

ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΣΕ ΟΜΟΤΙΜΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Παπαθανασίου Αικατερίνη*, Τσακαλίδης Αθανάσιος, Τσιράκης Νίκος

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ & Πληροφορικής, Πολυτεχνική Σχολή, Πανεπιστήμιο
Πάτρας, Ρίο, 26500, Πάτρα

Email: papathak@ceid.upatras.gr, τηλ. :694-5129039, 2610-434071

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ) αποτελούν εργαλεία τα οποία βοηθούν όχι μόνο στη χαρτογράφηση μιας περιοχής, αλλά γενικότερα στη δημιουργία, την ανάπτυξη και τη διαχείριση γεωγραφικών πληροφοριών. Ένα γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών είναι μια οργανωμένη συλλογή υλικού υπολογιστών, λογισμικού, γεωγραφικών δεδομένων καθώς και ανθρώπινου δυναμικού με σκοπό την αποτελεσματική συλλογή, την αποθήκευση, την ενημέρωση, τον χειρισμό, την ανάλυση και την παρουσίαση όλων των μορφών γεωγραφικής πληροφορίας (ESRI, 1990). Ένα ομότιμο δίκτυο υπολογιστών (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 των κόμβων. Όλοι οι κόμβοι (Wikipedia) του δικτύου έχουν ίσα δικαιώματα. Στον τομέα που μελετούμε σε αυτήν την εργασία, δηλαδή τα ΓΣΠ εφαρμογών σε ομότιμο σύστημα, έχουν γίνει σημαντικά βήματα και έχουν αναπτυχθεί τόσο αλγόριθμοι όσο και κάποια πρώτα ομότιμα συστήματα για εφαρμογές για ΓΣΠ. Το γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών βασισμένο στο παγκόσμιο ιστό (GIS over web) είναι ένας ελπιδοφόρος ερευνητικός τομέας ο οποίος φέρνει τις νέες προσεγγίσεις στην πρόσβαση, στο διαμοιρασμό και τη διάδοση των γεωγραφικών πληροφοριών. Εντούτοις, το τρέχον ΓΣΠ που βασίζεται στο παγκόσμιο ιστό στηρίζεται σε μεγάλο ποσοστό στο συγκεντρωμένο κεντρικό υπολογιστή, ο οποίος έχει αναπόφευκτα μειονεκτήματα, όπως τη συμφόρηση του δικτύου. Με την υιοθέτηση ενός αποκεντρωτικού δικτύου, η ομότιμη τεχνολογία μπορεί να βελτιώσει την εξέλιξη και την αξιοπιστία, να ενισχύσει τη γενική αξιοπιστία και την ανοχή σε λάθη, να αυξήσει την αυτονομία και να επιτρέψει την κατά περίπτωση (ad-hoc) επικοινωνία και συνεργασία. Αντίθετα, οι τρέχουσες προτάσεις για τις υποδομές υπηρεσιών Παγκόσμιου Ιστού είναι κυρίως βασισμένες στις συγκεντρωτικές προσεγγίσεις, οι οποίες είναι επιρρεπείς σε αποτυχίες, σε δυναμικές ζώνες στο δίκτυο, και στην έκθεση κακόβουλων επιθέσεων. Με το συνδυασμό των υπηρεσιών Παγκόσμιου Ιστού ΓΣΠ (GIS Web Services) σε ομότιμο περιβάλλον, στοχεύουμε στο να προσθέσουμε περισσότερη ευελιξία και αυτονομία στα GIS Web Services συστήματα, καθώς και να ανακουφίσουμε μέχρι ενός ορισμένου βαθμού τους έμφυτους περιορισμούς των συγκεντρωμένων συστημάτων (Guan, Zhou, Wang, Bian, 2004). Στόχος της

συγκεκριμένης εργασίας είναι να παρουσιάσει τα βήματα που έχουν γίνει παγκοσμίως προς αυτή την κατεύθυνση. Στα ΓΣΠ τα δεδομένα είναι πολλαπλών διαστάσεων και κατά συνέπεια πολύπλοκα. Αυτό τα κάνει την ανάκτησή τους δύσκολη με τις παραδοσιακές μεθόδους ανάκτησης, ειδικότερα για δεδομένα τα οποία λειτουργούν σε ομότιμα δίκτυα. Υπάρχουν πάρα πολλές μέθοδοι προκειμένου να εφαρμόσουμε ένα καταναμημένο αλγόριθμο καταταμαχισμού αλλά στη συγκεκριμένη εργασία θα εστιάσουμε στην μέθοδο συσχετιστικού δικτύου (Content-Addressable Network - CAN) (Ratnasamy, Francis, Handley, Karp, Shenker, 2001), στην οποία οι θέσεις αναγνωρίζονται από τα περιεχόμενά τους και όχι από τα ονόματά τους. Μια εφαρμογή ΓΣΠ σε ομότιμο σύστημα είναι το BestPeer (Guan, Zhou, Wang, Bian, 2004). Το παραπάνω είναι ένα γενικό ομότιμο σύστημα το οποίο σχεδιάστηκε και εφαρμόστηκε από το Πανεπιστήμιο της Σιγκαπούρης σε συνεργασία με το Πανεπιστήμιο της Κίνας, προκειμένου να χρησιμοποιηθεί ως πλατφόρμα στην οποία ομότιμες εφαρμογές θα μπορούν να αναπτυχθούν με ευκολία και αποτελεσματικότητα. Ακόμη μια εφαρμογή είναι το Gippy (Xu, Fang, Han, 2007) ένα Πανεπιστημιακό ΓΣΠ υποστηριζόμενο από ομότιμα δίκτυα. Το παραπάνω σύστημα αποτελείται από 3 πρότυπα: τη βάση δεδομένων, το πρότυπο αναζήτησης και το πρότυπο διαχείρισης. Με βάση λοιπόν τα όσα είδαμε παραπάνω καθίσταται σαφής η ανάγκη για διαμοιρασμό γεωγραφικών δεδομένων σε διανεμημένο περιβάλλον, παρά τις δυσκολίες που παρουσιάζει το εγχείρημα αυτό.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών, ομότιμο δίκτυο, ανάκτηση πληροφορίας, γεωεπεξεργασία, αρχιτεκτονική πελάτη-εξυπηρετητή

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η πρόοδος των αυτόματων τρόπων παραγωγής και γεωμετρικής ανάλυσης χαρτών έγινε ταυτόχρονα με την ανάπτυξη αυτόματων μεθόδων συλλογής, ανάλυσης και παρουσίασης της πληροφορίας σε πολλούς τομείς όπως γεωγραφία, εδαφολογία, φωτογραμμετρία, τηλεπισκόπηση, πολεοδομία, γεωδαισία. Όλοι αυτοί οι τομείς επιδιώκουν να καθιερωθεί ένα πλαίσιο λειτουργιών για συλλογή, επεξεργασία, ανάκτηση, αποθήκευση, μετασχηματισμό, ανάλυση και απόδοση της γεωγραφικής (δεδομένα του πραγματικού χώρου), προκειμένου να εξυπηρετούν συγκεκριμένους σκοπούς. Αυτό το πλαίσιο λειτουργιών επιδιώκει ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (ΓΣΠ) (GIS-Geographical Information System). Στη συγκεκριμένη εργασία θα μελετήσουμε το γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών σε ομότιμο περιβάλλον, οπότε είναι σκόπιμο να παρατεθεί και ένας ορισμός για το ομότιμο περιβάλλον. Έτσι λοιπόν, μια διανεμημένη δικτυακή αρχιτεκτονική μπορεί να κληθεί ομότιμο (P2P) δίκτυο, εάν οι συμμετέχοντες μοιράζονται ένα μέρος των πόρων υλικού τους (δύναμη επεξεργασίας, ικανότητα χωρητικότητας, ικανότητα σύνδεσης δικτύου, εκτυπωτές κτλ). Αυτοί οι κοινοί πόροι είναι απαραίτητοι για να παρέχουν την υπηρεσία και το περιεχόμενο που προσφέρεται από το δίκτυο (π.χ. μοίρασμα αρχείων ή κοινοί χώροι εργασίας για συνεργασία). Είναι προσιτοί από άλλους κόμβους άμεσα, χωρίς διάβαση των ενδιάμεσων οντοτήτων. Οι συμμετέχοντες ενός τέτοιου δικτύου είναι έτσι προμηθευτές των πόρων

(υπηρεσία και περιεχόμενο) καθώς επίσης και αιτούντες των πόρων (υπηρεσία και περιεχόμενο).

ΣΚΟΠΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΔΙΑΜΟΙΡΑΣΜΟΥ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΔΙΑΜΕΣΟΥ ΟΜΟΤΙΜΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Στη σημερινή εποχή είναι πολύ σημαντικό για όλους τους ανθρώπους ανεξαρτήτως, το να έχουν τη δυνατότητα να ανταλλάσουν δεδομένα και πληροφορία εύκολα και γρήγορα. Αυτό ισχύει τόσο για τους απλούς ανθρώπους όσο και για τις επιχειρήσεις, τις κυβερνητικές οργανώσεις και σαφέστατα την επιστημονική κοινότητα. Με τον τρόπο αυτό η ανάπτυξη σε όλους τους παραπάνω τομείς καθίσταται ραγδαία και με μικρότερο κόστος, τόσο από οικονομικής άποψης όσο και από ανθρώπινης κούρασης. Η συνεργασία μεταξύ επιχειρήσεων, αλλά και μεταξύ επιχειρήσεων, κυβερνήσεων και εκπαιδευτικής κοινότητας είναι το σημαντικότερο κομμάτι προκειμένου να καταστεί εφικτή η ανάπτυξη. Προκειμένου λοιπόν να συμβεί αυτό θα πρέπει τα παραπάνω μέλη να είναι ικανά να ανταλλάσουν μεταξύ τους πληροφορία γρήγορα και αξιόπιστα. Ας αναλογιστούμε πόσο δύσκολη ήταν μέχρι στιγμής η ανταλλαγή των δεδομένων και της πληροφορίας γενικότερα, ακόμα και μέσα στο ίδιο το κτίριο μιας επιχείρησης. Τα δεδομένα έπρεπε να διανέμονται από τον ένα υπάλληλο στον άλλο είτε σε αντίγραφα είτε σε συνηθισμένα αποθηκευτικά μέσα είτε μέσω κάποιας αργής σύνδεσης διαδικτύου. Αυτό είχε κόστος για τις επιχειρήσεις αν σκεφτεί κανείς ότι μιλάμε για ολόκληρες βάσεις δεδομένων που πρέπει να μεταφερθούν είτε από όροφο σε όροφο μέσα στο κτίριο της επιχείρησης ή ακόμα και σε διαφορετικά κτίρια αν μιλάμε, για παράδειγμα για μια εταιρεία που έχει γραφεία σε διάφορα σημεία μιας πόλης ή μιας χώρας ή ακόμα ανά τον κόσμο. Αν μιλήσουμε τώρα για συνεργασία μεταξύ διαφορετικών εταιρειών ή μεταξύ εταιρειών και επιστημονικής κοινότητας τα πράγματα δυσκολεύουν ακόμα περισσότερο, αφού η κάθε εταιρεία έχει το δικό της σύστημα οργάνωσης και τη δική της προστασία προκειμένου να διασφαλίσει την ασφάλεια των δεδομένων της. Έτσι η επιθυμητή ανταλλαγή δεδομένων καθίσταται δύσκολη και χρονοβόρα. Αν μάλιστα μιλάμε για γεωγραφικά δεδομένα που όπως είδαμε παραπάνω απαιτούν συγκεκριμένο λογισμικό και συγκεκριμένα συστήματα, η ανταλλαγή δυσκολεύει ακόμα περισσότερο. Μέχρι σήμερα ανάμεσα στις επιστημονικές κοινότητες η χρήση ομότιμων συστημάτων προκειμένου να ανταλλάσουν δεδομένα ήταν διαδεδομένη αλλά όχι όσον αφορά δεδομένα γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών που όπως είδαμε στην εισαγωγή έχουν διεισδύσει και βρίσκουν εφαρμογές σε πάρα πολλούς τομείς της επιστήμης αλλά και της βιομηχανίας. Η δύναμη των ομότιμων δικτύων επιτρέπει τη συνεργασία πάνω σε χωρικά δεδομένα, μειώνει τις δαπάνες υποδομής, μειώνει τον πλεονασμό στοιχείων και προωθεί την ιδέα της διανεμημένης επεξεργασίας και των διανεμημένων πόρων. Ταυτόχρονα με τα παραπάνω η εξάπλωση του διαδικτύου είναι ραγδαία και έχει διεισδύσει για τα καλά στις ζωές μας. Το παγκόσμιος ιστός μας προσφέρει πρόσβαση σε πληθώρα πληροφοριών εύκολα, γρήγορα και μάλιστα σε οποιοδήποτε σημείο κι αν βρισκόμαστε. Όλο και περισσότερες πληροφορίες μας είναι καθημερινά απαραίτητες και μάλιστα στο λιγότερο δυνατό χρόνο και με το λιγότερο δυνατό κόστος. Έτσι η ανάπτυξη των τεχνολογιών που

αποσκοπούν στο διαμοιρασμό των δεδομένων εξελίσσεται καθημερινά προκειμένου να προσφέρει στο απαιτητικό κοινό της τις καλύτερες δυνατές υπηρεσίες. Όσο αναφορά τα γεωγραφικά δεδομένα η τεχνολογία των κεντρικοποιημένων δικτύων όπως για παράδειγμα αυτή του πελάτη-εξυπηρετητή (client-server) καθίσταται αναποτελεσματική. Για το λόγο αυτό γίνονται βήματα προς την πλευρά των ομότιμων δικτύων στα οποία όπως είδαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο όλοι οι κόμβοι του δικτύου είναι ισότιμοι. Αυτό το είδος δικτύου μπορεί και πρέπει να βρει εφαρμογή και στο διαμοιρασμό γεωγραφικών δεδομένων που μπορεί να είναι πολύπλοκότερα και δυσκολότερα διαχειρίσιμα από τα απλά δεδομένα λόγω της φύσης τους αλλά όπως είδαμε βρίσκουν πάρα πολλές εφαρμογές, κυρίως μετά την ανάπτυξη της κινητής τηλεφωνίας και των εφαρμογών που μπορούν να προσφέρουν σήμερα τα κινητά τηλέφωνα, αλλά και την ταυτόχρονη ανάπτυξη των φορητών υπολογιστών και των υπολογιστών χειρός, οι οποίοι προσφέρουν τη δυνατότητα στο χρήστη να έχει πρόσβαση στην πληροφορία ανεξαρτήτως τόπου. Στην τεχνολογία των ομότιμων δικτύων ο κάθε κόμβος μπορεί να λειτουργήσει και ως ο αιτών την πληροφορία και ως ο παρέχων την πληροφορία και μπορεί μάλιστα με έξυπνο τρόπο να καθορίσει μια δεδομένη στιγμή το πώς να ενεργήσει, δηλαδή σαν εξυπηρετητής ή σαν πελάτης. Έτσι σε ένα ΓΣΠ δομημένο σε ομότιμο δίκτυο υπάρχει απευθείας διαμοιρασμός των υπολογιστικών πηγών, όπως για παράδειγμα των κύκλων της Κεντρικής Μονάδας Επεξεργασίας, ή της αποθήκευσης των δεδομένων. Αυτό καθιστά των διαμοιρασμό γεωγραφικών δεδομένων, όπως χάρτες κτλ, πολύ πιο αποτελεσματικό απ' ότι στις κεντρικοποιημένες αρχιτεκτονικές. Παράλληλα τα ΓΣΠ τα οποία βασίζονται σε ομότιμα δίκτυα μπορούν να επεκτείνουν τις δυνατότητες διάφορων οργανισμών και επιχειρήσεων στο να διευρύνουν το πλαίσιο των δραστηριοτήτων τους και των υπηρεσιών που παρέχουν, όπως για παράδειγμα το να έχουν τη δυνατότητα να προσφέρουν πληροφορίες και χάρτες στο παγκόσμιο ιστό χωρίς να είναι απαραίτητο να επεκτείνουν την δομή του κεντρικού ΓΣΠ τους. Παρόλα αυτά οι έρευνες που έχουν γίνει μέχρι στιγμής βρίσκονται σε αρχικό στάδιο, αλλά υπάρχουν τέτοιου είδους εφαρμογές τις οποίες θα παρουσιάσουμε και θα αναλύσουμε στη συνέχεια.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΝ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΑΜΟΙΡΑΣΜΟ

Τα εργαλεία και οι εφαρμογές δικτύωσης GIS ποικίλλουν πολύ και στη λειτουργία και στην αρχιτεκτονική. Στο σημείο αυτό, θα παράσχουμε ένα πλαίσιο προκειμένου να μελετήσουμε τα προβλήματα της δικτύωσης GIS. Οι πόροι του GIS αποτελούνται από τα γεωδεδομένα και τις ικανότητες γεωκωδικοποίησης. Από την άποψη του διαμοιρασμού των γεωδεδομένων, παρατηρείται ότι η αποσύζευξη των γεωδεδομένων και της γεωεπεξεργασίας είναι απαραίτητη λαμβάνοντας υπόψη τη δυσκολία ενοποίησης αυτόνομων ΓΣΠ. Για την περίπτωση επεξεργασίας δεδομένων, εξετάζουμε αρχικά τις διάφορες δυνατότητες διανομής και ανάπτυξης των γεωδεδομένων και της γεωεπεξεργασίας σε δικτυακά περιβάλλοντα. Για την αρχιτεκτονική πελάτη-εξυπηρετητή (client-server) του διανεμημένου ΓΣΠ, υπάρχει το πρόβλημα του κακού συνδυασμού προτύπων δεδομένων μεταξύ των εργαλείων ΓΣΠ και της χωρικής βάσης δεδομένων η οποία βασίζεται στο γενικής χρήσης πρόγραμμα

διαχείρισης βάσεων δεδομένων (DBMS), το οποίο όμως στερείται της υποστήριξη σε χωρικά μοντέλα δεδομένων όπως είναι ο χάρτης.

Με την ανάπτυξη των δικτύων υπολογιστών και της διανεμημένης τεχνολογίας υπολογισμού, πολλές εφαρμογές οι οποίες βασίζονται στον υπολογιστή γυρίζουν από τον παραδοσιακό αυτόνομο τρόπο στο σύγχρονο δικτυωμένο τρόπο. Μέσω της δικτύωσης, οι πόροι υπολογισμού που κατανέμονται σε ένα δίκτυο υπολογιστών συνδέονται και ενσωματώνονται για να επιτρέψουν την κοινή εκμετάλλευση πόρων και την καλύτερη επέκταση των πόρων. Τα ΓΣΠ δεν είναι εξαίρεση.

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

Μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις στην έρευνα των αρχιτεκτονικών στα ΓΣΠ σε ομότιμα δίκτυα, αποτελεί ο διαμοιρασμός των ρόλων του κάθε κόμβου σε κάθε επίπεδο καθώς και τις συνέπειες που θα υπάρξουν όταν αυτοί οι ρόλοι θα μεταβληθούν μεταξύ των επιπέδων. Ένα παράδειγμα είναι οι εφαρμογές σε υβριδικό ομότιμο δίκτυο ΓΣΠ οι οποίες υποστηρίζουν τις ομάδες διάσωσης σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης. Σε μια τέτοια περίπτωση ο ταγός της ομάδας διάσωσης στο κοινωνικό επίπεδο μπορεί να μην είναι ο ίδιος άνθρωπος με τον ταγό στο αρχιτεκτονικό ή στο υλικό επίπεδο. Ο διαχωρισμός των εργασιών σε κάθε κόμβο καθώς και ο διαμοιρασμός του χώρου των δεδομένων είναι ένα ακόμα κρίσιμο ζήτημα (Krek, Bortenschlager, 2006a).

Τα παραδοσιακά ΓΣΠ δεν είναι πλέον κατάλληλα για τα σύγχρονα διανεμημένα, ετερογενή περιβάλλοντα δικτύων λόγω της έλλειψης διαλειτουργικότητας, ικανότητας επαναχρησιμοποίησης, και ευελιξίας.

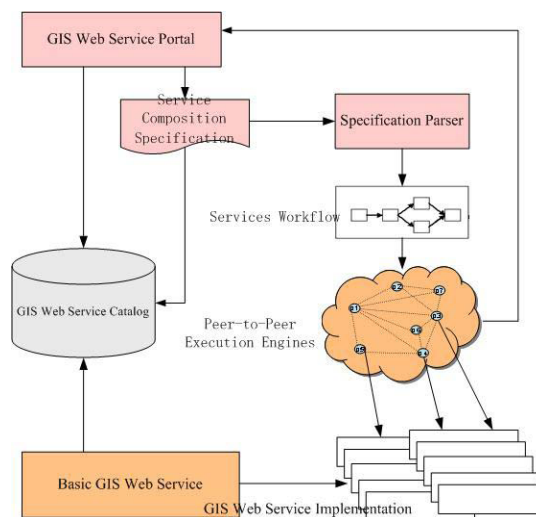
Αυτά τα προβλήματα έχουν λυθεί με την εμφάνιση των υπηρεσιών ΓΣΠ Ιστού. Οι υπηρεσίες ΓΣΠ Ιστού μπορούν να παρέχουν ευρύτερες ικανότητες και λειτουργίες για τη διαχείριση δεδομένων, την αναζήτηση, και την ανταλλαγή. Πολλές οργανώσεις, όπως η κοινοπραξία OpenGIS (Open Geospatial Consortium) και το ISO/TC 211, έχουν ανακοινώσει διάφορες προδιαγραφές για τις υπηρεσίες ΓΣΠ Ιστού κάποιες από τις οποίες θα δούμε στη συνέχεια. Εντούτοις, οι υπηρεσίες ΓΣΠ Ιστού είναι συνήθως απομονωμένες εφαρμογές (Lua, Crowcroft, Pias, Sharma, Lim, 2005), και δεν μπορούν να χτιστούν απλά σε εφαρμογές ευρείας κλίμακας. Εν τω μεταξύ, η σύνθεση των υπηρεσιών μπορεί να υποστηρίξει τους σύνθετους στόχους επεξεργασίας, που είναι καυτό θέμα αυτήν την περίοδο στην επιστημονική κοινότητα Ιστού. Όσον αφορά τα χωρικά, γεωγραφικά θέματα, δεδομένου ότι οι επεξεργαστικές εργασίες επιλύουν κυρίως τη στατική σύνδεση και εκτέλεση, είναι προφανές ότι αυτός ο μηχανισμός θα καταστήσει τη σύνθεση άκαμπτη μόλις η ατομική υπηρεσία παρουσιάσει μερικές αλλαγές. Επιπλέον, θεωρώντας ότι το περιβάλλον δικτύων είναι ασταθές στις περισσότερες περιπτώσεις, η στατική εφαρμογή μπορεί μόνο να εκτελέσει το στόχο για τον οποίο προετοιμάζεται, και δεν μπορεί να επιλέξει την καλύτερη

ατομική υπηρεσία για τη δυναμική σύνθεση, η οποία υποστέλλει την επίδοση της σύνθεσης.

Για να υπερνικηθούν αυτοί οι περιορισμοί, η προσοχή μας περιστρέφεται κυρίως γύρω από το θέμα της αύξησης διαθεσιμότητας και αξιοπιστίας των συνθέσεων υπηρεσιών Ιστού ΓΣΠ. Έχει σχεδιαστεί από τους Liu Chen, Ma Xiujun, Chen Guanhua, Sun Yanfeng και Feng Xuebing (Chen, Xiujun, Guanhua, Yanfeng, Xuebing, 2005) μια εργαλειοθήκη σύνθεσης υπηρεσιών Ιστού ΓΣΠ για τη σύσταση μιας ομότιμης αρχιτεκτονικής για τη σύνθεση δυναμικών υπηρεσιών εκτέλεσης. Η συγκεκριμένη εργαλειοθήκη περιέχει τα ακόλουθα συστατικά:

- Πύλη υπηρεσιών Ιστού ΓΣΠ
- Κατάλογο υπηρεσιών Ιστού ΓΣΠ
- Συντακτικό αναλυτή για τον προσδιορισμό της σύνθεσης
- Ομότιμες μηχανές εκτέλεσης.

Σε αυτήν την ομότιμη αρχιτεκτονική, μια μηχανή προτείνεται να ενεργήσει ως πράκτορας (agent) στις υπηρεσίες Ιστού ΓΣΠ, και τελικά αυτές οι διανεμημένες μηχανές να συνεργαστούν μεταξύ τους προκειμένου να πραγματοποιήσουν τη σύνθεση υπηρεσιών Ιστού GIS. Η επικοινωνία μεταξύ των μηχανών πραγματοποιείται με ομότιμο τρόπο. Δεδομένου ότι η υπηρεσία δεν μπορεί να είναι γνωστή εκ των προτέρων, προτείνεται ένας μηχανισμός για τον έλεγχο εκτέλεσης μεταξύ των μηχανών. Στο επόμενο σχήμα φαίνεται η αρχιτεκτονική του προτεινόμενου συστήματος.



Σχήμα 1: Αρχιτεκτονική συστήματος

ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Στα ΓΣΠ τα δεδομένα είναι πολλαπλών διαστάσεων και κατά συνέπεια πολύπλοκα. Αυτό τα κάνει την ανάκτησή τους δύσκολη με τις παραδοσιακές μεθόδους ανάκτησης, ειδικότερα για δεδομένα τα οποία λειτουργούν σε ομότιμα δίκτυα. Οι παραδοσιακές προσεγγίσεις ανάκτησης χωρικών δεδομένων

μπορούσαν να εντοπίσουν τα αντικείμενα ενδιαφέροντος σε μια εικόνα, όπως για παράδειγμα τα *R-trees*, *R⁺-trees*, *R^{*}-trees*, *SS-trees* και *SR-trees*. Άλλοι τρόποι ανάκτησης υιοθετούσαν την τεχνική ανάκτησης πληροφοριών με βάση το περιεχόμενο (CBIR-content-based information retrieval) προκειμένου να μοντελοποιήσουν να τις χωρικές σχέσεις και από εκεί να ανακτήσουν την πληροφορία που ήθελαν. Τέτοιου είδους τεχνικές βασιζόταν στο χρώμα ή στα σχηματικά χαρακτηριστικά. Οι παραπάνω προσεγγίσεις φαίνονται ανεπαρκείς για την ανάκτηση χωρικών δεδομένων, αφού αμελούν άλλους παράγοντες οι οποίοι είναι πολύ σημαντικοί για την παρουσίαση των τελικών αποτελεσμάτων, έτσι ώστε η ανάκτηση να θεωρείται ακριβής. Μπορεί οι παραπάνω τρόποι να είναι αποδεκτοί και να παράγουν επιθυμητά αποτελέσματα για μοντέλα τύπου πελάτη-εξυπηρετητή, αλλά δε μπορούν να λειτουργήσουν ικανοποιητικά σε πλήρως διανεμημένο περιβάλλον όπως αυτό των ομότιμων συστημάτων. Τα γεωγραφικά δεδομένα είναι πολυπλοκότερα από τα κοινά δεδομένα αφού εκτός από τις πολλαπλές τους διαστάσεις είναι διασκορπισμένα και ακατάστατα. Επιπλέον τα χωρικά δεδομένα έχουν και επέκταση, πράγμα που σημαίνει ότι κάθε αντικείμενο μπορεί να σχετίζεται με περισσότερες από μια τοποθεσίες. Στις παραδοσιακές μεθόδους ανάκτησης κάποια γεωμετρικά χαρακτηριστικά συχνά είτε παραλείπονται είτε απλοποιούνται, όταν όμως μιλάμε για χωρικά δεδομένα τα χωρικά χαρακτηριστικά είναι πολύ σημαντικά ειδικά αν αυτά πρόκειται να επηρεάσουν τα τελικά αποτελέσματα ανάκτησης. Τέλος τα περιβάλλοντα αποθήκευσης των χωρικών δεδομένων έχουν πλέον αλλάξει από τον απλό υπολογιστή σε κατανεμημένα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών. Όλοι οι παραπάνω παράγοντες μας καθιστούν σαφές το γεγονός ότι οι παραδοσιακές μέθοδοι ανάκτησης δεδομένων δεν είναι κατάλληλες για διανεμημένα δίκτυα. Μια λύση στο παραπάνω πρόβλημα της ανάκτησης χωρικών δεδομένων παρουσιάστηκε από τους Xiaohui Zhao, Yu Fang, Bin Chen (Zhao, Fang, Chen, 2007).

Μέθοδος Συσχετιστικού Δικτύου (CAN)

Η μέθοδος που χρησιμοποιείται ευρέως για την πρόσβαση και την απεικόνιση κατανεμημένων δεδομένων σε δίκτυα είναι ο κατατεμαχισμός (hashing). Ο κατατεμαχισμός είναι μια μέθοδος μετασχηματισμού ενός κλειδιού αναζήτησης σε μια διεύθυνση με σκοπό την αποθήκευση και ανάκτηση στοιχείων δεδομένων και συχνά σχεδιάζεται για να ελαχιστοποιήσει το χρόνο αναζήτησης. Ένας πίνακας κατατεμαχισμού (hash table) είναι μια δομή δεδομένων η οποία αντιστοιχεί τα «κλειδιά» σε «τιμές» (values) και λειτουργεί σαν κεντρικό μπλοκ στις εφαρμογές των ομότιμων δικτύων. Ένας αλγόριθμος κατατεμαχισμού χρησιμοποιεί μια συνάρτηση κατατεμαχισμού (για παράδειγμα την H) η οποία και αντιστοιχεί τα κλειδιά στις τοποθεσίες, δηλαδή $H:K \rightarrow L$ όπου το K είναι το σύνολο κλειδιών και το L είναι το σύνολο των τοποθεσιών. Υπάρχουν πάρα πολλές μέθοδοι προκειμένου να εφαρμόσουμε ένα κατανεμημένο αλγόριθμο κατατεμαχισμού αλλά θα εστιάσουμε στην μέθοδο συσχετιστικού δικτύου (Content-Addressable Network -CAN) (Ratnasamy, Francis, Handley, Karp, Shenker, 2001), στην οποία οι θέσεις αναγνωρίζονται από τα περιεχόμενά τους και όχι από τα ονόματά τους. Η μέθοδος αυτή είναι η καταλληλότερη σε θέματα

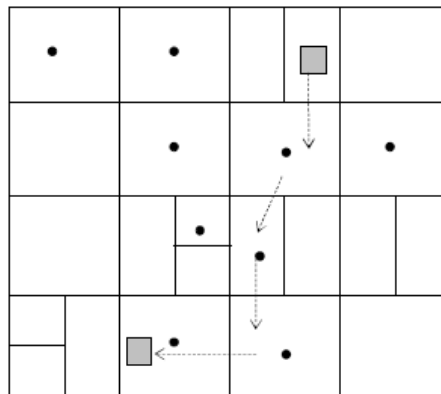
που έχουν να κάνουν με χωρικά δεδομένα σε ομότιμα περιβάλλοντα, χάρη στην δυνατότητά τους να ικανοποιούν προσαρμοστικές απαιτήσεις. Η μέθοδος CAN δημιουργεί ένα εικονικό d -διάστατο καρτεσιανό διάστημα συντεταγμένων σε d -σπείρα. Αυτό το διάστημα συντεταγμένων είναι λογικά και δυναμικά καταμερισμένο μεταξύ όλων των κόμβων. Χρησιμοποιείται για την αποθήκευση των ζευγών κλειδί-αξία με τον παρακάτω τρόπο: προκειμένου να αποθηκεύσουμε ένα ζεύγος , το κλειδί αντιστοιχίζεται ντετερμινιστικά στο σημείο P χρησιμοποιώντας αλγόριθμο κατατεμαχισμού, στη συνέχεια το αντίστοιχο ζεύγος αποθηκεύεται σε ένα κόμβο, στον οποίο ανήκει η ζώνη στην οποία προσπίπτει το σημείο P . Κάθε κόμβος μπορεί να χρησιμοποιήσει τον ίδιο αλγόριθμο κατακερματισμού προκειμένου να αντιστοιχίσει το κλειδί στο σημείο P και στη συνέχεια να ανακτήσει την αντίστοιχη τιμή από το σημείο P . Η μέθοδος CAN αποτελείται από πολλούς και ανεξάρτητους κόμβους και ο κάθε κόμβος αποθηκεύει την περιοχή (ζώνη) ενός ολόκληρου πίνακα κατακερματισμού. Επίσης κρατάει πληροφορίες και για διπλανές «ζώνες» στον πίνακά του. Ο σχεδιασμός της μεθόδου CAN είναι εξ' ολοκλήρου κατανεμημένος, κλιμακούμενος και με ανεκτικότητα σε λάθη. Στην περίπτωση που ένας επιπλέον κόμβος θα προστεθεί στο σύστημα, ένας υπάρχων κόμβος θα διαιρέσει την δεσμευμένη του «ζώνη», προκειμένου να δώσει τη μισή στον καινούργιο κόμβο. Ενώ στην περίπτωση που ένας κόμβος αφαιρεθεί από το σύστημα, οι «ζώνες» που απασχολούσε αυτός ο κόμβος θα πρέπει να καταληφθούν από τους εναπομείναντες.

Σε ένα ομότιμο δίκτυο, κάθε κόμβος του δικτύου θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα να αναλάβει την ευθύνη για κάποιες περιοχές των διαστημάτων. Από τη στιγμή που κάθε κόμβος θα έχει την ευθύνη για μια περιοχή θα εκτελέσει τους υπολογισμούς για τη συγκεκριμένη περιοχή. Ας μη ξεχνάμε ότι κάθε κόμβος στα ομότιμα δίκτυα έχει την ίδια επεξεργαστική δυνατότητα με κάθε άλλο, θεωρητικά. Παρόλα αυτά στα πραγματικά περιβάλλοντα η επεξεργαστική ικανότητα ανάμεσα στους κόμβους δεν είναι ισοδύναμη και επηρεάζεται από αναπόφευκτους παράγοντες, όπως το υλικό του κάθε κόμβου ή τις δικτυακές επικοινωνίες.

Επίλυση του προβλήματος της ανάκτησης χωρικών δεδομένων

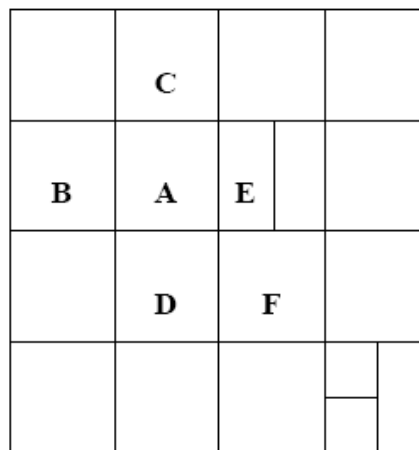
Στην εφαρμογή που παρουσιάστηκε από τους Xiaohui Zhao, Yu Fang, Bin Chen (Zhao, Fang, Chen, 2007) προκειμένου να γίνει αποδοτική η ανάκτηση γεωγραφικών δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος CAN που αναλύσαμε πιο πάνω προσαρμοσμένη στις ανάγκες των ομότιμων δικτύων. Σε αυτή λοιπόν την εφαρμογή η επεξεργασία των χωρικών δεδομένων έγινε σε μορφή διανύσματος. Μετά την ολοκλήρωση του διαχωρισμού των κόμβων και επομένως και των ζωνών κάθε ζώνη θα δώσει το κεντρικό της σημείο που καλείται σημείο-πυρήνας. Κατακερματίζονται στη συνέχεια τα σημεία-πυρήνες έτσι ώστε κάθε ζώνη να έχει τη δυνατότητα να συσχετιστεί με ένα κόμβο στο ομότιμο δίκτυο. Τα χωρικά αντικείμενα στους διανεμημένους πίνακες κατακερματισμού μπορούν να αντιστοιχιστούν σε περιοχές και να ανακτήσουν τα σημεία-πυρήνες στα οποία

αντιστοιχούν. Ένα παράδειγμα των σημείων-πυρήνων και της δρομολόγησης φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Σχήμα 2: Παράδειγμα δρομολόγησης σημείων-πυρήνα

Η μέθοδος που χρησιμοποιήσαν ονομάζεται RSD-CAN και εξετάζει τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά γνωρίσματα των χωρικών δεδομένων, συνδυάζοντας τις βασικές αρχές του CAN, προκειμένου να επιταχυνθεί και να αναβαθμιστεί η απόδοση της ανάκτησης των δεδομένων. Όταν κάποιος ζητήσει την ανάκτηση δεδομένου η μέθοδος RSD-CAN αρχικά επισκέπτεται τους κόμβους στους οποίους ανήκουν τα σημεία-πυρήνες. Εφαρμόζεται η συνάρτηση κατακερματισμού που παρουσιάστηκε παραπάνω και στη συνέχεια συγκρίνοντας τους κατανεμημένους πίνακες κατατεμαχισμού των κόμβων, μπορεί να εντοπίσει τον κόμβο στον οποίο υπάρχει η απάντηση της αναζήτησης, με βάση το μηχανισμό δρομολόγησης του CAN, προκειμένου να την ανακτήσει.



Σχήμα 3: Παράδειγμα «γειτόνων»

Μετά την εφαρμογή της παραπάνω μεθόδου και της σύγκρισής της με παραδοσιακές μεθόδους ανάκτησης όπως η μέθοδος *R-tree*, σε ομότιμα περιβάλλοντα, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η μέθοδος RSD-CAN δεν εισάγει αυξήσεις όταν ο αριθμός των ερωτήσεων αυξάνεται σε αντίθεση με την μέθοδο *R-tree*. Έτσι η σύγκριση που έγινε έδειξε ότι η προτεινόμενη μέθοδος αυξάνει την

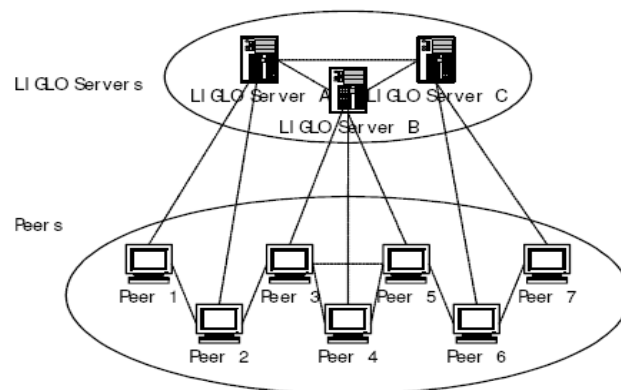
αποτελεσματικότητα ανάκτησης και βελτιώνει την απόδοση σε ότι έχει να κάνει με την ανάκτηση χωρικών δεδομένων σε ομότιμο δίκτυο.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

BestPeer: Ομότιμο Δίκτυο για ΓΣΠ

Τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών που βασίζονται στο παγκόσμιο ιστό είναι ένας πολλά υποσχόμενος τομέας ερευνητικά, ο οποίος φέρνει καινούργιες προσεγγίσεις στην πρόσβαση, το διαμοιρασμό και τη διασπορά των γεωγραφικών πληροφοριών. Όπως έχουμε ήδη πει μέχρι στιγμής τα βασισμένα στο παγκόσμιο ιστό ΓΣΠ χρησιμοποιούσαν κεντρικούς επεξεργαστές στους οποίους αποθηκευόταν και τα γεωγραφικά δεδομένα. Με τον παραπάνω τρόπο δικτύωσης προκειμένου να πάρουμε τις απαιτούμενες πληροφορίες ή υπηρεσίες, έπρεπε να συλλέξουμε δεδομένα από διαφορετικές τοποθεσίες τα οποία στη συνέχεια θα επεξεργαζόταν σε έναν κεντρικό επεξεργαστή, πράγμα που όπως έχουμε ήδη αναφέρει επιφέρει πάρα πολλές δυσκολίες και έχει πολλά μειονεκτήματα. Στις μέρες μας τα ομότιμα δίκτυα και οι υπηρεσίες Ιστού είναι δύο τομείς έρευνας που απασχολούν πολλούς επιστήμονες ανά τον κόσμο. Στα ομότιμα συστήματα πολλοί κόμβοι έχουν τη δυνατότητα να επικοινωνούν μεταξύ τους προκειμένου να μοιράζονται τις πληροφορίες τους, τις υπηρεσίες τους αλλά και τις πηγές τους. Από την άλλη πλευρά οι τεχνολογίες υπηρεσιών Ιστού παρέχουν μια φυσική γλώσσα και μια πλατφόρμα ανεξάρτητη του προγραμματιστικού μοντέλου, γεγονός που μπορεί να επιταχύνει την ενσωμάτωση εφαρμογών μέσα και έξω από τις επιχειρήσεις. Μη ξεχνάμε πως είναι πολύ βολικό να δημιουργούμε επιχειρηματικά συστήματα τα οποία είναι ευέλικτα. Δυστυχώς όμως τα περισσότερα πρότυπα που προτείνονται για τις υπηρεσίες Ιστού αφορούν κεντροποιημένες αρχιτεκτονικές, όπως για παράδειγμα το UDDI. Προκειμένου να ξεπεραστούν οι δυσκολίες που προκαλούνται από την κεντροποιημένη αρχιτεκτονική στα συστήματα υπηρεσιών Ιστού, έχουν γίνει προσπάθειες για τη δημιουργία τεχνικών «χτισίματος» ΓΣΠ υπηρεσιών Ιστού (GIS Web Services) σε ομότιμο περιβάλλον. Προσαρμόζοντας τις δύο παραπάνω τεχνολογίες μπορούμε να προσδώσουμε μεγαλύτερη ευελιξία και αυτονομία στα GIS Web Services συστήματα. Μια από τις σημαντικότερες προσπάθειες που έγιναν στον τομέα αυτό προέρχεται από τους J.H.Guan, S.G.Zhou, L.C. Wang, F.L.Bian και αναλύεται στη δημοσιευμένη εργασία τους Peer-to-Peer Based GIS Web Services (Guan, Zhou, Wang, Bian, 2004). Στην παραπάνω εργασία παρουσιάζεται ένα ομότιμο δίκτυο για GIS Web Services, το BestPeer.

Το BestPeer είναι ένα γενικό ομότιμο το οποίο σχεδιάστηκε και εφαρμόστηκε από το Πανεπιστήμιο της Σιγκαπούρης (National University of Singapore) σε συνεργασία με το Πανεπιστήμιο της Κίνας (Fudan University of China), προκειμένου να χρησιμοποιηθεί ως πλατφόρμα στην οποία ομότιμες εφαρμογές θα μπορούν να αναπτυχθούν με ευκολία και αποτελεσματικότητα. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται το δίκτυο BestPeer.



Σχήμα 4: Το BestPeer Δίκτυο

Το παραπάνω σύστημα αποτελείται από 2 τύπους κόμβων: ένα μεγάλο αριθμό συμβατικών υπολογιστών (peers) και ένα σχετικά μικρότερο αριθμό εξυπηρετητών (LIGLO (Location-Independent Global names Look-up) servers). Κάθε ομότιμος κόμβος στο σύστημα «τρέχει» το λογισμικό BestPeer και μπορεί να επικοινωνεί και να ανταλλάσσει υλικό με οποιοδήποτε άλλο ομότιμο κόμβο. Σε κάθε ομότιμο κόμβο υπάρχουν δύο τύποι δεδομένων, τα ιδιωτικά (private) και τα δημόσια (public). Από αυτά μόνο τα δημόσια μπορούν να προσπελαστούν και να διαμοιραστούν με τους άλλους ομότιμους κόμβους. Ένας LIGLO επεξεργαστής είναι ένας κόμβος με δεδομένη, σταθερή IP και ο οποίος τρέχει λογισμικό Location-Independent Global names Look-up Server. Ο επεξεργαστής αυτό επιτελεί δύο βασικές λειτουργίες. Από τη μια δημιουργεί μια καθολική ταυτότητα BestPeer (BPID) για κάθε ομότιμο κόμβο και από την άλλη διατηρεί την τρέχουσα κατάσταση κάθε ομότιμο κόμβου, όπως την τρέχουσα διεύθυνση IP ή το αν ο κόμβος είναι συνδεδεμένος στο δίκτυο ή όχι.

Το BestPeer υπερβαίνει τους περιορισμούς των υπάρχοντων ομότιμων συστημάτων και παρουσιάζει τα παρακάτω τέσσερα πολύτιμα χαρακτηριστικά:

1. Καταφέρνει και συνδυάζει τα πλεονεκτήματα και τη δύναμη των κινητών πρακτόρων (mobile agent) και των ομότιμων τεχνολογιών σε ένα ενιαίο σύστημα. Από τη μια πλευρά η P2P τεχνολογία προσφέρει δυνατότητα διαμοιρασμού υλικού μεταξύ ομότιμων κόμβων, από την άλλη, από τη στιγμή που οι πράκτορες μπορούν να μεταφέρουν τόσο δεδομένα όσο και κώδικα, μπορούν να εκτελέσουν αποτελεσματικά οποιοδήποτε είδος συναρτήσεων. Το BestPeer όχι μόνο παρέχει αρχεία και σειρές δεδομένων, αλλά παρέχει επίσης επεξεργασμένη και με σημασία πληροφορία. Επιπλέον με τη συμμετοχή των πρακτόρων οι κόμβοι του BestPeer μπορούν να συλλέξουν πληροφορία από όλο το δίκτυο και αυτό μπορεί να γίνει ακόμα κι όταν κάποιος κόμβος είναι αποσυνδεδεμένος. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να αποφασιστεί καλύτερα ποιοι κόμβοι πρέπει να είναι απευθείας συνδεδεμένοι και ποιοι μπορούν να προσφέρουν μια συγκεκριμένη λειτουργία καλύτερα.
2. Το BestPeer εκτός από το διαμοιρασμό δεδομένων μεταξύ των ομότιμων κόμβων, μπορεί να διαμοιράσει και την υπολογιστική ισχύ μεταξύ τους. Από τη στιγμή που οι κινητοί πράκτορες έχουν τη δυνατότητα να

μεταφέρουν και δεδομένα και κώδικα ο αιτών εκτελεί το φιλτράρισμα της εργασίας στην πλευρά του παροχέα και έτσι μπορεί να πάρει επεξεργασμένες πληροφορίες. Το παραπάνω χαρακτηριστικό έχει πολλά πλεονεκτήματα. Καταρχήν επιτρέπει το φιλτράρισμα των πληροφοριών, ενώ η πλευρά του παροχέα δεν προσφέρει αυτή τη δυνατότητα. Επιπλέον, επιτρέπει στον αιτών να φιλτράρει τη πληροφορία σύμφωνα με τα κριτήρια που αυτός επιθυμεί. Ακόμη, επιτρέπει την επεκτασιμότητα του συστήματος, αφού υπάρχει η δυνατότητα να προστεθούν καινούργιοι αλγόριθμοι ή και προγράμματα χωρίς αυτό να επηρεάζει άλλα τμήματα του συστήματος. Τέλος βελτιστοποιεί τη χρήση του εύρους ζώνης του δικτύου, αφού μόνο τα απαραίτητα δεδομένα μεταδίδονται στον αιτών.

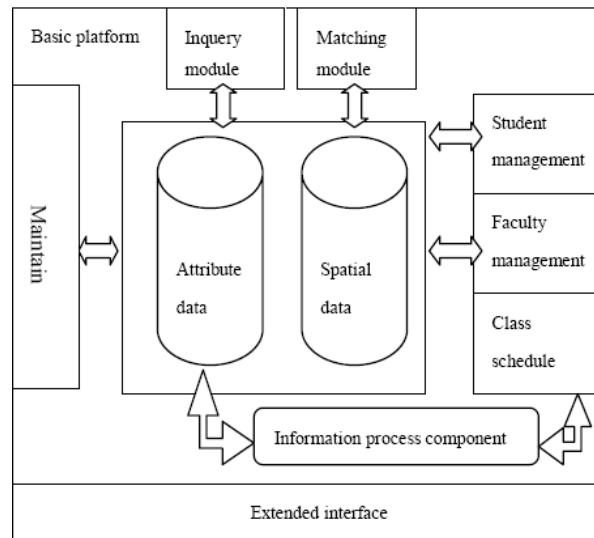
3. Το BestPeer διαθέτει μηχανισμούς με βάση ορισμένα κριτήρια προκειμένου να εκμεταλλεύεται κατάλληλα τους ισχυρότερους (καλύτερους) ομότιμους κόμβους. Έτσι προσπαθεί να καταστήσει άμεση σύνδεση με τους συγκεκριμένους κόμβους, αφού αυτοί έχουν τη δυνατότητα να παρέχουν μεγαλύτερο όγκο πληροφοριών και δεδομένων. Το BestPeer υποστηρίζει δύο στρατηγικές αναδιαμόρφωσης: το MaxCount και το MinHops. Η πρώτη μεγιστοποιεί τον αριθμό των αντικειμένων που ένας κόμβος μπορεί να περιέχει μέσω των άμεσα συνδεδεμένων ομότιμων κόμβων, ενώ η δεύτερη εκμεταλλεύεται τη συνεργασία μεταξύ των ομότιμων κόμβων προκειμένου να ελαχιστοποιήσει τον αριθμό των «αναπηδήσεων» (hops).
4. Τέλος το BestPeer χρησιμοποιεί τους LIGLO επεξεργαστές προκειμένου να παρέχει σε κάθε ομότιμο κόμβο του δικτύου ένα μοναδικό ID (BPID). Θα πρέπει να σημειώσουμε εδώ ότι κάθε ομότιμος κόμβος έχει το δικό του μοναδικό ID, το οποίο διαφέρει από κάθε άλλο κόμβο, ακόμα και αν η IP διεύθυνσή του έχει αλλάξει. Με βάση το ID κάθε ομότιμος κόμβος έχει τη δυνατότητα να επικοινωνεί με άλλους και να ανταλλάσει πληροφορίες, ενώ παράλληλα οι LIGLO επεξεργαστές διατηρούν την τρέχουσα κατάσταση κάθε ομότιμου κόμβου, όπως η IP διεύθυνσή του.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΓΣΠ ΥΠΟΣΤΗΡΙΖΟΜΕΝΟ ΑΠΟ ΟΜΟΤΙΜΑ ΔΙΚΤΥΑ (GIPPY)

Τα ΓΣΠ όπως είναι γνωστό παρέχουν μία πανίσχυρη πλατφόρμα για το διαχείριση, την οπτικοποίηση και την ανάλυση πληροφοριών πολλαπλών-παραγόντων. Η πλατφόρμα αυτή μπορεί να γίνει ακόμα πιο αποδοτική αν ενσωματωθεί σε ομότιμο σύστημα. Η παραπάνω προσέγγιση μπορεί να δώσει λύσεις σε προβλήματα επικοινωνίας μεταξύ πανεπιστημιακών κοινοτήτων. Έχει σχεδιαστεί για αυτό το σκοπό το Gippy (πανεπιστημιακό ΓΣΠ υποστηριζόμενο από ομότιμα δίκτυα), προκειμένου να συνδυαστούν τα πλεονεκτήματα των ΓΣΠ και του ομότιμου δικτύου και να αντισταθμιστούν τα μειονεκτήματα αυτών (Xu, Fang, Han, 2007).

Πλατφόρμα ΓΣΠ για το Gippy

Μέχρι στιγμής η ανάπτυξη και η λειτουργία μιας πλατφόρμας χαρτών σε πανεπιστημιακό δίκτυο βασιζόταν στην αρχιτεκτονική δικτύου πελάτη-εξυπηρετητή. Αυτό μπορεί να γίνει με μεγαλύτερη επιτυχία χρησιμοποιώντας εργαλεία όπως ο Map Info που απαιτεί μικρότερη «επένδυση» και είναι ευκολότερα προσβάσιμος. Η λογική δομή του παραπάνω συστήματος αποτελείται από τρία πρότυπα: τη βάση δεδομένων, το πρότυπο αναζήτησης και το πρότυπο διαχείρισης.



Σχήμα 5: Μοντέλο του Gippy ΓΣΠ

Βάση δεδομένων

Η βάση δεδομένων του συγκεκριμένου συστήματος περιλαμβάνει χωρικές πληροφορίες και ιδιοχαρακτηριστικά τα οποία σε γενικές γραμμές είναι τα ακόλουθα:

Όσο αναφορά τη χωρική βάση δεδομένων:

- Την πανεπιστημιούπολη. Ολόκληρη τη γεωγραφική τοποθεσία, όπως τους κεντρικούς δρόμους, τα κτίρια, τις πράσινες ζώνες κ.ο.κ
- Το διαχωρισμό των κτιρίων, συμπεριλαμβανομένων των διοικητικών κτιρίων, των κτιρίων διδασκαλίας, των εργαστηρίων, των βιβλιοθηκών κ.ο.κ
- Σαφείς λεπτομέρειες των κτιρίων διδασκαλίας συμπεριλαμβανομένων των εργαστηρίων, των αιθουσών διδασκαλίας, της βιβλιοθήκης κ.ο.κ
- Σαφείς λεπτομέρειες των διοικητικών κτιρίων

Όσο αναφορά τη βάση δεδομένων των ιδιοχαρακτηριστικών:

- Πληροφορίες για τους φοιτητές, όπως για παράδειγμα τον αριθμό μητρώου τους, το ονοματεπώνυμό τους, το τμήμα στο οποίο φοιτούν, τρόπο επικοινωνίας μαζί τους κ.ο.κ

- Πληροφορίες των πανεπιστημιακών σχολών όπως για παράδειγμα το όνομα της σχολής, τη θέση της, το τμήμα στο οποίο ανήκει κ.ο.κ
- Πληροφορίες για τις κτιριακές εγκαταστάσεις όπως ο σειριακός αριθμός ενός κτιρίου, η περιοχή στην οποία βρίσκεται, η λειτουργία του κ.ο.κ
- Πληροφορίες για τους συνδέσμους των κεντρικών ιστοσελίδων των πανεπιστημιακών τμημάτων

Μοντέλο αναζήτησης

Ο σκοπός αυτού του προτύπου είναι το να καταλήξουμε στα ζητούμενα αποτελέσματα μιας αναζήτησης για χωρικά δεδομένα και ιδιοχαρακτηριστικά και να καταφέρουμε να μεταφέρουμε εύστοχα σύνθετες γεωγραφικές πληροφορίες μέσω εικόνων και πινάκων. Όσον αφορά ερωτήσεις ιδιοχαρακτηριστικών θα πρέπει να είμαστε σε θέση να ανακτήσουμε βασικές πληροφορίες για τους σπουδαστές όπως το εξάμηνο στο οποίο φοιτούν, τα μαθήματα που έχουν επιλέξει κτλ. Επιπλέον θα πρέπει να έχουμε τη δυνατότητα ανάκτησης πληροφοριών για τις πανεπιστημιακές σχολές όπως για παράδειγμα τα ερευνητικά τους ενδιαφέροντα καθώς και ανάκτησης διοικητικών πληροφοριών όπως την τοποθεσία τη γραμματειακής υποστήριξης ή ακόμα της διαθεσιμότητας των αιθουσών διδασκαλίας. Τώρα όσον αφορά ερωτήσεις κτιριακών εγκαταστάσεων σε αυτή τη περίπτωση θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα ανάκτησης πληροφοριών όπως πληροφορίες που αφορούν το ανθρώπινο δυναμικό ενός κτιρίου, πληροφορίες για τους ορόφους ενός κτιρίου κτλ.

Μοντέλο διαχείρισης

Αυτό το πρότυπο περιλαμβάνει:

- τη διαχείριση των μαθητών προκειμένου να διατηρούνται και να ανανεώνονται οι πληροφορίες τους αφορούν
- τη διαχείριση πληροφοριών πανεπιστημιακών σχολών με σκοπό τη διαχείριση και ανανέωση πληροφοριών που αφορούν ερευνητικά προγράμματα καθώς και πληροφορίες των διαφόρων τμημάτων και τέλος
- τη διευθέτηση θεμάτων που αφορούν τα διδακτικά θέματα της κάθε σχολής, όπως τη διδακτέα ύλη κάθε εξαμήνου, αλλά και πληροφορίες για αλλαγές που ενδέχεται να υπάρξουν όπως για παράδειγμα σε καθηγητές, σε αίθουσες διδασκαλίας κτλ

Αρχιτεκτονική

Στο μοντέλο Gippy υιοθετείται αρχιτεκτονική πολλαπλών επιπέδων πελάτη-εξυπηρετητή (client-server) και φυλλομετρητή-εξυπηρετητή (browse-

server). Το κέντρο διαχείρισης πληροφοριών περιλαμβάνει: Web server πυρήνα, δευτερεύοντες Web servers, σταθμούς εργασίας ΓΣΠ και διάφορα περιφερειακά.

Εφαρμόζοντας την ομότιμη τεχνολογία στο Gippy μοντέλο

Εφόσον η ομότιμη τεχνολογία δεν περιλαμβάνει κεντρικούς εξυπηρετητές μπορούμε να βελτιώσουμε ολόκληρο το δίκτυο και τις λειτουργίες του θεωρώντας τους σαν υπέρ κόμβους (super nodes), έτσι το Gippy δεν είναι πια ένα σύστημα μόνο για παροχή πληροφοριών, αλλά μπορεί πλέον να συλλέγει και να «τοποθετεί» πληροφορίες στο δίκτυο μέσω καναλιών για διαμοιρασμό πληροφοριών και αλληλεπίδρασης.

Άμεσα Μηνύματα (Instant Message-IM)

Λόγο της συνεχώς αυξανόμενης ανταλλαγής πληροφοριών και γνώσης, θέματα που αφορούν στην εκπαίδευση και τη διοίκηση έχουν γίνει δυσβάσταχτα και απαιτούν χρονοπρογραμματισμό και την άμεση ενημέρωση των σπουδαστών. Στους τελευταίους θα πρέπει να παρέχονται πληροφορίες για τα διδακτικά θέματα και επίσης να μπορούν να έρθουν άμεσα σε επαφή τόσο με τους καθηγητές τους όσο και με ανθρώπους της γραμματειακής υποστήριξης της σχολής τους. Το μοντέλο Gippy με τα IM έχει τη δυνατότητα ικανοποίησης των παραπάνω και όχι μόνο απαιτήσεων με την ενσωμάτωση της επικοινωνίας σε πραγματικό χρόνο μέσω οπτικών πληροφοριών ενός χάρτη ΓΣΠ. Οι ιστότοποι χαρτών εισάγονται στον IM και εγγεγραμμένοι χρήστες μπορούν να διαμοιραστούν πληροφορίες.

Μετάδοση εγγράφων

Στην επεξεργασία της μονόδρομης μετάδοσης εγγράφων, μόλις πάρουμε το όνομα αρχείων και τη διεύθυνση IP του δέκτη, ο αποστολέας στέλνει αίτηση στον εξυπηρετητή, και μετά την απόκριση του Gippy φορτώνει το έγγραφο. Όταν η μεταφορά αρχείων ολοκληρωθεί, το Gippy ενημερώνει το δέκτη να είναι έτοιμος μέσω του UDP σύμφωνα με τις διευθύνσεις IP. Τέλος, ο δέκτης λαμβάνει το επιθυμητό αρχείο αφού έχει αναγνωρίσει τις πληροφορίες από το Gippy. Η επεξεργασία της πολυσημειακής μετάδοσης χρησιμοποιεί ομότιμο δίκτυο για διαμοιρασμό αρχείων με υπέρ κόμβο. Κάθε κόμβος, που αρχικοποιείται, αρχικά παίρνει τον κατάλογο του Υπέρ-Κόμβου (SuperNode). Κατά σύνδεση, εάν αυτός ο κόμβος δεν είναι υπέρ κόμβος, εξετάζει τους διαθέσιμους υπέρ κόμβους από τον κατάλογο Υπέρ-Κόμβου (SuperNode) μέσω των UDP πακέτων και επιλέγει μέσω μιας στρατηγικής έναν κόμβο-πατέρα (father-node) προκειμένου να αποστείλει το έγγραφο. Όσον αφορά σε κοινότητες όπως τα πανεπιστήμια, είναι κατάλληλη η στρατηγική «προτίμησης» προκειμένου να βελτιωθεί η ικανότητα διασύνδεσης και επαρκούς χρησιμοποίησης των κόμβων (Vishnumurthy, Francis, 2006). Επιπλέον, ο κόμβος πατέρας είναι σε θέση να ερευνήσει τους κόμβους μέσα στη συστάδα του όταν λαμβάνει ερώτηση από τους υπό-κόμβους, και εν το μεταξύ να μεταδίδει αυτήν την απαίτηση σε άλλους υπέρ κόμβους. Τελικά ο

κόμβος-πατέρας παρέχει έναν κατάλογο εγγράφων και τη θέση των «οικοδεσποτών» (hosts) στην απάντησή του. Ο κόμβος που έθεσε την ερώτηση έχει τη δυνατότητα να επιλέξει κόμβους από τον παραπάνω κατάλογο για τις TCP συνδέσεις και να αποστείλει διανεμημένη εφαρμογή. Το συγκεκριμένο δίκτυο έχει δύο πλεονεκτήματα:

- α) κάθε νέος κόμβος μπορεί να συνδεθεί με τους υπάρχοντες κόμβους εύκολα μέσω των υπέρ κόμβων και
- β) είναι ένας τόσο απλός ο μηχανισμός που κάθε κόμβος δεν είναι απαραίτητο να γνωρίζει τη γενική τοπολογία του Gippy συστήματος δικτύου.

Αναζήτηση πληροφορίας

Η κεντριοποιημένη αναζήτηση στο ΓΣΠ είναι γρηγορότερη, αλλά δεν μπορεί να εγγυηθεί το βάθος και την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων. Κατά συνέπεια, το Gippy υιοθετεί το ομότιμο δίκτυο για την αναζήτηση πληροφοριών, επειδή η δυναμική σχέση μεταξύ των ομότιμων κόμβων καθιστά ικανή την άμεση και σε πραγματικό χρόνο αναζήτηση μεταξύ των ισότιμων κόμβων χωρίς τον περιορισμό της μορφοποίησης των αρχείων. Οι κόμβοι που λαμβάνουν την αίτηση αναζήτησης θα αναζητήσουν τους καταλληλότερους πόρους τους, θα μεταδώσουν την παραπάνω αίτηση στους γειτονικούς κόμβους, και θα επιστέψουν τα αποτελέσματα αναζήτησης, ενώ το σύστημα αναλαμβάνει τον έλεγχο του βάθους της έρευνας και του φιλτραρίσματος των πηγών πληροφορίας. Επιπλέον, το Gippy έχει τη δυνατότητα επιλογής του κατάλληλου πίνακα δρομολόγησης της επικοινωνίας από την τοπολογία κόμβων, προκειμένου να βελτιωθούν η ταχύτητα και η ακρίβεια αναζήτησης.

Πλεονεκτήματα του Gippy

Η αναζήτηση πληροφοριών στο Gippy είναι οπτική και ευκολότερα προσεγγίσιμη. Μέσω του χωρικά-προσανατολισμένου μηχανισμού, η επικοινωνία στο Gippy μπορεί να είναι ανώνυμη και κοινή, και μπορεί να καταστήσει την ανταλλαγή πληροφοριών ταχύτερη και καλύτερα διοικούμενη σε οποιαδήποτε περίσταση που εμπεριέχει μεγάλη ποσότητα δυναμικών πληροφοριών και μεταβλητό πληθυσμό. Η ομότιμη αρχιτεκτονική και η αρχιτεκτονική πελάτη-εξυπηρετητή συνδυάζονται για να επιλύσουν την αντίφαση της ταχύτητας και του βάθους στην ερώτηση. Οι κοινές στατικές πληροφορίες αποθηκεύονται στην κεντρική βάση δεδομένων του Gippy, η οποία απαντά στο αίτημα εφαρμογής της καθημερινής έρευνας και αναβάθμισης. Όσον αφορά τη δυναμική αναζήτηση, οι τοπικοί χρήστες είναι σε θέση να την εφαρμόσουν μέσω των κόμβων με διανεμημένο ομότιμο τρόπο. Επειδή ο δείκτης πληροφοριών προσεγγίζεται μόνο όταν ο «οικοδεσπότης» (host) είναι συνδεδεμένος στο δίκτυο, αποφεύγεται η απώλεια πληροφορίας και επιπλέον η απώλεια που προκύπτει από ανενεργές συνδέσεις. Τα αποτελέσματα αξιολόγησης που έχει στο συγκεκριμένο μοντέλο έδειξαν ότι μπορεί να λειτουργήσει και να πιστέψει τα αποτελέσματα των

αναζητήσεων σε αρκετά ικανοποιητικό χρόνο. Τέλος το μοντέλο αυτό είναι σε θέση να τροποποιηθεί και τελικά να έχει τη δυνατότητα υποστήριξης και κινητών πληροφοριών.

ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ

Σε αυτή την εργασία έγινε μια πρώτη προσέγγιση προκειμένου να κατανοήσουμε καλύτερα τη χρησιμότητα διαμοιρασμού γεωγραφικών δεδομένων σε ομότιμο περιβάλλον. Η παραπάνω προσέγγιση βασίζεται σε P2P GIS εφαρμογές. Παρουσιάστηκαν τα κυριότερα προβλήματα στη συγκεκριμένη ερευνητική περιοχή, καθώς και ορισμένες από τις βασικότερες και πιο πρόσφατες εφαρμογές. Είναι ολοφάνερο ότι ένα βαθύτερο επίπεδο γεωεπεξεργασίας, πέραν του απλού διαμοιρασμού των γεωγραφικών δεδομένων, κρίνεται απαραίτητο προκειμένου να υποστηριχθούν κατάλληλα οι προκύπτουσες απαιτήσεις. Κρίνεται απαραίτητο να δοθεί η δέουσα σημασία στην υποδομή για την ανταλλαγή των χωρικών πληροφοριών. Η βάση για την περεταίρω έρευνα και ανάπτυξη των ήδη υπαρχόντων συστημάτων έχει δοθεί, αυτό που πρέπει να ερευνηθεί είναι η αποτελεσματικότερη λύση των προβλημάτων που προκύπτουν, όπως αυτών της ανάκτησης και της αρχιτεκτονικής (Krek, Bortenschlager, 2006b).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Η ενσωμάτωση της ομότιμης τεχνολογίας σε αυτή των γεωγραφικών συστημάτων αποτελεί μια νέα και καινοτόμα προσέγγιση όσον αφορά την αρχιτεκτονική και το σχεδιασμό τέτοιων συστημάτων. Λόγω των ιδιοχαρακτηριστικών της ομότιμης τεχνολογίας, όπως είναι η αποκεντρωτική φύση του, η εφαρμογή της σε χωρικά δεδομένα και συστήματα φαίνεται να είναι πολλά υποσχόμενη. Εν κατακλείδι, η P2P GIS αρχιτεκτονική έχει σαν κύριο χαρακτηριστικό τον άμεσο διαμοιρασμό των υπολογιστικών πόρων, όπως για παράδειγμα CPU cycles, γεγονός που προσδίδει μεγαλύτερη ευελιξία σε ολόκληρο το σύστημα (Androutselis-Theotokis, Spinellis, 2004). Έτσι, ορισμένες υπηρεσίες όπως για παράδειγμα ο διαμοιρασμός χωρικών γραφικών και αρχείων, πραγματοποιούνται αποτελεσματικότερα. Για όλους τους παραπάνω λόγους είναι απαραίτητη η έρευνα στο συγκεκριμένο τομέα προκειμένου να βελτιωθούν οι υπάρχουσες τεχνολογίες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Androutsellis-Theotokis Stephanos and Spinellis Diomidis , 2004. A survey of peer-to-peer content distribution technologies. *ACM Computing Surveys*, 36(4):335–371.
- Chen Liu, Xiujun Ma, Guanhua Chen, Yanfeng Sun, Xuebing Feng, 2005. A Peer-to-Peer Architecture for Dynamic Executing GIS Web Service Composition. Geoscience and Remote Sensing Symposium. IGARSS apos;05. Proceedings. 2005 IEEE International Volume 2, Issue , 25-29
- ESRI, 1990. Understanding GIS: The ARC/INFO Method (Redlands, CA: Environmental System research Institute)
- J.H.Guan, S.G.Zhou,L.C.Wang, F.L.Bian, 2004. Peer-to-Peer Based GIS Web services. Proceedings of the XXth ISPRS Congress.
- A.Krek, M.Bortenschlager, 2006a. Geo-collaboration and P2P Geographic Information Systems: Current Developments and Research Challenges. WETICE
- A.Krek, M.Bortenschlager, 2006b. P2P Computing and Geoinformation Technologies: Research and Application Challenges. Proceedings of the 15th IEEE International Workshop on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises (WETICE).
- K.Lua, J. Crowcroft, M. Pias, R. Sharma, S. Lim, 2005. A survey and comparison of peer-to-peer overlay network schemes. *Communications Surveys & Tutorials*, IEEE, Vol. 7, No. 2.
- Open Geospatial Consortium: <http://www.opengeospatial.org>
- S.Ratnasamy, P. Francis, M. Handley, R. Karp, S. Shenker, 2001. A Scalable Content-Addressable Network. SIGCOMM'01, San Diego, California, USA
- V.Vishnumurthy, P.Francis, 2006. On Heterogeneous Overlay Construction and Random Node Selection in Unstructured P2P Networks. Infocom, Barcelona, Spain.
- Wikipedia, <http://el.wikipedia.org>
- Xu Fengyuan, Fang Zhiyi, Han Xiao, 2007. Gippy: Campus GIS Information System Supported by P2P. Proceedings of the 2007 International

Symposium on Applications and The Internet Workshops
(SAINTW'06).IEEE International.

Zhao Xiaohui, Fang Yu, Chen Bin , 2007. A Distributed Approach for Retrieving
Spatial Data in GIS. Geoscience and Remote Sensing Symposium.
IGARSS. IEEE International.

Wikipedia, <http://el.wikipedia.org>