

12 ΝΟΕ. 2013



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

«Η Ευχρηστία στις Τεχνολογίες των Μεταφορικών Συστημάτων»

Διπλωματική Εργασία για το Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα  
«Ναυτιλία, Μεταφορές και Διεθνές Εμπόριο – ΝΑ.Μ.Ε.»

Σιδεράκη Βασιλική

2013

ΧΙΟΣ

Σιδεράκη Βασιλική

## Περιεχόμενα

Περίληψη.....	5
Εισαγωγή.....	7

### Κεφάλαιο 1 Βιβλιογραφική Επισκόπηση

---

1.1. Εισαγωγή.....	16
1.2. Πρωτογενή Δεδομένα.....	17
1.3. Δευτερογενή Δεδομένα.....	17

### Κεφάλαιο 2 Η ευχρηστία των Ποιοτικών Μεταφορικών Συστημάτων

---

2.1. Το Σύστημα ADAS.....	20
2.1.1. Κατηγορίες Συστημάτων των ADAS.....	21
2.1.2. Καινοτόμο Σύστημα στη Προχωρημένη Οδήγηση.....	23
2.1.3. Επικοινωνία Vehicle to Vehicle (V2V).....	24
2.1.4. Επικοινωνία Vehicle to Infrastructure (V2I).....	25
2.1.5. Επικοινωνία Vehicle to Person (V2P).....	26
2.2. Το Σύστημα Advanced Traveler Information (ATIS).....	28
2.2.1. Τρόπος Λειτουργίας του ATIS.....	28
2.2.1.1. Σύστημα VMS.....	30
2.2.1.2. Σύστημα Information Kiosk.....	31
2.3. Passenger Information Services (PIS).....	32
2.3.1. Smartphones.....	37
2.3.1.1. Περαιτέρω Λειτουργίες των Smartphones.....	39
2.3.2. Πληροφοριακές Ιστοσελίδες Μετακινήσεων.....	45

## **Κεφάλαιο 3**

### **Η ευχρηστία των Προχωρημένων Μεταφορικών Συστημάτων**

---

3.1. Τα συστήματα APTS .....	46
3.1.1. Fleet Management System.....	48
3.1.1.1. Automatic Vehicle Location.....	49
3.1.1.2. Επικοινωνίες και Δίκτυα.....	52
3.1.1.2.1. Συστήματα Επικοινωνιών στις Μεταφορές .....	64
3.1.1.3. Geographical Information Systems (GIS).....	66
3.1.1.4. Automatic Passenger Counter (APC).....	70
3.1.1.5. Transit Signal Priority (TSP) .....	71
3.2.1. Electronic Payment System .....	75
3.2.1.1. Interoperability.....	76
<b>Συμπεράσματα και Προτάσεις για περαιτέρω Έρευνα.....</b>	<b>79</b>

## **Βιβλιογραφία**

---

Βιβλιογραφία .....	833
Δικτυακοί Τόποι .....	86

## Ευρετήριο Εικόνων

---

Εικόνα 1 - Αυτόματο Σύστημα Πέδησης της Hitachi Group (ADAS).....	23
Εικόνα 2 - Επικοινωνία V2I.....	26
Εικόνα 3 - Πινακίδα Μηνυμάτων .....	30
Εικόνα 4 - Information Kiosk .....	31
Εικόνα 5 - Περιβάλλον Τερματικού .....	32
Εικόνα 6 - Public Interactive Terminal.....	35
Εικόνα 7 - Χρήση των Τερματικών ανά Στάδιο Μεταφοράς.....	36
Εικόνα 8 - Σύστημα Πληροφόρησης Επιβατών σε Πραγματικό Χρόνο.....	36
Εικόνα 9 - Απόκτηση Πληροφοριών μέσω Smartphones .....	37
Εικόνα 10 - Απεικόνιση των Στάσεων των Λεωφορείων .....	38
Εικόνα 11 - Παράδειγμα Ιστοσελίδας που Συνδέεται το Smartphone για την Ενημέρωση των Δρομολογίων.....	39
Εικόνα 12 - Σύστημα Ανίχνευσης Ατυχήματος μέσω Smartphone .....	40
Εικόνα 13 - Επικοινωνία Smartphone και Braille Συσκευής .....	41
Εικόνα 14 - Παθητική Ηλεκτρονική Ετικέτα RFID.....	42
Εικόνα 15 - Πληρωμή μέσω Κινητού.....	33
Εικόνα 16 – Συνδιαλλαγές μέσω Smartphones .....	42
Εικόνα 17 - Ιστοσελίδα Πληροφοριακών Μετακινήσεων Google Transit .....	45
Εικόνα 18 - Fleet Management System.....	48
Εικόνα 19 - Σύστημα Εντοπισμού AVL Πυροσβεστικών Οχημάτων.....	49
Εικόνα 20 - Τεχνολογία Next Bus .....	50
Εικόνα 21 - Ground Based Radio .....	51
Εικόνα 22- Σύστημα Dead Reckoning.....	52
Εικόνα 23 - Απεικόνιση Vector και Raster.....	67
Εικόνα 24 - Προτεινόμενες Πορείες Ασφαλούς Μετάβασης.....	69
Εικόνα 25 - Υπέρυθρες Ακτίνες Καταμέτρησης Επιβατών .....	70
Εικόνα 26 - Treadle Mat .....	71
Εικόνα 27 - Η Διευθέτηση ενός TSP Συστήματος.....	74
Εικόνα 28 - Contactless Smart Cards.....	76
Εικόνα 29 - Τα τέσσερα (4) επίπεδα της Interoperability .....	78

## Ευρετήριο Διαγραμμάτων

---

Διάγραμμα 1 - Μέσο Πρόσβασης Επιβατών στους Σταθμούς Μαζικής Μεταφοράς .....	10
Διάγραμμα 2 - Τιμή Εισιτηρίου του Λεωφορείου.....	11
Διάγραμμα 3 - Επιλογή Μέσου Ανάλογη της Απόστασης .....	12
Διάγραμμα 4 - Επιλογή Μέσου Ανάλογη με τη Δραστηριότητα .....	13
Διάγραμμα 5 – Καινοτόμα Τεχνολογικά Μεταφορικά Συστήματα.....	15
Διάγραμμα 6 - Pre - Crash Braking του οχήματος "Cima" της Nissan Motors .....	24

Διάγραμμα 7 - Παράδειγμα Επικοινωνίας V2V .....	25
Διάγραμμα 8 – Τρόπος Λειτουργίας των ATIS .....	29
Διάγραμμα 9 - Λειτουργική Όψη του Συστήματος ATIS .....	29
Διάγραμμα 10 - Οι επιπτώσεις από την Χρήση Πινακίδων .....	30
Διάγραμμα 11 - Διαδικασία Επανεπιλογής Δρομολογίου .....	32
Διάγραμμα 12 - Εντοπισμός Τρένου .....	34
Διάγραμμα 13 - Παροχές Πληροφοριών Μετακίνησης μέσω Smartphone .....	44
Διάγραμμα 14- Τεχνολογίες APTS .....	47
Διάγραμμα 15 - OSI / ISO μοντέλο αναφορών 7 επιπέδων .....	56
Διάγραμμα 16 - Επίπεδα IP .....	60
Διάγραμμα 17 - Διάγραμμα Ροής ενός GIS Συστήματος.....	68
Διάγραμμα 18 - Σύγκριση Χρόνου Μετακινήσεως Με και Χωρίς TSP .....	72

## Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική αναφέρεται σε τεχνολογίες οι οποίες προωθούν την ευχρηστία στις μεταφορές. Ο τομέας των ευφυών συστημάτων μεταφορών έχουν αναπτυχθεί με σκοπό να προωθήσουν την ευχρηστία στις μεταφορές καθώς και να διασφαλίσουν την ασφάλεια των επιβατών κατά τη διεξαγωγή τους αλλά και να προστατέψουν το περιβάλλον με τη μείωση της άσκοπης χρήσης των μέσων μαζικής μεταφοράς.

Ανατρέχοντας στα κεφάλαια των περιεχομένων παρακάτω γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι οι τίτλοι αυτών δεν αναφέρονται στα ευφυή συστήματα αυτών. Ο λόγος που συμβαίνει κάτι τέτοιο εντοπίζεται στο γεγονός ότι τα ευφυή συστήματα των μεταφορών δεν περιορίζονται μόνο σε αυτά που αναλύονται στη παρούσα διπλωματική αλλά το φάσμα των τεχνολογιών που χρησιμοποιούν έχει πολλαπλασιάσει τον αριθμό τους, γεγονός που καθιστά την ανάπτυξη όλων σε μία διπλωματική αρκετά δύσκολο.

Παρόλα αυτά η βιβλιογραφία που έχει γραφτεί για την ευχρηστία στις μεταφορές είναι περιορισμένη ή αποσπασματική με αποτέλεσμα η συλλογή στοιχείων για τη δημιουργία μιας πιο ολοκληρωμένης εικόνας στις τεχνολογίες που προωθούν την ευχρηστία στις μεταφορές να απαιτεί μετρήσιμο χρονικό διάστημα και συνεχή επιβεβαίωση των ερευνητικών στοιχείων.

Η διπλωματική αυτή αναλύεται σε τρία κεφάλαια. Το 1<sup>ο</sup> κεφάλαιο αναφέρεται στη βιβλιογραφική επισκόπηση για τη περισυλλογή των στοιχείων που αναπτύχθηκαν σε αυτήν και εμπλουτίζεται με μια μικρή αναφορά στη μεθοδολογία έρευνας που ακολουθήθηκε για την αποπεράτωση της.

Το 2<sup>ο</sup> κεφάλαιο αναλύει τα συστήματα ADAS, ATIS, PIS και κάποιες άλλες συσκευές που αφορούν τις μετακινήσεις επιβατών και ταξιδιωτών. Το κεφάλαιο αυτό δείχνει τις τεχνολογίες που προωθούν την ευχρηστία στις μεταφορές μέσα από την διατήρηση της ασφάλειας των μετακινήσεων, τα προχωρημένα συστήματα μετακινήσεως του επιβάτη που του εξοικονομούν χρόνο και μειώνουν την ταλαιπωρία του καθώς και τα συστήματα πληροφόρησης των μετακινήσεων που αφορούν τον επιβάτη – ταξιδιώτη. Με λίγα λόγια αναλύεται η ποιοτική σύσταση των μεταφορών μέσα από την χρήση των εν λόγω συστημάτων.

Το 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο αναφέρεται στα προχωρημένα συστήματα μετακινήσεως του κοινού και αναλύει ενδελεχώς τις τεχνολογίες που καθιστούν εφικτή τον εντοπισμό των οχημάτων κατά την κίνηση τους, την ενημέρωση σε πραγματικό χρόνο των επιβατών για οτιδήποτε αφορά τις μετακινήσεις, τη χρήση και διαθεσιμότητα των επικοινωνιακών δικτύων και πως προσφέρουν υπηρεσίες στους επιβάτες – ταξιδιώτες κατά τη διάρκεια των μετακινήσεων τους είτε με τα μέσα μαζικής μεταφοράς είτε με ιδιωτικά οχήματα.

## Εισαγωγή

Το χαρακτηριστικό γνώρισμα που κάνει ένα σύστημα, μια συσκευή, ένα προϊόν, ή μια υπηρεσία να είναι πιο εύκολο στη χρήση του ονομάζεται ευχρηστία. Όταν αναφερόμαστε στον όρο ευχρηστία, αμέσως κάνουμε λόγο για την ιδιότητα μιας συσκευής που είναι εύκολη στη χρήση της. Σύμφωνα με το διεθνές πρότυπο *ISO/DIS 924-11* που αναφέρεται στην επικοινωνία ανθρώπου και υπολογιστή, ευχρηστία είναι η δυνατότητα ενός συστήματος ή υπηρεσίας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί κάτω από καθορισμένους χρήστες, καθορισμένες συνθήκες χρήσης για να επιτευχθεί ο αρχικός στόχος ο οποίος έχει οριστεί. Στην πραγματικότητα όμως, ο όρος που χρησιμοποιείται για να εκφράσουμε την έννοια της ευχρηστίας δυστυχώς δεν υπάρχει.

Βασικό στοιχείο της είναι το φιλικό της περιβάλλον προς τον χρήστη και ιδιότητα της είναι να δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να επικοινωνήσει με διάφορα υπολογιστικά συστήματα και το αντίθετο.

Η επίτευξη ενός υψηλού επίπεδου απόδοσης αποτελεί ένα δύσκολο έργο το οποίο μπορεί να διαρκέσει και αρκετά χρόνια εξαιτίας της περιπλοκότητας ορισμένων συστημάτων. Η εμπειρία χρήσης αναπτύσσεται με το πέρασμα του χρόνου και ένας χρήστης μπορεί να θεωρηθεί έμπειρος όταν αισθανθεί ο ίδιος τον εαυτό του ικανό να αντιμετωπίσει εύκολα τέτοιου είδους συστήματα και να επιτύχει το επιθυμητό αποτέλεσμα στον ελάχιστο δυνατό χρόνο.

Σκοπός της ευχρηστίας λοιπόν είναι να προσφέρει στον χρήστη αποτελεσματικότητα<sup>1</sup>, αποδοτικότητα και ικανοποίηση σε ένα προκαθορισμένο πλαίσιο χρήσης έτσι ώστε να επιτύχει τον τελικό του στόχο με εύκολο τρόπο. Πιο συγκεκριμένα, η ευχρηστία εστιάζει κυρίως σε τρεις προκαθορισμένους στόχους:

- Στην Αποτελεσματικότητα
- Στην Αποδοτικότητα και
- Στην Ικανοποίηση

Αν και η ευχρηστία εστιάζεται στους προαναφερθέντες στόχους υπάρχουν πολλοί μελετητές που ενισχύουν αυτούς και προβάλλουν καινούργιους, οι οποίοι με τη σειρά τους

---

<sup>1</sup> Η αποτελεσματικότητα αναφέρεται στην δυνατότητα των χρηστών να ολοκληρώσουν με ακρίβεια τις στοιχειώδεις εργασίες τους. Η αποδοτικότητα απευθύνεται στο πόσο αποτελεσματικά πραγματοποιείται η επίτευξη των στόχων προς τους απαιτούμενους πόρους και στο επίπεδο των πόρων που καταναλώνονται κατά την εκτέλεση των καθηκόντων.



εμφανίζουν χαρακτηριστικά της ευχρηστίας που διευρύνουν το εύρος των εφαρμογών τους. Για παράδειγμα ο Shackel (1997) υποστηρίζει ότι η ευχρηστία προωθεί πέραν της αποτελεσματικότητας, την εκμάθηση, την ευελιξία και το επίπεδο γνώσεων ενώ ο Standon και Baber (1992) θεωρούν ότι η ευχρηστία εστιάζει στην ταυτοποίηση διεργασιών και των χαρακτηριστικών τους καθώς και στα κριτήρια του χρήστη.

Το σίγουρο είναι ότι στο σύνολο αυτών των ορισμών έχουν αναπτυχθεί μέθοδοι μετρήσεως της ευχρηστίας, οι οποίοι όμως έχουν έναν κύριο σκοπό, την μεγιστοποίηση της θετικής αλληλεπίδρασης υπολογιστικής μηχανής – ανθρώπου, το γνωστό δηλαδή HCI – Human Computer Interaction ή HMI – Human Machine interaction.

Όπως προαναφέρθηκε η διπλωματική αυτή έχει ως σκοπό την ανάλυση συστημάτων που προωθούν την ευχρηστία στις μεταφορές. Πιο συγκεκριμένα γίνονται αναφορές σε συστήματα που προβάλλουν το HCI. Δηλαδή σε μέσα μεταφοράς όπως τρένα, λεωφορεία, ιδιωτικά οχήματα καθώς και σε τερματικούς χώρους ή διαδικτυακούς τιμολογητές που υπάρχουν που μέσα από τη χρήση τους οι επιβάτες – επικείμενοι ταξιδιώτες ενημερώνονται για τις μεταφορικές μετακινήσεις εξασφαλίζοντας ποιότητα και ασφάλεια σε αυτές.

Τα ευφυή συστήματα μεταφορών<sup>2</sup> απευθύνονται σε τεχνολογικά επιτεύγματα, τα οποία προσφέρουν μια ολοκληρωμένη πληροφόρηση και μια οργανωμένη επικοινωνία σε ότι αφορά τις μεταφορικές υποδομές. Σκοπός τους είναι:

- Η βελτίωση των οικονομικών επιδόσεων,
- Η προώθηση της ασφάλειας
  - στην προστασία των ευάλωτων χρηστών του μεταφορικού δικτύου,
  - στην παρουσία των πεζών, με την ανάπτυξη συστημάτων ανίχνευσης που προειδοποιούν τους οδηγούς για την παρουσία τους
  - στους ποδηλάτες
  - στους εργαζομένους οι οποίοι συντηρούν τους δρόμους.
- Η προώθηση της κινητικότητας και
- Η προστασία του περιβάλλοντος

Η ανάπτυξη των ITS βασίστηκε στην προώθηση της κινητικότητας των πολιτών και των αγαθών η οποία παρεμποδίζεται από τη συνεχή αύξηση της κυκλοφορίας. Η

---

<sup>2</sup> Στην παρούσα διπλωματική αναλύονται μέσα από τεχνολογίες των ADAS, APTS, PIS και ATIS.

προσαυξημένη κίνηση και η κυκλοφοριακή συμφόρηση αυξάνει τον χρόνο ταξιδιού, την ατμοσφαιρική ρύπανση καθώς και την κατανάλωση καυσίμων .

Η αντιμετώπιση της κυκλοφοριακής συμφόρησης ήταν ένα από τα αρχικά κίνητρα για να αναπτυχθούν τα ευφυή συστήματα μεταφορών και η εμφάνιση τους έδωσε τη δυνατότητα στους χρήστες των μέσων μαζικής μεταφοράς, στους οδηγούς οχημάτων, στις ταξιδιωτικές υπηρεσίες αλλά και σε άλλα ενδιαφερόμενα μέρη της καλύτερης χρήσης της δυναμικότητας των μεταφορικών συστημάτων. Παρέχοντας πληροφορίες σχετικά με τις υποδομές και τις κυκλοφοριακές συνθήκες σε πραγματικό χρόνο τα ITS κατάφεραν να προσφέρουν μείωση των δρομολογίων, αύξηση της χωρητικότητας των οδικών, εναέριων και θαλάσσιων δικτύων, οργάνωση του χρόνου μετακινήσεων, εξοικονόμηση ενέργειας, πολλαπλασιασμό των εσόδων σε εθνικό επίπεδο, μεγαλύτερη αξιοπιστία στις μεταφορές και μικρότερη ταλαιπωρία μέσω της μείωσης του χρόνου μεταφοράς και των λαθών.

Αν και έχουν αναπτυχθεί πολλές τεχνολογίες που προωθούν την ευχρηστία λίγες είναι αυτές που πραγματικά το επιτυγχάνουν και χρησιμοποιούνται ευρέως από χρήστες – επιβάτες που τις έχουν ενστερνιστεί και τις θεωρούν αναπόσπαστο κομμάτι στην επιλογή τους κατά την διαδικασία των συνεχών διαμετακομίσεων τους. Ο προβληματισμός λοιπόν αυτής της διπλωματικής εστιάζεται α) στον εντοπισμό αυτών των τεχνολογιών που είναι ευρέως διαδεδομένες και προτιμώμενες από τον επιβάτη στους κύκλους των μεταφορών, β) στην ανάπτυξη των αιτιών που αυτός τις προτιμάει και γ) πως οι λιγότερο προτιμώμενες τεχνολογίες στον ίδιο τομέα θα μπορούσαν να βελτιωθούν ώστε να αγγίξουν και αυτές τα επίπεδα ικανοποίησης που αποζητά ο επικείμενος επιβάτης, ώστε να ανεβούν στην προτίμηση του.

Για να μπορέσουμε να συλλάβουμε την ιδέα δημιουργίας των σημερινών μεταφορικών συστημάτων θα πρέπει να μελετήσουμε την συμπεριφορά των επιβατών και να εντοπίσουμε τις αιτίες μόχλευσης αυτής, τις νοοτροπίες που συνήθως υιοθετούν κατά τις μετακινήσεις τους καθώς και την κοινωνικοοικονομικά τους χαρακτηριστικά τα οποία αποτελούν τα σημαντικότερα συνήθως κριτήρια στην επιλογή μέσου μεταφοράς.

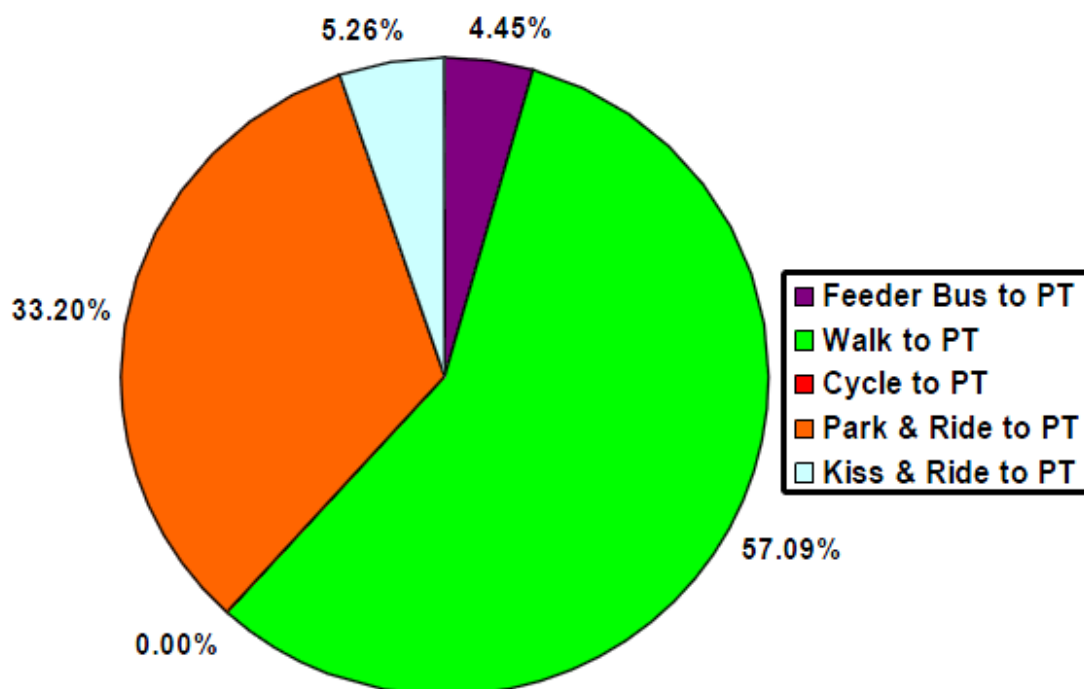
Οι κύριες διαδικασίες επιλογής μέσου μεταφοράς εντοπίζεται σε τέσσερις (4) κατηγορίες σύμφωνα με το Ελβετικό Υπουργείο Μεταφορών:

1. Από πού ξεκινάει η μετακίνηση του επιβάτη (αφετηρία)
2. Το ταξίδι στους ενδιάμεσους σταθμούς
3. Οι στάσεις στους σταθμούς επιβατών και

#### 4. Το μέρος που η μετακίνηση λαμβάνει τέλος (τελικός προορισμός)

Αναλύοντας τις τέσσερις αυτές κατηγορίες αποκομίζουμε περισσότερα συμπεράσματα όπως ότι, ο επιβάτης για να μεταβεί στην αφετηρία του μέσου μαζικής μεταφοράς θα πρέπει να χρησιμοποιήσει άλλα μέσα μεταφοράς. Για παράδειγμα στο παρακάτω σχήμα περιγράφεται το ποσοστό επιλογής του μέσου μεταφοράς του επιβάτη προς τους σταθμούς μαζικής μεταφοράς επιβατών στο Queensland της Αμερικής.

Διάγραμμα 1 - Μέσο Πρόσβασης Επιβατών στους Σταθμούς Μαζικής Μεταφοράς



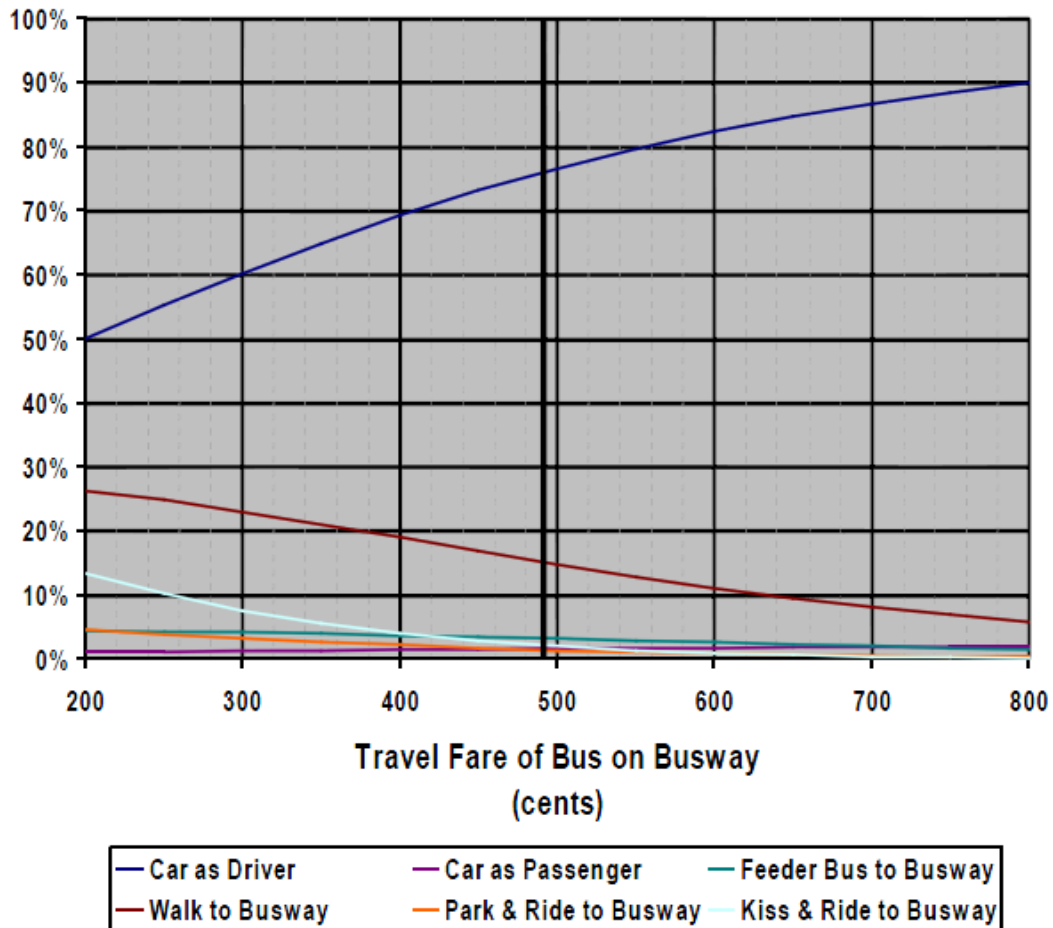
Πηγή: Omer Khan (2007)

Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα ο επιβάτης στο Queensland της Αμερικής προτιμάει να περπατάει προς στο σταθμό του τρένου ή του λεωφορείου ώστε να μετακινηθεί προς τον τελικό του προορισμό. Δεν πρέπει να αγνοηθεί το γεγονός ότι πολλοί χρήστες των μέσων μαζικής μεταφοράς χρησιμοποιούν ιδιωτικά οχήματα ή μοτοσυκλέτες για να μεταβούν στις αφετηρίες αυτών, τα οποία παρκάρουν στην γύρω περιοχή ή σε παρακείμενα γκαράζ. Ένα ερώτημα που θα μπορούσε να δημιουργηθεί μέσα από τα δεδομένα αυτού του διαγράμματος εντοπίζεται στις γενεσιουργές αιτίες που ωθούν τον επιβάτη να μετακινηθεί στις αφετηρίες με τα εν λόγω μέσα. Οι κύριες αιτίες είναι:

- Το κόστος μετακίνησης (τιμή εισιτηρίου, τιμή γκαράζ, βενζίνη κ.α.)

- Ο χρόνος αναμονής και πρόσβασης στη στάση
- Η διανυθείσα απόσταση ως την αφητηρία των σταθμών των μέσων μαζικής μεταφοράς.

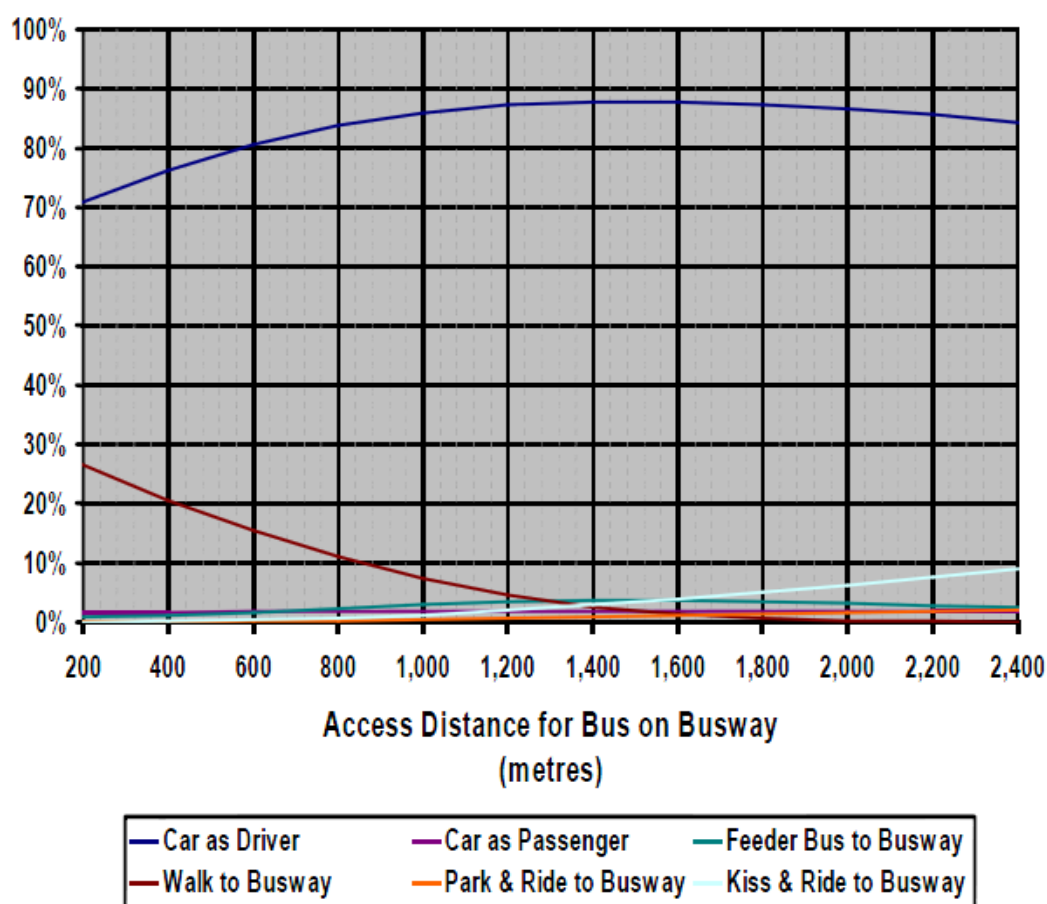
Διάγραμμα 2 - Τιμή Εισιτηρίου του Λεωφορείου



Πηγή: Omer Khan (2007)

Παρατηρούμε στο παραπάνω διάγραμμα ότι οι μετακινήσεις όσο αυξάνεται η τιμή του εισιτηρίου μειώνονται σε κάθε μέσο εκτός από την μετακίνηση με το αυτοκίνητο. Βλέπουμε ότι ο επιβάτης προτιμάει να μετακινηθεί με αυτοκίνητο όσο η τιμή του εισιτηρίου του λεωφορείου αυξάνεται. Επίσης, επιβεβαιώνεται το **διάγραμμα 1** που θέλει τον επιβάτη να περπατάει προς τους σταθμούς όσο η τιμή του εισιτηρίου του λεωφορείου είναι χαμηλή ώστε έτσι να κάνει εξοικονόμηση χρημάτων, αλλά να ακολουθεί όλο και λιγότερο αυτήν την επιλογή όσο η τιμή του εισιτηρίου αυξάνεται.

Διάγραμμα 3 - Επιλογή Μέσου Ανάλογη της Απόστασης

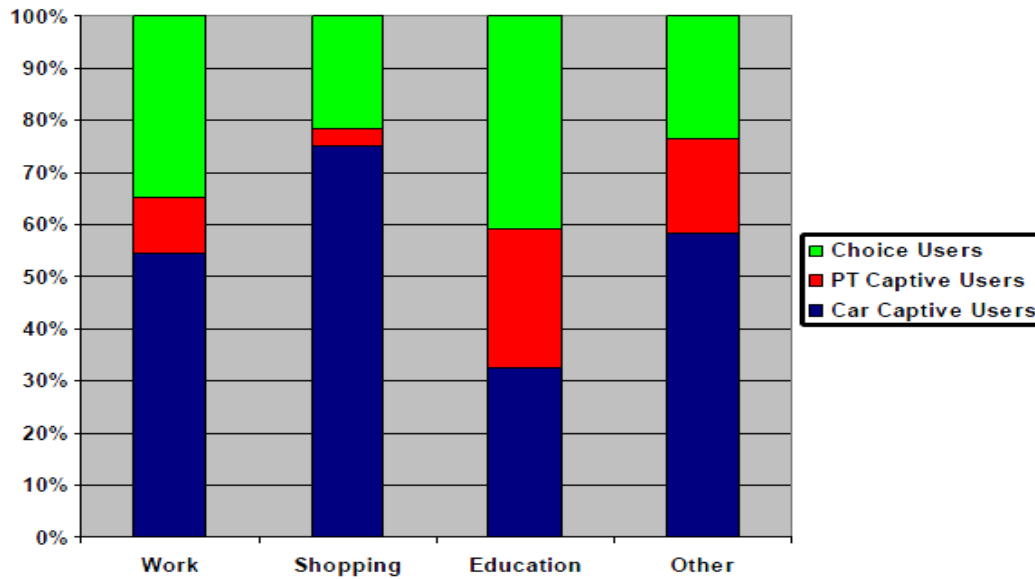


Πηγή: Omer Khan (2007)

Επιπλέον στην επιλογή του μέσου προς την αφετηρία των σταθμών των μέσων μαζικής μεταφοράς διαδραματίζει και η απόσταση της κατοικίας του επιβάτη από αυτούς τους σταθμούς. Αυτή η άποψη ενισχύεται και στο **διάγραμμα 3** όπου ο επιβάτης για ακόμη μία φορά επιλέγει το ιδιωτικό του όχημα για να μεταβεί στον προορισμό του, όσο αυτός βρίσκεται μακρύτερα από την κατοικία του.

Ο χρόνος που δαπανείται φαίνεται να είναι η σημαντικότερη αιτία στην επιλογή των μετακινήσεων. Πέραν από τον χρόνο αναμονής στη στάση πρέπει να υπολογίζεται και ο χρόνος αναμονής ανάμεσα στην εναλλαγή δύο μέσων μεταφοράς αλλά και στην εναλλαγή του ίδιου μέσου αλλά με διαφορετικό προορισμό καθώς και η απόσταση του τερματικού σταθμού από τον τελικό προορισμό.

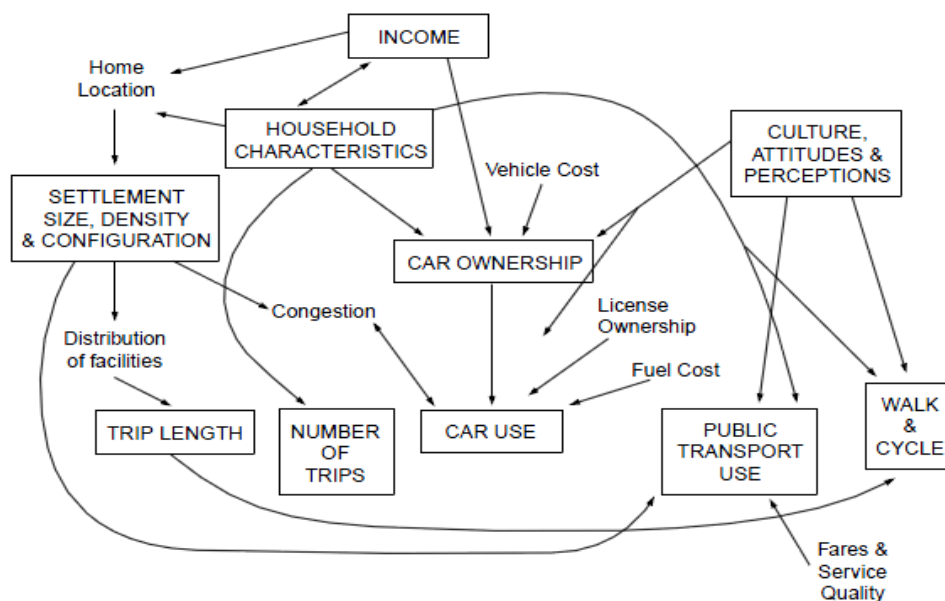
Διάγραμμα 4 - Επιλογή Μέσου Ανάλογη με τη Δραστηριότητα



Πηγή: Omer Khan (2007)

Αν και το μέτρο αναφοράς στην επιλογή των μέσων αναφοράς περιορίζεται στο Queensland της Αμερικής, αυτό δεν μετατρέπει τα δεδομένα σε λιγότερο αξιόπιστα λόγω του ότι αντίστοιχες πηγές από άλλες χώρες και πόλεις εμφανίζουν τα ίδια δεδομένα όπως στην πόλη Birmingham της Αγγλίας. Όπως παρατηρείται και στο **διάγραμμα 4** η επιλογή του αυτοκινήτου υπερिशύει των υπολοίπων μέσων λόγω του ότι η χρήση του προσφέρει μια ισορροπία μεταξύ κόστους μεταφοράς, δαπάνης χρόνου, προσβασιμότητας και ευελιξίας στην αναζήτηση του τελικού προορισμού της μετακίνησης του επιβάτη.

Σχήμα 1 - Παράγοντες που Επηρεάζουν την Επιλογή Μέσου Μεταφοράς



Πηγή: Potter & Al (1997)

Λαμβάνοντας υπόψη το παραπάνω σχήμα παρατηρούμε ότι:

- μια αύξηση του εισοδήματος του επιβάτη οδηγεί στην αύξηση της πιθανότητας να κατέχει αυτοκίνητο αλλά και της χρήσης των μέσων μαζικής μεταφοράς.
- μια αύξηση του εισοδήματος του επιβάτη οδηγεί στην αύξηση της πιθανότητας να κατέχει αυτοκίνητο αλλά στη μείωση της χρήσης των μέσων μαζικής μεταφοράς.
- Υπάρχουν πολλές υποκατηγορίες που συμβάλλουν στην επιλογή μέσου, όπως η κουλτούρα του επιβάτη και οι εγκαταστάσεις των σταθμών μεταφοράς.

Στηριζόμενα σε αυτά τα δεδομένα τα μεταφορικά συστήματα αναπτύχθηκαν με σκοπό να περιορίσουν και να εξαλείψουν τους αρνητικούς παράγοντες κατά τη μετακίνηση των επιβατών είτε με ιδιωτικά οχήματα είτε με τα μέσα μαζικής μεταφοράς .

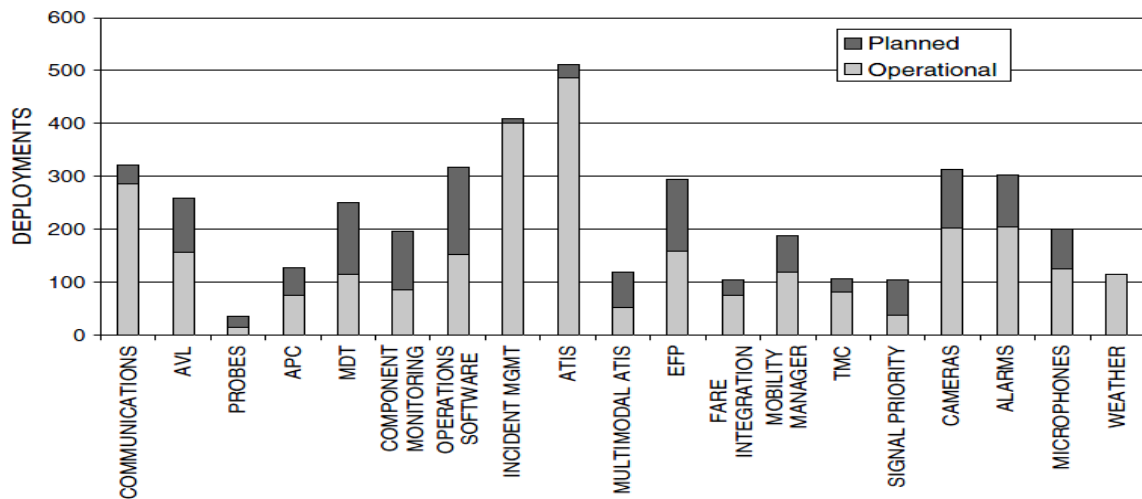
Για παράδειγμα λόγω της εκτεταμένης χρήσης του αυτοκινήτου κατά τις μετακινήσεις αναπτύχθηκαν συστήματα όπως τα ADAS που αναφέρονται παρακάτω στην διπλωματική πιο διεξοδικά για να μειώσουν τις πιθανότητες σύγκρουσης και ατυχημάτων με οχήματα, τα οποία μέσα σε δύο (2) χρόνια κατάφεραν να μειώσουν τον συνολικό αριθμό των ατυχημάτων σε παγκόσμιο επίπεδο κατά 25% και τις απώλειες κατά 20% προσφέροντας οδική ασφάλεια μέσα από συστήματα υποβοήθησης του οδηγού και άμεσης προειδοποίησης. Ακόμη ο διαγνωστικός έλεγχος του αυτοκινήτου, δηλαδή ο αυτόματος έλεγχος που πραγματοποιείται από το όχημα και ελέγχει συστήματα όπως τα λάδια της μηχανής, τον αέρα στα λάστιχα, την εύρυθμη λειτουργία της μηχανής και των περιφερειακών συστημάτων κατάφερε να μειώσει τους τραυματισμούς των ατόμων από ατύχημα κατά 50% και τον αριθμό των ατυχημάτων κατά 35%, μέσω του συστήματος προειδοποίησης του on board display.

Υπάρχουν ακόμη τεχνολογικά συστήματα όπως τα ATIS (Advanced Traveler Information Systems) που περιέχουν τεχνολογίες όπως τα kiosk, PDA's, Internet, In vehicle devices, Mobile Phones, VMS (Variable Message Signs), κ.α. Τα συστήματα αυτά αφορούν κυρίως των χρήστη των μέσων μαζικής μεταφοράς και αναπτύσσονται ενδελεχώς παρακάτω έχοντας και που η δημιουργία τους αποσκοπεί στην ικανοποίηση των προαναφερθέντων αναγκών του μετακινούμενου. Για παράδειγμα τα IVIS επιτυγχάνουν την ευελιξία στη μεταφορά ιδιαίτερα με τη χρήση οχήματος προβάλλοντας πληροφορίες

στον οδηγό που αφορούν την κυκλοφοριακή συμφόρηση, τους κλειστούς δρόμους και τα ατυχήματα στην περιοχή που αυτούς οδηγεί, ώστε να αποφύγει δύσκολες καταστάσεις και να φτάσει στον προορισμό του άμεσα, οικονομικά και με μικρότερο κίνδυνο. Τα VMS επίσης παρέχουν στον επιβάτη διάφορες πληροφορίες μέσα από πινακίδες που τις παρατηρεί είτε στο δρόμο καθώς οδηγεί είτε κατά τη μετάβαση του στους σταθμούς μέσω μαζικής μεταφοράς, δράττοντας με αυτόν τον τρόπο πληροφορίες που αφορούν την μετακίνηση του και επιτυγχάνοντας τα παραπάνω.

Δεν θα πρέπει να παραληφθεί η δυνατότητα του διαδικτύου και των κινητών τηλεφώνων ή προσωπικών συσκευών, οι οποίες προσφέρουν πληροφορίες στον επιβάτη για τις συγκοινωνίες ή τους κινδύνους κατά τη μεταφορά του ή ακόμη συνεργάζονται και με άλλα μεταφορικά συστήματα όπως το AVL (Automatic Vehicle Location) και προσφέρουν στον επιβάτη τη δυνατότητα να σχεδιάσει από πριν το ταξίδι του μέσω οικονομικής μετακίνησης, περιορισμένης ταλαιπωρίας (μειωμένος χρόνος αναμονής και χρήση λογισμικού διασκέδασης κατά τη μεταφορά) και προγραμματισμού. Τα παρακάτω διαγράμματα δείχνουν τα προτιμώμενα σήμερα μεταφορικά συστήματα και εύρος της εφαρμογής τους.

**Διάγραμμα 5 – Καινοτόμα Τεχνολογικά Μεταφορικά Συστήματα**



Πηγή: TCRP Report (2008)



# Κεφάλαιο 1

## Βιβλιογραφική Επισκόπηση

---

### 1.1. Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται οι έρευνες που αφορούν την ευχρηστία των μεταφορών. Πρόκειται για έρευνες που πραγματοποιήθηκαν στο παρελθόν με σκοπό να αναφέρουν τα τεχνολογικά επιτεύγματα και συστήματα που αναπτύχθηκαν με σκοπό να προωθηθούν στους επιβάτες και τους ταξιδιώτες υπηρεσίες που θα τους εξοικονομούσαν ευελιξία στις μεταφορές, θα τους διασφάλιζαν την ποιότητα αυτών, θα μείωναν τον χρόνο αναμονής στους τερματικούς σταθμούς και στις στάσεις των μέσων μαζικής μεταφοράς και θα επιβεβαίωναν την προώθηση της οδικής ασφάλειας κατά τις μαζικές κυρίως μετακινήσεις και στα οδικά δίκτυα με κυκλοφοριακή συμφόρηση.

Όπως είναι εύκολα αντιληπτό δεν μπορούν να αναφερθούν στα παρόν κεφάλαιο όλες οι έρευνες που αφορούν κάθε μεμονωμένη τεχνολογία που προωθεί την ευχρηστία στις μεταφορές αλλά η αναφορά σε αυτές θα εστιάσει σε γενικότερες κατηγορίες που αναφέρουν συνοπτικά και προτρέπουν τον αναγνώστη να "τρέξει" στα επόμενα κεφάλαια της παρούσης διπλωματικής και να ενημερωθεί με πιο ενδελεχή τρόπο στις πιο ειδικές τεχνολογίες των μεταφορών.

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι η παρούσα διπλωματική αναφέρεται περισσότερο στην ευχρηστία των μεταφορών που ασχολείται με τις μεταφορές των επιβατών και των ταξιδιωτών και παραλείπει το εμπορικό κομμάτι που αφορά μετακινήσεις εμπορευμάτων μέσω οποιοδήποτε δικτύου μεταφορών. Τα δεδομένα των ερευνών που αναλύονται παρακάτω στηρίζονται σε στοιχεία που χωρίζονται σε δύο (2) κατηγορίες:

- Τα πρωτογενή στοιχεία: τα οποία προέρχονται από τρέχουσες έρευνες αγοράς όπως συνεντεύξεις ταξιδιωτών μέσω ερωτηματολογίων, έρευνες προτιμήσεως μεταφορικών μέσων, τηλεφωνικές επικοινωνίες με ταξιδιώτες κ.α.
- Τα δευτερογενή στοιχεία: αυτά υπάρχουν ήδη σε διαδικτυακούς τόπους και σε υπηρεσίες του ευρύτερου δημοσίου τομέα (όπως υπουργεία μεταφορών).

## 1.2. Πρωτογενή Δεδομένα

Η έρευνα των Shalaik B., Jacob R., Mooney P. και Winstanley A. με θέμα “Using Haptics as an Alternative to Visual Map Interfaces for Public Transport Information Systems” εστιάζει στην ευχρηστία των μεταφορών μέσα από τη χρήση των κινητών τηλεφώνων και ιδιαίτερα των έξυπνων. Πραγματοποιώντας έρευνα στα πλαίσια του πανεπιστημίου της επιστήμης NUIM της Ιρλανδίας αναπτύσσουν ένα μοντέλο haptic για της παροχή μεταφορικών πληροφοριών στους επιβάτες μέσω των έξυπνων κινητών. Η μελέτη περίπτωσης που αναπτύσσουν στηρίζεται σε μεταφορές μέσω λεωφορείων λόγω του ότι, σε αυτές συναντώνται περισσότερα απρόοπτα κατά την πραγματοποίησή τους.

Μια πιο περιγραφική αναφορά στις τεχνολογίες των μεταφορών αποτελεί η αναφορά της έρευνας που διεξήχθη το 2000 από την Ομοσπονδιακή Διοίκηση Μεταφορών της Αμερικής με θέμα “ Advanced Public Transportation Systems: The State of the Art Update 2000”. Οι ερευνητές που αποτελούσαν μέλη της “Volpe National Transportation of U.S.” εστίασαν το αντικείμενο τους στην περιγραφή και ανάλυση προχωρημένων τεχνολογιών που αφορούν τις μεταφορές. Πιο συγκεκριμένα αναφέρθηκαν α) σε συστήματα διαχείρισης οχημάτων όπως λογισμικά λειτουργίας των τερματικών σταθμών και συστήματα επικοινωνιών στις μεταφορές, β) σε συστήματα πληροφόρησης του ταξιδιώτη – επιβάτη, γ) σε συστήματα ηλεκτρονικών συναλλαγών και δ) σε συστήματα διαχείρισης μεταφορικής ζήτησης. Το αποτέλεσμα αυτής της έρευνας ήταν η επίτευξη της προχωρημένης γνώσης των επιβατών για τις τεχνολογίες που τους προσφέρονται στις μεταφορές, ώστε αυτοί να επιτυγχάνουν μετακινήσεις με ευελιξία, ακριβή προγραμματισμό, ποιότητα και ασφάλεια.

## 1.3. Δευτερογενή Δεδομένα

Ο Shashi Shekhar και ο Duen Ren Liu εκπροσωπώντας το πανεπιστήμιο της Μινεσότα δημοσίευσαν το 1993 ένα άρθρο με θέμα “Genesis and Advanced Traveler Information Systems (ATIS): Killer Applications for Mobile Computing?”. Το άρθρο αυτό κάνει αναφορά στα προχωρημένα συστήματα πληροφόρησης του ταξιδιώτη, με σκοπό την προώθηση και της ευχρηστίας και της άνεσης αυτού κατά της μεταφορές. Επίσης, δεν εκλείπει η προσπάθεια για διατήρηση της οδικής ασφάλειας κατά τη χρήση των προσωπικών αλλά και μαζικής μεταφοράς μέσω περιγράφοντας τεχνολογικά συστήματα

που την προωθούν. Οι συγγραφείς του άρθρου σκεπτόμενοι περισσότερο τη προώθηση του τουρισμού και αναγνωρίζοντας τις μεταφορικές ανάγκες των τουριστών επικεντρώνουν την έρευνα του άρθρου τους στη χρήση προσωπικών συσκευών και της τεχνολογίας που χρησιμοποιούν για να συνδέονται με ασύρματα και όχι μόνο δίκτυα. Μέσα από αυτές τις συσκευές οι χρήστες τους δηλαδή οι τουρίστες και οι απλοί ταξιδιώτες θα μπορούν να ενημερώνονται μέσω των λογισμικών δικτύου για οτιδήποτε αφορά τις οδικές μετακινήσεις.

Η έρευνα της Aecom έρχεται να ενισχύσει την ευχρηστία των μεταφορών μέσω της χρήσης του σιδηροδρόμου. Αποτελεί μια πηγή πληροφοριών που επεξηγούν στον επιβάτη πώς να χρησιμοποιήσει τους επικοινωνιακούς πόρους που του διατίθενται στα τερματικά των σιδηροδρομικών σταθμών αλλά και στα τρένα αυτών κατά τη διάρκεια της επιβίβασης του, ώστε ο τελευταίος να έχει άμεσα διαθέσιμες τις πληροφορίες των μετακινήσεων που τον αφορούν. Μέσα από τη περιγραφή ενός μοντέλου επικοινωνίας στις μεταφορές που εφαρμόζεται ήδη στην Αγγλία επεξηγεί πως οι διάφορες προσωπικές ηλεκτρονικές συσκευές αλλά και οι εξοπλισμοί των τερματικών και των τρένων μέσω διάφορων δικτύων προσφέρουν πληροφορίες που αφορούν: α) χαρτογραφήσεις περιοχών, β) δρομολόγια τρένων, γ) αφίξεις και αναχωρήσεις σε πραγματικό χρόνο μέσω εγκατεστημένων συστημάτων ανίχνευσης κίνησης στις σιδηροτροχιές και δ) εκτιμήσεις στο χρόνο αφίξεων και αναχωρήσεων των τρένων μέσω του GPS. Ο τίτλος αυτού του άρθρου περιγράφεται ως “Integrated Passenger Information: Delivering the Rail End to End Journey” και δημοσιεύτηκε αρχές του 2010 από το υπουργείο μεταφορών της Αγγλίας.

Το ινστιτούτο μεταφορών της Washington μέσα από την έρευνα του, την οποία πραγματοποίησε το 1999 κατάφερε να προωθήσει μία έρευνα που τα ευρήματα της είχαν ως σκοπό να προωθήσουν την ευχρηστία στις μεταφορές σε τρία στάδια παρέχοντας σύντομες και περιγραφικές οδηγίες. Το 1<sup>ο</sup> στάδιο εστίασε στις βασικές μεταφορικές ανάγκες των επιβατών – ταξιδιωτών έχοντας υπόψη τον τρόπο σκέψης αυτών ως προς την επιλογή μέσων μεταφοράς καθώς και των διαδρομών μετακίνησης. Το 2<sup>ο</sup> εστίασε στην περιγραφή της επιλεγμένης διαδρομής μετακίνησης και την απεικόνιση των χρήσιμων πληροφοριών που την αφορούν και το 3<sup>ο</sup> στον τρόπο απεικόνισης αυτών των πληροφοριών ώστε να είναι ευανάγνωστες και ευδιάκριτες. Το σύνολο της έρευνας στηρίχτηκε σε βιβλιογραφική επισκόπηση από αντίστοιχες έρευνες που πραγματοποιήθηκαν σε Αμερική, Καναδά και Ευρώπη και μέσα από σύγκριση και αξιολόγηση αυτών προτάθηκαν οι προηγούμενες θέσεις. Σε αυτή την έρευνα εκτός από την προώθηση της ευχρηστίας δόθηκε

αρκετή έμφαση στην υποβοήθηση του επιβάτη να ξεχωρίζει και να αναγνωρίζει τα μέσα που την προωθούν. Ο τίτλος της έρευνας εντοπίζεται στον “Passenger Information Services: A Guidebook for Transit Systems”.

Χαρακτηριστική περίπτωση ευχρηστίας στις μεταφορές αποτελούν τα πληροφοριακά συστήματα των επιβατών. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούν τα διάφορα επικοινωνιακά δίκτυα ώστε να ενημερώνεται ο επιβάτης σε πραγματικό χρόνο για τις εξελίξεις των μετακινήσεων κατά τη διάρκεια της ημέρας. Η ευχρηστία μέσα από αυτά τα συστήματα παρέχεται μέσα από την εξοικονόμηση κόστους, τον προγραμματισμό των μετακινήσεων και της μείωσης του χρόνου αναμονής στα τερματικά και τις στάσεις. Η έρευνα των Peggy I., Jongo N., Meyer M., και Steinmetz R. το 2010 με τίτλο “Overview of Mobile Passenger Information Systems in Public Transport” αποτελεί υπόδειγμα περιγραφής των πληροφοριακών συστημάτων των επιβατών μέσα από τη χρήση κινητών τηλεφώνων και διαθεσιμότητας των δικτύων που τη καθιστούν εφικτή.

Μιλώντας για τεχνολογικά επιτεύγματα στις μεταφορές, τα οποία προωθούν την ευχρηστία δεν μπορούμε να παραλείψουμε τα ITS δηλαδή τα έξυπνα συστήματα μεταφορών. Το υπουργείο του Μαντράς στις Ινδίες έχει αναπτύξει αρκετά από αυτά μέσα από την έρευνα των Vanajakshi L., Ramadurairai G., και Anand A. το 2010 με τίτλο “Intelligent Transportation Systems” που ήδη εφαρμόζονται σε Αμερική, Ιαπωνία, Ευρώπη, Μέση Ανατολή και Καναδά. Τα ITS αποτελούν την κατηγορία των συστημάτων που υπάγονται τεχνολογίες που αφορούν τις μεταφορές όπως τα ADAS<sup>3</sup>, τα ATIS<sup>4</sup> και τα APTS<sup>5</sup>, τα οποία αναλύονται στα επόμενα κεφάλαια.

---

<sup>3</sup> Advanced Driver Assistance Systems

<sup>4</sup> Advanced Traveler Information Systems

<sup>5</sup> Advanced Public Transportation Systems

# Κεφάλαιο 2

## Η ευχρηστία των Ποιοτικών Μεταφορικών Συστημάτων

---

### 2.1. Το Σύστημα ADAS

Η χρήση του αυτοκινήτου στη σημερινή εποχή θεωρείται απαραίτητη και αποτελεί την πρώτη επιλογή αυτών που επιθυμούν να μετακινούνται με ταχύτητα και ευελιξία. Παρόλα αυτά η εκτεταμένη χρήση του έχει αρνητικές επιπτώσεις όπως α) την αυξημένη εκπομπή ρύπων, β) την κυκλοφοριακή συμφόρηση, γ) και τα αυξημένα ποσοστά επικείμενων θανατηφόρων ατυχημάτων και τραυματισμών.

Τα προχωρημένα συστήματα υποβοήθησης του οδηγού (ADAS<sup>6</sup>) έχουν ως σκοπό να αντιμετωπίσουν τα προηγούμενα και να προωθήσουν την ευχρηστία στη χρήση του αυτοκινήτου. Τα συστήματα αυτά αποτελούν αποτέλεσμα αλληλεπίδρασης ανθρώπου - μηχανής (human – machine interaction) και έχουν γίνει πιο γνωστά στην αγορά με το προώθηση των Active Cruise Controls (ACC), την πρώτη γενιά συστημάτων υποβοήθησης στην οδήγηση οχημάτων.

Ο σκοπός των ACC συστημάτων είναι α) η αυξομείωση ταχύτητας, β) η διατήρηση της αποστάσεως από τα προπορευόμενα οχήματα και γ) η διατήρηση του οχήματος στην ίδια γραμμή κυκλοφορίας. Μέσα από αυτές τις ενέργειες επιτυγχάνεται α) η ελάττωση της σωματικής συμμετοχής του οδηγού λόγω του αυτόματου ελέγχου του πεντάλ της επιτάχυνσης, β) και η ελάττωση της ψυχικής πίεσης που νιώθει ο οδηγός όταν καλείται να αποφασίσει πότε θα φρενάρι ή θα αλλάξει γραμμή κυκλοφορίας, μιας και αυτό πραγματοποιείται αυτόματα από το cruise control.

Αυτά τα συστήματα επιδέχονται βελτίωσης και αναβάθμισης και μπορούν να προσφέρουν ακόμη περισσότερη άνεση κατά τη διάρκεια της οδήγησης του οχήματος. Παρόλα αυτά, τα συστήματα αυτά, τα οποία στηρίζονται σε αισθητήρες που παρέχουν πλήθος δεδομένων ανά πάσα στιγμή δεν δύνανται να αντικαταστήσουν ή να πλησιάσουν τα αισθητήρια όργανα του ανθρώπου.

---

<sup>6</sup> ADAS – Advanced Driver Assistance Systems

Θεωρητικά όσο πιο πολλοί αισθητήρες χρησιμοποιούνται για την προώθηση της αυτόματης πλοήγησης του οχήματος τόσο πιο πολύπλοκο γίνεται το σύστημα αυτής, με αποτέλεσμα η χρήση του να απαιτεί εξειδίκευση και εκπαίδευση από τον οδηγό γεγονός που μειώνει την ευχρηστία και την “καλή συνεργασία – αλληλεπίδραση μεταξύ ανθρώπου και μηχανής (Von Herrn Julien H. Simon 2005).

### 2.1.1. Κατηγορίες Συστημάτων των ADAS

Το ACC σύστημα το οποίο αναλύθηκε παραπάνω αποτελεί ένα από τα συστήματα που απαρτίζουν ένα πιο ολοκληρωμένο σύνολο των ADAS. Τα πιο διαδεδομένα από αυτά τα συστήματα είναι:

- I. **Το σύστημα προειδοποίησης εγκατάλειψης της λωρίδας κυκλοφορίας.** Το σύστημα αυτό ειδοποιεί τον οδηγό όταν το όχημα αυτού ξεκινάει να εγκαταλείπει την λωρίδα κυκλοφορίας που ως τότε το όχημα ακολουθούσε χωρίς ο οδηγός να έχει “ενημερώσει” πρωτίστως το σύστημα ότι κάτι τέτοιο είχε πρόθεση να πραγματοποιήσει. Ο σκοπός αυτού του συστήματος είναι να ειδοποιεί τον οδηγό όταν το όχημα του προτίθεται να αλλάξει λωρίδα όταν σε αυτόν επιδρούν η κόπωση ή η απόσπαση κατά την οδήγηση. Η ειδοποίηση στον οδηγό πραγματοποιείται μέσω ηχητικού σήματος ή δόνησης του καθίσματός του. Η διαδρομή πριν συμβεί αυτό ξεκινάει από τις video cameras, οι οποίες εντοπίζονται στο πίσω μέρος των καθρεπτών και εντοπίζουν τις γραμμές κυκλοφορίας στο οδόστρωμα. Το λογισμικό του συστήματος επεξεργάζεται τις εικόνες που του παρέχουν οι κάμερες και όντας σε σύμπραξη με τους υπόλοιπους αισθητήρες του συνδυάζει τις πληροφορίες, οι οποίες προέρχονται από τη γωνία του τιμονιού, και τη θέση των πεντάλ (φρένου και επιτάχυνσης).
- II. **Το σύστημα υποβοήθησης παρκαρίσματος:** Ο υπολογισμός του χώρου παρκαρίσματος είναι η κυριότερη λειτουργία του συγκεκριμένου συστήματος. Καθώς το όχημα κινείται με 20 χλμ/ώρα ο αισθητήρας μετράει την απόσταση του κενού ανάμεσα στα υπόλοιπα αντικείμενα. Η μέτρηση αυτή πληροφορεί

τον οδηγό αν το κενό είναι αρκετά μεγάλο, περιορισμένο ή πολύ μικρό για να μπορέσει το αυτοκίνητο να παρκάρει σε αυτό.

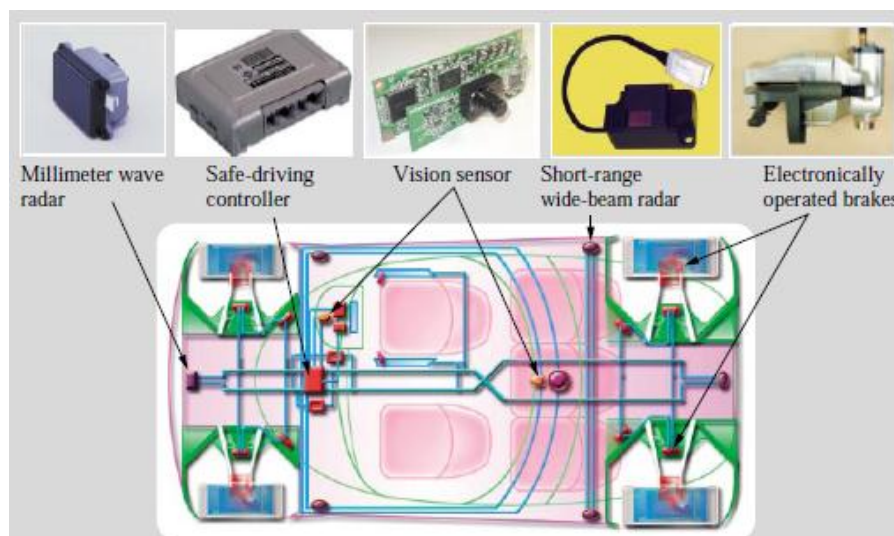
- III. **Το σύστημα αποφυγής σύγκρουσης:** Οι πληροφορίες αυτού του συστήματος παρέχουν στον οδηγό την δυνατότητα να προβεί σε διορθωτικές κινήσεις με σκοπό να περιορίσει ή και να αποφύγει τη σύγκρουση με άλλο όχημα. Οι αισθητήρες εδώ λειτουργούν με σκοπό α) να εντοπίσουν το πόσο κοντά βρίσκεται το όχημα σε άλλα οχήματα, τα οποία το περιβάλλουν, β) πόσο πρέπει να μειωθεί η ταχύτητα του όταν πρόκειται να πραγματοποιήσει πορεία καμπύλη και γ) πόσο κοντά βρίσκεται το όχημα στην άκρη του οδοστρώματος. Επίσης, το σύστημα αυτό μπορεί να φανεί χρήσιμο όταν ο οδηγός πρόκειται να αλλάξει λωρίδα και όταν ο σκοτεινός τομέας του οχήματος δεν του επιτρέπει να εντοπίσει με ακρίβεια τις κινήσεις των λοιπών οχημάτων που πορεύονται μαζί του.
- IV. **Το σύστημα εντοπισμού υπνηλίας του οδηγού:** Η διατήρηση της οξύτητας του οδηγού και η αποτροπή του να κοιμηθεί κατά τη διάρκεια της οδήγησης είναι οι κυριότεροι σκοποί το εν λόγω συστήματος. Χρησιμοποιώντας αισθητήρες που μετρούν την οξύτητα του οδηγού αλλά και την πυκνότητα της κυκλοφορίας, το σύστημα ειδοποιεί μέσω ηχητικών, οπτικών και απτικών σημάτων τον οδηγό.
- V. **Το σύστημα νυχτερινής οράσεως:** Η νυχτερινή όραση μετατρέπει τη νύχτα σε μέρα και δίνει τη δυνατότητα στον οδηγό να αναγνωρίσει ευκολότερα στο σκοτάδι τους πεζούς και οποιοδήποτε εμπόδιο. Ακόμη θεωρείται χρήσιμο για οδήγηση σε σκοτεινές περιοχές χωρίς ίχνος φωτός και σε περιοχές όπου οι καιρικές συνθήκες περιορίζουν την ορατότητα σε σημαντικά επίπεδα.

## 2.1.2. Καινοτόμο Σύστημα στη Προχωρημένη Οδήγηση

Η Hitachi Group άρχισε να αναπτύσσει από το 2000 τα παραπάνω συστήματα φτάνοντας στην αποκορύφωση των καινοτομιών της δημιουργώντας ένα σύστημα φρεναρίσματος πριν τη σύγκρουση του οχήματος το οποίο, θα μείωνε στο ελάχιστο τη σφοδρότητα της σύγκρουσης ή θα καθιστούσε εφικτή την ολική αποφυγή της επικείμενης σύγκρουσης.

Πιο συγκεκριμένα, το σύστημα αυτό στηρίχτηκε στον υπολογισμό της απόστασης και ταχύτητας του προπορευόμενου οχήματος και σχεδιάστηκε με σκοπό να ανακτά τον έλεγχο της πέδησης και να φρενάρει με όσο το δυνατόν λιγότερο χρόνο απόκρισης. Το σύστημα αυτό σχεδιάστηκε να παρέχει βοήθεια στον οδηγό μόνο όταν το όχημα του εντοπίζεται σε εθνικές οδούς ή σε οδούς ταχείας κυκλοφορίας και όχι στο κέντρο της πόλης, όπου οι στάσεις, τα φρεναρίσματα, και οι επιταχύνσεις του οχήματος απαιτούν πιο πολύπλοκα συστήματα υποβοήθησης στην οδήγηση.

Εικόνα 1 - Αυτόματο Σύστημα Πέδησης της Hitachi Group (ADAS)<sup>7</sup>

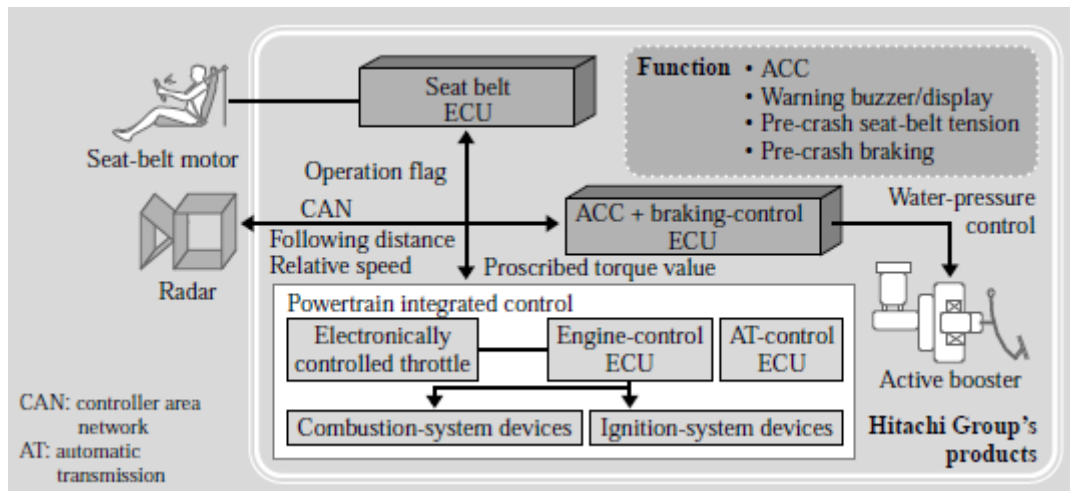


Πηγή: Hitachi Group (2005)

<sup>7</sup> Το σύστημα αυτό της Hitachi όπως φαίνεται και στην εικόνα 1 στηρίζεται σε ραντάρ μέτρησης και σε αισθητήρες "όρασης" οι οποίοι βρίσκονται μπροστά, πίσω και στα πλάγια του οχήματος με σκοπό να εντοπίζουν τις κινήσεις γύρω από το όχημα στο εξωτερικό περιβάλλον.



Διάγραμμα 6 - Pre - Crash Braking του οχήματος "Cima" της Nissan Motors



Πηγή: Hitachi Group (2005)

### 2.1.3. Επικοινωνία Vehicle to Vehicle (V2V)

Πρόκειται για μια επικοινωνία ανάμεσα στα οχήματα με σκοπό να ειδοποιούνται μεταξύ τους όταν οδεύουν προς σύγκρουση. Αποτελεί μια καινοτομία το ADAS και προωθεί σε μεγαλύτερο ποσοστό την ασφάλεια και την διασφάλιση της κατά τις μετακινήσεις των επιβατών με τα οχήματά τους. Η μεταξύ επικοινωνία των οχημάτων επιτυγχάνεται μέσω του δικτύου VANET<sup>8</sup> (Zheng Chen 2010). Αν και ακόμη το VANET βρίσκεται σε πειραματικό στάδιο φαίνεται ότι η χρήση του στα αυτοκίνητα θα μειώσει κατά πολύ τα ατυχήματα στους δρόμους.

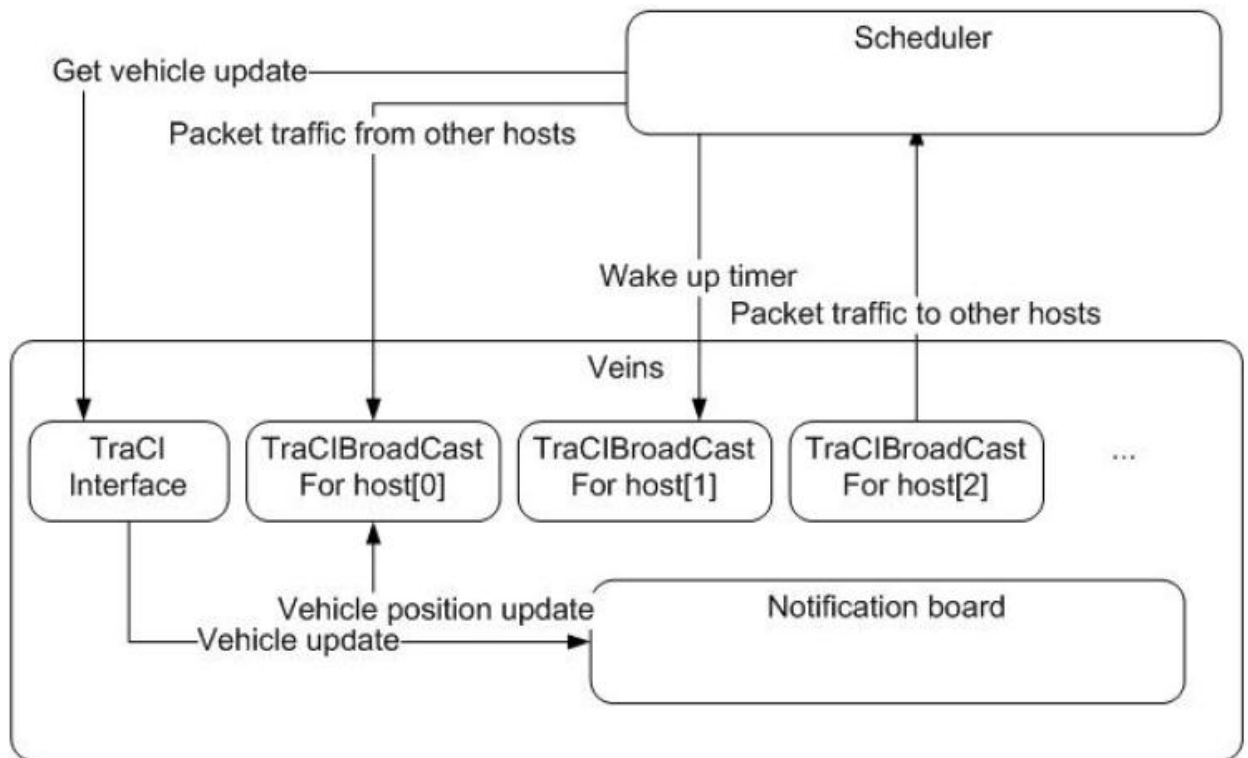
Το δίκτυο αυτό στηρίζεται σε wireless επικοινωνία μεταξύ των οχημάτων κάποιας εμβέλειας με τη χρήση του GPS<sup>9</sup>, της κυψελοειδούς τοπογραφίας (κεραίες κινητών τηλεφώνων) και φυσικά της επικοινωνίας Ad hoc<sup>10</sup>, που σε συνδυασμό με τους αισθητήρες, τα ραντάρ και τις άλλες πηγές που είναι διαθέσιμες στο όχημα (π.χ. ηλεκτρονικοί χάρτες) δίνει τη δυνατότητα στον οδηγό να προβλέπει και να αποφεύγει άμεσα την σύγκρουση με άλλο όχημα.

<sup>8</sup> Vehicular Ad Hoc Networks

<sup>9</sup> Global Positioning System

<sup>10</sup> Η Ad Hoc λειτουργία αποτελεί μια άμεση wireless σύνδεση μεταξύ δύο συσκευών. Η λειτουργία αυτή επιτρέπει όλες οι ασύρματες συσκευές εντός εμβέλειας μεταξύ τους να ανακαλύπτουν η μία την άλλη και να επικοινωνούν σε peer-to-peer δίκτυο χωρίς τη συμμετοχή κεντρικών σημείων πρόσβασης (routers ή servers) αλλά μόνο των πόρων των κόμβων που ισομοιράζονται μεταξύ των συσκευών.

Διάγραμμα 7 - Παράδειγμα Επικοινωνίας V2V



Πηγή: Zheng Chen (2010)

#### 2.1.4. Επικοινωνία Vehicle to Infrastructure (V2I)

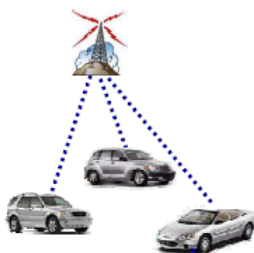
Η επικοινωνία αυτή αναπτύσσεται μεταξύ του οχήματος και της υποδομής του οδοστρώματος. Κάθε όχημα που μετακινείται σε κάποια περιοχή μπορεί να αποκτήσει διάφορα δεδομένα που αφορούν την τεχνική της υπόσταση. Πιο συγκεκριμένα με τη χρήση των αισθητήριων οργάνων του, το όχημα "διαβάζει" το οδόστρωμα και εντοπίζει τις περιοχές που θεωρούνται επικίνδυνες κατά την οδήγηση. Τα αισθητήρια όργανα αναλύονται αναλυτικότερα στη παράγραφο που ασχολείται με τα συστήματα ADAS. Τα δεδομένα, τα οποία συλλέγονται αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων του οχήματος και το όχημα αποκτά κάποια μνήμη και ιστορικό αυτών. Ακόμη, τα δεδομένα, τα οποία συλλέγονται μέσω των αισθητήρων δεν περιορίζονται μόνο στο οδόστρωμα αλλά και στην πυκνότητα της κίνησης μέσω της καταμέτρησης των οχημάτων που συναντώνται στο δρόμο κατά την οδήγηση, στην ενημέρωση από τις πινακίδες και στις συναντήσεις περιστατικών σε διάφορα ύψη των οδικών δικτύων.

Ακόμη, διάφοροι μόνιμοι σταθμοί ρυθμίσεως της κυκλοφορίας ενημερώνουν για όλες τις εξελίξεις που μπορούν να διαδραματίζονται σε ένα οδικό δίκτυο και τις εκπέμπουν

σε πεπερασμένο και πραγματικό χρόνο αναλόγως την τεχνολογική τους υποστήριξη. Τα δίκτυα που συνήθως χρησιμοποιούνται είναι ασύρματα και η πρόσβαση μεταξύ τους είναι ελεύθερη.

Το εν λόγω σύστημα επιτρέπει στα οχήματα να χρησιμοποιούν τα δεδομένα από τους αισθητήρες των προπορευόμενων οχημάτων και να ενημερώνονται για την υποδομή του οδοστρώματος και τους επικείμενους κινδύνους που ίσως να αντιμετωπίσουν στην επόμενη διασταύρωση ή ύψος του οδοστρώματος. Επιπροσθέτως, το σύστημα αυτό παίρνει πληροφορίες από τους σταθμούς που ενημερώνουν για τη υποδομή του οδοστρώματος και προειδοποιούν τον οδηγό έγκαιρα. Στη σημερινή εποχή οι επικοινωνίες V2V και V2I συνεργάζονται και δίνουν ένα αποτέλεσμα που προωθεί την ασφάλεια, την ταχύτητα και την άνεση στις μεταφορές των οχημάτων.

Εικόνα 2 - Επικοινωνία V2I



Πηγή: Wieland Holfelder (2004)

### 2.1.5. Επικοινωνία Vehicle to Person (V2P)

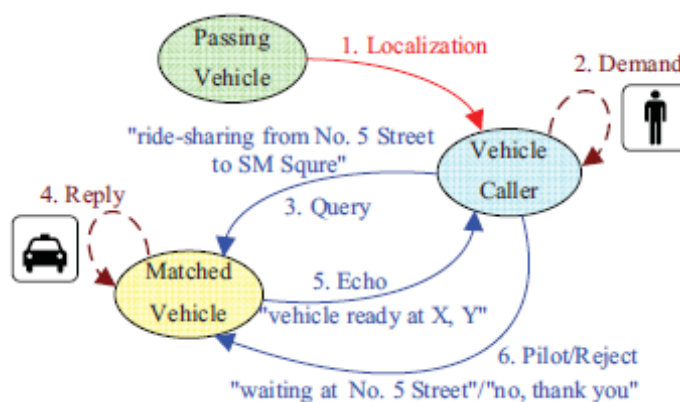
Αυτού του είδους η επικοινωνία επιτρέπει στο χρήστη κάποιας ασύρματης συσκευής να επικοινωνεί άμεσα και στιγμιαία με κάποιο από τα διερχόμενα οχήματα, εφόσον ο χρήστης βρίσκεται στην άκρη κάποιας οδού και χρειάζεται οσοστόπ. Μέσω κάποιου δικτύου (όπως το Vanet<sup>11</sup>), η συσκευή του χρήστη που μπορεί να είναι κάποιο smartphone ή Android κινητό τηλέφωνο συνδέεται με τις οθόνες (Heads Up Display) κάποιου διερχόμενου αυτοκινήτου. Ο χρήστης της συσκευής δύναται να εκφράσει τις επιθυμίες του ως προς το ταξίδι και να τις φανερώνει στον οδηγό του οχήματος που τον πλησιάζει ώστε αυτός με τη σειρά του να αποφασίζει αν μπορεί να τις ικανοποιήσει.

Για παράδειγμα ο επικείμενος επιβάτης μπορεί να δηλώσει μέσω της συσκευής του ότι επιθυμεί να μεταβεί σε ένα συγκεκριμένο προορισμό ή ότι χρειάζεται πρώτες βοήθειες

<sup>11</sup> Vehicular Ad Hoc Networks: Επιτρέπουν την ασύρματη επικοινωνία Peer – to – Peer μορφής, ώστε να επιτρέπονται οι επικοινωνίες V2V, V2I, V2P και P2P.

ή ίσως κάποια οδική βοήθεια, ώστε ο οδηγός του διερχόμενου οχήματος να αποφασίσει αν μπορεί να τον βοηθήσει.

Σχήμα 2 - Διαδικασία Κλήσεως του Οχήματος



Πηγή: Liu N., Ming Liu M., Cao J., Chen G., Lou W. (2009)

Στο παραπάνω σχήμα αναπαρίσταται η διαδικασία των βημάτων που μεσολαβούν ώστε ο χρήστης να επικοινωνήσει με το οδηγό του διερχόμενου οχήματος. Τα βήματα αυτά αναλύονται παρακάτω ώστε να δοθεί με περισσότερη λεπτομέρεια η ανάλυση αυτής της επικοινωνίας μεταξύ τους.

- ✚ Βήμα 1<sup>ο</sup> – Localization: Σε αυτό το βήμα, αυτός που καλεί το όχημα προσπαθεί να εντοπίσει τους τριγύρω πομπούς ώστε να γνωστοποιήσει τις αποστάσεις που μεσολαβούν μεταξύ αυτού και των οχημάτων που πλησιάζουν και εκπέμπουν μέσω GPS την τοποθεσία τους.
- ✚ Βήμα 2<sup>ο</sup> – Demand: Ο επικείμενος επιβάτης γνωστοποιεί μέσω μηνύματος τις επιθυμίες του ως προς τη μεταφορά και το αποστέλλει μέσω του δικτύου (Vanet).
- ✚ Βήμα 3<sup>ο</sup> – Query: Σε αυτό το βήμα ελέγχονται τα οχήματα, τα οποία ταιριάζουν με τα στοιχεία του απεσταλμένου μηνύματος.
- ✚ Βήμα 4<sup>ο</sup> – Reply: Ο οδηγός ενημερώνεται για την αίτηση του επιβάτη μέσω μιας συσκευής που υπάρχει στο όχημα, μέσω της οποίας ο ίδιος μπορεί να δεχτεί ή να απορρίψει την εν λόγω αίτηση.
- ✚ Βήμα 5<sup>ο</sup> – Echo: Αν ο οδηγός δεχτεί την αίτηση τότε ένα ηχητικό μήνυμα αποστέλλεται στον επικείμενο επιβάτη.
- ✚ Βήμα 6<sup>ο</sup> – Pilot/Reject: Αν το ηχητικό μήνυμα που αποστέλλεται στον επικείμενο επιβάτη είναι το 1<sup>ο</sup> ή επικυρώνεται από αυτόν, τότε η συσκευή του επικείμενου επιβάτη

εξακολουθεί να στέλνει το πιλοτικό<sup>12</sup> μήνυμα μέχρι το όχημα να σταματήσει να τον παραλάβει. Αν τίποτα από αυτά τα δύο δεν συμβαίνει τότε η συσκευή αποστέλλει μήνυμα απόρριψης προς το όχημα.

## 2.2. Το Σύστημα Advanced Traveler Information (ATIS)

Το σύστημα αυτό έχει ως σκοπό να επεξεργάζεται δεδομένα τα οποία αφορούν πληροφορίες ταξιδιού και να ενημερώνει τους επιβάτες και οδηγούς των οχημάτων. Πιο συγκεκριμένα προσφέρει πληροφορίες σε επιβάτες που μετακινούνται καθημερινώς προς το χώρο εργασίας με τη χρήση των Μαζικών Μέσων Μεταφοράς αλλά και των ιδιωτικών οχημάτων τους. Ακόμη, μέσα από τις πληροφορίες που διαθέτει βοηθάει τους τουρίστες να επισκεφθούν με περισσότερη ευκολία τα αξιοθέατα της πόλης μέσω της προγραμματισμένης ανταπόκρισης των μέσων μεταφοράς που χρειάζονται για να μεταβούν σε αυτά έχοντας ως αφετηρία διάφορα σημεία της πόλεως.

Η πρόσβαση σε αυτά μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω της χρήσης κινητών τηλεφώνων, βομβητών, φορητών υπολογιστών ή οποιασδήποτε άλλης συσκευής, η οποία μπορεί να έχει πρόσβαση στο διαδίκτυο με οποιονδήποτε τρόπο. Η ανάπτυξη του συστήματος αυτού στηρίχτηκε στο σύστημα IVHS<sup>13</sup> το οποίο αναπτύχθηκε με σκοπό να βελτιώσει την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα των ταξιδιών με τη χρήση οχημάτων. Καθίσταται λοιπόν λογικό το σύστημα ATIS να έχει υιοθετήσει το χαρακτήρα του συστήματος IVHS και να προσφέρει στους ταξιδιώτες πληροφορίες σχεδιασμού ταξιδιού, αντίληψης, ανάλυσης και υποβοήθησης στην απόφαση (decision making) για να προωθηθεί με αυτόν τον τρόπο η ευκολία, η ασφάλεια και η αποτελεσματικότητα του ταξιδιού.

### 2.2.1. Τρόπος Λειτουργίας του ATIS

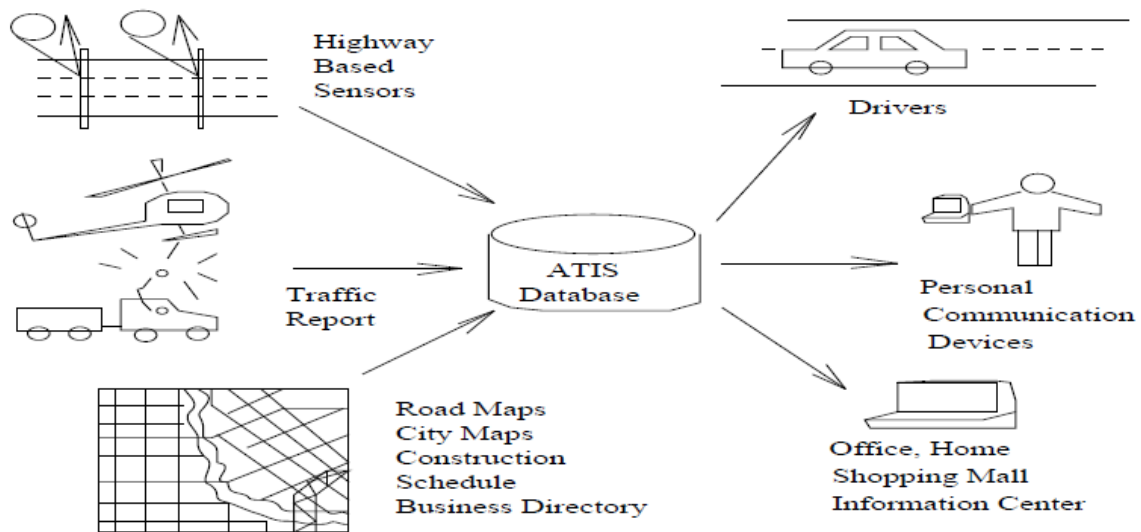
Τα ATIS αποκτούν πληροφορίες από διάφορες πηγές όπως: α) από αναφορές κυκλοφοριακής συμφόρησης, β) από προγραμματισμένες κυκλοφοριακές μετακινήσεις, γ) από οδικούς αισθητήρες, δ) από ψηφιακούς χάρτες (επιλογή διαδρομής, πληροφορίες οδικής βοήθειας), ε) από επικρατούσες καιρικές συνθήκες, στ) από ζώνες κατασκευής και γενικώς, από οποιοδήποτε πληροφοριακό μέσο, το οποίο είναι διαθέσιμο.

<sup>12</sup> Το 1<sup>ο</sup> μήνυμα που εξέπεμψε ο επικείμενος επιβάτης γνωστοποιώντας τις μεταφορικές του προθέσεις.

<sup>13</sup> Intelligent Vehicle Highway System

Μέσα από αυτές τις πηγές ο επιβάτης καταφέρνει να χρησιμοποιεί υπηρεσίες όπως: α) Traveler Information Service (ξενοδοχεία, χάρτες, αξιοθέατα), β) Pre-trip Travel Information Service (οδικές και καιρικές συνθήκες πριν το ταξίδι), γ) Route guidance Service (κοντινότερες δυνατές αποστάσεις, μικρότερος χρόνος ταξιδιού), δ) En - Route Driver Advisory Service (ζώνες κατασκευής, κυκλοφοριακή συμφόρηση, κυκλοφοριακά περιστατικά) και ε) Emergency Notification and Personal Security Service ( χρήση βομβητών, κινητών τηλεφώνων και άλλων μέσων για δήλωση περιπτώσεων ανάγκης).

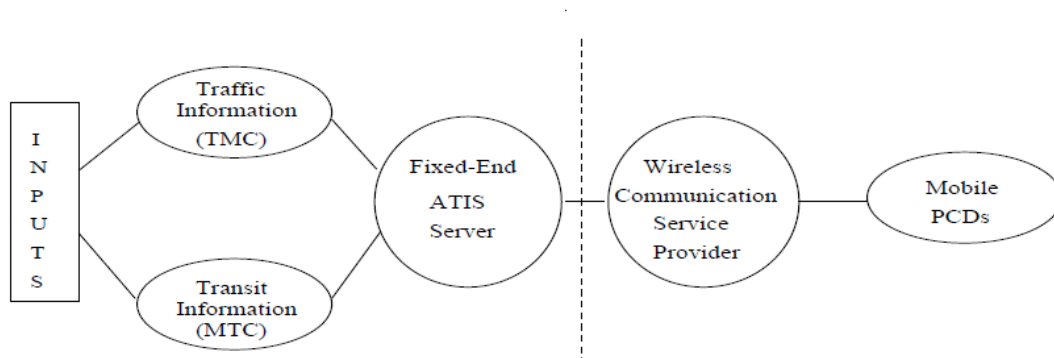
**Διάγραμμα 8 – Τρόπος Λειτουργίας των ATIS**



Πηγή: University of Minnesota (1993)

Το παρακάτω διάγραμμα αποτελεί μια διαγραμματική αναπαράσταση του δικτύου του ATIS το οποίο περιγράφει με πιο τρόπο έχει στηθεί το δίκτυο αυτό ώστε να προσφέρει τις υπηρεσίες του στον επιβάτη.

**Διάγραμμα 9 - Λειτουργική Όψη του Συστήματος ATIS**



Πηγή: University of Minnesota (1993)

### 2.2.1.1. Σύστημα VMS<sup>14</sup>

Οι πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων όπως αποκαλούνται σε ελεύθερη μετάφραση (Variable Message Signs) αποτελούν μέρος των ATIS και προωθούν με την σειρά τους την ευχρηστία στις μεταφορές. Οι εν λόγω πινακίδες τοποθετούνται στην άκρη του δρόμου για να προβάλλουν διάφορα μηνύματα και σημαντικά γεγονότα. Προειδοποιούν για την κυκλοφοριακή συμφόρηση, τα γεγονότα, τα όρια ταχύτητας και οτιδήποτε άλλο θεωρείται σημαντική πληροφορία για την ασφάλεια και ευκολία κατά τη μετακίνηση του ταξιδιώτη.

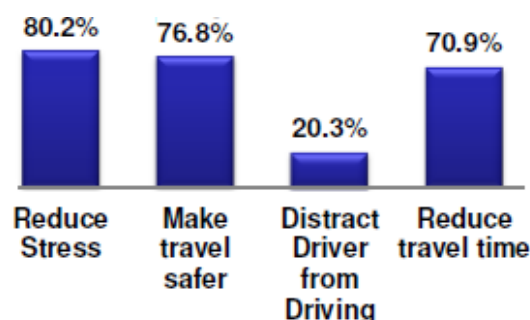
Οι πιο εξελιγμένες λειτουργικά πινακίδες πολλές φορές προβάλλουν στον οδηγό πιο ειδικές πληροφορίες όπως: α) την επιλογή εναλλακτικών διαδρομών, β) το όριο ταχύτητας ταξιδιού και γ) προειδοποιήσεις σχετικές με την διάρκεια και τοποθεσία κάποιου περιστατικού που ίσως ανακόψει την ομαλή μετάβαση του οχήματος στον προορισμό του.

Εικόνα 3 - Πινακίδα Μηνυμάτων



Πηγή: Information Technology Madras (2011)

Διάγραμμα 10 - Οι επιπτώσεις από την Χρήση Πινακίδων



Πηγή: Information Technology Madras (2011)

Όπως φαίνεται στο πιο πάνω διάγραμμα οι επιπτώσεις από την χρήση των πινακίδων είναι περισσότερο θετικές παρά αρνητικές. Η ενημέρωση που αποκτά ο οδηγός

<sup>14</sup> Variable Message Signs

από αυτές έχει ως αποτέλεσμα να μειώνεται το στρες που του δημιουργείται κατά τη διαδρομή και να φτάνει στον προορισμό του γρηγορότερα και ασφαλέστερα. Το μόνο αρνητικό που μπορεί να υπολογισθεί εντοπίζεται στο γεγονός ότι κατά ένα μικρό ποσοστό γίνεται αφορμή απόσπασης του οδηγού από την οδήγηση.

#### 2.2.1.2. Σύστημα Information Kiosk

Το σύστημα αυτό αποτελείται από μικρά τερματικά (terminals) τα οποία εγκαθίστανται σε διάφορες περιοχές με σκοπό να παρέχουν πληροφορίες και υπηρεσίες στο ενδιαφερόμενο κοινό. Τα δρομολόγια και οι στάσεις (σε real time) των μέσων μαζικής μεταφοράς, οι υπηρεσίες που υπάρχουν σε κάθε περιοχή (όπως τράπεζες, αστυνομικά τμήματα, πρεσβείες, νοσοκομεία κ.α.), οι ψηφιακοί χάρτες των γύρω περιοχών, οι επικρατούσες καιρικές συνθήκες, η πρόσβαση στον ιστότοπο είναι μερικές από τις υπηρεσίες που μπορεί να προσφέρει ένα τέτοιο τερματικό (kiosk).

Τέτοια τερματικά εντοπίζονται σε περιοχές πολυσύχναστες όπως είναι οι εμπορικοί οδοί, τα τερματικά των τρένων και των λεωφορείων, μεγάλες πλατείες και αξιοθέατα με σκοπό να εξυπηρετήσουν οποιοδήποτε χρήστη που έχει εύλογες απορίες για τα πολυσύχναστα αυτά μέρη.

Συνήθως αποτελούνται από οθόνες αφής, πληκτρολόγια ή ποντίκι για να μπορεί ο χρήστης να περιηγείται στο λογισμικό τους, ηχεία για την ενημέρωση του χρήστη μέσου ηχητικού μέσου, βιντεοκάμερα συνήθως για χρήση του ιντερνέτ και ένα λογισμικό προσιτό στο μέσο κοινό με τη προσθήκη βοήθειας των μενού, επιλογής γλώσσας, περιγραφικών εικονιδίων ακόμη και μουσικής.

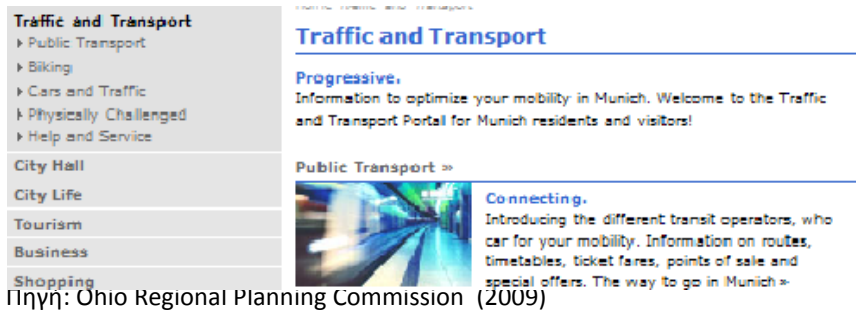
Εικόνα 4 - Information Kiosk



Πηγή: Υπουργείο Μεταφορών της Αμερικής (2000)



Εικόνα 5 - Περιβάλλον Τερματικού

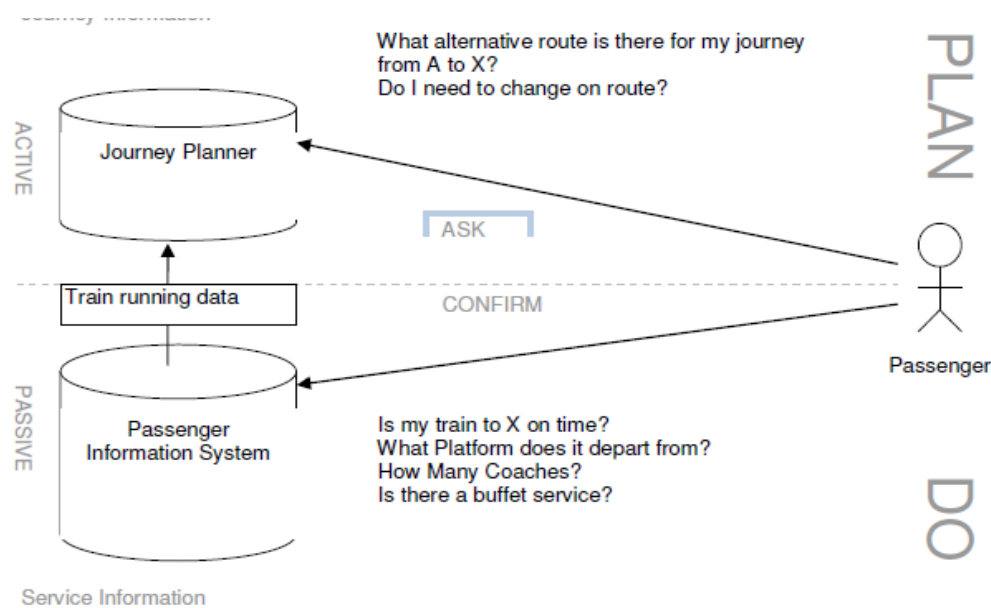


Πηγή: Ohio Regional Planning Commission (2009)

## 2.3. Passenger Information Services (PIS)

Η υπηρεσία πληροφόρησης των επιβατών έχει ως σκοπό να προσφέρει στους επιβάτες την καλύτερη δυνατή πληροφορία που αφορά τις μετακινήσεις. Η υπηρεσία αυτή μοιάζει πολύ με τα προχωρημένα συστήματα μετακινήσεως του κοινού (APTS) που αναπτύσσονται ενδελεχώς στο επόμενο κεφάλαιο με τη μόνη διαφορά ότι η υπηρεσία πληροφόρησης των επιβατών περιορίζεται μόνο στην εκμείευση και προβολή πληροφοριών που αφορούν τις μετακινήσεις. Η ευχρηστία μιας τέτοιας υπηρεσίας διαφαίνεται στη δυνατότητα παροχής δεδομένων πραγματικού χρόνου, γεγονός που προσφέρει στον επιβάτη τη δυνατότητα να εξοικονομήσει χρόνο και ταλαιπωρία με την αποφυγή άσκοπων αναμονών και την προτίμηση εναλλακτικών διαδρομών και μέσων μεταφοράς.

Διάγραμμα 11 - Διαδικασία Επανεπιλογής Δρομολογίου



Πηγή: UK. Department of Transportation (2010)

Μία πληροφορία πραγματικού χρόνου στηρίζεται σε τεχνολογίες αισθητήρων που φέρουν τα μέσα μεταφοράς, οι οποίοι υποδηλώνουν την ακριβή θέση και χρόνο του κάθε μέσου. Παράδειγμα αποτελεί ο συρμός του τρένου που εντοπίζεται στην παρακάτω διαδικασία.

Οι σιδηροδρομικές γραμμές αποτελούν ηλεκτρικώς απομονωμένα τμήματα γνωστά ως "ηλεκτρικά κυκλώματα της ράγας". Σε αυτά τα κυκλώματα εφαρμόζεται ηλεκτρική τάση, η οποία ασκείται σε ηλεκτρονόμο<sup>15</sup> (ρελέ).

Όταν το τρένο περάσει από το επίπεδο του ηλεκτρονόμου αυτή η ηλεκτρική τάση διακόπτεται και η παρουσία του τρένου γνωστοποιείται. Όπως είναι λογικό το τρένο κατά τη μετακίνηση του αλλάζει συρμούς ώστε να κατευθυνθεί στον επιθυμητό προορισμό.

Το προαναφερθέν σύστημα εκτός από γνωστοποίηση της θέσης του τρένου χρησιμεύει και για τη σηματοδότηση των σιδηροδρομικών γραμμών επιδεικνύοντας τις κατειλημμένες σιδηροδρομικές γραμμές και υποδεικνύοντας τις επιλογές άλλων.

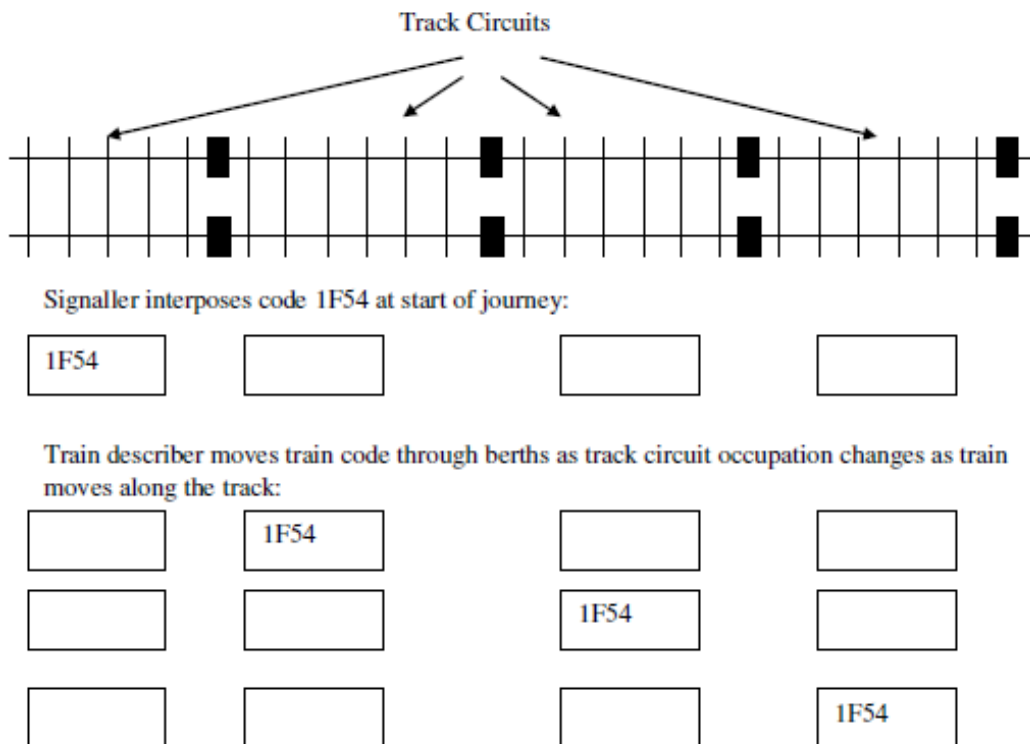
Η ταυτότητα του τρένου παραμένει γνωστή ακόμη και όταν αυτό αλλάζει σιδηροδρομικές γραμμές λόγω του ότι αρχικά στην αφετηρία του δόθηκε κάποιος κωδικός ταυτοποίησης και όταν αυτό ξεκίνησε τη διαδρομή του υπήρχε συνεχής παρακολούθηση των κινήσεων του.

Στο παρακάτω διάγραμμα επεξηγείται πως ο επιβάτης αποκτά πληροφορίες πραγματικού χρόνου για τη θέση του τρένου που αναμένει. Επίσης, στα σημερινά τρένα χρησιμοποιούνται και η τεχνολογία του GPS που το τρένο εντοπίζεται μέσω χρήσης δορυφόρων.

---

<sup>15</sup> Το ρελέ, ή ο ηλεκτρονόμος όπως λέγεται στα ελληνικά, είναι στην ουσία ένας ηλεκτρομαγνήτης, που όταν εφαρμοσθή στα άκρα του πηνίου του η τάση που είναι κατασκευασμένο να αντέχει, τότε έλκει και συγκρατεί ένα σίδηρο, ή πιο σωστά ένα κομμάτι από αρκετά σιδερένια φύλλα, μονωμένα μεταξύ τους.

Διάγραμμα 12 - Εντοπισμός Τρένου



Πηγή: UK. Department of Transportation (2010)

Η τεχνολογία GPS είναι ευρέως διαδεδομένη σε όλα τα μέσα μεταφοράς και χρησιμεύει και εξυπηρετεί στη μετάδοση της πληροφορίας σε πραγματικό χρόνο. Ο συνδυασμός του Ιντερνέτ με την τεχνολογία GPS προσφέρει τις πληροφορίες στους επιβάτες μέσω:

- α) SMS μηνυμάτων προς τα κινητά τηλέφωνα για ειδοποίηση αφίξεων - αναχωρήσεων,
- β) των at stop displays, οι οποίες προβάλλουν τον χρόνο αναχώρησης και αφίξεως των μέσων μεταφοράς, τον αριθμό γραμμής και κατεύθυνση των οχημάτων και την γεωγραφική πληροφορία της διαδρομής που ακολουθούν.
- γ) των οθονών on board, οι οποίες προβάλλουν πληροφορίες καθώς το μέσο μεταφοράς κινείται. Οι πληροφορίες αυτές εντοπίζονται στον προορισμό του οχήματος, την ονομασία της επόμενης στάσης, τις πληροφορίες σύνδεσης με άλλες συγκοινωνιακές γραμμές και τις υπηρεσίες εκτός λειτουργίας.

δ) των Τερματικών Γραφείων και Οικείων (Office/Home terminals), τα οποία αποτελούν μία ομάδα συστημάτων τα οποία παρέχουν πληροφορίες και χρονοδιαγράμματα στάσεων των μέσων μεταφοράς, τα ονόματα των στάσεων και τους χάρτες των διαδρομών.

ε) των Ενεργών Τερματικών του Κοινοῦ (Public Interactive Terminals), τα οποία αποτελούν πληροφοριακά συστήματα που παρέχουν πληροφορίες σε ταξιδιώτες πριν την έναρξη του ταξιδιού του, ώστε να μπορέσουν οι προηγούμενοι να σχεδιάσουν το ταξίδι τους και να επιλέξουν: α) τα κατάλληλα μέσα μεταφοράς, β) τις κατάλληλες διαδρομές και γ) τον χρόνο αναχωρήσεως. Οι επικοινωνίες μεταξύ των τερματικών και των κέντρων ελέγχων στηρίζεται σε τηλεφωνικές γραμμές που χρησιμοποιούν modem με πρωτόκολλα TCP-IP.

Εικόνα 6 - Public Interactive Terminal



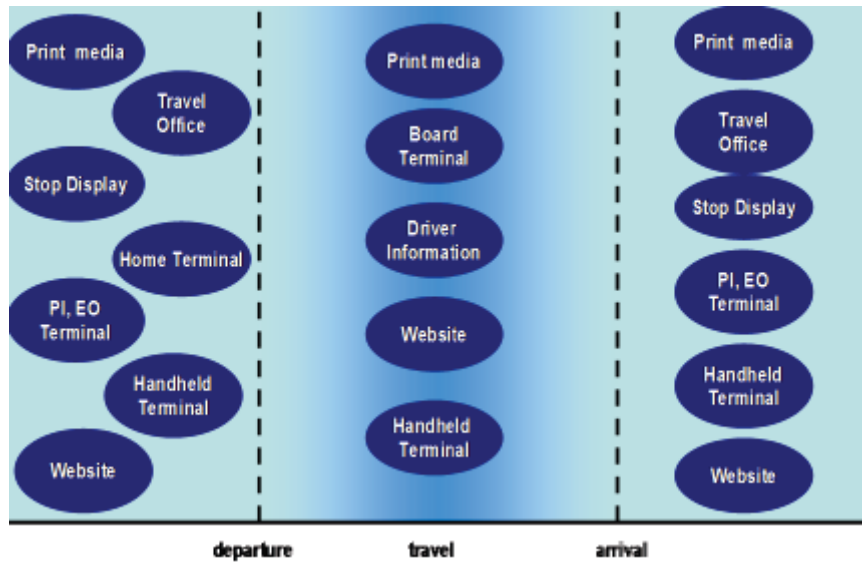
Πηγή: <http://www.rslweb.co.uk>

στ) των Τερματικών Γραφείων Αναζήτησης (Enquiry Office Terminals), των οποίων οι χρήστες αποτελούν υπαλλήλους ταξιδιωτικών γραφείων. Οι υπάλληλοι αυτών των γραφείων έχουν πρόθεση να απαντήσουν σε ερωτήσεις επικείμενων επιβατών σε θέματα μεταφορών σε άμεσο χρόνο. Η επικοινωνία μεταξύ των δύο μερών πραγματοποιείται μέσω τηλεφωνικών γραμμών ή πρωτοκόλλου Frame Relay .

ζ) των ιστοσελίδων που προσφέρουν πραγματικές και πεπερασμένες σε χρόνο πληροφορίες σε πολύγλωσσο περιβάλλον.

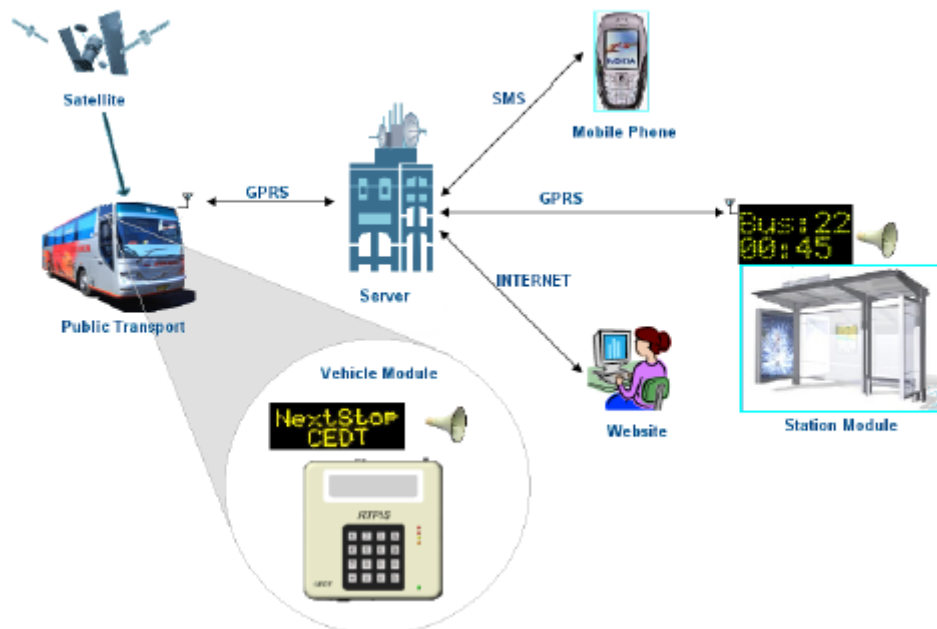
η) των *τερματικών Handheld*, τα οποία αποτελούν φορητές συσκευές<sup>16</sup> που παρέχουν τη δυνατότητα μεταφορικών πληροφοριών σε ταξιδιώτες. Στηρίζονται σε τεχνολογίες NFC και mobile που χρησιμοποιούν πρωτόκολλα WAP.

Εικόνα 7 - Χρήση των Τερματικών ανά Στάδιο Μεταφοράς



Πηγή: Peggy L. Nguetse Jongo, Marek Meyer, Ralf Steinmetz (2010)

Εικόνα 8 - Σύστημα Πληροφόρησης Επιβατών σε Πραγματικό Χρόνο



Πηγή: Ganesh K., Thrivikraman M., Joy K., Hareesh D., Sudhakar G., Sugata S. (2010)

<sup>16</sup> Όπως PDA, κινητά τηλέφωνα, φορητούς υπολογιστές και έξυπνες συσκευές.

### 2.3.1. Smartphones

Η χρήση των smartphones είναι ευρέως διαδεδομένη στις μεταφορές κυρίως μέσα από τη δυνατότητα που παρέχουν να προβάλλουν τα προγράμματα των μετακινήσεων των μέσων μαζικής μεταφοράς και τη δυνατότητα εντοπισμού των οχημάτων με τη χρήση GPS, σε πραγματικό χρόνο. Πολλά από τα λογισμικά των "έξυπνων τηλεφώνων" επιτρέπουν την πρόσβαση σε ιστοσελίδες ώστε ο χρήστης τους να λαμβάνει πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο.

Επιπροσθέτως, παρέχεται η δυνατότητα στους χρήστες με τη χρήση της τηλεφωνίας, της τηλετυπίας και της επικοινωνίας με άλλες συσκευές κινητών να αποκτώνται οι πληροφορίες μετακίνησης που χρειάζονται ώστε να μεταβούν στον προορισμό τους έγκαιρα και με ασφάλεια.

Οι πληροφορίες στις μεταφορές προσφέρονται συνήθως από συστήματα που αναπτύχθηκαν με σκοπό να τις παρέχουν σε πραγματικό χρόνο. Παράδειγμα αποτελεί το σύστημα «Onebusaway», το οποίο αναπτύχθηκε στο Seattle της Αμερικής με σκοπό να παρέχει πληροφορίες στους χρήστες των smartphones.

Έτσι με μία απλή αποστολή μηνύματος, ή μία κλήση, ή μία σύνδεση στην ιστοσελίδα του, το σύστημα ενημερώνει τον χρήστη του κινητού. Παράδειγμα τέτοιων ενεργειών αποτελεί η παρακάτω εικόνα που δείχνει δύο έξυπνες συσκευές (NOKIA αριστερά, iPhone δεξιά) που ενημερώνονται σε πραγματικό χρόνο για τα δρομολόγια και τους προορισμούς των μέσων μαζικής μεταφοράς.

Εικόνα 9 - Απόκτηση Πληροφοριών μέσω Smartphones



Πηγή: Ferris B, Watkins K, Borning A (2011)

Τα έξυπνα τηλέφωνα έχουν τη δυνατότητα να συνδέονται σε Wi-Fi και δορυφορικά δίκτυα λειτουργώντας υπό λογισμικά που παρέχουν τη δυνατότητα απεικόνισης και χαρτογράφησης πολλών γεωγραφικών περιοχών<sup>17</sup>. Όπως είναι εύκολα αντιληπτό ο χρήστης τους μπορεί να παρατηρήσει σε ένα χάρτη οποιεσδήποτε πληροφορίες τον αφορούν όπως για παράδειγμα: τα βενζινάδικα, τα ξενοδοχεία και τους σταθμούς των μέσων μαζικής μεταφοράς που εντοπίζονται στην περιοχή που βρίσκεται.

**Εικόνα 10 - Απεικόνιση των Στάσεων των Λεωφορείων**



Πηγή: Ferris B, Watkins K, Borning A (2011)

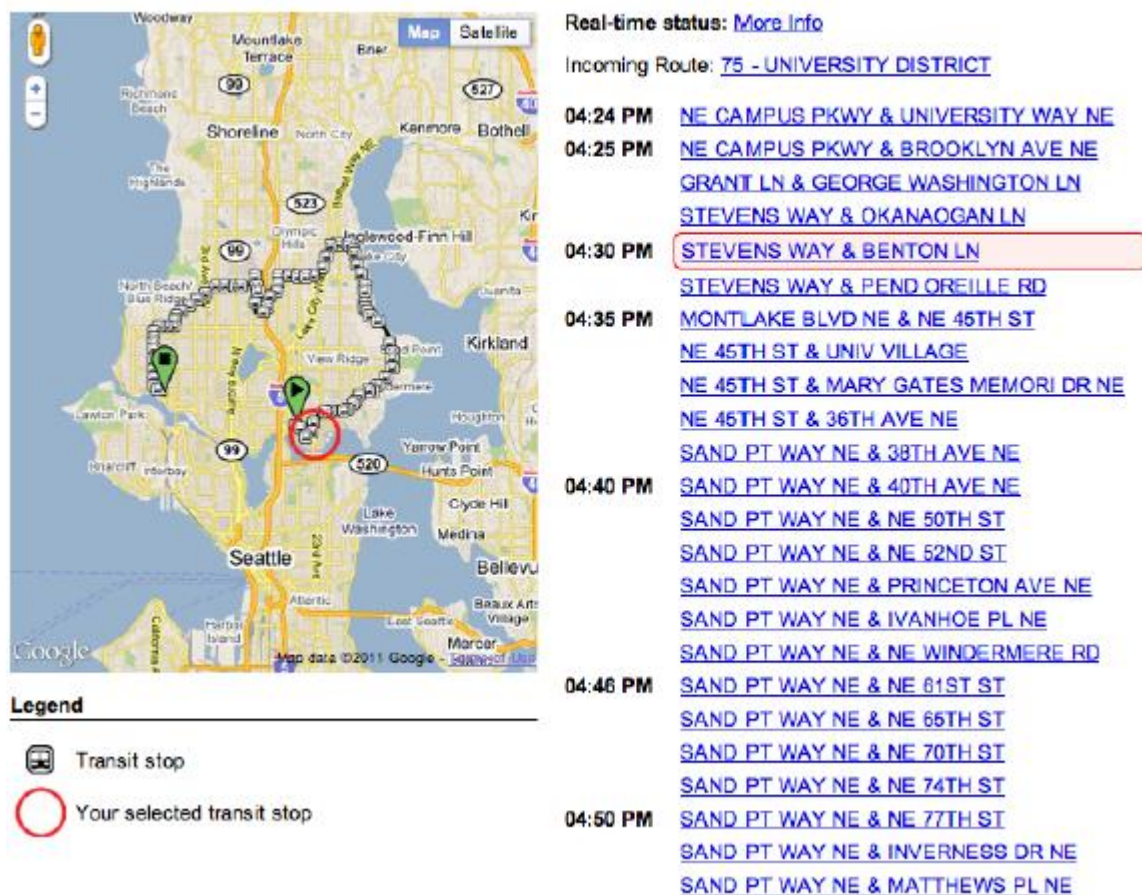
Οι πληροφορίες που αφορούν τον εντοπισμό του οχήματος στηρίζονται κυρίως στη δυνατότητα εντοπισμού που έχουν τα έξυπνα τηλέφωνα μέσω δορυφόρων αλλά δεν αποτελούν το μοναδικό μέσο εντοπισμού θέσης. Υπάρχουν και άλλες τεχνολογίες εντοπισμού του οχήματος, οι οποίες αναπτύσσονται στην παράγραφο που αναφέρονται τα συστήματα AVL. Μέσω GPS το έξυπνο τηλέφωνο έχει άμεση επικοινωνία με το όχημα και εκμειεύει την πληροφορία για την στιγμιαία θέση του αλλά όταν το όχημα χρησιμοποιεί μέσα εντοπισμού, όπως ταχύμετρο και τριγωνισμό η στιγμιαία θέση του οχήματος γνωστοποιείται στο χρήστη της έξυπνης συσκευής εμμέσως, μέσα από την ιστοσελίδα της μεταφορικής υπηρεσίας (π.χ. [onebusaway.org](http://onebusaway.org)).

---

<sup>17</sup> Geographical Information System, τα οποία αναπτύσσονται σε παρακάτω παράγραφο.

## Route 75 - BALLARD NORTHGATE

Trip # 1\_15416123 - Block # 1\_2529377



Πηγή: Ferris B. (2011)

### 2.3.1.1. Περαιτέρω Λειτουργίες των Smartphones

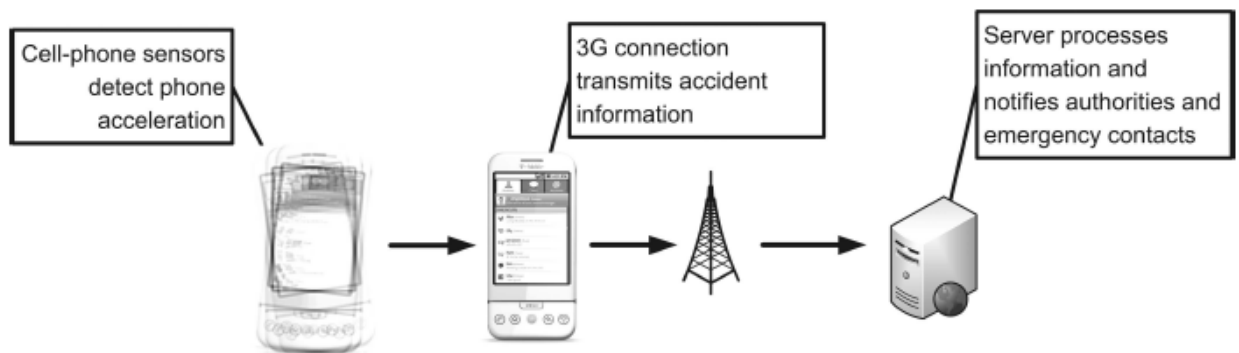
Οι λειτουργίες των Smartphones στον τομέα των μεταφορών δεν περιορίζονται μόνο στον εντοπισμό του οχήματος και στην ενημέρωση των μεταφορικών προγραμμάτων. Υπάρχουν λειτουργίες που είναι χρήσιμες εξίσου στις μεταφορές των επιβατών και των ταξιδιωτών, μερικές από τις οποίες θα αναπτυχθούν παρακάτω:

- **Η λειτουργία ανίχνευσης οδικών ατυχημάτων:** Στα περισσότερα οχήματα υπάρχει ένα σύστημα ανίχνευσης οδικών ατυχημάτων, το οποίο στηρίζεται σε αισθητήρες - μετρητές επιτάχυνσης και αισθητήρες χρήσης των αερόσακων. Αφού εντοπιστεί το ατύχημα χρησιμοποιείται ένας κυβλοειδής ραδιοπομπός για να επικοινωνήσει το όχημα με κάποιο



κέντρο παρακολούθησης της οδικής κυκλοφορίας, ώστε να αποσταλούν οι πρώτες βοήθειες. Στο smartphone η διαδικασία δεν διαφέρει πάρα πολύ. Η έξυπνη συσκευή χρησιμοποιεί μία πυξίδα, ένα μετρητή επιταχύνσεως και ένα δέκτη GPS. Τα όργανα αυτά επιτρέπουν στο smartphone να προσδιορίσει την γεωγραφική θέση, την κατεύθυνση και τη κίνηση του χρήστη. Ο συνδυασμός αυτών των οργάνων αποτελεί το "μαύρο κουτί" ,όταν κάποιο ατύχημα συμβαίνει συλλαμβάνοντας δεδομένα τα οποία στηρίζονται στην κατεύθυνση και επιτάχυνση του οχήματος που συνέβη το ατύχημα. Χρησιμοποιώντας τεχνολογία 3G στις επικοινωνίες, το smartphone ενημερώνει έναν κεντρικό διακομιστή στέλνοντας του τις πληροφορίες που σύλλεξε, ο οποίος με τη σειρά του τις αποστέλλει στις κατάλληλες αρχές ώστε να αποσταλούν οι πρώτες βοήθειες.

Εικόνα 12 - Σύστημα Ανίχνευσης Ατυχήματος μέσω Smartphone

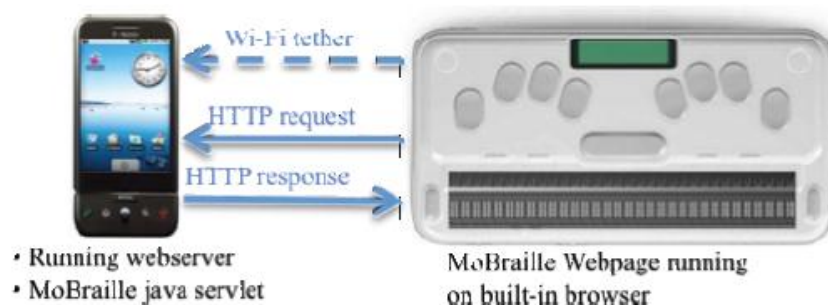


Πηγή: Thompson C, White J, Dougherty B, Albright A, Schmidt C.D. (2008)

- **Η λειτουργία καθοδήγησης ατόμων με αναπηρία στις δημόσιες μεταφορές:** Η ευχρηστία των smartphone στις μεταφορές καλύπτει και τις ανάγκες των ατόμων με αναπηρία και πιο συγκεκριμένα αυτών που έχουν τα τύφλωση και κώφωση. Η Braille αποτελεί μία γλώσσα επικοινωνίας, η οποία έχει αναπτυχθεί με σκοπό να εξυπηρετεί τα άτομα με αναπηρία και να τα βοηθάει να επικοινωνούν με τον γύρω κόσμο. Υπάρχουν συσκευές, οι οποίες προβάλλουν σε οθόνη τη γλώσσα Braille και χρησιμοποιούνται από τους χρήστες τους όταν αυτοί θέλουν να επικοινωνήσουν με τα άτομα γύρω τους. Όντας γνωστή η ύπαρξη της εν λόγω συσκευής έχει αναπτυχθεί ένα

σύστημα που ονομάζεται "MoBraille"<sup>18</sup>. Το MoBraille επιτρέπει στο Smartphone να συνδέεται με την ιστοσελίδα του, όταν υπάρχει διαθέσιμη μία Wi-Fi σύνδεση. Μέσω αυτής της ασύρματης σύνδεσης και της ιστοσελίδας η οθόνη της συσκευής Braille συνδέεται με το Smartphone. Πιο συγκεκριμένα, η οθόνη της Braille συσκευής "φορτώνει" και προβάλλει την ιστοσελίδα του συστήματος MoBraille. Με τη φόρτωση της ιστοσελίδας στέλνεται αίτηση επικοινωνίας με το Smartphone μέσω ενός προγράμματος Java<sup>19</sup>, το οποίο είναι εγκατεστημένο ήδη σε αυτό. Το πρόγραμμα αυτό επιτρέπει στη συσκευή Braille να χρησιμοποιήσει τους αισθητήρες<sup>20</sup> του Smartphone ώστε να ενημερώνεται ο χρήστης για τις αφίξεις και αναχωρήσεις των μέσων μαζικής μεταφοράς σε πραγματικό χρόνο και στη δική του γλώσσα επικοινωνίας μέσω της πληκτρολόγησης στην Braille συσκευή των πληροφοριών<sup>21</sup> που τον ενδιαφέρουν.

Εικόνα 13 - Επικοινωνία Smartphone και Braille Συσκευής



Πηγή: Azenkot S., Fortuna E. (2010)

- **Η λειτουργία απόκτησης ηλεκτρονικού εισιτηρίου:** Η λειτουργία αυτή του smartphone στηρίζεται στην επικοινωνία NFC (Near Field Communication). Η επικοινωνία αυτή είναι ασύρματη με εύρος μικρής ακτίνας και στηρίζεται σε τεχνολογία RFID (Radio Frequency Identification). Μέσα από αυτή την τεχνολογία το Smartphone δύναται να πραγματοποιήσει ανέπαφες συναλλαγές για αγορές και εκδόσεις εισιτηρίων. Η τεχνολογία RFID πραγματοποιεί αυτόματες αναγνώσεις και μεταφορές δεδομένων δια μέσου ενός ηλεκτρομαγνητικού ραδιοσήματος, το οποίο αποτελείται από

<sup>18</sup> Το σύστημα "MoBraille" έχει αναπτυχθεί στη πολιτεία του Seattle. Μπορεί το σύστημα αυτό να μην υφίσταται σε άλλες χώρες ή να φέρει διαφορετικό όνομα αν προσφέρονται παρεμφερείς υπηρεσίες.

<sup>19</sup> Πιο συγκεκριμένα η ονομασία του προγράμματος είναι Java Servlet.

<sup>20</sup> Όπως GPS, πιξίδα, Κατεύθυνση, Φωνητικές οδηγίες κ.α.

<sup>21</sup> Οι πληροφορίες μπορεί να εντοπίζονται στον αριθμό του λεωφορείου, στην ονομασία της στάσης, στο χρόνο αναμονής, στο πρόγραμμα μετακινήσεως κ.α και προσφέρονται από τους αισθητήρες του Smartphone.

έναν "αναγνώστη" (reader) που συνδέεται σε μια πηγή ενέργειας και μία παθητική ηλεκτρονική ετικέτα. Η ετικέτα αποτελεί έναν αναμεταδότη που λαμβάνει την ενέργεια λειτουργίας του από τον "αναγνώστη" με μαγνητική επαγωγή. Η παθητική ηλεκτρονική ετικέτα RFID ενεργοποιείται μέσω της επαφής της με τον αναγνώστη που δεν είναι άλλος από το Smartphone.

Εικόνα 14 - Παθητική Ηλεκτρονική Ετικέτα RFID



Πηγή: Burkard S. (2012)

- **Η λειτουργία πληρωμών μέσω κινητού τηλεφώνου (Smartphone):** Η λειτουργία αυτή μοιάζει με αυτή της εκδόσεως του εισιτηρίου. Ο χρήστης κουνώντας το έξυπνο τηλέφωνο πάνω κάτω σε έναν αναγνώστη πραγματοποιεί μια πληρωμή απλώς με την είσοδο κάποιου PIN για λόγους ασφαλείας. Η επικοινωνία που χρησιμοποιείται είναι NFC ή Bluetooth, οπότε γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι είναι εφικτές και συνδιαλλαγές<sup>22</sup> μεταξύ ατόμων που κατέχουν smartphone (όπως μεταφορά χρημάτων από ένα άτομο σε άλλο μέσω κινητής συσκευής).

Εικόνα 15 - Πληρωμή μέσω Κινητού



Πηγή: Burkard S. (2012)

Εικόνα 16 – Συνδιαλλαγές μέσω Smartphones



Πηγή: Burkard S. (2012)

- **Η λειτουργία συλλογής δεδομένων μέσω των αισθητήρων:** Τα Smartphones όπως είναι ήδη γνωστό φέρουν αισθητήρες που συλλέγουν δεδομένα. Η δυνατότητα αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε έρευνες, οι οποίες αποσκοπούν στην περισυλλογή δεδομένων που αφορούν τις μετακινήσεις των χρηστών οποιοδήποτε μέσου μεταφοράς. Τα δεδομένα αυτά θα βοηθήσουν στην προώθηση της ποιότητας και της ασφάλειας στις μετακινήσεις και θα συμβάλλουν στην ανάπτυξη μεθόδων, τεχνολογικών και μη που προωθούν την ευχρηστία στις μεταφορές. Παράδειγμα αποτελεί

<sup>22</sup> Μέσα από πρωτόκολλο επικοινωνίας Peer to Peer.

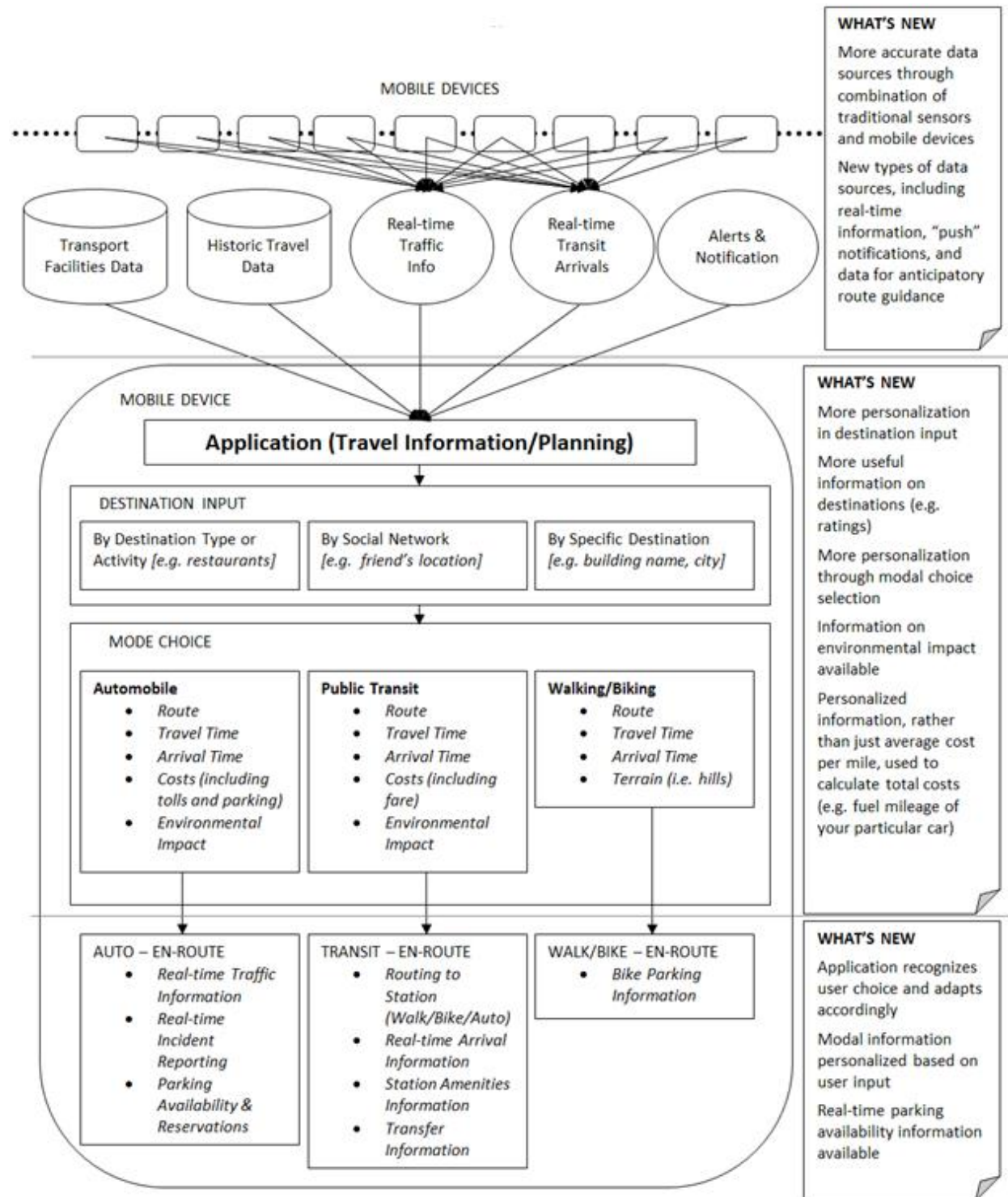
η πολιτεία του Texas που συλλέγει δεδομένα που αφορούν τη επιλογή διαδρομής των ποδηλατιστών. Μέσω μιας απλής εγκατάστασης μιας εφαρμογής ο ποδηλάτης που φέρει συσκευή Smartphone δίνει τη δυνατότητα σε ταξιδιωτικές υπηρεσίες να συλλέγουν αυτά τα δεδομένα και να τα αποθηκεύουν σε έναν κεντρικό διακομιστή. Ο κύριος αισθητήρας που χρησιμοποιείται στο smartphone είναι αυτός του GPS, ο οποίος παρέχει άμεση ένδειξη του γεωγραφικού μήκους και πλάτους του ποδηλατιστή, την ταχύτητα και πορεία του καθώς και τις λεπτομέρειες των περιοχών που επιλέγει ως ενδιάμεσους και τελικούς προορισμούς. Η επεξεργασία των εν λόγω δεδομένων θα βοηθήσει στη ανάπτυξη ενός συγκοινωνιακού δικτύου με βελτιωμένη υποδομή και θα προωθήσει τη δημιουργία ποδηλατοδρόμων στα μέρη εκείνα που αποτελούν συχνή επιλογή του ποδηλατιστή για επίσκεψη. Η ίδια διαδικασία ακολουθείται και σε άλλα μέσα μεταφορών και αναλόγως τα αποτελέσματα των δεδομένων ρυθμίζονται τα φανάρια κυκλοφορίας σε οδικές αρτηρίες και σε διασταυρώσεις οδών και σιδηροδρόμων, ώστε να προωθείται η ασφάλεια και η ευελιξία.

Στο παρακάτω διάγραμμα αναφέρονται πιο αναλυτικά οι τρόποι και οι πηγές απόκτησης πληροφοριών, ως προς τις μεταφορές μέσω ενός smartphone. Παρατηρείται ότι ένα έξυπνο τηλέφωνο χρησιμοποιεί οποιοδήποτε αισθητήρα έχει διαθέσιμο ώστε να παρέχει στο χρήστη του τις πληροφορίες που τον ενδιαφέρουν γύρω από τις μεταφορές χωρίς σχεδόν να υφίσταται κόστος. Τον βοηθάει να επιλέξει το καταλληλότερο μέσο μεταφοράς, προορισμό και οδικές εγκαταστάσεις μέσα από πληροφορίες πραγματικού και πεπερασμένου χρόνου (ιστορικό μετακινήσεων).

Ο χρήστης με αυτές τις δυνατότητες εξοικονομεί χρήματα και χρόνο και οργανώνει τις δραστηριότητες του με περισσότερη ευκολία και ακρίβεια αποφεύγοντας υπεραναμονές και υπέρμετρες ταλαιπωρίες. Οι μετακινήσεις γίνονται ασφαλέστερες και περισσότερο βολικές μέσα από τη μειωμένη κίνηση στους δρόμους και τις προχωρημένες οδικές υπηρεσίες (π.χ. πληροφορίες για διαθέσιμο πάρκινγκ σε πραγματικό χρόνο).

Το σημαντικότερο είναι ότι οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τις μετακινήσεις μειώνονται αισθητά και καλλιεργείται μια πιο ενισχυμένη συνείδηση γύρω από τη προστασία του περιβάλλοντος.

Διάγραμμα 13 - Παροχές Πληροφοριών Μετακίνησης μέσω Smartphone



Πηγή: Vautin A.D., Walker L.J. (2010)

### 2.3.2. Πληροφοριακές Ιστοσελίδες Μετακινήσεων

Πρόκειται για ιστοσελίδες που δημιουργήθηκαν με σκοπό την διάθεση πληροφοριών που αφορούν τις μετακινήσεις του κοινού. Περιλαμβάνουν πληροφορίες όπως διαδρομές των μέσων μαζικής μεταφοράς, τις ώρες αφίξεων και αναχωρήσεων, τη διαθεσιμότητα και τις τιμές των εισιτηρίων καθώς και τα προγράμματα των μετακινήσεων.

Ιδανικό παράδειγμα τέτοιας ιστοσελίδας αποτελεί το Google Transit. Η “Google” ανέπτυξε αυτή την τεχνολογία με σκοπό να προσφέρει τις προαναφερθείσες πληροφορίες στο ενδιαφερόμενο κοινό αλλά και να βοηθήσει τα ταξιδιωτικά πρακτορεία να προωθήσουν τις προσφορές και τις υπηρεσίες τους. Οι εφαρμογές του Google transit αναβαθμίζονται συνέχεια χρησιμοποιώντας εργαλεία όπως διαμορφωμένες αναζητήσεις διαδρομών σε χάρτες που στηρίζονται σε GIS, πληροφορίες πραγματικού χρόνου που αναλύουν την πυκνότητα της κυκλοφορίας στα οδικά δίκτυα και τον εντοπισμό θέσης των μέσων μαζικής μεταφοράς.

Εικόνα 17 - Ιστοσελίδα Πληροφοριακών Μετακινήσεων Google Transit

**Google**

**Transit**

**Σχεδιάστε μία διαδρομή χρησιμοποιώντας τα δημόσια μέσα μεταφοράς**

**Χρησιμοποιήστε τους Χάρτες Google για να**

- Λάβετε οδηγίες με χρήση δημόσιων συγκοινωνιών βήμα προς βήμα
- Βρείτε σταθμούς δημόσιας συγκοινωνίας στην περιοχή σας
- Δείτε πληροφορίες σταθμών και δρομολόγια

Γίνετε μέλος κι εσείς στο [πρόγραμμα συνεργατών δημόσιων συγκοινωνιών](#)

**Λάβετε οδηγίες με χρήση δημόσιων συγκοινωνιών**

📍 Διεύθυνση εκκίνησης

📍 Διεύθυνση προορισμού

Αναχώρηση 24/10/12 22:00

Λήψη οδηγιών

**Δείτε ποιες πόλεις καλύπτονται (περισσότερες από 500)** [Προβολή μόνο σε μορφή κειμένου](#)

Πρόσφατες τοποθεσίες: [Germany](#) [New South Wales](#)

POWERED BY **Google** [Όροι χρήσης](#)

Πηγή: <http://maps.google.gr>

# Κεφάλαιο 3

## Η ευχρηστία των Προχωρημένων Μεταφορικών Συστημάτων

---

### 3.1. Τα συστήματα APTS<sup>23</sup>

Τα συστήματα αυτά όπως και τα προαναφερθέντα έχουν ως σκοπό να προωθήσουν την ευκολία στις μεταφορές και την ευχρηστία κατά τη χρήση τους από του επιβάτες. Τα προαναφερθέντα συστήματα αποτελούν υποκατηγορία των συστημάτων APTS. Ο γενικός σκοπός των εν λόγω συστημάτων είναι να υποβοηθήσουν στην απόφαση των ταξιδιωτών – επιβατών, οι οποίοι επιθυμούν να μεταβούν σε κάποιο προορισμό προβάλλοντας τους εναλλακτικές διαδρομές με γνώμονα την μείωση της ταλαιπωρίας και προωθώντας την ικανοποίηση και ψυχαγωγία κατά την μεταγωγή τους.

Υπάρχουν διάφορες τεχνολογίες που υποστηρίζουν τα συστήματα APTS και χρησιμοποιούνται για την καλύτερη πληροφόρηση και οργάνωση του ταξιδιού. Το τμήμα μεταφορών της Αμερικής χωρίζει αυτές τις τεχνολογίες σε πέντε (5) κατηγορίες:

α) Το Fleet Management System: Σκοπός του εν λόγω συστήματος είναι να μειώσει τα λειτουργικά έξοδα κατά τις μεταφορές και να προωθήσει βελτιωμένες υπηρεσίες ώστε να τηρείται το πρόγραμμα των μεταφορών κατά γράμμα. Η δημιουργία του στηρίχτηκε στην ανάγκη να προσφερθεί μια υπηρεσία στα μέσα μαζικής μεταφοράς, η οποία θα αναγνωρίζει τις ανάγκες των επιβατών, θα ταυτοποιεί τα γεγονότα, θα προσφέρει λύσεις και θα αποκαθιστά την παροχή υπηρεσιών προς τους επιβάτες με τον πιο αποτελεσματικό τρόπο.

β) Το Traveler Information System: Αφορά το σύστημα ATIS που αναπτύχθηκε πιο πάνω. Συνδυάζει υπολογιστή και συστήματα επικοινωνίας για να υποβοηθήσει τον οδηγό ή τον επιβάτη να οργανώσει και να διευκολύνει τη μεταφορά του και να αποφύγει τις χρονοβόρες διαδικασίες κατά τη διάρκεια αυτής.

γ) Το Electronic Payment System: Αποτελεί ένα βολικό σύστημα αποπληρωμής των εισιτηρίων και περισυλλογής των εσόδων τους. Μια έξυπνη κάρτα (Smart Card) ή μια μαγνητική κάρτα μπορεί να αποτελεί το μέσο που χρησιμοποιεί ο επιβάτης για να

---

<sup>23</sup> Advanced Public Transportation Systems

αποκτήσει το εισιτήριο του, σε ένα συνδυασμό μεταφορικών μέσων. Η δεύτερη χρήση μιας τέτοιας κάρτας είναι ότι παρέχει πληροφορίες real - time σε θέματα ζήτησης δρομολογίων με αποτέλεσμα να δίνεται δυνατότητα καλύτερου προγραμματισμού αυτών.

δ) Το Transportation Demand System: Στηρίζεται σε προγράμματα που υιοθετούνται από τα πρακτορεία μεταφορών και οργανισμών με σκοπό να διευθύνουν με περισσότερη ευκολία την χωρητικότητα της υπάρχουσας μεταφορικής υποδομής. Το επιθυμητό αποτέλεσμα του συγκεκριμένου συστήματος εντοπίζεται στην προσπάθεια μεγιστοποίησης της χωρητικότητας του μεταφορικού δικτύου ώστε να ικανοποιηθεί η αυξημένη ζήτηση των μεταφορικών υπηρεσιών.

ε) Το σύστημα Transit Intelligent Vehicle Initiative (IVI): Το IVI συνδέεται άμεσα με τα ADAS που η γενεσιουργός αιτία της δημιουργίας τους είναι η αποφυγή και η πρόληψη του οδηγού και του επιβάτη από τα αυτοκινητιστικά ατυχήματα. Ενδελεχή αναφορά των εν λόγω συστημάτων πραγματοποιείται στην παραπάνω παράγραφο που αναφέρεται στα συστήματα ADAS.

Διάγραμμα 14- Τεχνολογίες APTS

Transit Application	APTS Technologies
Fleet Management Systems	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Automatic Vehicle Location Systems</li> <li>• Transit Operations Software</li> <li>• Communications Systems</li> <li>• Geographic Information Systems</li> <li>• Automatic Passenger Counters</li> <li>• Traffic Signal Priority Systems</li> </ul>
Traveler Information Systems	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pre-Trip Transit and Multimodal Traveler Information Systems</li> <li>• In-Terminal/Wayside Transit Information Systems</li> <li>• In-Vehicle Transit Information Systems</li> </ul>
Electronic Payment Systems	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Smart Cards</li> <li>• Fare Distribution Systems</li> <li>• Clearinghouse</li> </ul>
Transportation Demand Management	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamic Ridesharing</li> <li>• Automated Service Coordination</li> <li>• Transportation Management Centers</li> </ul>
The Transit Intelligent Vehicle Initiative	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lane Change and Merge Collision Avoidance</li> <li>• Forward Collision Avoidance</li> <li>• Rear Impact Collision Mitigation</li> <li>• Tight Maneuvering/ Precision Docking</li> </ul>

Πηγή: Υπουργείο Μεταφορών της Αμερικής (2000)



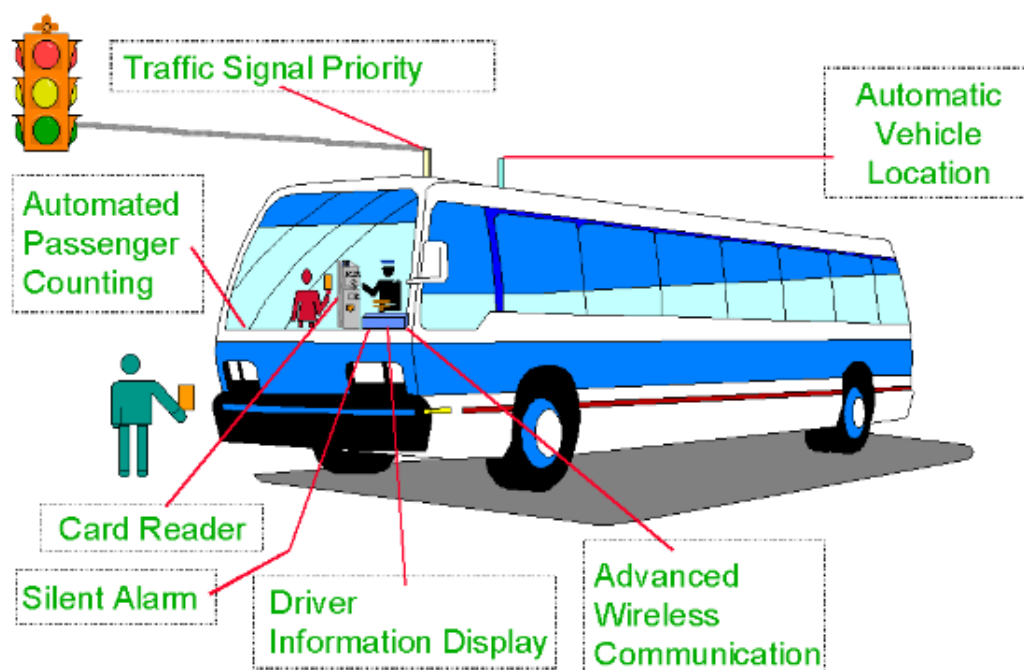
### 3.1.1. Fleet Management System

Το σύστημα fleet management στηρίζεται σύμφωνα με το πιο πάνω διάγραμμα στις εξής τεχνολογίες που προωθούν τη ευχρηστία κατά τις οδικές μετακινήσεις:

- i. Automatic Vehicle Location (AVL)
- ii. Transit Operation Software
- iii. Communication Systems
- iv. Geographical Information Systems (GIS)
- v. Automatic Passenger Counters
- vi. Traffic Signal Priority

Σύμφωνα με το υπουργείο μεταφορών της Αμερικής αλλά και μέσα από την μελέτη της υπάρχουσας βιβλιογραφίας κυρίως αυτοί οι έξι (6) παράγοντες είναι που συμβάλλουν στην διευθέτηση και οργάνωση του "στόλου" των οχημάτων που είναι διαθέσιμα για την ικανοποίηση των μεταφορικών αναγκών που δημιουργούνται σε κάθε περιοχή, με την ευρύτερη έννοια της λέξης. Η παρακάτω εικόνα απεικονίζει μια συνεργασία αυτών των τεχνολογιών και δίνει μια γλαφυρή αποτύπωση ενός fleet management system.

Εικόνα 18 - Fleet Management System



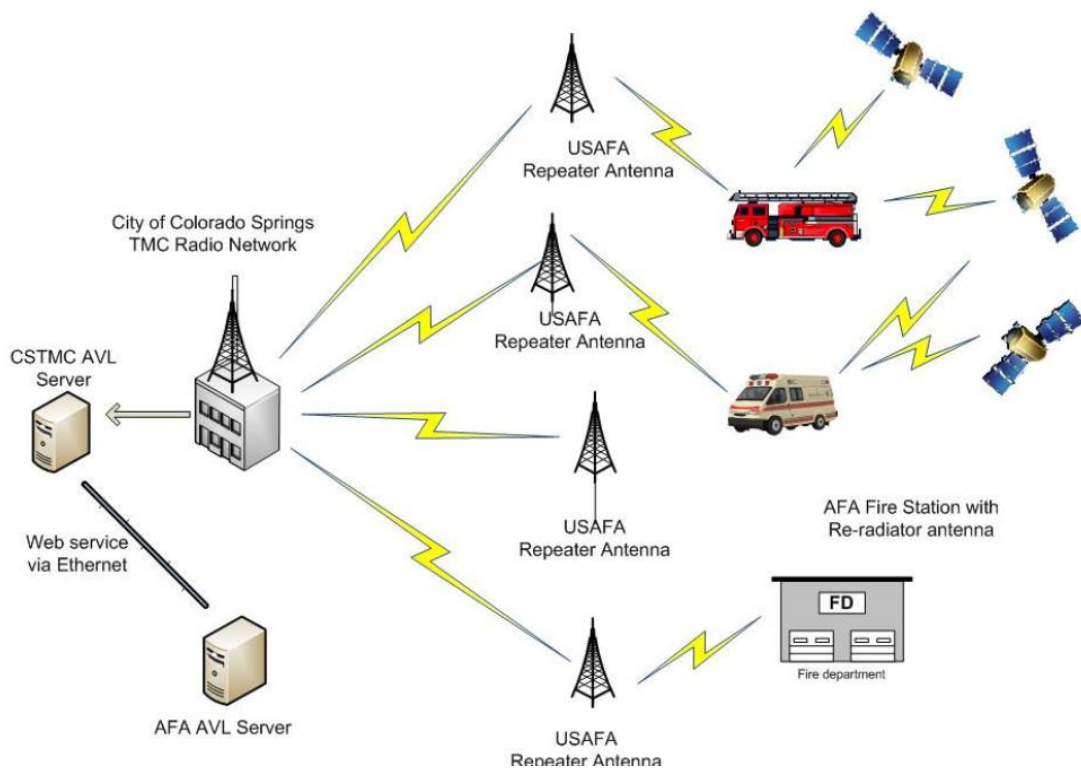
Πηγή: Υπουργείο Μεταφορών της Αμερικής (2000)

### 3.1.1.1. Automatic Vehicle Location

Η χρήση αυτού του συστήματος αποτελεί ένα από τα πιο χρήσιμα στην εξυπηρέτηση των επιβατών. Η αποθήκευση και η μετάδοση της πληροφορίας της γεωγραφικής θέσης ενός οχήματος δίνει τη δυνατότητα σε έναν ενδιαφερόμενο να υπολογίσει την επερχόμενη στάση του εν λόγω οχήματος. Η πληροφορία αυτή, αποθηκεύεται σε κεντρικούς υπολογιστές (servers), οι οποίοι συνδέονται με τη σειρά τους με μια βάση δεδομένων, η οποία είναι διαθέσιμη σε οποιοδήποτε έχει πρόσβαση σε κάποιο φορέα διαδικτύου.

Ο εντοπισμός στίγματος θέσης του οχήματος πραγματοποιείται από τη συσκευή GPS<sup>24</sup>, η οποία στηρίζεται στην μετάδοση δεδομένων μέσω δορυφόρου, επίγειας ραδιοεπικοινωνίας ή κυψελοειδούς σύνδεσης από το όχημα προς τον δορυφόρο, το ράδιο – δέκτη και τον κυψελοειδή πύργο αντίστοιχα.

Εικόνα 19 - Σύστημα Εντοπισμού AVL Πυροσβεστικών Οχημάτων



Πηγή: Daniel Portillo (2008)

Η πιο πάνω εικόνα αν και αναφέρεται σε εντοπισμό θέσης πυροσβεστικών μέσων η νοοτροπία εντοπισμού των μέσων μαζικής μεταφοράς δεν διαφέρει κατά πολύ. Το σύστημα

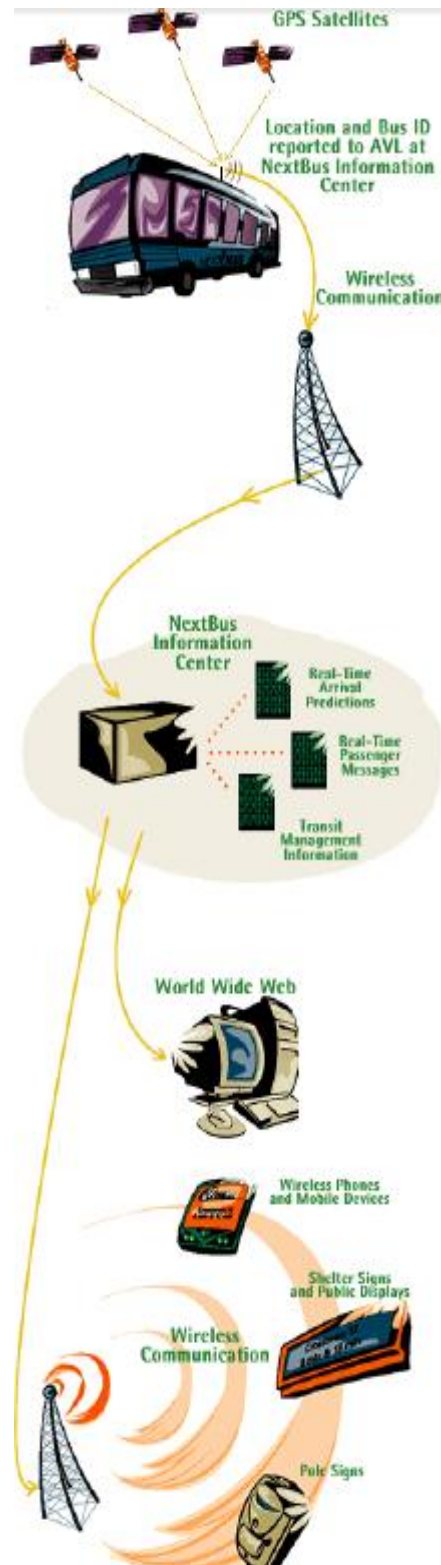
<sup>24</sup> Global Positioning System

αυτό χρησιμοποιώντας συχνότητες RF και δορυφόρους στέλνει πληροφορίες της ακριβούς τοποθεσίας του οχήματος.

Οι πληροφορίες αυτές, όπως φαίνεται και στο διπλανό σχήμα, το οποίο περιγράφει τον εντοπισμό ενός επιβατηγού λεωφορείου συγκεντρώνονται σε μία βάση δεδομένων η οποία επεξεργάζεται τις πληροφορίες αυτές σε έναν κεντρικό διακομιστή και δηλώνει στον επιβάτη μέσω ενός δικτύου Ιντερνέτ τα επόμενα δρομολόγια των λεωφορείων και προβλέπει τον απαιτούμενο χρόνο άφιξης αυτών σε κάθε στάση. Το αντίστοιχο συμβαίνει με τα πυροσβεστικά οχήματα τα οποία έχοντας γνωστοποιήσει τη θέση τους μέσω δορυφόρων και αναμεταδοτών (repeaters) συντονίζονται μέσω της υπηρεσίας τους και αποστέλλονται στα σημεία εκείνα, όπου η συμμετοχή τους θα επέφερε καλύτερα αποτελέσματα. Ως προς τους επιβάτες των μέσων μαζικής μεταφοράς μπορούν να έχουν άμεση ενημέρωση για τα δρομολόγια αυτών χρησιμοποιώντας "έξυπνες" συσκευές κινητών τηλεφώνων τα οποία παρέχουν τη δυνατότητα στους χρήστες να συνδεθούν με wireless επικοινωνία στην ιστοσελίδα του παροχέα τέτοιων υπηρεσιών.

Επίσης, η ενημέρωση των δρομολογίων εκτός των κινητών τηλεφώνων μπορεί να διεξαχθεί και από δημόσιες οθόνες προβολής τέτοιων πληροφοριών αλλά και από το μεγαφωνικό σύστημα που ίσως είναι εγκατεστημένο σε περιοχές, οι οποίες είναι αρμόδιες για να παρέχουν πληροφορίες μεταφορικών μετακινήσεων και να εξυπηρετούν το επιβατηγό κοινό.

Εικόνα 20 - Τεχνολογία Next Bus



Πηγή: RGR Transportation Authority (2008)

Ο εντοπισμός στίγματος – θέσης του οχήματος εκτός από τους προαναφερθέντες συσκευές στηρίζεται και σε άλλες συσκευές οι οποίες είναι ελάχιστα πιο ανακριβείς από τις προηγούμενες. Πιο συγκεκριμένα οι τεχνολογίες GBR<sup>25</sup> και Dead Reckoning<sup>26</sup>(DR) είναι αυτές που συμπληρώνουν τις υπόλοιπες για τον εντοπισμό κάποιου οχήματος.

Η μέθοδος GBR στηρίζεται στο ραδιοτριγωνισμό για να εντοπίσει τα οχήματα. Οι επίγειες κεραιές είναι αυτές που εκπέμπουν σήματα ευρέος φάσματος τα οποία “συλλαμβάνονται” από το όχημα. Η μέτρηση των χαμηλών συχνοτήτων των ραδιοκυμάτων που εκπέμπονται σε συνδυασμό με το συγχρονισμό της εκπομπής τους αποδίδουν τη θέση του οχήματος. Παράδειγμα τέτοιας τεχνολογίας αποτελεί το Loran – C, το οποίο δουλεύει με χαμηλές συχνότητες που δημιουργούνται από πύργους συγχρονισμένους μεταξύ τους εκπέμποντας ταυτόχρονα σε μια γνωστή αλληλουχία εκπομπών. Όταν γνωστή αυτή η αλληλουχία εκπομπών η οποιαδήποτε απόκλιση των κυμάτων από αυτές λαμβάνεται από το δέκτη, υπολογίζεται και προσδιορίζει τη θέση του οχήματος.

Εικόνα 21 - Ground Based Radio



Πηγή: Wisconsin Department of Transportation (1998)

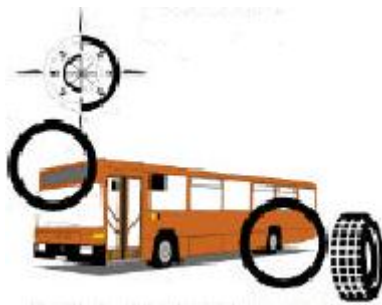
Η μέθοδος DR είναι η απλούστερη και στηρίζεται σε απλά μαθηματικά υπολογίζοντας την ταχύτητα και διεύθυνση του οχήματος. Όταν γνωστό το σημείο εκκίνησης του οχήματος και η πορεία και ταχύτητα του τότε μπορεί να υπολογιστεί η παρούσα θέση του σε σχέση πάντα με την αφετηρία του. Όπως είναι λογικό ίσως να υπάρχουν εύλογες αποκλίσεις στο προσδιορισμό της θέσης του οχήματος που συνδέονται με το πόσο σταθερή είναι η πορεία και ταχύτητα του οχήματος ώστε να υπάρχει ακρίβεια στους υπολογισμούς. Σήμερα έχουν αναπτυχθεί συστήματα που προσδιορίζουν με περισσότερη ακρίβεια την πορεία και ταχύτητα του οχήματος. Τέτοια συστήματα είναι οι

<sup>25</sup> Ground Based Radio

<sup>26</sup> Στίγμα Αναμετρήσεως

μετρητές περιστροφής του τροχού του οχήματος για προσδιορισμό της ταχύτητας και εσωτερικές πυξίδες για την ένδειξη της διεύθυνσης αυτού.

Εικόνα 22- Σύστημα Dead Reckoning



Πηγή: Wisconsin Department of Transportation (1998)

### 3.1.1.2. Επικοινωνίες και Δίκτυα

Η αρχιτεκτονική των δικτύων καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο οι υπολογιστές και οι λοιπές συσκευές συνδέονται μεταξύ τους για να σχηματίσουν ένα σύστημα επικοινωνίας που θα επιτρέπει στους χρήστες να διαμοιράζονται πληροφορίες και συσκευές του δικτύου. Σε ένα δίκτυο δεδομένων περιλαμβάνονται:

- Τερματικοί Κόμβοι.

Ελέγχουν τους πόρους του δικτύου (λογισμικό και υλικό).

- Υποδίκτυα

Φυσικά μέσα μετάδοσης, πρωτόκολλα επικοινωνίας, τοπολογία, τερματικοί κόμβοι, πόροι που μπορούν να διαφέρουν πολύ ανά υποδίκτυο.

- Συσκευές Διασύνδεσης

Διασυνδέουν τα ετερογενή υποδίκτυα έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η επικοινωνία τερματικών κόμβων που βρίσκονται σε διαφορετικά υποδίκτυα.

#### **Τα είδη δικτύων με βάση την γεωγραφική ανάπτυξη διακρίνονται σε :**

- **Δίκτυα ευρείας περιοχής (Wide Area Networks, WAN)**, που καλύπτουν αποστάσεις μερικών χιλιομέτρων (συνήθως άνω των 5 km) στην ίδια πόλη, μέχρι χιλιάδων χιλιομέτρων σε διαφορετικές πόλεις - κράτη - ηπείρους. Αποτελούνται από υπολογιστές, τηλεπικοινωνιακές συσκευές και γραμμές. Παραδείγματα τέτοιων δικτύων είναι τα δίκτυα των αεροπορικών εταιρειών,, τα τραπεζικά δίκτυα, τα δημόσια δίκτυα δεδομένων κλπ.

- **Δίκτυα μικρών αποστάσεων ή τοπικά δίκτυα (Local Area Networks, LAN)** που καλύπτουν μικρές αποστάσεις (μερικών εκατοντάδων μέτρων ή λίγων χιλιομέτρων) και περιορίζονται στα πλαίσια μιας επιχείρησης. Ο διαχωρισμός τους από τα δίκτυα ευρείας περιοχής οφείλεται στο ότι χρησιμοποιούν διαφορετικές τεχνικές λειτουργίας.
- **Αστικά Δίκτυα (Metropolitan Area Networks, MAN)**, που καλύπτουν δίκτυα που δεν ξεπερνούν τα σύνορα μιας πόλης. Είναι ταχύτερα από τα τοπικά δίκτυα και μπορούν να μεταδίδουν εικόνα, φωνή και δεδομένα αποδοτικότερα.

**Τα είδη δικτύων με βάση τον τηλεπικοινωνιακό φορέα εξυπηρέτησης διακρίνονται σε:**

- **Ιδιωτικά δίκτυα (Private Networks)**. Ανήκουν εξ ολοκλήρου σε ιδιωτικούς οργανισμούς και χρησιμοποιούν είτε αποκλειστικές γραμμές επικοινωνίας δημόσιων τηλεπικοινωνιακών φορέων (leased lines) χωρίς να τις μοιράζονται με άλλους χρήστες ή ιδιόκτητες γραμμές επικοινωνίας.
- **Δημόσια δίκτυα (Public Networks)** που εξυπηρετούν τις διασυνδέσεις μεταξύ απομακρυσμένων σημείων. Χρησιμοποιούνται όταν η απόσταση είναι μεγάλη και καθίσταται απαγορευτική, λόγω κόστους, η χρήση αποκλειστικών γραμμών ή όταν ο φόρτος μεταξύ των σημείων δεν είναι μεγάλος και επιτυγχάνεται έτσι μεγάλη ταχύτητα μεταφοράς.

**Στοιχεία Δικτύου**

- 1) Κόμβους (Nodes): Κόμβος είναι οτιδήποτε είναι συνδεδεμένο στο δίκτυο (υπολογιστές, εκτυπωτές)
  - I. Σταθμοί εργασίας. Πρόκειται για υπολογιστές που χρησιμοποιούνται για διεκπεραίωση εργασιών του προσωπικού κάποιας εταιρείας για παράδειγμα.
  - II. Κάρτες σύνδεσης δικτύου(NIC – Network Interface Card). Κάθε κάρτα δικτύου σχεδιάζεται για συγκεκριμένο τύπο δικτύου όπως σε αυτά που αναφέρονται παρακάτω στη μέθοδο πρόσβασης στο μέσο της φυσικής διασύνδεσης. Οι κάρτες σύνδεσης αυτό που κάνουν είναι να καθορίζουν πρωτόκολλα για τα μηχανικά και ηλεκτρικά χαρακτηριστικά της διασύνδεσης. Κατά την τοποθέτηση μιας κάρτας δικτύου απαιτείται προσοχή έτσι ώστε να αποφεύγεται η ταύτιση της διευθύνσεως

της με άλλες κάρτες που ίσως υπάρχουν στον υπολογιστή όπως αυτές της παράλληλης και σειριακής θύρας.

- III. Εξυπηρετητές (Servers): Είναι υπολογιστές ή άλλες συσκευές οι οποίες διαθέτουν πόρους ( υπηρεσίες, προγράμματα) στο δίκτυο.
- 2) Περιφερειακές μονάδες αποθήκευσης με μεγάλο αποθηκευτικό χώρο, μικρό χρόνο προσπέλασης αλλά και υψηλό ρυθμό ανάγνωσης δεδομένων.
  - 3) Δυνατότητα ανάνηψης από σφάλματα
  - 4) Συσκευές για τήρηση δεδομένων
- 5) Τμήματα: Τμήμα είναι κάθε μέρος του δικτύου το οποίο διαχωρίζεται από το υπόλοιπο δίκτυο μέσω switch(μεταγωγείς), router ή γέφυρας. Οι γέφυρες είναι συσκευές επικοινωνίας δεδομένων που δουλεύουν σε OSI μοντέλο αναφοράς που υποδιαιρεί τις λειτουργίες ενός τηλεπικοινωνιακού δικτύου σε μια κατακόρυφη στοίβα. Η διαφανής γεφύρωση σε ETHERNET περιβάλλοντα και η SOURCE – ROUTE γεφύρωση σε TOKEN RING περιβάλλοντα είναι από τις πιο γνωστές γεφυρώσεις ενώ η μεταφραστική γεφύρωση είναι γνωστή για την μετάφραση των μορφών και των αρχών μετάβασης διαφορετικών τύπων μέσων (συνήθως Ethernet και Token Ring). Ο μεταγωγέας αποτελεί έναν συνδυασμό του επαναλήπτη (Hub) και της γέφυρας.
- 6) Ραχοκοκαλιά (Backbone): Είναι η κύρια καλωδίωση του δικτύου στην οποία συνδέονται τα διάφορα τμήματα.

### **Ορολογία πρωτόκολλου (protocol terminology)**

Το πρωτόκολλο είναι οι κανόνες και οι συμβάσεις που χρησιμοποιούνται σε μία διένεξη επικοινωνίας ανάμεσα στα μέρη που θέλουν να συνδεθούν μεταξύ τους. Το μοντέλο αναφορών είναι αυτό που θα παρέχει σε όλα τα μέρη τους ρόλους που θα διαδραματίσουν με σκοπό την μεταξύ τους επικοινωνία . Για να αποφευχθεί η πολυπλοκότητα του μοντέλου αναφορών, όλες οι λειτουργίες του συστήματος και των πρωτόκολλων χωρίζονται σε επίπεδα (layers). Κάθε layer είναι σχεδιασμένο να χρησιμοποιεί συγκεκριμένες υπηρεσίες για να μεταβεί σε ψηλότερο επίπεδο, προσδιορίζοντας έτσι πως θα αναπτύσσονται οι υπηρεσίες σε κάθε επίπεδο.

Κάθε επίπεδο έχει ένα Interface (διασυνδετική διάταξη), η οποία χρησιμοποιείται για να υπάρξει πρόσβαση στις προσφερόμενες υπηρεσίες. Η αρχιτεκτονική του πρωτοκόλλου δικτύου αποτελείται από επίπεδα και πρωτόκολλα. Μία Protocol Stack (Στοιίβα πρωτοκόλλου) αποτελείται από μια λίστα πρωτοκόλλων (ένα πρωτόκολλο ανά επίπεδο). Μια οντότητα (entity) είναι το ενεργό στοιχείο σε κάθε επίπεδο, όπως το τερματικό του χρήστη, οι διακόπτες και τα routers. Peer entities είναι οντότητες στο ίδιο επίπεδο ικανές να επικοινωνήσουν με τα ίδια πρωτόκολλα.

Οι βασικές λειτουργίες του πρωτοκόλλου περιλαμβάνουν την segmentation και assembly (κατάτμηση και συναρμολόγηση), την encapsulation, τον connection control (έλεγχο σύνδεσης), την ordered delivery (παράδοση της παραγγελίας), την flow control (ροή ελέγχου), τον error control (έλεγχο λάθους), το routing (πορειογράφηση) και multiplexing (πολυσύνθεση).

Τα πρωτόκολλα είναι απαραίτητα για να μπορέσουν τα μέρη που επιθυμούν επικοινωνία να συνεργαστούν μεταξύ τους και να χρησιμοποιήσουν σωστά την λαμβάνουσα πληροφορία.

### **OSI/ISO μοντέλο αναφορών**

Τα πρωτόκολλα είναι σημαντικά για τις επικοινωνίες μεταξύ των συστημάτων. Υπάρχει πληθώρα επιλογών πρωτοκόλλων. Για παγκόσμιες επικοινωνίες, τα πρωτόκολλα είναι σημαντικό να είναι παγκοσμίως αποδεκτά. Ο ISO (International Standards Organization) έπαιξε σημαντικό ρόλο στην καθιέρωση ενός μοντέλου όπου θα είναι ικανό να υποστηρίξει το ιντερνέτ και την επικοινωνία με άλλα πρωτόκολλα. Σε κάθε πρωτόκολλο πρέπει να αποφασιστεί πόσα επίπεδα θα φέρει, πόσα bytes πρέπει να έχει το πακέτο, από πόσες διατάξεις πρέπει το πακέτο να αποτελείται ώστε να υποστηρίξει περισσότερες λειτουργίες, αν θα παρέχει best effort ή guarantee υπηρεσίες, εάν θα παρέχει υπηρεσίες connection – oriented ή connectionless.

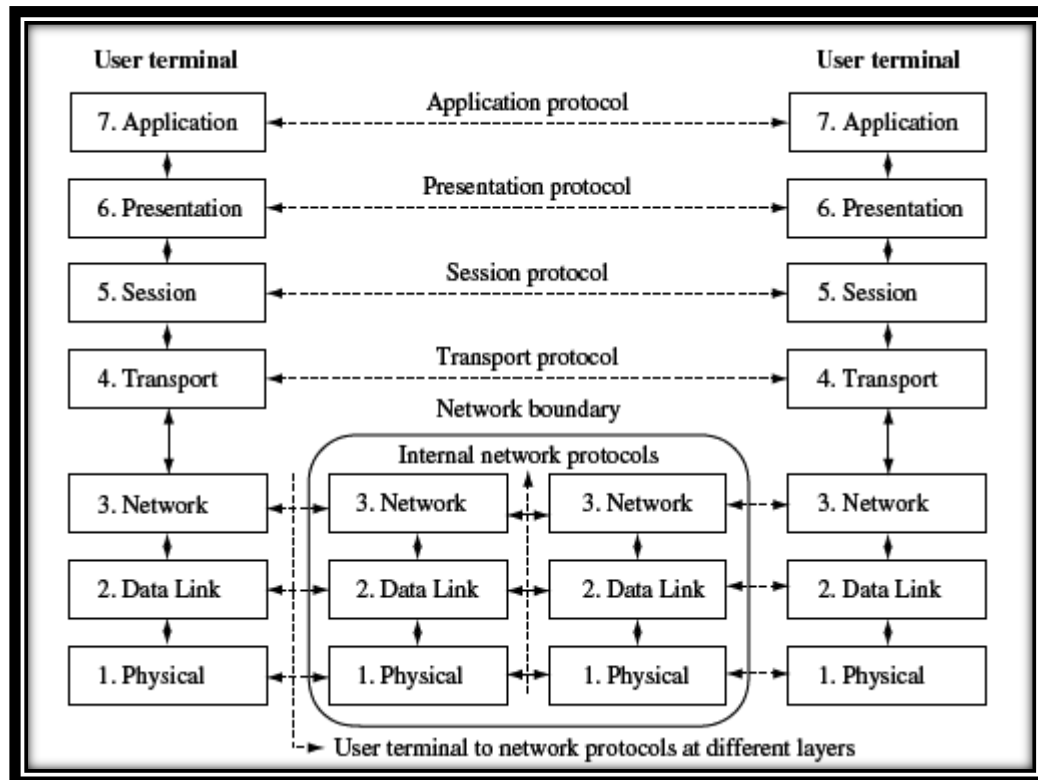
Τα επίπεδα στα πρωτόκολλα δικτύου και στα μοντέλα αναφορών είναι σημαντικά. Το μοντέλο αναφορών ISO (Open System Interconnection) αποτελείται από 7 επίπεδα τα οποία βασίζονται σε απλές και ξεκάθαρες αρχές. Οι αρχές αυτές αναλύονται ως εξής:

- Ένα επίπεδο ορίζει το επίπεδο της απόσπασης, το οποίο οφείλει να είναι διαφορετικό από οποιοδήποτε άλλο επίπεδο
- Κάθε επίπεδο πραγματοποιεί μια σημαντική λειτουργία



- Η λειτουργία κάθε επιπέδου πρέπει να ακολουθεί τα διεθνή standard πρωτόκολλα.
- Τα όρια κάθε επιπέδου πρέπει να επιλέγονται με σκοπό να περιορίζουν την ροή της πληροφορίας στο εύρος της διασυνδεδετικής διάταξης
- Ο αριθμός των επιπέδων να είναι μεγάλος αλλά όχι τεράστιος.

Διάγραμμα 15 - OSI / ISO μοντέλο αναφορών 7 επιπέδων



Πηγή: G.Maral

### Διασύνδεση δύο υπολογιστικών συστημάτων

Για να επιτευχθεί η διασύνδεση δύο υπολογιστικών συστημάτων πρέπει να πραγματοποιηθεί μεταξύ τους φυσική και λογική διασύνδεση.

**Στο Φυσικό επίπεδο η διασύνδεση πραγματοποιείται μέσω του:**

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>α. Φυσικού μέσου μετάδοσης.</li> <li>β. Τοπολογίας δικτύου.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>γ. Μεθόδου προσβάσεως στο μέσο.</li> <li>δ. Τεχνική μετάδοσης και κωδικοποίησης των δεδομένων.</li> </ul> |
|---|--|

- **Φυσικό μέσο μετάδοσης:** Αποτελεί τον φορέα που διακινεί την πληροφορία. Κάθε φορέας που χρησιμοποιείται ως φυσικό μέσο μεταφοράς πληροφορίας παρουσιάζει τα δικά του χαρακτηριστικά, εύρος ζώνης και ανοχή στο θόρυβο που είναι άρρηκτα δεμένα με την ταχύτητα μετάδοσης. Είδη φορέων είναι οι οπτικές ίνες και το ομοαξονικό καλώδιο.
- **Τοπολογία δικτύου:** Η τοπολογία δικτύου δείχνει με ποιο τρόπο είναι συνδεδεμένες μεταξύ τους οι συσκευές δικτύου. Η πιο απλή σύνδεση είναι σημείο με σημείο. Οι υπόλοιπες τοπολογίες χαρακτηρίζονται σαν δίκτυα ακρόασης και είναι οι εξής:
  - **Αρτηρίας ή διαύλου (Bus)**
    - Οι κόμβοι του δικτύου συνδέονται πάνω κοινό καλώδιο υψηλής ταχύτητας έχοντας στα άκρα του αντιστάσεις προς αποφυγή ανάκλασης των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων μέσω των οποίων μεταδίδονται τα δεδομένα.
    - Το κοινό καλώδιο εκπέμπει δεδομένα σε διαφορετικές χρονικές στιγμές. Τα δεδομένα σε πακέτα λαμβάνονται από όλους τους σταθμούς οι οποίοι δέχονται μόνο τα πακέτα της ίδιας διεύθυνσεως με αυτούς.
  - **Δακτυλίου (Ring)**
    - Οι κόμβοι εδώ συνδέονται με κλειστό καλωδιακό δρόμο (loop) όπου τα δεδομένα μεταδίδονται σειριακά από σταθμό σε σταθμό του δακτυλίου.
    - Τα δεδομένα μέσα στο δακτύλιο κινούνται σε πακέτα ακολουθώντας την διεύθυνση του αποστολέα και του παραλήπτη. Η αναγνώριση κάθε πακέτου γίνεται όταν αυτό περνάει από τον επαναλήπτη του σταθμού και διαβάζοντας τα πρώτα bit του πακέτου όπου βρίσκεται η διεύθυνση του παραλήπτη και αν αναφέρεται σε αυτόν το παραλαμβάνει.
  - **Αστέρα (Star)**
    - Στην τοπολογία αστέρα κάθε κόμβος συνδέεται από σημείο σε σημείο με έναν κεντρικό κόμβο που φροντίζει όλες τις επικοινωνίες.

Όταν κάποιος σταθμός επιθυμεί να στείλει δεδομένα σε κάποιον άλλο αυτό πραγματοποιείται μέσω του κεντρικού ο οποίος μετά από αίτηση του αποστολέα σταθμού δείχνει την διαδρομή για επικοινωνία με τον ανταποκριτή σταθμό.

- Ο κεντρικός κόμβος στα δίκτυα αστέρα μπορεί να είναι:
  - α) Hub: αναμεταδίδει τα δεδομένα σε μια θύρα του στις υπόλοιπες.
  - β) Switch (μεταγωγέας) : Διαβάζει τα πακέτα και αφού εντοπίσει την διεύθυνση του παραλήπτη τα μεταδίδει στην αντίστοιχη θύρα.
  - γ) Υπολογιστής: Ίδια διαδικασία μετάδοσης με αυτή του μεταγωγέα με κάποιες διαφοροποιήσεις στα δίκτυα που χρησιμοποιούν οι κόμβοι.
- Δένδρου (Tree)
- Δικτυωτή (Mesh)

### **Πρωτόκολλο επικοινωνίας:**

Ως πρωτόκολλο επικοινωνίας ονομάζονται οι κανόνες που ακολουθούνται σε ένα δίκτυο για την αποστολή και λήψη δεδομένων μεταξύ των κόμβων του δικτύου. Η διαδικασία μετάδοσης δεδομένων σε ένα δίκτυο περιλαμβάνει: α) υπολογιστή - αφετηρία β) πρωτόκολλο επικοινωνίας – αποτελείται από ολοκληρωμένα κυκλώματα καθώς και τα προγράμματα της κάρτας διασύνδεσης δικτύου γ) μεταδότη – στέλνει ηλεκτρικά σήματα μέσα από το καλώδιο δ) καλώδιο μεταφοράς ε) δέκτη – λαμβάνει τα σήματα και τα αποκωδικοποιεί για το μηχανισμό πρωτοκόλλου στ) υπολογιστή δέκτη. Συνοπτικά η διαδικασία αποστολής και λήψης δεδομένων ξεκινάει με την μετάδοση από υπολογιστή ακατέργαστων δεδομένων προς το μηχανισμό πρωτοκόλλου. Το πρωτόκολλο δημιουργεί πεδία δεδομένων, ελέγχου και δίνει διεύθυνση αποστολής.

Στη συνέχεια, τα πεδία αυτά μετατρέπονται σε ηλεκτρικά σήματα και προωθούνται στο δέκτη, όπου εκεί κάποιος μηχανισμός πρωτοκόλλου μεταβιβάζει τα δεδομένα στον παραλήπτη υπολογιστή αφού πρώτα τα περάσει από τα πεδία έλεγχου του για να ανιχνεύσει λάθη ως προς τη διεύθυνση και τη μετάδοση των δεδομένων. Στα δίκτυα ακρόασης (προαναφερθέντες τοπολογίες) όλοι οι κόμβοι έχουν πρόσβαση σε κοινό μέσο για αυτό τον λόγο είναι απαραίτητο να υιοθετηθεί μία μέθοδος που εξασφαλίζει κάθε φορά ποιος κόμβος μεταδίδει. Οι μέθοδοι που υπάρχουν είναι 3(τρεις):

- Με ανταγωνισμό (Ethernet)

- Με διαβούλευση (Token Ring)
- Με πολυπλεξία (Time Division Multiplexing)

- **Τεχνική μετάδοσης και κωδικοποίησης των δεδομένων:**

Η πληροφορία προκειμένου να μεταδοθεί, πρέπει να μετατραπεί στη μορφή που το μέσο μπορεί να μεταδώσει. Οι τεχνικές μετάδοσης είναι οι εξής:

- Βασικής/ ευρείας ζώνης
- Ψηφιακού/αναλογικού σήματος
- Διαμόρφωση/αποδιαμόρφωση
- Σύγχρονη/ασύγχρονη

- **Ταχύτητα μετάδοσης:** Μετρείται σε και εξαρτάται από το μέσο και την τεχνική μετάδοσης, το εύρος ζώνης και τη μέθοδο πρόσβασης στο μέσο.
- **Εξοπλισμό διασύνδεσης:** Είναι τα εξαρτήματα που συνδέουν τις συσκευές με το μέσο επικοινωνίας.

**Στο Λογικό επίπεδο η διασύνδεση πραγματοποιείται μέσω του:**

Τη φυσική διασύνδεση πρέπει να ακολουθεί η λογική διασύνδεση δηλαδή η λογική σύνδεση μεταξύ των κόμβων που θα επικοινωνήσουν. Η σύνδεση αυτή περιλαμβάνει τις εξής λειτουργίες:

- I. Αποκατάσταση σύνδεσης: Υλοποιείται μέσω λογικής σύνδεσης και ανεύρεσης κόμβου περιορισμού μέσω αναγνώρισης διεύθυνσης.
- II. Μεταφορά δεδομένων: Υλοποιείται με λειτουργίες κατακερμάτισης της προς μετάδοση πληροφορίας σε πακέτα δεδομένων, με την δρομολόγηση των πακέτων, την ανίχνευση λαθών και την επαναμετάδοση, τον έλεγχο ροής και ακολουθίας των πακέτων και την επανασυναρμολόγηση της πληροφορίας στον κόμβο προορισμού.
- III. Τερματισμός σύνδεσης: Υλοποιείται με μηχανισμούς τερματισμού της σύνδεσης.

Όλες οι διασυνδέσεις πραγματοποιούνται με τη χρήση πρωτοκόλλων επικοινωνίας τα οποία οργανώνονται σε ομάδες.

## Λειτουργικό σύστημα δικτύου

Αυτό που κάνει το λειτουργικό σύστημα ενός δικτύου είναι να διαχειρίζεται τους πόρους ενός Η/Υ. Οι πόροι αυτοί είναι:

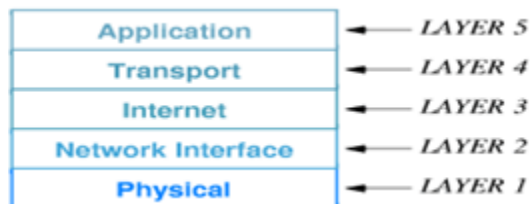
- ✚ Η μνήμη του υπολογιστή στο οποίο εκτελείται το λειτουργικό σύστημα δικτύου(NOS – Network Operating System) που διαχειρίζεται πόρους σε μεγαλύτερη κλίμακα.
- ✚ Η είσοδος / έξοδος σε περιφερειακές συσκευές.
- ✚ Το σύστημα αρχείων.
- ✚ Η φόρτωση και εκτέλεση προγραμμάτων εφαρμογών στη μνήμη του Η/Υ.
- ✚ Χρονικός προγραμματισμός της CPU μεταξύ των προγραμμάτων.

Τα πιο γνωστά δίκτυα λειτουργικών συστημάτων είναι:

- ✚ SNA της IBM, peer-to-peer, με πρωτόκολλα APPC /APPN
- ✚ UNIX, peer-to-peer, με πρωτόκολλα TCP / IP
- ✚ Novell Netware, dedicated server, με πρωτόκολλα επικοινωνίας IPX /SPX
- ✚ Windows NT και Windows for Workgroups, peer-to-peer, με πρωτόκολλα επικοινωνίας
- ✚ NetBIOS / NetBEUI ή TCP / IP.

Το πρωτόκολλο επικοινωνίας που χρησιμοποιεί είναι TCP/IP( Transmission Control Protocol / Internet Protocol) και έχει καθιερωθεί μέσα από πολλές οικογένειες πρωτοκόλλων. Το TCP διαχωρίζει σε πακέτα δεδομένων το μήνυμα που θέλουμε να στείλουμε και στη συνέχεια, το ανασυνθέτει στον προορισμό του ενώνοντας τα επιμέρους πακέτα δεδομένων. Το IP χειρίζεται τις διευθύνσεις των πακέτων δεδομένων. Το μοντέλο του TCP/IP λέγεται μοντέλο διαστρωμάτωσης του διαδικτύου (Internet Reference Model) και έχει πέντε (5) επίπεδα:

Διάγραμμα 16 - Επίπεδα IP



Πηγή: D.E.Comer

- ✓ **Επίπεδο 1: Φυσικό**→Αντιστοιχεί στο βασικό υλικό του δικτύου.
- ✓ **Επίπεδο 2:Διασύνδεση δικτύου**→Καθορίζει το πώς οργανώνονται τα δεδομένα σε πλαίσια και το πώς ένας υπολογιστής τα μεταδίδει μέσω ενός δικτύου.
- ✓ **Επίπεδο 3:Διαδίκτυο**→Καθορίζει την μορφή των πακέτων που στέλνονται μέσω ενός διαδικτύου, καθώς και τους μηχανισμούς που χρησιμοποιούνται για να προωθήσουν τα πακέτα από έναν υπολογιστή σε έναν κεντρικό προορισμό μέσω ενός ή περισσότερων δρομολογητών.
- ✓ **Επίπεδο 4:Μεταφορά**→Τα πρωτόκολλα εδώ καθορίζουν την αξιόπιστη μεταφορά δεδομένων.
- ✓ **Επίπεδο 5:Εφαρμογή**→Εδώ το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο μια εφαρμογή θα χρησιμοποιεί ένα δίκτυο.

### Ασύρματες τεχνολογίες

Οι ασύρματες τεχνολογίες δικτύων χωρίζονται σε:

- Χρήση συγκεκριμένης ραδιοφωνικής συχνότητας για μετάδοση δεδομένων (Narrowband).
- Ασύρματη μετάδοση με τεχνικές διεύρυνσης φάσματος δηλαδή με συνεχή αλλαγή της συχνότητας του μεταδιδόμενου σήματος εξαπλώνοντας έτσι την μετάδοση σε πολλαπλές συχνότητες (spread spectrum). Σε αυτό το είδος ασύρματης τεχνολογίας η ισχύς του σήματος πληροφορίας εξαπλώνεται σε μία ευρεία περιοχή συχνοτήτων. Καταναλώνεται περισσότερο φάσμα αλλά το σήμα δεν επηρεάζεται από παρεμβολές, θόρυβο και ανακλάσεις. Υπάρχουν δύο τεχνικές στη συγκεκριμένη ασύρματη μετάδοση.
  - Η απευθείας διεύρυνση φάσματος DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum).
    - Τα δεδομένα εδώ τεμαχίζονται σε μικρά κομμάτια
    - Για κάθε πληροφορία και με τη χρήση ενός προτύπου δημιουργείται μία σειρά μονού αριθμού bits που ονομάζεται spreading code( κώδικας εξάπλωσης)
    - Το DSSS απαιτεί εύρος φάσματος από το άρα πιο θεωρείται πιο αξιόπιστο
    - Όσο μεγαλύτερος είναι ο κώδικας εξάπλωσης τόσο πιο FHSS σίγουρη είναι η ορθή λήψη του σήματος.

- Η αναπήδηση συχνότητας FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum).
  - Στην αναπήδηση συχνότητας μεταβάλλεται συνεχώς η συχνότητα αποστολής. Κάθε φορά αποστέλλεται ένας όγκος δεδομένων και στη συνέχεια μεταβάλλεται εκ νέου η συχνότητα, Αυτό μπορεί να γίνει πολλές φορές στη διάρκεια ενός λεπτού.
  - Η σειρά με την οποία γίνεται η επιλογή συχνοτήτων είναι προκαθορισμένη και συμφωνημένη στον πομπό και δέκτη, και το αποτέλεσμα είναι η διατήρηση ενός σταθερού λογικού καναλιού συχνότητας.
  - Κάθε λογικό κανάλι συμβαίνει πάνω σε διαφορετική αλληλουχία συχνοτήτων για να αποφεύγεται η χρήση κοινής συχνότητας.
  - Ο συγχρονισμός του πομπού και του δέκτη επιτυγχάνεται με τη χρήση σταθερού καναλιού.
  
- GSM (Global System for Mobile Communication). Πρόκειται για αναλογική επικοινωνία που αναπτύχθηκε στην Ευρώπη και λειτουργεί σε συχνότητες από 900 έως 1800 MHz. Ο σκοπός της ανάπτυξης αυτού του συστήματος επικοινωνίας είναι η βελτίωση των φωνητικών υπηρεσιών και η μετάδοση δεδομένων. Στις μεταφορές είναι γνωστό ως GSM – R (Railway) και πραγματοποιεί το επικοινωνιακό κινητό δίκτυο που χρησιμοποιούν οι σιδηροδρομικοί σταθμοί κυρίως στην Ευρώπη. Οι υπηρεσίες που τους προσφέρει εντοπίζονται: α) σε ομαδικές φωνητικές κλήσεις, β) σε υπηρεσίες φωνητικής αναμετάδοσης, γ) σε επείγοντες κλήσης εντός σιδηροδρομικού σταθμού και δ) σε τοπικές συνδέσεις.
- CSD (Circuit Switched Data). Αποτελεί επικοινωνία κινητού τηλεφώνου μονού καναλιού που μεταφέρει δεδομένα (9,6 Kbit/sec) στο δίκτυο GSM. Το HSCSD (High Speed Circuit Switched data) είναι η εξέλιξη του προηγούμενου και προσφέρει περισσότερα κανάλια επικοινωνίας με τη δυνατότητα μεταφοράς δεδομένων σε μεγαλύτερες ταχύτητες (57,6 Kbit/sec).
- GPRS (General Packet Radio Service). Αποτελεί την εξέλιξη του HSCSD. Το GPRS επιτρέπει την μετάδοση δεδομένων ανά κυψέλη σε χωρητικότητα οκτώ (8) θέσεων σε ταχύτητα (160 Kbit/sec). Στηρίζεται στη ράδιο - τεχνολογία W –CDMA (Wideband Code

Division Multiple Access), η οποία προσφέρει μεγάλο φάσμα συχνοτήτων επικοινωνίας σε μεγαλύτερες ταχύτητες. Λογω των αναβαθμισμένων δυνατοτήτων του σε σχέση με το GSM δύναται να μεταφέρει μεγαλύτερη χωρητικότητα δεδομένων και να υποστηρίξει εφαρμογές όπως MMS (Multimedia Messages Service) και SMS (Short Message Service).

- UMTS (Universal Mobile Telecommunication System. Προσφέρει ένα πακέτο μετάδοσης δεδομένων σημείου προς σημείο και σημείου προς πολλαπλά σημεία καθώς και υπηρεσίες πραγματικού και μη χρόνου όπως για παράδειγμα διαφορετικές υπηρεσίες μεταφοράς. Η επικοινωνία αυτή στηρίζεται σε αυτή της W - CDMA<sup>27</sup>, η οποία αποτελεί μια βελτιωμένη έκδοση του GPRS και αναπτύχθηκε από τη 3GPP<sup>28</sup> την επόμενη γενιά των ασύρματων επικοινωνιών.
- LTE (Long Term Evolution). Αυτή του είδους η επικοινωνία χρησιμοποιεί τεχνολογία ραδιοσυχνοτήτων OFDM<sup>29</sup> σε συνδυασμό με αναβαθμισμένες τεχνολογίες πομποδεκτών με σκοπό την διαχείριση περισσότερων δεδομένων μέσω των κινητών μονάδων και την υποστήριξη εφαρμογών πολυμέσων. Συνήθως αυτή η τεχνολογία εφαρμόζεται στα τρένα που κινούνται με μεγάλη ταχύτητα και μπορούν να υποστηρίξουν ένα ασύρματο δίκτυο ακόμη σε ταχύτητες μεταξύ των 120 έως των 350 Km/h.
- WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access). Η υπηρεσία αυτή προσφέρει πολλαπλά IP ασύρματων υπηρεσιών σε πολύ μεγάλες ταχύτητες που στηρίζονται στο πρωτόκολλο επικοινωνίας 802.16 standard. Το συγκεκριμένο πρωτόκολλο υποστηρίζει τερματικά NLOS<sup>30</sup>, τα οποία προσφέρουν ασύρματα σταθερά δίκτυα.
- WLAN (Wireless Local Area Network). Το δίκτυο αυτό επιτρέπει την ασύρματη σύνδεση σε περιορισμένο χώρο. Αναλόγως το πρωτόκολλο επικοινωνίας που χρησιμοποιεί διαφορετικές ταχύτητες είναι διαθέσιμες στο χρήστη του. Το πρωτόκολλο 802.11g φαίνεται να προσφέρει τις μεγαλύτερες ταχύτητες δεδομένων (54 Mbits/S) μιας και στηρίζεται στη τεχνολογία OFDM.

---

<sup>27</sup> Wideband Code Division Multiple Access.

<sup>28</sup> Third Generation Partnership Project.

<sup>29</sup> Orthogonal Frequency Division Multiplexing.

<sup>30</sup> Non Line of Sight End User Terminals.



- Bluetooth<sup>31</sup>. Αποτελεί μια ράδιο – διεπιφάνεια, η οποία επιτρέπει στις φορητές ηλεκτρονικές συσκευές να συνδέονται και να επικοινωνούν δια μέσου μικρής ακτίνας που κυμαίνεται από 10 έως 100 μέτρα. Η μετάδοση των δεδομένων αγγίζει την ταχύτητα των 2,1 Mbps.
- NFC (Near Field Communication). Αναφέρθηκε παραπάνω στην παράγραφο πληρωμής εισιτηρίων μέσω έξυπνων τηλεφώνων. Χρησιμοποιεί μαγνητικές κάρτες RFID, οι οποίες ανταλλάσσουν δεδομένα με ταχύτητες έως 424Kbits/s.

### **Τοπολογίες ασύρματων δικτύων**

Οι τοπολογίες ασύρματων δικτύων είναι οι εξής:

- ❖ Peer to Peer Τοπολογία: οι σταθμοί επικοινωνούν απευθείας μεταξύ τους, στα όρια του ασύρματου χωρίου που δημιουργείται.
- ❖ Access Point Τοπολογία: Υπάρχει μια γέφυρα για να γεφυρώνει τους σταθμούς με το ενσύρματο δίκτυο
- ❖ Point to Point ή Multipoint Τοπολογία: Συνδέονται διαφορετικά δίκτυα με ασύρματη ζεύξη ακόμη και σε μεγάλη απόσταση.

#### ***3.1.1.2.1. Συστήματα Επικοινωνιών στις Μεταφορές***

Τα συστήματα αυτά αποστέλλουν ηχητικά και ψηφιακά δεδομένα ανάμεσα στα οχήματα και τα κέντρα συντονισμού τους. Συνήθως χρησιμοποιούν ραδιοεπικοινωνίες διπλής διαδρομής με σκοπό να εξυπηρετήσουν τις επικοινωνιακές τους ανάγκες. Ακόμη χρησιμοποιούν αναλογικά, ψηφιακά και συστήματα CDPD<sup>32</sup>. Πιο συγκεκριμένα ο σκοπός αυτών των συστημάτων είναι να προσδιορίζουν την θέση του οχήματος (AVL) στο δρόμο ή του τρένου στις ράγες ώστε να δίνεται η δυνατότητα μέγιστης χρήσης της χωρητικότητας του δικτύου, η αύξηση των μετακινήσεων και η επικράτηση της ασφάλειας κατά τις μεταφορές.

<sup>31</sup> Υπέρυθρες Ακτίνες

<sup>32</sup> Cellular Digital Packet Data: Μεταδίδει δεδομένα με wireless τρόπο σε συχνότητες κινητών τηλεφώνων, χρησιμοποιώντας ένα φάσμα συχνοτήτων που δεν χρησιμοποιείται για ηχητικές κλήσεις.

Επίσης, οι wireless επικοινωνίες πραγματοποιούνται μέσω μικροκυμάτων. Τα μικροκύματα χρησιμοποιούνται συνήθως σε συστήματα των τρένων που δηλώνουν την ακριβή θέση τους στο σιδηροδρομικό δίκτυο (US Department of Transportation 2000). Τα συστήματα αυτά είναι γνωστά ως Variable Block Controls, τα οποία χρησιμοποιούν αναμεταδότες παθητικών, ηλεκτρονικών ραδιοκυμάτων που εκπέμπουν υψηλές συχνότητες χαμηλής ισχύος. Τα ραδιοκύματα αυτά συλλέγονται και επεξεργάζονται από τους υπολογιστές των οχημάτων και ο οδηγός ξέρει ανά πάσα στιγμή όταν πλησιάζει με το όχημα του τις ράγες αν κάποιο τρένο βρίσκεται κοντά.

Άλλο ένα παράδειγμα επικοινωνίας είναι αυτό της περιορισμένης ακτίνας (short range) που χρησιμοποιείται στο traffic signal priority, που θα αναπτυχθεί παρακάτω. Σε αυτή την επικοινωνία χρησιμοποιούνται υπέρυθρες, οι οποίες στέλνουν πληροφορίες δια μέσου πομπών που είναι εγκατεστημένοι στο όχημα. Οι δέκτες που δεν είναι άλλοι από τα φανάρια κυκλοφορίας θέτουν την προτεραιότητα των οχημάτων, τα οποία καταφθάνουν σε κάποια διασταύρωση.

Η πιο γνωστή short range communication στις μεταφορές είναι η DSRC<sup>33</sup>. Η DSRC στοχεύει στην προώθηση μεταφοράς δεδομένων σε μεγάλες ταχύτητες και στη μείωση της "καθυστέρησης" του επικοινωνιακού δεσμού. Μια δεύτερη ονομασία της συγκεκριμένης επικοινωνίας είναι η WAVE<sup>34</sup>. Το δίκτυο Vanet<sup>35</sup>, το οποίο είναι πολύ γνωστό στις μεταφορές στηρίζεται στην επικοινωνία DSRC. Συνδυάζει τους on board υπολογιστές του οχήματος, τους ψηφιακούς ηλεκτρονικούς χάρτες και τις GPS συσκευές και τις πληροφορίες που συλλέγει ανταλλάσσονται μεταξύ των οχημάτων και των οδικών κέντρων μέσω των επικοινωνιών μικρής και μεσαίας εμβέλειας (DSRC).

Άλλη μια επικοινωνία κοντινών αποστάσεων είναι αυτή της NFC<sup>36</sup>. Στηρίζεται στην τεχνολογία RFID<sup>37</sup>, η οποία αποτελείται από μία πλακέτα στην οποία είναι ενσωματωμένα μία κεραία, ένα μικροτσίπ (αποτελεί δέκτη ράδιο), έναν διαμορφωτή για αποστολή απάντησης στον reader, μια μονάδα ελέγχου, μία αποθηκευτική μνήμη και ένα σύστημα τροφοδοσίας. Επίσης, η επικοινωνία NFC πραγματοποιείται μέσω Bluetooth και Wi-Fi μέσω συνδεσμολογίας Peer to Peer.

---

<sup>33</sup> Dedicated Short Range Communication.

<sup>34</sup> Wireless Access in Vehicular Environments.

<sup>35</sup> Vehicular Ad Hoc Network.

<sup>36</sup> Near Field Communication.

<sup>37</sup> Radio Frequency Identification Device.

### 3.1.1.3. Geographical Information Systems (GIS)

Τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών αποτελούν ένα εργαλείο ανάλυσης και χαρτογράφησης πραγμάτων που υφίστανται και γεγονότων που διαδραματίζονται στη γη, μέσω της χρήσης υπολογιστή. Πιο συγκεκριμένα απεικονίζει δεδομένα, ανθρώπους, οργανισμούς και θεσμικές ρυθμίσεις με σκοπό την περισυλλογή, την αποθήκευση, την ανάλυση και την επικοινωνία συγκεκριμένου τύπου πληροφοριών. Αυτοί οι τύποι πληροφοριών συνδέονται με τα μεταφορικά συστήματα.

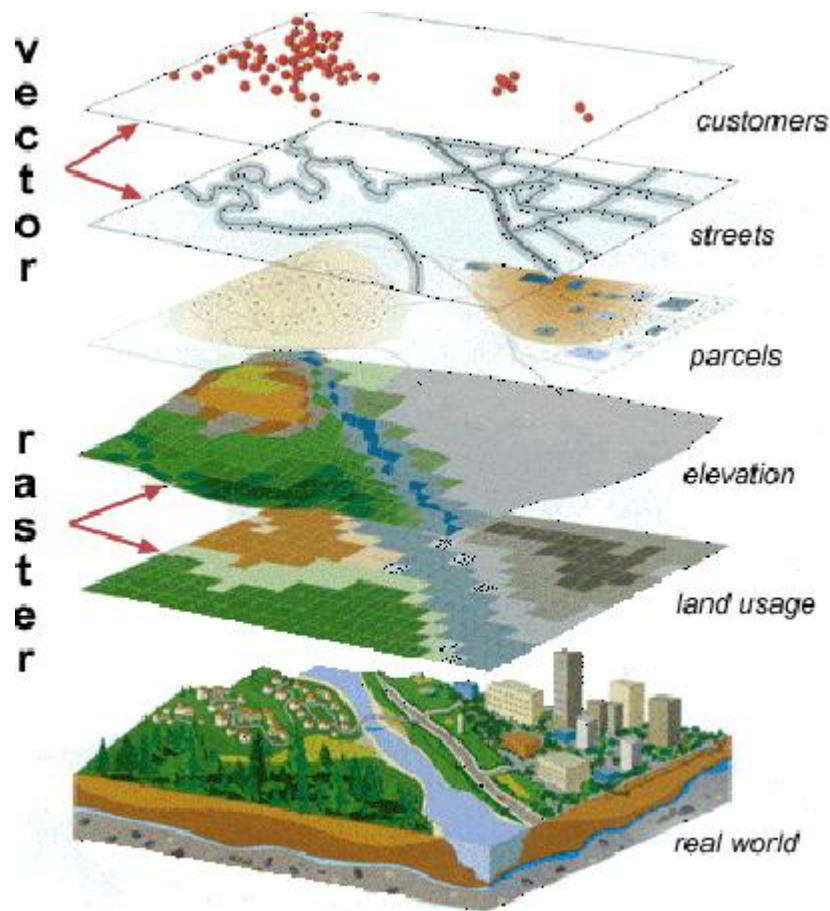
Όλες οι προαναφερθείσες διαδικασίες που χαρακτηρίζουν ένα σύστημα GI στην πραγματικότητα αποτελούν μία μοναδική απεικόνιση μιας βάσης δεδομένων στηριζόμενη σε στατιστικές αναλύσεις και ερωτηματολόγια. Για αυτό το λόγο ένα GIS σύστημα είναι χρήσιμο σε δημόσιες και ιδιωτικές επιχειρήσεις για την επεξήγηση γεγονότων, την πρόβλεψη εισοδημάτων και την δημιουργία στρατηγικών σχεδίων.

Στο μεταφορικό τομέα τα GIS προωθούν την ευχρηστία στους επιβάτες των μέσων μαζικής μεταφοράς αλλά και στους οδηγούς οχημάτων με την απεικόνιση των οδών, της κυκλοφοριακής συμφόρησης, της real – time θέσης των οχημάτων και της εκτενέστερης περιγραφής των κτιρίων και των υποδομών που βρίσκονται κοντά στο αρτηριακό οδικό δίκτυο.

Επιπροσθέτως, ένα GIS σύστημα στο μεταφορικό κλάδο προσφέρει: α) προγραμματισμό της υποδομής (μέσω της αναπαράστασης του χώρου), β) σχεδιασμό και διαχείριση του προγράμματος των μεταφορών που πραγματοποιούνται σε ημερήσια βάση, γ) ανάλυση και έλεγχο της κυκλοφοριακής κίνησης, δ) διατήρηση της ασφάλειας κατά τις μεταφορές, ε) διατήρηση της περιβαλλοντικής συνείδησης (μέσω λιγότερης κατανάλωσης καυσίμου και μείωσης των άσκοπων μετακινήσεων) και στ) διαχείριση πολύπλοκων συστημάτων logistics.

Υπάρχουν δύο είδη δομών δεδομένων, οι Vector και Raster, ως προς την απεικόνιση των γεωγραφικών πληροφοριών.

Εικόνα 23 - Απεικόνιση Vector και Raster



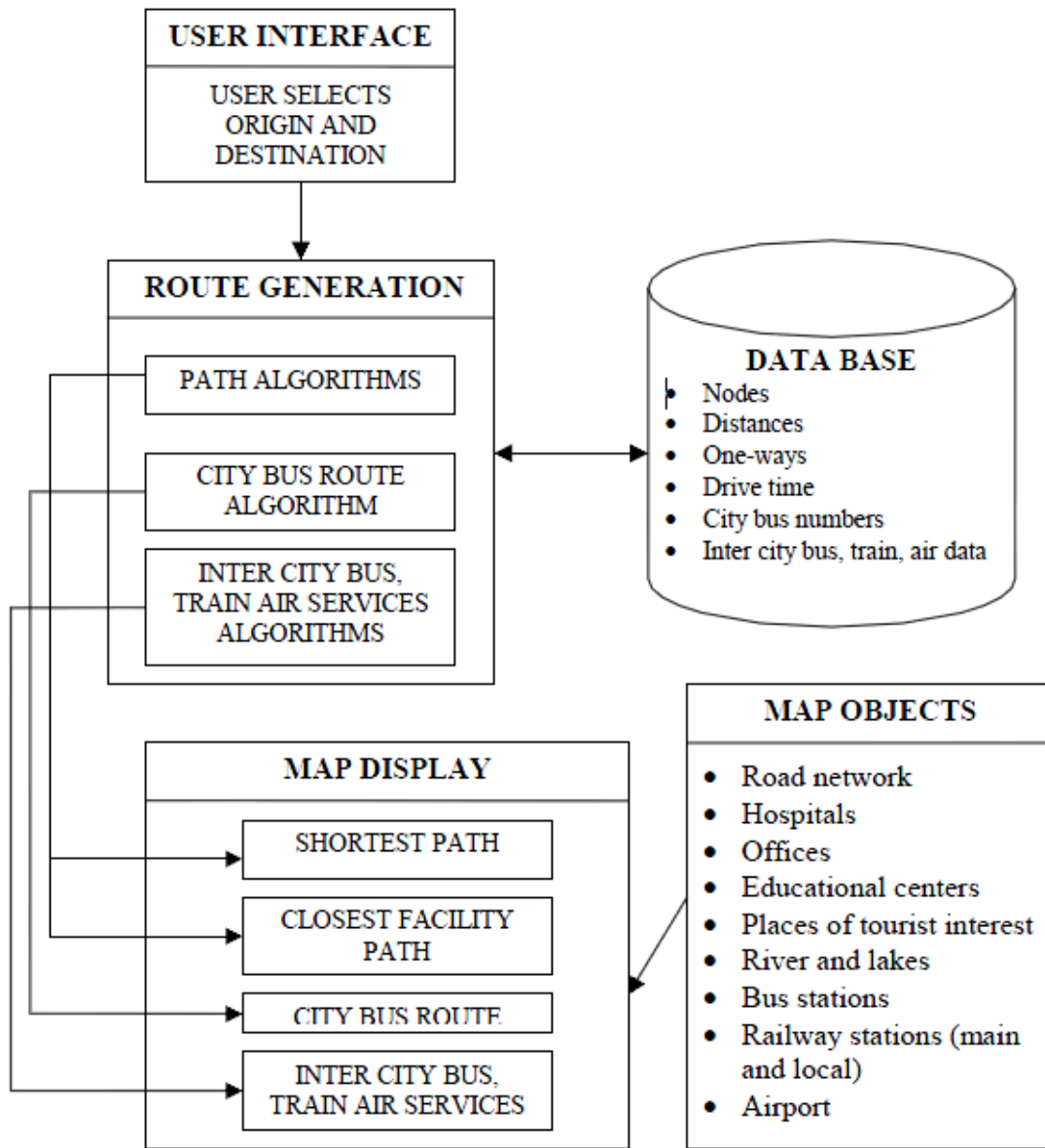
Πηγή: [www.ncddc.noaa.gov](http://www.ncddc.noaa.gov)

Τα δεδομένα Vector αντιπροσωπεύουν γεωγραφικές οντότητες μέσω ενός συστήματος συντεταγμένων  $X - Y$ . Χρησιμοποιούν κελιά που ο συνδυασμός τους σχηματίζει ένα πλέγμα. Οι γεωγραφικές οντότητες σε αυτό το πλέγμα παρουσιάζονται ως τελείες, γραμμές και περιοχές που χαρτογραφούνται σε ένα επίπεδο δύο διαστάσεων. Η τοποθεσία ενός αντικειμένου στην επιφάνεια ενός Vector αναλύεται σε έναν άξονα  $X$  και έναν άξονα  $Y$  που εκκινούν από ένα κοινό σημείο. Κάθε σημείο προσδιορίζεται από μία τοποθεσία  $X, Y$ , ενώ, οι γραμμές προσδιορίζονται από μια αλληλουχία συντεταγμένων - σημείων  $X, Y$ . Στη συνέχεια, οι περιοχές προσδιορίζονται από μια σειρά  $X, Y$  συντεταγμένων, οι οποίες δημιουργούν κομμάτια, των οποίων ο συνδυασμός δημιουργεί πολύγωνα ή πολύπλευρες περιοχές.

Στην απεικόνιση Raster μία τετράγωνη περιοχή από κελιά χρησιμοποιείται για να αναπαραστήσει τις γεωγραφικές περιοχές. Αν τα δεδομένα που αποθηκεύονται στα κελιά είναι εικόνες

τότε, τα κελιά ονομάζονται στοιχεία ή pixels αλλιώς, αν είναι οποιοδήποτε άλλο δεδομένο τα κελιά αποκαλούνται Grid Cells. Κάθε πλέγμα κελιών (Grid Cells) οργανώνεται σε γραμμές και στήλες που πηγάζουν από ένα κοινό σημείο. Κάθε Pixel αντιπροσωπεύει μία αξία που μεταφράζεται σε γεωγραφικό δεδομένο μέσω της οποίας προκύπτει ανύψωση (στο επίπεδο), χρήση γης ή πυκνότητα πληθυσμού. Η απεικόνιση Raster θεωρείται ιδανική για δεδομένα εικόνων όπως, scanned χάρτες, αεροφωτογραφίες ή δορυφορική απεικόνιση (Google Earth).

Διάγραμμα 17 - Διάγραμμα Ροής ενός GIS Συστήματος



Πηγή: Dr Praveen Kumar, Dhanunjaya Reddy & Varun Singh (2003)



#### 3.1.1.4. Automatic Passenger Counter (APC)

Ο αυτόματος καταμετρητής επιβατών (APC) παρέχει την δυνατότητα της καταμέτρησης των επιβατών που εισέρχονται και εξέρχονται από το λεωφορείο καθώς και της μέτρησης του χρόνου μετάβασης του λεωφορείου από στάση σε στάση.

Η καταμέτρηση των επιβατών πραγματοποιείται με δύο τρόπους. Η χρήση των υπέρυθρων ακτινών αποτελεί τον πρώτο και η χρήση ενός treadle mat τον δεύτερο. Σε μια πιο ενδελεχή ανάλυση, οι υπέρυθρες ακτίνες εκπέμπονται στο σημείο που εντοπίζεται το "σκαλοπάτι" του λεωφορείου στο ύψος περίπου της μέσης του επιβάτη. Καθώς ο επιβάτης εισέρχεται και εξέρχεται από το λεωφορείο η συνεχής εκπομπή των υπέρυθρων ακτινών διακόπτεται με διαφορετική σειρά κατά την είσοδο και έξοδο του, με αποτέλεσμα να καταγράφεται με ακρίβεια η δραστηριότητα του επιβάτη.

Το σύστημα treadle mat στηρίζεται σε διακόπτες που κλείνουν και ανοίγουν κάθε φορά που κάποιος επιβάτης πατάει επάνω. Με λίγα λόγια πρόκειται για ένα "χαλάκι" που εντοπίζεται στο σκαλοπάτι του λεωφορείου και βρίσκονται ενσωματωμένοι σε αυτό διάφοροι διακόπτες. Όταν στο χαλάκι αυτό ασκηθεί βάρος κατά την είσοδο του επιβάτη, ένας διακόπτης κλείνει και το αντίστροφο συμβαίνει κατά την έξοδο του επιβάτη. Το άνοιγμα και κλείσιμο του διακόπτη μαζί με την μέτρηση του χρόνου που μεσολαβεί για αυτές τις ενέργειες καθορίζουν τη ροή των επιβατών.

Εικόνα 25 - Υπέρυθρες Ακτίνες Καταμέτρησης Επιβατών



Πηγή: [www.alibaba.com](http://www.alibaba.com)

Εικόνα 26 - Treadle Mat



Πηγή: [www.tapeswitch.com](http://www.tapeswitch.com)

Η ευχρηστία των συστημάτων αυτόματης καταμέτρησης επιβατών εντοπίζεται στην ακριβή απόδοση δεδομένων στους ενδιαφερόμενους φορείς όπως, ταξιδιωτικά γραφεία, κρατικά γραφεία μετακίνησης των επιβατών, ώστε να μπορέσουν να βελτιώσουν την ποιότητα της υπηρεσίας που προσφέρουν. Με τα δεδομένα που συγκεντρώνονται διαφαίνεται η πυκνότητα των δρομολογίων, η προτίμηση τους από τους επιβάτες, οι πιο δημοφιλείς προορισμοί, η πληθυσμιακή πυκνότητα κάθε περιοχής και πολλά άλλα. Λαμβάνοντας υπόψη αυτούς τους παράγοντες οι προαναφερθέντες φορείς καταφέρνουν να δημιουργήσουν τα ιδανικά δρομολόγια μέσα από ένα καλύτερο προγραμματισμό, ένα μειωμένο κόστος άσκοπων μετακινήσεων και ένα μειωμένο μέσο χρόνο αναμονής του επιβάτη σε κάθε στάση. Ο επιβάτης καταφέρνει να μετακινείται γρήγορα και με περισσότερη άνεση αφού τα οργανωμένα δρομολόγια μειώνουν τον συνεχή συνωστισμό στις δημοφιλείς γραμμές ανταπόκρισης των λεωφορείων.

#### 3.1.1.5. Transit Signal Priority (TSP)

Τα φανάρια κυκλοφορίας πάντα αποτελούσαν ένα από τα πιο σημαντικά μέσα στη ρύθμιση της ομαλής οδικής κυκλοφοριακής ροής και διατήρηση της ασφάλειας των οδικών μετακινήσεων. Η

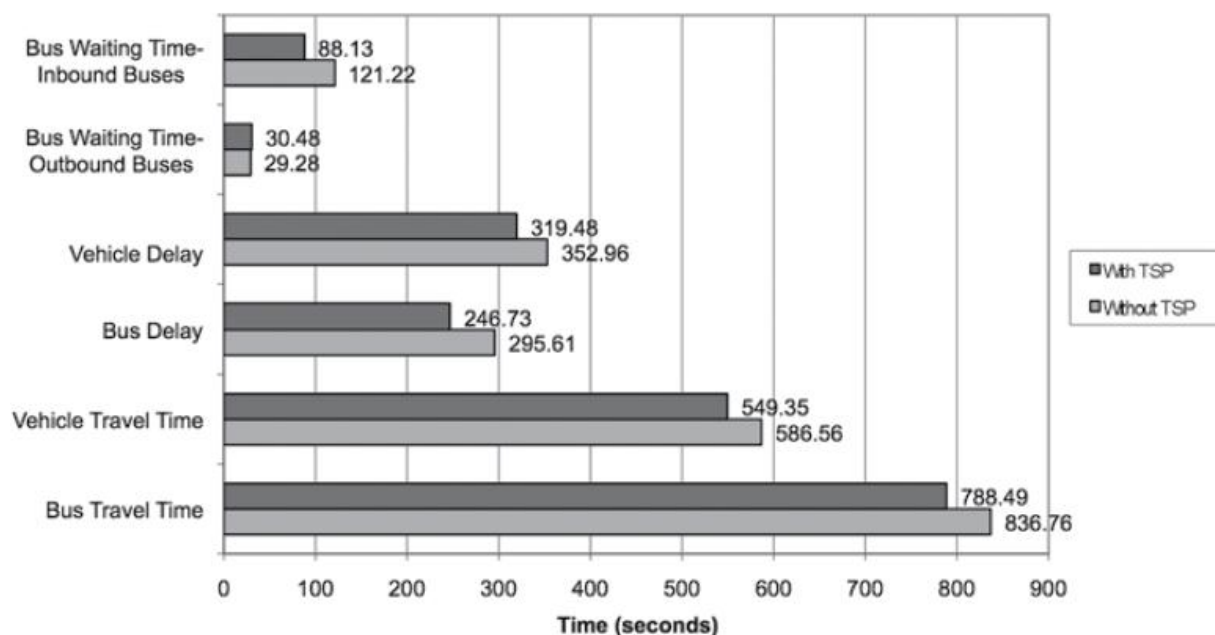


ιδανική ρύθμιση της κυκλοφορίας αποτελεί την αφητηρία για ανάπτυξη και πρόοδο σε τοπικό αλλά και εθνικό επίπεδο. Ο λόγος που ισχύει κάτι τέτοιο εντοπίζεται στο γεγονός ότι: α) προωθούνται οι μεταφορές των αγαθών και προϊόντων ταχύτερα, β) τηρείται το πρόγραμμα των μετακινήσεων των μέσων μαζικής μεταφοράς και των ιδιωτικών φορέων, γ) αναπτύσσονται τα logistics, δ) βελτιώνεται η υποδομή των οδικών αρτηριών, ε) αποφεύγονται τα τροχαία ατυχήματα και η ταλαιπωρία της αναμονής (κυκλοφοριακή συμφόρηση), στ) εξοικονομείται ενέργεια και τέλος ζ), αν και τα θετικά δεν τελειώνουν εδώ, περιορίζεται το κόστος μέσα από:

- την εξοικονόμηση καυσίμου λόγω των λιγότερων μετακινήσεων,
- την αποφυγή καταβολής προστίμων για αργοπορημένες παραδόσεις,
- την μείωση των φθορών των οχημάτων και ανάγκης για οδική βοήθεια,
- την αποφυγή παραβάσεων του Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας,
- την προτίμηση εναλλακτικών πιο δαπανηρών μέσων μεταφοράς, όπως αεροπλάνο

Το TSP αποτελεί ένα μέσο υποβοήθησης των φαναριών να ρυθμίζουν την κυκλοφοριακή ροή ώστε να επιτυγχάνονται τα παραπάνω. Η ευχρηστία του συγκεκριμένου συστήματος προς τον οδηγό εντοπίζεται στο ότι οδηγός μετακινείται σε μικρότερο χρόνο, με λιγότερη αναμονή στα φανάρια, με περισσότερη ασφάλεια και με ακριβέστερο υπολογισμό του ταξιδιού του.

Διάγραμμα 18 - Σύγκριση Χρόνου Μετακινήσεως Με και Χωρίς TSP



Πηγή: Vlachou K., Collura J., Marmelstein A. (2010)

Το παραπάνω διάγραμμα μας δείχνει την εξοικονόμηση του χρόνου σε κάθε μέσο μεταφοράς όταν χρησιμοποιείται το σύστημα TSP. Πιο συγκεκριμένα το σύστημα αυτό στηρίζεται στην εκπομπή σήματος από κάποιο όχημα, ώστε να του παραχωρηθεί προτεραιότητα προς τον δέκτη κάποιας διασταύρωσης ή κάποιο κέντρο διευθέτησης της κυκλοφοριακής ροής. Για την εκπομπή και λήψη τους σήματος απαιτούνται εξοπλισμοί όπως:

- ανιχνευτές κυκλικής ροής
- ανιχνευτές βρόγχων μέσω τυπικής επαγωγής
- οπτικών πομπών
- ανιχνευτές ραντάρ
- ανιχνευτές βίντεο
- GPS/ Αυτόματο εντοπισμό οχήματος
- Ετικέτες συχνοτήτων

Η παραχώρηση προτεραιότητας στηρίζεται σε πολλούς παράγοντες όπως στη διασφάλιση της ασφαλούς διελεύσεως των οχημάτων, στη νομοθεσία του κράτους και στη προώθηση των μέσων μαζικής μεταφοράς αλλά και των βαρέων οχημάτων. Λαμβάνοντας υπόψη αυτούς παράγοντες αυτούς το κέντρο ρύθμισης της κυκλοφοριακής ροής ή ο προγραμματισμένος εξοπλισμός που εντοπίζεται στο οδικό δίκτυο επιτρέπει ή αποτρέπει την αίτηση κάποιου οχήματος για παραχώρηση προτεραιότητας. Το σύστημα TSP παρέχει προτεραιότητα στηριζόμενο σε τρεις χρονικούς παράγοντες εκπομπής σήματος:

- Fixed Time (Σταθερό Χρόνο)
- Actuated Time (Ελεύθερο και Συντονισμένο)
- Adaptive Real Time (Πραγματικό Χρόνο)

Τα σήματα σταθερού χρόνου χρησιμοποιούν παραμέτρους εκπομπής σταθερών σημάτων, όπως αυτή του κυκλικού μήκους, αλληλουχίας φάσεως και "πράσινης περιόδου"<sup>40</sup>.

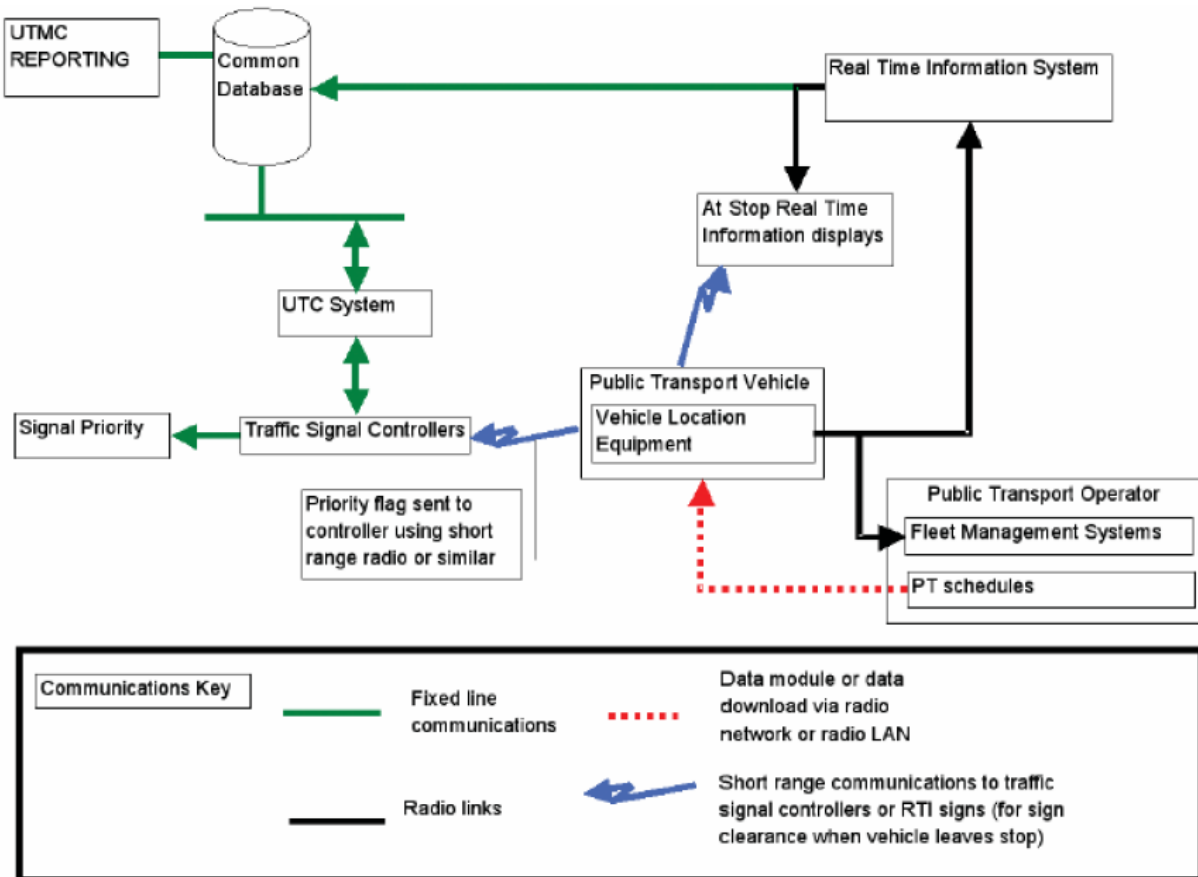
---

<sup>40</sup> Με τη ονομασία "πράσινη περίοδος" νοείται ο χρόνος που επιτρέπει στο όχημα να προχωρήσει, δηλαδή ο χρόνος που το φανάρι είναι πράσινο και επιτρέπει τη διέλευση οχημάτων. Στη συγκεκριμένη αναφορά η πράσινη περίοδος δεν επηρεάζεται από την αίτηση του οχήματος για παραχώρηση προτεραιότητας αλλά στηρίζεται στο σταθερό προγραμματισμό του φαναριού για πράσινη και κόκκινη περίοδο.

Τα σήματα ελεύθερου και συντονισμένου χρόνου μπορούν να συλλέξουν δεδομένα των πρόσφατων μετακινήσεων ώστε να επιτρέψουν ή να αποτρέψουν μια πράσινη περίοδος σε ένα μοτίβο λειτουργίας φάση προς φάση.

Τα σήματα πραγματικού χρόνου παρακολουθούν τις κυκλοφοριακές συνθήκες και εφαρμόζουν πράσινες περιόδους που θεωρούνται οι κατάλληλες για την ικανοποίηση των συγκεκριμένων μεταφορικών αναγκών. Ακόμη χρησιμοποιούν συστήματα εντοπισμού των οχημάτων σε πραγματικό χρόνο και αναλόγως την πορεία, την ταχύτητα και την πυκνότητα τους προβλέπουν και εφαρμόζουν τις καταλληλότερες πράσινες περιόδους στα φανάρια.

Εικόνα 27 - Η Διευθέτηση ενός TSP Συστήματος



Πηγή: RTIG (2005)

Η διευθέτηση του εν λόγω συστήματος περιγράφεται στη πιο πάνω εικόνα, η οποία απεικονίζει την λειτουργία του συστήματος σε πραγματικό χρόνο . Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό των οχημάτων είναι ήδη γνωστός από την αναφορά στα συστήματα AVL ενώ όσον αφορά τον εξοπλισμό επεξεργασίας των real time πληροφοριών αναφέρεται στην εκπομπή και λήψη του σήματος προτεραιότητας που αναλύεται πιο πάνω στην ίδια παράγραφο.

### 3.2.1. Electronic Payment System

Το ηλεκτρονικό σύστημα αποπληρωμής των οικονομικών υποχρεώσεων στη σημερινή εποχή εντοπίζεται στις έξυπνες κάρτες (Smart Cards). Οι έξυπνες κάρτες χρησιμοποιούνται ευρέως σε πολλές εφαρμογές και δραστηριότητες ώστε ο ιδιοκτήτης τους μέσα από τη χρήση τους να αποπληρώνει με εύκολο και γρήγορο τρόπο τις δαπάνες που δημιουργούνται κατά την χρήση ορισμένων υπηρεσιών.

Οι πιο γνωστές πηγές χρήσης των έξυπνων καρτών αφορούν τις μετακινήσεις, τα οικονομικά, τις τηλεπικοινωνίες, την διατήρηση της υγείας και της κοινωνικής ασφάλισης. Υπάρχουν τρία (3) είδη τέτοιων καρτών, οι οποίες είναι οι εξής:

1. **Memory – Only Integrated Circuit Cards.** Αποτελούν κάρτες μνήμης που φέρουν ηλεκτρονικές μαγνητικές λωρίδες. Οι συγκεκριμένες κάρτες έχουν τη δυνατότητα να αποθηκεύουν στο chip τους αρκετά δεδομένα, τα οποία μπορούν να γράφονται και να διαβάζονται σε δυαδικό σύστημα που επιτρέπει την αποθήκευση 20.000 μονάδων χρηματικής αξίας. Επιπροσθέτως, η κάρτα αυτή προστατεύεται μέσω ενός προσωπικού αριθμού ταυτοποίησης (PIN) και φέρει “μετρητές”, οι οποίοι μετρούν τον αριθμό χρήσης της κάρτας και ορίζουν τις φορές που θα μεταφορτωθούν μονάδες σε αυτή.
2. **Wired Logic Integrated Circuit Chip Cards.** Μια τέτοια κάρτα εμπεριέχει ένα μηχανήμα logic – based το οποίο παρέχει απόκρυψη και απαιτεί κωδικό αυθεντικότητας κατά την προσπάθεια πρόσβασης στη μνήμη και στα περιεχόμενα της. Ακόμη, οι κάρτες αυτές παρέχουν ένα στατικό σύστημα πολλαπλών εφαρμογών με επιλεκτική απαγόρευση πρόσβασης στα περιεχόμενα της μνήμης της και επεξεργάζονται σε ένα περιβάλλον Contact.<sup>41</sup>

---

<sup>41</sup> Όταν αναφερόμαστε σε μία Contact Smart Card εννοούμε μία κάρτα η οποία απαιτεί την εισαγωγή της σε ένα card reader (αναγνώστη δεδομένων) με άμεση σύνδεση σε ένα επαφτόμενο θύλακα στην επιφάνεια της κάρτας.

3. **Secure Microcontroller Integrated Circuit Chip Cards.** Τέτοιου είδους κάρτες περιλαμβάνουν ένα microcontroller (μικρή μηχανή ελέγχου), ένα λειτουργικό σύστημα και μνήμη διάβασε/γράψε, η οποία αναβαθμίζεται αρκετές φορές. Το chip αυτής της κάρτας εκτελεί λογικές πράξεις και υπολογισμούς και αποθηκεύει δεδομένα σε συνεργασία με το λειτουργικό του σύστημα. Η λειτουργία μιας τέτοιας κάρτας απαιτεί ενέργεια και ένα τερματικό επικοινωνίας και τα κυκλώματα της μπορεί να είναι contact, contactless<sup>42</sup> και dual – interface<sup>43</sup>.

Εικόνα 28 - Contactless Smart Cards



## Contactless Smart Cards

Πηγή: Smart Card Alliance (2006)

### 3.2.1.1. Interoperability

Ο όρος Interoperability σχετίζεται με τα ηλεκτρονικά εισιτήρια και την διαχείριση των εσόδων που συλλέγονται από αυτά. Η ευχρηστία σε αυτό το σύστημα εντοπίζεται στη προσπάθεια για ενιαίες μετακινήσεις των επιβατών με ευκολία στη αποπληρωμή των εισιτηρίων, στη διαθεσιμότητα τους και την εύκολη απόκτηση τους κυρίως μέσα από την χρήση έξυπνων καρτών. Υπάρχουν τέσσερα (4) επίπεδα που συνθέτουν την "interoperability" και στηρίζονται σε κάποια στάνταρ. Τα στάνταρ αυτά είναι:

<sup>42</sup> Οι Contactless Smart Cards πρέπει να βρίσκονται σε απόσταση από τον reader όχι περισσότερη από 10 εκατοστά, ώστε να πραγματοποιηθεί η ανταλλαγή δεδομένων. Χρησιμοποιούνται ραδιοκύματα για την πραγματοποίηση της ανταλλαγής. Η συσκευή που μεσολαβεί για την επικοινωνία κάρτας – αναγνώστη δεν είναι άλλη από μία κεραία ραδιοκυμάτων εντοπισμένη στο εσωτερικό της κάρτας και του αναγνώστη.

<sup>43</sup> Contact και Contactless.

- Τα στοιχεία δεδομένων.
- Το πλαίσιο διαλειτουργικών εισιτηρίων.
- Η αρχιτεκτονική του συστήματος περισυλλογής των εσόδων εισιτηρίων.

Στο 1<sup>ο</sup> επίπεδο χρησιμοποιείται contactless κάρτα σε ένα μέσο μεταφοράς που λειτουργεί από έναν λειτουργό (operator) σε μια περιοχή. Είναι σημαντικό το εισιτήριο να γίνεται αποδεκτό από τον εξοπλισμό των διαφορετικών παρόχων. Με αυτό τον τρόπο προωθείται η “Inter – Usability” (δια - χρησιμότητα) η διατήρηση της οποίας εξαρτάται από:

- I. Τη συμβατότητα των contactless περιβαλλόντων
- II. Τις δοκιμασίες στη λειτουργικότητα και η πιστοποίηση της από ανεξάρτητες υπηρεσίες
- III. Τις μεθόδους δοκιμής των καρτών.

Στο 2<sup>ο</sup> επίπεδο, η contactless έξυπνη κάρτα χρησιμοποιείται στα περισσότερα μέσα μεταφοράς προς ένα προορισμό και λειτουργεί μέσω ενός λειτουργού σε μια περιοχή. Τα δεδομένα από κάθε μόνιμο σύστημα υπολογιστών – τερματικών έκδοσης εισιτηρίου (σε κάθε σταθμό ή οποιοδήποτε πολυσύχναστο μέρος) που χρησιμοποιείται αυτή η κάρτα πρέπει να συλλέγονται σε έναν κεντρικό υπολογιστή και αναβαθμίζονται με τον πιο κατάλληλο και ασφαλή τρόπο. Με αυτόν τον τρόπο προωθείται η διατροπικότητα (Intermodality) που η διατήρηση της απαιτεί:

- I. Ασφάλεια μέσω της χρήσης ασφαλών εφαρμογών
- II. Περίπλοκα συστήματα και λογισμικό εφαρμογών.

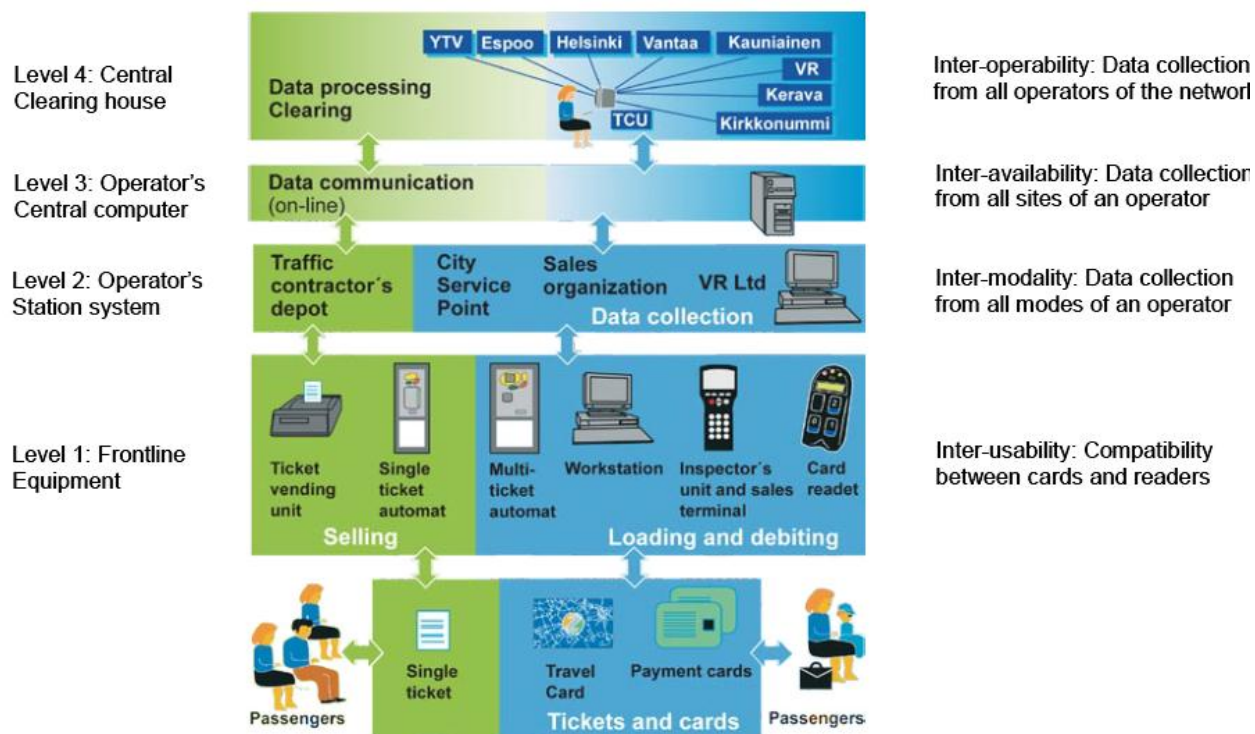
Στο 3<sup>ο</sup> επίπεδο, η contactless έξυπνη κάρτα χρησιμοποιείται στα περισσότερα μέσα μεταφοράς προς πολλούς προορισμούς και λειτουργεί μέσω ενός λειτουργού σε πολλές περιοχές<sup>44</sup>. Η διατροπικότητα και η δια - χρησιμότητα είναι απαραίτητες κατά τη χρήση της έξυπνης κάρτας αλλά επίσης απαιτείται η κάρτα αυτή να είναι διαθέσιμη σε χρήστες διαφορετικών γεωγραφικών περιοχών. Θα πρέπει λοιπόν οι λειτουργοί να προχωρήσουν σε λύσεις που να υπολογίζουν:

- I. Την διαθεσιμότητα των υπηρεσιών και των πληροφοριών.
- II. Την επαναφόρτωση με μονάδες των μέσων έκδοσης εισιτηρίων.
- III. Το κατέβασμα (download) συμβολαίων και εφαρμογών.
- IV. Τη διαθεσιμότητα δικτύων στους χρήστες της κάρτας.

<sup>44</sup> Ευρύτερες περιοχές, επαρχίες χώρες, έθνη

Στο 4<sup>ο</sup> επίπεδο λαμβάνει χώρα η αυτόματη είσπραξη των εσόδων (automatic fare collection) όπου η contactless έξυπνη κάρτα χρησιμοποιείται σε αρκετά μέσα μεταφορών που λειτουργούν μέσω αρκετών ανεξάρτητων λειτουργιών σε πολλές περιοχές. Ο κατάλληλος όρος για τέτοιες υπηρεσίες είναι η διαλειτουργικότητα επειδή είναι η πρώτη φορά που πολλοί λειτουργοί συνεργάζονται πάνω σε ένα μοναδικό περιβάλλον μιας contactless έξυπνης κάρτας.

Εικόνα 29 - Τα τέσσερα (4) επίπεδα της Interoperability



Πηγή: Smart Card Alliance (2006)

## Συμπεράσματα και Προτάσεις για Περαιτέρω Έρευνα

Η τεχνολογία σήμερα έχει γνωρίσει ραγδαία ανάπτυξη λόγω του ότι με τα επιτεύγματα της έχει απλοποιήσει τη ζωή των ανθρώπων εξοικονομώντας χρόνο και κόπο στις δραστηριότητες τους. Η ευχρηστία στις μεταφορές όπως είναι λογικό έχει επηρεαστεί από την τεχνολογία και έχει προσφέρει πολλά αγαθά στους επιβάτες και ταξιδιώτες που χρησιμοποιούν οποιοδήποτε μέσο μεταφοράς.

Όπως αναφέρθηκε πολλές φορές στη πορεία αυτής της διπλωματικής η ανάπτυξη των τεχνολογικών συστημάτων προσφέρει στους χρήστες των μέσων μαζικής μεταφοράς αλλά και όλων των υπολοίπων μέσων μεταφοράς τη δυνατότητα γρήγορης μετακίνησης, αξιόπιστης, ασφαλής και βολικής προς αυτούς. Τέτοια συστήματα είναι τα ADAS, τα ATIS, τα PIS και τα APTS, τα οποία αποτελούν έξυπνα συστήματα μεταφορών και που βεβαίως δεν είναι τα μοναδικά. Η μελέτη των συγκεκριμένων συστημάτων στην παρούσα διπλωματική κατέληξε σε συμπεράσματα τα οποία δείχνουν ότι η ευχρηστία προς τους επιβάτες και ταξιδιώτες της εφαρμογής τους προσφέρει:

- Μειωμένα έξοδα μετακινήσεων μέσω του καλύτερου προγραμματισμού και της δυνατότητας επιλογών μεταφορικών μέσων ακόμη και τη τελευταία στιγμή.
- Αύξηση της προτίμησης των μεταφορικών μέσων λόγω των σταθερών δρομολογίων, της άνεσης, της αξιοπιστίας και της ευελιξίας που δύνανται να προσφέρουν.
- Διασφάλιση οδικής ασφάλειας και προστασίας της ακεραιότητας των ταξιδιωτών μέσω ανεπτυγμένων συστημάτων.
- Άνεση στην οδήγηση των προσωπικών κυρίως οχημάτων αλλά και των λεωφορείων με συστήματα υποβοήθησης τους οδηγού.
- Μειωμένες εκπομπές ρύπων λόγω της αποφυγής της κυκλοφοριακής συμφόρησης και των άσκοπων μετακινήσεων.
- Δυνατότητα χρήσης των κινητών τηλεφώνων, έξυπνων συσκευών και οποιασδήποτε άλλης φορητής συσκευής για άμεση ενημέρωση των χρηστών τους σε ότι αφορά τις μεταφορές.
- Ευελιξία και άνεση στις μεταφορές ατόμων με ειδικές ανάγκες ή προχωρημένης ηλικίας.
- Δυνατότητα πρόσβασης στο διαδίκτυο για την απόκτηση ηλεκτρονικού εισιτηρίου, την πραγματοποίηση ηλεκτρονικών αγορών και την περιήγηση σε ιστοσελίδες μεταφορικών συστημάτων και όχι μόνο.



Σημαντικό παράγοντα στη προώθηση της ευχρηστίας διαδραματίζει κυρίως η ύπαρξη των δικτύων επικοινωνίας και κυρίως αυτής του ιντερνέτ. Μέσω των ασύρματων κυρίως δικτύων ο επιβάτης – ταξιδιώτης ενημερώνεται με μια απλή σύνδεση στο διαδίκτυο και στο κατάλληλο ιστότοπο για τις αλλαγές, τροποποιήσεις και τις τελευταίες εξελίξεις στο χώρο των μεταφορών σε πραγματικό χρόνο. Η ύπαρξη των προσωπικών συσκευών, των έξυπνων τηλεφώνων, των public displays, των on board displays στα οχήματα και πολλά άλλα τεχνολογικά επιτεύγματα παρέχουν στον επικείμενο επιβάτη - ταξιδιώτη οπτικοακουστικά ερεθίσματα τα οποία μεταφέρονται μέσα από τα δίκτυα του ιντερνέτ και γίνονται διαθέσιμα σε αυτόν άμεσα και χωρίς κόπο.

Καινοτομία σήμερα στις τεχνολογίες των μεταφορών αποτελούν κυρίως οι έξυπνες συσκευές. Οι συσκευές αυτές μέρα με τη μέρα αποκτούν καινούργιους χρήστες, οι οποίοι χρησιμοποιούν τις υπηρεσίες που τους προσφέρουν και καταφέρνουν να εξοικονομήσουν χρόνο, ταλαιπωρία και χρήματα στις καθημερινές δραστηριότητες τους. Για παράδειγμα, μια έξυπνη συσκευή στις μεταφορές έχει τη δυνατότητα να προσφέρει στον χρήστη της τη δυνατότητα απόκτησης ηλεκτρονικού εισιτηρίου είτε με πληρωμή αυτού στο διαδίκτυο είτε μέσω RFID ετικέτας με ένα απλό πέρασμα της συσκευής σε δέκτη της ραδιοσυχνότητας της εν λόγω ετικέτας. Τα πλεονεκτήματα έκδοσης ενός ηλεκτρονικού εισιτηρίου προς τον επικείμενο επιβάτη των μεσών μαζικής μεταφοράς είναι πολλά και μπορεί κάποιος να τα αναλογιστεί πολύ εύκολα και να καταλήξει ότι η έκδοση ηλεκτρονικού εισιτηρίου προσφέρει:

- Ταχύτερη και πιο εύκολη επαλήθευση αυτού.
- Εξοικονόμηση σχετικά με τα έξοδα μετακίνησης χάρη στο χαρακτηριστικό που προσφέρει «pay-as-you-go» (πληρωμή και απόκτηση εισιτηρίου σε πραγματικό χρόνο χωρίς να διανυθεί κάποια απόσταση).
- Η δυνατότητα να επωφεληθούν οι επιβάτες από ένα ευέλικτο σύστημα τιμολόγησης (με πιθανές εκπτώσεις και επιπλέον προσφορές).
- Άμβλυση του προβλήματος πλαστογραφίας εισιτηρίων (με τη χρήση κατάλληλων κρυπτογραφικών διαδικασιών).
- Η ικανότητα δημιουργίας ευέλικτων συστημάτων τιμολόγησης και καινοτόμων λύσεων στην έκδοση εισιτηρίων.
- Ικανότητα να προσέλκυσης περισσότερων επιβατών και είσπραξης περισσότερων εσόδων.

Οι αναφορές στα πλεονεκτήματα των ηλεκτρονικών εισιτηρίων δεν περιορίζονται μονάχα στα προαναφερθέντα, απλώς αυτές οι αναφορές φανερώνουν το νόημα ότι η ανεπτυγμένη τεχνολογία προσφέρει στις μεταφορές τη δυνατότητα συνεχούς εξέλιξης και προώθησης της ευχρηστίας σε αυτές.

Το ηλεκτρονικό εισιτήριο αποτελεί μόνο ένα παράδειγμα των τεχνολογικών επιτευγμάτων που αναφέρονται στη παρούσα διπλωματική. Η μελέτη των υπολοίπων στα πλαίσια αυτής είναι σίγουρο όμως ότι θα πείσουν τον αναγνώστη ότι τα πλεονεκτήματα της εφαρμογής τους είναι τα ίδια και περισσότερα από αυτά της εφαρμογής του προαναφερθέντος παραδείγματος. Η ευχρηστία μέσα από τις τεχνολογίες στις μεταφορές συνεπάγεται συνεχή βελτίωση της υποδομής, την προσαύξηση των εσόδων του κρατικού τομέα με ενίσχυση του ακαθάριστου εθνικού προϊόντος, την διατήρηση της ασφάλειας των μετακινήσεων και τη συμβολή στις έρευνες βελτίωσης του βιοτικού επιπέδου του ανθρώπου μέσα από τη προστασία του περιβάλλοντος λόγω των περιορισμένων ρύπων λόγω των άσκοπων μετακινήσεων ή της κυκλοφοριακής συμφόρησης.

Η εκτεταμένη αναφορά στην παρούσα διπλωματική μονοπωλείται στη ανάλυση των τεχνολογιών που προωθούν την ευχρηστία και όχι στο κοινωνικό – οικονομικό αντίκτυπο αυτής, αντικείμενο το οποίο θα μπορούσε να απασχολήσει κάλλιστα μια επικείμενη έρευνα στο μέλλον, γύρω από τη ευχρηστία στις μεταφορές. Παρόλα αυτά δεν εκλείπουν ορισμένες αναφορές στο κοινωνικό όφελος αλλά και στην ικανοποίηση των αναγκών του επιβάτη, που χρησιμοποιεί οποιαδήποτε τεχνολογία που προωθεί την ευχρηστία κατά τη διάρκεια των μετακινήσεως του είτε με ιδιωτικό όχημα είτε με τα μέσα μαζικής μεταφοράς.

Οι προτάσεις για περαιτέρω έρευνα στην παρούσα διπλωματική θα μπορούσε να εστιάσει στα εξής σημεία:

- Να πραγματοποιηθεί μία αξιολόγηση της απόδοσης των προαναφερθέντων συστημάτων μεταφοράς μέσω της ανάπτυξης λογισμικών που παρακολουθούν την χρήση τους.
- Σε περίπτωση λιγότερης προτίμησης κάποιου συστήματος μεταφοράς να πραγματοποιούνται βελτιώσεις ώστε να αυξάνεται η προτίμηση του από τους χρήστες του. Βέβαια οι βελτιώσεις θα πρέπει να υφίστανται ακόμη και σε τεχνολογίες που ήδη προτιμούνται ώστε και σε αυτές να αυξάνεται η συχνότητα χρήσης τους.
- Η εφαρμογή των πιο πολύπλοκων μεταφορικών συστημάτων θα πρέπει να γίνονται σε πόλεις όπου η μετακινήσεις είναι πιο συχνές και η εξυπηρέτηση του επιβάτη αποτελεί

προτεραιότητα, ενώ πιο απλά συστήματα θα πρέπει να εφαρμόζονται σε μικρότερες και υπαίθριες περιοχές. Οι λόγοι του να συμβεί κάτι τέτοιο εντοπίζονται στην εξοικονόμηση του κόστους συντήρησης των συστημάτων και προώθησης της προστασίας του περιβάλλοντος μέσα από την εξοικονόμηση ενέργειας.

- Λόγω του ότι οι τεχνολογίες αυτές θεωρούνται καινοτόμες θα πρέπει να πραγματοποιούνται συνεχείς έρευνες ποιοτικές και ποσοτικές και εφαρμοσμένες σε μεγάλο εύρος χρηστών των μέσων μαζικής μεταφοράς αλλά και των γενικότερων μέσων, ώστε να μπορέσουν να προσδιοριστούν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του κάθε μεταφορικού συστήματος, με σχετική ακρίβεια.
  - Όταν εντοπίζονται τα μειονεκτήματα σε ένα σύστημα θα πρέπει να καταβάλλεται προσπάθεια εξάλειψης τους μέσα από έρευνες που αφορούν α) την διασφάλιση ποιότητας στο χαμηλότερο κόστος, β) την αξιοπιστία του συστήματος και γ) τη διατήρηση της ασφάλειας του περιβάλλοντος και του χρήστη.

## Βιβλιογραφία

- 1) Von Herrn Julien H. Simon (2005), Learning to drive with Advanced Driver Assistance Systems. Empirical studies of an online tutor and a personalized warning display on the effects of learn ability and the acquisition of skill, Technical University of Chemnitz - Munich.
- 2) Saravanan Kannan, Arunkumar Thangavelu, RameshBabu Kalivaradhan (2010), An Intelligent Driver Assistance System (I-DAS) for Vehicle Safety Modeling using Ontology Approach, School of Computing Sciences and Engineering, VIT University, Vellore – India
- 3) Tatsuya Yoshiba, Hiroshi Kuroda, Takaomi Nishigaito (2005), ADAS, Hitachi Group.
- 4) Shashi Shekhar, Duen Ren Liu (1993), Genesis & Advanced Traveler Information Systems (ATIS): Killer Application for Mobile Computing? University of Minnesota, Minneapolis.
- 5) Department of Information Technology (2011), Advanced Traveler Information Systems for Indian Cities, IIT Madras.
- 6) Zheng Chen (2010), Tracking Vehicular Motion Position using Vehicle to Vehicle Communication, University of Waterloo, Ontario, Canada.
- 7) David Levinson, Hong Huo (2002), Effectiveness of Variable Message Signs, University of Minnesota, Minneapolis.
- 8) Project of Wisconsin Department of Transportation (1998), Evaluation of the benefits of Automated Vehicle Location Systems, University of Wisconsin, Milwaukee.
- 9) Daniel Portillo (2008), Automated Vehicle Location using Global Positioning Systems for First Responders, Institute for Information Technology Applications Technical Report Series.
- 10) Automatic Vehicle Location (2008), Automatic Vehicle Location at the Rochester-Genesee, Regional Transportation Authority.
- 11) M. C. Maguire (2010), A Review of User-Interface Design Guidelines for Public Information Kiosk Systems HUSAT Research Institute, Loughborough, Leics.
- 12) Andrea Grygo (2009), GIS in Urban Analysis, Arrowhead Regional Development Commission, Duluth - Superior Metropolitan Interstate Council.
- 13) Dr Praveen Kumar, Dhanunjaya Reddy, Varun Singh (2003), Intelligent transport system using GIS, Map India Conference 2003.

- 14) Samina T. Panwhar, Robert Pitt (2000), Development of a GIS-Based Hazardous Materials Transportation Management System, University Transportation Center for Alabama Tuscaloosa, Alabama.
- 15) James G. Strathman (2002), Tri-Met's Experience with Automatic Passenger Counter and Automatic Vehicle Location Systems, School of Urban Studies and Planning Portland State University, Portland.
- 16) Daniel K. Boyle (1998), Passenger Counting Technologies and Procedures, Transportation Management & Design Solana Beach, California.
- 17) UK Real Time Information Group (2005), Approaches to Using Bus RTI to achieve traffic light priority, RTIG Ltd.
- 18) Janice Daniel, Edward Lieberman, Raghavan Srinivasan (2005), Assess Impacts and Benefits of Traffic Signal Priority for Buses, Department of Transportation Bureau of Research and U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration, New Jersey.
- 19) Kleoniki Vlachou, John Collura, Alex Mermelstein (2010), Journal of Public Transportation Planning and Deploying Transit Signal Priority in Small and Medium-Sized Cities: Burlington, Vermont, Case Study, University of Maryland- Massachusetts, Connecticut Department of Transportation.
- 20) Mohamed Mezghani (2008), Study on electronic ticketing in public transport – Final Report, European Metropolitan Transport Authorities.
- 21) Wieland Holfelder (2004), Vehicle-to-Vehicle and Vehicle-to-Infrastructure Communication Recent Developments, Opportunities and Challenges, DaimlerChrysler Research and Technology North America, Inc. Palo Alto, CA.
- 22) Chris Thompson, Jules White, Brian Dougherty, Adam Albright, and Douglas C. Schmidt (2008), Using Smartphones to Detect Car Accidents and Provide Situational Awareness to Emergency Responders, Vanderbilt University, Nashville, USA.
- 23) Shiri Azenkot, Emily Fortuna (2010), Improving Public Transit Usability for Blind and Deaf-Blind People by Connecting a Braille Display to a Smartphone, University of Washington, Seattle.
- 24) Brian Ferris, Kari Watkins, Alan Borning (2011), OneBusAway: A Transit Traveller Information System, University of Washington, Seattle.
- 25) Simon Burkard (2012), Near Field Communication in Smartphones, Berlin Institute of Technology, Germany.

- 26) David A. Vautin, Joan L. Walker (2010), Transportation Impacts of Information Provision & Data Collection via Smartphones, Metropolitan Transportation Commission, University of California, Berkeley.
- 27) Joan G. Hudson, Jennifer C. Duthie, Yatinkumar K. Rathod, Katie A. Larsen, Joel L. Meyer (2012), Using Smartphones to Collect Bicycle Travel Data in Texas, University Transportation Center for Mobility, Texas Transportation Institute.
- 28) Nianbo Liu, Ming Liu, Jiannong Cao, Guihai Chen, Wei Lou (2009), When Transportation Meets Communication: V2P over VANET's, School of Computer Science and Engineering, University of Electronic Science and Technology of China, Internet and Mobile Computing Laboratory, Hong Kong Polytechnic University, Department of Computer Science and Engineering, Shanghai Jiao Tong University.
- 29) Simson Garfinkel, Henry Holtzman (2005), Understanding RFID Technology, Addison Wesley Professional, Pearson Education Indianapolis.
- 30) Jinhua Guo, Nathan Balon (2006), Vehicular Ad Hoc Networks and Dedicated Short-Range Communication, University of Michigan.
- 31) Advanced Public Transportation System (2000), The State of the Art, U.S Department of Transportation, Federal Transit Administration.
- 32) Ganesh K., Thirivikraman M., Joy K.,Haresh D.,Sudhakar G., Sugata S. (2010), Implementation of a Real Time Passenger Information System, Net Logic Semiconductors Pvt. Ltd., Bangalore, Rambus Technology Inc., Bangalore, Indian Institute of Science, Bangalore, Amber Root Systems Pvt. Ltd., Bangalore, Tata Institute of Fundamental Research, Mumbai, India.
- 33) Shalaik B., Jacob R., Mooney P., Winstanley A. (2011), Using haptics as an alternative to visual map interfaces for public transport information systems, Department of Computer Science, NUIM, Ireland.
- 34) AECOM (2010), Integrated Passenger Information: Delivering the Rail End to End Journey, Department of Transportation, U.K.
- 35) Transit Cooperative Research Program (1999), Passenger Information Services: A Guidebook for Transit Systems, Washington, D.C.
- 36) Peggy I., Jongho N., Meyer M., Steinmetz R (2010), Overview of Mobile Passenger Information Systems in Public Transport, Technical University Darmstadt, Germany.

## Δικτυακοί Τόποι

- ✚ <http://compnetworking.about.com/cs/wirelessfaq/f/adhocwireless.htm>
- ✚ <http://www.ncddc.noaa.gov>
- ✚ [http://www.alibaba.com/product-gs/527947585/Bus\\_Automatic\\_Passenger\\_Counter\\_bus\\_company/showimage.html](http://www.alibaba.com/product-gs/527947585/Bus_Automatic_Passenger_Counter_bus_company/showimage.html)
- ✚ [http://www.tapeswitch.com/info/images/Transportation\\_Catalog.pdf](http://www.tapeswitch.com/info/images/Transportation_Catalog.pdf)
- ✚ <http://greekelectrician.blogspot.gr/2011/01/blog-post.html>
- ✚ [http://floridaapts.lctr.org/technology\\_advanced\\_in-terminal.html](http://floridaapts.lctr.org/technology_advanced_in-terminal.html)
- ✚ <http://www.rslweb.co.uk/webpage.php?pageType=cat&mid=60&parent=1&id=60>
- ✚ <http://maps.google.gr/intl/el/landing/transit/#dmy>