένων συστημάτων. Σε κάθε περίπτωση, η συνολική αντιμετώπιση των αλλαγών από όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη της διαδικασίας, η αναφορά στις ανάγκες και τις απαιτήσεις του οργανισμού-επιχείρησης καθ' όλα τα στάδια και η χρήση των τεχνολογικών εφαρμογών που μετασχηματίζουν τον οργανισμό, θα δώσουν τα καλύτερα αποτελέσματα. (Stuart E. Schechter et al, 2003)

### **Λόγοι αποτυχίας των πληροφοριακών συστημάτων**

Η αποτελεσματικότητα των διευθυντικών στελεχών στη αξιοποίηση των ευκαιριών και στην αντιμετώπιση των κινδύνων εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό, από την ικανότητά τους να αντιλαμβάνονται τις επιχειρησιακές επιπτώσεις της πληροφορικής και των πληροφοριακών συστημάτων. Για το λόγο αυτό οι πρωτοπόρες σήμερα επιχειρήσεις επιδιώκουν να επανδρώσουν το τμήμα πληροφοριακών συστημάτων με διευθυντικά στελέχη, που έχουν από τη μια πλευρά επιχειρησιακές γνώσεις και από την άλλη γνώσεις πληροφοριακών συστημάτων και πληροφορικής. Ο ρόλος του στελέχους διαφοροποιείται και από απλός χρήστης προγραμμάτων μεταβάλλεται σε ενεργό παράγοντα ανάπτυξης εφαρμογών, ικανοποιώντας έτσι σε κάποιο βαθμό τις πληροφοριακές του απαιτήσεις. Παρά τις φιλότιμες προσπάθειες που κατέβαλλαν και καταβάλλουν οι αναλυτές για τη βελτίωση των μεθοδολογιών ανάπτυξης των πληροφοριακών συστημάτων, οι παραδοσιακή προσέγγιση εμφανίζει ακόμα και σήμερα ορισμένα μειονεκτήματα. Σύμφωνα με την παραδοσιακή προσέγγιση το διευθυντικό στέλεχος που έχει κάποια πληροφοριακή απαίτηση θα πρέπει να τη μεταβιβάσει στον αναλυτή, ο οποίος την απεικονίζει με μορφή λογικού διαγράμματος, ώστε να μπορέσει να γίνει αντιληπτή από τον προγραμματιστή. Ο προγραμματιστής ολοκληρώνει την ανάπτυξη του

συστήματος, που τίθεται σε λειτουργία και παράγει τη ζητούμενη αναφορά, η οποία μεταβιβάζεται στο διευθυντικό στέλεχος. (Χαραμή Γεωργίου, 1994)

Τα δύο βασικά μειονεκτήματα που παρατηρούμε στην προσέγγιση αυτή είναι : Πρώτον, κατά τη μεταβίβαση της πληροφοριακής απαίτησης από το διευθυντικό στέλεχος στον προγραμματιστή μέσω του αναλυτή υπάρχει πάντα το πρόβλημα της απώλειας σημαντικών στοιχείων. Τα διευθυντικά στελέχη και οι προγραμματιστές ομιλούν σε «διαφορετικές γλώσσες». Επομένως υπάρχει σοβαρό πρόβλημα επικοινωνίας μεταξύ τους, που προσπαθεί να λύσει ο αναλυτής. Δεύτερον, η προσέγγιση αυτή είναι σε ορισμένες περιπτώσεις χρονοβόρα, ανάλογα βέβαια με τη φύση του προβλήματος που αντιμετωπίζεται. Εάν το προσωπικό που ασχολείται με την ανάπτυξη του συστήματος, βρει κάποιο έτοιμο πακέτο λογισμικού για την κάλυψη της πληροφοριακής ανάγκης του στελέχους, τότε η διαδικασία είναι δυνατόν να συντομευτεί. Σε περιπτώσεις όμως ανάπτυξης μεγάλων πληροφοριακών συστημάτων ενδέχεται να περάσουν ακόμα και χρόνια από την αρχική διαμόρφωση της πληροφοριακής απαίτησης των χρηστών μέχρι την πραγματική λειτουργία του συστήματος αυξάνοντας έτσι σημαντικά το κόστος και υπάρχει φυσικά ο κίνδυνος απαξίωσης του Πληροφοριακού Συστήματος λόγω των σημαντικών αλλαγών δεδομένων και συνθηκών. (Chaffey, D., 2002)

Η αποτελεσματική εφαρμογή ενός πληροφοριακού συστήματος εξαρτάται όχι μόνο από την τεχνική και ποιοτική του υπεροχή αλλά, και από έναν αριθμό οργανωσιακών και άλλων παραγόντων. Έτσι ένα άριστα σχεδιασμένο πληροφοριακό σύστημα δεν σημαίνει απαραίτητα ότι θα επιτύχει κατά την υλοποίησή του εάν δεν ληφθούν υπόψη και ορισμένοι παράγοντες που θα εξετάσουμε παρακάτω. (Αδαμίδα Λέων Αργύρη, 1998)

1. Εστίαση στα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος. Όπως είναι γνωστό τα κύρια στοιχεία που υπάρχουν και λειτουργούν σε έναν οργανισμό είναι οι άνθρωποι, η τεχνολογία, οι διαδικασίες και η δομή. Λόγω της αλληλεπίδρασης που υπάρχει μεταξύ τους οποιαδήποτε αλλαγή σε κάποιο απ' αυτά έχει ως αποτέλεσμα μίαν άμεση ή έμμεση επίπτωση στα υπόλοιπα. Τα πληροφοριακά συστήματα, ως κοινωνικοτεχνικά συστήματα, θα πρέπει να υλοποιούνται λαμβάνοντας υπόψη τις πιθανές δομικές επιπτώσεις τους στην ομαλή και εύρυθμη λειτουργία της

επιχείρησης. Έτσι, ένας από τους λόγους αποτυχίας των πληροφοριακών συστημάτων στις επιχειρήσεις, είναι η εστίαση που δίνεται αρκετά συχνά στην τεχνική πλευρά των συστημάτων αυτών και όχι στην κοινωνική. (Adcock, D., Halborg, A. and Ross, C. 2001)

2. Συμπεριφορά ανθρώπινου παράγοντα. Ένα πλήρως ανεπτυγμένο πληροφοριακό σύστημα μπορεί να είναι επιτυχημένο από τεχνική άποψη και συγχρόνως αποτυχημένο από οργανωσιακή. Οι λόγοι είναι οι εξής. (Turban, E., 2002)

Πρώτον, οι σχεδιαστές δεν αναγνωρίζουν την σπουδαιότητα του ανθρώπινου παράγοντα και επομένως δεν τη λαμβάνουν υπόψη κατά την ανάπτυξη του συστήματος. (Stuart E. Schechter et al, 2003)

Δεύτερον, οι σχεδιαστές ενώ συμπεριλαμβάνουν τους χρήστες στην ανάπτυξη του πληροφοριακού συστήματος, το κάνουν χωρίς επιτυχία. Η μη συμμετοχή των διευθυντικών στελεχών στην ανάπτυξη των πληροφοριακών συστημάτων έχει οδηγήσει πολλά από αυτά σε αποτυχία στο στάδιο της υλοποίησης και αυτό γιατί οι χρήστες και οι ειδικοί των πληροφοριακών συστημάτων υποθέτουν, ότι δεν είναι αναγκαίο να γίνουν κατανοητά από τα διευθυντικά στελέχη οι πραγματικές δυνατότητες και ο τρόπος λειτουργίας ενός συστήματος και ότι είναι αρκετό τα στελέχη αυτά να γνωρίζουν μόνο τον τρόπο χρήσης του. Σε άλλες περιπτώσεις η ανώτατη διοίκηση ενδέχεται να μην μπορεί να προσδιορίσει με επιτυχία τις απαραίτητες οργανωσιακές αλλαγές με αποτέλεσμα την μη αποτελεσματική χρησιμοποίηση των πληροφοριακών συστημάτων. Ακόμα, ορισμένα διευθυντικά στελέχη ενώ είναι ενήμερα ότι οι υφιστάμενοι τους γνωρίζουν ελάχιστα για τους Η/Υ, θεωρούν ότι δεν είναι απαραίτητο να τους ενημερώνουν για τις επικείμενες αλλαγές ή να ενημερώνουν έναν μικρό μόνο αριθμό εργαζομένων. Αντιλήψεις σαν και αυτές δημιουργούν μεγάλα οργανωσιακά προβλήματα και συντελούν στο να θεωρούν οι χρήστες τα πληροφοριακά συστήματα περισσότερο εχθρικά παρά φιλικά. (Ψιλλέλης Δημήτριος, 2005)

3. Έλλειψη εκπαίδευσης και διαθέσιμου χρόνου.

Είναι γνωστό ότι οι αναλυτές και προγραμματιστές συστημάτων έχουν τεχνικές γνώσεις αλλά πολλοί στερούνται κατάλληλης εκπαίδευσης σε θέματα ψυχολογίας, οργανωσιακής συμπεριφοράς, ανθρωπίνων σχέσεων κ.α. με αποτέλεσμα τη μη ικανοποιητική επικοινωνία με τα ενδιαφερόμενα στελέχη. Επίσης η ραγδαία εξέλιξη της πληροφορικής έχει δημιουργήσει, λόγω της απαιτούμενης συνεχούς ενημέρωσης, αρκετά προβλήματα στους ανθρώπους αυτούς. Έτσι, μη διαθέτοντας τον απαιτούμενο χρόνο δεν μπορούν να ενημερώνονται για θέματα που είναι πέρα από την ειδικότητά τους, έστω και αν τα θέματα αυτά είναι ζωτικής σημασίας για την αποτελεσματική υλοποίηση των πληροφοριακών συστημάτων. (Dan S. Wallach, 2003)

4. Επιπτώσεις των τηλεπικοινωνιών. Σήμερα, για την ανταλλαγή των πληροφοριών χρησιμοποιείται το συνολικό δίκτυο επικοινωνιών της επιχείρησης, από το τηλέφωνο μέχρι την επικοινωνία μέσω δορυφόρων. Έτσι, η επεξεργασία και η μετάδοση της πληροφορίας γίνεται όχι μόνο πιο γρήγορα αλλά και με μικρότερο κόστος. Τα συστήματα εκείνα με τα οποία πραγματοποιούνται οι τηλεσυνδιασκέψεις, μεταδίδοντας συγχρόνως εικόνα, φωνή και γραφικά, μπορούν σε μεγάλο βαθμό να υποκαταστήσουν τα χρονοβόρα και πολυδάπανα ταξίδια των διευθυντικών στελεχών. Έτσι, όσο η επικοινωνία και η επεξεργασία των δεδομένων συνεχίζουν να ενοποιούνται, να επεκτείνονται και να επηρεάζουν τις επιχειρησιακές δραστηριότητες, τόσο περισσότερο η οποιαδήποτε τεχνολογική αλλαγή δημιουργεί κοινωνικές και δομικές αλλαγές. Αποτέλεσμα των παραπάνω αλλαγών είναι η ισχυροποίηση της αλληλεξάρτησης μεταξύ των δομικών, των κοινωνικών και των τεχνολογικών συστημάτων της επιχείρησης. (Chris McKean, 2001)

5. Η δύναμη των ατόμων ή των ομάδων. Τα μεμονωμένα άτομα ή οι ομάδες που παράγουν ή που ελέγχουν την πληροφορία, μέσω πληροφοριακών συστημάτων, αποκτούν δύναμη έναντι των άλλων ατόμων ή ομάδων της επιχείρησης. Αυτό συμβαίνει επειδή η κατοχή της πληροφορίας συνεπάγεται συνήθως μεγαλύτερο status, επαυξάνει την εξουσία των ατόμων που την κατέχουν και διαμορφώνει ακόμα και σχέσεις μεταξύ των ανθρώπων. Έτσι, βλέπουμε μεμονωμένα άτομα ή τμήματα να έχουν σημαντική επιρροή στην επιχείρηση, επειδή έχουν πρόσβαση σε συγκεκριμένα δεδομένα και πληροφορίες. Βέβαια τα άτομα ή οι διάφορες ομάδες

μέσα στην επιχείρηση διαφέρουν μεταξύ τους ως προς την έκταση της δύναμης που κατέχουν ή εκείνης που προσπαθούν να αποκτήσουν. Η εισαγωγή ενός μηχανογραφημένου πληροφοριακού συστήματος είναι δυνατόν να συντελέσει σε αναδιανομή της δύναμης ορισμένων ατόμων, με αποτέλεσμα ορισμένοι να χάσουν τη δύναμή τους σε μικρό ή μεγάλο βαθμό. Αυτό είναι φυσικό να επιφέρει την αντίδραση των ατόμων που χάνουν τη δύναμή τους, λόγω ακριβώς της εισαγωγής του νέου συστήματος. Ο τρόπος αντίδρασης των ατόμων αυτών δεν είναι πάντα προβλέψιμος. Ορισμένοι μπορεί να μη χρησιμοποιούν το σύστημα ή να παρακαλύουν τη λειτουργία του ή να εισάγουν μη ακριβή δεδομένα με αποτέλεσμα να παίρνουν λανθασμένες πληροφορίες. (Γεωργόπουλου β. Νικολάου – Οικονόμου Σ. Γεωργίου, 1995)



## Κεφάλαιο 2: Peer to peer δίκτυα

### 2.1 Ορισμός peer to peer δικτύων και διαφορά από την τεχνική πελάτη-εξυπηρετητή

Με τον όρο peer-to-peer (P2P) δίκτυα εννοούμε τα δίκτυα αυτά τα οποία συγκροτούνται από πολλούς υπολογιστές και έχουν ως βασική λειτουργία την ανταλλαγή αρχείων, συνήθως μουσικά κομμάτια, ή την ανταλλαγή εγγράφων. Ένα δίκτυο ομότιμων οντοτήτων (peer-to-peer ή P2P) είναι ένα δίκτυο που στηρίζεται στην υπολογιστική ισχύ των δύο άκρων μιας σύνδεσης παρά στο ίδιο το δίκτυο. Δίκτυα P2P χρησιμοποιούνται για διαμοιρασμό οποιασδήποτε πληροφορίας σε ψηφιακή μορφή. Επίσης τα δίκτυα αυτά χρησιμοποιούνται για κατακευματισμένο υπολογισμό ή και για παροχή κατακευματισμένων υπηρεσιών. (Μαργαρίτη Σ, 2005)

Σε ένα peer-to-peer δίκτυο κάθε κόμβος που μετέχει ισοδυναμεί με κάθε άλλο κόμβο και έχει την δυνατότητα να ενεργήσει είτε σαν πελάτης (client) είτε σαν εξυπηρετητής (server). Η κινητήρια δύναμη προκειμένου να αναπτυχθούν οι εφαρμογές peer-to-peer δικτύων είναι η αποκεντροποιημένη και η κατακευματισμένη δομή τέτοιων συστημάτων που δεν απαιτούν διαχείριση και συντήρηση, οικονομικές αξιώσεις ή άλλους νομικούς περιορισμούς. Οι κόμβοι προσαρμόζονται, αυτοδιοργανώνονται καθώς εισέρχονται ή αποχωρούν από το σύστημα, ικανοποιώντας την ιδιότητα της κλιμάκωσης και της ανοχής στις αποτυχίες. Οι λειτουργίες του είναι κατακευματισμένες στους κόμβους που μετέχουν σε ένα τέτοιο σύστημα, όπου εκατομμύρια διαφορετικοί χρήστες μπορούν να είναι παρόντες ταυτόχρονα. (H. Balakrishnan, M. Frans Kaashoek, D. Karger, R. Morris, and I. Stoica, 2003)

Ο ορισμός ενός peer-to-peer συστήματος όπως δίνεται από τους Androutsellis-Theotokis, Spinellis:

“Peer-to-peer συστήματα είναι κατακευματισμένα συστήματα που αποτελούνται από διασυνδεδεμένους κόμβους, ικανούς να αυτοδιοργανώνονται σε τοπολογίες δικτύου με σκοπό την κοινή χρήση πόρων όπως περιεχόμενα, κύκλους μηχανής, χώρο αποθήκευσης, και εύρος, ικανά να προσαρμόζονται στις αποτυχίες και στις παροδικές μετακινήσεις κόμβων ενώ διατηρούν προσβάσιμη συνδετικότητα και εκτελούνται χωρίς την απαίτηση για μεσολάβηση ή υποστήριξη ενός καθολικού κεντρικού εξυπηρετητή ή αρχής”.(S. Androutsellis-Theotokis, D. Spinellis, 2004)

Σε ένα αμιγές δίκτυο P2P μεταφοράς αρχείων δεν υπάρχουν οι έννοιες των πελατών και των εξυπηρετητών, αλλά μόνο των «peers» ή «ομότιμων κόμβων» που δρουν ταυτόχρονα ως πελάτες και ως εξυπηρετητές προς τους υπόλοιπους κόμβους του δικτύου ανταλλάσσοντας πληροφορίες με ίσους όρους. Αυτό το μοντέλο έχει βασικές διαφορές από αυτό του πελάτη-εξυπηρετητή. Η κύρια διαφορά είναι ότι στο μοντέλο πελάτη-εξυπηρετητή η επικοινωνία πραγματοποιείται μέσω ενός κεντρικού εξυπηρετητή. (Stuart E. Schechter et al, 2003)

Η παραδοσιακή τεχνική του πελάτη-εξυπηρετητή χρησιμοποιείται από τις πιο πολλές υπηρεσίες διαδικτύου. Σε αυτήν την αρχιτεκτονική επικρατούν δύο κυρίαρχοι ρόλοι εκ των οποίων ο ένας αφορά τους πελάτες που ζητούν υπηρεσίες και ο άλλος ρόλος σχετίζεται με τους εξυπηρετητές που προσφέρουν υπηρεσίες. Οι πελάτες είναι εκείνοι που ξεκινούν την διαδικασία όταν επιθυμούν μια υπηρεσία και συνδέονται με έναν εξυπηρετητή χρησιμοποιώντας ένα συγκεκριμένο πρωτόκολλο επικοινωνίας για να αποκτήσουν πρόσβαση σε έναν συγκεκριμένο πόρο. Το μεγαλύτερο μέρος της επεξεργασίας στην προσφορά μιας υπηρεσίας λαμβάνει χώρα συνήθως στον εξυπηρετητή. (Steve Bellovin. 2001)

Το συγκεκριμένο πρότυπο εργασίας χρησιμοποιείται από μερικές από τις δημοφιλείς εφαρμογές του διαδικτύου, συμπεριλαμβανομένου του παγκόσμιου ιστού, όπως το Telnet, και το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο. Ένα τυπικό παράδειγμα μεταφοράς αρχείων με αυτήν την τεχνική είναι το πρωτόκολλο μεταφοράς αρχείων (FTP). Ένας πελάτης φορτώνει ένα αρχείο στον FTP εξυπηρετητή στη συνέχεια πολλοί πελάτες το μεταφορτώνουν από αυτόν, χωρίς να είναι αναγκαία η απευθείας σύνδεση των χρηστών που μεταφορτώνουν και αυτών που φορτώνουν. (Chris McKean, 2001)

Η παραδοσιακή αυτή αρχιτεκτονική διαθέτει το μεγάλο πλεονέκτημα να απαιτεί τη λιγότερη υπολογιστική δύναμη από την πλευρά πελατών. Οι περισσότεροι χρήστες έχουν επιδιώξει να αναβαθμίσουν τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές τους σε επίπεδα που είναι παράλογα ανώτερα για τις δημοφιλέστερες εφαρμογές διαδικτύου, όπως η περιαγωγή στον παγκόσμιο ιστό, ανάκτηση του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και η μεταφορά αρχείων. (Dan S. Wallach, 2003)

Όμως αυτή η τεχνική διαθέτει και ένα πολύ σημαντικό μειονέκτημα καθώς ο αριθμός των πελατών όλο και αυξάνεται αυτό έχει ως συνέπεια να αυξάνονται συνεχώς και οι απαιτήσεις φορτίων και εύρους ζώνης στον

εξυπηρετητή, αποτρέποντας τελικά τον εξυπηρετητή από το να χειριστεί πρόσθετους πελάτες. Για να αντεπεξέλθουν στην αυξανόμενη ζήτηση για τις υπηρεσίες τους, οι εταιρείες προσπαθούν να βρουν λύση μοιράζοντας την κίνηση προς τους εξυπηρετητές τους με την εφαρμογή πολύπλοκων τεχνικών εξισορρόπησης φορτίου (load balancing) και με την ανανέωση των υπάρχοντων πόρων τους (αναβάθμιση συσκευών, εύρος ζώνης). (Stuart E. Schechter et al, 2003)

Ο πελάτης στην αρχιτεκτονική πελάτης - εξυπηρετητής απαιτεί συνεχώς νέες υπηρεσίες από τους εξυπηρετητές. Εάν όλες οι μηχανές στο δίκτυο έτρεχαν και ως εξυπηρετητές και ως πελάτες, θα διαμόρφωναν την αρχή ενός στοιχειώδους P2P δικτύου. (Stephanos Andoutsellis-Theotokis and Diomidis Spinellis, 2001)

## **2.2 Χαρακτηριστικά peer to peer δικτύων**

Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των peer to peer δικτύων είναι η ένωση μεταξύ των χρηστών από όλο τον κόσμο λειτουργώντας χωρίς διάκριση, λογοκρισία, ελέγχους ή φραγμούς προάγοντας και προωθώντας τη βασική ιδέα της δημιουργίας του παγκοσμίου ιστού που είναι η ελεύθερη διακίνηση απόψεων και ιδεών και η δωρεάν παροχή υπηρεσιών και πληροφοριών. (H. Balakrishnan, M. Frans Kaashoek, D. Karger, R. Morris, and I. Stoica, 2003)

Επιπλέον τα χαρακτηριστικά που καθιστούν μοναδικά τα δίκτυα αυτά είναι η απλή τους δομή, η άναρχη ροή πληροφορίας και το ότι δεν απαιτούν κόστος. Τα συγκεκριμένα δίκτυα έχουν σαν βασική ιδέα, βασικό αντικείμενο και γενικότερη φιλοσοφία να παρέχουν την δυνατότητα στους συμμετέχοντες και στους χρήστες των δικτύων να δημιουργήσουν το δικό τους περιεχόμενο το οποίο θα καθορίζεται αποκλειστικά από τους ίδιους. Δίνει την δυνατότητα στους χρήστες να δημιουργήσουν και να υλοποιήσουν τις ιδέες τους μέσα από την δημιουργία δικτύων. (Steve Bellovin. 2001)

Μια άλλη δυνατότητα που προσφέρουν τα δίκτυα p2p είναι η εύκολη αντιγραφή και διανομή αρχείων μεταξύ χρηστών μέσα σε λίγο μόνο χρόνο. Τα αρχεία που μπορούν να αντιγραφούν και να διανεμηθούν είναι τραγούδια, ταινίες και λογισμικό, τα οποία προστατεύονται από πνευματικά δικαιώματα, 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

«παραιομία» 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 αναπτύχθηκε μια πρόσφατη προσπάθεια πανεπιστημίων και ερευνητικών κέντρων για τη δημιουργία μιας εφαρμογής για P2P δίκτυα 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. Το εγχείρημα αυτό γνωστό και ως LionShare βασίζεται στα δεύτερης γενιάς P2P δίκτυα και φτιάχνεται για το διαμοιρασμό στους χρήστες τους ακαδημαϊκού υλικού. Ένα άλλο ίσως πιο γνωστό τέτοιο δίκτυο είναι το SETI@home. (Steve Bellovin. 2001)

Αξίζει να σημειωθεί ότι αν αναλογιστεί κανείς ένα μεγάλο αποθηκευτικό χώρο που μένει ανεκμετάλλευτος και τη σπαταλημένη επεξεργαστική ισχύ καταλήγει στο συμπέρασμα ότι δεν έχει αξιοποιηθεί ένα τεράστιο δυναμικό στα «άκρα» του διαδικτύου. Η τεχνολογία P2P είναι το κλειδί στην πραγματοποίηση αυτής της δυνατότητας, παρέχοντας στις μεμονωμένες μηχανές ένα μηχανισμό για προσφορά υπηρεσιών από τη μία στην άλλη. Αντίθετα με την αρχιτεκτονική πελατών - εξυπηρετητών όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα, τα δίκτυα P2P δεν στηρίζονται σε έναν κεντρικό υπολογιστή για την παροχή πρόσβασης σε υπηρεσίες και λειτουργούν συνήθως έξω από το σύστημα ονόματος περιοχών (DNS). Επιπλέον τα δίκτυα P2P αποφεύγουν τη συγκεντρωμένη οργάνωση της αρχιτεκτονικής πελάτη - εξυπηρετητή και αντί γι' αυτό υιοθετούν μια επίπεδη, ιδιαίτερα διασυνδεδεμένη αρχιτεκτονική. Η τεχνολογία P2P δίνει τη δυνατότητα περιοδικά συνδεδεμένοι υπολογιστές να βρουν ο ένας τον άλλον και επιτρέπει σε αυτές τις μηχανές να ενεργήσουν και ως πελάτες και ως εξυπηρετητές, να καθορίζουν τις υπηρεσίες που προσφέρουν στο P2P δίκτυο και να συμμετέχουν σε αυτές τις υπηρεσίες με κάποιο

ορισμένο από εφαρμογή τρόπο. Έτσι οι αποφάσεις λαμβάνονται με αποκεντρωμένο τρόπο. (Stuart E. Schechter et al, 2003)

Όλα τα παραπάνω που αναφέρθηκαν αποτελούν μερικά μόνο από τα χαρακτηριστικά που περιγράφουν μία εφαρμογή Peer to Peer, καθώς πρόκειται για έναν αρκετά πολυμορφικό όρο. Σε αυτό συμβάλλει και το γεγονός ότι δεν έχουν ακόμη καθορισθεί πρότυπα για τέτοιου είδους εφαρμογές. Ήδη όμως γίνονται σοβαρές προσπάθειες προς αυτή την κατεύθυνση, αφού είναι πλέον εμφανή τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας P2P. (Steve Bellovin. 2001)

Όπως ήδη αναφέρθηκε τα κύρια χαρακτηριστικά των δικτύων peer to peer είναι ο διαμοιρασμός των δικτυακών πόρων και υπηρεσιών, η αποκέντρωση και η αυτονομία. (Κρεμμύδας Ν.,2005)

Όσον αφορά τον διαμοιρασμό των δικτυακών πόρων και των υπηρεσιών (sharing of distributed resources and services) παρέχεται η δυνατότητα κάθε κόμβος ενός peer to peer δικτύου να μπορεί να λειτουργήσει και σαν client και σαν server δηλαδή σαν παροχέας και καταναλωτής αντίστοιχα πόρων και υπηρεσιών όπως πληροφορία, αρχεία, bandwidth, κύκλοι επεξεργασίας και αποθήκευση. Έτσι καθώς προστίθενται νέοι κόμβοι και η ζήτηση στο σύστημα αυξάνεται, αυξάνεται επίσης και η χωρητικότητά του. (Stuart E. Schechter et al, 2003)

Όσο για την αποκέντρωση (decentralization) στα peer to peer δίκτυα δεν υπάρχει κάποιο κεντρικό σημείο που να οργανώνει το δίκτυο ή τη χρήση των πόρων και των επικοινωνιών ανάμεσα στους κόμβους του δικτύου. Αυτό σημαίνει ότι κανένας κόμβος δεν έχει κεντρικό έλεγχο πάνω στους υπόλοιπους. Με αυτήν την έννοια η επικοινωνία μεταξύ των κόμβων γίνεται απευθείας. Γίνεται διάκριση μεταξύ των “καθαρών” και των υβριδικών peer to peer δικτύων. Στα “καθαρά” peer to peer συστήματα οι κόμβοι μοιράζονται ίσα δικαιώματα και λειτουργίες. Στα υβριδικά συστήματα ένα σύνολο επιλεγμένων λειτουργιών όπως το indexing και η επικύρωση εκχωρείται σε ένα υποσύνολο κόμβων που υιοθετούν τον ρόλο μιας οντότητας συντονισμού. (Κρεμμύδας Ν.,2005)

Η αυτονομία (autonomy) είναι επίσης ένα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό που παρέχεται από τα συγκεκριμένα δίκτυα. Κάθε κόμβος ενός peer to peer δικτύου

μπορεί αυτόνομα να αποφασίσει πότε και σε ποιο βαθμό θα κάνει τους πόρους του διαθέσιμους στους υπόλοιπους κόμβους. (Dan S. Wallach, 2003)

### 2.3 Οφέλη-Πλεονεκτήματα

Τα παραπάνω χαρακτηριστικά δημιουργούν μια σειρά πλεονεκτημάτων για τα peer to peer δίκτυα όπως είναι τα μειωμένα κόστη ιδιοκτησίας, η επεκτασιμότητα και η υποστήριξη ad hoc δικτύων. Όπως αναφέρθηκε στα χαρακτηριστικά των peer to peer δικτύων παρέχεται η δυνατότητα του διαμοιρασμού των δικτυακών πόρων και υπηρεσιών, όπως είναι η πληροφορία, τα αρχεία, οι κύκλοι επεξεργασίας και ο χώρος αποθήκευσης, μέσω της απευθείας επικοινωνίας μεταξύ των συστημάτων (χωρίς απαραίτητα τη χρήση κεντρικών servers). Σε αντίθεση με τα δίκτυα client - server τα peer to peer δίκτυα εκτός από την βελτιωμένη επεκτασιμότητα, τα χαμηλότερα κόστη ιδιοκτησίας παρέχουν μεγαλύτερη ανέχεια σε σφάλματα και αποκεντρωμένο συντονισμό των υποχρησιμοποιούμενων ή περιορισμένων πόρων. (Κρεμμύδας Ν.,2005)

Όσον αφορά το χαμηλό κόστος ιδιοκτησίας στα p2p δίκτυα τα έξοδα απόκτησης και λειτουργίας των υποδομών μειώνονται εφόσον χρησιμοποιούνται οι ήδη υπάρχουσες υποδομές μειώνοντας παράλληλα και το κόστος διαχείρισης και χρήσης. Για παράδειγμα με τη χρήση peer to peer δικτύων για αποθήκευση δεδομένων δεν υπάρχει η ανάγκη διατήρησης κεντρικού server για την αποθήκευση ολόκληρου του όγκου των δεδομένων. (Κρεμμύδας Ν.,2005)

Ένα άλλο σημαντικό όφελος που παρέχουν τα δίκτυα αυτά είναι η επεκτασιμότητά τους. Η εξάρτηση από τα κεντρικά σημεία είναι μειωμένη. Λόγω της αποκέντρωσης και εξαιτίας του χωρικού διαμοιρασμού της πληροφορίας και της δημιουργίας αντιγράφων η πιθανότητα συμφόρησης (bottleneck) είναι μικρότερη. Τα υβριδικά συστήματα διαμοιρασμού αρχείων έχουν πλεονεκτήματα επεκτασιμότητας σε σχέση με τις client/server προ-σεγγίσεις. Αυτό οφείλεται στην απευθείας ανταλλαγή αρχείων μεταξύ των κόμβων χωρίς τη βοήθεια κάποιου server. (Dan S. Wallach, 2003)

Μεγάλο πλεονέκτημα αποτελούν τα Ad hoc δίκτυα. Με τον όρο ad hoc εννοούμε περιβάλλοντα στα οποία τα μέλη τους έρχονται και φεύγουν βασισμένα ίσως στην φυσική τους θέση ή στα ενδιαφέροντά τους εκείνη τη στιγμή. Τα peer to

peer δίκτυα είναι ιδανικά για ad hoc δικτυώσεις των κόμβων καθώς ανέχονται διακοπές στις συνδέσεις. (Chaffey Dave 2002)

Επιπλέον κάποια από τα κυριότερα πλεονεκτήματα και οφέλη που παρέχουν τα δίκτυα P2P συγκριτικά και με την παλιότερη αρχιτεκτονική και το μοντέλο του πελάτη-εξυπηρετητή είναι τα εξής: (Adcock, D., Halborg, A. and Ross, C. 2001)

- Μοιράζονται τα καθήκοντα προσφοράς υπηρεσιών μεταξύ όλων των ομότιμων οντοτήτων (peers) στο δίκτυο, πράγμα που αποβάλλει τις διακοπές παροχής υπηρεσιών λόγω βλάβης του κεντρικού εξυπηρετητή. Έτσι παρέχεται μια πιο εξελικτική λύση για την προσφορά των υπηρεσιών.

- Με τα δίκτυα P2P μειώνεται η συμφόρηση σε αντίθεση με την παραδοσιακή αρχιτεκτονική. Τα δίκτυα P2P εκμεταλλεύονται το διαθέσιμο εύρος ζώνης σε ολόκληρο το δίκτυο με τη χρησιμοποίηση ποικίλων καναλιών επικοινωνίας και με την πλήρωση του εύρους ζώνης στα άκρα του δικτύου. Αντίθετα από τις παραδοσιακές επικοινωνίες πελάτη - εξυπηρετητή, στις οποίες οι συγκεκριμένες διαδρομές στους δημοφιλείς προορισμούς μπορούν να υπερφορτωθούν, η τεχνολογία P2P επιτρέπει την επικοινωνία μέσω ποικίλων διαδρομών δικτύου, μειώνοντας τη συμφόρηση δικτύων. (Chaffey, D., 2002)

- Η τεχνολογία P2P προσφέρει ένα σύνολο πόρων με υψηλή διαθεσιμότητα και με πολύ χαμηλότερο κόστος, μεγιστοποιώντας τη χρήση των πόρων από κάθε ισότιμη οντότητα που συνδέεται με το P2P δίκτυο. Ενώ οι αρχιτεκτονικές πελάτη – εξυπηρετητή στηρίζονται στην προσθήκη δαπανηρού εύρους ζώνης και εξοπλισμού και για να διατηρήσουν μια δυνατή λύση, η τεχνολογία P2P μπορεί να προσφέρει ένα παρόμοιο επίπεδο ευρωστίας με τη εξάπλωση των δικτύων και των πόρων μέσω του P2P δικτύου. (ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΔΗΣ Π. 2001)

Τα πλεονεκτήματα αυτά οδήγησαν τα τελευταία χρόνια στην άνοδο των peer to peer εφαρμογών σε πολύ μεγάλο βαθμό. Παράλληλα αυξήθηκαν και οι συζητήσεις σχετικά με την απόδοση και τα όρια τους, όπως επίσης με τις οικονομικές, κοινωνικές και νομικές επιπτώσεις αυτών των εφαρμογών. Οι εφαρμογές των δικτύων αυτών παρουσιάζονται σε επόμενη ενότητα. (Stephanos Andoutsellis-Theotokis and Diomidis Spinellis, 2001)

## 2.4 Μειονεκτήματα

Τα παραπάνω πλεονεκτήματα αντισταθμίζονται από μια σειρά μειονεκτημάτων που δημιουργούνται κυρίως λόγω της φύσης της δομής ενός P2P δικτύου. Οι μηχανισμοί ασφαλείας όπως η επικύρωση και η εξουσιοδότηση μπορούν να υλοποιηθούν ευκολότερα στα δίκτυα με κεντρικό server. Επίσης η διαθεσιμότητα των πόρων και των υπηρεσιών σε μικρά δίκτυα δεν μπορεί πάντα να εγγυηθεί λόγω των διακοπών των συνδέσεων. Για παράδειγμα, στα δίκτυα διαμοιρασμού αρχείων απαιτείται η δημιουργία μεγάλου αριθμού αντιγράφων ώστε να εγγυηθεί το επιθυμητό επίπεδο διαθεσιμότητας. Το γεγονός αυτό, βέβαια, έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση του απαιτούμενου αποθηκευτικού χώρου. (Stuart E. Schechter et al, 2003)

Λόγω της ευρύτατης διάδοσής τους (κυρίως στον τομέα του File Sharing) έχει γίνει προφανές ότι με την αποκεντρωμένη δομή τους τα δίκτυα p2p μπορούν να οδηγήσουν σε επαναστατικές εφαρμογές και να χρησιμοποιηθούν σε περιπτώσεις όπου η ιεραρχική προσέγγιση είναι απλά αδύνατη. (Stephanos Andoutsellis-Theotokis and Diomidis Spinellis, 2001)

Επιπλέον ένα από τα βασικά μειονεκτήματα των p2p δικτύων είναι ότι η διανεμημένη μορφή καναλιών επικοινωνιών στα P2P δίκτυα οδηγεί σε αιτήσεις για υπηρεσίες μη ντετερμινιστικής φύσης. Παραδείγματος χάριν, οι πελάτες που ζητούν ακριβώς τον ίδιο πόρο από το P2P δίκτυο, μπορεί να συνδεθούν με τις εξ ολοκλήρου διαφορετικές μηχανές μέσω διαφορετικών διαδρομών επικοινωνίας, με διαφορετικά αποτελέσματα. (ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΔΗΣ Π. 2001)

Μια ακόμη αδυναμία των δικτύων αποτελεί το γεγονός ότι τα αιτήματα που στέλνονται μέσω ενός P2P δικτύου μπορεί να μην οδηγήσουν σε μια άμεση απάντηση και, σε μερικές περιπτώσεις, να μην οδηγήσουν σε οποιαδήποτε απάντηση.

Επίσης οι πόροι σε ένα P2P δίκτυο μπορούν να εξαφανιστούν κατά περιόδους καθώς αυτοί που φιλοξενούν εκείνους τους πόρους αποσυνδέονται από το δίκτυο, κάτι που έρχεται σε αντιπαράθεση με τις ως τώρα πρακτικές στο διαδίκτυο, όπου οι υπηρεσίες που παρέχονται έχουν τους πόρους τους συνεχώς διαθέσιμους. (Dan S. Wallach, 2003)



Παρά τα μεινεκτήματα που δημιουργούνται από τα δίκτυα αυτά υπάρχει η δυνατότητα από την ίδια την τεχνολογία P2P να υπερνικήσει όλες αυτές τις αδυναμίες και όλους τους περιορισμούς. Αν και οι πόροι θα εξαφανίζονται κατά περιόδους, μια P2P εφαρμογή μπορεί να εφαρμόσει τη λειτουργία της αντανάκλασης (mirror) για τους δημοφιλέστερους πόρους σε περισσότερες του ενός ισότιμες οντότητες, ελαχιστοποιώντας έτσι αιτήσεις για πρόσβαση στον πόρο της και αυξάνοντας ταυτόχρονα την προσφορά του συγκεκριμένου πόρου. Έτσι μεγαλύτεροι αριθμοί διασυνδεόμενων ισότιμων οντοτήτων μειώνουν την πιθανότητα ότι ένα αίτημα για μια υπηρεσία θα μείνει αναπάντητο. Τέλος καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η ίδια η δομή ενός P2P δικτύου που είναι η πηγή του προβλήματος μπορεί η ίδια να λύσει το πρόβλημα. (Stephanos Andoutsellis-Theotokis and Diomidis Spinellis, 2001)

## **2.5 Εφαρμογές peer to peer δικτύων**

Με την εξέλιξη των τεχνολογικών επιτευγμάτων και του διαδικτύου από το τέλος της δεκαετίας του '90 αναδύονται πλέον εφαρμογές μέσω των οποίων οι χρήστες ανταλλάσσουν αρχεία. Έχουν βρεθεί δυο εφαρμογές που εμφανίστηκαν πρώτες στα τέλη της δεκαετίας του '80, αρχές '90 και αποτελούν τον πρόδρομο των peer to peer συστημάτων. Αυτές οι εφαρμογές είναι οι SMTP, FTP. (Κρεμμύδας Ν.,2005)

Το Napster είναι η πρώτη χαρακτηριζόμενη peer to-peer εφαρμογή, όπου κεντρικοί διακομιστές διατηρούν ευρετήρια για το που βρίσκονται τα αρχεία που ο χρήστης αναζητά, και τα οποία μπορεί να κατεβάσει απευθείας από την θέση που βρίσκονται αποθηκευμένα. Μετεξέλιξη του Napster αποτελεί η Gnutella όπου οι χρήστες τώρα συνδέονται μεταξύ τους για την εύρεση των επιθυμητών αρχείων.(Computer για όλους, "Peer To Peer Computing") (Steve Bellovin. 2001)

Γενικά τα Peer-to-Peer δίκτυα χωρίζονται σε τρεις βασικές κατηγορίες: (ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΔΗΣ Π. 2001)

### **Συγκεντρωτικά P2P δίκτυα**

Πολλοί, όταν αναφέρονται σε αυτά, χρησιμοποιούν τη φράση «πρώτης γενιάς P2P δίκτυα». Εδώ, υπάρχει ένας κεντρικός Index Server στον οποίο αποθηκεύονται οι πληροφορίες για τα περιεχόμενα των καταλόγων που οι συμμετέχοντες επιθυμούν να

μοιράζονται. Οι χρήστες μπορούν να αναζητήσουν στους Index Servers αυτούς τα αρχεία που ψάχνουν, χρησιμοποιώντας ένα κατάλληλο πρόγραμμα-πελάτη. Όταν το αρχείο βρεθεί, ανοίγει μια σύνδεση μεταξύ των δύο χρηστών για τη μεταφορά του. Σε αυτή τη κατηγορία ανήκουν το Napster το DC++ και το WinMX. (Stephanos Andoutsellis-Theotokis and Diomidis Spinellis, 2001)

### **Αποκεντρωτικά P2P δίκτυα**

Η φιλοσοφία και η βασική ιδέα στα αποκεντρωτικά είναι εντελώς διαφορετική. Κάθε σύστημα που συμμετέχει αποτελεί ταυτόχρονα client και server (ή αλλιώς servent). Μόλις κάποιος συνδεθεί μέσω ενός ανάλογου προγράμματος-πελάτη P2P, κάνει γνωστή την παρουσία του σε ένα μικρό αριθμό υπολογιστών ήδη συνδεδεμένων οι οποίοι με τη σειρά τους προωθούν τη δήλωση παρουσίας του σε ένα μεγαλύτερο δίκτυο υπολογιστών κ.λ.π Πλέον ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να αναζητήσει οποιαδήποτε πληροφορία μεταξύ των διαμοιραζόμενων αρχείων. Τα δίκτυα αυτά λέγονται και δεύτερης γενιάς. Η μεταφορά των αρχείων είναι όμοια με αυτή των συγκεντρωτικών P2P δικτύων. Σε αυτή τη κατηγορία ανήκουν το Kazaa, το Gnutella και το BearShare. (Steve Bellovin. 2001)

### **P2P δίκτυα τρίτης γενιάς**

Είναι αυτά τα οποία διαθέτουν χαρακτηριστικά ανωνυμίας όπως το Freenet, το I2P και το Entropy. Είναι αποκεντρωτικού τύπου και η φιλοσοφία του βασίζεται εκτός από την ανωνυμία, στην υψηλή βιωσιμότητα του, στο συνεχή διαμοιρασμό των αρχείων και στην κωδικοποίησή τους έτσι ώστε κανείς να μην μπορέσει ποτέ να αποκτήσει κανένα είδος ελέγχου πάνω σε αυτό. Τα δίκτυα αυτού του τύπου είναι υπό ανάπτυξη και έχουν χαρακτηριστεί ως μικρά παγκόσμια δίκτυα. (Κρεμμύδας N.,2005)

### **Άλλα P2P δίκτυα**

Αν και αυτές που περιγράψαμε παραπάνω είναι οι 3 βασικές κατηγορίες, υπάρχουν και διάφορες άλλες. Έτσι, εκτός από τα pure P2P δίκτυα έχουμε τα υβριδικά δίκτυα, τα οποία έχουν έναν κεντρικό server που κρατάει πληροφορίες για τους Peers. Οι Peers αναλαμβάνουν να πληροφορήσουν τον Server για το τι πόρους θέλουν να μοιράσουν στο δίκτυο. Από εκεί και πέρα, στην σύνδεση μεταξύ των peers,

ο server δεν έχει κανέναν άλλο ρόλο. (Stephanos Andoutsellis-Theotokis and Diomidis Spinellis, 2001) (Chaffey Dave 2002)

### **2.5.1 Αρχιτεκτονική**

#### **Ιεραρχικά**

Οι κόμβοι οργανώνονται σε ιεραρχική δομή όπως γίνεται με τους DNS στο διαδίκτυο. Στα ιεραρχικά peer-to-peer συστήματα εισάγεται ή έννοια των “super-peers” (FastTrack). Η δομή τους μπορεί να είναι κεντρικοποιημένη ή μη. (Κρεμμύδας Ν.,2005)

#### **Κεντρικοποιημένα peer-to-peer συστήματα**

Στις κεντρικοποιημένες αρχιτεκτονικές υπάρχει ένας κεντρικός εξυπηρέτης (Directory Server) στον οποίο απευθύνουν οι κόμβοι τις ερωτήσεις τους για να πληροφορηθούν που βρίσκονται οι επιθυμητές πληροφορίες (π.χ Napster). Μια τέτοια αρχιτεκτονική αν και είναι αρκετά αποδοτική, δεν έχει την ιδιότητα της κλιμάκωσης ενώ έχει ενιαίο σημείο της αποτυχίας (bottleneck). (Steve Bellovin. 2001)

#### **Μη Κεντρικοποιημένα peer-to-peer συστήματα**

Μια άλλη κατηγορία αρχιτεκτονικών είναι οι μη – κεντρικοποιημένες όπου οι κόμβοι συγκροτούν το overlay δίκτυο είτε δομημένα ακολουθώντας κανόνες για τον σχηματισμό του δικτύου, είτε αδόμητα όπου δεν υπάρχει ούτε κεντρικό directory ούτε ακριβείς οδηγίες για τον σχηματισμό τοπολογίας του δικτύου και την τοποθέτηση των περιεχομένων. (Chris McKean, 2001)

Περισσότερα για τους τύπους και τις εφαρμογές των p2p δικτύων αναλύονται διεξοδικά στο επόμενο κεφάλαιο.

## **Κεφάλαιο 3:Εξόρυξη πληροφορίας πάνω από peer to peer δίκτυα**

### **3.1 Τα peer to peer δίκτυα και η εξόρυξη πληροφορίας πάνω από αυτά**

Τα peer to peer δίκτυα χωρίζονται σε αδόμητα και δομητά δίκτυα και η εξόρυξη της πληροφορίας πάνω από αυτά διαφέρει.

#### **Αδόμητα δίκτυα Peer to Peer**

Σε αυτή την κατηγορία οι κόμβοι οργανώνονται σε τυχαίους γράφους, με επίπεδες τοπολογίες (flat topologies) με όλους τους κόμβους να είναι ίσοι μεταξύ τους, ή με ιεραρχικές τοπολογίες (Hierarchical topologies) όπου ένα μικρό σύνολο κόμβων (υπερκόμβοι, superpeers) χαρακτηρίζονται από αυξημένες αρμοδιότητες και δυνατότητες. (Steve Bellovin. 2001)

Στα συστήματα αυτά δεν υπάρχει καμιά δομή στο overlay δίκτυο και τα περιεχόμενα τοποθετούνται σε κόμβους στο δίκτυο χωρίς γνώση της τοπολογίας ή άλλης συσχέτισης με αυτό. Τα μη δομημένα συστήματα είναι κατάλληλα σε περιπτώσεις όπου μεγάλο πλήθος κόμβων μετέχει παροδικά στο δίκτυο χωρίς όμως αποδοτικούς μηχανισμούς αναζήτησης, κλιμάκωσης, διαθεσιμότητας. Υποστηρίζουν καλύτερα πολύπλοκες ερωτήσεις σε σχέση με τα δομημένα. (Steve Bellovin. 2001)

Αδόμητα peer-to-peer δίκτυα είναι: Napster, Gnutella, FastTrack, KaZaA, BitTorrent, κ.α. (Steve Bellovin. 2001)

Ακόμα μία κατηγοριοποίηση που μπορεί να κάνει κάποιος είναι οι εφαρμογές τύπου διανομής αρχείων (file sharing) για την ανταλλαγή αρχείων μεταξύ κόμβων, όπως είναι το Napster και το BitTorrent, και οι εφαρμογές καταμεμημένης επεξεργασίας (distributed computing) για τη συνεισφορά της αναξιοποίητης επεξεργαστικής ισχύος πολλών υπολογιστών με σκοπό την επίλυση ενός εξαιρετικά δύσκολου προβλήματος, το οποίο τυπικά θα απαιτούσε τη χρήση υπερυπολογιστή, όπως το SETI@Home. Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι ομότιμοι κόμβοι συνδέονται ο ένας με τον άλλο μέσω του διαδικτύου χρησιμοποιώντας είτε το TCP είτε το HTTP πρωτόκολλο. (Stephanos Andoutsellis-Theotokis and Diomidis Spinellis, 2001)

Σε αυτά τα δίκτυα δεν υπάρχει στενή σχέση μεταξύ της τοπολογίας και των σημείων (κόμβων) όπου αποθηκεύεται η πληροφορία. Η αναζήτηση και ο εντοπισμός των αντικειμένων επιτυγχάνεται κυρίως με τεχνικές flooding και random walks. Έτσι, οι αιτήσεις ανάκτησης αντικειμένων πλημμυρίζουν το δίκτυο, με κάθε κόμβο να εξυπηρετεί την αίτηση με βάση την πληροφορία που έχει αποθηκευμένη και στην συνέχεια να την προωθηθεί σε επόμενους κόμβους. Η συγκεκριμένη τεχνική δεν θεωρείται ιδιαίτερα αποδοτική, μιας και αιτήσεις αναζήτησης πληροφορίας που είναι ελάχιστα κατανεμημένη στο δίκτυο, θα πρέπει να ταξιδέψουν σε όλο το δίκτυο μέχρι να καταφέρουν να την εντοπίσουν. (Adcock, D et al, 2001)

## **Gnutella**

Η Gnutella θεωρείται ένα από τα πιο γνωστά και δημοφιλή peer-to-peer δίκτυα που έχουν ως κύρια λειτουργία τον διαμοιρασμό των αρχείων (file sharing). Πιο συγκεκριμένα πρόκειται για ένα κατανεμημένο πρωτόκολλο αναζήτησης που αποσκοπεί στον εντοπισμό των αντικειμένων σε μία επίπεδη τοπολογία. Κάθε κόμβος στο δίκτυο που εκμεταλλεύεται το πρωτόκολλο Gnutella μπορεί να είναι είτε απλός χρήστης είτε εξυπηρετητής την ίδια στιγμή. Κάθε κόμβος χαρακτηρίζεται από το ότι δεν υπάρχει κεντρικός έλεγχος σχετικά με την τοπολογία που σχηματίζουν οι κόμβοι και με το που αποθηκεύονται τα αντικείμενα. Υπάρχουν κάποιοι χαλαροί κανόνες με τους οποίους οι κόμβοι σχηματίζουν το δίκτυο αφού αρχικά ενημερωθούν ότι υπάρχει ένας τουλάχιστον κόμβος μέλος του δικτύου. (Steve Bellovin. 2001)

Οι κόμβοι εγκαθιστούν ένα μικρό πρόγραμμα(μόλις 100K) στο οποίο στηρίζουν την λειτουργία τους. Το πρόγραμμα αυτό το εγκαθιστούν για να έχουν την δυνατότητα να δικτυωθούν και αποτελεί το πρωτόκολλο με βάση το οποίο ανταλλάσσονται τα δεδομένα από κόμβο σε κόμβο (από PC σε PC). (Κρεμμύδας N.,2005)

Όσον αφορά στη λειτουργία του Gnutella το δίκτυο απαρτίζεται από κόμβους δηλαδή χρήστες οι οποίοι εγκαθιστούν το λογισμικό του client και συνδέονται μεταξύ τους χωρίς συγκεκριμένη δομή. Πρώτα απόλα προκειμένου να συνδεθεί οποιοσδήποτε χρήστης στο δίκτυο απαραίτητη προϋπόθεση είναι να εντοπίσει έναν κόμβο ο οποίος έχει λάβει ήδη συμμετοχή στο Gnutella. Εκείνος αναλαμβάνει την ενημέρωση του με μια λίστα (την δική του) από άλλους κόμβους που μετέχουν στο δίκτυο. Ο κόμβος στέλνει τις ερωτήσεις του για αναζήτηση σε όλους τους ενεργά

συνδεδεμένους κόμβους – συνήθως μέχρι πέντε – με εκείνον (flooding). Η ερώτηση εφόσον δεν απαντηθεί, προωθείται σε γειτονικούς κόμβους. Αν το επιθυμητό αρχείο εντοπισθεί σε περισσότερους κόμβους, τότε ο αιτών κόμβος μπορεί να κατεβάσει το αρχείο σε τμήματα από διαφορετικούς κόμβους, απευθείας. Τέλος όταν ο κόμβος αποσυνδέεται η λίστα των κόμβων που ήταν ενεργά συνδεδεμένοι σε αυτόν αποθηκεύεται τοπικά για να χρησιμοποιηθεί μελλοντικά (Stuart E. Schechter et al, 2003)

Η Gnutella λειτουργεί σαν ένα πρωτόκολλο ερωτήσεων. Για την επίτευξη του πρωτοκόλλου ερωτήσεων χρησιμοποιούνται πακέτα μηνυμάτων τα οποία χωρίζονται σε 5 διαφορετικούς τύπους όπως παρουσιάζονται παρακάτω (έκδοση 0.4).

- ping: για τον εντοπισμό κόμβων στο δίκτυο
- pong: απάντηση στο μήνυμα ping
- query: αναζήτηση αρχείου
- query hit: απάντηση στο ερώτημα της αναζήτησης
- push: κατέβασμα (download) του αιτούμενου αρχείου

Προκειμένου να περιοριστούν τα μηνύματα τα οποία προκύπτουν από την δρομολόγηση των ερωτήσεων με την μέθοδο της πλημμύρας και τον τερματισμό της αναζήτησης χρησιμοποιείται ένα πεδίο στο μήνυμα που στέλνεται, το πεδίο Time – To – Live (TTL). Κάθε φορά που στέλνεται ένα μήνυμα από έναν κόμβο η τιμή του πεδίου μειώνεται κατά ένα. Ένας κόμβος που λαμβάνει την ερώτηση την προωθεί αν το πεδίο TTL έχει τιμή μεγαλύτερη του 0 και δεν έχει ξαναδεί το μήνυμα. (Steve Bellovin. 2001)

Ο μηχανισμός δρομολόγησης δημιουργεί υπερφόρτωση του δικτύου με μηνύματα και σπαταλά τους δικτυακούς πόρους. Δεν προσφέρει κανένα είδος ανωνυμία μιας και τα μηνύματα στο δίκτυο περιέχουν τις IP διευθύνσεις των κόμβων που έχουν κάποιο αντικείμενο, οπότε κάποιος χρήστης μπορεί να γνωρίζει ποιος κατέχει τι. Οι τελευταίες εκδόσεις του Gnutella περιλαμβάνουν την έννοια των υπερκόμβων (superpeers) τα οποία οδηγούν στην διευκόλυνση της δρομολόγησης των αιτήσεων στο δίκτυο. (Δουκίδης Γεώργιος – Α. Φραγκοπούλου – Ιωάννης Αναγνωστόπουλος, 1993)

Τα μειονεκτήματα του Gnutella αφορούν κατά κύριο λόγο την κλιμάκωση και τον τρόπο με τον οποίο εκτελείται η αναζήτηση. Παρόλα αυτά έχουν πραγματοποιηθεί προτάσεις προκειμένου να βελτιωθεί η απόδοση του σε μεγάλο βαθμό. (Steve Bellovin. 2001)

### **Freenet**

Όσον αφορά τα στοιχεία της ίδρυσης και δημιουργίας του δικτύου Freenet (1999) είναι γνωστό ότι δημιουργήθηκε και αναπτύχθηκε με βασικές λειτουργίες την αποθήκευση και τον διαμοιρασμό αρχείων. Κάθε αρχείο διαχειρίζεται από το δίκτυο χρησιμοποιώντας ένα κλειδί που κατασκευάζεται με βάση το περιεχόμενο του αρχείου και τη πληροφορία που δίνει ο ίδιος ο χρήστης. Το Freenet αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα αδόμητου δικτύου ομοτίμων εταίρων, όπου τα αντικείμενα (αρχεία σε αυτή την περίπτωση) και οι κόμβοι στους οποίους τελικά θα αποθηκευθούν δεν καθορίζονται με κάποιο γενικό κανόνα. (Stuart E. Schechter et al, 2003)

Το δίκτυο Freenet διαθέτει αρκετά πλεονεκτήματα και προσφέρει πολλά οφέλη ανάμεσα στα οποία είναι η κλιμάκωση και η ανοχή σε λάθη. Επιπλέον δίνει έμφαση σε ζητήματα που σχετίζονται με τη βιωσιμότητα των αντικειμένων στο δίκτυο καθώς και την ανωνυμία τόσο των χρηστών που αρχικά προσέφεραν κάποιο αρχείο όσο και αυτών που το κατέχουν και το διαμοιράζουν. (Chris McKean, 2001)

Τα αρχεία στο Freenet χαρακτηρίζονται από το αναγνωριστικό τους που προκύπτει με τη χρήση της SHA1 συνάρτησης κατακερματισμού. Όσον αφορά την εξόρυξη πληροφορίας από την συγκεκριμένη εφαρμογή, κατά την αναζήτηση πληροφοριών και αρχείων, ο χρήστης στέλνει στο δίκτυο μία αίτηση με το αναγνωριστικό του αρχείου. Όταν ένας κόμβος λάβει μια τέτοια αίτηση, ελέγχει τον τοπικό αποθηκευτικό του χώρο για την ύπαρξη του αρχείου και αν αυτό βρίσκεται εκεί το επιστρέφει στον χρήστη που έκανε την αίτηση, ακολουθώντας το αντίστροφο μονοπάτι που ακολούθησε η αίτηση αναζήτησης. (Stuart E. Schechter et al, 2003)

Διαφορετικά, προωθεί την αίτηση σε έναν από τους κόμβους που βρίσκονται στον πίνακα δρομολόγησης του. Ο πίνακας δρομολόγησης αποτελείται από τις διευθύνσεις των γειτονικών κόμβων ενώ παράλληλα κρατείται και πληροφορία σχετικά με τα αρχεία που έχουν αποθηκευμένα. Η επιλογή του επόμενου κόμβου που

θα αποσταλεί η αίτηση βασίζεται στο αναγνωριστικό του αρχείου και τα αναγνωριστικά των κόμβων στον πίνακα δρομολόγησης, επιλέγοντας αυτόν που ταιριάζει περισσότερο. Όταν τελικά το αρχείο εντοπιστεί, και κατά την αποστολή του, όλοι οι ενδιάμεσοι κόμβοι στο μονοπάτι που ακολουθεί το αρχείο προς τον τελικό κόμβο, αποθηκεύουν στον πίνακα δρομολόγησης τους πληροφορίες σχετικά με το συγκεκριμένο αρχείο ώστε να διευκολυνθούν μελλοντικές αναζητήσεις. (Stuart E. Schechter et al, 2003)

Κάθε αίτηση στο Freenet συνοδεύεται από ένα αναγνωριστικό ώστε να αποφευχθούν οι κυκλικές διαδρομές στο δίκτυο. Επίσης, συνοδεύεται και από έναν μετρητή TTL (Time To Live) που μειώνεται σε κάθε επιτυχημένη προώθηση της αίτησης, ώστε τελικά να κρατηθεί η κίνηση στο δίκτυο (που αφορά την αναζήτηση) σε χαμηλά επίπεδα. (Ernst & Young 1998)

Η εισαγωγή νέων αρχείων στο σύστημα γίνεται με τη δημοσίευση του αναγνωριστικού του, στους υπόλοιπους ακολουθώντας παρόμοια τεχνική με αυτή της αναζήτησης αρχείων, όπου κάθε κόμβος ενημερώνει τον πίνακα δρομολόγησης του με την προέλευση του αρχείου. (Chris McKean, 2001)

Όσον αφορά την ανωνυμία των χρηστών, κάθε κόμβος που διαθέτει μια πληροφορία για ένα αρχείο θεωρείται ο κόμβος που κατέχει το αρχείο. Συνεπώς δεν μπορεί κανείς να γνωρίζει ποιος πραγματικά είναι ο κάτοχος ο οποίος πρώτος εισήγαγε το αρχείο στο δίκτυο. Επίσης, κάθε κόμβος που λαμβάνει μια αίτηση αναζήτησης δεν γνωρίζει αν ο κόμβος που του έστειλε την αίτηση είναι αυτός που ενδιαφέρεται για το αρχείο, ή κάποιος ενδιάμεσος στο μονοπάτι αναζήτησης. (Κρεμμύδας Ν.,2005)

## **Kazaa**

Το Kazaa αποτελεί παράδειγμα ιεραρχικής αρχιτεκτονικής και βασίζεται στο δίκτυο Fasttrack που πρωτοεμφανίστηκε το 2001. Στα Ιεραρχικά δίκτυα peer to peer επικρατεί η έννοια της ιεραρχίας με ορισμένους κόμβους να έχουν αυξημένες αρμοδιότητες αλλά και πόρους (αυξημένο εύρος ζώνης, αποθηκευτικό χώρο, υπολογιστική ισχύ) και με την πλειονότητα των χρηστών να είναι συνδεδεμένοι με αυτούς και να διαμοιράζονται πληροφορίες. Οι υπερκόμβοι (superpeers) οργανώνονται σε ένα δίκτυο p2p, όπου ο κάθε υπερκόμβος εξυπηρετεί ένα σύνολο



των χρηστών που είναι συνδεδεμένοι με το δίκτυο, και χρησιμοποιούνται για να διευκολύνουν την αναζήτηση αντικειμένων.

Οι απλοί χρήστες μεταφέρουν πληροφορία σχετικά με τα αντικείμενα που κατέχουν στους υπερκόμβους (στα πρότυπα λειτουργίας του Napster). Όλες οι αιτήσεις αναζήτησης, επίσης μεταφέρονται στους υπερ-κόμβους, οι οποίοι εκτελούν αναζήτηση στα πρότυπα του Gnutella στο δίκτυο που σχηματίζουν μεταξύ τους, ώστε να εντοπίσουν το σύνολο των χρηστών που κατέχουν ένα συγκεκριμένο αντικείμενο. Αυτή η πληροφορία επιστρέφεται στον χρήστη που εκτέλεσε την αναζήτηση που στη συνέχεια συνδέεται με τους υπόλοιπους χρήστες, ώστε τελικά να ανακτηθεί το αντικείμενο. (Steve Bellovin. 2001)

### **BitTorrent**

Το BitTorrent πρωτοεμφανίστηκε στο CodeCon και αποτελεί ένα νέο πρωτόκολλο το οποίο είναι υπεύθυνο να διαμοιράζει και να διανέμει τα δεδομένα στο internet που δημιούργησε το 2002 ο Bram Cohen. Από τη στιγμή που δημιουργήθηκε είναι γνωστό για την παράνομη και νόμιμη μεταφόρτωση (downloading). (ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΔΗΣ Π. 2001)

Η βασική αρχή λειτουργίας του βασίζεται στο γεγονός ότι όταν ένας πελάτης της υπηρεσίας κατεβάζει δεδομένα, ταυτόχρονα τα διαθέτει και σε άλλους πελάτες της υπηρεσίας. Όλοι οι πελάτες της υπηρεσίας που κατεβάζουν τα ίδια δεδομένα σχηματίζουν ένα δίκτυο και γνωρίζουν ο ένας την ύπαρξη του άλλου μέσω ενός ανιχνευτή (tracker) στον οποίο συνδέονται περιοδικά και οποίος τους αποστέλλει τη λίστα με του πελάτες. Στο σχηματιζόμενο δίκτυο κάποιοι έχουν διαθέσιμο το σύνολο των δεδομένων που διανέμεται και έχουν το ρόλο μόνο του διανομέα (seed). Ο εξυπηρετητής ανίχνευσης είναι ο κεντρικός κόμβος ενός συστήματος διανομής που βασίζεται στο πρωτόκολλο BitTorrent. Ένας πελάτης που επιθυμεί να κατεβάσει κάποιο διαθέσιμο στο σύστημα αρχείο δεδομένων συνδέεται σε αυτόν και λαμβάνει τη λίστα των πελατών που κατεβάζουν το ίδιο αρχείο και έτσι ο νέος πελάτης εισάγεται στο δίκτυο διανομής. Στο υπό εξέταση μοντέλο διανομής δεδομένων η αχρησιμοποίητη χωρητικότητα της δικτυακής σύνδεσης από τον κόμβο προς τα έξω τώρα αξιοποιείται με τον τρόπο που διανέμονται τα δεδομένα στο δίκτυο, μειώνοντας σημαντικά τον φόρτο του κεντρικού εξυπηρετητή. Οι πελάτες συμμετέχουν στην διανομή των δεδομένων και με αυτό τον τρόπο μπορεί να ικανοποιηθεί ο ίδιος

αριθμός χρηστών με πολύ λιγότερες απαιτήσεις σε χωρητικότητα δικτύου από ένα κεντρικό σημείο. (Stuart E. Schechter et al, 2003)

Το σύστημα διανομής αρχείων BitTorrent χρησιμοποιεί τη λογική «μία σου και μία μου» (tit-for-tat) ως μέθοδο αναζήτησης με αποδοτικότητα κατά Παρέτο (Pareto efficiency). Επιτυγχάνει ένα υψηλό επίπεδο ευρωστίας και χρησιμοποίησης πόρων συγκρινόμενο με οποιαδήποτε αυτήν την περίοδο γνωστή τεχνική. (Chris McKean, 2001)

Μια εφαρμογή που χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο BitTorrent για τη διανομή δεδομένων επιτρέποντας την δραστική μείωση των δικτυακών απαιτήσεων χωρίς αντίστοιχη μείωση των υποστηριζόμενων χρηστών είναι και η ανοιχτού κώδικα εφαρμογή Aelitis Azureus. (Κρεμμύδας Ν.,2005)

Για να αρχίσει μια εφαρμογή BitTorrent, ένα στατικό αρχείο με την επέκταση .torrent τίθεται σε έναν συνηθισμένο κεντρικό υπολογιστή δικτύου. Το .torrent περιέχει κάποιες πληροφορίες για το αρχείο όπως το μήκος του, το όνομα, τη σύνοψη SHA1 του περιεχομένου του και τη URL διεύθυνση του ανιχνευτή (tracker). Οι ανιχνευτές βοηθούν τους χρήστες που ενδιαφέρονται για το συγκεκριμένο αρχείο να βρεθούν μεταξύ τους. Σε ένα πρωτόκολλο τοποθετημένο σε στρώσεις πάνω από το HTTP ή HTTPS, κάθε κόμβος στέλνει τις πληροφορίες για το αρχείο που μεταφορτώνει, τη θύρα στην οποία ακούει και παρόμοιες πληροφορίες, ενώ ο ανιχνευτής αποκρίνεται με έναν κατάλογο κόμβων που μεταφορτώνουν το ίδιο αρχείο. Ο κάθε κόμβος χρησιμοποιεί έπειτα αυτές τις πληροφορίες για να συνδεθεί με τους υπόλοιπους. (Dan S. Wallach, 2003)

Για να καθίσταται δυνατή η λειτουργία του πρωτοκόλλου πρέπει τουλάχιστον ένας κόμβος που συμβαίνει να έχει το πλήρες αρχείο ήδη, γνωστός ως διανομέας (seed), να είναι συνδεδεμένος. (Chris McKean, 2001)

Οι απαιτήσεις εύρους ζώνης του ιχνηλάτη και του κεντρικού υπολογιστή δικτύου είναι πολύ χαμηλές, ενώ ο διανομέας πρέπει να στείλει τουλάχιστον ένα πλήρες αντίγραφο του αρχικού αρχείου.

## Δομημένα δίκτυα Peer to Peer

Στα δομημένα peer-to-peer συστήματα οι κόμβοι οργανώνονται σε δομημένο γράφο για το σχηματισμό του overlay δικτύου. Στα δεδομένα αντιστοιχίζεται ένα κλειδί και η τοποθέτηση τους στους κόμβους γίνεται με προκαθορισμένο τρόπο έτσι ώστε να διευκολύνεται η αναζήτησή τους και να επιτυγχάνεται η κλιμάκωση. Η τοποθέτηση των αρχείων στα χαλαρά δομημένα συστήματα (Freenet) βασίζεται στην εκτίμηση (on hints) για το που μπορεί να βρεθεί η αναζητούμενη πληροφορία. Στα αυστηρά δομημένα συστήματα τόσο η δόμηση του overlay δικτύου όσο και η τοποθέτηση των αρχείων είναι σαφώς καθορισμένη. (Stuart E. Schechter et al, 2003)

Στα δομημένα δίκτυα ομοτίμων εταίρων, υπάρχει η έννοια της δομής με βάση την οποία δημιουργείται η τοπολογία και η συνεκτικότητα του δικτύου, η οποία διασφαλίζεται με τη βοήθεια προηγμένων κατανεμημένων δομών δεικτοδότησης, όπως για παράδειγμα των Κατανεμημένων Πινάκων Κατακερματισμού (DHT Distributed Hash Table). (Adcock, D., Halborg, A. and Ross, C. 2001)

Ο εντοπισμός ενός αντικειμένου (δεδομένου) από μια εφαρμογή στα δομημένα συστήματα γίνεται σε μικρό αριθμό βημάτων (network hops), υπό την απαίτηση βέβαια να διατηρείται ένας μικρός πίνακας δρομολόγησης σε κάθε κόμβο. Παραδείγματα τέτοιων συστημάτων αποτελούν τα: Content Addressable Network (CAN), Chord, Tapestry, Pastry, Kademlia και Viceroy. (Stephanos Andoutsellis-Theotokis and Diomidis Spinellis, 2001) (Steve Bellovin. 2001)

Σε ένα DHT κάθε κόμβος έχει ένα μοναδικό αναγνωριστικό nodeID το οποίο έχει επιλεγθεί τυχαία από ένα πολύ μεγάλο χώρο διευθύνσεων. Κάθε αντικείμενο (για παράδειγμα κάποιο έγγραφο, ένα αρχείο μουσικής κτλ.) αντιστοιχίζεται με ένα κλειδί που αποτελεί ένα μοναδικό αναγνωριστικό για το αντικείμενο, που και αυτό έχει επιλεγθεί από τον ίδιο χώρο διευθύνσεων που χρησιμοποιείται για τα αναγνωριστικά των κόμβων. Η βασική ιδέα είναι η αποθήκευση των αντικείμενων στους κόμβους των οποίων το αναγνωριστικό είναι ίδιο ή αριθμητικά πολύ κοντά στο κλειδί του αντικειμένου. Έτσι, κατά την αναζήτηση, αρκεί να επισκεφθούμε τον κόμβο με αναγνωριστικό ίσο με αυτό του αντικειμένου. (Stuart E. Schechter et al, 2003)

Τα περισσότερα DHTs εγγυώνται τη δρομολόγηση ενός μηνύματος στον κατάλληλο κόμβο (με βάση το αναγνωριστικό του) σε  $O(\log(N))$  βήματα (hops) σε

ένα δίκτυο με  $N$  κόμβους (αυτή η διαδικασία συνήθως αποκαλείται DHT lookup()). Επίσης η ποσότητα πληροφορίας που διατηρείται σε κάθε κόμβο και σχετίζεται με την δρομολόγηση (πίνακας δρομολόγησης, λίστες γειτονικών κόμβων κτλ.) είναι λογαριθμική συνάρτηση του αριθμού των κόμβων  $N$ . Σε αυτή τη κατηγορία ανήκουν τα πιο γνωστά δίκτυα ομοτίμων εταιρών, όπως το CAN, CHORD, Pastry, Tapestry, Bamboo, SkipNet και άλλα. (Stephanos Andoutsellis-Theotokis and Diomidis Spinellis, 2001)

### **Pastry**

Το p2p δίκτυο Pastry, όπως επίσης και το Tapestry αλλά και το Bamboo, στηρίζονται στον αλγόριθμο δρομολόγησης και εντοπισμού αντικειμένων που πρώτος πρότεινε ο Plaxton το 1997. Ο Plaxton παρουσιάζει στην εργασία μία καταναμημένη δομή δεδομένων ( που είναι επίσης γνωστή και ως Plaxton Mesh) που χρησιμοποιείται για την αποδοτική δρομολόγηση μηνυμάτων και εντοπισμό αντικειμένων που είναι αποθηκευμένα σε δίκτυο αποτελούμενο από χιλιάδες κόμβους, χρησιμοποιώντας σταθερού μεγέθους πίνακες δρομολόγησης. (Steve Bellovin. 2001)

### **Σχεδιασμός του Pastry**

Το σύστημα Pastry είναι ένα αυτο-διοργανούμενο δίκτυο κόμβων όπου κάθε κόμβος δρομολογεί αιτήσεις πελατών και αλληλεπιδρά με τοπικά στιγμιότυπα μιας ή περισσοτέρων εφαρμογών. Οποιοσδήποτε υπολογιστής που είναι συνδεδεμένος στο Διαδίκτυο και τρέχει λογισμικό κόμβου Pastry μπορεί να δράσει σαν κόμβος Pastry και υπόκειται μόνο στις πολιτικές ασφαλείας της εφαρμογής. (Κρεμμύδας Ν.,2005)

Σε κάθε κόμβο στο peer-to-peer υπερκείμενο δίκτυο Pastry ανατίθεται ένα αναγνωριστικό των 128 bits (nodeId). Το nodeId χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει τη θέση του κόμβου σε έναν κυκλικό χώρο των nodeIds που κυμαίνεται από το 0 έως το  $2^{128}-1$ . Το nodeId ανατίθεται τυχαία όταν ένας κόμβος προσχωρεί στο σύστημα. Τα nodeIds παράγονται έτσι ώστε το προκύπτον σύνολο των nodeIds να είναι ομοιόμορφα καταναμημένο στο χώρο των nodeIds. Για παράδειγμα, τα nodeIds θα μπορούσαν να παράγονται υπολογίζοντας τον κρυπτογραφημένο κατακερματισμό του δημοσίου κλειδιού ενός κόμβου ή της IP διεύθυνσής του. Σαν αποτέλεσμα της τυχαίας ανάθεσης των nodeIds, με πολύ μεγάλη πιθανότητα, οι

κόμβοι με διπλανά `nodeIds` διαφοροποιούνται σε γεωγραφική θέση, σε ιδιοκτήτη και σε δικαιοδοσία. (Chris McKean, 2001)

Εάν έχουμε ένα δίκτυο με  $N$  κόμβους, το Pastry μπορεί να δρομολογήσει στον αριθμητικά πλησιέστερο κόμβο σε δεδομένο κλειδί σε λιγότερα από  $\log_2 b N$  βήματα υπό κανονικές συνθήκες ( $b$  είναι μια παράμετρος ρύθμισης με τυπική τιμή 4). Παρόλες τις ταυτόχρονες αποτυχίες κόμβων η τελική παράδοση είναι εγγυημένη, εάν δεν «πέσουν» ταυτόχρονα  $|L| / 2$  κόμβοι με διπλανά `nodeIds` ( $|L|$  είναι μια παράμετρος ρύθμισης με τυπική τιμή 16 ή 32).

Για να εξυπηρετηθεί η δρομολόγηση, τα `nodeIds` και τα κλειδιά θεωρούνται ακολουθίες ψηφίων με βάση  $2^b$ . Το Pastry δρομολογεί μηνύματα στον κόμβο του οποίου το `nodeId` είναι αριθμητικά κοντύτερα στο δεδομένο κλειδί. Αυτό επιτυγχάνεται ως εξής: σε κάθε βήμα δρομολόγησης, ένας κόμβος προωθεί κανονικά το μήνυμα σε έναν κόμβο του οποίου το `nodeId` μοιράζεται με το κλειδί ένα πρόθεμα το οποίο είναι τουλάχιστον ένα ψηφίο (ή  $b$  bits) μακρύτερο από το πρόθεμα που μοιράζεται το κλειδί με τον τοπικό κόμβο. Εάν δεν υπάρχει τέτοιος κόμβος, το μήνυμα προωθείται στον κόμβο του οποίου το `nodeId` μοιράζεται ένα πρόθεμα με το κλειδί τόσο μακρύ όσο και ο τοπικός κόμβος, αλλά είναι αριθμητικά κοντύτερα στο κλειδί από ότι το `nodeId` του τοπικού κόμβου. Για να υποστηριχθεί αυτή η διαδικασία δρομολόγησης, κάθε κόμβος διατηρεί κάποια πληροφορία δρομολόγησης. (Stuart E. Schechter et al, 2003)

### **Πληροφορία ανά κόμβο στο Pastry**

Κάθε κόμβος Pastry διατηρεί έναν πίνακα δρομολόγησης (routing table), ένα σύνολο γειτονιάς (neighborhood set) και ένα σύνολο φύλλων (leaf set). Ο πίνακας δρομολόγησης  $R$  ενός κόμβου οργανώνεται σε  $\log_2 b N$  γραμμές με  $2^b - 1$  εγγραφές η κάθε μία. Κάθε μία από τις  $2^b - 1$  εγγραφές στη γραμμή  $n$  του πίνακα δρομολόγησης αναφέρεται στον κόμβο με `nodeId` που μοιράζεται τα πρώτα  $n$  ψηφία με το `nodeId` του τοπικού κόμβου, αλλά το  $n+1$ -οστό ψηφίο του έχει μία από τις  $2^b - 1$  πιθανές τιμές (εκτός από το  $n+1$ -οστό ψηφίο του τοπικού κόμβου). Κάθε εγγραφή στον πίνακα δρομολόγησης περιέχει την IP διεύθυνση ενός κόμβου του οποίου το `nodeId` έχει το κατάλληλο πρόθεμα. Στην πράξη, επιλέγεται ένας κόμβος που είναι κοντά στον τοπικό κόμβο σύμφωνα με ένα μέτρο εγγύτητας. Αυτή η επιλογή παρέχει καλές ιδιότητες τοπικότητας. Εάν κανένας κόμβος δεν είναι γνωστός

με το κατάλληλο `nodeId`, τότε η είσοδος του πίνακα δρομολόγησης παραμένει άδεια. Η ομοιόμορφη κατανομή των `nodeIds` εξασφαλίζει έναν κανονικό πληθυσμό μέσα στον χώρο των `nodeIds`. Έτσι, κατά μέσο όρο μόνο  $\log_2 b N$  γραμμές είναι κατειλημμένες στον πίνακα δρομολόγησης. (Stuart E. Schechter et al, 2003)

Η επιλογή του  $b$  περιλαμβάνει επιλογή ανάμεσα στο μέγεθος του κατειλημμένου ποσοστού του πίνακα δρομολόγησης (περίπου  $\log_2 b N (2X b - 1)$  εγγραφές) και στο μέγιστο αριθμό των βημάτων που απαιτούνται για τη δρομολόγηση ανάμεσα σε δύο οποιουδήποτε κόμβους ( $\log_2 b N$ ). Με  $b = 4$  και 10 6 κόμβους, ο πίνακας δρομολόγησης περιέχει περίπου 75 εγγραφές και ο αναμενόμενος αριθμός των βημάτων για δρομολόγηση είναι 4, ενώ με 10 9 κόμβους ο πίνακας δρομολόγησης περιέχει περίπου 105 εγγραφές και ο αναμενόμενος αριθμός των βημάτων για δρομολόγηση είναι 7. (Chris McKean, 2001)

Το σύνολο γειτονιάς  $M$  περιέχει τα `nodeIds` και τις IP διευθύνσεις των  $|M|$  κόμβων που είναι κοντύτερα (σύμφωνα με το μέτρο εγγύτητας) στον τοπικό κόμβο. Το σύνολο γειτονιάς δε χρησιμοποιείται κανονικά στα μηνύματα δρομολόγησης. Είναι χρήσιμο για τη διατήρηση των ιδιοτήτων τοπικότητας. (Stuart E. Schechter et al, 2003)

Το σύνολο φύλλων  $L$  είναι το σύνολο των κόμβων με τα  $|L| / 2$  αριθμητικά αμέσως μεγαλύτερα `nodeIds`, και τα  $|L| / 2$  αριθμητικά αμέσως μικρότερα `nodeIds` σε σχέση πάντα με το `nodeId` του τοπικού κόμβου. Το σύνολο φύλλων χρησιμοποιείται κατά τη δρομολόγηση μηνυμάτων. Τυπικές τιμές του  $|L|$  και του  $|M|$  είναι  $2^b$  ή  $2 \times 2^b$ . (Stuart E. Schechter et al, 2003)

### **Δρομολόγηση στο Pastry**

Όταν ένας κόμβος έχει ένα μήνυμα για αποστολή, πρώτα ελέγχει να δει εάν το κλειδί πέφτει στην περιοχή των `nodeIds` που καλύπτεται από το σύνολο φύλλων του. Εάν αυτό ισχύει, το μήνυμα προωθείται αμέσως στον κόμβο-προορισμό που θα είναι ο κόμβος στο σύνολο φύλλων με `nodeId` πλησιέστερα στο κλειδί (πιθανότατα ο τοπικός κόμβος). Εάν το κλειδί δεν ανήκει στην παραπάνω περιοχή, τότε χρησιμοποιείται ο πίνακας δρομολόγησης και το μήνυμα προωθείται σε έναν κόμβο που μοιράζεται κοινό πρόθεμα με το κλειδί τουλάχιστον κατά ένα ψηφίο περισσότερο. (Chris McKean, 2001)

## Chord

Το Chord είναι ένα κατανεμημένο πρωτόκολλο για τον εντοπισμό δεδομένων σε ένα peer-to-peer σύστημα που αναπτύχθηκε από ομάδα του MIT και παρουσιάστηκε το 2001 (Sigcomm conference). Βασίζεται στη λειτουργία: δεδομένου ενός κλειδιού, αυτό αντιστοιχίζεται σε έναν κόμβο, όπου αποθηκεύεται το ζεύγος κλειδί/τιμή. Πρόκειται για ένα σύστημα απλό στην κατασκευή του, ανεκτικό στις αλλαγές του peer-to-peer δικτύου και εγγυάται την εύρεση. (Κρεμμύδας Ν.,2005)

Το Chord μπορεί να λειτουργήσει σε ένα δυναμικό περιβάλλον όπου οι κόμβοι εισέρχονται και αποχωρούν από το σύστημα αυθαίρετα με την απαίτηση όμως κάθε κόμβος να αποθηκεύει τμήμα της πληροφορία για επιτυχή δρομολόγηση. Τόσο οι κόμβοι όσο και τα δεδομένα που έχουν μοναδικό m-bit (160 bits) αναγνωριστικό (ID) οργανώνονται σε έναν εικονικό δακτύλιο. Το ID του κόμβου κατακερματίζεται από την IP του, και το ID του αντικειμένου (δεδομένο) κατακερματίζεται από το όνομά του και έτσι προκύπτει η θέση τους πάνω στο δακτύλιο (δακτύλιος των 0 έως  $2^m - 1$  θέσεων).

Οι κόμβοι κατέχουν πληροφορία για τον προηγούμενο και τον επόμενο κόμβο στο δακτύλιο. Ο κάθε κόμβος είναι υπεύθυνος για τα αντικείμενα που είναι μεταξύ του προηγούμενου κόμβου και του ίδιου. (Chaffey Dave 2002)

Οι βασικές λειτουργίες που μπορούν να πραγματοποιηθούν σε ένα τέτοιο σύστημα είναι η εισαγωγή νέου κόμβου (join), η αποθήκευση και ανάκτηση δεδομένου (store & retrieve) και η αποχώρηση ενός κόμβου (leave).

*Εισαγωγή κόμβου (Join):* Όταν ένας κόμβος  $n$  επιθυμεί να εισέλθει στο σύστημα κατακερματίζει την IP διεύθυνσή του για να προκύψει το αναγνωριστικό του και με κάποια διαδικασία (εξωτερικό μηχανισμό) μαθαίνει το αναγνωριστικό ενός κόμβου  $n'$  που ήδη ανήκει στο Chord. Ο νέος κόμβος χρησιμοποιεί τον  $n'$  κόμβο για να προσθέσει τον εαυτό του στο δίκτυο Chord και να αρχικοποιήσει την κατάσταση του που περιλαμβάνει και την μεταφορά κλειδιών από τον επόμενό του κόμβο, αν αυτά αντιστοιχίζονται τώρα σε αυτόν (ο κόμβος  $n$  είναι τώρα ο επόμενος τους). Η τελευταία διαδικασία απαιτεί το πολύ  $O(1/N)$  μετακινήσεις κλειδιών. (Κρεμμύδας Ν.,2005)

*Αποχώρηση κόμβου (leave):* Όταν ένας κόμβος αποχωρεί από το σύστημα, τότε τα κλειδιά που είχε στην ευθύνη του αντιστοιχίζονται στον επόμενο του κόμβο. Η διαδικασία της ενημέρωσης καθώς οι κόμβοι έρχονται και φεύγουν από το σύστημα απαιτεί  $O(\log 2 N)$  μηνύματα. (Stuart E. Schechter et al, 2003)

*Εισαγωγή Δεδομένων:* Ο κόμβος που επιθυμεί να αποθηκεύσει ένα αντικείμενο στο σύστημα εφαρμόζει μια συνάρτηση κατακερματισμού στο όνομα του αντικειμένου και προκύπτει το αναγνωριστικό του. Το νέο αντικείμενο αντιστοιχίζεται (και αποθηκεύεται) στον κόμβο που έχει ID ίσο με το ID του, αν υπάρχει ή του αμέσως επόμενου αν δεν υπάρχει.

Για την ανάκτηση του αντικειμένου χρησιμοποιείται παρόμοια διαδικασία. Εφαρμόζεται η συνάρτηση κατακερματισμού και προκύπτει η θέση του αντικειμένου και δρομολογείται η ανάκτησή του.

Η μόνη πληροφορία που είναι απαραίτητη στο σύστημα Chord για επιτυχή δρομολόγηση είναι η γνώση του επομένου. Όμως ένα τέτοιο σχήμα δεν διατηρεί την ιδιότητα της κλιμάκωσης. Για το λόγο αυτό κάθε κόμβος διατηρεί ένα τμήμα πληροφορίας για τους άλλους κόμβους βελτιώνοντας έτσι την απόδοση του αλγορίθμου. Η πληροφορία που διατηρεί ο κάθε κόμβος είναι ένας πίνακας  $m$  εγγραφών, finger table, και περιέχει τους κόμβους που βρίσκονται σε απόσταση  $2^0, 2^1, 2^2, \dots, 2^{m-1}$  από αυτόν. Οι ερωτήσεις τώρα δρομολογούνται μέσω του finger table και η αναζήτηση ολοκληρώνεται σε  $O(\log N)$  το πολύ hops.

### **Μία διαστρωματωμένη εφαρμογή Chord**

Χρησιμοποιώντας ένα επιπλέον στρώμα μετάφρασης ονομάτων υψηλού επιπέδου σε αναγνωριστικά Chord, το Chord μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν μία ισχυρή υπηρεσία αναζήτησης. Έτσι, πάνω σε ένα στρώμα Chord μπορεί να τοποθετηθεί ένα στρώμα DHASH (Distributed HASH table) και μία peer-to-peer εφαρμογή αποθήκευσης. (Κρεμμύδας Ν., 2005)

Το στρώμα DHASH εκμεταλλεύεται στοιχεία του Chord, για να πετύχει μεγαλύτερη αξιοπιστία και απόδοση. Για να εξασφαλίσει ότι οι αναζητήσεις θα πετύχουν ακόμα και στην περίπτωση απρόοπτων αποτυχιών κόμβων, το DHASH αποθηκεύει την τιμή που αντιστοιχεί σε ένα δεδομένο κλειδί όχι μόνο στον άμεσο



διάδοχο αυτού του κλειδιού, αλλά και στους επόμενους  $r$  διαδόχους. (Chris McKean, 2001)

Η στενή σύνδεση ανάμεσα στην προσέγγιση του DHASH για την αντιγραφή και του Chord (και τα δύο χρησιμοποιούν τη γνώση των άμεσων διαδόχων ενός κόμβου) είναι ενδεικτική της αλληλεπίδρασης ανάμεσα στο Chord και στα υψηλότερα στρώματα. Για τη βελτίωση της απόδοσης αναζήτησης του DHASH χρησιμοποιείται η εξής ιδιότητα του αλγορίθμου αναζήτησης του Chord: οι διαδρομές προς αναζήτηση ενός συγκεκριμένου διαδόχου (ξεκινώντας από διαφορετικούς κόμβους) μέσα στο δακτύλιο του Chord είναι πολύ πιθανό να επικαλύπτονται. Αυτές οι επικαλύψεις είναι πιο πιθανό να συμβούν κοντά στο στόχο της αναζήτησης, όπου κάθε βήμα του αλγορίθμου αναζήτησης κάνει ένα μικρότερο 'βήμα' στο χώρο των αναγνωριστικών. Εκεί δίνεται η δυνατότητα για προσωρινή αποθήκευση δεδομένων. Σε κάθε επιτυχημένη λειτουργία αναζήτησης του ζεύγους  $(k, v)$ , η τιμή-στόχος,  $v$ , αποθηκεύεται σε κάθε κόμβο στη διαδρομή των κόμβων που διασχίζεται για την εύρεση του διαδόχου του  $k$  (πρόκειται για το μονοπάτι που επιστρέφεται από τη συνάρτηση διαδόχου του Chord). (Stuart E. Schechter et al, 2003)

Οι επόμενες αναζητήσεις αποτιμούν τη συνάρτηση διαδόχου βήμα προς βήμα χρησιμοποιώντας τη μέθοδο `next_hop` και ρωτούν κάθε ενδιάμεσο κόμβο για την τιμή  $v$ . Η αναζήτηση τερματίζεται γρήγορα, εάν ένας από αυτούς τους κόμβους μπορεί να επιστρέψει τη νωρίτερα αποθηκευμένη τιμή  $v$ . (Chris McKean, 2001)

Συνεπώς, οι τιμές «σκορπίζονται» στο δακτύλιο του Chord κοντά στους αντίστοιχους κόμβους διαδόχους. Επειδή η ανάκτηση ενός αρχείου οδηγεί και στην προσωρινή αποθήκευσή του, τα δημοφιλή αρχεία είναι ευρύτερα αποθηκευμένα (cached) από ότι τα μη δημοφιλή. Αυτή είναι μια επιθυμητή παρενέργεια του σχεδιασμού της προσωρινής αποθήκευσης. Η προσωρινή αποθήκευση μειώνει το μήκος διαδρομής που απαιτείται για την εύρεση μιας τιμής, επομένως και τον αριθμό των μηνυμάτων ανά αναζήτηση. Και μια τέτοια μείωση είναι ιδιαίτερα σημαντική δεδομένου ότι η καθυστέρηση επικοινωνίας μεταξύ κόμβων αποτελεί μία σοβαρή στένωση επίδοσης για το σύστημα. (Stuart E. Schechter et al, 2003)

Η κατανεμημένη φύση του Chord το βοηθά να αντισταθεί σε αρκετές αλλά όχι σε όλες τις επιθέσεις DoS. Επί παραδείγματι, το Chord «αντέχει» επιθέσεις που βγάζουν εκτός λειτουργίας κάποιες γραμμές δικτύου, αφού κόμβοι που βρίσκονται κοντά στο χώρο των αναγνωριστικών είναι απίθανο να εμφανίζουν δικτυακή τοπικότητα. Για τον εμποδισμό και των άλλων επιθέσεων DoS χρειάζονται επιπλέον χειρισμοί. (Stephanos Andoutsellis-Theotokis and Diomidis Spinellis, 2001)

Ένα σύστημα αποθήκευσης βασισμένο στο Chord μπορεί να δεχτεί επίθεση με την εισαγωγή πολύ μεγάλης ποσότητας άχρηστων δεδομένων στο σύστημα, καθώς θα αποκλειστούν από την αποθήκευση τα «νόμιμα» αρχεία. Παρατηρώντας ότι η πυκνότητα των κόμβων κοντά σε έναν οποιονδήποτε κόμβο δίνει μια εκτίμηση του αριθμού των κόμβων στο σύστημα το Chord μπορεί να προστατευτεί μερικώς από αυτήν την επίθεση περιορίζοντας τον αριθμό των αρχείων που μπορεί να αποθηκεύσει ένα κόμβος του συστήματος. Παίρνεται μια τοπική απόφαση για την αναλογία των αρχείων στο σύστημα βασισμένη στον αριθμό των κόμβων του συστήματος. Κατ' αυτόν τον τρόπο, κάθε χρήστης του συστήματος αναγκάζεται να τηρήσει αυτήν την αναλογία. (Stephanos Andoutsellis-Theotokis and Diomidis Spinellis, 2001)

Κόμβοι που μπορούν μόνοι τους να διαλέξουν αναγνωριστικό μπορούν να διαγράψουν κάποιο κομμάτι πληροφορίας από το σύστημα θέτοντας τον εαυτό τους διάδοχο της πληροφορίας και μετά αποτυγχάνοντας να την αποθηκεύσουν, όταν αυτό τους ζητείται. Αυτή η επίθεση μπορεί να εμποδιστεί απαιτώντας κάποια αντιστοιχία του αναγνωριστικού ενός κόμβου με την κατακερματισμένη IP διεύθυνσή του. (Ευθύμογλου Γ. Προδρόμου – Οικονόμου Σ. Γεωργίου, 1992)

Οι κακόβουλοι κόμβοι μπορεί να αρνούνται να εκτελέσουν ορθά το πρωτόκολλο Chord με αποτέλεσμα να παρουσιάζουν αυθαίρετη και ασυνεπής συμπεριφορά. Ένας κόμβος που δεν εμφανίζει τη σωστή συμπεριφορά μπορεί να ανιχνευτεί επαληθεύοντας τις απαντήσεις του με άλλων κόμβων που θεωρείται ότι είναι συνεργάσιμοι. Για παράδειγμα, εάν ένας κόμβος I αναφέρει ότι διάδοχός του είναι ο s, ερωτάται ο s ποιος είναι ο προηγούμενός του κόμβος. Η απάντηση που αναμένεται είναι προφανώς ο I. Μια ομάδα τέτοιων κόμβων, όπως ο s, μπορεί να συνεργαστεί για τη συγκρότηση ενός δικτύου Chord με «έμπιστους» κόμβους. Δεν υπάρχει κατανεμημένη λύση στο παραπάνω πρόβλημα, αλλά θεωρώντας ότι οι

κόμβοι αρχικοποίησης είναι «έμπιστοι» αποφεύγεται μια τέτοια επίθεση. (Chris McKean, 2001)

### **Αυθεντικότητα**

Ένα σύστημα αρχείων βασιζόμενο στο Chord μπορεί να παρέχει εγγυήσεις αυθεντικότητας με χρήση μηχανισμών του εξυπηρετητή SFS Read-Only (SFSRO). Με τον όρο αυθεντικότητα εννοείται η επιβεβαίωση της ακεραιότητας του αρχείου. Στον SFSRO τα blocks του συστήματος αρχείων ονομάζονται σύμφωνα με τον κρυπτογραφημένο κατακερματισμό των περιεχομένων τους. Αυτό το αναγνωριστικό δεν μπορεί από τη φύση του να πλαστογραφηθεί. Για την ονομασία συστημάτων αρχείων χρησιμοποιούνται ονόματα διαδρομών (pathnames) που πιστοποιούνται μόνα τους: το block που περιέχει τον αρχικό δείκτη (root inode) ενός συστήματος αρχείων ονομάζεται σύμφωνα με το δημόσιο κλειδί του εκδότη και υπογράφεται από αυτό το δημόσιο κλειδί. (Stuart E. Schechter et al, 2003)

Το στρώμα DHASH μπορεί να επαληθεύσει ότι ο αρχικός δείκτης έχει υπογραφεί με το κλειδί με το οποίο έχει εισαχθεί. Έτσι, εμποδίζονται οι μη-εξουσιοδοτημένες ανανεώσεις σε ένα σύστημα αρχείων. (Stuart E. Schechter et al, 2003)

Τέλος, η ονομασία των συστημάτων αρχείων με δημόσιο κλειδί δεν παράγει ανθρωπίνως κατανοητά ονόματα αρχείων. Ωστόσο αυτό δεν αποτελεί σοβαρό μειονέκτημα σε ένα περιβάλλον hypertext, ή σε ένα περιβάλλον με δείκτες και συμβολικές συνδέσεις. (Stuart E. Schechter et al, 2003)

Η επίδοση και η αξιοπιστία των συστημάτων peer-to-peer περιορίζεται από μη ελαστικές αρχιτεκτονικές που επιχειρούν να βρουν λύση σε πολλά προβλήματα. Χρησιμοποιώντας το βασικό στρώμα Chord για το διαχωρισμό των προβλημάτων της κατανομής δεδομένων, της αυθεντικότητας και της ανωνυμίας, τα συστήματα peer-to-peer μπορούν να αποφασίσουν πού να συμβιβαστούν και σαν αποτέλεσμα προσφέρουν καλύτερη επίδοση, μεγαλύτερη αξιοπιστία και ακεραιότητα. (Steve Bellovin. 2001)

## CAN

Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα για ένα σύστημα peer-to-peer είναι η ευκολία κλιμάκωσής του. Η διαδικασία peer-to-peer μεταφοράς ενός αρχείου είναι από τη φύση της κλιμακούμενη, αλλά η πραγματική δυσκολία έγκειται στην εύρεση του κόμβου που διαθέτει το αρχείο. Δίκτυα Διευθυνσιοδότησης σύμφωνα με το Περιεχόμενο (ContentAddressable Networks - CANs) είναι τα δίκτυα που χρησιμοποιούν ένα σχήμα δεικτοδότησης για την αντιστοίχιση ονομάτων αρχείων σε θέση στο σύστημα. (Stuart E. Schechter et al, 2003)

Τα CANs, εκτός από τα συστήματα peer-to-peer, βρίσκουν εφαρμογή και σε συστήματα οργάνωσης αποθήκευσης μεγάλης κλίμακας, όπως το OceanStore, το Farsite και το Publius. Και αυτά τα συστήματα απαιτούν αποδοτική εισαγωγή και ανάκτηση περιεχομένου σε μία μεγάλη κατακεντρωμένη υποδομή αποθήκευσης και έτσι ένας εύκολα κλιμακούμενος μηχανισμός δεικτοδότησης είναι απαραίτητος.

Μια άλλη πιθανή εφαρμογή των CANs θα μπορούσε να είναι η κατασκευή υπηρεσιών ανάλυσης ονόματος (name resolution) ευρείας κλίμακας, οι οποίες, σε αντίθεση με το DNS, θα αποσυνδέουν το σχήμα της ονοματοδοσίας από τη διαδικασία της ανάλυσης ονόματος και έτσι θα επιτρέπουν τη χρήση αυθαίρετων και ανεξάρτητων από τη θέση σχημάτων ονοματοδοσίας. Γενικά, σκοπός των CANs (και ειδικότερα της αφαιρετικής δομής ενός πίνακα κατακερματισμού) είναι να χρησιμοποιηθούν σαν σχεδιαστικό εργαλείο από τους σχεδιαστές Διαδικτύου για την ανάπτυξη νέων εφαρμογών και μοντέλων επικοινωνίας. (Chris McKean, 2001)

Ένα CAN αποτελεί κλειδί. Αυτός ο CAN σχεδιασμός είναι εντελώς κατακεντρωμένος (δεν απαιτείται καμιάς μορφής κεντρικός έλεγχος, συνεργασία ή ρύθμιση), κλιμακούμενος (οι κόμβοι διατηρούν μονάχα μια μικρή ποσότητα της πληροφορίας ελέγχου, η οποία είναι ανεξάρτητη από τον αριθμό των κόμβων στο σύστημα) και ανεκτικός σε σφάλματα (οι κόμβοι μπορούν να συνεχίζουν τη δρομολόγηση παρά τις αποτυχίες). Επίσης, δε χρησιμοποιεί καμιά μορφή ιεραρχικής δομής ονοματοδοσίας (όπως το DNS ή η IP δρομολόγηση), για να πετύχει καλή κλιμάκωση και μπορεί να υλοποιηθεί εξολοκλήρου σε επίπεδο εφαρμογής. (ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΔΗΣ Π. 2001)

## Ένας συγκεκριμένος CAN σχεδιασμός

Το κυριότερο στοιχείο αυτής της σχεδίασης είναι ένας εικονικός d-διάστατος καρτεσιανός χώρος συντεταγμένων. Σε κάθε χρονική στιγμή ολόκληρος ο χώρος κατανέμεται δυναμικά ανάμεσα σε όλους τους κόμβους του συστήματος, έτσι ώστε κάθε κόμβος να έχει τη δική του ζώνη μέσα στο χώρο. (Stuart E. Schechter et al, 2003)

Αυτός ο εικονικός χώρος συντεταγμένων χρησιμοποιείται, για να αποθηκεύσει ζεύγη (κλειδί, τιμή). Για την αποθήκευση του ζεύγους (K1,V1), το κλειδί K1 αντιστοιχίζεται συγκεκριμένα σε ένα σημείο P του χώρου με τη χρήση μιας ομοιόμορφης συνάρτησης κατακερματισμού. Το ζεύγος (K1,V1) θα αποθηκευτεί στον κόμβο, ο οποίος κατέχει τη ζώνη, στην οποία «πέφτει» το σημείο P. Για την ανάκτηση του αντικειμένου με κλειδί K1, ο εκάστοτε κόμβος μπορεί να εφαρμόσει την ίδια συνάρτηση κατακερματισμού, για να αντιστοιχίσει το κλειδί K1 στο σημείο P και μετά να ανακτήσει την αντίστοιχη τιμή από το P. Εάν το σημείο P δεν ανήκει στον κόμβο που κάνει την αναζήτηση ή στους γείτονές του, η αίτηση πρέπει να δρομολογηθεί μέσω της CAN υποδομής μέχρι να φτάσει στον κόμβο με τη ζώνη που περιέχει το P. Συνεπώς, η αποδοτική δρομολόγηση είναι ένα κρίσιμο κομμάτι του CAN. (Κρεμμύδας Ν.,2005)

Οι κόμβοι στο CAN αυτο-διοργανώνονται σε ένα υπερκείμενο δίκτυο, το οποίο αναπαριστά τον εικονικό χώρο συντεταγμένων. Κάθε κόμβος μαθαίνει και διατηρεί τις IP διευθύνσεις των κόμβων που κατέχουν τις ζώνες, οι οποίες γειτονεύουν στο χώρο των συντεταγμένων με τη δική του ζώνη. Αυτό το σύνολο των άμεσων γειτόνων στο χώρο ουσιαστικά είναι ένας πίνακας δρομολόγησης που επιτρέπει τη δρομολόγηση ανάμεσα σε δύο αυθαίρετα σημεία στο χώρο.

### Δρομολόγηση στο CAN

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, ένας κόμβος CAN διατηρεί έναν πίνακα δρομολόγησης με τις IP διευθύνσεις και εικονικές ζώνες όλων των άμεσων γειτόνων του στο χώρο των συντεταγμένων. Σε έναν d-διάστατο χώρο δύο κόμβοι είναι γειτονικοί, εάν τα διαστήματα των συντεταγμένων τους δεν επικαλύπτονται για  $d - 1$  διαστάσεις και συνορεύουν κατά μήκος μίας μόνο διάστασης. Έτσι, ο κόμβος 5 είναι

γείτονας του κόμβου 1, ενώ ο κόμβος 6 δεν είναι γείτονας του κόμβου 1. (Stuart E. Schechter et al, 2003)

Αυτή η πληροφορία είναι αρκετή για τη δρομολόγηση ανάμεσα σε δύο αυθαίρετα σημεία στο χώρο των συντεταγμένων, εφόσον ένα μήνυμα CAN περιλαμβάνει τις συντεταγμένες του προορισμού του. Χρησιμοποιώντας τις συντεταγμένες των γειτόνων του, ένας κόμβος δρομολογεί ένα μήνυμα προς τον προορισμό του προωθώντας το στο γείτονα με τις πλησιέστερες συντεταγμένες στις συντεταγμένες του προορισμού. Για ένα χώρο  $d$  διαστάσεων χωρισμένο σε  $n$  ίσες ζώνες, το μέσο μήκος μονοπατιού δρομολόγησης είναι: (Chris McKean, 2001)

$(d / 4)(n^{1/d})$  βήματα και κάθε κόμβος διατηρεί  $2d$  γείτονες.

Συνεπώς, σε έναν τέτοιο χώρο μπορούμε να αυξήσουμε τον αριθμό των κόμβων (άρα και των ζωνών) χωρίς να αυξάνουμε την πληροφορία ανά κόμβο, ενώ το μέσο μήκος μονοπατιού θα αυξάνει με πολυπλοκότητα  $O(n^{1/d})$ .

Επιπλέον, υπάρχουν προφανέστατα πολλά διαφορετικά μονοπάτια ανάμεσα σε δύο σημεία στο χώρο, πράγμα που σημαίνει ότι, εάν ο γείτονας ενός κόμβου είναι «νεκρός», ο κόμβος μπορεί αυτόματα να δρομολογήσει την αίτησή του κατά μήκος της επόμενης καλύτερης διαδρομής. Εάν, ωστόσο, ένας κόμβος χάσει όλους τους γείτονές του προς μία συγκεκριμένη κατεύθυνση και οι διορθωτικοί μηχανισμοί που περιγράφονται αργότερα δεν καταφέρουν να γεμίσουν το κενό που δημιουργείται στο χώρο των συντεταγμένων, τότε η «άπληστη» προώθηση μπορεί να αποτύχει προσωρινά. Σε αυτήν την περίπτωση, ο κόμβος μπορεί να χρησιμοποιήσει μια επεκτεινόμενη αναζήτηση δακτυλίου (με ελεγχόμενη πλημμύρα στο unicast υπερκείμενο πλέγμα CAN), για να εντοπίσει έναν κόμβο που είναι πλησιέστερα στον προορισμό από τον εαυτό του. Έπειτα, το μήνυμα προωθείται σε αυτόν τον κόμβο και επαναφέρεται η «άπληστη» προώθηση. (Sandy Chong et al 2007)

Όλοι οι κόμβοι σε ένα CAN κατέχουν τη δική τους ζώνη. Για να επιτραπεί σε ένα CAN να αυξήσει τον αριθμό των κόμβων του, κάθε καινούριος κόμβος που προσχωρεί στο σύστημα θα πρέπει να αποκτήσει τη δικιά του ζώνη στο χώρο των συντεταγμένων. Αυτό μπορεί να γίνει, εφόσον ένας ήδη υπάρχων κόμβος χωρίσει στη μέση τη δική του ζώνη και παραχωρήσει τη μισή στον καινούριο κόμβο.

Συγκεκριμένα, η διαδικασία ολοκληρώνεται σε τρία βήματα: (ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΔΗΣ Π. 2001)

- Ο νέος κόμβος βρίσκει έναν ήδη υπάρχοντα κόμβο στο CAN :

Ένας νέος κόμβος CAN πρώτα ανακαλύπτει την IP διεύθυνση ενός οποιουδήποτε κόμβου στο σύστημα. Η λειτουργία του CAN δεν εξαρτάται από τον τρόπο που γίνεται αυτό. Υποθέτουμε ότι ένα CAN έχει ένα DNS όνομα δικτύου, το οποίο αναλύεται στην IP διεύθυνση ενός ή περισσότερων κόμβων αρχικοποίησης (bootstrap nodes) του CAN. Ένας κόμβος αρχικοποίησης διατηρεί μια μερική λίστα των κόμβων CAN που πιστεύει ότι ανήκουν στο σύστημα. Για να προσχωρήσει στο CAN, ο νέος κόμβος αναζητά το όνομα δικτύου του CAN στο DNS, για να αποκτήσει την IP διεύθυνση ενός κόμβου αρχικοποίησης. Στη συνέχεια, ο κόμβος αρχικοποίησης δίνει τις IP διευθύνσεις μερικών τυχαία επιλεγόμενων κόμβων του συστήματος. (ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΔΗΣ Π. 2001)

- Με χρήση των μηχανισμών δρομολόγησης CAN βρίσκει έναν κόμβο, του οποίου η ζώνη θα μοιραστεί :

Ο νέος κόμβος επιλέγει τυχαία ένα σημείο P στο χώρο και στέλνει μία JOIN αίτηση με προορισμό το σημείο P. Αυτό το μήνυμα στέλνεται στο CAN μέσω οποιουδήποτε υπάρχοντος κόμβου CAN και προωθείται σύμφωνα με τους μηχανισμούς δρομολόγησης CAN στον κόμβο που είναι υπεύθυνος για το P. Αυτός ο κόμβος χωρίζει τη ζώνη του στα δύο και αναθέτει το ένα κομμάτι στον καινούριο κόμβο. Αυτός ο χωρισμός γίνεται υποθέτοντας μια συγκεκριμένη ταξινόμηση των διαστάσεων για την επιλογή της διάστασης που θα χωριστεί, έτσι ώστε οι ζώνες να μπορούν να ενωθούν, όταν κόμβοι αποχωρούν από το σύστημα. Έτσι, σε ένα διδιάστατο χώρο μια ζώνη πρώτα θα χωριζόταν κατά την X διάσταση, μετά κατά την Y κ.ο.κ. Τα ζεύγη (κλειδί, τιμή) της μισής ζώνης που παραχωρείται μεταφέρονται στον καινούριο κόμβο. (Dan S. Wallach, 2003)

- Οι γείτονες της ζώνης που μοιράστηκε ενημερώνονται, ώστε να συμπεριληφθεί στη δρομολόγηση ο νέος κόμβος :

Αφού έχει αποκτήσει τη ζώνη του, ο νέος κόμβος μαθαίνει τις IP διευθύνσεις των γειτόνων του από τον κόμβο που του παραχώρησε τη μισή ζώνη του. Προφανώς, και αυτός ο κόμβος ανήκει στο σύνολο των γειτόνων του νέου κόμβου και πρέπει και αυτός να ανανεώσει τη λίστα των γειτόνων του και να διαγράψει αυτούς που δεν

ανήκουν πλέον σε αυτή. Τέλος, οι γείτονες του νέου και του παλιού κόμβου πρέπει να ενημερωθούν για την αλλαγή στο χώρο των συντεταγμένων. (Stuart E. Schechter et al, 2003)

Κάθε κόμβος στο σύστημα στέλνει ένα άμεσο μήνυμα ενημέρωσης στους γείτονές του, ακολουθούμενο από περιοδικές ανανεώσεις, με περιεχόμενο τη ζώνη που του έχει ανατεθεί τη δεδομένη χρονική στιγμή. Αυτές οι "soft-state style" ενημερώσεις εξασφαλίζουν ότι όλοι οι γείτονες θα μάθουν γρήγορα τις τυχόν αλλαγές και θα ενημερώσουν ανάλογα το σύνολο των γειτόνων τους.

Η πρόσθεση καινούριων κόμβων επηρεάζει μόνο ένα μικρό αριθμό κόμβων σε μια μικρή περιοχή του χώρου των συντεταγμένων. Ο αριθμός των γειτόνων ενός κόμβου εξαρτάται μόνο από τις διαστάσεις του χώρου και είναι ανεξάρτητος του συνολικού αριθμού των κόμβων στο σύστημα. Έτσι, η εισαγωγή ενός κόμβου επηρεάζει μόνο  $O(\text{αριθμός διαστάσεων})$  υπάρχοντες κόμβους, πράγμα πολύ σημαντικό για ένα CAN με πάρα πολλούς κόμβους. (Stuart E. Schechter et al, 2003)

#### *Αποχώρηση κόμβου, ανάκαμψη και διατήρηση του CAN*

Όταν κόμβοι αποχωρούν από ένα CAN, είναι απαραίτητο να διασφαλίζεται ότι οι ζώνες που είχαν καταλάβει θα περάσουν υπό την επίβλεψη των κόμβων που παραμένουν. Αυτό γίνεται με την παραχώρηση της ζώνης και της βάσης δεδομένων (κλειδί, τιμή) που συνδέεται με αυτήν σε κάποιον από τους γείτονες του αποχωρούντος κόμβου. Εάν η ζώνη ενός γείτονα μπορεί να ενωθεί με τη ζώνη του αποχωρούντος κόμβου παράγοντας μία έγκυρη ζώνη, τότε γίνεται η ένωση. Εάν αυτό δεν είναι δυνατό, τότε η ζώνη παραχωρείται στο γείτονα με τη μικρότερη ζώνη, ο οποίος προσωρινά θα μεταχειρίζεται δύο ζώνες. (Stephanos Andoutsellis-Theotokis and Diomidis Spinellis, 2001)

Το CAN πρέπει επίσης να παραμένει σταθερό παρά τις αποτυχίες κόμβων ή δικτύου (όταν ένας ή περισσότεροι κόμβοι χάνουν συνδεσιμότητα). Αυτό ρυθμίζεται με έναν άμεσο αλγόριθμο απόκτησης ελέγχου, ο οποίος διασφαλίζει ότι ένας γείτονας του νεκρού κόμβου θα αναλάβει τη ζώνη του. Ωστόσο, σε αυτήν την περίπτωση τα ζεύγη (κλειδί, τιμή) του νεκρού κόμβου χάνονται μέχρι να ανανεωθεί η κατάσταση από τους κόμβους που κρατούν τα δεδομένα. (Κρεμμύδας Ν.,2005)



Υπό κανονικές συνθήκες ένας κόμβος στέλνει περιοδικά μηνύματα ανανέωσης σε κάθε έναν από τους γείτονές του περικλείοντας τις συντεταγμένες της ζώνης του και τη λίστα των γειτόνων του με τις συντεταγμένες των ζωνών τους. Μία παρατεταμένη απουσία ενός τέτοιου μηνύματος από ένα γείτονα ερμηνεύεται ως αποτυχία κόμβου.

Μόλις ένας κόμβος αποφασίσει ότι ένας γείτονας του είναι νεκρός, ξεκινά το μηχανισμό κατάληψης μαζί με ένα χρονιστή απόκτησης ελέγχου. Κάθε γείτονας του νεκρού κόμβου θα δράσει ανάλογα, με τον χρονιστή ενεργοποιημένο σε αναλογία με το μέγεθος της ζώνης του. Όταν ο χρονιστής αποπνέει, ο κόμβος στέλνει ένα μήνυμα TAKEOVER μαζί με το μέγεθος της ζώνης του σε όλους τους γείτονες του νεκρού κόμβου. (Stuart E. Schechter et al, 2003)

Λαμβάνοντας ένα μήνυμα TAKEOVER, κάθε κόμβος ακυρώνει τον χρονιστή του, εάν το μέγεθος της ζώνης στο μήνυμα είναι μικρότερο από το μέγεθος της δικής του ζώνης. Διαφορετικά, απαντά με το δικό του μήνυμα TAKEOVER. Με αυτόν τον τρόπο, επιλέγεται ο γείτονας-κόμβος που είναι ζωντανός και έχει τη μικρότερη ζώνη σε μέγεθος. Στην περίπτωση που «πέσουν» ταυτόχρονα πολλοί διπλανοί κόμβοι, είναι δυνατό να ανιχνευτεί η αποτυχία, εάν λιγότεροι από τους μισούς γείτονες του νεκρού κόμβου είναι ακόμα προσιτοί. Εάν ένας κόμβος αναλάβει μια άλλη ζώνη υπό αυτές τις συνθήκες, μπορεί το CAN να γίνει ασυνεπές. Σε αυτήν την περίπτωση, πριν πυροδοτηθεί ο μηχανισμός διόρθωσης, ο κόμβος ξεκινά μια επεκτεινόμενη αναζήτηση δακτυλίου για κόμβους που βρίσκονται πέρα από την περιοχή αποτυχίας και έτσι αποκτά ξανά την απαραίτητη πληροφορία για τους γειτονικούς κόμβους και μπορεί να εκκινήσει πάλι την κατάληψη με ασφάλεια. (Stephanos Andoutsellis-Theotokis and Diomidis Spinellis, 2001)

Τέλος, και η κανονική διαδικασία αποχώρησης και ο άμεσος αλγόριθμος κατάληψης μπορούν να καταλήξουν σε έναν κόμβο που κρατά περισσότερες από μία ζώνες. Για να αποφευχθεί περαιτέρω τεμαχισμός του χώρου, ένας παρασκηνιακός αλγόριθμος συναρμολόγησης ζωνών τρέχει, για να διασφαλίσει ότι το CAN θα τείνει πάλι σε μία ζώνη ανά κόμβο. (Chaffey Dave 2002)

Ανάμεσα στα προβλήματα που αντιμετωπίζει το CAN είναι η αντοχή του σε επιθέσεις DoS. Αυτό το πρόβλημα είναι ιδιαίτερα δύσκολο στην αντιμετώπιση, γιατί ένας κακόβουλος κόμβος μπορεί να συμπεριφέρεται και σαν πελάτης και σαν

εξυπηρετητής. Έτσι, η έρευνα για ασφαλή CAN ακόμα συνεχίζεται. Επιπλέον, γίνεται προσπάθεια, ώστε να επεκταθούν οι CAN αλγόριθμοι και να χειρίζονται και μεταβαλλόμενο περιεχόμενο.

### **Kademlia**

Το Kademlia είναι ένα peer-to-peer σύστημα αποθήκευσης και αναζήτησης ζευγών (κλειδί, τιμή). Βασικό χαρακτηριστικό του είναι ότι ελαχιστοποιεί τον αριθμό των μηνυμάτων ρύθμισης που πρέπει να στείλουν οι κόμβοι, για να μάθουν όσα χρειάζεται να ξέρουν για τους άλλους κόμβους. Οι πληροφορίες ρύθμισης εξαπλώνονται αυτόματα, καθώς διεξάγονται οι αναζητήσεις κλειδιών. (Stuart E. Schechter et al, 2003)

Επιπλέον, οι κόμβοι έχουν την απαραίτητη γνώση και ευελιξία, ώστε να δρομολογούν ερωτήσεις μέσω διαδρομών χαμηλής καθυστέρησης. Το Kademlia χρησιμοποιεί παράλληλα ασύγχρονα ερωτήματα, για να αποφύγει καθυστερήσεις λήξης χρόνου από νεκρούς κόμβους και ο αλγόριθμος με τον οποίο ενημερώνονται οι κόμβοι για την κατάσταση των άλλων κόμβων στο σύστημα είναι ανθεκτικός απέναντι στη βασική επίθεση DoS. (Steve Bellovin, 2001)

Τα κλειδιά στο Kademlia είναι λέξεις των 160 bits (πχ ο SHA-1 κατακερματισμός μεγαλύτερων δεδομένων). Κάθε ένας από τους συμμετέχοντες στο σύστημα υπολογιστές έχει ένα node ID σε έναν χώρο κλειδιών των 160 bits. Τα ζεύγη (κλειδί, τιμή) αποθηκεύονται σε κόμβους με IDs «κοντά» στο κλειδί. Τέλος, ο αλγόριθμος δρομολόγησης βασίζεται στα node IDs και επιτρέπει τον εντοπισμό των εξυπηρετητών κοντά σε ένα κλειδί-προορισμό από κάθε κόμβο. (Chris McKean, 2001)

Ένα από τα καινοτόμα στοιχεία του Kademlia είναι η XOR τεχνική μέτρησης της απόστασης ανάμεσα σε δύο σημεία στο χώρο των κλειδιών. Η XOR τεχνική είναι συμμετρική και επιτρέπει στους κόμβους του Kademlia να λαμβάνουν ερωτήσεις αναζήτησης από ακριβώς την ίδια κατανομή κόμβων που περιέχεται στους πίνακες δρομολόγησης τους. Ένας κόμβος Kademlia μπορεί να στείλει ερώτηση σε οποιονδήποτε κόμβο εντός ενός διαστήματος και έτσι μπορεί να επιλέξει διαδρομές ανάλογα με την καθυστέρηση ή ακόμα και να στείλει παράλληλα ασύγχρονες ερωτήσεις. Για τον εντοπισμό κόμβων κοντά σε ένα συγκεκριμένο ID το Kademlia

χρησιμοποιεί έναν απλό αλγόριθμο δρομολόγησης από την αρχή μέχρι το τέλος (άλλα συστήματα χρησιμοποιούν έναν αλγόριθμο για να πλησιάσουν το ID-στόχο και έναν άλλο για τα τελευταία λίγα βήματα). (Stuart E. Schechter et al, 2003)

Κάθε κόμβος Kademlia έχει ένα node ID των 160 bits. Κάθε μήνυμα που μεταδίδεται από έναν κόμβο περιλαμβάνει και το node ID του, επιτρέποντας κατ' αυτόν τον τρόπο στον παραλήπτη να καταγράψει την ύπαρξη του αποστολέα. Τα κλειδιά είναι και αυτά αναγνωριστικά των 160 bits. Για τη δημοσίευση και την εύρεση ζευγών (κλειδί, τιμή) το Kademlia χρησιμοποιεί μια δική του έννοια για την απόσταση ανάμεσα σε δύο αναγνωριστικά. Δεδομένου δύο αναγνωριστικών των 160 εκφρασμένο σαν ακέραιο,  $d(x, y) = x \text{ XOR } y$ .

Το XOR είναι μονοκατευθυντικό. Για κάθε δεδομένο σημείο  $x$  και απόσταση  $\Delta > 0$ , υπάρχει ένα και μόνο σημείο  $y$ , για το οποίο ισχύει  $d(x, y) = \Delta$ . Η μονοκατευθυντικότητα εξασφαλίζει ότι όλες οι αναζητήσεις για το ίδιο κλειδί θα συγκλίνουν στην ίδια διαδρομή ανεξάρτητα του κόμβου που την ξεκίνησε. Έτσι, η προσωρινή αποθήκευση ζευγών (κλειδί, τιμή) κατά μήκος της διαδρομής αναζήτησης μπορεί να ανακουφίσει τα δημοφιλή ζεύγη. Τέλος, η XOR τοπολογία είναι συμμετρική ( $x, y: d(x, y) = d(y, x)$ ). (ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΔΗΣ Π. 2001)

### **Πληροφορία ανά κόμβο**

Οι κόμβοι Kademlia αποθηκεύουν πληροφορίες επικοινωνίας με τους άλλους κόμβους, για να δρομολογούν μηνύματα-ερωτήσεις. Για κάθε  $0 \leq i < 160$ , κάθε κόμβος διατηρεί μια λίστα από τριπλέτες του τύπου (IP διεύθυνση, UDP πόρτα, node ID) για κόμβους με απόσταση  $2^i$  και  $2^{i+1}$  από τον εαυτό του. Αυτές οι λίστες καλούνται  $k$ -κάδοι ( $k$ -buckets). Κάθε  $k$ -κάδος κρατείται ταξινομημένος σύμφωνα με το χρόνο τελευταίας συνάντησης. Στην κεφαλή της λίστας βρίσκεται ο κόμβος που «ακούστηκε» νωρίτερα και στην ουρά ο κόμβος που «ακούστηκε» πιο πρόσφατα. Για μικρές τιμές του  $i$ , οι  $k$ -κάδοι θα είναι γενικά άδειοι, αφού δε θα υπάρχουν οι αντίστοιχοι κόμβοι. Για μεγάλες τιμές του  $i$ , οι λίστες μπορούν να φτάσουν μέχρι και μέγεθος  $k$ , όπου  $k$  είναι η παράμετρος αντιγραφής του συστήματος. Το  $k$  επιλέγεται έτσι ώστε οποιοδήποτε  $k$  κόμβοι να μην βρίσκονται μεταξύ τους σε περισσότερο από μία ώρα απόσταση. (Chris McKean, 2001)

Όταν ένας κόμβος Kademlia λαμβάνει ένα μήνυμα (αίτηση ή απάντηση) από έναν άλλο κόμβο, ενημερώνει τον αντίστοιχο  $k$ -κάδο με το node ID του αποστολέα.

Εάν τα στοιχεία του κόμβου αποστολέα υπάρχουν ήδη στον k-κάδο του παραλήπτη, τότε ο παραλήπτης μεταφέρει την τριπλέτα στην ουρά της λίστας. Εάν δεν υπάρχουν και ο k-κάδος έχει λιγότερες από k στοιχεία, τότε ο παραλήπτης απλά εισάγει τον αποστολέα στην ουρά της λίστας. Αν πάλι ο k-κάδος είναι γεμάτος, τότε ο παραλήπτης κάνει ring στον τελευταίο κόμβο από τον οποίο «άκουσε», για να αποφασίσει τι θα κάνει. Εάν αυτός ο κόμβος δεν απαντήσει, διαγράφεται από τον κάδο και εισάγεται στην ουρά της λίστας ο νέος αποστολέας. Διαφορετικά, μεταφέρεται στην ουρά της λίστας και ο νέος αποστολέας απορρίπτεται από τον κάδο. (Dan S. Wallach, 2003)

Οι k-κάδοι υλοποιούν αποδοτικά μια τεχνική απόρριψης του κόμβου που συναντήθηκε λιγότερο πρόσφατα χωρίς να απομακρύνουν ζωντανούς κόμβους. Αυτή η προτίμηση για παλιές επαφές πηγάζει από μία ανάλυση, κατά την οποία, όσο περισσότερο είναι ζωντανός ένας κόμβος, τόσο περισσότερο πιθανό είναι να παραμείνει ζωντανός για άλλη μια ώρα. Έτσι, κρατώντας τις παλιότερες επαφές στους κάδους οι k-κάδοι μεγιστοποιούν την πιθανότητα να περιέχουν κόμβους που θα παραμένουν συνδεδεμένοι. (Chris McKean, 2001)

Ένα δεύτερο πλεονέκτημα των k-κάδων είναι ότι παρέχουν ασφάλεια απέναντι σε συγκεκριμένες επιθέσεις DoS. Κανείς δεν μπορεί να εξαφανίσει την πληροφορία δρομολόγησης που φυλάει ένας κόμβος πλημμυρίζοντας το σύστημα με νέους κόμβους, γιατί οι νέοι κακόβουλοι κόμβοι θα εισαχθούν στους k-κάδους μόνο όταν αποχωρήσουν από το σύστημα οι παλιοί κόμβοι. (Chaffey Dave 2002)

## **Πρωτόκολλο Kademia**

Το πρωτόκολλο Kademia περιλαμβάνει τέσσερις απομακρυσμένες κλήσεις διαδικασίας (Remote Procedure Calls – RPCs): PING, STORE, FIND\_NODE και FIND\_VALUE. (ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΔΗΣ Π. 2001)

Η PING RPC επιχειρεί να μάθει εάν ένας κόμβος είναι συνδεδεμένος. Η STORE δίνει την εντολή σε έναν κόμβο να αποθηκεύσει ένα ζεύγος (κλειδί, τιμή), για να ανακτηθεί αργότερα. (Stephanos Andoutsellis-Theotokis and Diomidis Spinellis, 2001)

Η FIND\_NODE παίρνει ένα ID των 160 bits σαν όρισμα. Ο παραλήπτης της RPC επιστρέφει μια τριπλέτα (διεύθυνση IP, UDP πόρτα, node ID) για τους k

κόμβους που γνωρίζει ότι είναι κοντύτερα στον στόχο-ID. Αυτή η τριπλέτα μπορεί να προέρχεται από έναν και μόνο κάδο, ή μπορεί να προέρχεται από πολλούς κάδους, εάν ο κοντινότερος k-κάδος δεν είναι γεμάτος. Σε κάθε περίπτωση, ο παραλήπτης RPC πρέπει να στείλει k τεμάχια, εκτός εάν υπάρχουν λιγότεροι από k κόμβοι σε όλους συνολικά τους κάδους του, οπότε και στέλνει πληροφορία μόνο για τους κόμβους που γνωρίζει.

Η FIND\_VALUE συμπεριφέρεται σαν την FIND\_NODE –επιστρέφει και αυτή τριπλέτες- με μία εξαίρεση. Εάν ο παραλήπτης RPC έχει λάβει κλήση STORE για το κλειδί, απλά επιστρέφει την αποθηκευμένη τιμή. (Stuart E. Schechter et al, 2003)

Σε όλα τα RPCs, ο παραλήπτης πρέπει να συμπεριλάβει ένα τυχαίο RPC ID των 160 bits, το οποίο παρέχει κάποια αντίσταση σε απόπειρες πλαστογραφίας. Τα PINGs μπορούν επίσης να γίνουν riddy-backed σε απαντήσεις RPC, έτσι ώστε ο παραλήπτης RPC να λάβει μια επιπλέον επιβεβαίωση της διεύθυνσης δικτύου του αποστολέα. Η πιο σημαντική εργασία για έναν κόμβο Kademia είναι ο εντοπισμός των k κοντινότερων κόμβων σε ένα δεδομένο ID. Αυτή η εργασία καλείται αναζήτηση κόμβου. Το Kademia εφαρμόζει έναν αναδρομικό αλγόριθμο για τις αναζητήσεις κόμβων. Ο κόμβος – εκκινήτης της αναζήτησης – (τον ονομάζουμε αρχικό) διαλέγει a κόμβους από τον κοντινότερο μη-άδειο k-κάδο του. Εάν ο κάδος έχει λιγότερα από a στοιχεία, παίρνει απλά του κοντινότερους a κόμβους που γνωρίζει. Ο αρχικός στέλνει στη συνέχεια παράλληλα και ασύγχρονα FIND\_NODE RPCs στους a κόμβους που έχει επιλέξει. Το a είναι μια παράμετρος ταυτοχρονισμού του συστήματος. (Steve Bellovin. 2001)

Συμπερασματικά λόγω της πρωτότυπης τοπολογίας που βασίζεται στο XOR μέτρο απόστασης, το Kademia είναι ένα σύστημα peer-to-peer που συνδυάζει συνέπεια, απόδοση, δρομολόγηση με ελαχιστοποιημένη καθυστέρηση και συμμετρική, μονοκατευθυντική τοπολογία. Επιπλέον, εισάγει μία παράμετρο ταυτοχρονισμού, a, που επιτρέπει την επιλογή ανάμεσα σε εύρος ζώνης για την ασύγχρονη επιλογή του βήματος με την ελάχιστη καθυστέρηση και σε ανάκαμψη από αποτυχίες ανεξαρτήτως χρόνου. Τέλος, το Kademia είναι το πρώτο σύστημα peer-to-peer το οποίο εκμεταλλεύεται το γεγονός ότι οι αποτυχίες κόμβων είναι αντίστροφα

σχετιζόμενες με το χρονικό διάστημα που οι ίδιοι κόμβοι είναι ζωντανοί. (Stuart E. Schechter et al, 2003)

## **Tapestry**

Το Tapestry είναι μια επεκτάσιμη υποδομή, η οποία παρέχει αποκεντρωμένο εντοπισμό και δρομολόγηση ενός αντικειμένου (Decentralized Object Location and Routing – DOLR). Το DOLR interface εστιάζει στη δρομολόγηση μηνυμάτων σε τελικά σημεία, όπως είναι οι κόμβοι και τα αντίγραφα αντικειμένων. Το DOLR παρέχει εικονικούς πόρους, αφού τα τελικά σημεία παίρνουν ονόματα αναγνωριστικών κωδικοποιώντας μηδενική πληροφορία για τη φυσική τους θέση. Με αυτήν την υλοποίηση επιτρέπεται η παράδοση μηνυμάτων σε κινητά τελικά σημεία ή αντίγραφα τελικών σημείων κατά την παρουσία αστάθειας στην υποκείμενη υποδομή. Σαν αποτέλεσμα, ένα δίκτυο DOLR παρέχει μια απλή πλατφόρμα πάνω στην οποία μπορούν να υλοποιηθούν κατανεμημένες εφαρμογές, ενώ μπορεί να αγνοηθεί η δυναμικότητα του δικτύου. Ήδη το Tapestry έχει κάνει δυνατή την ανάπτυξη εφαρμογών αποθήκευσης μεγάλης κλίμακας όπως το OceanStore και συστημάτων multicast διανομής όπως το Bayeux. (Chris McKean, 2001)

Το Tapestry χρησιμοποιεί προσαρμοστικούς αλγόριθμους, για να επιδείξει αντοχή σε λάθη, καθώς αλλάζει το σώμα μελών του δικτύου και γίνονται δικτυακά λάθη. Η αρχιτεκτονική του είναι τμηματική και περιλαμβάνει μια εκτεταμένη λειτουργικότητα "upcall" γύρω από έναν απλό, υψηλής απόδοσης δρομολογητή. Αυτό το API επιτρέπει στους προγραμματιστές να αναπτύξουν και να επεκτείνουν την υπερκείμενη λειτουργικότητα, όταν η βασική λειτουργικότητα DOLR είναι ανεπαρκής για την εφαρμογή τους. (Κρεμμύδας Ν.,2005)

Το Tapestry επιτρέπει στις εφαρμογές να τοποθετούν αντικείμενα ανάλογα με τις ανάγκες τους και δε ρυθμίζει, όπως άλλα συστήματα peer-to-peer, τον αριθμό και τη θέση των αντιγράφων των αντικειμένων μέσω ενός DHT interface. Το Tapestry «δημοσιεύει» δείκτες θέσης μέσα στο δίκτυο, για να διευκολυνθεί η δρομολόγηση στα αντικείμενα που έχουν μικρή διασπορά στο δίκτυο. Αυτή η τεχνική δίνει στο Tapestry ιδιότητες τοπικότητας: οι ερωτήσεις για κοντινά αντικείμενα ικανοποιούνται γενικά σε χρόνο ανάλογο της απόστασης ανάμεσα στην πηγή της ερώτησης και στο πλησιέστερο αντίγραφο του αντικειμένου. (Stuart E. Schechter et al, 2003)

Το Tapestry είναι υλοποιημένο σε Java και υπό κανονικές συνθήκες το σχετικό κόστος καθυστέρησης (relative delay penalty – RPD) για τον εντοπισμό δύο κινητών τελικών σημείων είναι το πολύ δύο σε μία μεγάλη περιοχή. Σύμφωνα με τις προσομοιώσεις, οι λειτουργίες του Tapestry είναι επιτυχείς σχεδόν κατά το 100% του χρόνου, ενώ υπό συνεχείς δικτυακές αλλαγές και υπό μαζικές αποτυχίες ή προσχωρήσεις παρουσιάζουν μικρές περιόδους υποβαθμισμένης επίδοσης (όσο διαρκεί η αυτο-διόρθωση). Αυτά τα αποτελέσματα καταστούν το Tapestry ικανό να λειτουργήσει σαν μία υπηρεσία μακράς διάρκειας σε δυναμικά και επιρρεπή σε λάθη δίκτυα όπως το Διαδίκτυο. (Dan S. Wallach, 2003)

### **Στρώμα μεταφοράς (Transport layer)**

Το στρώμα μεταφοράς παρέχει την αφαίρεση των καναλιών επικοινωνίας ανάμεσα σε έναν υπερκείμενο κόμβο και σε έναν άλλο. Χρησιμοποιώντας τις δυνατότητες του εκάστοτε λειτουργικού συστήματος είναι δυνατές πολλές υλοποιήσεις καναλιών. Αυτή τη στιγμή υποστηρίζονται δύο υλοποιήσεις (TCP/IP και (UDP)/IP).

Στρώμα γειτονικών συνδέσεων (Neighbor link layer): Πάνω από το στρώμα μεταφοράς είναι το στρώμα γειτονικών συνδέσεων. Παρέχει ασφαλείς αλλά αναξιόπιστες υπηρεσίες δεδομενογραφήματος στα παραπάνω στρώματα συμπεριλαμβανομένου του τεμαχισμού και της συναρμολόγησης μεγάλων μηνυμάτων. Την πρώτη φορά που ένα υψηλότερο στρώμα επιθυμεί να επικοινωνήσει με έναν άλλο κόμβο πρέπει να δώσει στο στρώμα γειτονικών συνδέσεων τη φυσική διεύθυνση (IP διεύθυνση και πόρτα) του προορισμού. Εάν επιθυμείται ένα ασφαλές κανάλι, πρέπει να δώσει επίσης ένα δημόσιο κλειδί για τον απομακρυσμένο κόμβο. Το στρώμα γειτονικών συνδέσεων χρησιμοποιεί αυτή την πληροφορία, για να εγκαταστήσει μια σύνδεση με τον απομακρυσμένο κόμβο. (Stuart E. Schechter et al, 2003)

Οι συνδέσεις ανοίγονται υπό αίτηση ανώτερων επιπέδων του Tapestry. Για να αποφευχθεί η κατάχρηση πόρων του λειτουργικού συστήματος που δεν αφθονούν, όπως οι δείκτες σε αρχεία, το στρώμα γειτονικών συνδέσεων μπορεί να κλείνει περιοδικά μερικές συνδέσεις. Οι κλεισμένες συνδέσεις ανοίγονται υπό αίτηση. Μια σημαντική λειτουργία αυτού του στρώματος είναι η συνεχής παρακολούθηση των συνδέσεων και η προσαρμογή. Παρέχει ανίχνευση λαθών μέσω soft-state μηνυμάτων

keep-alive και εκτιμήσεις καθυστέρησης και ποσοστού απωλειών. Το στρώμα γειτονικών συνδέσεων ενημερώνει τα υψηλότερα στρώματα όποτε τα χαρακτηριστικά ενός συνδέσμου αλλάζουν σημαντικά. (Steve Bellovin, 2001)

Αυτό το στρώμα βελτιστοποιεί επίσης την επεξεργασία μηνυμάτων, καθώς αναλαμβάνει το parsing των επικεφαλίδων των μηνυμάτων και το deserialising μόνο του περιεχομένου των μηνυμάτων, όταν χρειάζεται. Τέλος, η πιστοποίηση κόμβου και οι κώδικες πιστοποίησης μηνυμάτων (message authentication codes – MACs) μπορούν να ενσωματωθούν σε αυτό το στρώμα για επιπλέον ασφάλεια. (Dan S. Wallach, 2003)

### **Στρώμα δρομολογητή (Router layer)**

Ενώ το στρώμα γειτονικών συνδέσεων παρέχει βασικές δικτυακές υπηρεσίες, το στρώμα δρομολογητή παρέχει μία λειτουργικότητα μοναδική στο Tapestry. Σε αυτό το στρώμα περιλαμβάνονται ο πίνακας δρομολόγησης και οι δείκτες τοπικών αντικειμένων. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, το δίκτυο δρομολόγησης είναι μια λίστα από σύμφωνα με το πρόθεμα ταξινομημένους γείτονες, που αποθηκεύονται στον πίνακα δρομολόγησης. Ο δρομολογητής εξετάζει το GUID προορισμού των μηνυμάτων που λαμβάνει και καθορίζει το επόμενο βήμα τους χρησιμοποιώντας τον πίνακα και τους δείκτες τοπικών αντικειμένων. Τα μηνύματα περνάνε στη συνέχεια στο στρώμα γειτονικών συνδέσεων για παράδοση. Στο διάγραμμα ροής της διαδικασίας εντοπισμού ενός αντικειμένου τα μηνύματα φτάνουν από το στρώμα γειτονικών συνδέσεων στα αριστερά. Κάποια από τα μηνύματα πυροδοτούν περαιτέρω upcalls και βάζουν αμέσως σε λειτουργία τους χειριστές των upcalls. Διαφορετικά, οι δείκτες στα τοπικά αντικείμενα ελέγχονται μήπως υπάρξει ταίριασμα με το GUID που αναζητείται. Εάν πράγματι βρεθούν δύο GUIDs που να ταυτίζονται, το μήνυμα προωθείται στον κοντινότερο κόμβο από το σύνολο των δεικτών που ταιριάζουν με το αναζητούμενο GUID. Αλλιώς, το μήνυμα προωθείται στο επόμενο βήμα προς τη ρίζα. (Stuart E. Schechter et al, 2003)

Πρέπει να σημειώσουμε ότι ο πίνακας δρομολόγησης και η βάση δεδομένων των δεικτών προς αντικείμενα μεταβάλλονται συνεχώς από το στρώμα δυναμικής διαχείρισης κόμβων και το στρώμα γειτονικών συνδέσεων. Για παράδειγμα, λόγω συνεχών αλλαγών στις καθυστερήσεις συνδέσεων, το στρώμα γειτονικών συνδέσεων μπορεί να αναδιατάξει τις προτιμήσεις που έχουν ανατεθεί στους γείτονες που



καταλαμβάνουν την ίδια εγγραφή στον πίνακα δρομολόγησης. Ομοίως, το στρώμα δυναμικής διαχείρισης κόμβων μπορεί να προσθέσει ή να αφαιρέσει δείκτες προς αντικείμενα μετά την άφιξη ή αναχώρηση γειτόνων. (Chaffey Dave 2002)

### **Tapestry και εφαρμογές**

Με την αυξανόμενη χρησιμοποίηση του Διαδικτύου, οι μηχανικοί εφαρμογών έχουν αρχίσει να εστιάζουν σε εφαρμογές μεγάλης κλίμακας που εκμεταλλεύονται κοινούς πόρους του δικτύου. Παραδείγματα αποτελούν το multicast επιπέδου εφαρμογής, τα συστήματα αποθήκευσης μεγάλης κλίμακας, και τα συστήματα ανακατεύθυνσης κίνησης για ανθεκτικότητα και ασφάλεια. Αυτές οι εφαρμογές μοιράζονται νέες προκλήσεις, όταν πλέον μιλάμε για μεγάλες περιοχές εφαρμογής: θα είναι πιο δύσκολο για τους χρήστες να εντοπίζουν κοντινούς πόρους, καθώς μεγαλώνει το δίκτυο, και η εξάρτηση από περισσότερα καταναμημένα επιμέρους τμήματα σημαίνει μικρότερος μέσος χρόνος μεταξύ αποτυχιών (mean time between failures – MTBF) για το σύστημα. Επί παραδείγματι, ένας χρήστης ενός συστήματος ανταλλαγής αρχείων θέλει να εντοπίσει και να ανακτήσει ένα κοντινό αντίγραφο ενός αρχείου αποφεύγοντας αποτυχίες εξυπηρετητή ή δικτύου. (Stuart E. Schechter et al, 2003)

### **Ασφάλεια**

Η ασφάλεια είναι επίσης ένα σημαντικό θέμα. Η επίθεση Sybil είναι μια επίθεση όπου ένας χρήστης παίρνει έναν μεγάλο αριθμό από IDs, για να αυξήσει τις επιθέσεις συνωμοσίας (collusion attacks). Το Tapestry αντιμετωπίζει την παραπάνω επίθεση χρησιμοποιώντας μία έμπιστη υποδομή δημόσιου κλειδιού (public-key infrastructure – PKI) για την ανάθεση των nodeIDs. Για να μειωθεί η ζημιά από ελεγχόμενους κόμβους, οι κόμβοι του Tapestry μπορούν να δουλεύουν σε ζευγάρια δρομολογώντας μηνύματα μεταξύ τους μέσω γειτόνων και επαληθεύοντας στη συνέχεια τη διαδρομή που ακολουθήθηκε. Τέλος, το Tapestry υποστηρίζει τη χρήση MACs, για να διατηρήσει την ακεραιότητα της υπερκείμενης κίνησης. (Stuart E. Schechter et al, 2003)

Το Tapestry, εκτός του ότι υποστηρίζει αποδοτική δρομολόγηση των μηνυμάτων σε ονομαζόμενα αντικείμενα ή τελικά σημεία στο δίκτυο, αυξομειώνεται λογαριθμικά με το μέγεθος του δικτύου σε πληροφορία δρομολόγησης ανά κόμβο και

σε αναμενόμενο αριθμό υπερκείμενων βημάτων σε μία διαδρομή. Επιπλέον, εμφανίζει ανθεκτικότητα σε αποτυχίες εξυπηρετητών και αποτυχίες δικτύου επιτρέποντας στα μηνύματα να δρομολογούνται γύρω τους σε εφεδρικές διαδρομές. Οι εφαρμογές μπορούν να πετύχουν πρόσθετη αντοχή αντιγράφοντας δεδομένα σε πολλαπλούς εξυπηρετητές και περιμένοντας από το Tapestry να κατευθύνει αιτήσεις πελατών σε κοντινά αντίγραφα. Μια ποικιλία από διαφορετικές εφαρμογές έχουν σχεδιαστεί, υλοποιηθεί και λειτουργήσει πάνω στο Tapestry. Το OceanStore είναι μία μεγάλης κλίμακας υπηρεσία αποθήκευσης υψηλής διαθεσιμότητας, η οποία έχει δοκιμαστεί στο PlanetLab Testbed. Οι εξυπηρετητές OceanStore χρησιμοποιούν το Tapestry, για να διασκορπίσουν αποδοτικά κωδικοποιημένα τμήματα αρχείων (blocks). Οι πελάτες μπορούν να εντοπίσουν γρήγορα και να ανακτήσουν κοντινά τμήματα αρχείων από το ID τους ανεξάρτητα από αποτυχίες εξυπηρετητών ή αποτυχίες δικτύου. Άλλες εφαρμογές είναι το Mnemosyne, ένα σύστημα αρχείων, το Bayeux, ένα αποδοτικό αυτο-διοργανούμενο σύστημα multicast επιπέδου εφαρμογής, και το SpamWatch, ένα αποκεντρωμένο σύστημα που φιλτράρει το "spamming" και χρησιμοποιεί μία μηχανή αναζήτησης ομοιότητας υλοποιημένη στο Tapestry. (Chris McKean, 2001)

Συμπερασματικά η αρχιτεκτονική εντοπισμού και δρομολόγησης του Tapestry είναι μία αυτοδιοργανούμενη, κλιμακούμενη σε μέγεθος και εύρωστη υποδομή ευρείας κλίμακας που δρομολογεί αποτελεσματικά αιτήσεις περιεχομένου υπό την παρουσία υψηλού φορτίου και λαθών δικτύου ή κόμβων. Ένα υπερκείμενο δίκτυο Tapestry μπορεί να δομηθεί αποτελεσματικά, για να υποστηρίξει δυναμικά δίκτυα χρησιμοποιώντας κατανεμημένους αλγορίθμους. Ενώ το Tapestry είναι παρόμοιο με την κατανεμημένη τεχνική αναζήτησης Plaxton, έχει πρόσθετους μηχανισμούς που εκμεταλλεύονται την soft-state πληροφορία και παρέχουν αυτόματη οργάνωση, ευρωστία, κλιμάκωση σε μέγεθος, δυναμική προσαρμογή, και ικανοποιητική υποβάθμιση/ μείωση της απόδοσης παρουσία αποτυχιών και υψηλού φορτίου. (Chaffey Dave 2002)

Το Tapestry αποτελεί την πλέον κατάλληλη λύση για δυναμικά, ευρείας κλίμακας συστήματα ονοματοδοσίας αντικειμένου και δρομολόγησης μηνυμάτων, όταν αυτά τα συστήματα πρέπει να παραδώσουν μηνύματα στο πλησιέστερο αντίγραφο των αντικειμένων ή των υπηρεσιών με έναν τρόπο ανεξάρτητο θέσης, χρησιμοποιώντας μόνο τις από σημείο σε σημείο συνδέσεις και χωρίς

συγκεντρωμένες υπηρεσίες. Το Tapestry το πετυχαίνει αυτό χρησιμοποιώντας την τυχαιότητα, για να επιτύχει και την κατανομή φορτίου και την τοπικότητα της δρομολόγησης. (Steve Bellovin. 2001)

### **3.2 Οι προοπτικές, οι εξελίξεις και το μέλλον της εξόρυξης πληροφορίας πάνω από peer to peer δίκτυα**

Το μέλλον του Peer to Peer είναι πολύ ελπιδοφόρο και έχει να προσδώσει ακόμα πολλά στο χώρο του διαδικτύου. Ήδη έχουν επιχειρηθεί έρευνες και έχουν συγκροτηθεί αρκετά working groups και ομάδες έρευνας, οι οποίες προσπαθούν να δημιουργήσουν standards και frameworks τα οποία θα κάνουν την ανάπτυξη εφαρμογών πολύ πιο εύκολη. Το θετικό είναι ότι οι ομάδες αυτές δείχνουν διατεθειμένες να μην κρατήσουν την ανάπτυξη των τεχνολογιών υπό ιδιοκτησιακό καθεστώς, κάτι που -συν τοις άλλοις- θα συνεισφέρει στη γενικότερη εξάπλωση και ανάπτυξη του Peer to Peer.

Ερευνητές του Πανεπιστημίου του Wisconsin, που αναπτύσσουν μία τεχνολογία κατανεμημένης επεξεργασίας επωνομαζόμενη Condor, εκτιμούν ότι οι περισσότερες επιχειρήσεις αξιοποιούν λιγότερο από το 25% της επεξεργαστικής ισχύος και του χώρου αποθήκευσης που διαθέτουν. (Chaffey Dave 2002)

Επιπλέον κολοσσιαίες επιχειρήσεις όπως η Intel, η γιγάντια αεροδιαστημική βιομηχανία Boeing, αλλά και η εταιρεία πετρελαίων Amerada Hess, έχουν κάνει κάτι γι' αυτό, υιοθετώντας με επιτυχία συστήματα P2P. Η τελευταία, μέσω του Beowulf Project, έχει ενώσει 200 επιτραπέζιους υπολογιστές της Dell με Ethernet και Linux. Οι συγκεκριμένοι υπολογιστές απασχολούνται στην ερμηνεία πολύπλοκων σεισμικών δεδομένων και έχουν αντικαταστήσει στο έργο αυτό δύο υπερυπολογιστές IBM. Η ίδια εταιρεία έχει αναπτύξει ακόμη δύο σχετικά projects. Στο πρώτο από αυτά κάθε υπολογιστής στο δίκτυο "δανείζεται" κύκλους επεξεργασίας από διπλανά PCs, ενώ το δεύτερο λειτουργεί με τη φιλοσοφία του Napster και έχει ως στόχο την αξιοποίηση του συνολικού κατανεμημένου χώρου επεξεργασίας. Παράλληλα, εταιρείες όπως οι Applied MetaComputing και Groove Networks, αναπτύσσουν προϊόντα και υπηρεσίες αυτού του τύπου. (Chris McKean, 2001)

Στις Η.Π.Α. ο κρατικός τομέας κάνει τα πρώτα δειλά βήματα προς το P2P. Τα sites FedStats.gov και FedStats.net επιτρέπουν σε περισσότερους από 70 κρατικούς

οργανισμούς, οι οποίοι χρησιμοποιούν 200 στατιστικά προγράμματα, να συνδέονται απευθείας και να ανταλλάσσουν στατιστικά δεδομένα "ταχύτερα, καλύτερα και φθηνότερα" όπως λένε οι υπεύθυνοί τους. (Κρεμμύδας Ν.,2005)

Ο οργανισμός DARPA (Defence Advanced Research Projects Agency) έχει ξεκινήσει ένα πειραματικό πρόγραμμα για τη δικτύωση P2P στρατιωτών στο πεδίο της μάχης. Οι πομποδέκτες των στρατιωτών αναπτύσσονται από την ΙΤΤ, ενώ το δίκτυο θα βασίζεται στο Linux. Πλεονέκτημα του δικτύου αυτού είναι το γεγονός ότι οι πομποδέκτες θα χρειάζονται μικρότερη ισχύ, με αποτέλεσμα μεγαλύτερη διάρκεια της μπαταρίας και δυσκολότερο εντοπισμό ή παρεμβολές από τον εχθρό. Ανάλογο πρόγραμμα έχει και το αμερικανικό ναυτικό. (Stuart E. Schechter et al, 2003)

Παρ' ότι όλα τα ανωτέρω είναι ενθαρρυντικά, παραμένει το γεγονός ότι υπάρχουν αρκετά προβλήματα για τη σχεδίαση ενός απλού προγράμματος στην πλατφόρμα Peer To Peer . Καταρχήν, θα πρέπει να προσδιοριστεί ο σκοπός του προγράμματος ώστε να μπορεί να συνεργαστεί με καταναμημένο σύστημα. Όπως αναφέρουν οι ειδικοί, πρέπει το πρόγραμμα να είναι "αναίσθητο" στα υποκείμενα επίπεδα (layers). Επιπλέον, μία σοβαρή εφαρμογή θα πρέπει να χρησιμοποιεί κάποιου είδους πιστοποίηση για τους χρήστες που συνδέονται. (Stuart E. Schechter et al, 2003)

Γενικότερα, το θέμα της ασφάλειας είναι κάτι που σίγουρα επιδέχεται βελτίωσης στα Peer to Peer προγράμματα που έχουν δημιουργηθεί μέχρι σήμερα. Επίσης, όπως είναι της μόδας τελευταία, για να γίνει πιο προσιτή στο μέσο προγραμματιστή η δημιουργία μίας Peer to Peer εφαρμογής, πρέπει να παρουσιαστεί μια πλατφόρμα με τη μορφή βιβλιοθήκης (library). Με τον τρόπο αυτό η υλοποίηση μιας τέτοιας εφαρμογής θα γίνεται πιο γρήγορα και στην πράξη. Όλα αυτά είναι σαφή προβλήματα, τα οποία όμως οδεύουν προς τη λύση τους. Γι' αυτό και γίνονται ήδη προσπάθειες δημιουργίας κάποιων standards για το συγκεκριμένο είδος εφαρμογών. Τον πρώτο λόγο στις προσπάθειες αυτές έχει το "Peer To Peer Working Group" (<http://www.peer-to-peerwg.org>), μία ομάδα από εταιρείες που προσπαθούν να ωθήσουν την αγορά προς το Peer to Peer computing. Εκτός από την Intel που το ξεκίνησε, σήμερα στο PTPWG έχουν προστεθεί πολλά ακόμα μεγαθήρια της πληροφορικής, όπως η Hewlett-Packard και η Fujitsu. Την υπόλοιπη ομάδα στελεχώνουν και εταιρείες που έχουν επενδύσει σε αυτή την τεχνολογία και

δημιουργούν τέτοιου είδους εφαρμογές. Ήδη διατίθεται από το site του PTPWG μία βιβλιοθήκη για distributed πιστοποίηση χρηστών, με τη βοήθεια της βιβλιοθήκης OpenSSL (SSL=Secure Socket Layer). Η ομάδα έχει ικανοποιητική δραστηριότητα και προσπαθεί να μαζέψει τα απαραίτητα προγραμματιστικά εργαλεία ώστε να γίνεται ευκολότερα στο μέλλον η υλοποίηση μιας Peer to Peer εφαρμογής. (Stephanos Andoutsellis-Theotokis and Diomidis Spinellis, 2001)

Από τη Sun Microsystems το project JXTA, έχει σκοπό είναι να βοηθήσει την ανάπτυξη συστημάτων κι εφαρμογών με χαρακτηριστικό τη διαλειτουργικότητα, δηλ. εφαρμογές που θα μπορούν να συμπεριλάβουν σαν κόμβους υπολογιστές , PDAs , κινητά κλπ. Για παράδειγμα μία ασύρματη συσκευή που χρησιμοποιεί πρωτόκολλο επικοινωνίας το Bluetooth και ένα PC συνδεδεμένο μέσω TCP/IP θα είναι κόμβοι του ίδιου δικτύου μιας εφαρμογής βασισμένη στο JXTA.

Το peer to peer είναι μια σημαντική τεχνολογία που έχει ήδη βρει το δρόμο της με μια σειρά προϊόντων και ερευνητικών προγραμμάτων. Όσο ωριμάζει οι μελλοντικές του υλοποιήσεις θα βελτιώνονται. Θα υπάρχει αυξημένη διαλειτουργικότητα, περισσότερες συνδέσεις και καλύτερο software και hardware. Καθώς ο κόσμος γίνεται ολοένα και περισσότερο αποκεντρωμένος και συνδεδεμένος θα υπάρξει μια αυξανόμενη ανάγκη peer to peer αλγορίθμων για την βελτίωση της επεκτασιμότητας, της ανωνυμίας και των προβλημάτων σύνδεσης. Οι εφαρμογές των peer to peer είναι πολύ πιθανόν να είναι εξίσου ή και περισσότερο επιτυχημένες στο μέλλον. Πλατφόρμες όπως το JXTA είναι αρκετά πιθανόν να υιοθετηθούν ευρέως. Τα συστήματα peer to peer θα παραμείνουν μια σημαντική λύση σε συγκεκριμένα προβλήματα των αποκεντρωμένων συστημάτων. Ίσως δεν είναι η μόνη επιλογή και ίσως δεν είναι κατάλληλη για όλα τα προβλήματα αλλά θα συνεχίσει να είναι μια καλή εναλλακτική επιλογή σε περιπτώσεις που απαιτείται επεκτασιμότητα, ανωνυμία και ανέχεια σε σφάλματα. Οι αλγόριθμοι, οι εφαρμογές και οι πλατφόρμες των peer to peer έχουν την δυνατότητα να αναπτυχθούν περαιτέρω στο μέλλον. Από την πλευρά της αγοράς το κόστος ιδιοκτησίας ίσως είναι ο κύριος παράγοντας ανάπτυξης των peer to peer συστημάτων. Η ισχυρή παρουσία peer to peer προϊόντων δείχνει πως εκτός από μια ενδιαφέρουσα για έρευνα τεχνολογία το peer to peer είναι μια υποσχόμενη βάση προϊόντων. (Chris McKean, 2001)

Τέλος, δεδομένου ότι οι p2p τεχνολογίες εξελίσσονται ακόμα, υπάρχει ένα πλήθος ανοικτών ερευνητικών προβλημάτων, κατευθύνσεων και ευκαιριών: (Stuart E. Schechter et al, 2003)

—Έρευνα για δρομολόγηση και για αλγορίθμους που θα συμβάλλουν στην απόδοση, την ασφάλεια και την εξελιξιμότητα τόσο στις δομημένες όσο και στις μη δομημένες δικτυακές αρχιτεκτονικές.

—Μελέτη αποδοτικότερων μέτρων ασφάλειας, της ανωνυμίας, και της αντίστασης σε σχέδια λογοκρισίας. Αυτά τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα θα είναι κρίσιμα για το μέλλον των p2p συστημάτων και η υιοθέτησή τους αναγκαία για τις όλο και πιο ευαίσθητες εφαρμογές. (Chris McKean, 2001)

—Η σημασιολογική ομαδοποίηση των πληροφοριών στα p2p δίκτυα. Αυτή η κατεύθυνση έχει πολλά από κοινού με τις προσπάθειες στο Semantic Web Domain.

—Οι μηχανισμοί κινήτρων και τα συστήματα φήμης που θα υποκινήσουν την συνεταιριστική συμπεριφορά μεταξύ των χρηστών, και θα κάνουν τη λειτουργία των p2p συστημάτων πιο δίκαιη. (Stuart E. Schechter et al, 2003)

—Η σύγκλιση του Grid και των p2p συστημάτων και ο συνδυασμός των οφελών του κατανεμημένου υπολογισμού. (Stephanos Andoutsellis-Theotokis and Diomidis Spinellis, 2001)

## Βιβλιογραφία

- Αδαμίδη Λέων Αργύρη, 1998, Ανάλυση Χρηματοοικονομικών Καταστάσεων, Θεσσαλονίκη, εκδόσεις επιστημονικών βιβλίων και περιοδικών University Studio Press. (σελ. 12-16, 23, 72-81, 99, 142-168)
- ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΔΗΣ Π.. (2001) Πληροφοριακά συστήματα διοίκησης,, Εκδόσεις ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΔΗΣ ΠΑΝΑΓ..
- ΓΙΑΝΝΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΔΙΟΝΥΣΗΣ ((1997)) Πληροφοριακά συστήματα διοίκησης,, Εκδόσεις Έλλην
- Γεωργόπουλου Β. Νικολάου – Οικονόμου Σ. Γεωργίου, 1995, Πληροφοριακά Συστήματα για τη :Διοίκηση Επιχειρήσεων, τόμος Α΄, Αθήνα, εκδόσεις Ευγενίου Μπένου. (σελ. 67-83, 107-111, 174, 231, 388-392, 398)
- ΔΗΜΗΤΡΙΑΔΗΣ ΑΝΤΩΝΗΣ ((1998)) Διοίκηση – Διαχείριση πληροφοριακών συστημάτων,, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών
- ΔΗΜΗΤΡΙΑΔΗΣ ΑΝΤΩΝΗΣ (2001) Η τεχνολογία πληροφορίας και επικοινωνίας στη σύγχρονη επιχείρηση,, Εκδόσεις ::ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ
- Δουκίδης Γ., Α. Πουλυμενάκου, Ν. Γεωργόπουλος, Θ. Μότσης, (2001), «Το Ηλεκτρονικό Επιχειρείν στις μεγάλες Ελληνικές επιχειρήσεις: Θέματα & Προοπτικές».
- Δουκίδης Γ., Μ. Θεμιστοκλέους, Β. Δράκος, Ν. Παπαζαφειροπούλου, (1998), «Ηλεκτρονικό Εμπόριο», Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- ΔΟΥΚΙΔΗΣ Π.. ΓΕΩΡΓΙΟΣ (2003) Διοίκηση επιχειρήσεων και πληροφοριακών συστημάτων,, Εκδόσεις ΣΠΔΕΡΗΣ Π..
- Δουκίδης Γεώργιος – Α. Φραγκοπούλου – Ιωάννης Αναγνωστόπουλος, 1993, Electronic Data Interchange, εκδόσεις Σταμούλη. (σελ. 447-453, 476)
- ΕΔΕΤ Α.Ε. (2006), Έρευνα αγοράς για το Ηλεκτρονικό Επιχειρείν. [www.ebusinessforum.gr](http://www.ebusinessforum.gr).
- «Εθνική Έρευνα για τις νέες τεχνολογίες και την Κοινωνία της Πληροφορίας: Η διάδοση και οι εφαρμογές του διαδικτύου στην Ελλάδα», 2002.
- Ευθύμογλου Γ. Προδρόμου – Οικονόμου Σ. Γεωργίου, 1992, Θέματα Χρηματοοικονομικής :Διοίκησης, τόμος Α΄, Θεσσαλονίκη, εκδοτικός οίκος Κουκούλη. (σελ. 73, 203-217, 351-352, 384-388, 400)

- Ευθύμογλου Γ. Προδρόμου, 1992, Θέματα Χρηματοοικονομικής :Διοίκησης, τόμος Β΄, Θεσσαλονίκη, εκδοτικός οίκος Κουκούλη. (σελ.96- 101, 226-227, 241)
- Ζαχαριάδης-Σούρας, (1993). Δημήτριος, Χρήμα-πίστη-τράπεζες : μια εισαγωγή στην νομισματική θεωρία και πολιτική και στις χρηματοπιστωτικές αγορές, Σταμούλης
- ΚΑΤΣΟΡΠΙΔΑΣ Δ.,, Κοινωνικές επιπτώσεις από την εφαρμογή των νέων τεχνολογιών», Περιοδικό ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ του ΠΝΕ// ΓΣΕΕ--ΑΔΕΔΥ,, τεύχος 30
- Κιόχου Α. Πέτρου – <ρ Παπανικολάου <. Γεωργίου, 2001,Χρηματοδότηση Επιχειρήσεων, τόμος Β΄, Αθήνα, εκδοτικός οίκος Interbooks. (σελ. 448)
- Κιουντούζης Ε., 1993, Ασφάλεια Πληροφοριακών Συστημάτων, εκδόσεις Ευγενίου Μπένου. (σελ. 20-27, 95-108, 243, 277)
- Μελέτη του Παρατηρητηρίου ΚτΠ (2007), «Ο κλάδος πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών στην Ελλάδα, Κατάσταση και προοπτικές». [www.observatory.gr](http://www.observatory.gr)
- Μπουμπονάρη Ελευθερία (2005) Η στάση των μικρομεσαίων ελληνικών επιχειρήσεων της δυτικής Μακεδονίας, του κλάδου παραγωγής βιομηχανικού εξοπλισμού και υλικών στα δεδομένα της νέας οικονομίας. Μεταπτυχιακή διατριβή, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
- Γ.. ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ (2000) Πληροφοριακά Συστήματα Διοίκησης,, Εκδόσεις Μπένου
- Ομάδας Εργασίας Β3 (2002), «Η Περιφερειακή Προσέγγιση της Πολιτικής για την Μετάβαση των Επιχειρήσεων στην Ψηφιακή Οικονομία». [www.ebusinessforum.gr](http://www.ebusinessforum.gr)
- Παπαδάκης, Σ., Χατζηπέρης, Ν., (2001). Βασικές Δεξιότητες στις Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας, ΥΠΕΠΘ
- Παρατηρητήριο για την ΚτΠ (2005), Μέτρηση των δεικτών eEurope/Εκθεση Αποτελεσμάτων Έρευνας σε Επιχειρήσεις. [www.observatory.gr](http://www.observatory.gr)
- ΠΑΥΛΙΔΗΣ Σ.. ΓΕΩΡΓΙΟΣ (2007),, Πληροφοριακά Συστήματα Διοίκησης,, Σύγγραμμα μεταπτυχιακού προγράμματος «Νέες αρχές στη διοίκηση επιχειρήσεων», Τμήμα διοίκησης επιχειρήσεων,, Πανεπιστήμιο Πατρών



- ΠΑΥΛΙΠΙΔΗΣ Σ., ΓΕΩΡΓΙΟΣ (2006),, Ολοκληρωμένα Πληροφοριακά Συστήματα,, Εκδόσεις Guttenberg
- ΠΟΛΛΑΛΗΣ ΓΙΑΝΝΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΠΑΠΟΥΤΣΗ (2004) Πληροφοριακά συστήματα επιχειρήσεων II, Εκδόσεις:: ΣΤΑΜΟΥΛΗΣ
- Τσακλαγκάνου Α. Άγγελου, 1980, Χρηματοδότηση και Αξιολόγηση Επενδύσεων, τόμος Γ', Θεσσαλονίκη, εκδοτικός οίκος αφών Κυριακίδη. (σελ. 65, 73-80, 92-95, 157, 166, 297-302, 389-391) 117
- ΥΨΗΛΑΝΤΗΣ ΠΑΝΤΕΛΗΣ ((2001)) Πληροφοριακά συστήματα διοίκησης,, Εκδόσεις ΠΑΤΑΚΗ
- Χαραμής Γεώργιος, 1994, Ανάλυση και Σχεδιασμός Πληροφοριακών Συστημάτων, εκδόσεις Ανικούλα. (σελ. 456-470, 522-531, 540, 577, 586)
- Ψιλλέλης Δημήτριος (2005) Νέα οικονομία : η σημασία του ηλεκτρονικού εμπορίου και του e-banking. Διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας

### **Ξένη βιβλιογραφία**

- Abrazhevich, D., (2001α) Classification And Characteristics Of Electronic Payment Systems, Electronic Commerce and Web Technologies 2001, Proceedings, LNCS 2115, K. Bauknecht, S.K. Madria, G. Pernul (eds.), Springer
- Abrazhevich, D., (2001γ). Electronic Payment Systems: Issues of User Acceptance, Proceedings of eBusiness and eWork 2001, Venice, Italy, IOS Press
- Adcock, D., Halborg, A. and Ross, C. (2001) Marketing: Principles & Practice. London, Prentice Hall.
- Allan Friedman, L Jean Camp, Peer-to-Peer Security , Harvard University
- Baldwin, L., Currie, W., (2000). Key Issues in Electronic Commerce in Today's Global Information Infrastructure, Cognition, Technology & Work 2, pp. 27-34
- Beekman, G., (2002). Εισαγωγή στην επιστήμη των υπολογιστών, Μ. Γκιουρδας.

- Berztiss, A., (2002). Capabilities for E-Commerce, Proceedings of the 13th International Workshop on Database and Expert Systems Applications (DEXA'02)
- Blaiizze Hornerr Reicch,, Ilzzak Benbassatt,, ““Factors that influence tthe ssocciiall diimenssiion off alliignmentt between bussinesss and tecchnollogy objjeccttiivess””, MIIS Quarrttrrly,, voll..24,, No 1,, pp..81--113,, Marrcch 2000.
- Brigham F. Eugene – Weston J. Fred, 1986, Βασικές Αρχές της Χρηματοοικονομικής :Διαχείρισης και Πολιτικής, Los Angeles – Florida, εκδόσεις Παπαζήση. (σελ. 228-231)
- Chris McKean, Peer-to-Peer Security and Intel's Peer-to-Peer Trusted Library, August 20, 2001
- Chaffey Dave (2002) E-business and E-commerce management. London, Prentice Hall.
- Chaffey, D., (2002) E-Business and E-Commerce Management Strategy, Implementation and Practice, Financial Time Prentice Hall
- Dan S. Wallach, A Survey of Peer-to-Peer Security Issues Rice University, Houston, TX 77005, USA
- Elias Athanasopoulos, Kostas G. Anagnostakis, and Evangelos P. Markatos, Misusing nstructured P2P Systems to PerformDoS Attacks: The Network That Never , Institute of Computer Science (ICS) Foundation for Research & Technology Hellas (FORTH)
- Emil Sit and Robert Morris, Security Considerations for Peer-to-Peer Distributed Hash Table, Laboratory for Computer Science, MIT
- European Parliament, (1999). Study on Electronic Payment Systems, Volume I: Main Report, EUR 18753
- EN Eastin, M., (2002). Diffusion of e-commerce: an analysis of the adoption of four e-commerce activities, Telematics and Informatics 19, pp. 251–267
- Ernst & Young (1998), Executive guide to eCommerce, Ernst & Young International
- Filos, E., (2003). Perspectives for work and business in the e-economy: the contribution of the European R&D programme IST, Int. J. Internet and Enterprise Management, Vol. 1, No. 1 Fischer, M., (2002). Towards a

Generalized Payment Model for Internet Services, Master's Thesis, Information Systems Institute, Distributed Systems Group, Technical University of Vienna

- Garrett, S., Skevington, P., (1999). An introduction to eCommerce, BT Technol J Vol 17 No 3
- Greenstein, M., Feinman, M., (1999). Electronic commerce: Security, Risk Management and Control, New York: Irwin McGraw-Hill Günther Pernul, Alexander W. Röhm, Gaby Herrmann, Trust for Electronic Commerce Transactions, Proc. 3th East-European Conference on Advances in Databases and Information Systems (ADBIS'99), Maribor, Slovenia Günther, P., Röhm, A., Herrmann, G., (1999). Trust for Electronic Commerce Transactions, ADBIS'99, Lecture Notes on Computer Science 1691, Springer, pp.1 -13
- Hanacek, P., (1998). Security of Electronic Money, SOFSEM'98, LNCS 1521, pp. 107-121
- John R. Douceur. The Sybil attack. In Proceedings for the 1st International Workshop on Peer-to-Peer Systems (IPTPS '02), Cambridge, Massachusetts, March 2002.
- Julia-Barcelo, R (October 1999) "Liability for on-line Intermediaries: A European Perspective"; ECLIP (Electronic Commerce Legal Issues Platform).
- Kalakota, R. Whinston, A. (1996). Electronic Commerce: A Manager's Guide, Addison-Wesley Professional Pernul, G., Röhm, A., Herrmann, G., (1999). Trust for Electronic Commerce Transactions, Proc. 3th East-European Conference on Advances in Databases and Information Systems (ADBIS'99), Maribor, Slovenia.
- Kendall, J., Tung, L., Chua, K.H., Ng, C.H., & Tan, S.M. (2001) Receptivity of Singapore's SMEs to electronic commerce adoption. Journal of Strategic Information Systems, Vol.10
- Kroenke – Hattch ((1994)) "Management Information Systems", Εκδόσεις Mac Graw Hill, 3rd Edition
- Kenneth C. Laudon, Jane P. Laudon, "Management Information Systems", Εκδόσεις Pearson -- Prentice Hall, 2006
- McCue A, (November 27, 2000), "EU rules 'will put retailers at risk'", Computing, VNU Publications

- Michael J. Freedman, Robert Morris, Tarzan: A Peer-to-Peer Anonymizing Network Layer, NYU Dept of Computer Science 715 Broadway #715 New York, NY 10003 USA - MIT Lab for Computer Science 200 Technology Sq. #509 Cambridge, MA 02139 USA
- Miguel Castro, Peter Druschel, Y. Charlie Hu, and Antony Rowstron. Exploiting network proximity in peer-to-peer overlay networks. Technical Report MSR-TR-2002-82, Microsoft Research, May 2002.
- Miguel Castro, Peter Druschel, Ayalvadi Ganesh, Antony Rowstron and Dan S. Wallach, Secure routing for structured peer-to-peer overlay networks, Microsoft Research Ltd., 7 J J Thomson Avenue, Cambridge, CB3 0FB, UK, Rice University, 6100 Main Street, MS 132, Houston, TX 77005-1892, USA
- Murray A, D (August 1999) “*Regulating e-commerce: Formal transactions in the digital age*”, International Review of Law, Computers & Technology, Abingdon.
- O’Shea S, (August 2000) “*Data Protection in an e-commerce era*”, Accountancy Ireland, Dublin.
- Phan, D., (2003). E-business development for competitive advantages: a case study, Information & Management 40, pp. 581–590
- Porra, J., (2000). Electronic Commerce Internet Strategies and Business Models-A Survey, Information Systems Frontiers 1:4, pp. 389-399.
- Porter M., (1985), “Technology and competitive advantage”, *Journal of Business Strategy*, Vol. 33, pp. 23-31.
- Putland, P., Hill, J. Tsapakidis, D., (1997). Electronic payment systems, BT Technology Journal Vol. 15 No 2
- Putland, P., Ward, C., Jackson A. and Trollope, C., (1999). Electronic payment systems, BT Technology Journal, Vol. 17 No 3
- Radu, C., (1997). Analysis and Design of On-line Electronic Payment Systems. PhD thesis, Katholieke Universiteit Leuven
- Riggins, F. J. and Rhee, S. (1998) ‘Toward a Unified View of Electronic Commerce’, Communications of the ACM, Oct. vol. 41, no. 10, pp.88-95

- Roger Dingledine, Michael J. Freedman, and David Molnar. Accountability measures for peer-to-peer systems. In *Peer-to-Peer: Harnessing the Power of Disruptive Technologies*. O'Reilly and Associates, November 2000.
- Robert Nelson Gruia Pitigoi-Aron, p2p Trust Infrastructure, Computer Science Division, University of California, Los Angeles, CA 90024
- Sadeghi, A., Schneider, M., (2003). *Electronic Payment Systems*, Digital Rights Management, LNCS 2770, pp. 113–137
- Sandy Chong, Curtin University of Technology, Australia and Graham Pervan, Curtin University of Technology, Australia (2007) Factors influencing the extent of deployment of electronic commerce for small and medium-sized enterprises. *Journal of electronic commerce in organizations*, Vol.5
- Sergio Marti, Hector Garcia-Molina, Taxonomy of trust: Categorizing P2P reputation systems, Department of Computer Science, Stanford University, Stanford, CA 94305, United States
- Simon Rieche, Klaus Wehrle, Olaf Landsiedel, Stefan Götzt, Leo Petrak, Reliability of Data in Structured Peer-to-Peer Systems, Protocol Engineering and Distributed Systems Group University of Tübingen, Germany
- Stephanos Andoutsellis-Theotokis and Diomidis Spinellis, *A Survey of Peer-to-Peer Content Distribution Technologies*, 2001
- Steve Bellovin. Security aspects of Napster and Gnutella. In 2001 Usenix Annual Technical Conference, Boston, Massachusetts, June 2001. Invited talk.
- Stuart E. Schechter, Rachel A. Greenstadt, and Michael D. Smith Harvard University Trusted Computing, Peer-To-Peer Distribution, and the Economics of Pirated Entertainment, May 29, 2003
- Turban, E., (2002). *Electronic Commerce 2002: a managerial perspective*, Aderson Turban, E., King, D., Lee, J., Warkentin, M. and Chung, H.M. (2002)
- The project JXTA web site. <http://www.jxta.org>
- Van Looy. B., Van Dierdonck, R. and Gemmel P. (1998) *Services Management: An integrated approach*. London, Prentice Hall.
- Williams, C., (2002). *Experience Management for Electronic Commerce*, Experience Management, LNAI 2432, pp. 281-313
- Yu, H., Hsi, K., Kuo, P., (2002). Electronic payment systems: an analysis and comparison of types, *Technology in Society* 24, pp. 331–347

- Zwass, V., (1996) Electronic Commerce: Structures and Issues, International Journal of Electronic Commerce, vol. 1, no.1, pp. 3 – 23