

Εργασία
Τεχνολογίες Διαδικτύου
(2020-2021)

Καραγιάννης Ορέστης (21564)

"Peer to Peer Architecture"

1.State Of The Art Analysis

Τι είναι η αρχιτεκτονική Peer-to-Peer;

Το Peer-to-Peer ή αλλιώς P2P είναι μια αρχιτεκτονική που πολύ απλά έχει να κάνει με τη σύνδεση δύο οι περισσότερων υπολογιστών μεταξύ τους μοιράζοντας πόρους χωρίς τη διαμεσολάβηση κάποιου server. Η αρχιτεκτονική Peer-to-Peer αφορά κατακεκομμένες εφαρμογές. Μοιράζει τα αιτήματα - εργασίες μεταξύ των χρηστών. Οι εργασίες αποτελούν τα tasks και οι χρήστες τα peers. Όλοι οι χρήστες είναι ισότιμοι (έχουν το ρόλο του server και του client) σχετικά με τα δικαιώματά τους και συνεισφέρουν το ίδιο στην εφαρμογή. Έτσι δημιουργείται ένα δίκτυο Peer-to-Peer στο οποίο οι χρήστες δρουν ως servers. Οι βασικότερες Peer-to-Peer αρχιτεκτονικές είναι οι decentralized directory, query flooding και centralized directory οι οποίες θα αναλυθούν στη συνέχεια.

Όσον αφορά τη decentralized directory κάθε χρήστης-peer έχει τη δυνατότητα να είναι υπεύθυνος μιας ομάδας ή μέλος αυτής. Απουσιάζει η ύπαρξη κάποιου κεντρικού server. Όμως κάθε ομάδα έχει ένα αρχηγό. Για παράδειγμα αν κάποιος από την ομάδα στείλει αίτημα για μια ταινία αυτό φτάνει στον αρχηγό-υπεύθυνο της ομάδας και αυτός το επεξεργάζεται. Αν δεν το ικανοποιήσει τότε συνδέεται με άλλους αρχηγούς ομάδων προκειμένου να εξυπηρετηθεί που μπορεί να βρίσκονται και σε άλλη χώρα ή ήπειρο. Η αρχιτεκτονική αυτή συνεπώς αποτελείται από πολλούς καταλόγους αφού ο χρήστης μπορεί να εξυπηρετηθεί από πολλές ομάδες. Ένα μειονέκτημα της παραπάνω μεθόδου είναι ότι την καθιστά παράνομη αφού γίνεται παραβίαση των πνευματικών δικαιωμάτων του υλικού που διαμοιράζεται. Παρόλα αυτά, δεν ανιχνεύεται ιδιαίτερα εύκολα μιας και υπάρχουν πολλές πηγές διαμοιρασμού (αρχηγοί των ομάδων) σε απομακρυσμένα σημεία σε όλο τον κόσμο.

Η centralized directory αρχιτεκτονική διαθέτει ένα κεντρικό server ο οποίος περιέχει καταλόγους. Ο server αυτός δίνει το δικαίωμα στους χρήστες-peers να ανεβάσουν και να κατεβάσουν από αυτόν. Το υλικό που ανεβαίνει στο server είναι διαθέσιμο προς όλους τους χρήστες. Έστω ότι ένας χρήστης ζητάει κάποιο βίντεο από το server. Αν το έχει ανεβάσει κάποιος άλλος στο server τότε μπορεί να το προμηθευτεί από εκεί. Η διαφορά με τη decentralized directory αρχιτεκτονική είναι ότι εδώ υπάρχει ένας κεντρικός κατάλογος μόνο. Δυστυχώς όμως, και αυτή η αρχιτεκτονική χαρακτηρίστηκε παράνομη για τους ίδιους λόγους καταπάτησης των πνευματικών δικαιωμάτων. Ένα άλλο μεγάλο μειονέκτημα της παραπάνω μεθόδου είναι ότι εάν πέσει ο server επειδή είναι ένας δε μπορεί να εξυπηρετήσει κανένα χρήστη. Από την άλλη ο διαμοιρασμός αρχείων είναι άμεσος και προσιτός.

Τέλος η query flooding αρχιτεκτονική δε χρησιμοποιεί καταλόγους όπως οι προηγούμενες αρχιτεκτονικές. Στην εφαρμογή του δεν υπάρχει κάποια ιεραρχία. Οι χρήστες συνδέονται μεταξύ τους στο δίκτυο και ανταλλάσσουν αιτήματα. Όταν ένας χρήστης κάνει ένα αίτημα αυτό αποστέλλεται σε όλους στο δίκτυο. Έτσι μπορεί να απαντήσει ο καθένας για το αν μπορεί να τον εξυπηρετήσει ή όχι. Για να επιτευχθεί η σύνδεση του χρήστη σε ένα τέτοιο δίκτυο έπρεπε να κάνει χρήση κάποιας εφαρμογής όπως για παράδειγμα το Gnutella. Ουσιαστικά οι χρήστες δημιουργούν μια κοινότητα. Όπως και οι παραπάνω

αρχιτεκτονικές και αυτή κρίθηκε παράνομη για τους ίδιους λόγους που αφορούν την παραβίαση των πνευματικών δικαιωμάτων. Ένα άλλο μειονέκτημα είναι ότι αφού τα αιτήματα αποστέλλονται σε όλους στο δίκτυο υπάρχει πολύ μεγάλος όγκος μηνυμάτων το οποίο επιβαρύνει το δίκτυο μειώνοντας την απόδοσή του με καθυστερήσεις.

Παρατηρείτε ότι και οι τρεις αρχιτεκτονικές peer-to-peer κρίθηκαν παράνομες και συνεπώς έπρεπε να παύσει η χρήση τους. Για το λόγο αυτό βρέθηκε μια εναλλακτική η οποία χρησιμοποιείται αρκετά και σήμερα, αυτή των torrents. Όταν ένας χρήστης κάνει χρήση ενός torrent για να κατεβάσει ένα αρχείο στην ουσία κατεβάζει πολλά τμήματα του αρχείου του από πολλούς άλλους χρήστες που το διαμοιράζονται. Έπειτα ο χρήστης ενώνει όλα αυτά τα κομμάτια σε ένα ολοκληρωμένο αρχείο. Για τη χρήση των torrents απαιτείται η χρήση της κατάλληλης εφαρμογής. Αν και αυτή η μέθοδος θεωρείται παράνομη (για τους ίδιους λόγους) την ευθύνη τη φέρει ο τελικός χρήστης δηλαδή αυτός που κατεβάζει το αρχείο. Έτσι είναι δυσκολότερο να τιμωρηθεί ο πραγματικός υπεύθυνος.

Συμπερασματικά, όλες οι αρχιτεκτονικές peer-to-peer είναι σε κάποιο βαθμό παράνομες και για αυτό δε χρησιμοποιούνται τόσο πολύ σήμερα πέραν των χρηστών. Αν και έχουν γίνει προσπάθειες για να μειωθεί η ανίχνευσή τους ακόμη υπάρχει κίνδυνος και συνεπώς η χρήση τους δε συνιστάται.

*Αξίζει να σημειωθεί πως για τους λόγους της εργασίας θα προτιμηθεί ο όρος Peer-to-Peer έναντι της συντομογραφίας του.

2.Σύγχρονα Peer-to-Peer Μοντέλα

2.1)Peer-to-Peer self memory

Αν και οι περισσότερες εμπορικές χρήσεις του Peer-to-Peer είχαν μεγάλη επιτυχία λόγω των επιβεβαιωμένων αποτελεσμάτων του, η επέκτασή του σε άλλου είδους συστήματα απαιτεί την υλοποίηση νέων μηχανισμών. Ένας μηχανισμός που εφαρμόζεται σε μεγάλο βαθμό στο διαδίκτυο είναι η ατομική μνήμη. Αυτή δίνει τη δυνατότητα διατηρούμενων δεδομένων (δηλαδή να παραμένουν δεδομένα μετά τη διακοπή ενέργειας στο σύστημα) στα κατακευκτωμένα συστήματα. Τα Peer-to-Peer συστήματα εμφανίζουν ένα πλήθος προβλημάτων. Καταρχάς, η δυναμική φύση του Peer-to-Peer λόγω της απρόβλεπτης συμπεριφοράς των χρηστών (log in και log out οποιαδήποτε στιγμή, αλλαγή τοπικής σύνδεσης, αποστολή αιτημάτων κλπ.) φέρνει τα peers αντιμέτωπα με αρκετά δυναμικές καταστάσεις. Τα διαθέσιμα δεδομένα στο δίκτυο επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τη δυναμικότητα αυτή. Έτσι αποκαλύπτονται τα μεγαλύτερα θέματα. Δηλαδή η σταθεροποίηση του πλήθους των αντιγράφων ανεξάρτητα από αυτούς που κάνουν log out (επιλύεται με self healing) και η consistency αυτών (επιλύεται με dynamic quorums). Ένα ακόμη θέμα που μπορεί να εντοπιστεί είναι η φόρτωση των αντιγράφων. Για παράδειγμα αν ένας κόμβος έχει αυξημένη κίνηση τότε δημιουργεί πρόβλημα στη φόρτωση των αντιγράφων επιβραδύνοντας τη πρόσβαση σε αυτά. Σε περίπτωση που μπορούμε να φορτώνουμε μικρό όγκο δεδομένων ανά κόμβο μπορεί να χαθεί ένα αισθητό κομμάτι προσβάσεων στα αντίγραφα. Επομένως, το πλήθος των αντιγράφων πρέπει να είναι ανάλογο της κίνησης στο κόμβο. Η ατομική μνήμη που αναφέρθηκε προηγουμένως είναι ικανή να αντιμετωπίσει ένα μεγάλο πλήθος τέτοιων προβλημάτων σε συνδυασμό με τεχνικές όπως ο έλεγχος αντιγραφής, οι επικαλύψεις

Peer-to-Peer κ.α. Ως αποτέλεσμα δημιουργούνται τρεις οντότητες που συνεισφέρουν ξεχωριστά στο σύστημα συνοχή, διαθεσιμότητα και ισορροπία μέσω της αρχιτεκτονικής αυτής.

2.2) *Super Peer Based Peer-to-Peer*

Τα super peer based peer-to-peer συστήματα είναι αρκετά περιορισμένα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι καθώς το σύστημα μεγαλώνει αυτά αδυνατούν να ικανοποιήσουν τις ανάγκες που προκύπτουν σε θέματα απόδοσης, επεκτασιμότητας, λειτουργικότητας και αποτελεσματικότητας. Μια επίλυση των προβλημάτων αυτών είναι η δημιουργία ενός super peer based peer-to-peer συστήματος βασισμένο σε ιεραρχική Peer-to-Peer αρχιτεκτονική. Πιο συγκεκριμένα κάθε super peer συνοψίζει στα super peers που βρίσκονται σε χαμηλότερα επίπεδα μεταπληροφορίες. Η εκτέλεση queries προς super peer υψηλότερου επιπέδου γίνεται μέσω spreading queries και μέσω flooding queries μεταξύ των super peers στη ρίζα.

2.3) *Gnutella*

Όπως προαναφέρθηκε το Gnutella είναι από τις πιο γνωστές query flooding εφαρμογές. Το Gnutella είναι ένα decentralized peer-to-peer πρωτόκολλο αναζήτησης. Η κύρια χρήση του είναι η εύρεση αρχείων. Κάθε κόμβος στο δίκτυο Gnutella διατηρεί ανοιχτή σύνδεση με τουλάχιστον άλλον ένα. Η τεχνική flooding χρησιμοποιείται για την προώθηση αιτημάτων καθώς και μηνυμάτων συντήρησης από την ομάδα ενώ παράλληλα τα μηνύματα που απαντούν στα queries αυτά προωθούνται προς τα πίσω. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός δικτύου χρηστών. Το Gnutella ακόμη και σήμερα συνεχίζει να βελτιώνεται με νέες μεθόδους.

2.4) *Bitcoin*

Ίσως από τις γνωστότερες εφαρμογές του Peer-to-Peer σήμερα είναι αυτή του Bitcoin. Πρόκειται για μια κρυπτογραφημένο νόμισμα αλλά και ένα ολόκληρο σύστημα συναλλαγών. Ο δημιουργός του παραμένει μέχρι και σήμερα άγνωστος. Αυτό που κάνει το Bitcoin Peer-to-Peer είναι ότι οι συναλλαγές-πληρωμές μπορούν να γίνουν άμεσα μέσω χρηστών όπως περίπου και στα καταναμεμημένα συστήματα που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Συνεπώς δεν υπάρχει κάποιος διαμεσολαβητής. Με το που επικυρωθεί κάποια συναλλαγή και ύστερα πραγματοποιηθεί αυτή καταγράφεται σε ένα δημόσιο πρακτικό ονόματι blockchain. Επειδή, η λογική που περιγράφεται δεν κάνει χρήση κάποιου αρχηγού-διαχειριστή του συστήματος αλλά και επειδή δεν υπάρχει κάποιο μοναδικό αποθετήριο, το νόμισμα του Bitcoin χαρακτηρίζεται ως αποκεντρωμένο. Αν και το πιο δημοφιλές και αυτό που πέτυχε, το Bitcoin δεν αποτελεί το πρώτο ψηφιακό νόμισμα. Είχαν υπάρξει και άλλα πριν από αυτό αλλά κανένα δεν κατάφερε να αποκτήσει τη δημοτικότητα αυτού. Παρόλη την αυξανόμενη δημοτικότητα και επιτυχία του Bitcoin έχουν υπάρξει αρκετές ανησυχίες σχετικά με την ασφάλεια και την ανωνυμία που πραγματικά προσφέρει. Οι συναλλαγές που αναφέραμε πραγματοποιούνται με ανώνυμα ονόματα που ονομάζονται διεθύνσεις. Όμως μελέτες έχουν δείξει πως με συσχετίσεις μεταξύ των συναλλαγών και των ονομάτων που βρίσκονται στο blockchain μπορεί να μαθευτεί η διεύθυνση IP του κάθε χρήστη με αποτέλεσμα η ασφάλεια που προσφέρει να μην είναι τόσο ισχυρή.

2.5) *Workflow management και Peer-to-Peer*

Η παραπάνω peer-to-peer αρχιτεκτονική σχετίζεται με Web Workflow Peers Directory (WWPD) και το Web Workflow Peer (WWP). Όλοι οι χρήστες-peers που μπορούν να συμμετέχουν σε Web Workflow είναι αποθηκευμένοι σε μια λίστα. Το WWPD είναι ένα ενεργό σύστημα καταλόγων που κρατάει τέτοιου είδους λίστες. Για τον αποτελεσματικότερο διαμοιρασμό και διαχείριση του workflow η αρχιτεκτονική αυτή διαθέτει ένα μηχανισμό υποστήριξης.

Αυτός απλουστεύει τη διεργασία του workflow προσφέροντας ένα μοντέλο στους χρήστες αυτού με μεγαλύτερη πρόσβαση και σταθερότητα. Έτσι δίνεται η δυνατότητα σε ένα WWP να συνδεθεί σε άλλο χωρίς τη διαμεσολάβηση τρίτων. Αυτό αυξάνει την απόδοση του peer-to-peer workflow καθώς αυξάνονται οι χρήστες-peers με τον ίδιο σκοπό. Το WWPD έχει τη δυνατότητα δυναμικού εντοπισμού των χρηστών. Δυστυχώς τα σύγχρονα workflow με peer-to-peer αρχιτεκτονική συστήματα σπανίζουν χωρίς να κάνουν κατάλληλη χρήση νέων τεχνολογιών. Ένα μειονέκτημα της παραπάνω μεθόδου είναι η εμφάνιση των εσωτερικών λειτουργιών του workflow μέσω του διαδικτύου ως υπηρεσία.

2.6) Κοινωνικά δίκτυα και Peer-to-Peer

Αδιαμφισβήτητα τα κοινωνικά δίκτυα αποτελούν ίσως και τις δημοφιλέστερες ιστοσελίδες στο διαδίκτυο. Συγκεκριμένα, τα κατακευκτωμένα κοινωνικά δίκτυα δεν κάνουν χρήση κάποιου κεντρικού server για την αποθήκευση των στοιχείων των χρηστών τους. Επίσης δίνουν πλήρη δικαιώματα στους χρήστες ως προς τα προφίλ τους αυξάνοντας σε μεγάλο βαθμό την απαίτηση ιδιωτικότητας. Παρόλα αυτά, παρουσιάζουν μεγάλο θέμα όσον αφορά την ασφάλεια των δεδομένων του χρήστη όταν αυτός βρίσκεται offline. Για παράδειγμα, αν ένας χρήστης ανεβάσει προσωπικά δεδομένα του σε ένα τέτοιο δίκτυο παύει να έχει τον έλεγχό τους και υπάρχει κίνδυνος υποκλοπής αυτών. Έτσι η ανάπτυξη των κοινωνικών δικτύων (Online Social Network ή OSN) προσεγγίζεται με peer-to-peer. Ένα DOSN (Distributed Online Social Network) είναι ένα OSN υλοποιημένο σε μία πλατφόρμα διαχείρισης κατακευκτωμένης πληροφορίας όπως τα peer-to-peer συστήματα. Σε ένα DOSN με peer-to-peer τεχνολογία δεν υπάρχει ένας κεντρικός διαχειριστής αλλά πολλοί χρήστες-peers που επικοινωνούν μεταξύ τους και χωρίζουν τις απαιτούμενες ενέργειες που πρέπει να εκτελεστούν για τη λειτουργία του συστήματος. Όταν οι λειτουργίες ενός OSN ανάγονται σε ένα DOSN πρέπει να ληφθούν μέτρα για την εφαρμογή ενημερώσεων, τον τρόπο διαμοιρασμού των αποθηκευμένων πληροφοριών, μια συγκεκριμένη περιοχή κάλυψης και ένα πρωτόκολλο για την εύρεση και αντιμετώπιση θεμάτων. Όπως ειπώθηκε παραπάνω το μεγαλύτερο πρόβλημα προκύπτει από το γεγονός ότι τα δεδομένα του χρήστη παραμένουν διαθέσιμα ακόμη και όταν αυτός είναι offline. Εφόσον τα δίκτυα peer-to-peer είναι δυναμικά τα δεδομένα αυτά θα μπορούσαν είναι μη διαθέσιμα λόγω του churn. Πολλά DOSN συστήματα χρησιμοποιούν εξωτερικά συστήματα αποθήκευσης. Πιο σύγχρονες μέθοδοι, συστήνουν την αποθήκευση κοινωνικών δεδομένων ενός χρήστη στην υποστήριξη αποθήκευσης που παρέχεται από τους φίλους του. Με τον τρόπο αυτό ο χρήστης χειρίζεται τα δικά του δεδομένα και επιλέγει ένα υποσύνολο των φίλων του για να κάνει τα δεδομένα του διαθέσιμα όταν είναι offline. Οι Distributed Caching και Dynamic Data Replication αποτελούν τις πιο γνωστές μεθόδους για την επίλυση του προβλήματος αυτού. Σαφέστατα, οι τεχνικές αυτές εμφανίζουν και μειονεκτήματα. Για παράδειγμα το replication παρουσιάζει θέμα με τη συνοχή των δεδομένων και το πλήθος των αντιγράφων. Η DiDuSoNet είναι μια αρχιτεκτονική μεταξύ άλλων για την επίλυση του προβλήματος αυτού.

2.7) Wi-Fi Internet και Peer-to-Peer

Προκειμένου να επιτευχθεί εύκολη πρόσβαση στο διαδίκτυο σε διευθύνσεις με πολύ μεγάλη κίνηση χρηστών τα τωρινά Wi-Fi Sharing συστήματα απαιτούν μια πιστοποίηση του χρήστη. Η παραπάνω λειτουργία ισχυροποιείται από το πρωτόκολλο SSL με τις ακόλουθες όμως μεταδόσεις να παραμένουν

απροστάτευτες. Το γεγονός αυτό εφόσον εσφαλμένα η σύνδεση θεωρηθεί ασφαλής καθιστά ευάλωτα τα σημεία πρόσβασης θέτοντας σε κίνδυνο την ιδιωτικότητα του χρήστη αφού εισάγοντας τα προσωπικά του στοιχεία κάνει την επικύρωση. Έτσι προκύπτει ένα μεγάλο θέμα ασφάλειας γύρω από τα σημεία πρόσβασης. Για την αντιμετώπιση του ζητήματος αυτού χρειάζεται ένα σύστημα ισχυρής πιστοποίησης του χρήστη αλλά και ένας μηχανισμός ελέγχου της κίνησης. Σε αυτό το σημείο η Peer-to-Peer Internet Sharing Architecture προσφέρει Wi-Fi Sharing χωρίς νομικά θέματα για τους παρόχους αλλά και ασφάλεια σε mobile χρήστες. Οι χρήστες του δικτύου αυτού μπορούν να μοιραστούν τα σημεία πρόσβασης μεταξύ τους. Ο mobile χρήστης ακολουθεί ένα κρυπτογραφημένο tunnel για την ανταλλαγή δεδομένων κατά την περιήγησή του χάρις του router που του δίνεται από το δίκτυο. Αφού ο κάτοχος του σημείου πρόσβασης είναι υπεύθυνος για την κίνηση σε αυτό ο παραπάνω τρόπος παύει να δημιουργεί νομικά θέματα αντιμετωπίζοντας παράλληλα και την υποκλοπή δεδομένων αφού η κίνηση εμπρός είναι κρυπτογραφημένη.

2.8) Mobile File Sharing και Peer-to-Peer

Η συνεχής αύξηση στη χρήση και τη διαθεσιμότητα των mobile data networks (GPRS, UMTS κλπ.) καθιστούν το peer-to-peer file sharing μια ανερχόμενη εφαρμογή στα κινητά. Το ενδιαφέρον αυτό επιβεβαιώνεται από το γεγονός τα συστήματα file sharing αποτελούν ένα από τους βασικότερους λόγους επίσκεψη του διαδικτύου ξεπερνώντας ακόμη και το email. Αν και δημοφιλής λόγω της φύσης του mobile εμφανίζεται μια μεγάλη σειρά από προβλήματα (ιεραρχική δομή του δικτύου, η διαφορετική κατάσταση που βρίσκεται ο κάθε χρήστης, η περιορισμένη δυνατότητα των συσκευών κλπ.). Η peer-to-peer αρχιτεκτονική απαιτεί ισοδύναμους χρήστες-peers να μοιράζονται μεταξύ τους δεδομένα. Για τον επιτυχή διαμοιρασμό των πόρων οι peer-to-peer βασίζονται σε δύο αρχές μηχανισμών, τη Resource mediation mechanism και την resource control mechanism. Η πρώτη είναι υπεύθυνη για τον εντοπισμό των πόρων και των χρηστών ενώ η δεύτερη για τον καθορισμό της προτεραιότητας κάθε αιτήματος και της πρόσβασης στους πόρους. Η υλοποίηση και των δύο αυτών μηχανισμών μπορεί να επιτευχθεί μέσω μιας centralized προσέγγισης. Απεναντίας τα υβριδικά peer-to-peer κάνουν χρήση των κεντρικών οντοτήτων. Το eDonkey είναι ένα τέτοιο υβριδικό σύστημα όπου τα δεδομένα θέσης των αρχείων αποστέλλονται σε όλους τους χρήστες-peers. Στόχος όσων ασχολούνται με mobile προσεγγίσεις είναι ο έλεγχος του περιεχομένου, της κίνησης και η εγγύηση σύνδεσης του χρήστη.

2.9) Tree Peer-to-Peer

Η TreeP βασίζεται στον 1-D χώρο. Ο χώρος αυτός διαμερίζεται και δημιουργείται μια ιεραρχική Peer-to-Peer αρχιτεκτονική η οποία διατηρείται δυναμικά. Παρέχει λειτουργίες για load balancing και διαμοιρασμό των πόρων. Η μέθοδος αυτή εκμεταλλεύεται τα ετερογενή στοιχεία του δικτύου μειώνοντας το περιττό overhead. Επίσης η μέθοδος αυτή είναι αρκετά robust σε errors και failures. Το TreeP λειτουργεί με τον εξής τρόπο: Έστω ότι κάθε κόμβος στο σύστημα έχει έναν μοναδικό αριθμό ταυτοποίησης (ID) οποίος είτε δίνεται από το σύστημα ή από εξωτερικό ID System. Τα ID μπορούν να δοθούν τυχαία ή βάσει ενός hash των αριθμών IP / Port. Οι κόμβοι συστήματος δεν χρειάζεται να χρησιμοποιούν το ίδιο ID κάθε φορά που συνδέονται στο δίκτυο. Όμως η χρήση του ίδιου ID φέρνει κάποια πλεονεκτήματα. Βοηθάει στην ευκολότερη εύρεση των χρηστών. Για τη διατήρηση ενός ισορροπημένου δένδρου πρέπει να γίνει μια αρχική αναζήτηση για μια ομάδα ID από τα οποία επιλέγει ο χρήστης. Οι χωρικές συντεταγμένες παρέχονται

στο σύστημα μέσω των IDs. Ο εντοπισμός των peers επιτυγχάνεται μέσω της χαρτογράφησης συντεταγμένων στον 1-D χώρο.

2.10) Pub/Sub Peer-to-Peer

Η αρχιτεκτονική Peer-to-Peer Publish/Subscribe χρησιμοποιείται κυρίως από βιομηχανίες λόγω των πλεονεκτημάτων που προσφέρει στην έκδοση οικονομικών στοιχείων, την ενσωμάτωση εφαρμογών καθώς και τα filtering και business process management. Τα οφέλη αυτά την καθιστούν από τα δημοφιλέστερα πρότυπα επικοινωνίας καθώς προσφέρει μια απλή και προσιτή αλληλεπίδραση μεταξύ publisher και subscriber. Παραδείγματα χρήσης του αποτελούν τα Active Message Queuing Protocol, WS Notifications, Dissemination Service και WS Eventing μεταξύ άλλων. Το Pub/Sub στηρίζεται στην ανταλλαγή μηνυμάτων μεταξύ subscribers (στέλνουν αιτήματα) και publishers οι οποίοι διαδίδουν το μήνυμα publication. Δεν υπάρχει κάποιο κοινό μοντέλο γλώσσας και δεδομένων μεταξύ των συστημάτων. Ένα μεγάλο μέρος pub/sub εφαρμογών βασίζεται σε Peer-to-Peer αρχιτεκτονικές. Υπάρχουν όμως και υλοποιήσεις centralized, πολλών συνεργατικών servers κλπ. Τέλος τα decentralized συστήματα είναι πιο πρόσφατα και βασίζονται στην ύπαρξη ενός δικτύου για τη δρομολόγηση των queries.

2.11) Learning objects και Peer-to-Peer

Ένα θέμα που βασανίζει την πανεπιστημιακή κοινότητα αλλά και άλλους φορείς με εκπαιδευτικό υλικό είναι η επαναχρησιμοποίηση των learning objects. Προκειμένου να μειωθεί το κόστος των μαθημάτων πρέπει να επιτευχθεί αυτή η επαναχρησιμοποίηση. Η peer-to-peer υλοποίηση εμφανίζει αρκετά προβλήματα. Κάποια από αυτά είναι η δυσκολία που αντιμετωπίζουν οι χρήστες ως προς την εισαγωγή νέου εκπαιδευτικού υλικού, το γεγονός ότι τα αποθετήρια καθίστανται διαλειτουργικά κλπ. Ένα εργαλείο που διευκολύνει την κατάσταση αυτή είναι το LOMster το οποίο δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να μοιράζονται ένα XML σύνδεσμο μαζί με τα learning objects.

3.Future Challenges-Στόχοι

3.1)Αυτόνομοι Agents

Αν και το κεφάλαιο Peer-to-Peer αποτελεί ένα από τα πιο ελκυστικά στην επιστήμη της Πληροφορικής οι σύγχρονες μέθοδοι σχεδίασης Peer-to-Peer συστημάτων δεν είναι τόσο Peer-to-Peer. Αυτό συμβαίνει επειδή τα συστήματα αυτά υλοποιούν ένα μόνο μέρος του συνόλου Peer-to-Peer. Βέβαια η αυξανόμενη πρόοδος της τεχνολογίας σε όλους τους τομείς της Πληροφορικής φαίνεται να εμφανίζει στο προσκήνιο τεχνολογίες χρήσιμες για την επίλυση των διαφόρων προβλημάτων της.

Τα σύγχρονα συστήματα Peer-to-Peer είναι απαλλαγμένα από τα μειονεκτήματα των παλιών. Προσφέρουν πιο πολλές δυνατότητες στους χρήστες-peers και κάνουν την εξυπηρέτησή τους πιο αποτελεσματική με μεγαλύτερη απόδοση και λειτουργικότητα. Οι αυτόνομοι agents είναι δυναμικές οντότητες με deep learning χαρακτηριστικά που προσαρμόζονται στο εκάστοτε πρόβλημα. Επικοινωνούν με τους χρήστες, εκπληρώνουν τα αιτήματά τους, μεταφέρουν δεδομένα κ.α. Λόγω των παραπάνω χαρακτηριστικών μαθαίνουν, βελτιώνονται και εξελίσσονται. Βασίζονται στο παρελθόν και μπορούν μέσω παλιότερων ενδείξεων να εκτιμήσουν το μέλλον. Η υψηλή κινητικότητα των agents είναι ένας ακόμη παράγοντας μεγάλης σημασίας. Οι αυτόνομοι agents λόγω της αυτοβελτίωσης και της δυναμικότητας που τους διακατέχει μπορούν να χρησιμοποιηθούν εκτός από τα Peer-to-Peer και στα Agent-to-Agent συστήματα. Τέτοιου είδους συστήματα αλλά και ανεπτυγμένες AIs όπως των agents είναι πρόσφατες στα κατανεμημένα συστήματα. Οι agents λειτουργούν αυτόνομα σε ένα δίκτυο και κινούνται είτε μεταξύ των κόμβων του δικτύου είτε περιορίζεται η δράση τους σε αυτούς. Παραλαμβάνουν δεδομένα και αιτήματα από τους χρήστες ή τους agents προσπαθώντας να βρουν τη πιο βέλτιστη και αποτελεσματική λύση επεξεργάζοντας τις υπάρχουσες συνθήκες. Οι agents διαθέτουν μεγάλη προσαρμοστικότητα στο περιβάλλον τους - δίκτυο. Αυτό τους καθιστά κατάλληλους για τα κατανεμημένα δίκτυα. Επίσης, διαθέτουν τη δυνατότητα επικοινωνίας με άλλους agents ώστε να καταστρώσουν την κατάλληλη λύση. Όλα τα παραπάνω στοιχεία πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά το σχεδιασμό και τη δημιουργία ενός σύγχρονου συστήματος με κατανεμημένη αρχιτεκτονική ώστε να εκμεταλλευτούν τα προτερήματα των agents στο έπακρο.

3.2)Εξέλιξη του Peer-to-Peer μοντέλου λόγω Cloud Computing

Το μοντέλο Peer-to-Peer ξεκίνησε να εμφανίζεται περισσότερο λίγο μετά τα μέσα της δεκαετίας του ενενήντα. Μέχρι τότε δεν ήταν ευρέως γνωστό. Αυτό που το έκανε δημοφιλές ήταν η υπηρεσία Napster το 1999 το οποίο ήταν ένα δίκτυο για το διαμοιρασμό μουσικής. Έτσι αφού έγιναν κατανοητές οι ισχυρές δυνατότητες του άρχισε να τραβάει τα βλέμματα και της επιστημονικής κοινότητας καθιστώντας το ένα ελκυστικό αντικείμενο έρευνας από το 2000 και μετά. Κάθε φορά το θέμα στο οποίο επικεντρώνεται η επιστημονική κοινότητα διαφέρει συμβαδίζοντας με τις σύγχρονες τεχνολογίες. Αρχικά έγιναν προσπάθειες βελτιστοποίησης των πρωτοκόλλων αναζήτησης. Προτάθηκαν μέθοδοι όπως hash tables κ.α. Ύστερα, και συγκεκριμένα το 2007 (εφτά χρόνια μετά), έγιναν προσπάθειες για τη μεταφορά αρχείων μεγάλου μεγέθους. Στη συνέχεια, το 2010, με την εισροή των υπηρεσιών streaming και on demand, τα Peer-to-Peer στράφηκαν σε αυτά. Πλέον, αυτό που απασχολεί την

έρευνα στα Peer-to-Peer είναι οι εφαρμογές του στα κοινωνικά δίκτυα που κυριαρχούν στο διαδίκτυο. Συνεπώς, ο συνδυασμός Peer-to-Peer αρχιτεκτονικής και cloud computing ήταν αναπόφευκτος.

Το cloud computing είναι ένα δίκτυο που απαρτίζεται από πολλούς servers μαζί. Οι servers αυτοί δρουν συνεργατικά προσφέροντας ένα πλήθος πλεονεκτημάτων. Κάποια από αυτά είναι μεγαλύτερη απόδοση, συλλογική επεξεργαστική ισχύ, βελτιώσεις, συνοχή και εγγύηση στους τρόπους αποθήκευσης, ταχύτητα προσπέλασης δεδομένων κλπ. Ένα άλλο σημαντικό σημείο είναι ότι τα nodes στο cloud δε μπορούν να αποτύχουν, να βγουν εκτός σύνδεσης (ακόμη και στην περίπτωση που συμβεί κάτι τέτοιο υπάρχουν μετρα ασφαλείας για την αδιάκοπη λειτουργία των υπηρεσιών). Τέλος το cloud αποτελείται από συγκεντρωτικές δομές με ένα σημείο πρόσβασης.

Ένα από τα στοιχεία που κάνουν το cloud να ξεχωρίζει είναι ότι δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να έχει πρόσβαση στα δεδομένα του ή στις υπηρεσίες που δικαιούται όποτε αυτός το ζητήσει. Δηλαδή, η πρόσβαση στους πόρους γίνεται όποτε απαιτηθεί από το χρήστη (On demand self service). Μερικά προτερήματα της on demand είναι η δυναμικότητα και η προσαρμοστικότητα στις αλλαγές, παγκόσμια πρόσβαση μέσω λειτουργιών δικτύου καθώς και η παροχή πολλών μηχανισμών επιτήρησης και μέτρησης κατανάλωσης των πόρων δίνοντας φιλικά μοντέλα κατανάλωσης και χρέωσης (measured service). Συνεπώς, τα συστήματα αυτά παρουσιάζουν ομοιότητες με το cloud αφού προσφέρουν υπηρεσίες σε μεταβλητές συνθήκες. Πιο συγκεκριμένα το cloud είναι ικανό να προσαρμόζεται στη δυναμικότητα του δικτύου μέσω έξυπνων task offloading μηχανισμών και αναγκαίων trade offs. Έτσι, το cloud υπερτερεί επειδή μπορεί να εξυπηρετεί μια μεγάλη ποικιλία χρηστών, συσκευών και αιτημάτων ανεξάρτητα της τοποθεσίας του κάθενος αλλά και της δυνατότητας του να παρέχει υπηρεσίες ανά πάσα στιγμή.

Το cloud κάνει χρήση κατανεμημένων δεδομένων, σημείων πρόσβασης και μηχανισμών αναζήτησης βασιζόμενο στα πρωτόκολλα Peer-to-Peer ως backend. Όλη η ανταλλαγή δεδομένων, η μεταφορά μεγάλων δεδομένων και η αποθήκευση αυτών προσφέρονται από τέτοιου είδους πρωτόκολλα. Δηλαδή οι servers στο cloud τρέχουν σε πρωτόκολλα Peer-to-Peer προκειμένου να υλοποιηθούν λειτουργίες που απαιτούν κοινή χρήση πόρων.

Στη συνέχεια θα αναφερθούν κάποια χαρακτηριστικά μεγάλης σημασίας για το cloud. Καταρχάς η ασφάλεια είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες όταν αναφερόμαστε σε υπηρεσίες διαδικτύου. Η ασφάλεια πρέπει αφορά όλους τους μηχανισμούς αφού δεν υπάρχει ένα μόνο σημείο πρόσβασης για τους χρήστες. Ένα άλλο στοιχείο είναι η τοποθεσία κατά τη μεταφορά δεδομένων σε εταιρείες και άλλους φορείς. Όλοι αυτοί οι πόροι γίνονται προσβάσιμοι δωρεάν και άμεσα. Τέλος, παρέχεται ένα τεράστιο σύνολο δεδομένων που δεν αφορά μόνο αρχεία. Το cloud μπορεί να προσφέρει σημαντικούς πόρους όπως επεξεργαστική ισχύ (CPU), bandwidth, μνήμη, προγράμματα κλπ. Το στοιχείο αυτό είναι από τα σημαντικότερα αφού μέσω cloud προσφέρονται πόροι και εφαρμογές σε μεγάλο εύρος ατόμων για τη διεκπεραίωση των εργασιών τους των οποίων το πραγματικό τους κόστος είναι τεράστιο. Για παράδειγμα μπορεί να προσφέρει CPU την οποία να μη διαθέτει κάποιος στον προσωπικό του υπολογιστή αυξάνοντας κατα πολύ την ταχύτητα επεξεργασίας.

3.3)Προσωπική Εκτίμηση

Τα Peer-to-Peer μπορεί να ξεκίνησαν με δυσκολίες και να πολεμήθηκαν αρκετά σε σημείο που πολλά μοντέλα τους να θεωρηθούν παράνομα και επικίνδυνα. Ίσως κάποιοι να έλεγαν ότι θα έχουν εκλείψει. Κανείς δε μπορεί όμως να αμφισβητήσει τη συνεισφορά τους και τον τρόπο με τον οποίο άλλαξαν το

διαδίκτυο. Όμως η τεχνολογία αυτή φαίνεται ότι περιέχει μηχανισμούς με πολύ μεγάλο ενδιαφέρον και τρομερή λειτουργικότητα. Πόσο μάλλον σε δίκτυα που αφορούν ομάδες ανθρώπων όπως τα κοινωνικά. Άρα δεν είναι τα ίδια τα Peer-to-Peer θέμα αλλά ο τρόπος υλοποίησής τους. Συμπερασματικά οι καιροί μπορεί να αλλάζουν αλλά τα μοντέλα Peer-to-Peer έχουν τόσες δυνατότητες που μπορούν να βελτιώσουν την εύρυθμη λειτουργία του διαδικτύου. Οι εφαρμογές τους στο cloud το αποδεικνύουν, εφόσον ακολουθήσουν τα νέα πρότυπα και πρωτόκολλα σε συνδυασμό με τις έξυπνες τεχνολογίες που αναπτύσσονται τα Peer-to-Peer μπορεί να καταφέρουν να αποκτήσουν το ενδιαφέρον που τα κατείχε παλιότερα στην Πληροφορική.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Παρατίθενται τα επιστημονικά άρθρα που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση και ανάπτυξη του θέματος αυτού:

Phillip Kiseembe and Wilson Jeberson (2017).

FUTURE OF PEER-TO-PEER TECHNOLOGY WITH THE RISE OF CLOUD COMPUTING.

All Nations University College, Koforidua, Eastern Region, Ghana Department of Computer Science & Engineering, SHUATS, Allahabad, India.

https://www.researchgate.net/publication/319579735_Future_of_Peer-To-Peer_Technology_with_the_Rise_of_Cloud_Computing

Barbara Guidi, Tobias Amft, Andrea De Salve, Kalman Graffi, Laura Ricci (2015).

DiDuSoNet: A P2P architecture for distributed Dunbar-based social networks.

Privacy and Availability in Distributed Online Social Networks

https://www.researchgate.net/profile/Barbara_Guidi/publication/277852989_DiDuSoNet_A_P2P_architecture_for_distributed_Dunbar-based_social_networks/links/55796eee08ae753637569b71/DiDuSoNet-A-P2P-architecture-for-distributed-Dunbar-based-social-networks.pdf

Yanbing Wu, Haining Fan, Xiaoyun Wang and Guangnan Zou (2018).

A regulated digital currency. Institute for Advanced Study, Tsinghua University, Beijing 100084, China; Department of Computer Science and Technology.

<https://link.springer.com/article/10.1007/s11432-018-9611-3>

Zhao Cao, Kan Li, Yushu Liu (2008).

A Multi-Level Super Peer Based P2P Architecture

<https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.ieee-art-000004472751>

Tobias Heer, Shaohui Li and Klaus Wehrle (2007).

PISA: P2P Wi-Fi Internet Sharing Architecture

<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4343494>

Benoit Hudzia, M-Tahar Kechadi, Adrian Ottewill (2005).

TreeP: A Tree Based P2P Network Architecture

<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4154150>

Emmanuelle Anceaume Maria Gradinariu Vincent Gramoli and Antonino Virgillito

P2P Architecture for Self-Atomic Memory

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.165.6151&rep=rep1&type=pdf>

Romain Cavagna, Christian Bouville and Jerome Royan.

P2P Network for Very Large Virtual Environment

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.724.5419&rep=rep1&type=pdf>

Matei Ripeanu (2002).

Peer-to-Peer Architecture Case Study: Gnutella Network. Computer Science Department, The University of Chicago. Proceedings of the First International Conference on Peer-to-Peer Computing (P2Pi01) 0-7695-1503-7/02 © 2002 IEEE.

https://www.tamps.cinvestav.mx/~vjsosa/clases/redes/simuladores/3LS_Simulator_GnutellaNetwork.pdf

Stefan Ternier and Erik Duval (2003).

Using a P2P architecture to provide interoperability between Learning Object Repositories

https://www.researchgate.net/profile/Erik_Duval/publication/228524092_Using_a_P2P_architecture_to_provide_interoperability_between_Learning_Object_Repositories/links/09e4150dc24c7176d5000000/Using-a-P2P-architecture-to-provide-interoperability-between-Learning-Object-Repositories.pdf

Georgios John Fakas Bill Karakostas (2003).

A peer to peer (P2P) architecture for dynamic workflow management

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950584903001782>

H. Homayounfar, F. Wang and S. Areibi

Advanced P2P Architecture Using Autonomous Agents

School of Engineering University of Guelph Guelph Ontario Canada N1G2W1

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.131.151&rep=rep1&type=pdf>