



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ, ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ
ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

**Ανάπτυξη εφαρμογής ηλεκτρονικού βοηθού - πλοηγού με χρήση
τεχνολογιών εντοπισμού θέσης και επίγνωσης κατάστασης**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ιωάννης Γ. Γιαμουγιάννης

Επιβλέπων : Μιχαήλ Ε. Θεολόγου

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2010



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ, ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ
ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

**Ανάπτυξη εφαρμογής ηλεκτρονικού βοηθού - πλοηγού με χρήση
τεχνολογιών εντοπισμού θέσης και επίγνωσης κατάστασης**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ιωάννης Γ. Γιαμουγιάννης

Επιβλέπων : Μιχαήλ Ε. Θεολόγου
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 25^η Οκτωβρίου 2010.

.....
Μ.Θεολόγου
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Ε.Συκάς
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Γ.Στασινόπουλος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2010

Ιωάννης Γ. Γιαμουγιάννης

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Ιωάννης Γ. Γιαμουγιάννης, 2010

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Περίληψη

Στα πλαίσια της διπλωματικής αυτής γίνεται περιγραφή και ανάπτυξη εφαρμογής επίγνωσης κατάστασης θέσης με χρήση αντίστοιχης πλατφόρμας. Για το σκοπό αυτό, η εργασία ξεκινά μελετώντας το χώρο της καταγραφής πληροφοριών και των συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών, καθώς και των συστημάτων γεωγραφικών συντεταγμένων. Ακολουθώντας, μελετάει τις διαδραστικές (interactive), εξατομικευμένες (personalized) υπηρεσίες που βασίζονται στη θέση του χρήστη (location-based services). Τέλος, καταλήγει στην παρουσίαση μιας πρότασης για παροχή υπηρεσιών, οι οποίες θα λαμβάνουν υπόψη όχι μόνο τη γεωγραφική θέση αλλά και το σύνολο της πληροφορίας που σχετίζεται με αυτή, συμπεριλαμβανομένου και του χρόνου. Οι εν λόγω υπηρεσίες έχουν γνωρίσει μεγάλη ανάπτυξη χάρις στην πρόοδο των ασύρματων επικοινωνιών και των συστημάτων εντοπισμού θέσης, τη δημιουργία κινητών υπολογιστικών συσκευών μικρού μεγέθους και γενικότερα το συνδυασμό τεχνολογιών που αναπτύχθηκαν με γοργούς ρυθμούς τις τελευταίες δεκαετίες. Η εφαρμογή που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της διπλωματικής είναι μια υπηρεσία ηλεκτρονικού βοηθού-πλοηγού φοιτητών-επισκεπτών στο χώρο της πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου. Για την υλοποίηση της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκε η πλατφόρμα Mscare της Hewlett Packard. Το Mscare έχει τη δυνατότητα να αξιοποιήσει ένα σύνολο τεχνολογιών και πρόκειται για μία πλατφόρμα ανοικτής αρχιτεκτονικής πάνω στην οποία μπορεί να χτιστεί μια σειρά διαδραστικών, εξατομικευμένων υπηρεσιών, που βασίζονται στη θέση. Ο πλοηγός που αναπτύχθηκε χρησιμοποιεί τεχνολογίες εντοπισμού θέσης και επίγνωσης κατάστασης και προσφέρει στους χρήστες πληροφορίες με τη μορφή πολυμέσων (multimedia) σύμφωνα με τη θέση τους στο χώρο του ΕΜΠ.

Abstract

This thesis is centered on the provision of a context awareness application. In the beginning, an analysis of geographic information systems and geographic coordinate systems is given. Next, an analysis of interactive, personalised and location-based services follows. Subsequently, an application for location-based services able to provide information to the user according to the place and the time is presented, describing both the design principles, as well as the implementation details. These services have met strong growth due to the rapid development of wireless communications, positioning systems and small size mobile computing devices. The application that has been developed in the context of the thesis is an electronic guide for students and visitors within the university campus. This application was developed using a context awareness platform of Hewlett Packard called Mscape. This is an open architecture platform for the built of interactive, location-based services. The navigator that has been built uses positioning and context awareness technologies and provides users with information in the form of multimedia according to their position.

Λέξεις κλειδιά

Συστήματα επίγνωσης κατάστασης, κινητές υπηρεσίες, κινητά και διαδραστικά υπολογιστικά συστήματα, υπηρεσίες βασισμένες στη θέση, γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών, συστήματα γεωγραφικών συντεταγμένων, παγκόσμιο σύστημα προσδιορισμού θέσης, χάρτες, πλατφόρμα Mscare, επαυξημένη πραγματικότητα.

Keywords

Context-aware systems, mobile services, mobile and interactive computer systems, location-based services, geographic information systems, geographic coordinate systems, global positioning system, maps, Mscare computing platform, augmented reality.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ. Μιχαήλ Ε. Θεολόγου για την καθοδήγηση και τις πολύτιμες συμβουλές του. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δρα Χ. Πατρικάκη για την πολύτιμη βοήθεια του, τις χρήσιμες υποδείξεις του και την επικοινωνιακή συνεργασία.

Περιεχόμενα

Εισαγωγή	9
Αντικείμενο της διπλωματικής	9
Ενότητες	10
Κεφάλαιο 1	11
Απεικόνιση γεωγραφικής πληροφορίας και εντοπισμός θέσης	11
1.1 Γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών	11
1.2 Η διάρθρωση ενός γεωγραφικού συστήματος πληροφοριών.....	16
1.3 Στάδια, διαδικασίες και πλαίσιο εφαρμογής	22
1.4 Αρχή λειτουργίας του GPS και δυνατότητες	27
1.5 Τα τμήματα του GPS.....	32
1.6 Η δομή του σήματος.....	34
Κεφάλαιο 2	39
Γεωδαιτικά συστήματα και χάρτες	39
2.1 Το ελλειψοειδές και το γεωειδές	39
2.2 Το σύστημα WGS 84	40
2.3 Το σύστημα UTM	41
2.4 Το σύστημα γεωγραφικών συντεταγμένων LAT/LONG.....	43
2.5 Χάρτες και ισοϋψείς καμπύλες	44
2.6 Χάρτης συμβατός με GPS.....	46
Κεφάλαιο 3	48
Προσαρμοστικές στο περιβάλλον υπηρεσίες	48
3.1 Υπηρεσίες επίγνωσης κατάστασης	48
3.2 Δομή ενός συστήματος επίγνωσης κατάστασης	49
3.3 Τεχνικές απαιτήσεις.....	51
3.4 Κατηγορίες εφαρμογών επίγνωσης κατάστασης.....	52
3.5 Υπηρεσίες που βασίζονται στη θέση.....	53
3.6 Υπόβαθρο, τεχνικές προκλήσεις και αρχιτεκτονική	55

3.7 Εφαρμογές των υπηρεσιών που βασίζονται στη θέση	60
Κεφάλαιο 4	63
Σχεδιασμός υπηρεσίας βασισμένης στη θέση	63
4.1 Αρχιτεκτονική υπηρεσίας.....	63
4.2 Τεχνολογία υπηρεσίας	65
4.3 Επιλογή κατάλληλης πλατφόρμας	68
4.4 Εργαλεία για την υλοποίηση της υπηρεσίας.....	69
Κεφάλαιο 5	73
Υλοποίηση εφαρμογής ηλεκτρονικού βοηθού - πλοηγού	73
5.1 Το σενάριο	73
5.2 Προγραμματίζοντας την πλατφόρμα	73
5.3 Επικοινωνία με αισθητήρες	77
5.4 Χρήση της πλατφόρμας και δράση του σεναρίου.....	79
Κεφάλαιο 6	81
Σύνοψη αποτελεσμάτων και μελλοντικές επεκτάσεις	81
6.1 Εξέλιξη της υπηρεσίας	81
6.2 Χρήσιμες προσθήκες	84
6.3 Πλεονεκτήματα.....	84
6.4 Σύνοψη	85
Παράρτημα.....	88
Α. Προγραμματισμός της πλατφόρμας για την υλοποίηση του σεναρίου	88
Βιβλιογραφία	96

Εισαγωγή

Αντικείμενο της διπλωματικής

Η τεχνολογία τις τελευταίες δεκαετίες αναπτύσσεται με ολοένα και πιο γοργούς ρυθμούς και έτσι δημιουργούνται νέα προϊόντα και νέες υπηρεσίες που όχι απλά διευκολύνουν την ζωή μας, αλλά μεταβάλλουν και τον τρόπο που διεκπεραιώνονται οι καθημερινές μας δραστηριότητες. Χάρης στην τεχνολογία, έχουμε τη δυνατότητα να χρησιμοποιούμε πολύ μικρές σε μέγεθος κινητές υπολογιστικές συσκευές σε διάφορες πτυχές της καθημερινή μας ζωής. Κάτι τέτοιο φάνταζε αδύνατο στα μέσα του προηγούμενου αιώνα όταν δημιουργήθηκαν οι πρώτοι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, οι οποίοι είχαν αρκετά μεγάλο μέγεθος. Πλέον, έχουν αναπτυχθεί επεξεργαστές, αποθηκευτικοί χώροι, έγχρωμες οθόνες αφής (touch screens) κλπ. που έχουν πολύ μικρό μέγεθος. Αυτή η πρόοδος, όσον αφορά το hardware, συνοδεύτηκε από την ανάπτυξη λειτουργικών συστημάτων (operating systems) ειδικά για μικρές σε μέγεθος ηλεκτρονικές συσκευές, όπου οι υπολογιστικοί πόροι είναι περιορισμένοι, όπως το Windows Mobile. Σύντομα, αναπτύχθηκαν και τα ανάλογα περιβάλλοντα ανάπτυξης (development frameworks) που επέτρεψαν την ανάπτυξη εφαρμογών. Παράλληλα, με την άνθιση των κινητών συσκευών όπως τα laptops, τα mobile phones, τα smartphones, τα rocket pcs και τα personal digital assistants (PDAs) αναπτύχθηκαν νέες τεχνολογίες ανίχνευσης της τοποθεσίας του χρήστη με κυριότερη το παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού θέσης (Global Positioning System - GPS). Αυτές οι τεχνολογίες άνοιξαν το δρόμο για την παροχή υπηρεσιών που βασίζονται στη θέση (Location-based services). Σύμφωνα με τα παραπάνω, γίνεται αντιληπτό ότι οι κινητές υπολογιστικές συσκευές δημιουργούν νέα δεδομένα και νέες απαιτήσεις που δεν ισχύουν για τους παραδοσιακούς προσωπικούς υπολογιστές. Στην περίπτωση που ένας χρήστης κινείται χρησιμοποιώντας μία κινητή υπολογιστική συσκευή το περιβάλλον συνεχώς αλλάζει. Προχωρώντας ακόμα περισσότερο, ένας χρήστης μπορεί να χρησιμοποιεί διαφορετικές συσκευές και να αλληλεπιδρά μέσω αυτών με το περιβάλλον του. Η παρούσα διπλωματική εργασία ασχολείται με τις υπηρεσίες που βασίζονται στη θέση και μελετά τις τεχνολογίες τις οποίες συνδυάζουν και στις οποίες βασίζονται. Στα πλαίσια της

διπλωματικής αναπτύσσεται μία υπηρεσία ηλεκτρονικού βοηθού - πλοηγού με χρήση των τεχνολογιών εντοπισμού θέσης και επίγνωσης κατάστασης.

Ενότητες

Στις επόμενες ενότητες θα παρουσιαστούν διάφορες έννοιες σχετικές με τα παραπάνω. Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών και στο παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού θέσης (GPS). Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύονται τα διάφορα γεωγραφικά συστήματα που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη τεχνολογιών εντοπισμού θέσης καθώς και το πώς σχεδιάζονται οι χάρτες. Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται παρουσίαση των προσαρμοστικών στο περιβάλλον υπηρεσιών (context-aware services) και των υπηρεσιών που βασίζονται στη θέση (location-based services). Στο τέταρτο κεφάλαιο πραγματοποιείται η μελέτη για την ανάπτυξη μιας τέτοιας υπηρεσίας και παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική που απαιτείται. Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται η υλοποίηση της υπηρεσίας με χρήση της πλατφόρμας Mscape της Hewlett Packard και καταδεικνύεται ο τρόπος λειτουργίας της. Τέλος, στο έκτο κεφάλαιο αναφέρονται τα πλεονεκτήματα της εφαρμογής που υλοποιήθηκε και προτείνονται τεχνολογίες και προσθήκες για την εξέλιξή της.

Κεφάλαιο 1

Απεικόνιση γεωγραφικής πληροφορίας και εντοπισμός θέσης

1.1 Γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών

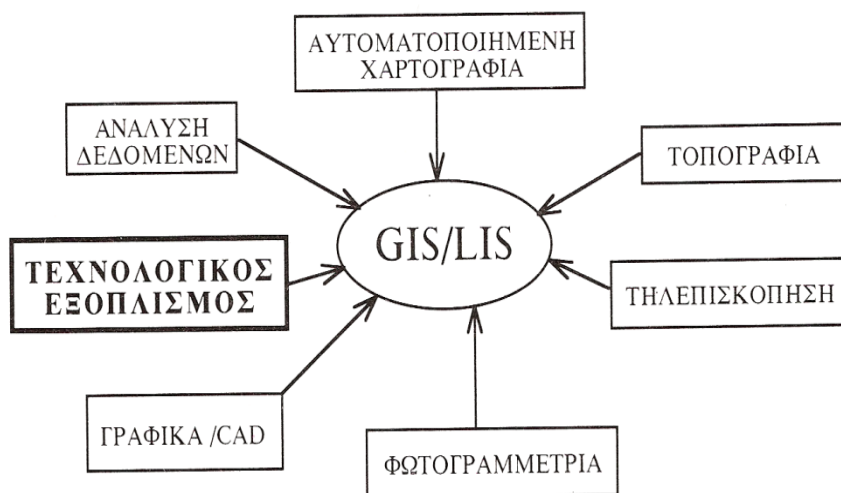
Με την εισαγωγή της χρήσης των ηλεκτρονικών υπολογιστών στις διάφορες επιστήμες έγινε αντιληπτό ότι συναφείς αλλά και αρχικά διαφορετικοί μεταξύ τους κλάδοι επιστημών, αντιμετωπίζουν τα ίδια προβλήματα. Έτσι για παράδειγμα, η Γεωγραφία και η Θεματική Χαρτογραφία, το Κτηματολόγιο και η Τοπογραφία, η Ανάλυση χωρικών φαινομένων με στατιστικές μεθόδους, η Χωροταξία και ο Πολεοδομικός Σχεδιασμός, η Φωτογραμμετρία και η Τηλεπισκόπηση κλπ, αντιμετωπίζουν παρόμοια προβλήματα, όσον αφορά στην αυτόματη συλλογή δεδομένων, στην ανάλυση και στην παρουσίασή τους.

Έρευνες, που κατά καιρούς έγιναν με σκοπό να προτείνουν λύσεις στα προβλήματα αυτά έδειξαν με την πάροδο του χρόνου ότι είναι δυνατό να συνυπάρξουν δεδομένα, από πολλές και διαφορετικές μεταξύ τους πηγές, σ' ένα πραγματικά γενικής χρήσης σύστημα πληροφοριών. Αναπτύχθηκαν με τον τρόπο αυτό "σύνολα εργαλείων" για τη συλλογή, αποθήκευση, επεξεργασία, ανάλυση και παρουσίαση δεδομένων για τη λήψη αποφάσεων σε συγκεκριμένους τομείς. Ένα τέτοιο σύνολο εργαλείων ονομάζεται Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (Geographic ή Geographical Information System – GIS)[32].

Ένας ευρύς ορισμός του GIS είναι αυτός που δόθηκε από τον Goodchild το 1985, και σύμφωνα με τον οποίο: "Ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών, είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα συλλογής, αποθήκευσης, διαχείρισης, ανάλυσης και απόδοσης πληροφορίας, σχετικής με φαινόμενα που εξελίσσονται στο γεωγραφικό χώρο"[31]. Πρόκειται για έναν ευρύ ορισμό που αναφέρεται σε όλα εκείνα τα συστήματα τα οποία

ασχολούνται με τη λήψη αποφάσεων σε γεωγραφικά θέματα με τη χρήση ή όχι Η/Υ. Ωστόσο, σήμερα δε θα μπορούσαμε να διαχωρίσουμε την έννοια του GIS από τη χρήση της εξελιγμένης τεχνολογίας τόσο των ηλεκτρονικών υπολογιστών, όσο και των περιφερειακών τους συσκευών, για την αυτόματη συλλογή της πληροφορίας, τη διαλογική (interactive) επεξεργασία και διαχείριση, καθώς και την απόδοσή της. Το τόσο βασικό στοιχείο ενός GIS αποτελεί η τεχνική του υποδομή φαίνεται στην άποψη που διατύπωσε ο Parker το 1987, σύμφωνα με την οποία: "Ένα GIS φαίνεται τόσο σημαντικό είναι μόνο όταν το δει κανείς από την πλευρά της τεχνολογίας και όχι μόνο ως ένα απλό σύστημα"[34].

Με βάση τα παραπάνω, θα μπορούσαμε να πούμε ότι ο επιστημονικός χώρος των GIS είναι ένας σύνθετος χώρος. Ο χώρος αυτός δημιουργείται από τη σύνδεση, οργάνωση και χρήση: α) των εξελιγμένων γνώσεων στις επιστήμες, που αφορούν στη συλλογή της πληροφορίας (Φωτογραμμετρία, Τηλεπισκόπηση, Τοπογραφία, κλπ), στη διαλογική διαχείριση και ανάλυσή της (βάσεις δεδομένων, στατιστικές μέθοδοι ανάλυσης, κλπ), και στην απόδοσή της (γραφικά στον ΗΥ) και β) της συνεχώς εξελισσόμενης τεχνολογίας των Η/Υ (Σχ.1-1)



Σχ.1-1 Τα εργαλεία που συνθέτουν ένα GIS[31]

Πολλές φορές στη θέση του όρου GIS χρησιμοποιείται ο όρος LIS (Land Information System) που σημαίνει Σύστημα Πληροφοριών Γης. Πριν μερικά χρόνια ο όρος LIS αναφερόταν κυρίως σε συστήματα με πληροφορίες κτηματολογικής φύσης, πληροφορίες σχετικές με τα δίκτυα υποδομής ή άλλες που αφορούσαν στην τοπική

αυτοδιοίκηση. Από την άλλη πλευρά, ως GIS θεωρούνταν τα συστήματα με πληροφορίες σχετικές με τα δάση, τη γεωργία, το γεωλογικό υπόβαθρο, τις συγκοινωνίες, το περιβάλλον, την υγεία κλπ. Σήμερα, η σε πλάτος ανάπτυξη και των δύο τύπων συστημάτων πληροφοριών είναι τέτοια ώστε είναι δύσκολο να διακρίνει κανείς τη διαχωριστική γραμμή μεταξύ τους. Για το λόγο αυτόν, έχει καθιερωθεί πλέον όταν αναφερόμαστε σε συστήματα πληροφοριών να χρησιμοποιούμε το σύνθετο όρο GIS/LIS[40].

Χωρίς να μπούμε σε λεπτομέρειες σχετικά με τα είδη της πληροφορίας, τα οποία καταχωρούνται σε τέτοια συστήματα, είναι σημαντικό να αναφέρουμε τα τέσσερα βασικά χαρακτηριστικά αυτής της πληροφορίας. Το πρώτο είδος πληροφορίας που πρέπει να περιέχεται είναι το ίδιο το φαινόμενο και τα χαρακτηριστικά του, δηλαδή οι παράμετροι που το προσδιορίζουν, όπως πχ το όνομά του, η τιμή του κλπ. Το δεύτερο είδος είναι η θέση του στο χώρο, δηλαδή οι συντεταγμένες του. Το τρίτο είδος είναι ο χρόνος, δηλαδή η χρονική στιγμή ή διάρκεια στην οποία αναφέρεται το φαινόμενο. Το τέταρτο και τελευταίο είδος πληροφορίας είναι οι σχέσεις του με άλλα φαινόμενα, δηλαδή η τοπολογία του[37].

Σ' αυτό το σημείο θα πρέπει να σημειώσουμε ότι ένα GIS/LIS διαφέρει από ένα σύστημα CAD (Computer Aided Design), παρ' όλο που οι βασικές διαλογικές λειτουργίες και οι έξοδοί του στηρίζονται σε μια οθόνη γραφικών. Και τα δύο συστήματα διαχειρίζονται γραφικά και μη γραφικά στοιχεία ενώ μπορούν να περιγράψουν και να χρησιμοποιήσουν τοπολογικές σχέσεις ανάμεσα στα αντικείμενα. Η διαφορά τους έγκειται στο ότι ένα GIS/LIS δέχεται δεδομένα πολύ μεγαλύτερου όγκου και ποικιλίας και χρησιμοποιεί μεθόδους ανάλυσής τους οι οποίες δε συναντώνται σε ένα CAD. Από αυτά λοιπόν που αναφέρθηκαν φαίνεται ότι οι λειτουργίες ενός συστήματος CAD αποτελούν ένα υποσύνολο των λειτουργιών ενός GIS/LIS.

Ένα άλλο σημείο, που αξίζει να τονισθεί είναι η σχέση ενός GIS/LIS με ένα σύστημα Αυτοματοποιημένης Χαρτογραφίας (CAC). Και τα δύο συστήματα αναφέρονται σε γεωγραφικά δεδομένα, διαχειρίζονται περίπου τους ίδιους τύπους δεδομένων και εκτελούν σχεδόν τις ίδιες λειτουργίες. Η διαφορά τους έγκειται στο βασικό σκοπό της χρήσης του κάθε συστήματος. Η βασική χρήση ενός συστήματος Αυτοματοποιημένης Χαρτογραφίας είναι η παραγωγή χαρτών, ενώ η βασική χρήση ενός GIS/LIS είναι η λήψη αποφάσεων. Έτσι, ένα GIS/LIS παράγει εξειδικευμένα προϊόντα σε γραφική ή άλλη μορφή, που παρόμοιά τους δεν παράγει ένα σύστημα Αυτοματοποιημένης

Χαρτογραφίας. Αντίθετα τα συστήματα CAC παρέχουν δυνατότητες, πχ αλλαγής προβολικών συστημάτων, διαχωρισμού χρωματικών επιπέδων, χρήσης διαφόρων τύπων χαρακτήρων και ειδικών χαρτογραφικών συμβόλων κλπ, που είναι απαραίτητες στην παραγωγή χαρτών[33]. Ας σημειώσουμε ότι η δυνατότητα διαλογικής διαχείρισης της πληροφορίας που δίνει το GIS/LIS, αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο πειραματισμού για πολλές επιστημονικές περιοχές, όπως για παράδειγμα αυτές που σχετίζονται με το περιβάλλον, το σχεδιασμό κλπ. Οι χρήστες του γεωγραφικού συστήματος, μπορούν μέσω αυτού να δουν τα αποτελέσματα της εφαρμογής διαφόρων αποφάσεών τους, να εντοπίσουν τις εσφαλμένες αποφάσεις και να επιλέξουν τις ορθότερες, πριν γίνει οποιαδήποτε επέμβαση στο χώρο[35].

Βλέποντας το GIS/LIS ως ένα σύνολο εργαλείων για τη συλλογή, την επεξεργασία και την απόδοση στοιχείων, αλλά και ως το αποτέλεσμα της εξέλιξης και του συνδυασμού των δυνατοτήτων όλων εκείνων των επιστημών που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο, μπορούμε να πούμε ότι και η ιστορία του GIS/LIS ξεκινά και διαμορφώνεται παράλληλα με την ιστορία αυτών των επιστημονικών περιοχών. Σύμφωνα με αυτήν τη λογική, δεν είναι λίγοι αυτοί που θεωρούν ως πρώτα γεωγραφικά συστήματα, τους άτλαντες θεματικών χαρτών που πρωτοεμφανίστηκαν στα μέσα του 19ου αιώνα και στους οποίους για πρώτη φορά εφαρμόστηκε η καταχώρηση της πληροφορίας σε επίπεδα. Τα GIS/LIS με τη μορφή που έχουν σήμερα, άρχισαν να εμφανίζονται στη δεκαετία του '60. Η δημιουργία τους στηρίχτηκε κυρίως στην ανάπτυξη της τεχνολογίας των Η/Υ, της Χαρτογραφίας και της Φωτογραμμετρίας στις προηγούμενες δεκαετίες του '40 και του '50. Από το 1962, κυρίως στις ΗΠΑ και στον Καναδά, τόσο οι τοπικές διοικήσεις όσο και οι κυβερνήσεις των πολιτειών, άρχισαν να δείχνουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τη διαχείριση γεωγραφικής πληροφορίας μέσα από τα γεωγραφικά συστήματα, τα οποία έβλεπαν καθαρά σαν εργαλεία για τη λήψη αποφάσεων.

Στα 1964 μπήκε σε λειτουργία το πρώτο Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών με τη μορφή που το εννοούμε σήμερα. Πρόκειται για το σύστημα του Καναδά (CGIS, Canadian GIS/LIS), που δημιούργησε ο Roger Tomlison. Το CGIS είχε και έχει (μια και ακόμη βρίσκεται εν χρήσει) πολλές εφαρμογές[34]. Η σπουδαιότερη από αυτές ήταν η αποθήκευση ψηφιοποιημένων χαρτογραφικών δεδομένων και πληροφοριών γης για όλον τον Καναδά. Το 1964 επίσης, έγινε στις ΗΠΑ το πρώτο πλήρες GIS/LIS στον τομέα των φυσικών διαθεσίμων. Το σύστημα αυτό ήταν το MIADS (Management

Information Assembly and Display System) και αναπτύχθηκε από τη Δασική Υπηρεσία των ΗΠΑ. Σχεδιάστηκε έτσι, ώστε να είναι δυνατή η αποθήκευση δεδομένων, η διαχείριση και η ανάλυσή τους, η δημιουργία νέων επιπέδων πληροφορίας και η σχεδιαστική έξοδος των αποτελεσμάτων. Στα χρόνια της δεκαετίας του '70 ο αριθμός των εν λειτουργία γεωγραφικών συστημάτων, αυξήθηκε σημαντικά. Στα 1977 μόνο στις ΗΠΑ υπήρχαν εν χρήσει τουλάχιστον 54 διαφορετικά συστήματα. Στα πρώτα χρόνια της εμφάνισης και χρήσης των GIS/LIS, το μεγάλο χρηματικό κόστος και οι τεχνικές δυσκολίες, επέτρεπαν την ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου συστήματος μόνον στις κρατικές υπηρεσίες. Τελευταία όμως έχει αναπτυχθεί κυρίως στις ΗΠΑ, ένας μεγάλος αριθμός GIS/LIS, τόσο από κρατικές υπηρεσίες, όσο και από ιδιωτικές εταιρείες. Τα συστήματα αυτά εξυπηρετούν κυρίως χρήσεις γης, φυσικά διαθέσιμα, σχεδιασμό κλπ για όλα τα επίπεδα της τοπικής αυτοδιοίκησης ενός κράτους ή εξυπηρετούν τις ανάγκες ιδιωτικών επιχειρήσεων[37].

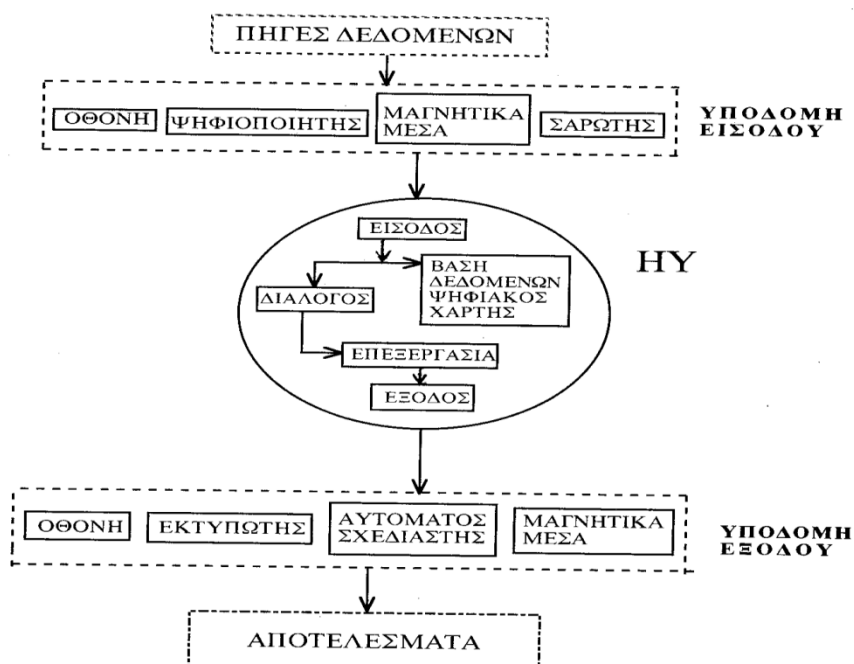
Δεν είναι όμως λίγες και οι περιπτώσεις που η χρήση των GIS/LIS βρίσκει εφαρμογές σε περιοχές τελείως διαφορετικές από αυτές που πιο πάνω αναφέρθηκαν. Για παράδειγμα, ένα GIS/LIS είναι εκείνο που δίνει απαντήσεις σε προβλήματα ναυσιπλοΐας, κίνησης και διαδρομής οχημάτων ή αυτόματου εντοπισμού της θέσης οχημάτων (Automatic Vehicle Location, AVL). Παράλληλα σήμερα στις ΗΠΑ, σχεδόν σε όλες τις πόλεις με πληθυσμό πάνω από 100.000 κατοίκους, λειτουργούν GIS/LIS για τον καθορισμό της θέσης "συμβάντων" μέσα στην πόλη σε ελάχιστο χρόνο. Τα συστήματα αυτά (dispatch systems), που στηρίζονται σε μια χαρτογραφική βάση της περιοχής, εξυπηρετούν και χρησιμοποιούνται πολύ για την άμεση λήψη αποφάσεων από υπηρεσίες άμεσης επέμβασης, όπως είναι η αστυνομία ή η πυροσβεστική. Έτσι οι υπηρεσίες αυτές έχουν τη δυνατότητα σε πραγματικό χρόνο (real time) και σε χάρτη που εμφανίζεται σε οθόνη γραφικών, να βλέπουν την ακριβή θέση στην οποία βρίσκεται ο κατάλληλος εξοπλισμός για την αντιμετώπιση πχ μιας πυρκαγιάς, για την επέμβαση της αστυνομίας, την κίνηση των ασθενοφόρων κλπ.

1.2 Η διάρθρωση ενός γεωγραφικού συστήματος πληροφοριών

Οι τρεις μεγάλες γενικότερες ομάδες λειτουργιών και εργαλείων από τα οποία αποτελείται ένα GIS/LIS είναι[30]:

- Η τεχνολογική υποδομή σε Η/Υ και περιφερειακά εισόδου-εξόδου.
- Το λογισμικό υποστήριξης των λειτουργιών του GIS/LIS.
- Το πλαίσιο οργάνωσης της λειτουργίας του GIS/LIS.

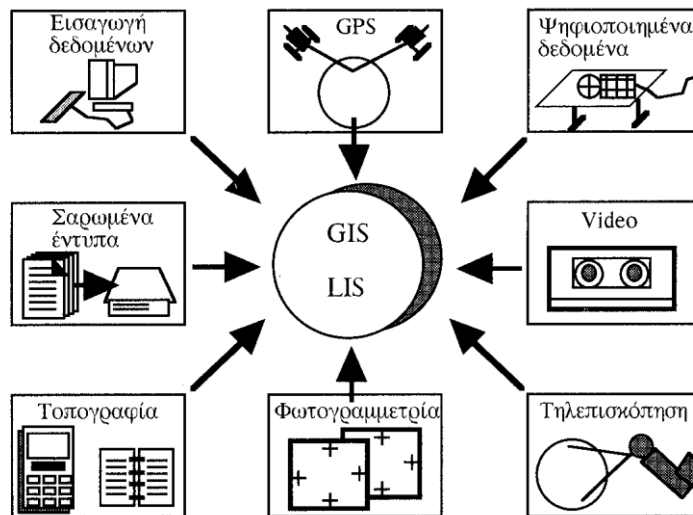
Το περιεχόμενο των δύο πρώτων ομάδων στηρίζεται στη γνώση των επιστημονικών περιοχών που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο. Η πρώτη ομάδα υλοποιείται από έναν πλήρη σταθμό εργασίας, που συγκεκριμένα τον αποτελούν ο κεντρικός Η/Υ, ο χώρος αποθήκευσης των δεδομένων, ψηφιοποιητής και σαρωτής για τη συλλογή των δεδομένων από υπάρχοντες χάρτες, καθώς και εκτυπωτής, αυτόματος σχεδιαστής, διαλογική οθόνη γραφικών για την σχεδιαστική ή μη απόδοση της πληροφορίας(Σχ.1-2).



Σχ.1-2 Σχηματική απόδοση της διάρθρωσης ενός GIS[30]

Το πακέτο λογισμικού της δεύτερης ομάδας χωρίζεται στις εξής υποκατηγορίες[36]:

- Εισαγωγή δεδομένων και κωδικοποίηση: Η εισαγωγή των δεδομένων περιλαμβάνει το μετασχηματισμό των δεδομένων από τη μορφή που έχουν αρχικά και η οποία ποικίλει ανάλογα με την πηγή προέλευσής τους (αεροφωτογραφίες, χάρτες, δορυφορικές εικόνες κλπ)(Σχ.1-3), σε ψηφιακή μορφή, συμβατή με εκείνη που προκαθορίζει το GIS/LIS.



Σχ.1-3 Δεδομένα από διαφορετικές πηγές μπορούν να εισαχθούν σε ένα GIS[30]

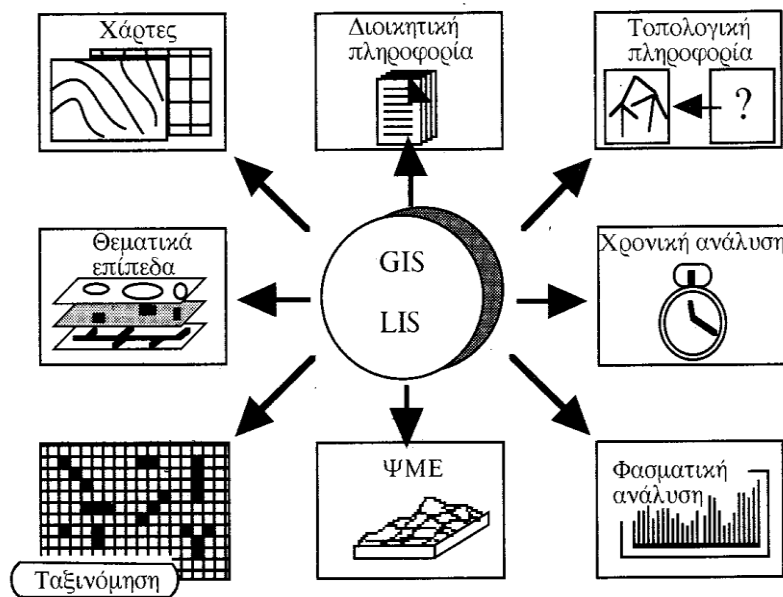
- Αποθήκευση δεδομένων και διαχείριση της βάσης δεδομένων: Αυτό το κομμάτι λογισμικού, αφορά στον τρόπο με τον οποίο τα δεδομένα οργανώνονται στα αρχεία αποθήκευσης, στον τρόπο με τον οποίο περιγράφεται η τοπολογία, τα βασικά χαρτογραφικά χαρακτηριστικά και η θέση των αντικειμένων κλπ. Η οργάνωση των δεδομένων γίνεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του εν χρήσει Η/Υ και τις ανάγκες των χρηστών.

- Επεξεργασία των δεδομένων: Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει τις διαδικασίες απαλοιφής των σφαλμάτων, της ενημέρωσης και του συνδυασμού των επί μέρους κατηγοριών δεδομένων και όλες τις μεθόδους ανάλυσης και μοντελοποίησης, που είναι απαραίτητες για να δοθούν απαντήσεις στις κάθε είδους ερωτήσεις των χρηστών του GIS/LIS. Οι περισσότερες από αυτές τις μεθοδολογίες συναντώνται σε όλα τα GIS/LIS, όπως για παράδειγμα οι μεθοδολογίες που έχουν σχέση με την αλλαγή κλίμακας του ψηφιακού χάρτη, τον υπολογισμό εμβαδών και πολυγωνικών περιμέτρων, την αλλαγή

προβολικών συστημάτων, την ανάκτηση δεδομένων που πληρούν ορισμένες συνθήκες κλπ. Ωστόσο σε ορισμένα GIS/LIS, που χρησιμοποιούνται για συγκεκριμένες εφαρμογές, είναι δυνατόν να εμπερικλείονται και μέθοδοι. ανάλυσης δεδομένων που εξυπηρετούν μόνον τους ειδικούς χρήστες του (πχ εύρεση κυρίων συνιστωσών, παραγοντική ανάλυση κ.ά.).

- **Διάλογος με το χρήστη:** Ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία της λειτουργίας ενός GIS/LIS είναι η δυνατότητα που δίνει στο χρήστη να "συνδιαλέγεται" με αυτό. Βέβαια ο αριθμός και η ποικιλία των ερωτήσεων που θα μπορούσε να υποβάλει ο χρήστης στο σύστημα είναι πολύ μεγάλος. Ο σχεδιαστής ενός GIS/LIS πάντοτε λαμβάνει κατ' αρχήν υπόψη του έναν αριθμό πιθανών ερωτήσεων γενικού ενδιαφέροντος, οι απαντήσεις των οποίων προκύπτουν από τις βασικές επεξεργασίες, που όπως είδαμε πιο πάνω συναντώνται σε όλα τα GIS/LIS. Εξειδικευμένες ερωτήσεις καλύπτονται από τις ειδικές μεθόδους επεξεργασίας, που εμπεριέχονται στο GIS/LIS, εφόσον κριθεί απαραίτητο. Οι δυνατότητες ενός γεωγραφικού συστήματος είναι ευθέως ανάλογες του αριθμού των ερωτήσεων στις οποίες αυτό μπορεί να απαντήσει. Στα σύγχρονα τεχνολογικά εξοπλισμένα GIS/LIS ο διάλογος αυτός με το χρήστη γίνεται μέσω ευέλικτων "μενού" ή εύχρηστων εντολών σε οθόνη γραφικών.

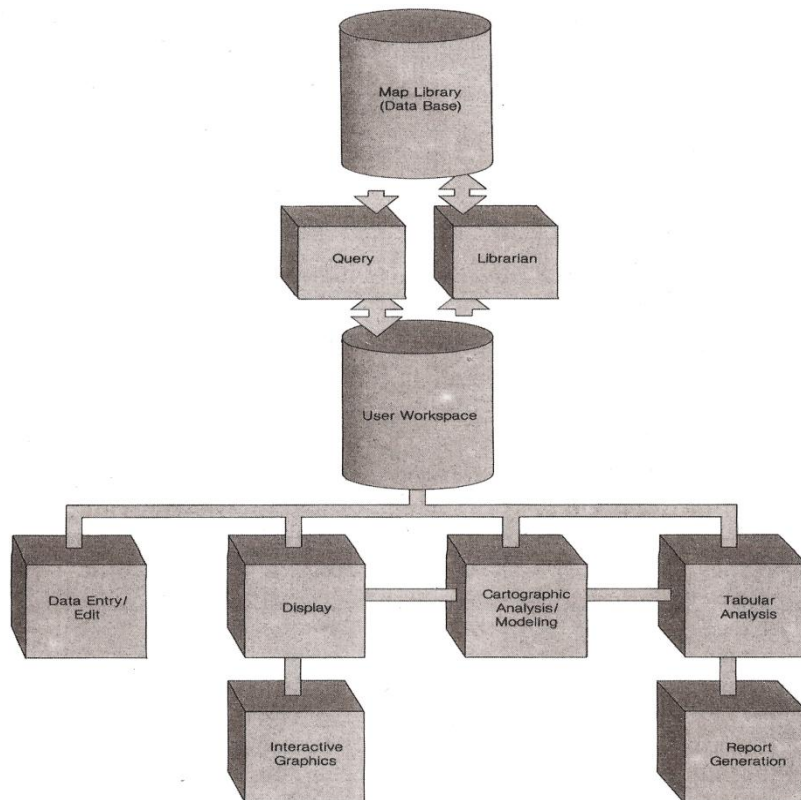
- **Απόδοση της πληροφορίας:** Η απόδοση μπορεί να γίνει σε πολλές μορφές ανάλογα βέβαια με τις ανάγκες του χρήστη και την κάλυψη του GIS/LIS σε περιφερειακό εξοπλισμό. Οι συνηθέστερες έξοδοι του συστήματος είναι χάρτες σε οθόνη ή αυτόματο σχεδιαστή, λίστες, αντίγραφα της οθόνης σε χαρτί, μαγνητικά μέσα κλπ(Σχ.1-4). Η κάθε μορφή εξόδου, υποστηρίζεται και από διαφορετικό λογισμικό.



Σχ.1-4 Ένα GIS επιτρέπει την εξαγωγή συμπερασμάτων διαφορετικού είδους[30]

Ένα GIS/LIS δε θα μπορούσε να λειτουργήσει αποτελεσματικά έξω από ένα οργανωτικό πλαίσιο, το οποίο κατευθύνει το ειδικευμένο προσωπικό και τις οικονομικές επενδύσεις σε εξοπλισμό του συστήματος. Έτσι το οργανωτικό πλαίσιο λειτουργίας ενός GIS/LIS θα πρέπει να αποτελείται από[31]:

- Μακροχρόνιο σχέδιο απασχόλησης προσωπικού, λαμβανομένου υπόψη, ότι το προσωπικό ουσιαστικά αλλάζει κατά τις φάσεις του σχεδιασμού, της ανάπτυξης και της εφαρμογής του συστήματος.
- Οικονομικό προϋπολογισμό για την εγκατάσταση και τη λειτουργία του συστήματος.
- Πρόγραμμα εκπαίδευσης και ενημέρωσης προσωπικού και χρηστών.
- Μελέτη για τον καταμερισμό του προσωπικού υποστήριξης του συστήματος, στις φάσεις της συλλογής των στοιχείων και της παραγωγής των προϊόντων του συστήματος.



Σχ.1-5 Τυπική δομή ενός GIS[35]

Οι παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η τελική διαμόρφωση ενός GIS/LIS μπορεί να είναι (Burrough 1987)[33]:

- Το είδος και οι απαιτήσεις των χρηστών του συστήματος: Η εμπειρία έδειξε ότι οι χρήστες ενός συστήματος μπορούν να χωριστούν σε κατηγορίες ανάλογα με το πόσο συγκεκριμένες είναι οι απαιτήσεις τους από το σύστημα. Έτσι, κατ' αρχήν μπορούμε να διακρίνουμε τους χρήστες, των οποίων το αντικείμενο είναι σαφώς καθορισμένο. Τέτοιοι χρήστες είναι εκείνοι που απασχολούνται σε υπηρεσίες χαρτογραφήσεων, κτηματολογίου ή κοινής ωφέλειας. Οι υπηρεσίες αυτές διαθέτουν τεράστιο όγκο δεδομένων, ο οποίος απαιτεί μία συγκεκριμένη επεξεργασία και αρχειοθέτηση-απόδοση. Το GIS/LIS σ' αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιείται για την αυτοματοποίηση των διαδικασιών, χωρίς να γίνεται αλλαγή στις μεθόδους συλλογής, ανάλυσης και απόδοσης κατά τη μετάβαση από την παραδοσιακή στην αυτοματοποιημένη λειτουργία των υπηρεσιών. Σε μία δεύτερη κατηγορία χρηστών, ανήκουν αυτοί που απασχολούνται

σε υπηρεσίες στις οποίες συνήθως διατηρείται π.χ. ένα τμήμα αποτυπώσεων, αλλά ταυτόχρονα εξελίσσονται ειδικά ερευνητικά προγράμματα. Έτσι, το αντικείμενο που πρέπει να καλύψει η λειτουργία του GIS/LIS δεν είναι πλήρως καθορισμένο, μια και το σύστημα πρέπει να ικανοποιεί τις άγνωστες ερευνητικές ανάγκες των χρηστών. Οι χρήστες μιας τελευταίας κατηγορίας, είναι αυτοί που ανήκουν σε ερευνητικά κέντρα ή πανεπιστήμια και είτε χρησιμοποιούν το GIS/LIS σαν καθαρά ερευνητικό εργαλείο, είτε ασχολούνται με αυτή καθεαυτή την εξέλιξη του συστήματος. Στην περίπτωση αυτή το αντικείμενο και η έκταση των θεμάτων απασχόλησης των χρηστών είναι απόλυτα ασαφές.

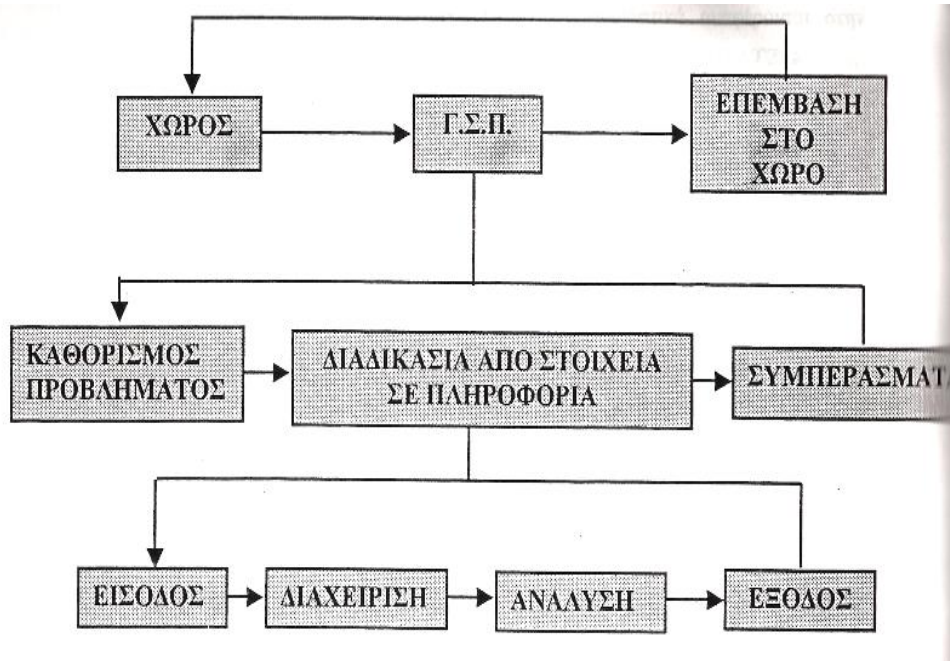
- Ο σκοπός της χρήσης του συστήματος: Ένας από τους βασικότερους παράγοντες, από τους οποίους εξαρτάται η διαμόρφωση ενός GIS/LIS είναι το είδος της εφαρμογής για την οποία προορίζεται αυτό. Άλλο σύστημα θα χρησιμοποιηθεί για ένα έργο μικρής και άλλο για ένα έργο μεγάλης χρονικής διάρκειας. Για την πρώτη περίπτωση, απαιτούνται γρήγορες μέθοδοι συλλογής, ανάλυσης και εξόδου της πληροφορίας, χωρίς να είναι απαραίτητη η διαχείριση και κυρίως η ενημέρωση μιας μεγάλης βάσης δεδομένων. Αντίθετα σε συστήματα της δεύτερης περίπτωσης, που κυρίως χρησιμοποιούν οι κρατικοί οργανισμοί, η συλλογή των δεδομένων γίνεται σε μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, σύμφωνα με την απαιτούμενη ακρίβεια. Η βάση δεδομένων αφορά σε πολύ μεγαλύτερη περιοχή και όγκο δεδομένων τα οποία πρέπει να ενημερώνονται τακτικά, ενώ η όλη λειτουργία του συστήματος ακολουθεί αυστηρές προδιαγραφές. Στα συστήματα αυτού του είδους αντιμετωπίζεται παράλληλα και το πρόβλημα της βαθμιαίας ανανέωσης με την πάροδο του χρόνου, τόσο του ηλεκτρονικού εξοπλισμού, όσο και του λογισμικού που χρησιμοποιείται.

- Οι τεχνικές επιλογές για την αποθήκευση και διαχείριση των δεδομένων: Η τεχνική συλλογής και αρχειοθέτησης της πληροφορίας, δηλ. η επιλογή του αν τα δεδομένα θα έχουν διανυσματική ή ψηφιδωτή μορφή, επηρεάζει σημαντικά, όπως είναι φυσικό, τη διαμόρφωση του συστήματος. Η επιλεγμένη τεχνική αφορά τόσο στη συλλογή όσο και στη διαχείριση των πληροφοριών. Σήμερα, η εξέλιξη της τεχνολογίας σε εξοπλισμό και λογισμικό, επιτρέπει στο ίδιο σύστημα να συγκεντρώνει πληροφορία και με τις δύο μορφές. Παρ' όλα αυτά όμως, πάντοτε η μία από τις δύο μορφές θα είναι η καλύτερη για κάποιο είδος πληροφορίας και για το σκοπό της λειτουργίας του συστήματος. Έτσι κυρίως σε συστήματα με αυστηρά καθορισμένο αντικείμενο εφαρμογών, επιλέγεται η μία από τις δύο μορφές βάσει της οποίας διαμορφώνεται και το σύστημα.

- Οι οικονομικές δυνατότητες: Προκειμένου να οργανωθεί ένα GIS/LIS λαμβάνεται υπόψη η αρχική χρηματική επένδυση αλλά και η δυνατότητα της συνεχούς οικονομικής υποστήριξης του συστήματος.
- Το διαθέσιμο προσωπικό: Για να έχει τα επιθυμητά αποτελέσματα η λειτουργία του GIS/LIS θα πρέπει να υποστηρίζεται από εξειδικευμένο προσωπικό. Συνήθως το προσωπικό του συστήματος χωρίζεται σε δύο κατηγορίες. Η μία αποτελείται από εκείνους που κατά βάση ασχολούνται με το χειρισμό του τεχνολογικού εξοπλισμού, την τροφοδοσία του συστήματος με δεδομένα και τη συντήρησή του. Η άλλη, αποτελείται από όλους όσους ασχολούνται με καθαρά επιστημονικό - ερευνητικό μέρος και τη διοικητική οργάνωση του συστήματος.

1.3 Στάδια, διαδικασίες και πλαίσιο εφαρμογής

Τα στάδια και οι διαδικασίες σ' ένα GIS/LIS παρουσιάζονται στο σχήμα 1-6 όπου φαίνονται καθαρά οι σχέσεις ανάδρασης που διέπουν όχι μόνο τις διαδικασίες μέσα στο GIS/LIS αλλά και τη σχέση του ίδιου με το χώρο, όπως άλλωστε τονίσθηκε και στην προηγούμενη ενότητα. Τρία είναι τα βασικά στάδια στην ολοκλήρωση και εφαρμογή ενός GIS/LIS: ο καθορισμός του προβλήματος, η διαδικασία από στοιχεία σε πληροφορία και τα συμπεράσματα.



Σχ.1-6 Στάδια και διαδικασίες GIS/LIS[31]

Όπως φαίνεται από τα προηγούμενα, η λογική αφετηρία στη δημιουργία ενός παραδεκτού, αλλά και σωστού GIS/LIS είναι η αναγνώριση των υπευθύνων που παίρνουν τις αποφάσεις, καθώς και των χρηστών του συστήματος. Επιπλέον, ο τρόπος που οι αποφάσεις και οι χρήστες επιδρούν διαμορφώνοντας τα χωρικά πρότυπα και τις διαδικασίες τις σχετικές με το πρόβλημα που χρειάζεται να επιλυθεί[31]. Είναι γνωστό πως τα υπάρχοντα προβλήματα μπορούν να λυθούν διαφορετικά όταν εξεταστούν από διαφορετική σκοπιά και κυρίως με διαφορετικές προδιαθέσεις. Για παράδειγμα, η ρύπανση της θάλασσας από τα απόβλητα ενός εργοστασίου, μπορεί να θεωρηθεί σαν παραβίαση του δικαιώματος του πληθυσμού να κολυμπά σε καθαρά νερά. Αλλά από τη σκοπιά των ψαράδων το πρόβλημα είναι η περιεκτικότητα των αποβλήτων σε μόλυβδο που σκοτώνει τα ψάρια. Από την άλλη μεριά βέβαια, για το βιομήχανο το πρόβλημα είναι το μεγαλύτερο κόστος παραγωγής που θα προέλθει από την εγκατάσταση αντιρρυπαντικών μηχανισμών. Με άλλα λόγια, η σκοπιά από την οποία θεωρούμε την πραγματικότητα και τα προβλήματά της, καθορίζουν τα προγράμματα που σχεδιάζουμε και τις ενέργειες που κάνουμε. Επομένως, το πρώτο βήμα στη δημιουργία ενός GIS/LIS είναι η αναγνώριση των διαφορετικών στρωμάτων των υπευθύνων των αποφάσεων (decision makers) και των χρηστών. Όμως, έχει δειχθεί από τον MacCutcheon (1978) ότι «οι αντικειμενικοί σκοποί και επιδιώξεις σπάνια συγκρούονται». Αντίθετα, οι

πραγματικές συγκρούσεις συμβαίνουν όταν βάλουμε σε εφαρμογή και αρχίσει να λειτουργεί το σύστημα, που έχει σαν στόχο να επιτύχει αυτούς τους σκοπούς και τις επιδιώξεις. Οι συγκρούσεις, όμως, δεν είναι μεταξύ συστημάτων. Οι πιο σπουδαίες συγκρούσεις είναι μεταξύ του συστήματος (προγραμμάτων) και του περιβάλλοντος. Επομένως, η θέση του υπευθύνου των αποφάσεων σε σχέση με τις κριτικές περιβαλλοντικές περιοχές, είναι εκείνη που στο τέλος θα καθορίσει τα προβλήματα και θα αρχίσει τη διαδικασία του προγραμματισμού.

Η διαδικασία από στοιχεία σε πληροφορία αποτελεί το δεύτερο στάδιο κάθε GIS/LIS. Σαν διαδικασία ακολουθεί τον καθορισμό του προβλήματος, που χαράσσει την περιοχή στην οποία οφείλει να κινηθεί και δημιουργεί τη βάση των εφαρμογών που την ακολουθούν. Η διαδικασία αυτή αποτελεί το νευραλγικό κέντρο κάθε GIS/LIS και αποτελείται από τα εξής τέσσερα στάδια. Το στάδιο εισόδου όπου τα χωρικά στοιχεία κωδικοποιούνται και αποθηκεύονται στον Η/Υ, το στάδιο της διαχείρισης όπου τα χωρικά στοιχεία διαμορφώνονται κατάλληλα (βάση δεδομένων) για το επόμενο στάδιο της ανάλυσης και το τελικό στάδιο της παρουσίασης, όπου η χωρική πληροφορία που προέκυψε από τη διαδικασία ανάλυσης παρουσιάζεται σε κάποια από τις γνωστές μορφές.

Στα παραπάνω αναφέρθηκαν οι όροι στοιχεία και πληροφορία. Στοιχεία είναι μια σειρά από αριθμητικά, ποσοτικά ή ποιοτικά χαρακτηριστικά ενός συνόλου, σε μη επεξεργασμένη για το συγκεκριμένο στάδιο ανάλυσης μορφή, ενώ όταν περάσουν από μια διαδικασία επεξεργασίας και απαντούν σε κάποιο ερώτημα έχουμε πληροφορία[31]. Η διαφοροποίηση αφορά κάθε συγκεκριμένο στάδιο ανάλυσης, που σημαίνει ότι πληροφορίες σε κάποιο στάδιο μπορεί να αποτελέσουν στοιχεία για κάποιο επόμενο.

Η διαδικασία από στοιχεία σε πληροφορία δημιουργεί και αναλύει την απαραίτητη πληροφορία για τη λύση του προβλήματος που αρχικά προσδιορίστηκε. Στα συμπεράσματα, επομένως, πρέπει να καθρεφτίζεται η υλοποίηση του στόχου του GIS/LIS και οι εναλλακτικές απόψεις για την αντιμετώπιση του προβλήματος. Παρουσιάζονται συνοπτικά οι προτεινόμενες λύσεις και η σκοπιμότητά τους σαν απαντήσεις σε ερωτήματα όπως: τί είναι, τί πρέπει και τί είναι εφικτό.

Πρέπει όμως, να σημειωθεί ότι στο στάδιο αυτό του GIS/LIS το πρωταρχικό μέλημα είναι να βγάλουμε συμπεράσματα βασισμένα στην ανάλυση των στοιχείων που συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν μέσα από το GIS/LIS. Δηλαδή, όλα τα συμπεράσματα

πρέπει να είναι προσεκτικά τεκμηριωμένα με βάση τα κατάλληλα στοιχεία ή αν στηρίζονται στη γνώμη ή την κρίση του μελετητή, αυτό πρέπει να αναφέρεται και οι λόγοι αυτής της γνώμης πρέπει να εξηγούνται με σαφήνεια. Η σύγκυση μεταξύ της πραγματικότητας που υπάρχει, αποτέλεσμα της ανάλυσης των στοιχείων και της πραγματικότητας που θέλουμε να υπάρχει (γνώμες και κρίσεις), πάντα οδηγεί σε προβλήματα. Γι αυτό και στη διάρκεια αυτού του σταδίου οφείλει να είναι πάντα σαφής η διατύπωση των παραδοχών που χρησιμοποιήθηκαν για την εξαγωγή των συμπερασμάτων.

Όσον αφορά τα συμπεράσματα δεν αρκεί η απλή παράθεσή τους, αλλά χρειάζεται επιπλέον η αξιολόγηση και ο διαχωρισμός τους από το μελετητή. Η επέμβαση στο χώρο αποτελεί μια δυναμική, συνεχή και κυκλική διαδικασία, γι' αυτό και τα GIS/LIS οφείλουν από τη μια μεριά να συγκεντρώνουν το απαραίτητο υλικό, με το οποίο πρέπει να τροφοδοτείται αυτή η επέμβαση και από την άλλη μεριά να βρίσκουν τον καταλληλότερο τρόπο γι' αυτή την τροφοδότηση προκειμένου να μη δημιουργούνται ασυνέχειες.

Η τεχνολογία των GIS/LIS χρησιμοποιείται σε πλήθος εφαρμογών, για κάθε ζήτημα ανάλυσης και σχεδιασμού, όπου η παράμετρος "γεωγραφικός χώρος" υπεισέρχεται άμεσα ή έμμεσα (ζητήματα χωροταξίας, αστικής και περιφερειακής ανάλυσης και σχεδιασμού, διαχείρισης των φυσικών πόρων, οικολογικών ερευνών, κτηματολογίου κ.α.). Είναι δεδομένο πως ο χώρος και η κάθε είδους πληροφορία που τον περιγράφει, είναι συνδεδεμένοι με ένα μεγάλο κομμάτι των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, ενώ σε επίπεδο οργάνωσης και λήψης αποφάσεων σχετικά μ' αυτές, σχεδόν κάθε επιλογή έχει άμεσο ή έμμεσο συσχετισμό με κάποιου είδους χωρική ανάλυση και σχεδιασμό.

Ενδεικτικά αναφέρονται μερικά επιστημονικά πεδία στα οποία τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών μπορούν να συμβάλλουν ως ολοκληρωμένα εργαλεία χωρικής ανάλυσης και σχεδιασμού[31]:

- Περιφερειακός Προγραμματισμός/Σχεδιασμός : χωρική ανάλυση περιφερειακών ανισοτήτων, διαχείριση ολοκληρωμένων αναπτυξιακών προγραμμάτων και βάσεων κοινωνικό-οικονομικών δεδομένων, επενδυτικά σχέδια και εναλλακτικές στρατηγικές, χωροθετήσεις κατανομών οικονομικών δραστηριοτήτων, αξιολόγηση περιφερειακών και τοπικών αναπτυξιακών προγραμμάτων, συστήματα λήψης αποφάσεων.
- Αστικός Προγραμματισμός/Σχεδιασμός : χωρική ανάλυση αστικών περιοχών, δήμων, γειτονιών-ανισότητες, διαχείριση ολοκληρωμένων προγραμμάτων αστικής

ανάπτυξης, πολιτική αναπλάσεων, πολιτική χρήσεων γης, δόμηση, κτηματολόγιο.

- Συγκοινωνίες - Μεταφορές : διαχείριση συστημάτων μεταφορών (οδικών, ακτοπλοϊκών, αεροπορικών), διαχείριση αστικών συγκοινωνιών, πολιτική πρόληψης ατυχημάτων κ.ά.
- Τεχνική υποδομή : διαχείριση δικτύων ύδρευσης - αποχέτευσης, ενέργειας, τηλεπικοινωνιών, προσδιορισμός περιοχών εξυπηρέτησης, χωροθετήσεις - κατανομές κ.ά.
- Περιβάλλον : Διαχείριση οικοσυστημάτων, πολιτικές προστασίας και πρόληψης, συστήματα λήψης αποφάσεων και εκτίμηση επιπτώσεων, υποδείγματα αλληλεπιδράσεων οικονομικών και περιβαλλοντικών συστημάτων, επιχειρησιακή έρευνα.
- Φορολογία : Φορολογία ακίνητης περιουσίας, διαχείριση φορολογικών στοιχείων.
- Εκπαίδευση και Υγεία - Πρόνοια : πολιτική διαχείρισης παροχών εκπαίδευσης, υγείας-πρόνοιας, περιοχές ειδικών χαρακτηριστικών, χωροθετήσεις-κατανομές κέντρων εξυπηρέτησης, περιοχές εξυπηρέτησης κ.ά.
- Πυροσβεστική, Δασική Υπηρεσία, Αστυνομία : πολιτικές πρόληψης και αντιμετώπισης εκτάκτων αναγκών, ελαχιστοποίηση διαδρομών, κόστους κ.ά.
- Ανάλυση Αγοράς : ανάλυση καταναλωτικής συμπεριφοράς, συστήματα λήψης αποφάσεων.
- Αγορά Εργασίας : χωρική ανάλυση αγορών εργασίας, σύζευξη προσφοράς-ζήτησης, πολιτικές απασχόλησης, ανεργίας και επαγγελματικής κατάρτισης, κινητικότητα εργατικού δυναμικού, μετακινήσεις τόπου εργασίας - κατοικίας.
- Δίκτυα διανομών πωλήσεων και χωρομετρήσεις κατανομών : ανάλυση και διαχείριση δικτύων διανομών προϊόντων και υπηρεσιών, αριστοποίηση διαδρομών, τροφοδοσίας, χωροθετήσεις κέντρων παροχών.

Τα ανωτέρω πεδία εφαρμογών δείχνουν το ευρύ φάσμα δυνατοτήτων ανάπτυξης των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Δεδομένης της συνθετότητας των αναπτυξιακών προβλημάτων στις πόλεις και στις περιφέρειες, τα GIS/LIS μπορούν να συμβάλλουν στην ενιαία καταγραφή, οργάνωση, διαχείριση και ανάλυση των κοινωνικό-

οικονομικών δεδομένων, ως προϋποθέσεις για τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων στην αστική και περιφερειακή ανάπτυξη. Και αυτό αφορά τόσο στο δημόσιο τομέα, όσο και στον ιδιωτικό, ο οποίος μάλιστα σε συγκεκριμένες περιπτώσεις (πολυεθνικές εταιρείες, μεγάλες επιχειρήσεις του δευτερογενούς και τριτογενούς τομέα) έχει να επιδείξει σημαντικές εφαρμογές των GIS/LIS στα συγκεκριμένα αντικείμενα του ενδιαφέροντος του (π.χ. δίκτυα παραγωγής, διανομές προϊόντων και υπηρεσιών, χωροθετήσεις).

1.4 Αρχή λειτουργίας του GPS και δυνατότητες

Η εποχή της δορυφορικής και διαστημικής γεωδαισίας, που άρχισε στη δεκαετία του 1960, χαρακτηρίζεται από την καθολική επικράτηση του δορυφορικού συστήματος GPS σε όλο το εύρος των γεωδαιτικών και τοπογραφικών εφαρμογών, από τις συνήθεις αποτυπώσεις μέχρι τα γεωδαιτικά δίκτυα και τις γεωδυναμικές εφαρμογές. Παρόμοιο με το αμερικανικό σύστημα GPS είναι και το ρωσικό σύστημα GLONASS και το ευρωπαϊκό Galileo[39].

Τα κλασσικά παγκόσμια συστήματα αναφοράς έχουν αντικατασταθεί από τα υψηλής ακρίβειας συστήματα και πλαίσια αναφοράς. Τα παγκόσμια δίκτυα μπορούν εύκολα να πυκνώνονται και να ιδρύονται έτσι σύγχρονα γεωδαιτικά συστήματα με ακρίβεια καλύτερη από 1 ppm έως και 0.1 ppm. Η σύνδεση διαφορετικών συστημάτων αναφοράς αποτελεί πλέον μια σχετικά εύκολη υπόθεση. Διεθνείς υπηρεσίες, εργαστήρια και υπολογιστικά κέντρα προσφέρουν ελεύθερα και σε καθημερινή βάση μέσω του διαδικτύου προϊόντα υψηλής ακρίβειας, όπως δορυφορικές εφημερίδες, συντεταγμένες θεμελιωδών σημείων και παραμέτρους περιστροφής της γης. Η κλασσική γεωδαιτική μεθοδολογία άλλαξε ριζικά, τουλάχιστον όσον αφορά στα γεωδαιτικά δίκτυα και γενικότερα στον προσδιορισμό θέσης. Η χρήση δορυφορικών μεθόδων, όπως του GPS, δεν απαιτεί πλέον ορατότητες και κατάλληλες καιρικές συνθήκες, ενώ οι παρατηρήσεις μπορούν να γίνονται ανάμεσα σε σημεία που απέχουν έως και αρκετές εκατοντάδες χιλιόμετρα.

Το NAVSTAR/GPS (NAVigation Satellite Timing And Ranging/ Global Positioning System) ή απλά GPS, είναι ένα δορυφορικό σύστημα προσδιορισμού θέσης, χρόνου και ταχύτητας για κινούμενο όχημα.

Το GPS, με απλά λόγια, αποτελείται από "πομπούς σε τροχιά" (δορυφόροι) και δέκτες στη γήινη επιφάνεια (δέκτες GPS). Ένας δέκτης GPS μπορεί να λαμβάνει μέσω της κεραίας του ηλεκτρομαγνητικά σήματα στο φάσμα των ραδιοκυμάτων, τα οποία εκπέμπονται συνεχώς από τους δορυφόρους. Τα σήματα αυτά χρησιμοποιούνται τόσο για την εκτέλεση παρατηρήσεων όσο και για την εξαγωγή χρήσιμων πληροφοριών, όπως είναι ο χρόνος και οι συντεταγμένες των δορυφόρων[35].

Τα δορυφορικά σήματα επεξεργάζονται εσωτερικά στον δέκτη, δηλαδή αναλύονται στις συνιστώσες τους και χρησιμοποιούνται για παρατηρήσεις ψευδοαποστάσεων μεταξύ δορυφόρων - δεκτών με βάση τους λεγόμενους κώδικες και φάσεων στις φέρουσες συχνότητες (φέροντα κύματα). Οι μετρήσεις ψευδοαποστάσεων ονομάζονται έτσι επειδή είναι επηρεασμένες από τα συστηματικά σφάλματα των ρολογιών και δεν αντιστοιχούν σε ακριβείς γεωμετρικές αποστάσεις. Αντίθετα, οι μετρήσεις φάσης ισοδυναμούν με αποστάσεις της τάξης του χιλιοστού. Η σημασία ακριβούς υπολογισμού του χρόνου (ατομικός χρόνος) είναι καθοριστική, επειδή τα χρονικά διαστήματα μεταξύ εκπομπής και λήψης των σημάτων μετατρέπονται σε απόσταση αν πολλαπλασιαστούν με την ταχύτητα του φωτός. Αρκεί να σκεφθούμε ότι ένα σφάλμα ενός microsecond ($1\mu s = 10^{-6}$ sec) αντιστοιχεί σε σφάλμα 300 m στην απόσταση δορυφόρου-δέκτη.

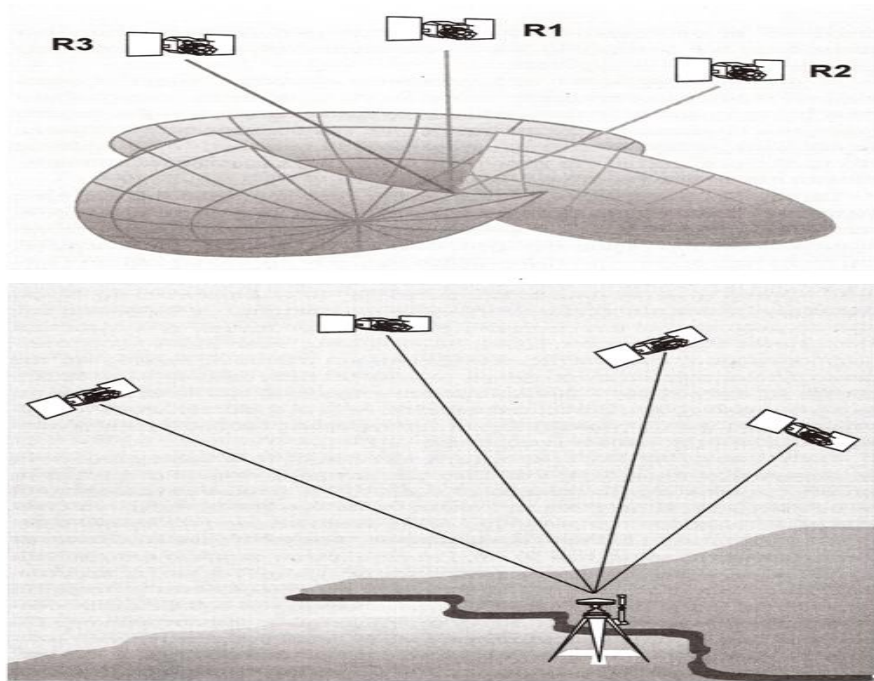
Ο προσδιορισμός θέσης, απόλυτος (absolute) ή σχετικός (relative, differential), μπορεί να γίνει είτε μετά το πέρας των μετρήσεων (post processing) ή και σε πραγματικό χρόνο (real time). Το σύστημα αναφοράς του GPS είναι το WGS84 αλλά οι συντεταγμένες GPS (X, Y, Z) μπορεί να μετασχηματίζονται σε οποιοδήποτε άλλο σύστημα μέσω κατάλληλου μετασχηματισμού. Η ακρίβεια του απόλυτου προσδιορισμού θέσης ενός μεμονωμένου σημείου με έναν δέκτη (single point positioning) σε πραγματικό χρόνο είναι της τάξης των αρκετών δεκάδων μέτρων λόγω και των εσκεμμένων σφαλμάτων που εκπέμπονται με το δορυφορικό σήμα. Σε μία εκ των υστέρων επεξεργασία και με παρατηρήσεις μερικών ωρών, η ακρίβεια αυτή μπορεί να βελτιωθεί στα μερικά μέτρα.

Σε κάθε περίπτωση, η ακρίβεια του απόλυτου προσδιορισμού με έναν δέκτη προφανώς δεν είναι κατάλληλη για γεωδαιτικές και τοπογραφικές εφαρμογές, όπου οι ακρίβειες που απαιτούνται είναι της τάξης των μερικών εκατοστών έως μερικών χιλιοστών. Στον σχετικό προσδιορισμό θέσης που αφορά τις γεωδαιτικές και τοπογραφικές εφαρμογές, χρησιμοποιούνται οπωσδήποτε παρατηρήσεις φάσης και απαιτούνται δύο τουλάχιστον δέκτες GPS που να μετρούν ταυτόχρονα έναν ικανό αριθμό κοινών δορυφόρων. Με αυτόν τον τρόπο μπορούν να απαλείφονται ή να ελαχιστοποιούνται τα συστηματικά

σφάλματα, συμπεριλαμβανομένων και των εσκεμμένων του συστήματος, μέσω κατάλληλων γραμμικών συνδυασμών των πρωτογενών παρατηρήσεων.

Η αρχή λειτουργίας του GPS, για τον προσδιορισμό θέσης ενός μεμονωμένου σημείου με έναν δέκτη, μπορεί να συγκριθεί με την πλευρική οπισθοτομία στο χώρο, όπου τα γνωστά σημεία είναι οι δορυφόροι και παρατηρήσεις οι αποστάσεις μεταξύ του σημείου και των δορυφόρων. Με περισσότερους δέκτες, ο προσδιορισμός της σχετικής θέσης μπορεί να συγκριθεί με ένα τριπλευρικό δίκτυο στο χώρο όπου οι αρχικές παρατηρήσεις αντικαθίστανται από τα διανύσματα των βάσεων[33].

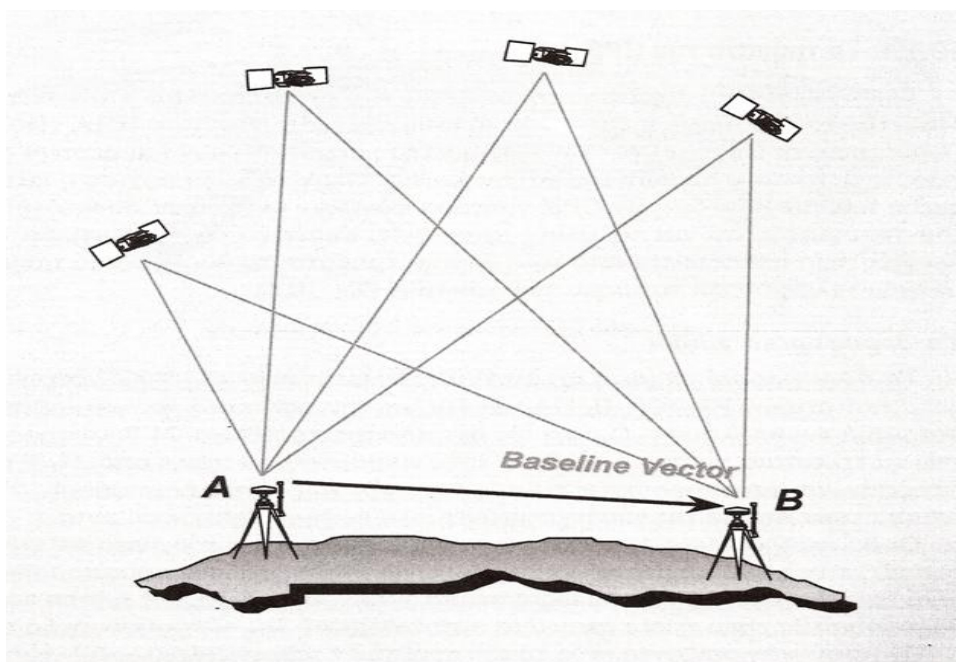
Για την περίπτωση του ενός δέκτη και για προσδιορισμό θέσης στις τρεις διαστάσεις, σε κάθε χρονική στιγμή κατά την οποία μετρούνται ταυτόχρονα τρεις αποστάσεις προς τρεις δορυφόρους, η θέση του δέκτη ορίζεται γεωμετρικά από την τομή τριών σφαιρών, όσες και οι άγνωστες συντεταγμένες (X , Y , Z) του δέκτη. Από την τομή δύο σφαιρών προκύπτει καμπύλη ενώ από την τομή της καμπύλης με την τρίτη σφαίρα προκύπτουν γενικά δύο σημεία, ένα από τα οποία είναι το ζητούμενο(βλ Σχ.1-7). Επειδή στο πρόβλημα υπεισέρχεται και μία επιπλέον άγνωστη παράμετρος, ως διόρθωση του χρόνου, κυρίως λόγω των σφαλμάτων του ρολογιού του δέκτη, απαιτούνται τουλάχιστον τέσσερις ταυτόχρονες παρατηρήσεις αποστάσεων προς τέσσερις δορυφόρους αντίστοιχα. Αυτός είναι και ο βασικός σκοπός για τον οποίο σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε το σύστημα GPS, δηλαδή για να εξυπηρετήσει τις ανάγκες της ναυσιπλοΐας, όπου ο προσδιορισμός θέσης απαιτείται σε πραγματικό χρόνο. Σύντομα όμως έγινε δυνατή η εκμετάλλευση του συστήματος και για τις γεωδαιτικές και τοπογραφικές εφαρμογές και γενικότερα για πλήθος πολιτικών εφαρμογών.



Σχ.1-7 Αρχή λειτουργίας GPS για τον απόλυτο προσδιορισμό θέσης[33]

Οι συντεταγμένες (X, Y, Z) ως προς το WGS84, μπορούν να μετασχηματίζονται ως προς ένα άλλο γεωδαιτικό σύστημα και φυσικά σε επίπεδες προβολικές. Το γεωμετρικό υψόμετρο h μπορεί να μετατρέπεται σε ορθομετρικό H με βάση τη γνωστή σχέση $h = H + N$, αρκεί να είναι γνωστό το υψόμετρο του γεωειδούς. Από ένα παγκόσμιο γεωδυναμικό μοντέλο, όπως είναι το EGM96, τα υψόμετρα του γεωειδούς υπολογίζονται με μια ακρίβεια της τάξης των 50cm. Για μεγαλύτερη ακρίβεια απαιτούνται τοπικά μοντέλα βαρύτητας, δυνατότητα που δεν υπάρχει σε πολλές περιπτώσεις. Παρόλο που τα γεωμετρικά υψόμετρα προσδιορίζονται με ακρίβεια παρόμοια με αυτήν της οριζόντιας θέσης, η ακρίβεια των ορθομετρικών υψομέτρων δεν μπορεί να φτάσει εκείνη της γεωμετρικής χωροστάθμησης. Για μία όμως διαχρονική παρακολούθηση μικρών "καθ' ύψος" μεταβολών μπορούν να χρησιμοποιούνται οι γεωμετρικές υψομετρικές διαφορές. Επίσης, για τρέχουσες πρακτικές εφαρμογές και για μικρής έκτασης περιοχές, οι γεωμετρικές υψομετρικές διαφορές μπορούν να λαμβάνονται ίσες με τις ορθομετρικές με ικανοποιητική ακρίβεια. Για μεγαλύτερες εκτάσεις ο συνδυασμός μετρήσεων GPS με παγκόσμια και τοπικά μοντέλα γεωειδούς οδηγεί, μέσω κατάλληλων μεθόδων παρεμβολής, σε προσδιορισμό ορθομετρικών υψομέτρων με ακρίβεια που μπορεί να φτάσει τα 2-3 cm.

Μετρώντας μία βάση με δύο δέκτες που τοποθετούνται στα άκρα της, προσδιορίζονται με μεγάλη ακρίβεια οι συνιστώσες της ($\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$) ή ισοδύναμα οι συντεταγμένες (X, Y, Z) του ενός σημείου ως προς το άλλο που θεωρείται γνωστό(βλ. Σχ.1-8). Προκειμένου να επιλυθεί σωστά η βάση, το γνωστό σημείο θα πρέπει να έχει μια ακρίβεια ως προς το WGS84 της τάξης των μερικών μέτρων. Έτσι, ενώ η σχετική ακρίβεια είναι πολύ μεγάλη, η απόλυτη ακρίβεια εξαρτάται από την ακρίβεια του γνωστού σημείου.



Σχ.1-8 Αρχή λειτουργίας GPS για τον σχετικό προσδιορισμό θέσης[33]

Ένα δίκτυο GPS αποτελείται από σύνολο βάσεων που έχουν μετρηθεί με δύο ή περισσότερους δέκτες. Η επίλυση των βάσεων απαιτεί ένα τουλάχιστον γνωστό σημείο. Η συνόρθωση του δικτύου γίνεται στις τρεις διαστάσεις, συνήθως στο σύστημα WGS84 ή ITRF, και καταλήγει στον υψηλής ακρίβειας σχετικό προσδιορισμό του δικτύου, δηλαδή της γεωμετρικής του μορφής και σε απόλυτο προσδιορισμό ανάλογης ακρίβειας με αυτήν του γνωστού σημείου. Συνήθως μας ενδιαφέρει η ένταξη του δικτύου GPS στο τοπικό γεωδαιτικό σύστημα μέσω ενός μετασχηματισμού, π.χ. ομοιότητας, με βάση κοινά σημεία. Το γνωστό ή τα γνωστά σημεία που συμπεριλαμβάνονται στο δίκτυο GPS μπορεί να είναι σημεία ενός ITRF ή σημεία του γεωδαιτικού συστήματος μιας

χώρας. Εάν η επίλυση των βάσεων γίνει στο WGS84, ένα τουλάχιστον από τα γνωστά σημεία μετασχηματίζεται στο WGS84 μέσω γνωστών παραμέτρων. Το δίκτυο GPS συνορθώνεται αρχικά με ελάχιστες δεσμεύσεις ή ως ελεύθερο (έλεγχος ακρίβειας και αξιοπιστίας) και στη συνέχεια μετασχηματίζεται ή εντάσσεται στο τοπικό σύστημα.

1.5 Τα τμήματα του GPS

Το δορυφορικό τμήμα

Το δορυφορικό τμήμα αποτελείται από 24 συνολικά δορυφόρους, εκ των οποίων οι 3 είναι αναπληρωματικοί όταν κάποιος από τους 21 πρωταρχικούς παρουσιάζει προβλήματα. Ταξινομούνται και αριθμούνται κατά διάφορους τρόπους, με επικρατέστερο τον αριθμό PRN (Pseudo Random Noise) που εκπέμπεται και στον κώδικα δεδομένων κάθε δορυφόρου.

Η σχεδόν κυκλική τροχιά κάθε δορυφόρου παρουσιάζει γωνία κλίσης 55° ως προς το ισημερινό επίπεδο της γης. Οι 24 δορυφόροι βρίσκονται σε 6 τροχιακά επίπεδα, ανά 4, και σε ύψος περίπου 20200 km. Ο χρόνος ολοκλήρωσης μιας πλήρους περιστροφής του δορυφόρου είναι 12 ώρες σε αστρικό χρόνο.

Κάθε δορυφόρος περιλαμβάνει στο βασικό του εξοπλισμό και μερικά ατομικά χρονόμετρα/ταλαντωτές υψηλής ακριβείας (ρουβιδίου, καισίου, υδρογόνου) για τη μέτρηση-διατήρηση της κλίμακας του χρόνου και την παραγωγή των εκπεμπόμενων σημάτων υψηλής σταθερότητας.

Ο πλήρης δορυφορικός σχηματισμός εξασφαλίζει ορατότητες από κάθε σημείο της γήινης επιφάνειας προς 4 έως 8 δορυφόρους ταυτόχρονα όταν υπάρχει ορατός ορίζοντας, με γωνία ύψους περίπου $\geq 15^\circ$ πάνω από τον ορίζοντα ενός τόπου ή και μέχρι 12 δορυφόρους για γωνία ύψους $\geq 5^\circ$.

Το επίγειο τμήμα

Το επίγειο τμήμα αποτελείται από έναν κεντρικό σταθμό έλεγχου, ο οποίος ελέγχει αυτόματα όλη τη λειτουργία του δορυφορικού και επίγειου συστήματος, πέντε σταθμούς παρακολούθησης και τρεις σταθμούς ενημέρωσης. Οι σταθμοί παρακολούθησης,

κατανεμημένοι σ' όλη τη γη και εφοδιασμένοι με ατομικά χρονόμετρα, μετρούν συνεχώς ψευδοαποστάσεις με τον P κώδικα (P-code receivers) και στέλνουν τα δεδομένα στον κεντρικό σταθμό για επεξεργασία. Ο κεντρικός σταθμός προσδιορίζει τα στοιχεία τροχιάς των δορυφόρων χρησιμοποιώντας για μεγαλύτερη ακρίβεια και στοιχεία από άλλους διαφορετικούς σταθμούς παρακολούθησης, καθώς και παραμέτρους για τη διόρθωση των ατομικών χρονομέτρων των δορυφόρων.

Όλα τα στοιχεία που υπολογίζονται στον κεντρικό σταθμό έλεγχου, αποστέλλονται μέσω των σταθμών ενημέρωσης στη μνήμη των υπολογιστών των δορυφόρων κάθε μερικές ώρες ή κάθε μέρα και εκπέμπονται ακολούθως από τους δορυφόρους προς τους χρήστες μέσω του D-κώδικα. Σε περίπτωση βλάβης των σταθμών ελέγχου, οι δορυφόροι μπορούν από μόνοι τους, με τον δικό τους επεξεργαστή, να προβλέψουν την τροχιά τους για λίγες μόνο μέρες με σημαντική όμως μείωση της ακρίβειας. Δορυφορικές εφημερίδες - κατάλογοι μπορούν να διανέμονται στους χρήστες από διάφορες υπηρεσίες όπως π.χ. από τη Γεωδαιτική Υπηρεσία NGS (National Geodetic Survey) των ΗΠΑ.

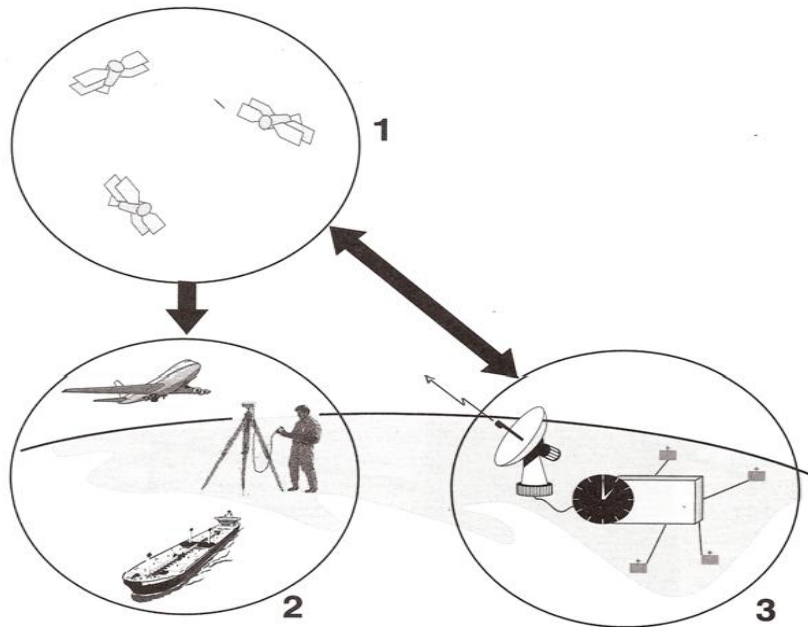
Το τμήμα χρηστών

Το τμήμα χρηστών περιλαμβάνει τους δέκτες GPS. Ένας δέκτης GPS αποτελείται από την κεραία του, την μονάδα λήψης-επεξεργασίας (που μπορεί να αποτελούν μία ενιαία ή δύο χωριστές διατάξεις) και τη μονάδα ελέγχου και καταγραφής των μετρήσεων (ένας μικρών διαστάσεων υπολογιστής). Ολοκληρωμένα αναλογικά και ψηφιακά κυκλώματα, χρονόμετρο/ταλαντωτής quartz crystal, μικροεπεξεργαστές κλπ., χρησιμοποιούνται για τη λήψη και επεξεργασία του σήματος, την εκτέλεση και καταγραφή των μετρήσεων καθώς και για τον προσδιορισμό συντεταγμένων σε πραγματικό χρόνο.

Το χρονόμετρο του δέκτη χρησιμοποιείται για την παραγωγή συχνοτήτων αναφοράς (παραγωγή σημάτων εσωτερικά στον δέκτη), για τη σύγκριση και την εκτέλεση μετρήσεων σε σχέση με τα λαμβανόμενα δορυφορικά σήματα. Ένας δέκτης μπορεί να λειτουργεί συνεχώς για μερικές ώρες και να καταγράφει στη μνήμη του τις αντίστοιχες παρατηρήσεις.

Οι κεραίες είναι συνήθως πολυκατευθυντήριες, για τη λήψη σημάτων από όλες τις κατευθύνσεις και στις δύο συχνότητες. Για σωστή λήψη σημάτων οι κεραίες δεν πρέπει να επισκιάζονται από γειτονικά αντικείμενα όπως είναι μεγάλα κτίρια, δέντρα κλπ.,

επειδή στις περιπτώσεις αυτές δημιουργούνται παρεμβολές λόγω ανακλάσεων του σήματος (multipath errors)[37].



Σχ.1-9 Τα μέρη του συστήματος GPS[37]

1.6 Η δομή του σήματος

Τα σήματα που εκπέμπονται από κάθε δορυφόρο βασίζονται όλα στη θεμελιώδη συχνότητα $f = 10.23 \text{ MHz}$ που παράγεται από τα ατομικά του χρονόμετρα. Με βάση αυτή τη συχνότητα δημιουργούνται και εκπέμπονται κύματα σε δύο βασικές συχνότητες: στην L_1 ($=f \times 154 = 1575.42 \text{ MHz}$, μήκος κύματος $\lambda = 19.0 \text{ cm}$), και στην L_2 ($=f \times 120 = 1227.60 \text{ MHz}$, μήκος κύματος περίπου 24.4 cm). Οι δύο αυτές συχνότητες της L-ζώνης, που αποτελούν τα δύο βασικά φέροντα κύματα, διαμορφώνονται με βάση κάποιους αλγόριθμους, από τρεις κώδικες (δύο κώδικες ψευδοτυχαίου θορύβου, PRN-codes, και έναν κώδικα δεδομένων). Οι κώδικες που προστίθενται στα φέροντα κύματα σαν δυαδικές διαμορφώσεις δύο φάσεων (binary biphase modulation), αποτελούν μία δυαδική ακολουθία (bit sequence), δηλαδή μία σειρά από τα δυαδικά 0 και 1. Εξυπηρετούν δε τον προσδιορισμό του χρόνου, από τον δέκτη, που χρειάζεται για να

διανύσει το σήμα την απόσταση δορυφόρου - δέκτη και παρέχουν απαραίτητες πληροφορίες, όπως τα στοιχεία τροχιάς, για τον υπολογισμό των συντεταγμένων των δορυφόρων σε κάθε χρονική στιγμή.

Οι τρεις κώδικες είναι: ο κώδικας C/A (Coarse/Acquisition code) ή κώδικας S (Standard code), ο κώδικας P (Precise code) και ο κώδικας D (Data code) ή μήνυμα ναυσιπλοΐας (navigation message)[10]. Η συχνότητα L_1 διαμορφώνεται και από τους δύο κώδικες P και C/A, ενώ η συχνότητα L_2 μόνο από τον κώδικα P. Επίσης, και τα δύο φέροντα κύματα διαμορφώνονται από τον κώδικα D. Τα bits των κωδικών C/A και P ονομάζονται και παλμοί για να δηλωθεί ότι αυτοί οι δύο κώδικες δεν μεταφέρουν δεδομένα, σε αντίθεση με τον κώδικα D.

Ο C/A κώδικας έχει συχνότητα $(f/10) = 1.023$ MHz και επαναλαμβάνεται κάθε 1 msec (10^{-3} sec). Έτσι το μήκος του κώδικα είναι 1023 bits ή chips (παλμοί) και το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο παλμών είναι περίπου 1 μ sec (10^{-6} sec) με μήκος παλμού $(f/10) c \equiv 300$ m. Για τον κάθε δορυφόρο αντιστοιχεί μία μοναδική δομή του κώδικα C/A. Ο κώδικας αυτός αναγνωρίζεται εύκολα από τον δέκτη GPS.

Ο P κώδικας έχει συχνότητα ίση με τη θεμελιώδη, $f = 10.23$ MHz (συχνότητα αλλαγών μεταξύ των 0 και 1), μήκος παλμού $\equiv 30$ m και επαναλαμβάνεται κάθε περίπου 267 ημέρες (μεγάλη σειρά από 1014 bits, διάρκειας περίπου 37 εβδομάδων). Έτσι το συνολικό μήκος του P κώδικα διαχωρίζεται σε 37 διαφορετικά εβδομαδιαία τμήματα ώστε ο κάθε δορυφόρος να εκπέμπει ένα διαφορετικό τμήμα (μερικά μένουν προφανώς αχρησιμοποίητα). Κάθε Σάββατο τα μεσάνυχτα (προς Κυριακή) όλοι οι κώδικες επαναλαμβάνονται από την αρχή. Για κάθε δορυφόρο αντιστοιχεί μία μοναδική δομή και του κώδικα P. Ο κώδικας D, περιέχει για κάθε δορυφόρο διάφορες πληροφορίες, όπως ο κωδικός PRN του δορυφόρου, τα στοιχεία για την πρόσβαση στον P-κώδικα, τις παραμέτρους για τον υπολογισμό των διορθώσεων των δορυφορικών χρονομέτρων ως προς μία εποχή αναφοράς, τα Κεπλέρεια στοιχεία και τις διαταραχές της δορυφορικής τροχιάς για τον υπολογισμό των συντεταγμένων του δορυφόρου σε κάθε χρονική στιγμή, πληροφορίες για την ιονόσφαιρα, την κατάσταση όλων των δορυφόρων (health status), τα τροχιακά στοιχεία χαμηλότερης ακρίβειας όλων των δορυφόρων (almanac data), καθώς και άλλα βοηθητικά στοιχεία μερικά από τα οποία προορίζονται για στρατιωτική χρήση. Έτσι, ένας δέκτης GPS λαμβάνοντας σήμα από έναν και μόνο δορυφόρο, μπορεί να έχει πληροφορία για όλους τους υπολοίπους έτσι ώστε να διευκολύνεται στη γρήγορη ανίχνευση και λήψη.

Οι δύο PRN κώδικες μπορούν να συγκριθούν (να συσχετισθούν) με τους αντίστοιχους κώδικες - αντίγραφα που παράγονται εσωτερικά στον δέκτη. Από τη σύγκριση αυτή, που γίνεται με κατάλληλη επεξεργασία εσωτερικά στο δέκτη, προκύπτουν οι ψευδοαποστάσεις. Η ακρίβεια μέτρησης του χρόνου είναι της τάξης του 1% του παλμού, δηλαδή περίπου 100 nsec ($1 \text{ nsec} = 10^{-9} \text{ sec}$) ή ισοδύναμα περίπου 0.3 m στην ψευδοαπόσταση για τον P και 3 m για τον C/A κώδικα. Ο P κώδικας δίνει όπως βλέπουμε σημαντικά μεγαλύτερη ακρίβεια σε σχέση με το C/A. Η πρόσβαση στον P κώδικα γίνεται μέσω πληροφορίας που περιέχουν ο C/A κώδικας και ο κώδικας D.

Ο C/A κώδικας είναι απαραίτητος επειδή εκτός του ότι παρέχει πρόσβαση στον P-κώδικα καθώς και στο μήνυμα ναυσιπλοΐας επιτρέπει επιπλέον και τον ακριβή συγχρονισμό των χρονομέτρων των δεκτών ώστε οι μετρήσεις να αναφέρονται σχεδόν στις ίδιες χρονικές εποχές.

Τα είδη των βασικών παρατηρήσεων του GPS είναι δύο[40]:

- Οι παρατηρήσεις ψευδοαποστάσεων. Ως ψευδοαπόσταση (pseudorange) ορίζεται η απόσταση δορυφόρου - δέκτη η οποία προκύπτει από το γινόμενο του χρόνου διάδοσης του σήματος με την ταχύτητα του φωτός ($c = 299792.458 \text{ km/sec}$ στο κενό). Ο χρόνος διάδοσης μετράται στο δέκτη με τη βοήθεια κάποιων κωδικών. Επειδή η μέτρηση αυτή είναι επηρεασμένη από κάποια χρονομετρικά σφάλματα που κυρίως οφείλονται στο χρονόμετρο (ταλαντωτή) του δέκτη, ονομάζεται ψευδοαπόσταση.
- Οι παρατηρήσεις φάσεων (phase measurements), στο ένα ή και στα δύο φέροντα κύματα. Ως παρατήρηση φάσης ορίζεται η διαφορά μεταξύ της φάσης του φέροντος κύματος που εκπέμπεται από το δορυφόρο και λαμβάνεται από τον δέκτη κάποια χρονική στιγμή (εποχή) και της φάσης ενός φέροντος κύματος που παράγεται εσωτερικά στο δέκτη. Από την επεξεργασία τέτοιων μετρήσεων φάσεων προκύπτουν στην ουσία μετρήσεις υψηλής ακρίβειας αποστάσεων μεταξύ δορυφόρων - δεκτών και κατά συνέπεια υψηλής ακρίβειας προσδιορισμοί θέσεων. Η παρατήρηση φάσης (γωνιακό μέγεθος) εκφράζεται συνήθως σε κύκλους.

Υπάρχουν δύο τρόποι προσδιορισμού θέσης με το GPS: Ο απόλυτος και ο σχετικός προσδιορισμός. Οι μετρήσεις ψευδοαποστάσεων από κώδικες χρησιμοποιούνται κυρίως στη ναυσιπλοΐα ή γενικά για εργασίες που δεν χρειαζόμαστε μεγάλη ακρίβεια. Γι' αυτό μπορούμε να χρησιμοποιούμε έναν μόνο δέκτη και μάλιστα χωρίς δυνατότητα μέτρησης φάσεων. Για τον σχετικό προσδιορισμό θέσης, για τον οποίο ενδιαφερόμαστε

στις γεωδαιτικές εφαρμογές, χρησιμοποιούνται οι πολύ πιο ακριβείς μετρήσεις φάσεων. Χρησιμοποιούνται απαραίτητως δύο ή και περισσότεροι δέκτες με δυνατότητα μέτρησης φάσεων τουλάχιστον στη συχνότητα L_1 . Οι μετρήσεις φάσεων και στην L_2 συχνότητα συνεισφέρουν στην ελαχιστοποίηση ή την απαλοιφή των ιονοσφαιρικών σφαλμάτων και μειώνουν το χρόνο εκτέλεσης των εργασιών. Οδηγούν έτσι σε αποτελέσματα μεγαλύτερης ακρίβειας.

Ο προσδιορισμός θέσης μπορεί να διακριθεί σε στατικό και κινηματικό. Ο όρος στατικός προσδιορισμός (static positioning) αναφέρεται στις περιπτώσεις εκείνες που ο δέκτης ή οι δέκτες GPS παραμένουν ακίνητοι σε καθορισμένα σημεία για την εκτέλεση των μετρήσεων και τον προσδιορισμό των συντεταγμένων των σημείων αυτών. Ο όρος κινηματικός προσδιορισμός (kinematic positioning) αφορά στον προσδιορισμό συντεταγμένων σημείων που ορίζουν την τροχιά (trajectory) ενός κινητού οχήματος πάνω στο οποίο βρίσκεται ο δέκτης, χωρίς να ενδιαφερόμαστε για την αιτία που προκαλεί την κίνηση (η τελευταία αιτία αφορά στο λεγόμενο δυναμικό προσδιορισμό). Έτσι, υπολογίζονται συντεταγμένες σε "τυχαία σημεία" μιας τροχιάς ανά χρονικά διαστήματα που εμείς έχουμε ορίσει να καταγράφονται οι μετρήσεις.

Μια άλλη γενική διάκριση έχει σχέση με το πότε υπολογίζονται οι συντεταγμένες των σημείων σε σχέση με το χρόνο εκτέλεσης των μετρήσεων. Έτσι, έχουμε τον προσδιορισμό σε πραγματικό χρόνο την ίδια ή σχεδόν την ίδια χρονική στιγμή εκτέλεσης των μετρήσεων και τον εκ των υστέρων προσδιορισμό μετά το πέρας των μετρήσεων. Αν συνδυάσουμε τις παραπάνω τεχνικές προκύπτουν και οι τεχνικές του απόλυτου στατικού, απόλυτου κινηματικού, σχετικού στατικού και σχετικού κινηματικού προσδιορισμού.

Ο σχετικός στατικός προσδιορισμός με μετρήσεις φάσεων χρησιμοποιείται στις γεωδαιτικές εφαρμογές. Η σχετική ακρίβεια είναι της τάξης του 0.1 έως 1 ppm για χρόνο μετρήσεων 10 λεπτών έως και 2 ώρες με δέκτες διπλής συχνότητας και 3-10 ppm για δέκτες μιας συχνότητας και χρόνο μέτρησης 30 λεπτών έως 2 ώρες. Το εύρος αυτό των ακριβειών προϋποθέτει καλή γεωμετρία του δορυφορικού σχηματισμού και είναι συνάρτηση του μήκους των βάσεων καθώς και της δυνατότητας του δέκτη να κάνει μετρήσεις με τον P-κώδικα. Οι αποστάσεις μεταξύ των δεκτών μπορούν να είναι μερικές εκατοντάδες km. Με την τεχνική αυτού του προσδιορισμού επιτυγχάνονται οι μέγιστες δυνατές ακρίβειες για εφαρμογές όπως είναι τα εθνικά δίκτυα και τα δίκτυα για τη μελέτη των μικρομετακινήσεων του φλοιού της γης, όπου οι διάρκειες μέτρησης των

ταυτόχρονων βάσεων είναι πάνω από 1 ώρα. Όσο μεγαλύτερη είναι η βάση τόσο περισσότερος χρόνος μετρήσεων απαιτείται.

Ο σχετικός κινηματικός προσδιορισμός αφορά εφαρμογές για τον υπολογισμό της τροχιάς οχημάτων (π.χ. πλοίων, αεροπλάνων) και κάποιες άλλες όπως οι μηκοτομές αξόνων δρόμων με πολύ μεγαλύτερη ακρίβεια από τον αντίστοιχο απόλυτο κινηματικό. Στη διαδικασία αυτή, απαιτείται αρχικά να λυθεί το πρόβλημα της ασάφειας για όλους τους δορυφόρους με την έναρξη της διαδικασίας.

Στις συνήθεις τοπογραφικές εργασίες, που οι αποστάσεις μεταξύ των σημείων δεν ξεπερνούν συνήθως τα μερικά km (και λίγες φορές μέχρι περίπου 20 km), π.χ. πυκνώσεις δικτύων, απλοί τριγωνισμοί, πολυγωνομετρία και αποτυπώσεις, χρησιμοποιούνται κάποιες ενδιάμεσες τεχνικές που μοιάζουν λιγότερο ή περισσότερο με τον στατικό ή με τον κινηματικό προσδιορισμό. Αυτές οι τεχνικές είναι: γρήγορος στατικός προσδιορισμός (rapid static), ψευδοκινηματικός προσδιορισμός (reoccupation, psuedokinematic, intermittend), ημικινηματικός προσδιορισμός (psuedokinematic, stop and go) κ.α.

Κεφάλαιο 2

Γεωδαιτικά συστήματα και χάρτες

2.1 Το ελλειψοειδές και το γεωειδές

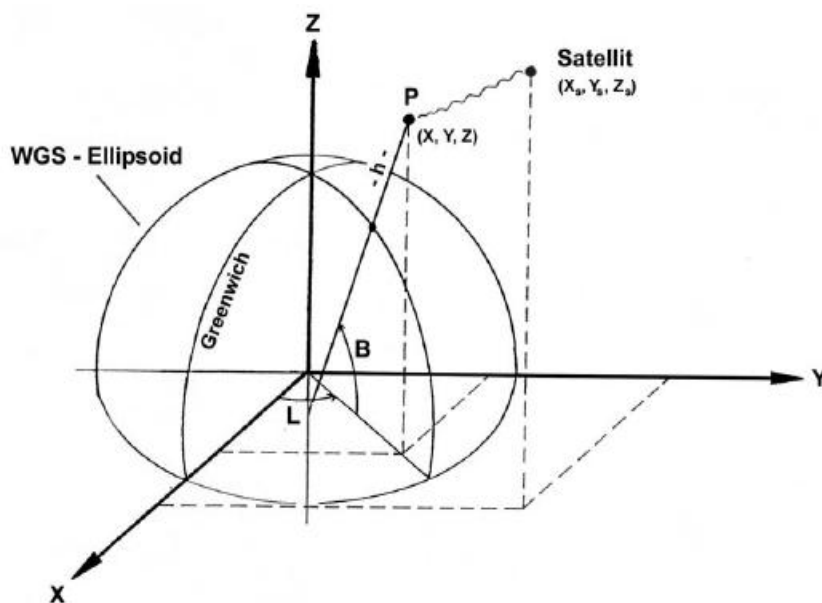
Για να αναπαρασταθεί με πιστότητα η πραγματική μορφή της επιφάνειας της γης στο χαρτί απαιτούνται σύνθετοι μαθηματικοί υπολογισμοί. Ακόμα και αν η γη ήταν μια τέλεια σφαίρα, η προβολή της επιφάνειάς της σε ένα επίπεδο δεν θα ήταν απλή υπόθεση. Ωστόσο, η επιφάνεια της γης είναι ακανόνιστη και δεν μπορεί να παρασταθεί από κάποιο γεωμετρικό σχήμα. Έτσι, για τους μαθηματικούς υπολογισμούς που απαιτούνται στη δημιουργία των υποβάθρων των χαρτών χρησιμοποιείται ένα θεωρητικό (γεωμετρικό) σχήμα, το ελλειψοειδές (το σχήμα που προκύπτει από την περιστροφή μιας έλλειψης γύρω από τον άξονα των πόλων). Τα γεωμετρικά στοιχεία του ελλειψοειδούς επιλέγονται έτσι ώστε η επιφάνεια που προκύπτει να προσεγγίζει το γεωειδές, δηλαδή μια επίσης θεωρητική επιφάνεια που ταυτίζεται με το μέσο επίπεδο της θαλάσσιας επιφάνειας και τη θεωρητική προέκτασή της κάτω από τις ηπείρους και η οποία προσδιορίζεται με μετρήσεις του πεδίου βαρύτητας. Το γεωειδές είναι μια "πραγματική" επιφάνεια αναφοράς, στο βαθμό που προσεγγίζει αδρά τη μορφή της επιφάνειας της γης[16].

Ένα γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς ορίζεται με την επιλογή ενός ελλειψοειδούς (που προσεγγίζει όσο το δυνατόν καλύτερα το γεωειδές) και ενός προβολικού συστήματος για την απεικόνιση της επιφάνειας του ελλειψοειδούς στο επίπεδο. Υπάρχουν πολλά γεωδαιτικά συστήματα αναφοράς, προσαρμοσμένα συνήθως στις γεωγραφικές ιδιαιτερότητες και τις ανάγκες των διαφόρων κρατών ή περιοχών της γης. [5].

2.2 Το σύστημα WGS 84

Το παγκόσμιο γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς WGS84 (World Geodetic System 1984) του Υπουργείου Άμυνας των ΗΠΑ (DoD: Department of Defense) είναι ένα από τα προϊόντα της NIMA (National Imagery and Mapping Agency, πρώην DMA: Defense Mapping Agency). Το σύστημα WGS84 είναι ένα (συμβατικό) επίγειο γεωκεντρικό σύστημα αναφοράς (CTRS). Επίσης, θεωρείται ότι δεν υπάρχει σχετική περιστροφή του συστήματος ως προς το φλοιό της γης συναρτήσει του χρόνου.[43]

Το σύστημα αναφοράς WGS84, από την αρχή της δημιουργίας του (μέσα του 1980), έχει υποστεί διάφορες βελτιώσεις που για τις τρέχουσες πρακτικές εφαρμογές δεν έχουν ουσιαστική επίδραση. Το πλαίσιο αναφοράς του WGS84 επιτυγχάνεται μέσω των συντεταγμένων ενός συνόλου 13 μόνιμων σταθμών παρακολούθησης των δορυφόρων GPS που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των τροχιών και έχουν παγκόσμια κατανομή.



Σχ.2-1 Το παγκόσμιο γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς WGS84[38]

Το πρώτο πλαίσιο αναφοράς του 1987 υλοποιήθηκε με βάση τις παρατηρήσεις Doppler του δορυφορικού συστήματος NNSS ή TRANSIT (πρόγονος του GPS) από ένα σύνολο σταθμών, έτσι ώστε να βρίσκεται όσο το δυνατόν πλησιέστερα στο σύστημα συντεταγμένων NSWC-9Z2 του DoD και στο BTS 1984.0. Το πλαίσιο αυτό παρέμεινε σε ισχύ, από το τμήμα ελέγχου του συστήματος GPS, μέχρι τις 29-6-1994. Η ακρίβεια των συντεταγμένων του WGS84 στο πλαίσιο αυτό ήταν της τάξης του 1-2 m. Επιπλέον παρατηρήθηκαν συστηματικές διαφορές στον προσδιορισμό των γεωμετρικών υψομέτρων.

Το ελλειψοειδές του WGS84 ορίζεται από τις παραμέτρους: a (μεγάλος ημιάξονας = 6378137.0 m, όσο και του GRS 80), f (επιπλάτυνση, $1/f = 298.257223563$), GM [γήινη βαρυτική σταθερά = $(3986004.418 \pm 0.008) \times 10^8 \text{ m}^3/\text{s}^2$, συνυπολογιζόμενης και της μάζας της ατμόσφαιρας], ω (γωνιακή ταχύτητα της γης = $7292115 \times 10^{-11} \text{ rads/sec}$). Αρχικά, αντί της επιπλάτυνσης, είχε επιλεγεί ο κανονικοποιημένος δυναμικός συντελεστής δευτέρου βαθμού. Από τις προηγούμενες τιμές προκύπτει οποιαδήποτε άλλη γεωμετρική και φυσική παράμετρος του ελλειψοειδούς.

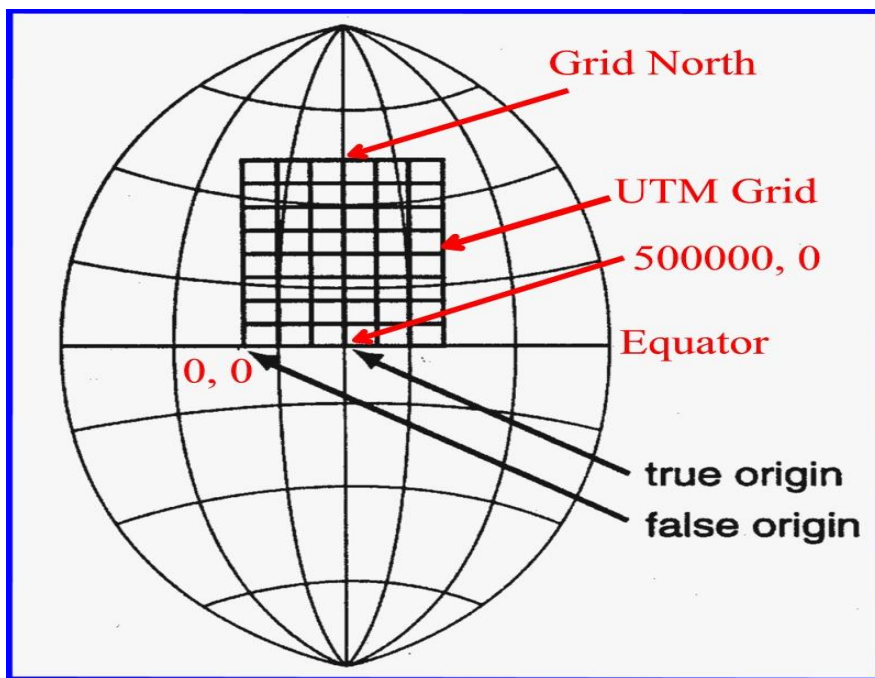
2.3 Το σύστημα UTM

Το σύστημα προβολής UTM

Επειδή η μετατροπή μιας σφαιρικής επιφάνειας (όπως η γη) σε επίπεδη δεν μπορεί να γίνει χωρίς παραμορφώσεις, έχουν δημιουργηθεί διάφορα συστήματα προβολής, από τα οποία, άλλα διατηρούν τις αναλογίες των εμβαδών, άλλα των μηκών και άλλα τις γωνίες ανάμεσα στο χάρτη και το πεδίο. Το προβολικό σύστημα το οποίο έχει καθιερωθεί και χρησιμοποιείται διεθνώς (εκτός από τις πολικές περιοχές) είναι η Εγκάρσια Μερκατορική των 6 μοιρών, πιά γνωστή ως UTM (Universal Transverse Mercator).

Πρόκειται για ένα σύστημα, που βασίζεται σε επάλληλες προβολές 60 κατακόρυφων ζωνών της γήινης επιφάνειας, πλάτους 6 μοιρών η κάθε μία, πάνω σε ένα επίπεδο. Οι ζώνες αυτές είναι αριθμημένες από το 1 έως το 60. Κάθε μία από τις ζώνες αυτές έχει έναν κεντρικό μεσημβρινό, ο οποίος αναπαρίσταται στο χάρτη ως ευθεία. Οι υπόλοιποι

μεσημβρινοί είναι καμπύλες (μεταβλητής καμπυλότητας) που συγκλίνουν προς τους πόλους. Στις ζώνες 34 και 35, που καλύπτουν την Ελλάδα, κεντρικοί μεσημβρινοί είναι ο 21ος και ο 27ος.[44]



Σχ.2-2 Το σύστημα UTM[44]

Το σύστημα συντεταγμένων UTM

Κάθε σημείο του χάρτη προσδιορίζεται με τρόπο ώστε να μπορεί να γίνει αναφορά σε αυτό με μεγάλη ακρίβεια και χωρίς σύγχυση με άλλο σημείο. Ο προσδιορισμός γίνεται με τη βοήθεια συντεταγμένων. Οι τιμές των συντεταγμένων διαφοροποιούνται ανάλογα με το γεωδαιτικό σύστημα αφοράς. Μέσα σε κάθε ζώνη της προβολής UTM ορίζεται ένα ορθογώνιο σύστημα συντεταγμένων με κατακόρυφο άξονα τον κεντρικό της μεσημβρινό και οριζόντιο άξονα τον ισημερινό.

Σε ότι αφορά στις τιμές των συντεταγμένων, στον μεν άξονα των τετμημένων, η αρίθμηση αρχίζει από τον ισημερινό και φθάνει σε απόσταση 10.000 km βόρεια (στο βόρειο ημισφαίριο). Στο νότιο ημισφαίριο προκειμένου να αποφεύγονται οι αρνητικές τιμές η αρίθμηση ξεκινά 10.000 km νότια του ισημερινού. Στον άξονα των τεταγμένων

(οριζόντιο) το σημείο "μηδέν" είναι μετατοπισμένο 500 km δυτικά του κεντρικού μεσημβρινού (για να αποφεύγονται οι αρνητικές τιμές στα δυτικά του).

Κάθε σημείο πάνω στο χάρτη προσδιορίζεται σε σχέση με την απόστασή του από τους δύο άξονες. Οι τιμές των συντεταγμένων UTM στην Ελλάδα έχουν 7 ψηφία στον άξονα των τετμημένων και 6 ψηφία στον άξονα των τεταγμένων (στο GPS συνοδεύονται από την ένδειξη N & E αντίστοιχα). Στο GPS θα δούμε να εμφανίζεται επίσης ο αριθμός της ζώνης (συνήθως γράφεται χωριστά στο αριστερό μέρος). Το σύστημα αυτό είναι πολύ χρήσιμο για υπολογισμούς και μετρήσεις, αλλά κάπως αφηρημένο για κοινή χρήση και συνεννόηση. Τιμές καρτεσιανών συντεταγμένων βρίσκει κανείς στους χάρτες γενικής χρήσεως της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (αναφέρονται σε δύο ελληνικά συστήματα: το ΕΓΣΑ 87, που βασίζεται μεν σε εγκάρσια μερκατορική προβολή αλλά χρησιμοποιεί ως κεντρικό μεσημβρινό τον 24ο) και το σύστημα HATT, που χρησιμοποιεί κέντρα προβολών ανά μισή μοίρα.

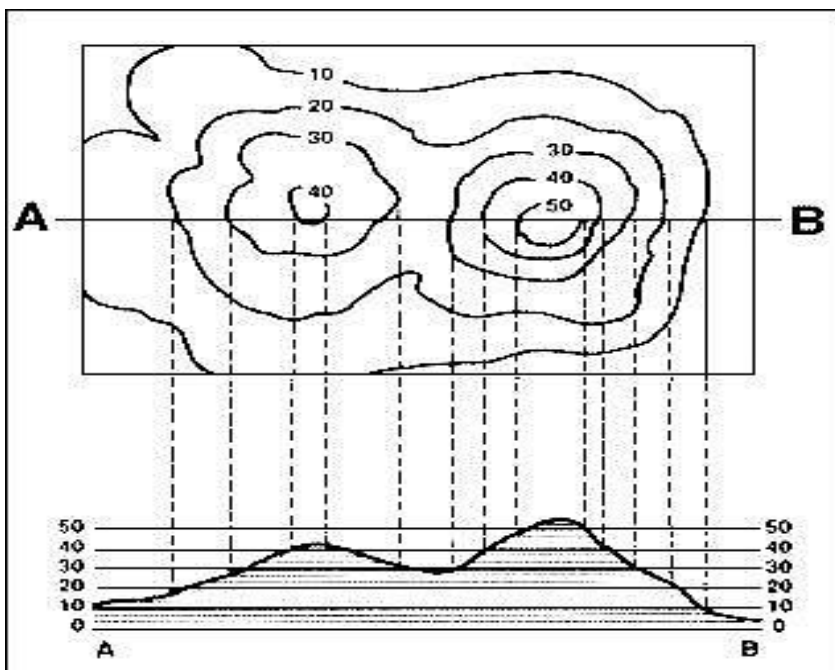
2.4 Το σύστημα γεωγραφικών συντεταγμένων LAT/LONG

Είναι το ευρύτερα χρησιμοποιούμενο σύστημα συντεταγμένων και βασίζεται στην πολύ γνωστή απεικόνιση παραλλήλων και μεσημβρινών πάνω στη γήινη σφαίρα. Οι μεσημβρινοί (meridian) έχουν για άκρα τους πόλους και είναι βαθμονομημένοι σε μοίρες, με το μηδέν στο μεσημβρινό του Greenwich (Prime Meridian) και αρίθμηση από 0 έως 180 μοίρες, ανατολικά και δυτικά, αντίστοιχα, του Greenwich. Οι τιμές αυτές εκφράζουν τη γωνία που σχηματίζει το κατακόρυφο επίπεδο που περνά από τον κάθε μεσημβρινό σε σχέση με το κατακόρυφο επίπεδο που περνά από το μεσημβρινό αναφοράς και αναφέρονται ως γεωγραφικό μήκος (longitude). Οι παράλληλοι (parallels) είναι νοητοί κύκλοι παράλληλοι με τον Ισημερινό (equator). Οι παράλληλοι είναι και αυτοί βαθμονομημένοι σε μοίρες με το μηδέν στον Ισημερινό και το 90 στο Βόρειο και το Νότιο πόλο. Η αρίθμηση αυτή, από 0 έως 90 μοίρες βόρεια ή νότια του Ισημερινού, εκφράζει τη γωνία που σχηματίζεται ανάμεσα στο οριζόντιο επίπεδο που περνά από τον Ισημερινό και μια ευθεία που ενώνει το κέντρο της γης με τον κάθε παράλληλο και αναφέρεται ως γεωγραφικό πλάτος (latitude)[42].

Η Ελλάδα βρίσκεται ανάμεσα στον 34ο και τον 42ο παράλληλο (βόρειο πλάτος) και τον 19ο και 29ο μεσημβρινό (ανατολικό μήκος). Κάθε μοίρα διαιρείται σε 60 πρώτα λεπτά. Κάθε πρώτο λεπτό διαιρείται σε 60 δεύτερα λεπτά (τα GPS εκτός από δεύτερα λεπτά δίνουν και μονάδες του δεκαδικού συστήματος, συνήθως χιλιοστά). Με το σύστημα αυτό, κάθε σημείο της γήινης σφαίρας προσδιορίζεται ως η τομή ενός παραλλήλου με έναν μεσημβρινό και εκφράζεται με γωνίες γεωγραφικού μήκους και πλάτους (φ και λ). Οι γεωγραφικές συντεταγμένες στους χάρτες της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού 1:50.000 αναγράφονται με μαύρα στοιχεία στις γωνίες του χάρτη και υπάρχει βαθμονόμηση ανά 1' στο περιθώριο του χάρτη (μαύρες γραμμές) αλλά και ανά 5' στο εσωτερικό του (μαύροι σταυροί). Κάθε φύλλο χάρτη της ΓΥΣ κλίμακας 1:50.000 καλύπτει 15' γεωγρ. μήκους και 15' γεωγρ. πλάτους.

2.5 Χάρτες και ισοϋψείς καμπύλες

Στους χάρτες, η αναπαράσταση του αναγλύφου γίνεται με τη βοήθεια ισοϋψών καμπυλών. Η ισοϋψής καμπύλη είναι μια νοητή γραμμή που περνά από όλα τα σημεία που έχουν το ίδιο υψόμετρο. Η υψομετρική διαφορά ανάμεσα σε δύο διαδοχικές ισοϋψείς καμπύλες λέγεται ισοδιάσταση. Η ισοδιάσταση είναι ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά ενός χάρτη και συνήθως συνδυάζεται με την κλίμακά του: οι χάρτες κλίμακας 1:250.000 έχουν ισοδιάσταση 100 μ., στο 1:100.000 η ισοδιάσταση είναι 40 μ., στην κλίμακα 1:50.000 συνήθως χρησιμοποιείται η ισοδιάσταση των 20 μ. με βοηθητικές καμπύλες ανά 10 μ. στα ομαλά πεδία, στο 1:25.000 η ισοδιάσταση είναι 10 μ. και στο 1:5.000 χρησιμοποιείται η ισοδιάσταση των 4 μ. Η ισοδιάσταση των 100 μ. είναι κατάλληλη για περιηγητική χρήση (χάρτες κλίμακας 1:50.000 έως 1:250.000), ενώ στην πεζοπορία, η ισοδιάσταση των 20 μ. σε συνδυασμό με την κλίμακα του 1:50.000 προσφέρουν ανεκτίμητη βοήθεια και σιγουριά, ειδικά σε ασαφή μονοπάτια.[45] Οποσδήποτε, για την αναγνώριση των μορφολογικών χαρακτηριστικών ενός τοπίου με βάση τις ισοϋψείς καμπύλες απαιτείται κάποια εξάσκηση. Το βασικότερο που πρέπει να γνωρίζει κανείς είναι ότι όσο πιο πυκνές είναι οι ισοϋψείς καμπύλες τόσο μεγαλύτερη είναι η κλίση της πλαγιάς. Η διάκριση των ραχών από τις ρεματιές διευκολύνεται από την παρουσία μιας μπλε διακεκομμένης γραμμής.



Σχ.2-3 Αναπαράσταση των ισοϋψών καμπυλών[45]

Η κλίμακα ενός χάρτη είναι το κλάσμα που έχει σαν αριθμητή τη μοναδιαία απόσταση στο χαρτί και παρονομαστή την πραγματική απόσταση που αυτή αντιπροσωπεύει στο πεδίο, π.χ. κλίμακα 1:50.000 σημαίνει πως 1 εκατ. στο χάρτη αντιστοιχεί σε 50.000 εκατ. (ή 500 μέτρα) στο πεδίο. Όσο μικρότερος είναι ο παρονομαστής τόσο μεγαλύτερη είναι η κλίμακα του χάρτη και αντιστρόφως. Ο κύριος χαρτογραφικός οργανισμός στην Ελλάδα είναι η Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού, η οποία επίσης τυπώνει και πωλεί χάρτες γενικής χρήσεως σε διάφορες κλίμακες[30]. Ένα σφάλμα που συναντάται σχετικά συχνά είναι η λανθασμένη θέση των σημειακών (εκκλησίες, πηγές κλπ) σε σχέση με τα γραμμικά σύμβολα (δρόμους και ισοϋψείς).

2.6 Χάρτης συμβατός με GPS

Η αναγραφή αυτής της επισήμανσης σε ένα χάρτη υπονοεί ότι με τη βοήθεια ενός GPS και του συγκεκριμένου χάρτη μπορούμε να προσδιορίσουμε τη θέση μας με ακρίβεια. Ουσιαστικά, αυτό προϋποθέτει ότι έχουν τηρηθεί οι εξής προδιαγραφές:[36]

- ο χάρτης έχει κατασκευαστεί με βάση υπόβαθρα από συγκεκριμένο γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς, το οποίο αναγράφεται ευκρινώς στο υπόμνημα, ώστε να ρυθμίσουμε κατάλληλα το GPS.
- έχουν τηρηθεί οι αναγκαίοι όροι πιστότητας και ακρίβειας στην αναπαραγωγή των τοπογραφικών δεδομένων,
- ο χάρτης είναι βαθμονομημένος σε κάποιο γνωστό σύστημα συντεταγμένων (πχ Lat/Long) και υπάρχει η δυνατότητα να μεταφέρουμε με χάρακα ή κινητό κανάβο τις τιμές συντεταγμένων που δίνει το GPS και ειδικά τις υποδιαιρέσεις του πρώτου λεπτού της μοίρας,
- η τελική εκτύπωση πληροί τις προϋποθέσεις ακρίβειας της κλίμακας του χάρτη.

Οι ερασιτεχνικού τύπου δέκτες GPS επιτρέπουν τον προσδιορισμό της θέσης μας με σχετική ακρίβεια (τις συντεταγμένες με ακρίβεια περίπου 15m και το υψόμετρο μέσα σε ένα εύρος 50m). Το σφάλμα υπολογισμού της θέσης από το GPS εξαρτάται από τις συνθήκες της λήψης (φυσικά εμπόδια, αντανάκλασεις) και τον αριθμό και τη διάταξη των δορυφόρων. Το σφάλμα είναι μεγαλύτερο στον υπολογισμό του υψομέτρου της θέσης[39]. Μερικά μοντέλα GPS προσπαθούν να παρακάμψουν το πρόβλημα αυτό προσθέτοντας ένα βαρομετρικό αλτίμετρο στη συσκευή (έτσι ωστόσο προκύπτουν δύο πηγές πληροφοριών με διαφορετικό τύπο σφάλματος).

Το πρώτο βήμα: Η ρύθμιση του συστήματος αναφοράς. Οι συσκευές GPS πωλούνται προρυθμισμένες στο σύστημα αναφοράς WGS84, ενώ οι ελληνικοί χάρτες είναι κατασκευασμένοι στο Ενιαίο Ευρωπαϊκό Σύστημα Αναφοράς του 1950 (European Datum 1950). Κατά συνέπεια, το πρώτο πράγμα που πρέπει να κάνει ο χρήστης που θέλει να εντοπίζει τη θέση του στους ελληνικούς χάρτες, είναι να ρυθμίσει τη συσκευή (συνήθως από το SETUP/MAP DATUM) στο συγκεκριμένο σύστημα (στα GPS αναφέρεται ως EUR50 ή ED50). Μερικά μικρά GPS έχουν διαθέσιμο μόνο το WGS84,

οπότε η αντιστοίχιση με το χάρτη πρέπει να γίνει με τη βοήθεια πινάκων. Επίσης το σύστημα συντεταγμένων πρέπει να ρυθμιστεί στο LAT/LONG. Σωστά ρυθμισμένη πλέον η συσκευή δίνει συντεταγμένες που αποκλίνουν από την πραγματική θέση κατά ένα μέγεθος που κυμαίνεται ανάμεσα σε 10 και 100 μέτρα (δηλαδή από 0,2 έως 2 χιλιοστά σε χάρτη κλίμακας 1:50.000, μεγέθη κοντά στο διακριτικό όριο της ανθρώπινης όρασης). Σε σχέση με την ένταξη του GPS σε ένα σύστημα διαχείρισης χαρτογραφικών δεδομένων υπάρχουν πολλές λύσεις ανάλογα με τη μορφή του υποβάθρου (raster/vector), τον τύπο εργασιών και το επιθυμητό αποτέλεσμα (απεικόνιση ή εκτύπωση).

Κεφάλαιο 3

Προσαρμοστικές στο περιβάλλον υπηρεσίες

3.1 Υπηρεσίες επίγνωσης κατάστασης

Η έννοια των προσαρμοστικών στο περιβάλλον υπηρεσιών (context-aware services) στην επιστήμη των υπολογιστών και των κινητών επικοινωνιών αναφέρεται στην ιδέα ότι οι υπολογιστές μπορούν να αισθάνονται και να αντιδρούν με βάση το περιβάλλον τους. Συσκευές μπορεί να έχουν πληροφορίες σχετικά με τις συνθήκες κάτω από τις οποίες είναι ικανές να λειτουργούν και σύμφωνα με εντολές και ερεθίσματα που δέχονται αντιδρούν ανάλογα. Προκειμένου να είναι ένα σύστημα context-aware θα πρέπει να έχει επίγνωση του περιβάλλοντος στο οποίο βρίσκεται, γνώση της κατάστασης του χρήστη και θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα να αλλάζει τη λειτουργία του και τις υπηρεσίες που προσφέρει σύμφωνα με αυτές τις ενημερώσεις. Τα συστήματα επίγνωσης κατάστασης (context-aware systems) σχετίζονται με την απόκτηση της γνώσης του περιβάλλοντος του χρήστη (π.χ. χρησιμοποιώντας αισθητήρες για να αντιληφθούν μια κατάσταση), την κατανόηση του περιβάλλοντός του (π.χ. ταιριάζοντας το με ένα αντιληπτό ερέθισμα) και την εφαρμογή συμπεριφοράς που βασίζεται στο αναγνωρισμένο περιβάλλον (π.χ. προκαλώντας ενέργειες βασισμένες στο περιβάλλον)[3].

Ο όρος επίγνωση κατάστασης (context-awareness) εισήχθη από τον Schilit(1994)[1][2]. Σύμφωνα με τον Schilit έχουμε τους παρακάτω ορισμούς για τις διάφορες έννοιες του context.

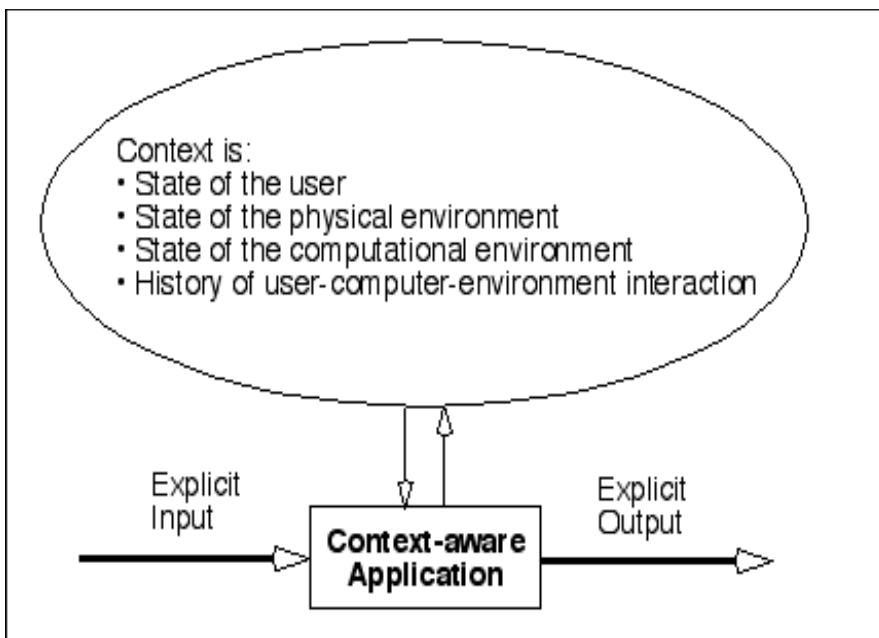
- Υπολογιστικό περιεχόμενο (Computing context) : δικτυακή σύνδεση, κόστος επικοινωνίας, εύρος ζώνης επικοινωνίας, κοντινοί πόροι (όπως εκτυπωτές, οθόνες, κλπ).
- Περιεχόμενο χρήστη (User context) : προφίλ χρήστη, θέση χρήστη, ταυτότητα άλλων ατόμων που βρίσκονται κοντά στο χρήστη κλπ.

- Φυσικό περιεχόμενο (Physical context) : Φυσικό περιεχόμενο (φωτισμός, επίπεδα θορύβου, κατάσταση κίνησης, θερμοκρασία).

Το 2001 ο Dey προσδιόρισε την έννοια context ως “οποιαδήποτε πληροφορία που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να χαρακτηρίσει τη θέση μίας οντότητας”[4].

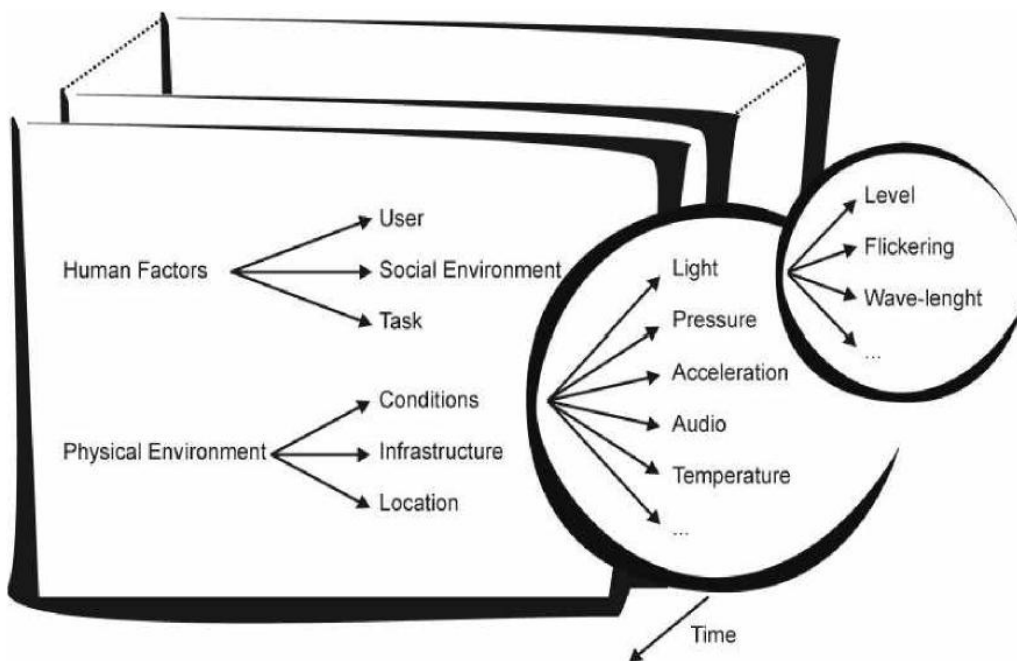
3.2 Δομή ενός συστήματος επίγνωσης κατάστασης

Ενώ αρχικά η έννοια του context ήταν συνδεδεμένη αποκλειστικά με τη θέση του χρήστη, πλέον θεωρείται ως μέρος μιας διαδικασίας στην οποία οι χρήστες περιλαμβάνονται(Σχ.3-1)[14]. Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει την κατάσταση του χρήστη, τις συνθήκες που επικρατούν στο περιβάλλον του χρήστη, την κατάσταση του δικτύου και του συνολικού πληροφοριακού - επικοινωνιακού συστήματος καθώς και το ιστορικό όλων των παραπάνω παραγόντων.

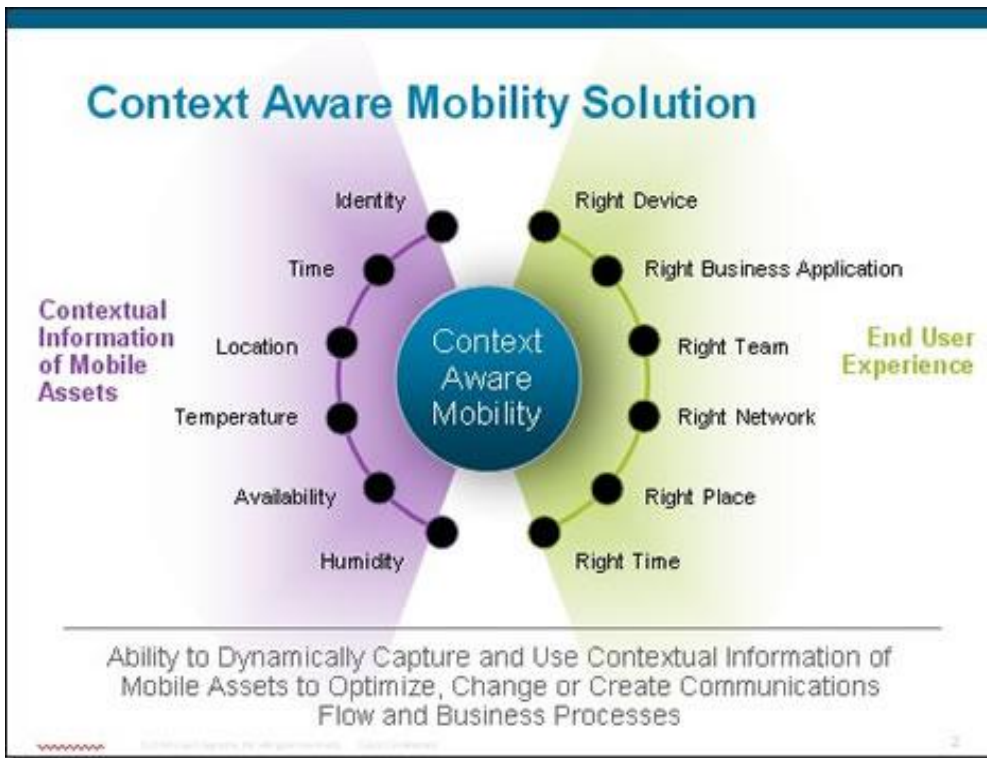


Σχ.3-1 Απεικόνιση ενός συστήματος επίγνωσης κατάστασης[2]

Ένα σύστημα επίγνωσης κατάστασης επηρεάζεται από παράγοντες που έχουν να κάνουν με το χρήστη και με το περιβάλλον στο οποίο κινείται(Σχ.3-2). Όσον αφορά στο χρήστη, οι παράγοντες αυτοί σχετίζονται με την κατάσταση του ίδιου του χρήστη, με το κοινωνικό του περιβάλλον και με την εργασία που κάνει. Όσον αφορά στο περιβάλλον, οι παράγοντες που επηρεάζουν σχετίζονται με τις φυσικές συνθήκες που επικρατούν, την τοποθεσία και τις υποδομές που υπάρχουν στο χώρο[22]. Ένα σύστημα επίγνωσης κατάστασης μπορεί να έχει εφαρμογή στις κινητές επικοινωνίες(Σχ.3-3). Στο σχήμα 3-2 φαίνονται οι παράγοντες που το επηρεάζουν: χρόνος, θέση, θερμοκρασία κ.α.(περιβαλλοντικοί παράγοντες), συσκευή, δίκτυο κ.α.(παράγοντες χρήστη)[6]. Ένα τέτοιο σύστημα προσφέρει τη δυνατότητα στο χρήστη να ωφεληθεί δυναμικά από τις διάφορες αλλαγές στο περιβάλλον του με τη χρήση του κινητού του και του δικτύου του.



Σχ.3-2 Παράγοντες που επηρεάζουν ένα σύστημα επίγνωσης κατάστασης[1]



Σχ.3-3 Επίγνωση κατάστασης και κινητές επικοινωνίες[38]

3.3 Τεχνικές απαιτήσεις

Οι τεχνικές απαιτήσεις για τις υπηρεσίες επίγνωσης κατάστασης είναι οι εξής[2]:

- Ενημερότητα γενικού πλαισίου (Context-Awareness)

Ανακτά, αποθηκεύει κι ενημερώνει το γενικό πλαίσιο/περιβάλλον του χρήστη.

- Δέσιμο πληροφορίας (Information Binding)

Ερμηνεύει το περιβάλλον του χρήστη και το συσχετίζει με το κατάλληλο περιεχόμενο και τις κατάλληλες υπηρεσίες που θέλει ο χρήστης.

- Παροχή πληροφοριών (Information Provision)

Βρίσκει τη θέση του περιεχομένου και των υπηρεσιών, δημιουργεί πρόσβαση σε αυτές και τις προσαρμόζει στο περιβάλλον επικοινωνίας του χρήστη αν κάτι τέτοιο είναι

απαραίτητο[5]. Επίσης, παρέχει το περιεχόμενο και τις υπηρεσίες στον παραλήπτη της πληροφορίας την κατάλληλη χρονική στιγμή.

Η συσκευή του χρήστη επικοινωνεί με το περιβάλλον μέσω GPS, bluetooth, Wi-Fi δικτύου, υπέρυθρων, RF-id tags, barcodes κ.α.(Σχ.3-4).



Σχ.3-4 Τρόποι επικοινωνίας κινητού-περιβάλλοντος[15]

3.4 Κατηγορίες εφαρμογών επίγνωσης κατάστασης

Περίπλοκα και γενικά πρότυπα έχουν προταθεί για να υποστηρίξουν τις εφαρμογές επίγνωσης κατάστασης[19]. Υπάρχουν οι εξής κατηγορίες τέτοιων εφαρμογών:

- Εγγύτατη επιλογή (Proximate selection)

Πρόκειται για μια τεχνική διεπαφής χρήστη, στην οποία δίνεται έμφαση στα αντικείμενα που βρίσκονται κοντά σε αυτόν ή είναι ευκολότερο να επιλεγούν.

- Αυτόματη αναδιάρθρωση βασισμένη στα συμφραζόμενα (Automatic contextual reconfiguration)

Πρόκειται για μια τεχνική σύμφωνα με την οποία γίνεται αυτόματη αλλαγή στις συνθήκες του χρήστη, λόγω μεταβολής στο περιβάλλον του.

- Πληροφορίες και εντολές που βασίζονται στο περιβάλλον (Contextual information and commands)

Πρόκειται για πληροφορίες και εντολές που μπορούν να δημιουργούν διαφορετικά αποτελέσματα ανάλογα με το περιεχόμενο.

- Ενέργειες που προκαλούνται από το περιεχόμενο (Context-triggered actions)

Ενέργειες που προκαλούνται από το περιβάλλον. Πρόκειται για κανόνες της μορφής if-then.

3.5 Υπηρεσίες που βασίζονται στη θέση

Η αυξανόμενη ανάγκη για τις κινητές επικοινωνίες και οι πρόσφατες πρόοδοι στην ασύρματη τεχνολογία έχουν δημιουργήσει μια από τις πιο ελπιδοφόρες κινητές υπηρεσίες, τις βασισμένες στη θέση υπηρεσίες (location-based services). Οι βασισμένες στη θέση υπηρεσίες παρέχουν υπηρεσίες στους κινητούς χρήστες σύμφωνα με τις γεωγραφικές θέσεις τους [2,15](Σχ.3-5). Τέτοιες υπηρεσίες έχουν τη δυνατότητα να καθορίσουν δυναμικά και να διαβιβάσουν τη θέση των προσώπων μέσα σε ένα κινητό δίκτυο χρησιμοποιώντας τα τερματικά τους. Αυτές οι υπηρεσίες έχουν επιπλέον την ικανότητα να ψάξουν πληροφορίες για τη φυσική θέση και υποστηρίζουν την εύρεση διαδρομών για τους διευκρινισμένους προορισμούς. Αυτήν την περίοδο, ένα ευρύ φάσμα των lbs είναι διαθέσιμο. Τα παραδείγματα τέτοιων υπηρεσιών περιλαμβάνουν:

- εφαρμογές χαρτογράφησης, που παρέχουν κατευθύνσεις σε έναν οδηγό οχημάτων
- οδηγοί πόλεων, που παρέχουν τις πληροφορίες για τους ταξιδιώτες για μια δεδομένη περιοχή
- κινητές σελίδες, βοηθώντας κινητούς χρήστες να εντοπίσουν τις υπηρεσίες που χρειάζονται

- location-aware μάρκετινγκ, που προσφέρει διαφημίσεις βασισμένες στην εγγύτητα μιας περιοχής.



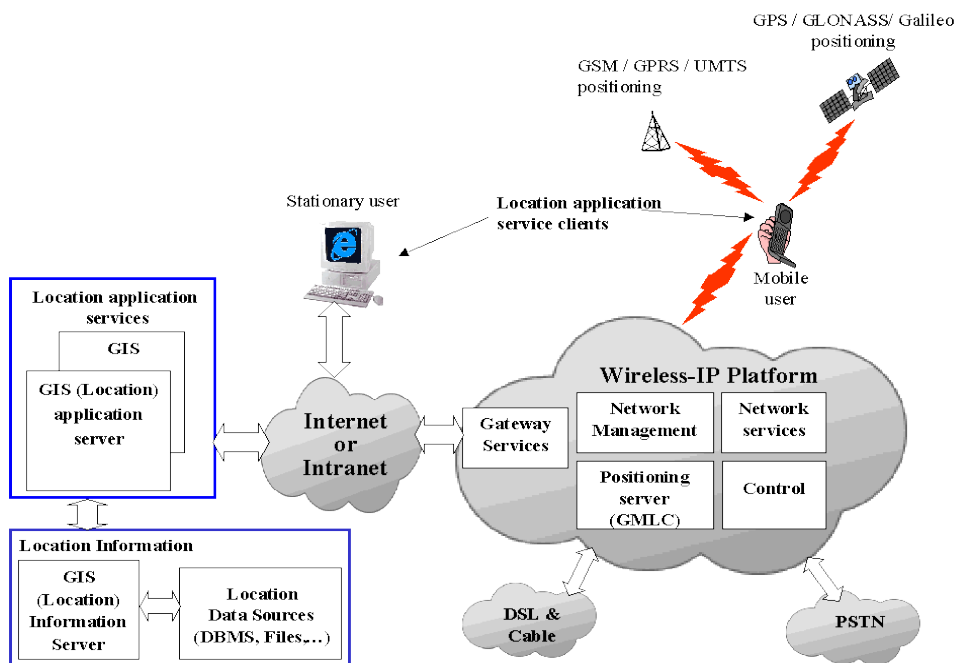
Σχ.3-5 Οι βασισμένες στη θέση υπηρεσίες παρέχουν υπηρεσίες στους κινητούς χρήστες σύμφωνα με τις γεωγραφικές θέσεις τους[21]

Οι τύποι των location-based services μπορούν να ταξινομηθούν σύμφωνα με τις λειτουργίες και τη χρήση των πληροφοριών θέσης [25]. Η βασική κατηγορία είναι location-based information υπηρεσίες, που ενημερώνει το χρήστη για την τρέχουσα θέση του. Αυτή η υπηρεσία συνδυάζεται συνήθως με έναν ψηφιακό χάρτη που συνδέεται στη θέση χρηστών, η οποία είναι υπηρεσία χαρτών. Λόγω των περιορισμών στο μέγεθος της οθόνης των κινητών τερματικών, ένας ψηφιακός χάρτης περιέχει μόνο τις βασικές πληροφορίες για το δίκτυο οδών, όπως μερικά ονόματα οδών και σημεία έλξης. Όταν αυτός ο χάρτης εμπλουτίζεται με μια πρόσβαση σε κάποιο σημείο ενδιαφέροντος, ο τύπος υπηρεσιών γίνεται υπηρεσία οδηγών πόλεων. Μια υπηρεσία οδηγών πόλεων μπορεί να παρέχει ένα πρόσθετο επίπεδο βοήθειας με την επίδειξη των διαδρομών για να φθάσει κανείς στους συγκεκριμένους προορισμούς. Όταν μια τέτοια υπηρεσία έχει την ικανότητα να ψάχνει πληροφορίες για υπηρεσίες και προσφέρει τη δυνατότητα στο χρήστη να συνδεθεί με αυτές, τότε λέγεται yellow page service. Αν αυτή η υπηρεσία υποστηρίζει την εύρεση των πιο κατάλληλων διαδρομών από την τρέχουσα θέση του

χρήστη στους διευκρινισμένους προορισμούς, τότε καλείται υπηρεσία ναυσιπλοΐας. Επίσης, ένα ασύρματο δίκτυο μπορεί να χρησιμοποιήσει τη γνώση για τη θέση του χρήστη και να παρέχει πληροφορίες για την περιοχή και τα κοντινά σημεία ενδιαφέροντος ή να προκαλέσει ορισμένες ενέργειες [8]. Αυτή η υπηρεσία καλείται location/context aware υπηρεσία πληροφοριών. Ένα παράδειγμα είναι location-based μάρκετινγκ που επιτρέπει σε διαφημιστικές αγγελίες να σταλούν στους χρήστες που πλησιάζουν σε ένα εστιατόριο. Οι Schilit και Theimer (1994) ανέπτυξαν ένα σύστημα πρωτοτύπων, αποκαλούμενο υπηρεσία ενεργών χαρτών, η οποία παρείχε στους χρήστες τις πληροφορίες για τη θέση των αντικειμένων στις περιοχές, όπως τα κτήρια ή οι μικρές πανεπιστημιούπολεις. Επίσης, οι location aware υπηρεσίες είναι σε θέση να καθορίσουν και να διαβιβάσουν τις θέσεις των κινητών χρηστών σε τρίτους[13]. Εντούτοις, για να εξετάσει τα ζητήματα ιδιωτικότητας, η διεπαφή της υπηρεσίας πρέπει να επιτρέψει σε έναν χρήστη να καθορίσει σε ποιο βαθμό άλλοι χρήστες μπορούν να έχουν πρόσβαση στις πληροφορίες που ανήκουν σε αυτόν.

3.6 Υπόβαθρο, τεχνικές προκλήσεις και αρχιτεκτονική

Μια λειτουργική αρχιτεκτονική ενός συστήματος lbs φαίνεται στο σχήμα 3-6[15]. Σε αυτήν την αρχιτεκτονική, η τελική θέση πρέπει να υπολογιστεί ακριβώς και να μοιραστεί με την υποδομή του φορέα παροχής υπηρεσιών. Οι τεχνολογίες για την εκτίμηση θέσης είναι ταξινομημένες σε αυτές που υποστηρίζονται από το τερματικό του χρήστη (terminal-based ή handset-based) και σε αυτές που υποστηρίζονται από το δίκτυο (network-based)[14]. Οι network-based μέθοδοι επιτρέπουν στους δέκτες που βρίσκονται σε γνωστές θέσεις να υπολογίσουν τη θέση ενός κινητού τερματικού χρησιμοποιώντας τις μετρήσεις της απόστασης ή της κατεύθυνσης αυτού του τερματικού από κάθε έναν από τους δέκτες. Τέτοιες μέθοδοι, αποκαλούμενες επίσης δίκτυο-κεντρικές μέθοδοι προσδιορισμού θέσης, έχουν το πλεονέκτημα ότι το κινητό τερματικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως απλός πομποδέκτης με το μικρό μέγεθος και τη χαμηλής ισχύος κατανάλωση. Σε αυτήν την κατηγορία είναι οι ακόλουθες τεχνικές: χρονική διαφορά της άφιξης (TDOA), γωνία της άφιξης (AOA) και η πολλαπλών διαδρομών ανάλυση.



Σχ.3-6 Αρχιτεκτονική ενός location based συστήματος[24]

Σε ένα self-positioning σύστημα, το κινητό τερματικό καθορίζει τη θέση του (handset-based) χρησιμοποιώντας τις μετρήσεις της απόστασής του ή τις κατευθύνσεις από τις γνωστές θέσεις των συσκευών αποστολής σημάτων. Οι μέθοδοι self-positioning αναφέρονται συχνά ως mobile-based ή terminal-centric μέθοδοι προσδιορισμού θέσης. Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει το σύστημα GPS. Οι χρήστες που επιθυμούν να ξέρουν τη θέση τους πρέπει να έχουν έναν δέκτη GPS ικανό να λαμβάνει τα σήματα από τους δορυφόρους. Εάν ο χρήστης μπορεί να λάβει τα σήματα από τουλάχιστον 3 δορυφόρους, η ακριβής θέση μπορεί να βρεθεί και εκφράζεται σε γεωγραφικό πλάτος και γεωγραφικό μήκος[24].

Το πλεονέκτημα στη χρησιμοποίηση του GPS είναι η σφαιρική του κάλυψη, δεδομένου ότι οι δέκτες GPS είναι σχετικά συμπαγείς και ανέξοδοι. Εντούτοις, για να λάβει μια ακριβή θέση, ένας δέκτης GPS πρέπει να είναι σε θέση να εντοπίσει τουλάχιστον 3 δορυφόρους, κάτι που αποκλείει τη χρησιμοποίηση της τεχνολογίας μέσα στα κτίρια και στις περιοχές όπου τα κτίρια παρεμποδίζουν τη λήψη των δορυφορικών σημάτων[4].

Μια άλλη κατηγορία lbs καλείται on-demand mapping[3]. Αυτές οι υπηρεσίες επιτρέπουν στους χρήστες να καθορίσουν μόνοι τους το περιεχόμενο, την κάλυψη, την κλίμακα και την οπτική εμφάνιση των ζητούμενων προϊόντων. Προκειμένου να δημιουργηθούν οι κατόπιν παραγγελίας χάρτες στις αυθαίρετες κλίμακες, είναι απαραίτητο να

χρησιμοποιηθούν οι χαρτογραφικές τεχνικές γενίκευσης. Το πρόγραμμα GiModig (Geo-spatial Info-Mobility service by real-timeData-integration and generalization) προσαρμόζει σε πραγματικό χρόνο τα διάφορα στοιχεία στα κινητά τερματικά ανάλογα με τα διαφορετικά επίπεδα ανάλυσης. Σε αυτό το πλαίσιο, μέθοδοι όπως η κατόπιν παραγγελίας χαρτογράφηση και η σε πραγματικό χρόνο και αντικειμενοστρεφής γενίκευση του περιεχομένου των γεωγραφικών βάσεων δεδομένων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να δώσουν πληροφορίες σχετικές με τη θέση στους κινητούς χρήστες[7]. Δεδομένου ότι οι περισσότερες τρέχουσες χαρτογραφικές τεχνικές γενίκευσης είναι χρονοβόρες[16], θα πρέπει να βελτιωθούν σημαντικά προκειμένου να εφαρμοστούν στα πλαίσια των location-based services.

Επιπλέον, οι location-based υπηρεσίες μπορούν να ωφεληθούν από τις ικανότητες των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών(GIS). Τα GIS είναι συστήματα πληροφοριών που επιτρέπουν να συλλεχθούν, να μετατραπούν, να αντιπροσωπευθούν, να αναλυθούν, και να απεικονιστούν οι γεωγραφικά παραπεμφθείσες οντότητες, όπως οι ποταμοί, τα δάση, οι δρόμοι και τα σπίτια. Οι ικανότητες συλλογής και μετατροπής δεδομένων των συστημάτων GIS παράγουν μεγάλο και δαπανηρό περιεχόμενο πληροφοριών που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για lbs. Στην πραγματικότητα, πολλά στοιχεία είναι διαθέσιμα στα διαφορετικά συστήματα συντεταγμένων παγκοσμίως. Ένα GIS επιτρέπει να ενσωματωθεί οποιοδήποτε σύνολο στοιχείων και να μετατραπεί σε ένα πρότυπο της πραγματικότητας.

Στο ίδιο πνεύμα, η ανάλυση GIS κάνει μια σημαντική μετάβαση από την απλή γεωμετρία και τα τοπολογικώς βασισμένα εργαλεία ανάλυσης προς τις προηγμένες υπολογιστικές μεθόδους, τις αποκαλούμενες GeoComputation[25]. Χρησιμοποιώντας τη γεωγραφική παρουσίαση στοιχείων, οι 2D μέθοδοι απεικόνισης χαρτών έχουν εξελιχθεί στα τρισδιάστατα πρότυπα, με ήχο και κείμενο.

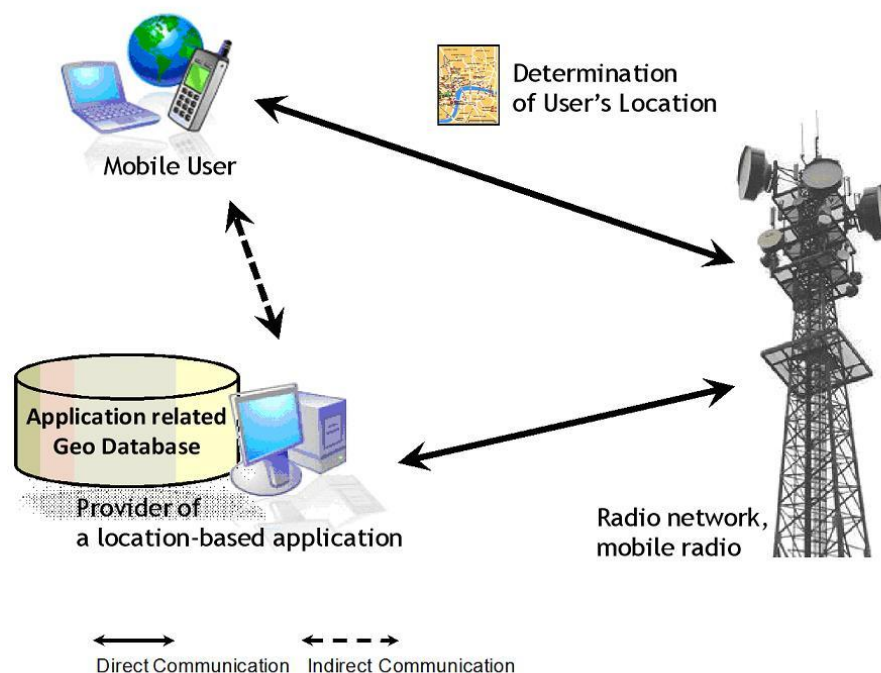
Λόγω των περιορισμένων δυνατοτήτων επεξεργασίας από τα κινητά τερματικά, είναι απαραίτητο οι περισσότερες από τις διαδικασίες επεξεργασίας να οργανώνονται στους servers. Θεωρώντας ότι η επεξεργασία γεωγραφικών στοιχείων απαιτεί μεγάλη δύναμη υπολογισμού, υπάρχει ανάγκη οι αρχιτεκτονικές GIS να υποστηρίζουν τέτοιες σύνθετες διαδικασίες. Σε αυτό το πλαίσιο, ο Takino προτείνει μια αρχιτεκτονική συστημάτων που επιτρέπει μια ενιαία βάση δεδομένων να προσεγγιστεί από τους προσωπικούς υπολογιστές και τα κινητά τερματικά[22]. Σε αυτήν την αρχιτεκτονική, οι τερματικοί σταθμοί θεωρούνται ως παχιά συστήματα πελατών που υποστηρίζουν ένα μεγάλο μέρος

του φόρτου εργασίας, ενώ τα κινητά τερματικά είναι λεπτοί πελάτες που υποστηρίζουν κυρίως τις διαδικασίες εισόδου-εξόδου και τα προγράμματα εφαρμογής αποθηκεύονται και τρέχουν από την πλευρά του server. Μια άλλη λύση σε αυτό το πρόβλημα είναι να επωφεληθούμε από τους δικτυωμένους GIS servers και τον διανεμημένο υπολογισμό[12].

Μια άλλη πτυχή που πρέπει να λάβει κανείς υπόψη κατά το σχεδιασμό ενός δικτύου lbs είναι η τυποποίηση και η ολοκλήρωση στοιχείων. Στην πραγματικότητα, για την ανάπτυξη lbs είναι ουσιαστικό τα νέα πρότυπα να υποστηρίζουν μια κοινή αντιπροσώπευση των γεωγραφικών πληροφοριών, έτσι ώστε τα γεωχωρικά στοιχεία που παραδίδονται στην κινητή δύναμη χρηστών να είναι προσιτά και ερμηνεύσιμα από οποιαδήποτε βασισμένη στη θέση εφαρμογή[5]. Τα προβλήματα της τυποποίησης και της διαλειτουργικότητας θεωρούνται από τους κύριους λόγους για το φτωχό χειρισμό της ιδιωτικότητας των χρηστών, τις περιορισμένες αρχιτεκτονικές lbs, την έλλειψη κοινών δομών δεδομένων και συμβατών μεθόδων προσδιορισμού θέσης. Σε αυτό το πλαίσιο, το φόρουμ διαλειτουργικότητας θέσης (LIF) προωθεί τις κοινές και πανταχού εφαρμόσιμες λύσεις για τις κινητές υπηρεσίες θέσης (MLS) με τον καθορισμό των διαλειτουργικών λύσεων υπηρεσιών θέσης, που είναι ανοικτές, απλές και ασφαλείς στα πλαίσια των χωρικών στοιχείων που διαμορφώνουν και που επεξεργάζονται. Ο στόχος του είναι να παρέχει τα κοινά πρωτόκολλα για να διαβιβάσει την κινητή θέση συσκευών[17]. Επιπλέον, η ανοικτή πρωτοβουλία υπηρεσιών θέσης (OpenLS) προβλέπει μια επιτυχή ένταξη των γεωχωρικών στοιχείων και της γεωεπεξεργασίας των πόρων στις υποδομές υπηρεσιών και τηλεπικοινωνιών θέσης. Η δοκιμή OpenLS στοχεύει στην ανάπτυξη των προδιαγραφών διεπαφών υπέρ των διαλειτουργικών υπηρεσιών θέσης που παρέχονται μέσω των κινητών τερματικών[11]. Επιπλέον, είναι ουσιαστικό ότι τα προτεινόμενα πρότυπα υποστηρίζουν μια κοινή αντιπροσώπευση των γεωγραφικών πληροφοριών έτσι ώστε οι πληροφορίες θέσης να μπορούν να ενσωματωθούν σε άλλες πηγές γεωχωρικών στοιχείων. Σε αυτό το πλαίσιο, η ανοικτή κοινοπραξία GIS (OGC) προτείνει μια φόρμα για να διαβιβάσει τις βασισμένες στη θέση πληροφορίες στη γεωγραφική γλώσσα σήμανσης (Geographic Markup Language)[6].

Στο ίδιο πνεύμα, το γεωγραφικό πρότυπο αρχείων στοιχείων (GDF) που έχει προταθεί πρόσφατα από τους ψηφιακούς προμηθευτές χαρτών περιέχει τα οδικά στοιχεία σε ένα συγκεκριμένο πρότυπο (format). Μια τέτοια κατάσταση το καθιστά δύσκολο να ενσωματώσει τα ετερογενή στοιχεία από τις διαφορετικές πηγές. Το Nexus project είναι μια από τις διάφορες πρωτοβουλίες που εξετάζουν αυτό το πρόβλημα, με την ανάπτυξη

μιας πλατφόρμας που παρέχει ένα γενικό πρότυπο στοιχείων για τα διαφορετικά είδη location-based εφαρμογών[26]. Επίσης, το πρόγραμμα GiMoDig αντιμετωπίζει την έλλειψη κοινών στοιχείων και μεθόδων για να μεταφέρει και να επεξεργαστεί τα στοιχεία στις location-based εφαρμογές μεταξύ των ευρωπαϊκών χωρών. Αυτό το πρόγραμμα ερευνά τα προβλήματα που αντιμετωπίζονται κατά την προσπάθεια να ενσωματωθούν οι ετερογενείς γεωχωρικές βάσεις δεδομένων από τις διαφορετικές χώρες και στοχεύει στην ανάπτυξη των μεθόδων για να εναρμονίσει τα στοιχεία πραγματικού χρόνου (real time).



Σχ.3-7 Ασύρματη υποδομή που υποστηρίζει lbs[27]

Κατά το σχεδιασμό μιας ασύρματης υποδομής(Σχ.3-7) που υποστηρίζει lbs, διάφοροι περιορισμοί περιβάλλοντος πρέπει να ληφθούν υπόψη[25]. Αυτοί είναι:

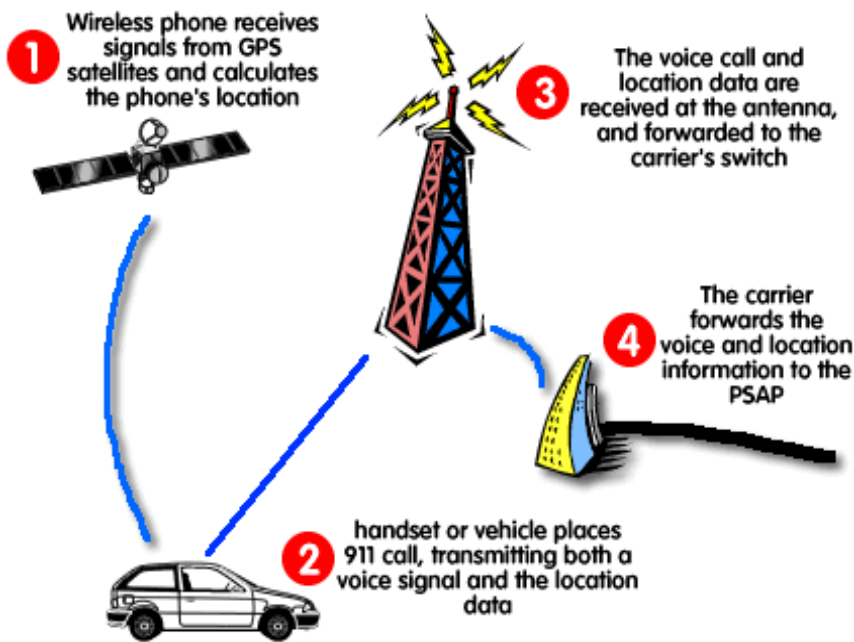
- Η υπηρεσία πρέπει να παρέχει πληροφορίες διαφορετικών τύπων που να καλύπτουν τις διάφορες γεωγραφικές περιοχές και που να προέρχονται από διαφορετικές πηγές.
- Η υπηρεσία πρέπει να παρέχει δυναμικές πληροφορίες.
- Η διαλειτουργικότητα των διαφορετικών τμημάτων lbs πρέπει να ρυθμιστεί.

- Τα κινητά τερματικά έχουν περιορισμένη μνήμη, περιορισμένη υπολογιστική δύναμη, περιορισμένο μέγεθος οθόνης και ανάλυση εικόνας.
- Τα κινητά δίκτυα έχουν υψηλό κόστος, περιορισμένο εύρος ζώνης, χαμηλής σταθερότητας σύνδεση και χαμηλή διαθεσιμότητα.

3.7 Εφαρμογές των υπηρεσιών που βασίζονται στη θέση

Υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης

Σήμερα, οι υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης ή E-911 υπηρεσίες είναι μεταξύ των δημοφιλέστερων εφαρμογών lbs που υποστηρίζονται από την Ομοσπονδιακή Επιτροπή Επικοινωνίας (FCC) για να βοηθήσουν τους κινητούς χρήστες στον κίνδυνο ή στην ανάγκη βοήθειας. Προκειμένου να βελτιωθεί η ανταπόκριση σε συνθήκες έκτακτης ανάγκης, η FCC επιβάλλει ότι όλοι οι πάροχοι πρέπει να παρέχουν τοπολογικές υπηρεσίες (geolocation services) και ότι 95% των κινητών τερματικών πρέπει να είναι συμβατά με αυτές (location-compatible)[14]. Η εξουσιοδότηση επιβάλλει ότι το PSAP (public safety answering point) πρέπει να είναι σε θέση να εντοπίσει το κινητό τερματικό μέσα σε 50m για 67% των κλήσεων έκτακτης ανάγκης και σε 150m για 95% των κλήσεων εάν χρησιμοποιείται μια handset-based geolocation τεχνολογία. Αντίστοιχα, μέσα σε 100m (300m) για 67% (95%) των κλήσεων εάν χρησιμοποιείται network-based geolocation τεχνολογία[15].



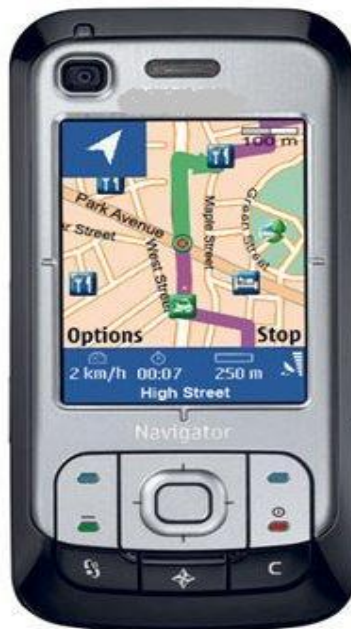
Σχ.3-8 Υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης[15]

Υπηρεσίες ναυσιπλοΐας

Αυτήν την περίοδο, οι υπηρεσίες ναυσιπλοΐας προσφέρουν τις βασικές λειτουργίες, όπως «η εύρεση ενός εστιατορίου» ή «η παροχή της βοήθειας σε έναν τουρίστα»[25]. Εντούτοις, η τάση είναι να καθοριστεί η θέση και η γρηγορότερη διαδρομή σε ένα σημείο ενδιαφέροντος (δυνατότητα τραπεζών, εστιατορίων ή χώρων ανάπαυσης), χρησιμοποιώντας ένα κινητό που να απεικονίζει χάρτες, καθώς και με τη βοήθεια φωνής. Για να το κάνει αυτό, ο φορέας παροχής υπηρεσιών πρέπει να ελέγξει τις συνθήκες κυκλοφορίας σε όλες τις σημαντικές εθνικές οδούς και το μέγεθος της κυκλοφοριακής συμφόρησης. Όταν η κυκλοφοριακή συμφόρηση ανιχνευθεί, ενημερώνεται οποιοσδήποτε κινητός χρήστης που είναι έτοιμος να εισέλθει σε ένα δρόμο με αυξημένη κίνηση έτσι ώστε αυτός ο κινητός χρήστης να μπορεί να αποφύγει τη συμφόρηση. Κατόπιν, προτείνονται εναλλακτικές διαδρομές. Η εφαρμογή τέτοιων υπηρεσιών προσφέρει τα οφέλη της βελτιστοποιημένης δρομολόγησης, αποφεύγοντας την κυκλοφοριακή συμφόρηση. Τέτοιες εφαρμογές στηρίζονται στις handset-based τεχνικές προσδιορισμού θέσης.

Ένα άλλο σενάριο ναυσιπλοΐας αφορά στις υπηρεσίες εγγύτητας, που επιτρέπουν στο χρήστη να ζητήσει την κοντινότερη τοποθεσία ενός σημείου ενδιαφέροντος (π.χ. βενζινάδικου, φαρμακείου, εστιατορίου κ.α.) σε σχέση με την τρέχουσα θέση του.

Χρησιμοποιώντας το κινητό του, ο χρήστης μπορεί να ρωτήσει για το μέρος που τον ενδιαφέρει καθώς και πληροφορίες που τον ενδιαφέρουν σχετικά με αυτό (π.χ. τιμές)(Σχ.3-9).



Σχ.3-9 Υπηρεσίες ναυσιπλοΐας (Navigator)[24]

Context-aware εφαρμογές

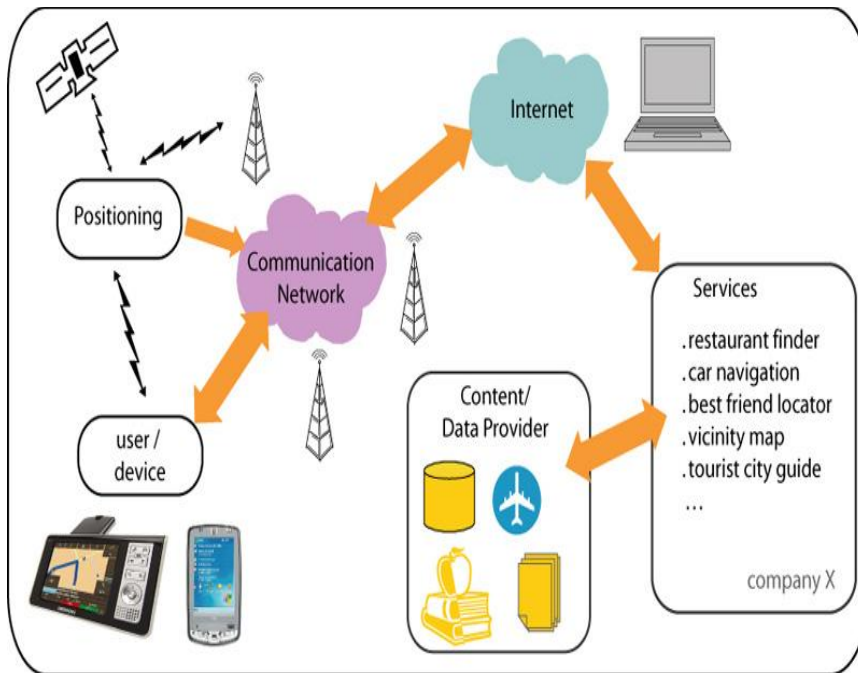
Οι context-aware εφαρμογές, όπως έχουμε ήδη αναφέρει, εκμεταλλεύονται τις βασισμένες στο περιβάλλον πληροφορίες (contextual information) για να προσφέρουν τις υπηρεσίες στους χρήστες.

Κεφάλαιο 4

Σχεδιασμός υπηρεσίας βασισμένης στη θέση

4.1 Αρχιτεκτονική υπηρεσίας

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής είναι η ανάπτυξη μιας εφαρμογής ηλεκτρονικού βοηθού φοιτητών με χρήση τεχνολογιών εντοπισμού θέσης και επίγνωσης κατάστασης. Η εφαρμογή αυτή θα προσφέρει στο χρήστη πληροφορίες αντίστοιχες της θέσης στην οποία βρίσκεται ανά πάσα στιγμή. Οι πληροφορίες αυτές παρέχονται με τη μορφή εικόνας, ήχου, βίντεο, slideshow και ιστοσελίδων. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να επιλέξει τί είδους πληροφορία επιθυμεί να λάβει κάθε φορά. Ο εντοπισμός της θέσης γίνεται μέσω GPS, υπέρυθρων, barcodes, bluetooth, RFid tags, Wi-Fi. Κάθε φορά που κάποιος από τους παραπάνω αισθητήρες αντιλαμβάνεται την είσοδο του χρήστη σε κάποια περιοχή στέλνονται οι αντίστοιχες πληροφορίες στο PDA του χρήστη. Επιπλέον, ο χρήστης μπορεί να βλέπει συνεχώς τη θέση στην οποία βρίσκεται χάρις στο χάρτη της περιοχής που εμφανίζεται στην οθόνη του και στον οποίο φαίνεται συνεχώς η θέση του χρήστη.



Σχ.4-1 Αρχιτεκτονική location-based σεναρίου[20]

Η αρχιτεκτονική της εφαρμογής περιλαμβάνει τα εξής στοιχεία(Σχ. 4-1):

- Συσκευή κινητού με Windows Mobile.
- Σύστημα GPS και επικοινωνία με το δορυφόρο.
- Βάση δεδομένων με πληροφορίες για σημεία ενδιαφέροντος.
- 3G/4G κινητές επικοινωνίες δικτύου.
- Διαδίκτυο.

Προκειμένου να υλοποιηθεί μια τέτοια εφαρμογή χρειαζόμαστε μια πλατφόρμα η οποία θα μπορεί να συνδυάσει κατάλληλα τα παραπάνω στοιχεία. Μια πλατφόρμα ευέλικτη και ικανή να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία διάφορων σεναρίων, όπως παιχνίδια, ενημερωτικοί οδηγοί για σημεία ενδιαφέροντος, ιστορίες για τοποθεσίες και πρακτικές πληροφορίες για μέρη εργασίας. Η πλατφόρμα θα χρησιμοποιεί την GPS θέση του χρήστη ως μέρος του εκάστοτε σεναρίου. Τα διάφορα γεγονότα (events) που συμβαίνουν σε ένα σενάριο θα σχετίζονται άμεσα με τη θέση του χρήστη και ο χρήστης θα αλληλεπιδρά με το σενάριο μετακινούμενος από μέρος σε μέρος(Σχ.4-2). Χρειαζόμαστε επομένως μια πλατφόρμα που να δίνει στο χρήστη την ευχέρεια να

αλληλεπιδρά με το περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται. Να εντοπίζει τη θέση του στο χώρο μέσω GPS ή αισθητήρων και αυτομάτως να του προσφέρει πληροφορίες σχετικές με τη θέση αυτή μέσω διαδραστικών (interactive) εμπειριών που αποτελούνται από βίντεο, ήχο, εικόνα, κείμενο και ιστοσελίδων. Οι πληροφορίες αυτές (media files) θα πρέπει να βρίσκονται σε μια βάση δεδομένων. Η πλατφόρμα θα πρέπει να αποθηκεύει τα media files σε μια δομή, η οποία να τα συσχετίζει με τις θέσεις που λαμβάνει από το σύστημα. Επιπλέον, ο χρήστης θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα να επιλέξει αν επιθυμεί να λάβει πληροφορίες καθώς και τί είδους πληροφορίες θα είναι αυτές. Οι χρήστες θα μπορούν να τρέξουν το location-based σενάριο σε μία Windows Mobile συσκευή, όπως είναι ένα κινητό τηλέφωνο 3G/4G εξοπλισμένο με GPS (εσωτερικό ή εξωτερικό). Καθώς ο χρήστης κινείται στο χώρο, η συσκευή αντιλαμβάνεται τη θέση του επικοινωνώντας με το δίκτυο και ενεργοποιεί τα κατάλληλα σενάρια[28].



Σχ.4-2 Η πλατφόρμα αντιλαμβάνεται τη θέση του χρήστη και αντιδρά ανάλογα[29]

4.2 Τεχνολογία υπηρεσίας

Κινητές υπολογιστικές συσκευές, ενσωματωμένοι αισθητήρες (embedded sensors) και context-coded πληροφορίες και υπηρεσίες είναι απαραίτητες για την υλοποίηση μιας location-based υπηρεσίας.

- Κινητές συσκευές

Χρειαζόμαστε μια πλατφόρμα η οποία θα μπορεί να “τρέξει” τα διάφορα σενάρια σε PDAs εξοπλισμένα με GPS και smartphones. Επιπλέον θα πρέπει να είναι δυνατή και η σύνδεση με το διαδίκτυο (internet) για προβολή ιστοσελίδων στην οθόνη της συσκευής.

- Ενσωματωμένοι αισθητήρες

Η πλατφόρμα, πέρα από το GPS, θα πρέπει να ενεργοποιείται και να αλληλεπιδρά με barcodes2D, RFid tags, bluetooth, Wi-Fi δίκτυα, υπέρυθρες(infrared).

Barcode2D

Ο γραμμωτός κώδικας δύο διαστάσεων (barcode2D) είναι μια γραφική εικόνα που αποθηκεύει πληροφορίες τόσο οριζόντια, όπως ένα barcode απλής διάστασης, όσο και κάθετα. Ως αποτέλεσμα της εν λόγω κατασκευής, ένα barcode2D μπορεί να αποθηκεύσει μέχρι 7.089 χαρακτήρες, δηλαδή έχει σημαντικά μεγαλύτερη χωρητικότητα σε σχέση με τη χωρητικότητα των 20 χαρακτήρων ενός μονοδιάστατου barcode. Τα barcodes2D επιτρέπουν γρήγορη πρόσβαση στα δεδομένα. Χρησιμοποιούνται συχνά σε συνδυασμό με τα smartphones. Ο χρήστης απλά φωτογραφίζει ένα 2D barcode με την κάμερα ενός τηλεφώνου εξοπλισμένου με barcode αναγνώστη (reader). Ο αναγνώστης ερμηνεύει τα κωδικοποιημένα URL και ο περιηγητής (browser) συνδέεται με τη σχετική τοποθεσία στο διαδίκτυο. Μερικά 2D barcode συστήματα παρέχουν επίσης πληροφορίες με τη μορφή μηνύματος στους χρήστες που δε διαθέτουν πρόσβαση στον παγκόσμιο ιστό[56].

RFid tags

Η ταυτοποίηση μέσω ραδιοσυχνοτήτων RFid (Radio Frequency IDentification) αποτελεί τεχνολογία ηλεκτρονικής ταυτοποίησης. Στηρίζεται στη χρήση ραδιοκυμάτων και επιτρέπει την αυτόματη αναγνώριση ανθρώπων ή, κατά κύριο λόγο, αντικειμένων (προϊόντων) τα οποία φέρουν συρμάτινες ετικέτες, τα RFid tags. Τα RFid tags είναι ηλεκτρονικά κυκλώματα με ενσωματωμένο μικροεπεξεργαστή και κεραία που μπορούν να ανιχνευθούν αυτόματα από σταθερούς ή φορητούς αναγνώστες (readers) RFid, χωρίς να είναι απαραίτητη η σάρωση του κάθε αντικειμένου μεμονωμένα. Η κεραία επιτρέπει στο μικροεπεξεργαστή να μεταφέρει τις πληροφορίες αναγνώρισης στον αναγνώστη, ο οποίος με τη σειρά του μετατρέπει τα ραδιοκύματα που "αντανακλώνται" από την ετικέτα RFid σε ψηφιακές πληροφορίες[57].

Bluetooth

Πρόκειται για μια ασύρματη τηλεπικοινωνιακή τεχνολογία μικρών αποστάσεων, η οποία μπορεί να μεταδώσει σήματα μέσω μικροκυμάτων σε ψηφιακές συσκευές. Το Bluetooth είναι ένα πρωτόκολλο το οποίο παρέχει προτυποποιημένη, ασύρματη επικοινωνία ανάμεσα σε PDA, κινητά τηλέφωνα, φορητούς υπολογιστές, προσωπικούς υπολογιστές, εκτυπωτές, ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές και ψηφιακές κάμερες, μέσω μιας ασφαλούς, φθηνής και παγκοσμίως διαθέσιμης ραδιοσυχνότητας μικρής εμβέλειας[58].

Wi-Fi δίκτυα

Ο όρος WiFi (Wireless Fidelity) χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει τις συσκευές που βασίζονται στην προδιαγραφή IEEE 802.11 b/g και εκπέμπουν σε συχνότητες 2.4GHz. Ωστόσο, το WiFi έχει επικρατήσει και ως όρος αναφερόμενος συνολικά στα ασύρματα τοπικά δίκτυα. Συνήθεις εφαρμογές του είναι η παροχή ασύρματων δυνατοτήτων πρόσβασης στο internet, τηλεφωνίας μέσω διαδικτύου (VoIP) και διασύνδεσης μεταξύ ηλεκτρονικών συσκευών, όπως τηλεοράσεις, ψηφιακές κάμερες, DVD Player και ηλεκτρονικοί υπολογιστές[59]. Σε φορητές ηλεκτρονικές συσκευές βρίσκει εφαρμογές ασύρματης μετάδοσης.

Υπέρυθρες ακτίνες

Η υπέρυθη ακτινοβολία ή υπέρυθρες ακτίνες είναι μέρος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Στο φάσμα τοποθετούνται ως προέκταση της κόκκινης ορατής ακτινοβολίας. Το μήκος κύματός τους κυμαίνεται από 0,7-300 μm (εύρος συχνοτήτων 1-430THz)[61]. Συνήθως εκπέμπονται από όλα τα σώματα που έχουν κάποια θερμοκρασία. Η υπέρυθη ακτινοβολία χρησιμοποιείται είτε για τη μετάδοση θερμότητας σε ένα αντικείμενο, είτε για την ανίχνευση της ακτινοβολίας που εκπέμπεται απ' αυτό. Θερμαίνει απευθείας με ακτινοβολία και όχι με αγωγή, με αποτέλεσμα να θερμαίνει το αντικείμενο πολύ γρήγορα[60].

- Context-coded πληροφορίες και υπηρεσίες

Διάφοροι τύποι πολυμέσων όπως εικόνες, βίντεο, ήχος, slideshows θα πρέπει να ενεργοποιούνται λόγω της παρουσίας του χρήστη σε ένα μέρος και μάλιστα να διαφέρουν ανάλογα με το πόσες φορές έχει εισέλθει ο χρήστης στο μέρος αυτό. Οι τύποι πολυμέσων περιλαμβάνουν:

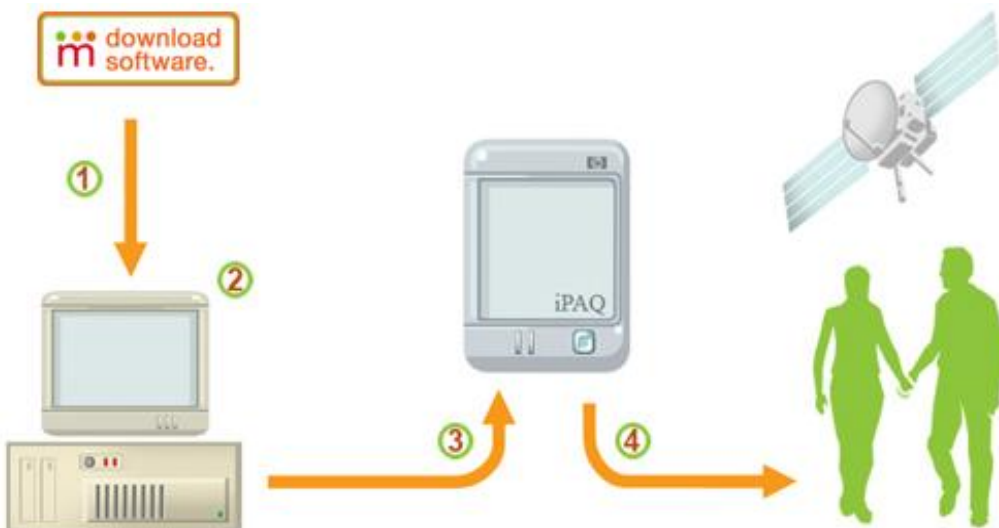
HTML, MP3, WAV ήχο

JPEG and GIF εικόνες

MPEG, WMV, SWF βίντεο και flash αλληλεπιδράσεις.

4.3 Επιλογή κατάλληλης πλατφόρμας

Όλες τις προϋποθέσεις για την υλοποίηση ενός τέτοιου σεναρίου συγκεντρώνει η πλατφόρμα Mscare της Hewlett Packard. Το Mscare είναι μία πλατφόρμα συμβατή με το λειτουργικό σύστημα Windows Mobile και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία υπηρεσιών που βασίζονται στη θέση (mediascapes). Το Mscare προέκυψε από την έρευνα στον τομέα της επαυξημένης πραγματικότητας (augmented reality), που έχει να κάνει με το συνδυασμό του πραγματικού κόσμου με τα δεδομένα που προέρχονται από υπολογιστές, καθώς και από έρευνες στον τομέα των location-based services(Σχ.4-3)[28] Το Mscare είναι επίσης και ένα παράδειγμα context-aware συστήματος.



Σχ.4-3 Το mscare είναι μια πλατφόρμα για location-based υπηρεσίες[27]

4.4 Εργαλεία για την υλοποίηση της υπηρεσίας

Τα εργαλεία που χρησιμοποιεί το Mscare για την υλοποίηση τέτοιων εφαρμογών είναι τα εξής:

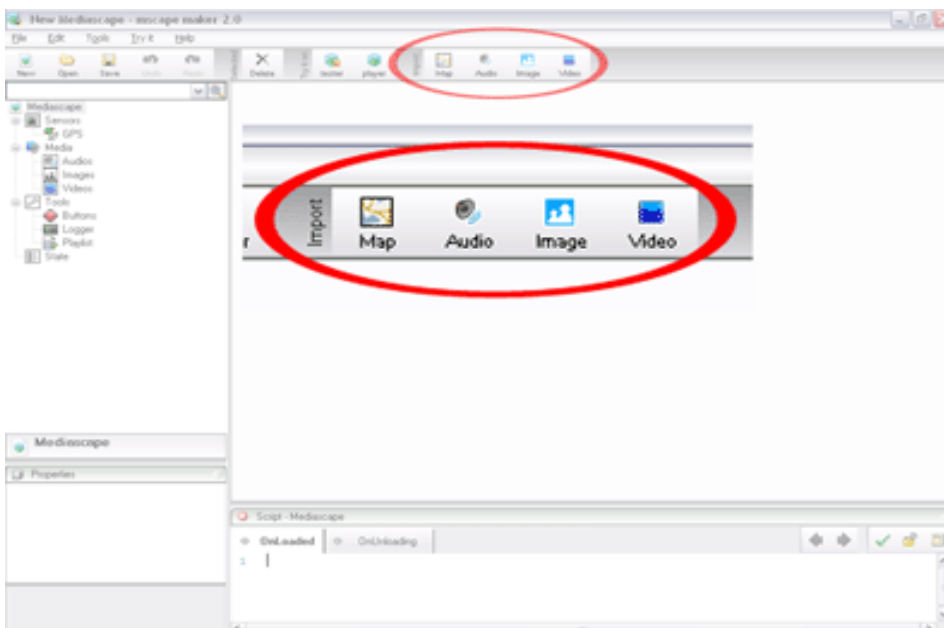
Mscare player

Χρησιμοποιείται για να παίξουν τα διάφορα σενάρια σε συσκευές που υποστηρίζουν Windows Mobile.

Mscare library

Η βιβλιοθήκη, όπου αποθηκεύονται τα mediascapes.

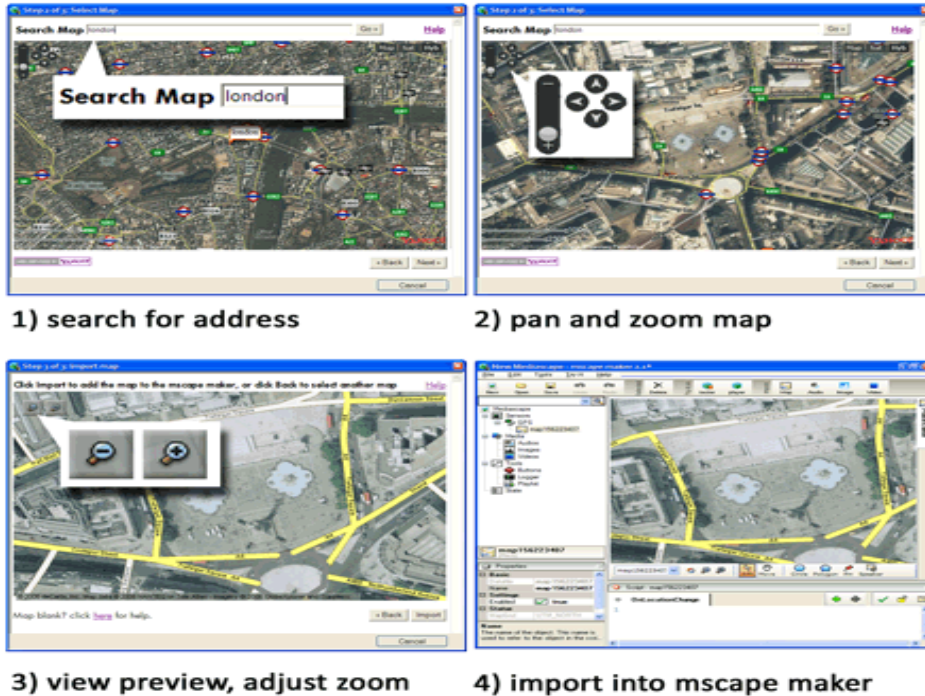
Mscare maker



Σχ.4-4 Επιλέγοντας τον mscare maker

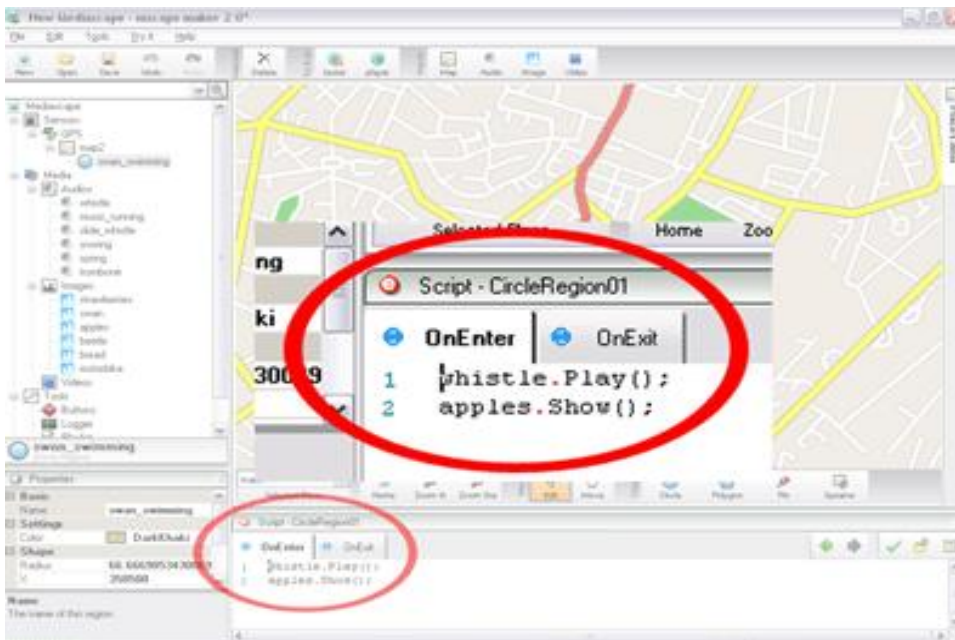
Πρόκειται για το εργαλείο που χρησιμοποιεί ο προγραμματιστής για τη δημιουργία mediascapes. Αποτελείται από τέσσερα μέρη:

- Εργαλείο δημιουργίας χάρτη(map editor): Χρησιμεύει στη δημιουργία του χάρτη(Σχ.4-5).



Σχ.4-5 Δημιουργία χάρτη ενός mediascape

- Εργαλείο προγραμματισμού σεναρίου(script editor): Στη γλώσσα C# ο σχεδιαστής προγραμματίζει το mediascape και γράφει τον κώδικα για τα διάφορα events που συμβαίνουν κατά την εφαρμογή του(Σχ.4-6).



Σχ.4-6 Script editor

- Παράθυρο αντικειμένων(script object window): Αυτό το παράθυρο περιέχει όλα τα αντικείμενα(script objects) που χρησιμοποιούνται στο mediascape. Αυτά είναι τεσσάρων τύπων:

Πολυμέσα - εικόνα, ήχος, flash ταινίες, ιστοσελίδες

Αισθητήρες - GPS, υπέρυθρες, RFid tags, Bluetooth, Wi-Fi δίκτυα και barcodes2D.

Μεταβλητές - αριθμητικές, κείμενο, μεταβλητές αληθές/ψευδές

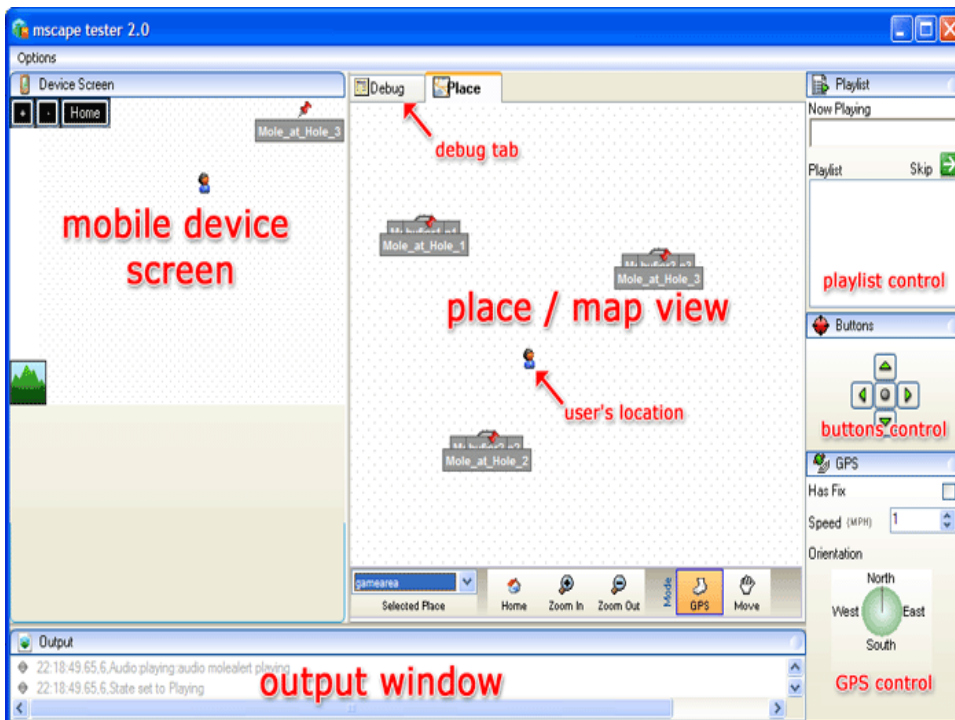
Εργαλεία - κουμπιά, ρολόγια, ειδοποιήσεις, λίστες

- Παράθυρο ιδιοτήτων(properties window): Εδώ φαίνονται οι ιδιότητες των script objects και μπορούν να τροποποιηθούν

Ο mscapemaker σώζει τα mediascapes σε δύο μορφές: .msl αρχεία και .msz αρχεία.

Mscapemaker

Με τον tester πραγματοποιείται η προσομοίωση του mediascape στον υπολογιστή(Σχ.4-7).



Σχ.4-7 Προσομοίωση ενός mediascape(tester)

Τα mediascapes είναι δύο τύπων[29]:

- Φορητά (Portable) Αυτά τα mediascapes μπορούν να παιχτούν οπουδήποτε.
- Τοπικά (Anchored) Αυτά τα mediascapes μπορούν να παιχτούν μόνο στο συγκεκριμένο τόπο για τον οποίο είναι σχεδιασμένα.

Κεφάλαιο 5

Υλοποίηση εφαρμογής ηλεκτρονικού βοηθού - πλοηγού

5.1 Το σενάριο

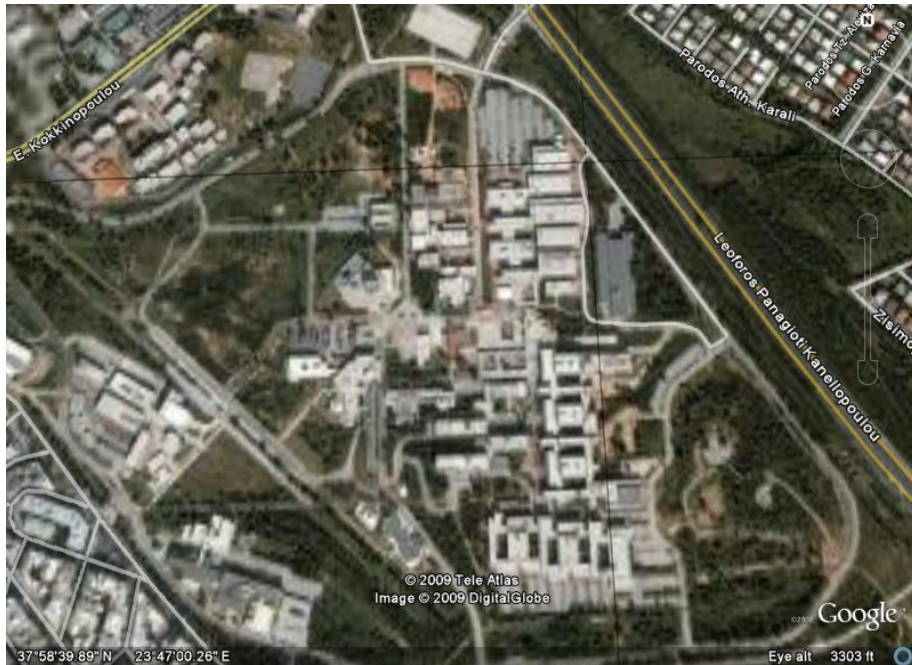
Το location-based σενάριο που θα υλοποιήσουμε εξελίσσεται στο χώρο της πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου. Η εφαρμογή αυτή είναι ένας πλοηγός ικανός να καθοδηγήσει το χρήστη στους χώρους του πολυτεχνείου και να του προσφέρει διαφόρων ειδών πληροφορίες σχετικά και ανάλογα με τη θέση που βρίσκεται ανά πάσα στιγμή.

Πληροφορίες με τη μορφή ιστοσελίδων, εικόνας, βίντεο, ήχου, κειμένου, slideshow. Ο χρήστης κινούμενος στους χώρους του ΕΜΠ έχει τη δυνατότητα να βλέπει τη θέση του στο χώρο (χάρτη) και να παρακολουθεί την κίνησή του στην οθόνη της φορητής του συσκευής. Επιπλέον, πέρα από έναν απλό πλοηγό (navigator), η εφαρμογή του προσφέρει ενδιαφέρουσες πληροφορίες για πολλαπλά σημεία ενδιαφέροντος από τα οποία διέρχεται. Παράλληλα, παρέχεται η δυνατότητα επιλογής του είδους των πληροφοριών που θα προβληθούν καθώς και η δυνατότητα επαναπροβολής εάν το επιθυμεί ο χρήστης. Με λίγα λόγια, η πλατφόρμα επικοινωνεί συνεχώς με το χρήστη και τη θέση του προσφέροντάς του τις αντίστοιχες πληροφορίες ανά θέση.

5.2 Προγραμματίζοντας την πλατφόρμα

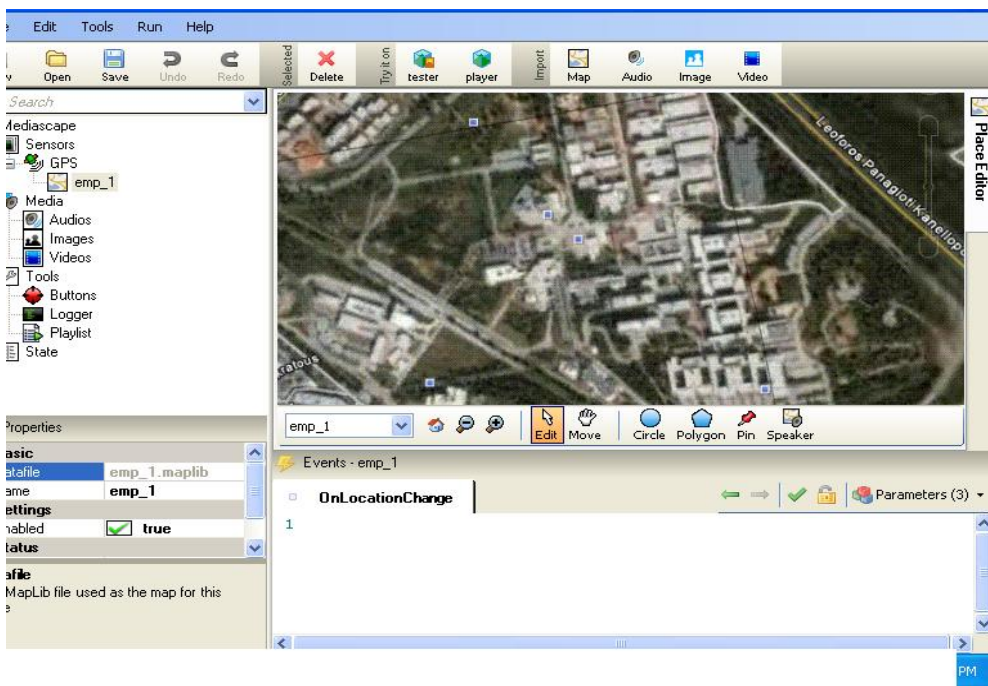
Προκειμένου να ξεκινήσει η υλοποίηση έπρεπε να βρούμε ένα χάρτη του περιβάλλοντα χώρου του ΕΜΠ. Το χάρτη που θα εμφανίζεται στην οθόνη του χρήστη και θα του

δείχνει τη θέση που βρίσκεται στο χώρο. Με τη βοήθεια του googleearth πήραμε το χάρτη που φαίνεται στο Σχ.5-1 με τη μορφή εικόνας.



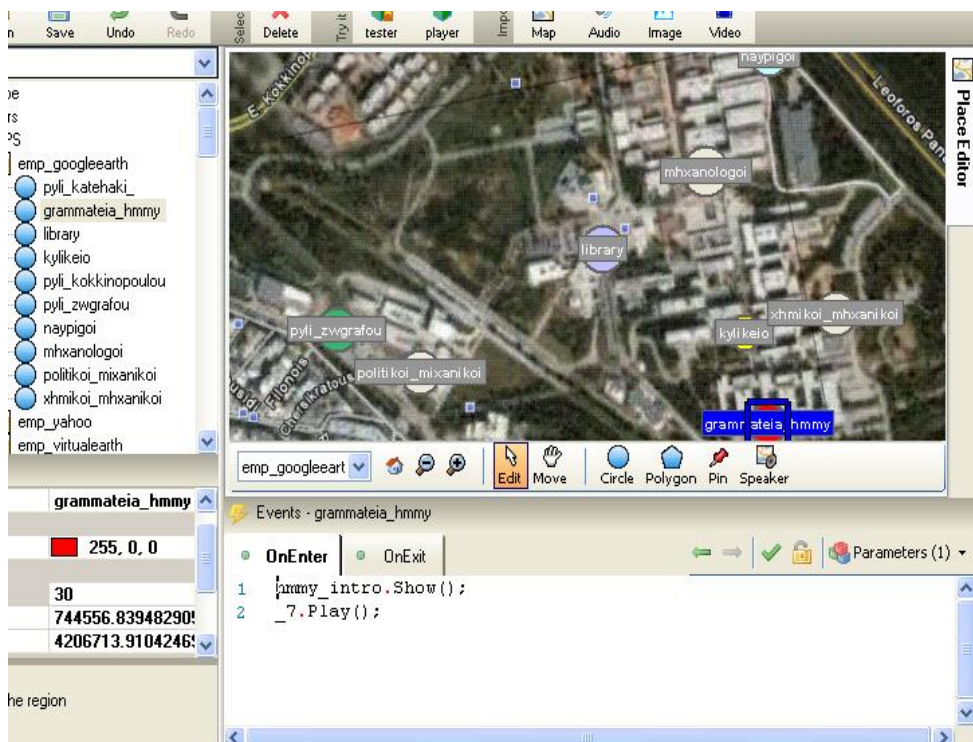
Σχ.5-1 Χάρτης του ΕΜΠ[41]

Στη συνέχεια χρησιμοποιήσαμε τον map editor του Mscare προκειμένου να δημιουργήσουμε έναν χάρτη από την πιο πάνω εικόνα. Έναν χάρτη που θα επικοινωνεί με τους διάφορους αισθητήρες κατά την κίνηση του χρήστη. Ο χάρτης αυτός ονομάζεται maplib. Προκειμένου να δημιουργήσουμε το maplib προσδιορίσαμε τις συντεταγμένες στις τέσσερις γωνίες της εικόνας, έτσι ώστε αυτές να είναι σύμφωνες με τις πραγματικές συντεταγμένες του χώρου. Οι συντεταγμένες προσδιορίστηκαν σύμφωνα με το σύστημα UTM(meters X(Easting)-Y(Northing)). Με τον τρόπο αυτό η πλατφόρμα θα μπορεί να επικοινωνεί μέσω GPS με το δορυφόρο και να δέχεται τις συντεταγμένες της θέσης του χρήστη. Πλέον, είχαμε έτοιμο το χάρτη που χρειαζόμασταν και τον εισάγαμε στο mscare(Σχ. 5-2).



Σχ.5-2 Άποψη του MscapE μετά την εισαγωγή του χάρτη

Ακολούθως προδιορίσαμε πάνω στο χάρτη κάποια σημεία ενδιαφέροντος, όπως είναι οι σχολές του ΕΜΠ, η βιβλιοθήκη, το κυλικείο και οι πύλες. Θέσαμε κάθε σημείο ως το κέντρο ενός κύκλου και προδιορίσαμε την ακτίνα του κύκλου. Μόλις ο χρήστης εισέλθει στον κύκλο αυτό η πλατφόρμα θεωρεί ότι εισήλθε στο σημείο ενδιαφέροντος και ενεργοποιούνται οι διαθέσιμες πληροφορίες για το σημείο. Για τα συγκεκριμένα σημεία ενδιαφέροντος είχαμε νωρίτερα προσδιορίσει τις συντεταγμένες τους με μια συσκευή GPS πραγματοποιώντας μια βόλτα στο χώρο του πολυτεχνείου. Με τον τρόπο αυτό οι συντεταγμένες των σημείων θα ταιριάζουν απόλυτα με το χάρτη που έχουμε δημιουργήσει και η πλατφόρμα θα επικοινωνεί με τα σημεία αυτά μέσω του GPS. Στο Σχ.5-3 φαίνονται τα διάφορα σημεία ενδιαφέροντος ενώ κάτω αριστερά μπορεί κανείς να διακρίνει τις Χ,Υ συντεταγμένες της σχολής ΗΜΜΥ στα παλιά κτίρια.



Σχ.5-3 Σημεία ενδιαφέροντος σεναρίου

Έχοντας δημιουργήσει το χάρτη με τα διάφορα σημεία ενδιαφέροντος προγραμματίσαμε τα γεγονότα που θα συμβαίνουν κατά την είσοδο του χρήστη σε κάθε σημείο, χρησιμοποιώντας τον script editor. Τα γεγονότα αυτά μπορεί να αφορούν πληροφορίες σχετικά με την κίνηση του χρήστη. Για παράδειγμα, αν ο χρήστης βρεθεί σε μια διασταύρωση μπορεί να κάνει κλικ στο χάρτη στην οθόνη της συσκευής του πάνω σε κάθε κατεύθυνση και να δει πού οδηγεί κάθε κατεύθυνση. Σα να είχε μπροστά του πραγματικές κατευθυντήριες πινακίδες. Επίσης, τα γεγονότα αυτά μπορεί να αφορούν πληροφορίες σχετικά με τα διάφορα σημεία ενδιαφέροντος. Ιστοσελίδες, εικόνες, κείμενα, ήχοι, βίντεο, προβολές slides εμφανίζονται στην οθόνη είτε αυτόματα με την είσοδο στην ακτίνα του σημείου ενδιαφέροντος είτε έπειτα από επιλογή του χρήστη. Ο χρήστης με ένα απλό κλικ στην οθόνη ή στα κουμπιά της συσκευής του μπορεί να επιλέγει αν θέλει να λάβει πληροφορίες, το είδος των πληροφοριών ή απλά να βλέπει το χάρτη της περιοχής.

Μετά τον προγραμματισμό της πλατφόρμας προσομοιώσαμε τη λειτουργία του σεναρίου στον tester του mscape και κάναμε τις απαραίτητες διορθώσεις, όπου χρειαζόταν. Το μόνο που έμενε πλέον ήταν να φορτώσουμε το mediascape στη φορητή μας συσκευή.

5.3 Επικοινωνία με αισθητήρες

Το Mscape αλληλεπιδρά με το περιβάλλον του χρήστη χρησιμοποιώντας αισθητήρες και ενεργεί (action) ανάλογα με τον προγραμματισμό της πλατφόρμας.

- GPS
Το Mscape επικοινωνεί με GPS με τον τρόπο που αναφέραμε προηγουμένως.
- Barcode2D
Το Mscape αντιλαμβάνεται το κείμενο(popup text) που είναι ενσωματωμένο σε ένα barcode2D. Επιπλέον, αντιλαμβάνεται το αναγνωριστικό (URI - Uniform Resource Identifier) ενός barcode2D. Το URI είναι μια ακολουθία χαρακτήρων που χρησιμοποιείται για την αναγνώριση μιας σελίδας στο διαδίκτυο[62].
- Rfid tags
Το Mscape διαθέτει tag reader και αναγνωρίζει την ταυτότητα(ID) ενός Rfid tag μόλις εντοπιστεί.
- Bluetooth
Το Mscape αναγνωρίζει το όνομα(ID) μιας συσκευής Bluetooth. Επιπλέον αναγνωρίζει τη διεύθυνση (globally-unique address) της συσκευής.
- WiFi δίκτυο
Το Mscape αναγνωρίζει την SSID(Service set identifier) του σημείου πρόσβασης (access point) ενός WiFi δικτύου. Το SSID αποτελεί το όνομα ενός ασύρματου δικτύου. Πρόκειται για μια αλληλουχία αλφαριθμητικών χαρακτήρων με μέγιστο μήκος 32 χαρακτήρες. Το Mscape έχει επίσης τη δυνατότητα να αναγνωρίσει τη MAC (Media Access Control) address του access point. Μια διεύθυνση MAC

είναι ένας δεκαεξαδικός σειριακός αριθμός, ο οποίος είναι μοναδικός για κάθε δικτυακή συσκευή.

- Υπέρυθρες

Ένας πομπός υπέρυθρης ακτινοβολίας (infrared beacon).εκπέμπει σήμα που περιλαμβάνει έναν κώδικα εντοπισμού(ID). Το Mscare αντιλαμβάνεται το ID ενός τέτοιου πομπού.

Κατά τον ίδιο τρόπο, το Mscare έχει τη δυνατότητα να αναγνωρίσει το ID ενός πομπού που εκπέμπει στο φάσμα των ραδιοσυχνοτήτων (30kHz - 300GHz).

Μόλις το Mscare αντιληφθεί κάποιο αισθητήρα ελέγχει αν η ταυτότητα του αισθητήρα ταυτίζεται με κάποια προγραμματισμένη ταυτότητα και ενεργεί αναλόγως, προσφέροντας στο χρήστη τις αντίστοιχες - προγραμματισμένες πληροφορίες.

5.4 Χρήση της πλατφόρμας και δράση του σεναρίου

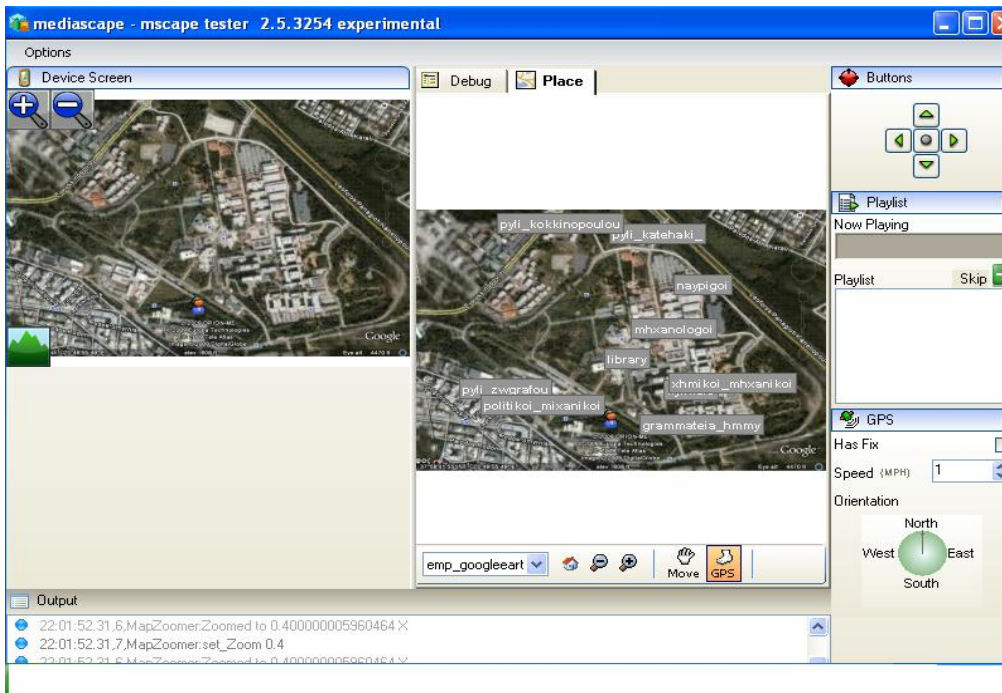
Έστω ότι κάποιος εισέρχεται στο ΕΜΠ από την πύλη Κατεχάκη. Μόλις εισέλθει στην ακτίνα που έχουμε προσδιορίσει για το σημείο ενδιαφέροντος “πύλη Κατεχάκη” θα εμφανιστεί στην οθόνη του PDA η παρακάτω εικόνα(Σχ.5-4).



Σχ.5-4 Triggered point “πύλη Κατεχάκη”

Ο χρήστης κάνοντας κλικ σε κάθε εικόνα λαμβάνει πληροφορίες σχετικές με το αντικείμενο που επέλεξε. Οι πληροφορίες αυτές μπορεί να είναι κάποιες εικόνες, βίντεο, slideshow, σύνδεση σε ιστοσελίδα, ηχητικά μηνύματα. Επιπλέον, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να επιλέξει ποιά κατηγορία πληροφορίας επιθυμεί να λάβει καθώς και να αναπαράγει την πληροφορία αυτή όσες φορές το επιθυμεί. Καθώς ο χρήστης προχωρά στο χώρο του πολυτεχνείου, κάθε φορά που εισέρχεται στο πεδίο ενός σημείου ενδιαφέροντος, λαμβάνει πληροφορίες σχετικές με το συγκεκριμένο σημείο, οι οποίες μπορεί να ανήκουν σε μια κατηγορία από αυτές που αναφέρθηκαν πιο πάνω. Οι πληροφορίες αυτές-events παύουν να συμβαίνουν μόλις ο χρήστης εξέλθει του σημείου ενδιαφέροντος. Επίσης, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να σταματήσει από μόνος του ένα event. Αξίζει να σημειωθεί πως ο χρήστης ,για όση ώρα κινείται στο χώρο του ΕΜΠ, που προσδιορίζεται από το χάρτη-maplib, βλέπει ακριβώς τη θέση του σε κάθε στιγμή πάνω στο χάρτη στην οθόνη του PDA του. Επιπλέον, του παρέχεται η δυνατότητα να

κάνει zoom in και zoom out στο χάρτη. Τέλος, ο χρήστης μπορεί ανά πάσα στιγμή και ανεξάρτητα από το σημείο στο οποίο βρίσκεται, να επαναφέρει στην οθόνη του συγκεκριμένες ιστοσελίδες, εικόνες ή τον ίδιο το χάρτη χρησιμοποιώντας τα κουμπιά της συσκευής του(Σχ.5-5).



Σχ.5-5 Η θέση του χρήστη φαίνεται ανά πάσα στιγμή στην οθόνη του PDA

Κατά τον ίδιο τρόπο λειτουργούν και τα υπόλοιπα σημεία ενδιαφέροντος.

Κεφάλαιο 6

Σύνοψη αποτελεσμάτων και μελλοντικές επεκτάσεις

6.1 Εξέλιξη της υπηρεσίας

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, η πλατφόρμα Mscare είναι συμβατή με συσκευές που χρησιμοποιούν το λειτουργικό σύστημα Windows Mobile της Microsoft. Το γεγονός αυτό αποτελεί εμπόδιο για την ευρέως χρησιμοποίησή της, καθώς υπάρχουν συσκευές που χρησιμοποιούν διαφορετικά λειτουργικά συστήματα. Επομένως, μία πολύ καλή προοπτική για την εξέλιξη της πλατφόρμας και κατ'επέκταση και της υπηρεσίας που αναπτύξαμε είναι η συμβατότητά τους με διαφορετικά λειτουργικά συστήματα κινητών συσκευών. Τέτοια λειτουργικά συστήματα είναι το Android της Google και το iOS της Apple[55].

Το λειτουργικό σύστημα Android

Το Android είναι ένα λειτουργικό σύστημα που αναπτύχθηκε από την Google και βασίζεται σε μια τροποποιημένη έκδοση του λειτουργικού συστήματος Linux[46]. Οι εφαρμογές που υποστηρίζει το Android είναι γραμμένες στη γλώσσα Java. Παρόλα αυτά, στο Android δεν υπάρχει εικονική μηχανή(virtual machine) Java και δεν εκτελείται ο κώδικας Java. Αντ'αυτού, οι κλάσεις της Java επαναμεταγλωττίζονται(recompiled) και "τρέχουν" μέσω της εικονικής μηχανής Dalvik της Google[46]. Το Dalvik είναι μια εξειδικευμένη εικονική μηχανή και έχει σχεδιαστεί ειδικά για το Android και φορητές συσκευές με περιορισμένη μνήμη και επεξεργαστή[47]. Το Android υποστηρίζει τεχνολογίες συνδεσιμότητας όπως GSM/EDGE(ενισχυμένη ταχύτητα δεδομένων για GSM), CDMA, Bluetooth, Wi-Fi και WiMAX. Επιπλέον υποστηρίζει σύνδεση με GPS, παραγωγή βίντεο,ήχου και πολυμέσων.

Το λειτουργικό σύστημα iOS

Το iOS είναι το λειτουργικό σύστημα της Apple για κινητές συσκευές(iPhones). Το iOS προέρχεται από το λειτουργικό σύστημα Mac OS X και αποτελεί ένα λειτουργικό σύστημα όμοιο με το Unix. Αποτελείται από τέσσερα επίπεδα: το Core OS στρώμα, το Core Services στρώμα, το στρώμα Media και το επίπεδο Cocoa Touch[48]. Το λειτουργικό σύστημα χρησιμοποιεί περίπου 500 MB της συσκευής για την αποθήκευσή του. Το iOS υποστηρίζει συνδεσιμότητα GSM/GPRS/EDGE, WiFi(802.11b/802.11g) και Bluetooth. Υπάρχει επίσης δυνατότητα σύνδεσης με GPS, παραγωγής βίντεο, ήχου και πολυμέσων. Επιπλέον, υποστηρίζει έναν αισθητήρα - γυροσκόπιο(τριών αξόνων), ο οποίος σε συνδυασμό με τον αισθητήρα κίνησης(accelerometer) και το GPS(συνολικά, έξι άξονες) επιτρέπουν την ακόμη πιο ακριβή καταγραφή της θέσης της κινητής συσκευής στο περιβάλλον[49].

Μία πολύ σημαντική εφαρμογή(application) των προαναφερθέντων λειτουργικών συστημάτων είναι το Layar. Το Layar αποτελεί έναν περιηγητή επαυξημένης πραγματικότητας(augmented reality browser). Augmented reality είναι η προβολή πληροφοριών για αυτά που γίνονται ή βλέπουμε γύρω μας, πάνω στην εικόνα που δίνει η κάμερα της κινητής συσκευής. Το Layar λειτουργεί με τη χρήση ενός συνδυασμού της κάμερας του κινητού τηλεφώνου, πυξίδας και GPS δεδομένων για τον εντοπισμό της θέσης του χρήστη, προκειμένου να ανακτήσει τα δεδομένα που βασίζονται σε αυτές τις γεωγραφικές συντεταγμένες και να επικαλύψει τα δεδομένα αυτά κατά την οπτική της κάμερας[50]. Με λίγα λόγια, ο χρήστης εστιάζοντας με την κάμερα του κινητού του σε κάποιο σημείο του χώρου στον οποίο βρίσκεται, το Layar αντιλαμβάνεται ποιό είναι αυτό το σημείο και προσφέρει στο χρήστη πληροφορίες για το σημείο αυτό(Σχ.6-1). Το Layar είναι ουσιαστικά ένας browser για augmented reality που επιτρέπει σε όλους τους ενδιαφερόμενους να δημιουργήσουν τη δική τους εφαρμογή(layer) που θα προβάλλεται μέσα από το Layar. Άρα δεν πρόκειται για μία περιορισμένη εφαρμογή αλλά για ένα browser που μπορεί να προβάλλει χιλιάδες διαφορετικά augmented reality layers φτιαγμένα από χιλιάδες προγραμματιστές.



Σχ.6-1 Το Layar αποτελεί έναν περιηγητή επαυξημένης πραγματικότητας[51]

Μία άλλη πλατφόρμα επαυξημένης πραγματικότητας είναι το Junaio. Το Junaio σε εξωτερικούς χώρους χρησιμοποιεί τα δεδομένα του GPS για τον εντοπισμό της θέσης. Η καινοτομία της πλατφόρμας αυτής είναι ότι μπορεί να αποφύγει τους περιορισμούς ακριβείας του GPS και επιτρέπει τη χρήση σε εσωτερικούς χώρους, χάρις στην ενσωμάτωση ειδικών δεικτών(LLA markers)[52]. Οι δείκτες LLA αποτελούν έναν τρόπο ενίσχυσης της ακρίβειας κατά τον προσδιορισμό της θέσης των κινητών τηλεφώνων. Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο στο εσωτερικό των κτιρίων, όπου το GPS είναι γενικά ανακριβές. Το Junaio διαθέτει ένα κουμπί για την ανίχνευση των LLA δεικτών στην Android έκδοσή του. Στο iPhone η ανίχνευση LLA λειτουργεί αυτόματα. Εάν ένας έγκυρος δείκτης βρεθεί, η θέση της κινητής συσκευής θα προσαρμοστεί σύμφωνα με τις κωδικοποιημένες γεωγραφικές συντεταγμένες του δείκτη και θα αγνοηθούν οι αισθητήρες GPS. Αυτές οι συντεταγμένες θα παραμείνουν μέχρι ο χρήστης να επιλέξει να συνεχίσει ή μέχρι να εντοπιστεί ένας διαφορετικός δείκτης. Ο χρήστης έχει επιπλέον τη δυνατότητα να δημιουργήσει έναν δείκτη LLA, είτε κάνοντας κλικ στο χάρτη της συσκευής του είτε πληκτρολογώντας το γεωγραφικό πλάτος/μήκος/ύψος (latitude/longitude/altitude) της θέσης του.

Η υπηρεσία που αναπτύξαμε στα πλαίσια της πτυχιακής θα ήταν ιδιαίτερα χρήσιμο να είναι συμβατή με τα λειτουργικά συστήματα Android και iOS. Με τον τρόπο αυτό θα είναι εφικτή η χρησιμοποίησή της από περισσότερες κινητές συσκευές και από

περισσότερους χρήστες. Έτσι, η υπηρεσία θα μπορούσε να λειτουργήσει ως εφαρμογή για το Layaar και το Junaido. Η εφαρμογή που αναπτύχθηκε χρησιμοποιεί τα ίδια εργαλεία εντοπισμού θέσης με τις δύο αυτές πλατφόρμες. Επιπλέον, η δυνατότητα χρησιμοποίησης υπέρυθρων, RFid tags, Bluetooth, Wi-Fi και barcodes για τον εντοπισμό της θέσης από την εφαρμογή μας αποτελούν ένα μεγάλο πλεονέκτημα για τους κλειστούς χώρους. Η εφαρμογή της υπηρεσίας μας στις προαναφερθείσες πλατφόρμες θα προσδώσει μεγαλύτερη δυναμική και ευκολία στον εντοπισμό της θέσης του χρήστη και στον ίδιο το χρήστη μία πληθώρα πληροφοριών για τη θέση του.

6.2 Χρήσιμες προσθήκες

Μία πολύ χρήσιμη προσθήκη-επέκταση στο σενάριο που σχεδιάσαμε είναι η εφαρμογή μιας client-server αρχιτεκτονικής που να χρησιμοποιεί streaming media πάνω σε ένα ασύρματο δίκτυο. Μία τέτοια εφαρμογή είναι πολύ χρήσιμη σε περιβάλλοντα στα οποία οι πληροφορίες πρέπει να ανανεώνονται συχνά. Σύμφωνα με το πλάνο αυτό η πλατφόρμα θα επικοινωνεί με έναν server, μέσω ασύρματου δικτύου, ο οποίος θα διατηρεί μια βάση δεδομένων με πληροφορίες που θα ανανεώνονται όποτε αυτό είναι επιθυμό και θα αποστέλλονται στο χρήστη. Επιπλέον, θα υπάρχει η δυνατότητα ο server να ενημερώνει δυναμικά και το χάρτη της περιοχής στην οποία θα κινείται ο χρήστης. Δηλαδή οι τεχνολογίες εντοπισμού θέσης θα ενημερώνουν το server για την κίνηση του χρήστη και εκείνος με τη σειρά του θα ενημερώνει δυναμικά το χάρτη του χρήστη και τις πληροφορίες για τα σημεία ενδιαφέροντος.

6.3 Πλεονεκτήματα

Η υπηρεσία που αναπτύξαμε κινείται ουσιαστικά πάνω σε δύο άξονες. Αποτελεί έναν πλοηγό και ταυτόχρονα έναν πάροχο πληροφοριών χωρίς περιορισμούς στη χρήση και τη λειτουργία. Αυτό ακριβώς είναι και το μεγάλο της πλεονέκτημα. Υπάρχουν πολλές υπηρεσίες πλοήγησης (navigators), οι οποίες βοηθούν το χρήστη κατά την κίνησή του λειτουργώντας με GPS, χωρίς όμως να προσφέρουν πληροφορίες σχετικές με τη θέση του χρήστη. Επιπλέον, υπάρχουν εφαρμογές που προσφέρουν υπηρεσίες πλοήγησης

και παροχής πληροφοριών. Τέτοιες είναι οι εφαρμογές google maps για κινητές συσκευές. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η εφαρμογή streetview η οποία προσφέρει πανοραμική θέα μιας περιοχής από το επίπεδο του δρόμου, με δυνατότητα περιστροφής της εικόνας 360 μοίρες[53]. Χάρης στις εφαρμογές google maps, ο χρήστης μπορεί να λάβει κατευθύνσεις (εφαρμογή navigation), να δει εικόνες της περιοχής που τον ενδιαφέρει (εφαρμογή street view) και να λάβει σχετικές πληροφορίες[54]. Το μειονέκτημα των εφαρμογών google maps τόσο για το Android όσο και για το iPhone είναι ότι απαιτείται σύνδεση στο διαδίκτυο για να λάβουν τους χάρτες και τις σχετικές πληροφορίες από την google. Κάτι το οποίο δεν είναι απαραίτητο για την υπηρεσία που αναπτύξαμε, καθώς μόλις ενεργοποιηθούν οι αισθητήρες, ο χρήστης βλέπει στην οθόνη του το χάρτη της περιοχής με τη θέση του σε αυτή και λαμβάνει τις σχετικές πληροφορίες. Η εφαρμογή που αναπτύχθηκε υποστηρίζει σύνδεση στο διαδίκτυο για προβολή πληροφοριών μέσω ιστοσελίδων. Δεν απαιτεί όμως την ύπαρξη σύνδεσης με το διαδίκτυο για τη λειτουργία της. Ένα επιπλέον πλεονέκτημα της υπηρεσίας αυτής είναι ότι δε βασίζεται αποκλειστικά στο GPS για τον εντοπισμό της θέσης, αλλά ενεργοποιείται και με άλλους αισθητήρες, γεγονός που την καθιστά ιδιαίτερα εύχρηστη σε κλειστούς χώρους.

6.4 Σύνοψη

Στην παρούσα διπλωματική εργασία έγινε μελέτη των υπηρεσιών βασισμένων στη θέση του χρήστη, των προσαρμοστικών στο περιβάλλον υπηρεσιών, των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών, της τεχνολογίας εντοπισμού θέσης. Συνδυάσαμε όλες τις παραπάνω τεχνολογίες με την παροχή χρήσιμων πληροφοριών με τη μορφή πολυμέσων. Αυτό έγινε δυνατό με την πλατφόρμα Mscare. Με λίγα λόγια οι τεχνολογίες αυτές συνδυάζονται και χρησιμοποιούνται πολύ εύκολα από έναν κάτοχο κινητής συσκευής τηλεφώνου διευκολύνοντάς τον στην καθημερινότητά του. Οι τεχνολογίες εντοπισμού θέσης μπορούν να δώσουν με μεγάλη ακρίβεια τη θέση μιας κινητής συσκευής. Η πλατφόρμα μπορεί να δώσει ακριβείς πληροφορίες πολλαπλών τύπων για τη θέση αυτή. Μεγάλο πλεονέκτημα αποτελεί το γεγονός ότι τέτοιου είδους εφαρμογές μπορούν να υλοποιηθούν με πολύ μικρό κόστος ενώ η χρησιμότητά τους είναι πολύ

μεγάλη. Επιπλέον, ο χρήστης μπορεί πολύ εύκολα να χρησιμοποιήσει μια εφαρμογή όπως αυτή που υλοποιήσαμε. Το ίδιο εύκολα όπως στέλνει ένα μήνυμα (sms) με την κινητή του συσκευή. Το μόνο μειονέκτημα όσον αφορά τον εντοπισμό της θέσης με GPS είναι ότι αρκετές φορές καθίσταται δύσκολη σε εσωτερικούς χώρους. Σε μια τέτοια περίπτωση ο εντοπισμός της θέσης μπορεί να πραγματοποιηθεί από barcodes2D, bluetooth, υπέρυθρες, RFid tags και δίκτυο Wi-Fi. Το γεγονός αυτό καθιστά την εφαρμογή πολύ ευέλικτη και ικανή να χρησιμοποιηθεί σε κάθε χώρο και κάτω από οποιεσδήποτε συνθήκες, χωρίς να επιβαρύνεται ο χρήστης. Όλα τα παραπάνω καταδεικνύουν ότι οι υπηρεσίες που βασίζονται στη θέση αποτελούν μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογία για τον τομέα των τηλεπικοινωνιών, με ευρύ πεδίο εφαρμογής και κυρίως με χαμηλό κόστος υλοποίησης.

Παράρτημα

A. Προγραμματισμός της πλατφόρμας για την υλοποίηση του σεναρίου

Προκειμένου να υλοποιηθεί το σενάριο χρειάστηκε να προγραμματίσουμε την πλατφόρμα του Mscare σε γλώσσα C#. Ακολούθως παρατίθεται ο κώδικας για τα διάφορα events που λαμβάνουν χώρα στο σενάριο.

Εμφάνιση του χάρτη και των πλήκτρων zoom in- zoom out

```
MapDisplayer.PlaceName = "emp_googleearth";
```

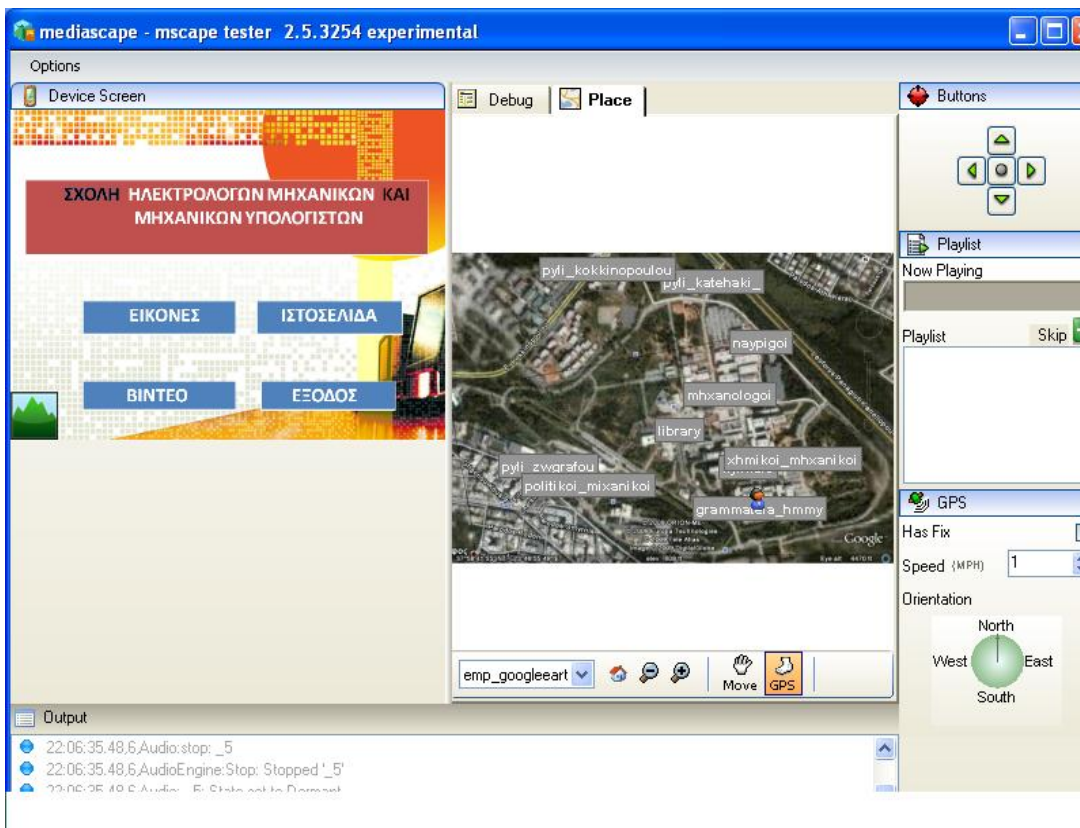
```
MapDisplayer.ShowAll();
```

```
MapDisplayer.Follow = true;
```

```
MapDisplayer.UserControls=true;
```

Εμφάνιση εικόνας κατά την είσοδο στο σημείο ενδιαφέροντος(Σχ.Α-1)

```
hmmy_intro.Show();
```



Σχ.Α-1 Εμφάνιση εικόνας κατά την είσοδο στο σημείο ενδιαφέροντος

Εδώ κάνοντας κλικ σε κάποιο από τα εικονίδια εμφανίζονται στην οθόνη οι αντιστοιχες πληροφορίες.

Απόκρυψη εικόνας κατά την έξοδο από το σημείο ενδιαφέροντος

```
hmmy_intro.Hide();
```

```
MapDisplayer.Show();
```

- **Εμφάνιση εικόνας και αναπαραγωγή ήχου**

```
kulikeio.Show();
```

```
Audio_04_2.FadeIn();
```

- **Ρύθμιση παραμέτρων ήχου**

```
Audio_04_2.Volume =9.0;
```

```
Audio_04_2.FadeDuration = 5.0;
```

- **Εμφάνιση ιστοσελίδας(Σχ. A-2)**

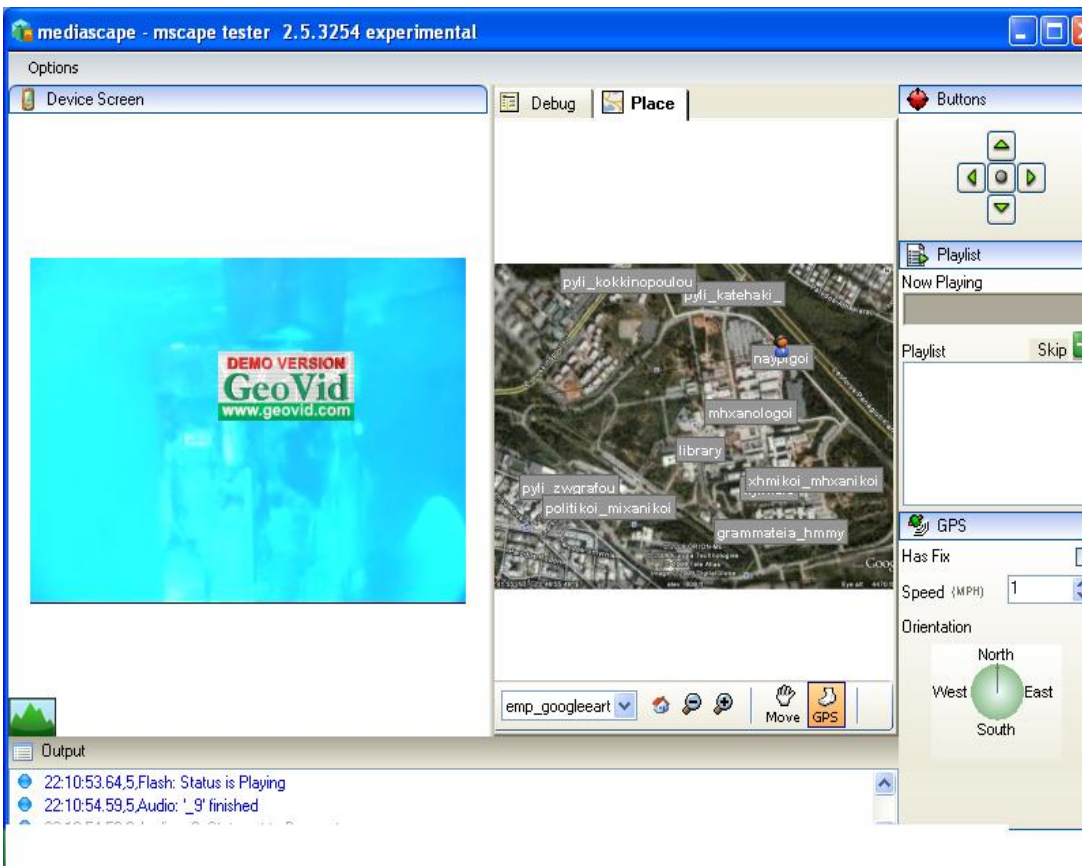
```
WebPages.LoadUrl("http://www.lib.ece.ntua.gr");
```



Σχ.Α-2 Εμφάνιση ιστοσελίδας

Εμφάνιση βίντεο(Σχ.Α-3)

`_9.Play();`



Σχ.Α-3 Εμφάνιση βίντεο

- **Εμφάνιση βίντεο μετά από 5sec από την είσοδο στο σημείο ενδιαφέροντος**

```
_9.Play();
```

```
Alarm03.Period = 5.0;
```

```
Alarm03.Start();
```

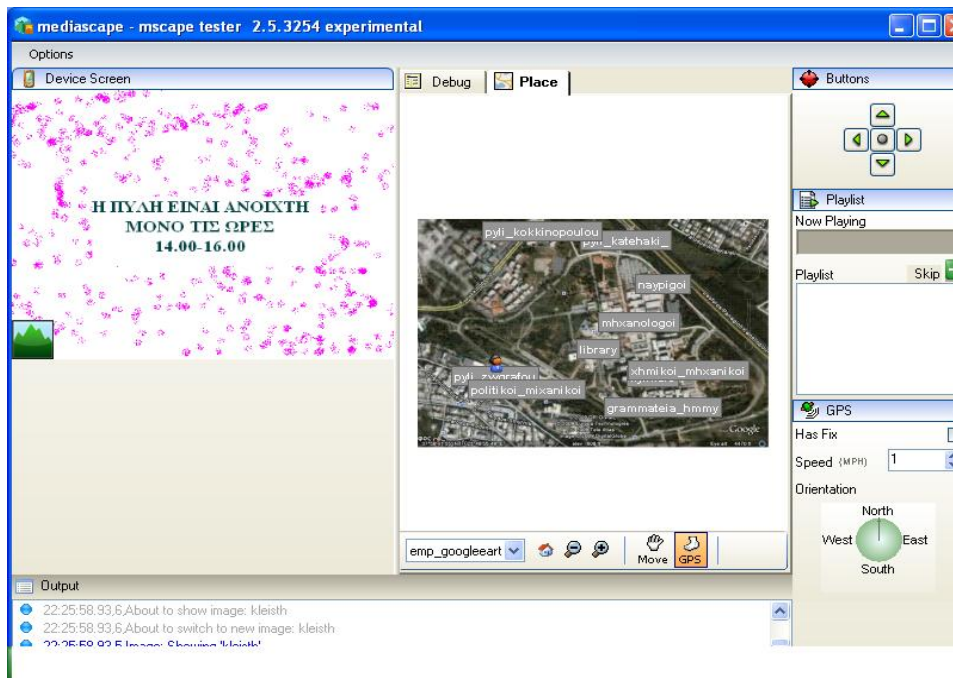
- **Εμφάνιση slideshow**

```
Slideshow02.Play();
```

- Έλεγχος ώρας μέσω GPS

```
time.Value = DateTime.Now.ToString("HH:mm:ss");  
if (time.Value >"14:00" && time.Value <"16:00")  
{  
    pyli_anoixti.Show();  
}  
else  
{  
    pyli_kleisti.Show();  
}
```

Στον παραπάνω κώδικα ελέγχεται η ώρα και ανάλογα με την τιμή που επιστρέφεται λαμβάνει χώρα και το αντίστοιχο event. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα γίνεται έλεγχος αν η ώρα είναι 14.00-16.00, τις ώρες δηλαδή που η πύλη Ζωγράφου είναι ανοιχτή και ανάλογα δίνεται στο χρήστη η αντίστοιχη πληροφορία, όπως φαίνεται στο Σχ.Α-4 και στο Σχ.Α-5.



Σχ.Α-4 Αν η ώρα δεν είναι 14.00-16.00



Σχ.Α-5 Αν η ώρα είναι 14.00-16.00

Βιβλιογραφία

[1] Rosemann, M., & Recker, J. (2006). "Context-aware process design: Exploring the extrinsic drivers for process flexibility". in T. Latour & M. Petit. 18th international conference on advanced information systems engineering. proceedings of workshops and doctoral consortium. Luxembourg: Namur University Press. pp. 149-158.

[2] B. Schilit, N. Adams, and R. Want. (1994). "Context-aware computing applications" (PDF). IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications (WMCSA'94), Santa Cruz, CA, US. pp. 89-101.

[3] Schilit, B.N. and Theimer, M.M. (1994). "Disseminating Active Map Information to Mobile Hosts". IEEE Network **8** (5): 22–32. doi:10.1109/65.313011.

[4] Dey, Anind K. (2001). "Understanding and Using Context". Personal Ubiquitous Computing **5** (1): 4–7. doi:10.1007/s007790170019.

[5] <http://www.acsu.buffalo.edu/~dbertuca/maps>

[6] Schmidt, A.; Aidoo, K.A.; Takaluoma, A.; Tuomela, U.; Van Laerhoven, K; Van de Velde W. (1999). "Advanced Interaction in Context" (PDF). 1st International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing (HUC99), Springer LNCS, Vol. 17

[7] Hardy P., Haire K. (2000), "Generalisation, web-mapping and data delivery over the Internet," In Proceedings of the ICA Workshop on Generalization and On-Demand Mapping, Barcelona, September 2000, available at <http://www.laserscan.com/papers/>

- [8] Hohl F., Kubach U., Leonhardi A., Rothermel K. SchwehmM., "Next-Century Challenges: Nexus – An Open GlobalInfrastructure for Spatial-Aware Applications," Proceedings of the 5th annual IEEE/ACM International Conference on Mobile Computing and Networking, 15-19 August 1999, Seattle, Washington, USA, pp. 249-255.
- [9] Hoskins D. (2002), "Application Challenge, E-911 Roundtable," GPS World, April 2002.
- [10] Leichsenring G., Leichsenring G., Sumiya K., Uehara K., "A Location-Aware Graphical BBS for Mobile Environments," Proceedings of the eighth ACM international symposium on Advances in geographic information systems, Washington D.C., USA, pp. 141-146, 2000.
- [11] Leite F.S., Pereira J. (2002), "Developing Location-based services, Standardization is needed if this promising market is to fulfill its potential," INTERMEDIA, February 2002, Vol. 30, No. 1.
- [12] Li L. (2001), "Distributed Geospatial Data Access on the WWW," M.Sc. in Computer Science, University of New Brunswick, Canada.
- [13] Markkula J., "Dynamic Geographic Personal Data – New Opportunity and Challenge Introduced by Location-Aware Mobile Networks," Cluster Computing, Vol. 4, pp. 369-377, 2001.
- [14] Millar W., "Location Information from the Cellular Network – An overview," BT Technological Journal, Vol. 21, No. 1, pp. 98-104, 2003.

- [15] Pahlavan K., Krishnamurthy P., "Principles of Wireless Networks," Prentice Hall PTR, Upper Saddle River, New Jersey, USA, 2002.
- [16] Peterson M.P. (1999), "Trends in Internet map use: A second look," Proceedings of the 19th International Cartographic Conference, Ottawa, 571-580.
- [17] Saleh B. (2002), "Beyond Location," 6th Annual MLS Conference, MLS LIF, Amsterdam, May, 2002, <http://www.locationforum.org>.
- [18] Sarjakoski T, Sarjakoski L.T., Letho L., Sester M., Illert A., Nissen L., Rystedt B., Ruotsalainen R. (2002), "Geospatial info-mobility services - a challenge for national mapping Agencies, In proceedings of ISPRS, Vol. 34, Part. 4, "Geospatial Theory, Processing and Applications", Ottawa, 356-360.
- [19] Schiller J., Mobile Communications, Pearson Education Limited, Edinburgh Gate, 2003.
- [20] Smailagic A., Kogan D., "Location Sensing and Privacy in a Context-Aware Computing Environment," IEEE Wireless Communications, Vol. 9, No. 5, pp. 10-17, 2002.
- [21] Stojanovic D.H., Djordjevic-Kajan S.J., "Developing Location-Based Services from a GIS Perspective," International Conference on Telecommunications in Modern Satellite, Cable and Broadcasting Service, 19-21 September 2001, Nis, Yugoslavia, Vol. 2, pp. 459-462.
- [22] Takino S. (2001), "GIS on the fly » to realize wireless GIS network by Java mobile phone," Proceedings of the Second, IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security, VOL.7 No.7, July 2007

International Conference on Web Information Systems Engineering, C. Claramunt, W. Winiwarter, Y. Kambayashi, Y. Zhang (Eds.), Volume: 2, 76-84.

[23] Timpf S., Devogele T. (1997), "New tools for multiple representations," In Proceedings of the 18th International Cartographic Conference, Stockholm, 1381-1386.

[24] Vanttinen V. (2002), "Location-Based Services Roaming," Mobiilipaikannus, Maaliskuuta, 2002.

[25] Virrantaus K., Markkula J., Garmash A., Terziyan V., Veijalainen J., Katanosov A., Tirri H. (2001), "Developing GIS-supported location-based services," Proceedings of the Second International Conference on Web Information System Engineering, C. Claramunt, W. Winiwarter, Y. Kambayashi, Y. Zhang (Eds.), Volume: 2, 66 – 75.

[26] Volz S., Boffinger J. (2002), "Integration of spatial data within a generic platform for location-based application," IAPRS Vol. 34, Part. 4, "Geospatial Theory, Processing and Applications," Ottawa, Canada, 157-162.

[27] Wu S.Y., Wu K.T. (2003), "Dynamic Data Management for Location-Based Services in Mobile Environments," IEEE Proceedings of the Seventh International Database Engineering and Applications Symposium, 16-18 July 2003, Hong Kong, pp. 180-189.

[28] <http://en.wikipedia.org/wiki/Mscape>

[29] http://www.mscape.com/docs/mscapefest07/mscape_Experience_Design_Guidelines.pdf

[30] Αυτοματοποιημένη χαρτογραφία I. Παρασχάκης, Μ. Παπαδοπούλου, Π. Πατιάς 1993

[31] Γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών Κ.Κουτσόπουλος
2001

[32] Heywood, I., Cornelius, S., and Carver, S. (2006) An Introduction to Geographical Information Systems. Prentice Hall. 3rd edition.

[33] Longley, P.A., Goodchild, M.F., Maguire, D.J. and Rhind, D.W. (2005) Geographic Information Systems and Science. Chichester: Wiley. 2nd edition.

[34] Τοπογραφικά δίκτυα και υπολογισμοί Δ. Ρωσσικόπουλος Εκδόσεις Ζήτη 1999

[35] Maguire, D.J., Goodchild M.F., Rhind D.W. (1997) "Geographic Information Systems: principles, and applications" Longman Scientific and Technical, Harlow.

[36] Γεωμετρική γεωδαισία και δίκτυα Α.Φωτίου – Ε. Λιβιεράτος Εκδόσεις Ζήτη 2000

[37] Ott, T. and Swiaczny, F. (2001) Time-integrative GIS. Management and analysis of spatio-temporal data, Berlin / Heidelberg / New York: Springer.

[38] <http://www.willassen.no/msl/node5.html>

[39][Dodge, Jiang 97] M. Dodge, B. Jiang, Geographical information systems for urban design:providing new tools and digital data for urban designers, Learning Spaces? Conference, DeMontfort University, Leicester, November 1997.

[40][Gollege et al. 91] R. Gollege, J.M. Loomis, R.L. Klatzky, A. Flury, X.O. Yang, Designing a personal guidance system to aid navigation without sight: progress on the GIS component, International Journal Of Geographical Information Systems, 1991, vol. 5, no.4

- [41] <http://maps.google.com/>
- [42] <http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/coordsys/coordsys.html>
- [43] 12.NIMA Technical Report TR8350.2, Department of Defense World Geodetic System 1984, Its Definition and Relationships With Local Geodetic Systems, Third Edition, 4 July 1997.
- [44] <http://instruct.uwo.ca/earth-sci/505/utms.htm>
- [45] http://rst.gsfc.nasa.gov/Sect11/Sect11_2.html
- [46] [http://en.wikipedia.org/wiki/Android\(operating_system\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Android(operating_system))
- [47] <http://developer.android.com/guide/basics/what-is-android.html>
- [48] [http://en.wikipedia.org/wiki/IOS_\(Apple\)](http://en.wikipedia.org/wiki/IOS_(Apple))
- [49] <http://www.apple.com/iphone/features/index.html#macosx>
- [50] <http://site.layar.com/download/layar/>
- [51] <http://site.layar.com/wpcontent/uploads>
- [52] <http://www.junaio.com/publisher/llamarker>
- [53] http://en.wikipedia.org/wiki/Google_Maps
- [54] <http://www.google.com/mobile/maps>
- [55] http://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_operating_system
- [56] Automating Management Information Systems: Principles of Barcode Applications – Harry E. Burke, Thomson Learning
- [57] <http://www.go-online.gr>

[58] Δίκτυα υπολογιστών, Tanenbaum Andrew S., Εκδ. Κλειδάριθμος

[59] Ασύρματες Επικοινωνίες και Δίκτυα, Stallings William, Εκδ. Τζιόλα

[60] http://el.wikipedia.org/wiki/Υπέρυθρη_ακτινοβολία

[61] Dr. S. C. Liew. "Electromagnetic Waves". Centre for Remote Imaging, Sensing and Processing. Retrieved 2006-10-27

[62] http://en.wikipedia.org/wiki/Uniform_Resource_Identifier