



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ

«Σχεδιασμός και υλοποίηση συστήματος tracking για στόλο οχημάτων σε
πραγματικό χρόνο»

ΟΙ ΦΟΙΤΗΤΕΣ:

ΖΙΑΓΚΑΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

ΜΠΙΡΙΝΤΖΙΚΗΣ ΜΙΧΑΗΛ

Ο ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΝΤΕΜΙΡΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ: ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

- 1.1.** ΟΡΙΣΜΟΣ ΣΕΛΙΔΑ 4
- 1.2.** ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ Γ.Σ.ΠΣΕΛΙΔΑ 4
- 1.3.** ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΑ ΣΕΛΙΔΑ 6
- 1.4.** ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΣΕΛΙΔΑ 7
- 1.5.** ΔΟΜΗΣΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕΛΙΔΑ 10
- 1.6.** ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ ΣΕΛΙΔΑ 10
- 1.7.** Η ΔΗΜΗΙΟΥΡΓΙΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΣΕΛΙΔΑ 10
- 1.8.** ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ ΣΕΛΙΔΑ 11
- 1.9.** ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ... ΣΕΛΙΔΑ 11
- 1.10.** ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΣΕΛΙΔΑ 12
- 1.11.** ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΥ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΥ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΣΕΛΙΔΑ 12
- 1.12.** ΓΙΑΤΙ ΝΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΟΥΝ ΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΣΕΛΙΔΑ 13
- 1.13.** ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΣΕΛΙΔΑ 13
- 1.14.** ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΣΕΛΙΔΑ 14
- 1.15.** ΒΑΣΙΚΕΣ ΛΟΓΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΣΕΛΙΔΑ 14

2. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ: ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗΣ (MICROCONTROLLERS)

- 2.1.** ΟΡΙΣΜΟΣ ΣΕΛΙΔΑ 16
- 2.2.** ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΚΙ ΕΞΕΛΙΞΗ ΜΙΚΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΤΩΝ – ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΩΝ ΣΕΛΙΔΑ 16-20
- 2.3.** ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΜΙΚΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΤΗ – ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗΣΕΛΙΔΑ 20-21
- 2.4.** ΔΟΜΗ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗ ΣΕΛΙΔΑ 21
- 2.5.** ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗ ΣΕΛΙΔΑ 23
- 2.6.** ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗ ΣΕΛΙΔΑ 24

2.7.	ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΕΣ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΩΝ	ΣΕΛΙΔΑ 24
2.8.	ΔΙΑΔΕΔΟΜΕΝΕΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΩΝ	ΣΕΛΙΔΑ 24
2.9.	ΓΛΩΣΣΕΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΙ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ	ΣΕΛΙΔΑ 26
2.10.	ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΙ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΜΝΗΜΗΣ	ΣΕΛΙΔΑ 26

3. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ: ARDUINO

3.1.	ΟΡΙΣΜΟΣ	ΣΕΛΙΔΑ 26
3.2.	ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ARDUINO	ΣΕΛΙΔΑ 27
3.3.	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ARDUINO	ΣΕΛΙΔΑ 29
3.4.	ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ARDUINO	ΣΕΛΙΔΑ 29
3.5.	ΕΚΔΟΣΕΙΣ ARDUINO	ΣΕΛΙΔΑ 30
3.6.	ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ARDUINO-UNO	ΣΕΛΙΔΑ 31
3.7.	ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ATMega16 ..	ΣΕΛΙΔΑ 33
3.8.	Η ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ATMega16	ΣΕΛΙΔΑ 34
3.9.	ARDUINO SHIELDS	ΣΕΛΙΔΑ 35

4. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ: ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ – ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ (TRACKING)

4.1.	ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ – ΟΡΙΣΜΟΣ	ΣΕΛΙΔΑ 37
4.2.	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ	ΣΕΛΙΔΑ 37
4.3.	ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ	ΣΕΛΙΔΑ 38
4.4.	ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ	ΣΕΛΙΔΑ 39
4.5.	ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ (WSN) ..	ΣΕΛΙΔΑ 40
4.6.	ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ..	ΣΕΛΙΔΑ 41
4.7.	ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΚΙΝΗΣΗΣ	ΣΕΛΙΔΑ 42
4.7.1.	ΓΕΝΙΚΑ	ΣΕΛΙΔΑ 43
4.7.2.	ΕΙΔΗ ΑΝΙΧΝΕΥΤΩΝ ΚΙΝΗΣΗΣ	ΣΕΛΙΔΑ 44
4.8.	ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ – ΘΕΣΗΣ	ΣΕΛΙΔΑ 45
4.8.1.	ΓΕΝΙΚΑ	ΣΕΛΙΔΑ 45
4.8.2.	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΘΕΣΗΣ	ΣΕΛΙΔΑ 45
4.8.2.1.	ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ...	ΣΕΛΙΔΑ 45
4.8.2.2.	ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΓΓΥΤΗΤΑΣ	ΣΕΛΙΔΑ 46

4.9. ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΘΕΣΗΣ
..... ΣΕΛΙΔΑ 46

4.10. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΘΕΣΗΣ ΣΕΛΙΔΑ 47

**5. ΚΕΦΑΛΙΟ ΠΕΜΠΤΟ: ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ
ARDUINO**

5.1. ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΓΕΝΙΚΑΣΕΛΙΔΑ 51

5.2. ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ PROJECTΣΕΛΙΔΑ 52

5.3. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ARDUINOΣΕΛΙΔΑ 57

5.4. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ PROJECT ARDUINO.....
..... ΣΕΛΙΔΑ 58

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΣΕΛΙΔΑ 73

1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ: ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

1.1. ΟΡΙΣΜΟΣ

Το «Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ), γνωστό ευρέως και ως G.I.S. Geographic Information Systems, είναι σύστημα διαχείρισης χωρικών δεδομένων (spatial data) και συσχετισμένων ιδιοτήτων». Αναλυτικότερα, τα χωρικά δεδομένα προσδιορίζουν τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του στοιχείου και έχουν άμεση σχέση με τον εντοπισμό του. Υπάρχουν, όμως, και μη χωρικές - περιγραφικές πληροφορίες (attributes), οι οποίες αφορούν χαρακτηριστικά ή ιδιότητες που αποδίδονται στο συγκεκριμένο στοιχείο του χώρου. Το Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών είναι χρήσιμο κυρίως για την εισαγωγή, διαχείριση, ανάκτηση, ανάλυση και απόδοση γεωγραφικών δεδομένων (δεδομένων με χωρική αναφορά) και έχει ως πρωτεύοντα στόχο του την υποστήριξη διαδικασιών λήψης αποφάσεων σχετιζόμενες με το σχεδιασμό και τη διαχείριση χρήσεων γης, φυσικών διαθεσίμων, περιβάλλοντος, μεταφορών κι υπηρεσιών σε αστικό χώρο.

Στην Αμερική και στις άλλες χώρες της Ευρώπης τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών ήταν γνωστά πολύ καιρό πριν γίνουν γνωστά στην Ελλάδα. Τα τελευταία δεκαπέντε χρόνια, βέβαια, έχουν γνωρίσει ιδιαίτερη άνθηση και έχουν βρεθεί αρκετές πρακτικές εφαρμογές σε επιχειρήσεις και οργανισμούς, συμπεριλαμβανομένου και του πεδίου της έρευνας. Στην ευρεία διάδοση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών έπαιξαν πολύ σημαντικό ρόλο κάποιοι παράγοντες. Αρχικά οι εκδόσεις χάρη στο γραφικό περιβάλλον που ανέπτυξαν οι εταιρείες λογισμικού ήταν πολύ πιο φιλικό για τους χρήστες. Επιπλέον η δημιουργία και η διάθεση αξιόπιστων ψηφιακών δεδομένων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στα συστήματα αυτά (ψηφιακοί χάρτες), η αυξημένη υπολογιστική ισχύς των προσωπικών ηλεκτρονικών υπολογιστών (desktop PCs), καθώς και η συσχέτιση των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών με τα συστήματα παρακολούθησης οχημάτων, δικτύων ή άλλων αντικειμένων πάνω στη γη, μέσω της τεχνολογίας των δορυφόρων και των τηλεπικοινωνιών ήταν πολύ σημαντικοί παράγοντες διάδοσης των Γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών.

1.2. ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ Γ.Σ.Π

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών αποτελούνται από πέντε βασικά συστατικά:

➤ **Χρήστες:**

Είναι υπεύθυνοι για την λειτουργία του συστήματος μέσω κάποιων διαδικασιών. Μπορούν να διαχειριστούν και να ξεπεράσουν πιθανές ελλείψεις κάποιων συστατικών. Όμως το αντίθετο δεν μπορεί να συμβεί καθώς οι χρήστες είναι αυτοί που θα κληθούν να χρησιμοποιήσουν τον εξοπλισμό και το λογισμικό.

➤ Εξοπλισμός:

Όταν γίνεται λόγος για εξοπλισμό, εννοείται ο Η/Υ και τα περιφερειακά μηχανήματα, όπως είναι οι εκτυπωτές, scanners, plotters, GPS κ.τ.λ. Ο εξοπλισμός επομένως όπως είναι εύλογο είναι πάρα πολύ σημαντικός γιατί στην ουσία επηρεάζει την ταχύτητα εκτέλεσης, την ευκολία αυτής, αλλά και τη δυνατότητα των αποτελεσμάτων.

➤ Τα Δεδομένα:

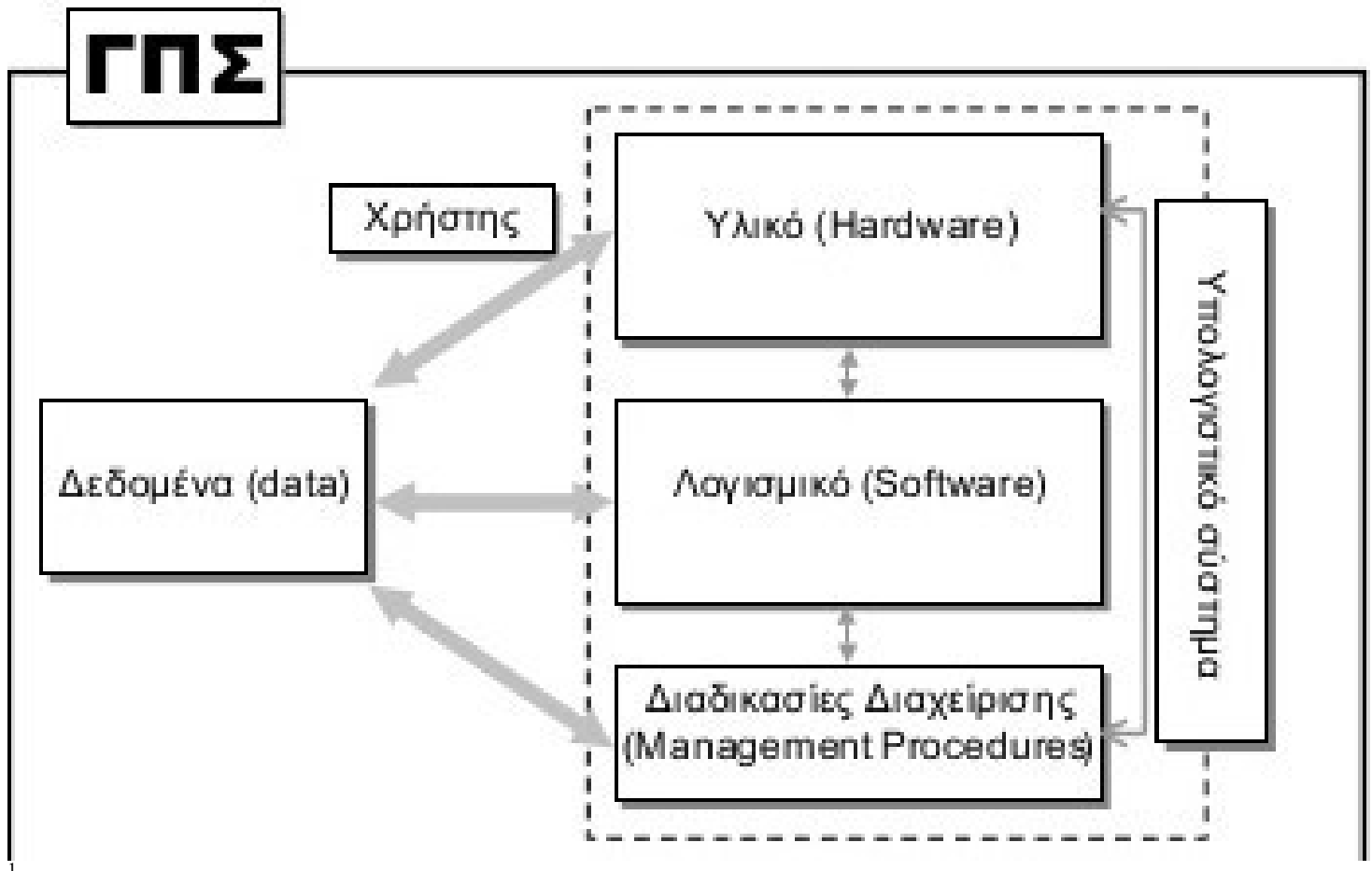
Τα δεδομένα ποικίλουν. Το αποτέλεσμα μιας αναζήτησης εξαρτάται κατά κόρων από την ακρίβειά τους.

➤ Λογισμικό:

Εκτός από το εξειδικευμένο λογισμικό των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, αναφέρεται και αυτό, το οποίο είναι απαραίτητο για στατιστική επεξεργασία, βάσεις δεδομένων, σχεδίαση κλπ.

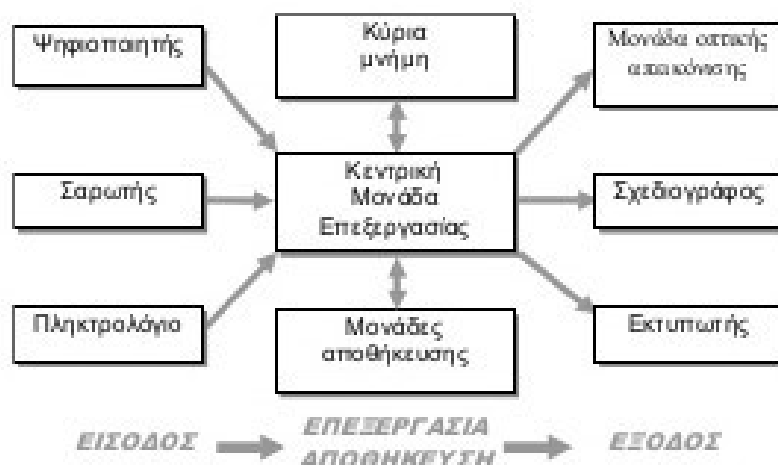
➤ Διαδικασίες:

Πρόκειται για τυποποιημένες μεθόδους οι οποίες εγγυώνται τη σωστή εξαγωγή αποτελεσμάτων.



¹ Σχήμα 1: Συστατικά μέρη Γ.Π.Σ.

Το υπολογιστικό σύστημα ενός ΓΠΣ



2

1.3. ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΑ

Η χαρτογραφία είναι «η επιστήμη και οι τεχνικές κατασκευής και μελέτης των χαρτών». Συνδέεται στενά με την επιστήμη της Γεωγραφίας και αυτό εξηγείται αν αναλογιστούμε ότι οι χάρτες αποτελούν ένα από τα κυριότερα μέσα παρουσίασης και μελέτης των γεωγραφικών δεδομένων. Η γνώση την Χαρτογραφίας προσφέρει βοήθεια όσον αφορά τον σχεδιασμό των εξαγομένων από ένα ΣΓΠ. Ακόμη, η ψηφιακή ή αυτοματοποιημένη Χαρτογραφία παρέχει μεθόδους ψηφιακής αναπαράστασης και μεθόδους οπτικοποίησης των χαρτογραφικών οντοτήτων.

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι γεωγραφικών πληροφοριών

- Η χωρική πληροφορία
- Η περιγραφική πληροφορία

Αναλυτικότερα:

«Χωρική (γραφική) πληροφορία είναι ο προσδιορισμός της θέσης των γεωγραφικών δεδομένων βάσει ενός συστήματος αναφοράς, καθώς επίσης τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των γεωγραφικών δεδομένων (π.χ. να γνωρίζουμε τις συστάδες δεξιά και αριστερά από κάποιο συγκεκριμένο οικόπεδο)».

«Περιγραφική πληροφορία είναι τα χαρακτηριστικά των γεωγραφικών δεδομένων που έχουν σχέση με τις ποιοτικές και ποσοτικές ιδιότητες του γεωγραφικού χώρου. Για παράδειγμα, ποιοτική πληροφορία είναι η κατανομή των χρήσεων γης μιας περιοχής σε ένα χάρτη, ενώ ποσοτική πληροφορία είναι η κατανομή των δασών Μαύρης πεύκης στους διάφορους Νομούς της Ελλάδας».

² Σχήμα 2: Υπολογιστικό σύστημα Γ.Π.Σ.

1.4. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Οι πρώτοι χάρτες εμφανίστηκαν πολλά χρόνια πριν. Συγκεκριμένα, πριν από περίπου 30.000 χρόνια βρέθηκαν μέσα σε σπηλιές, χαραγμένες πάνω σε όστρακα και σε κομμάτια οστών κάποιες πρώιμες μορφές χαρτών. Στον οικισμό του Τσατάλ Χογιούκ στην Τουρκία βρέθηκε ένας χάρτης της προϊστορικής περιόδου, ο οποίος χρονολογείται γύρω στο 7.500 π.Χ. ο χάρτης αυτός εμφανίζει την κάτοψη του οικισμού αυτού, στον οποίο βρέθηκε σε μορφή τοιχογραφίας και έχει μήκος 3 μέτρα. Επίσης συμφωνεί απόλυτα με αυτά που ανακαλύφθηκαν εκ των υστέρων στις ανασκαφές. Λίγο αργότερα, ανακαλύφθηκαν κάποιες σπηλαιογραφίες με παλαιολιθικές ζωγραφιές ζώων στην Γαλλία και συγκεκριμένα στην περιοχή Lascaux. Οι ζωγραφιές αυτές πρέπει να ήταν τουλάχιστον 15.000 ετών και πρέπει να προέρχονται από κάποιους κυνηγούς της εποχής εκείνης.



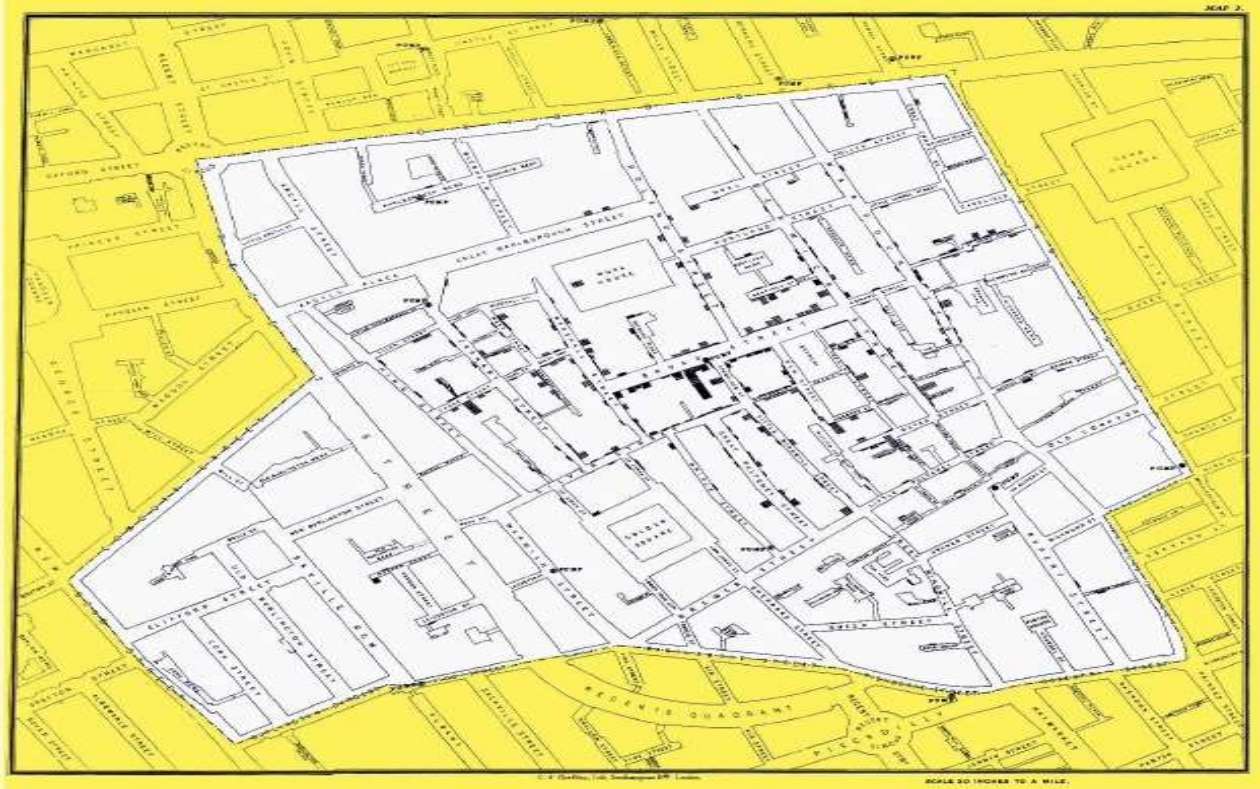
3

Μάλιστα οι ζωγραφιές που αναφέρθηκαν παραπάνω, θα μπορούσαν να θεωρηθούν και «το πρώτο σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών» στην ιστορία της ανθρωπότητας γιατί υπάρχουν γραμμές πάνω στην τοιχογραφία που δείχνουν τις διαδρομές μετανάστευσης που εκτελούσαν τα ζώα, απεικονίζοντας την πρώτη εφαρμογή της δισδιάστατης δομής των σύγχρονων συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών: Ένα «αρχείο γραφικών» (εικόνα ζώων) συνδέεται με μια βάση χαρακτηριστικών (περιγραφικών) στοιχείων (διαδρομές ζώων) .

Το «Πρώτο GIS» (με βάση τις σύγχρονες αντιλήψεις περί GIS) εμφανίστηκε όταν ο γιατρός John Snow (1813-1858) προσπάθησε να αντιμετωπίσει μια επιδημία χολέρας το 1854 στο Λονδίνο. Για να το κάνει αυτό χρησιμοποίησε 2 χάρτες (ο πρώτος (σχήμα 4) ήταν αρκετά φημισμένος και ο δεύτερος (σχήμα 5) ήταν η

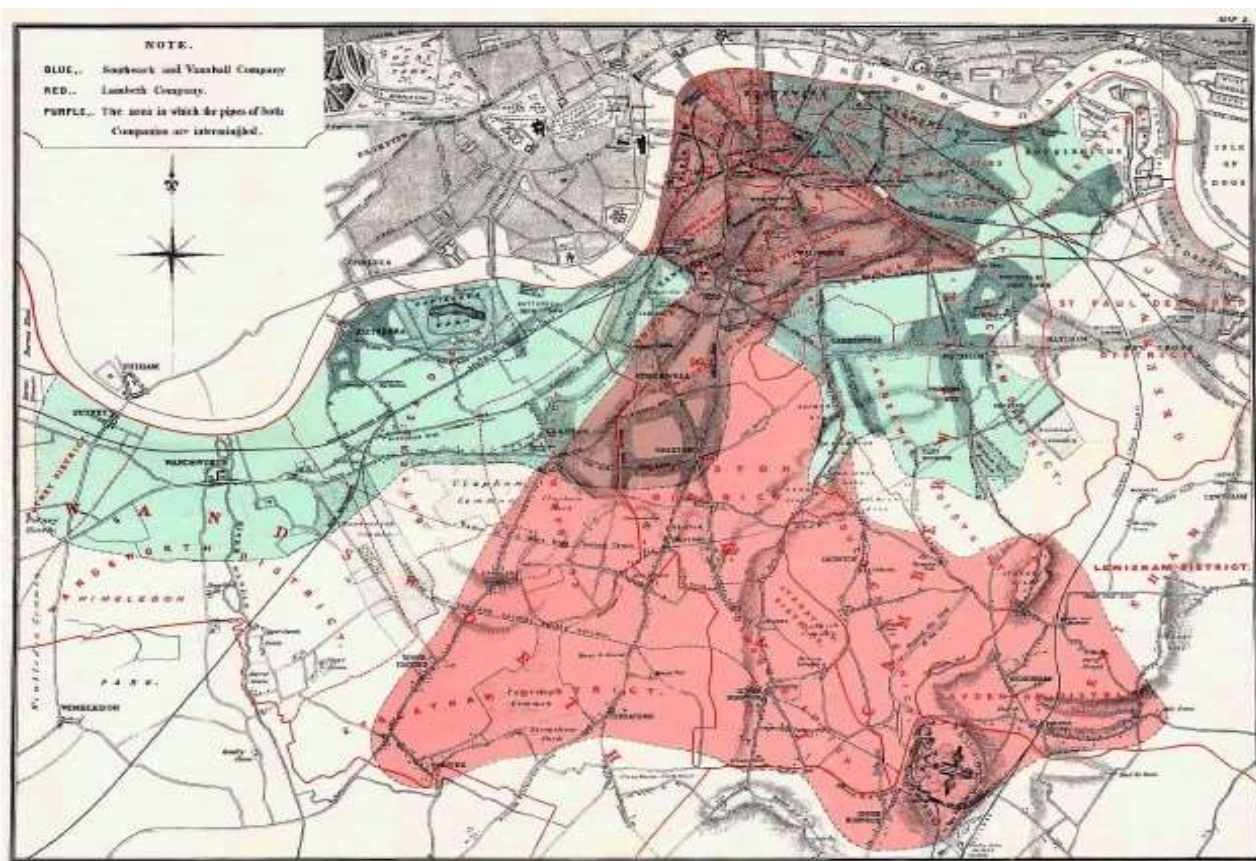
³ Σχήμα 3: Τοιχογραφία σπηλαιίου στην περιοχή Lascaux

εξέλιξη του πρώτου με κάποιες διορθώσεις) και δεδομένα ασθενών και θανάτων. Η βασική ιδέα (γνωστή ως «Το Μεγάλο Πείραμα» - Grand Experiment) ήταν να συγκριθεί η θνησιμότητα λόγω χολέρας μεταξύ ατόμων που χρησιμοποιούσαν μολυσμένο νερό (αυτές οι πηγές ύδατος απεικονίζονται με μπλε-πράσινο χρώμα στο σχήμα 5) κι ατόμων που χρησιμοποιούσαν καθαρότερο νερό (απεικονίζεται με κόκκινο χρώμα στο σχήμα 5). Η περιοχή αλληλοκάλυψης (που απεικονίζεται με μωβ-γκρι απόχρωση στο σχήμα 5) στο χάρτη, είναι κι αυτή στην οποία ο John Snow ανέλυσε τα αποτελέσματα του εν λόγω πειράματος.



4

⁴ Σχήμα 4: Ο πρώτος χάρτης του J. Snow (1854), με την χωροθέτηση όλων των παροχών ύδατος. Με λευκό χρώμα καλύπτεται η συνολική περιοχή έρευνας.



5

Στα μέσα της δεκαετίας του 1960 έκανε την εμφάνιση της για πρώτη φορά η ιδέα της οργάνωσης και συστηματοποίησης της γεωγραφικής πληροφορίας με τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή ενώ η πρώτη απόπειρα συστηματικής χρήσης των χαρτογραφικών δεδομένων έγινε το χρονικό διάστημα 1960-1970. Το έναυσμα το έδωσαν οι σχεδιαστές και οι αρχιτέκτονες στις Η.Π.Α., οι οποίοι συνειδητοποίησαν ότι τα δεδομένα που προέρχονται από διαφορετικές πρωτογενείς έρευνες, μπορούν να συνδυαστούν και να ενοποιηθούν επικαλύπτοντας διαφανή αντίγραφα χαρτών σε μία φωτεινή τράπεζα. Ο πιο γνωστός υποστηρικτής της απλής αυτής τεχνικής ήταν ο Αμερικανός αρχιτέκτονας Ian McHarg. Πιο συγκεκριμένα τα χαρτογραφικά δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά από τον ηλεκτρονικό υπολογιστή το 1963 από τον Howard T. Fisher μέσω του SYMAP (Synagraphic MAPping system), το οποίο είναι ένα πρόγραμμα που δημιουργούσε απλούς χάρτες τυπώνοντας στατιστικές τιμές πάνω σε έναν κάναβο, ενώ τα αποτελέσματα προβάλλονταν με πολλούς τρόπους χρησιμοποιώντας διαδοχικές γραμμικές εκτυπώσεις για την παραγωγή κατάλληλων αποχρώσεων του γκρι. Υπήρχαν κι άλλα αντίστοιχα προγράμματα χαρτογράφησης όπως το GRID και το IMGRID που διέθεταν την δυνατότητα να σκιαγραφούν και να χρωματίζουν επιφάνειες, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται με τη χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών αυτό που ο McHarg πετύχαινε με τις διαφανείς επικαλύψεις. Εν τέλει την δεκαετία του 1980 εμφανίστηκαν τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, παρά το γεγονός ότι οι υπολογιστές ήταν κάτι το επαναστατικό για εκείνη την εποχή σε θέματα διαχείρισης πληροφοριών, η εξέλιξη καθυστέρησε λίγο για τεχνικούς λόγους που είχαν να κάνουν με τα γραφικά. Βέβαια το τελευταίο εμπόδιο ξεπεράστηκε. Την δεκαετία του 1990 τα συστήματα ηλεκτρονικών υπολογιστών έγιναν προσβάσιμα οικονομικά, γεγονός που οδήγησε στην ευρεία χρήση τους και κατ' επέκταση στην ανάπτυξη των ΓΣΠ και στη σταδιακή δημιουργία των απαραίτητων χωρικών

⁵Σχήμα 5: Ο δεύτερος χάρτης του J. Snow (1854)

δεδομένων για τη λειτουργία των συστημάτων αυτών. Η τεχνολογία αυτή γνώρισε μία ευρύτατη σειρά εφαρμογών, σχεδόν σε κάθε ζήτημα όπου η παράμετρος της γεωγραφικής πληροφορίας υπεισέρχεται έμμεσα ή άμεσα.

1.5. ΔΟΜΗΣΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Τα γεωγραφικά δεδομένα αποτελούνται από τρία συστατικά:

- Γεωμετρία: η οποία αφορά τις συντεταγμένες και την πραγματική θέση των γεωγραφικών δεδομένων στον χώρο. Οι κατηγορίες των γεωγραφικών αυτών στοιχείων είναι η γραμμή, το σημείο και το πολύγωνο.
- Περιγραφική πληροφορία: αυτή εκπληρώνεται με τη μορφή πινάκων, οι οποίοι περιλαμβάνουν πληροφορίες αναφορικά με τα γεωγραφικά στοιχεία.
- Συμπεριφορά – κανόνες: Η συμπεριφορά ή οι κανόνες στα γεωγραφικά στοιχεία επιδρούν σε πολλά σημεία. Μερικά από αυτά είναι ο τρόπος εμφάνισης, η δυνατότητα επεξεργασίας, ο τρόπος σύνδεσης των στοιχείων μεταξύ τους κλπ. Η συμπεριφορά και οι κανόνες εφαρμόζονται με μεγαλύτερη ευκολία στη Geodatabase.

1.6. ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ

Η Τοπολογία «είναι το σύνολο των χωρικών σχέσεων μεταξύ των χωρικών – γεωγραφικών αντικειμένων. Υπάρχουν τρεις βασικοί τύποι τοπολογίας: σημειακή, γραμμική και πολυγωνική. Η *σημειακή τοπολογία* αναφέρεται σε φαινόμενα που αντιστοιχούν σε ένα ζεύγος συντεταγμένων (x, y). Η *γραμμική τοπολογία* αντιστοιχεί σε μονοδιάστατα αντικείμενα, όπου υπάρχει σημείο εκκίνησης (x, y), σημεία καμπής – κορυφές (x, y) και σημείο τερματισμού (x, y). Πέρα από την καταγραφή των συντεταγμένων, η δόμηση τοπολογίας επιτρέπει την γνώση των σχέσεων μεταξύ των σημείων εκκίνησης – τερματισμού με οποιοδήποτε άλλο σημείο ή ευθύγραμμο τμήμα. Ισχύει και το αντίστροφο, δηλαδή γνώση της σχέσης κάθε ευθύγραμμου τμήματος με οποιοδήποτε σημείο εκκίνησης – τερματισμού. Τέλος, η *πολυγωνική τοπολογία* αντιστοιχεί στις κλειστές επιφάνειες που δημιουργούνται από συνεχόμενα γραμμικά τμήματα».

Μέσω της τοπολογίας καθορίζονται η συνεκτικότητα και η διεύθυνση των γραμμών, το μήκος αυτών, ο καθορισμός του πολυγώνου και η γειτνίαση των περιοχών.

1.7. Η ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

Η μεγάλη αλλαγή που έγινε με την δημιουργία των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών εντοπίζεται:

- Στη σύνδεση των χωρικών-γραφικών πληροφοριών με μη γραφικές πληροφορίες (περιγραφικές).
- Στη δυνατότητα πράξεων (αριθμητικών και λογικών) μεταξύ χαρτών.

Με αυτό τον τρόπο καθίστατο πια δυνατό να συσχετίζονται οι συστάδες με τους κωδικούς τους, όχι με τη μορφή γραφικής παράστασης κειμένου πάνω σε ένα σχέδιο (όπως συμβαίνει με την χρήση των CAD πακέτων), αλλά μέσω κάποιας βάσης δεδομένων και πινάκων συσχέτισης. Έτσι πλέον δόθηκε αυτόματα με την ταυτόχρονη παραγωγή του ανάλογου χάρτη, απάντηση σε πολλές ερωτήσεις(π.χ πόσες και ποιες ιδιοκτησίες βρίσκονται στο Χ σημείο;).

Με τη δυνατότητα πράξεων μεταξύ των χαρτών (αρχικά λογικών πράξεων καταρχήν και εν συνεχεία αριθμητικών) καθίσταται εφικτή η συσχέτιση πληροφοριών που υπάρχουν σε διαφορετικούς χάρτες και η απάντηση ερωτήσεων του τύπου: ποιος είναι ο πλέον ενδεδειγμένος χώρος για την χωροθέτηση σκουπιδότοπου όταν αυτός πρέπει, π.χ να βρίσκεται σε γη χαμηλής αξίας, μεγάλη απόσταση από το πλησιέστερο σπίτι, να υπάρχει δυνατότητα προσπέλασης, να υπάρχει υδροφόρος ορίζοντας σε μεγάλο βάθος, η γεωμορφολογία να είναι κατάλληλη κ.λπ.

Με άλλα λόγια, τα εν λόγω λογισμικά επιτρέπουν την καταχώρηση αφ' ενός χωρικής-γραφικής πληροφορίας, αφ' ετέρου μη γραφικής πληροφορίας αλλά και τη δημιουργία σχέσεων μεταξύ των πληροφοριών αυτών. Δηλαδή η δόμηση της εισαγόμενης πληροφορίας καθίσταται δυνατή.

1.8. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ

Ο γεωγραφικός χώρος στα ΓΣΠ περιγράφεται βάσει γεωγραφικών (φ, λ) ή χαρτογραφικών (x, y) συντεταγμένων ορισμού. Οποιοδήποτε δεδομένο το οποίο έχει άμεση σχέση με τον γεωγραφικό χώρο πρέπει να αναφέρεται οπωσδήποτε με τις αντίστοιχες συντεταγμένες του. Επομένως, προκύπτει ένα συμπέρασμα που καταξιώνει τη χαρτογραφία ως το βασικό τροφοδότη του γραφικού (χαρτογραφικού) υπόβαθρου του ΓΣΠ. Η Χαρτογραφία διαχειρίζεται ένα σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών και στην ουσία είναι η πληροφορία του ψηφιακού χάρτη, τον οποίο εμπεριέχει, στη γενική του μορφή.

Έτσι, ο χρήστης ενός ΓΣΠ, μπορεί να λάβει ευέλικτες αποφάσεις και έτσι να αξιοποιήσει την πληροφορία αυτή σε συνδυασμό με διάφορα αναλυτικά μοντέλα υποστήριξης.

1.9. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

Η διαδικασία εισαγωγής δεδομένων σε ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών ακολουθεί τα κάτωθι βήματα: το πρώτο στάδιο έχει να κάνει με τον σχεδιασμό και την οργάνωση της δημιουργίας της εν λόγω εφαρμογής που φυσικά απαιτεί ανάλυση. Έπειτα το επόμενο βήμα αφορά το πως θα στηθεί η εφαρμογή στην πράξη και έτσι ακολουθεί η εισαγωγή των χαρτογραφικών δεδομένων που θα αποτελέσουν το ψηφιακό υπόβαθρο του ΓΣΠ καθώς κι ο έλεγχος των χωρικών στοιχείων που εισήχθησαν στο σύστημα, προκειμένου να μπορεί να πρησθεί η τοπολογία άνευ τυχόν προβλημάτων. Εν συνεχεία, ένα πολύ σημαντικό βήμα είναι η τροποποίηση των χωρικών δεδομένων έτσι ώστε να έχουν σημείο αναφοράς το ίδιο σύστημα. Πολλές φορές μετατρέπονται και τα ίδια τα γραφικά. Τελικό στάδιο μετά την σχεδίαση των αντίστοιχων βάσεων δεδομένων, είναι η εισαγωγή των

περιγραφικών δεδομένων.

1.10. ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

Οι βασικές δυνατότητες των ΓΣΠ συστημάτων είναι:

- Δυνατότητα εισόδου στο περιβάλλον δεδομένων (γραφικών αλφαριθμητικών) σε ψηφιακή διανυσματική ή ψηφιδωτή μορφή.
- Δυνατότητα διατύπωσης ερωτήσεων από τον χρήστη. Οι απαντήσεις στις ερωτήσεις αυτές δίδονται από το σύστημα, εφόσον πρωτίστως αναλυθούν τα γεωμετρικά, θεματικά και διαχρονικά δεδομένα και πληροφορίες, που έχουν αποθηκευτεί και επεξεργαστεί σε κάποιο βαθμό.
- Δυνατότητα γρήγορης ανάκτησης πληροφοριών αποθηκευμένων σε διάφορα επίπεδα και μορφές.
- Δυνατότητα υποστήριξης μετασχηματισμών της γραφικής πληροφορίας για τη δημιουργία παράγωγων πληροφοριών με μαθηματική και στατιστική επεξεργασία, αλλά και με παράλληλη δυναμική σύνθεση και ανάλυση για τη δημιουργία θεματικών χαρτών.
- Δυνατότητα εξόδου των πληροφοριών σε ένα μεγάλο πλήθος μορφών και μέσων (διανυσματική ή ψηφιδωτή μορφή – ηλεκτρονικό, μαγνητικό, αναλογικό μέσο).

Εν κατακλείδι, κάθε ΓΣΠ δημιουργεί στην πραγματικότητα ένα μοντέλο του χώρου, αφού έχει συλλέξει και έχει συνδυάσει ένα σύνολο πληροφοριών. Σε ένα ΓΣΠ δεν μελετάμε μόνο ένα συγκεκριμένο χάρτη, αλλά κάθε πιθανό χάρτη. Για το σκοπό αυτό αποθηκεύει δεδομένα σε ένα πλήθος από διαφορετικά θεματικά επίπεδα (layers), όπως για παράδειγμα πόλεις, δρόμοι, κτίρια, αγωγοί, γεωγραφικό ανάγλυφο, λίμνες, ποτάμια, δάση, χωράφια και λοιπά σημεία ενδιαφέροντος. Οι θεματικές αυτές βαθμίδες συνδέονται μεταξύ τους μέσω γεωγραφικών συντεταγμένων, σε δύο διαστάσεις (γεωγραφικό μήκος και πλάτος), ακόμα και σε τρεις διαστάσεις. Αυτή είναι η απλή αλλά εξαιρετικά ισχυρή αρχή λειτουργίας των ΓΣΠ που αποδεικνύεται πολύτιμη για την επίλυση πλήθους πραγματικών προβλημάτων. Το πιο ζωτικό δομικό στοιχείο ενός ΓΣΠ είναι τα δεδομένα και για το λόγο αυτό οι βάσεις δεδομένων βρίσκονται στην καρδιά ενός τέτοιου συστήματος.

1.11. ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΥ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΥ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

Η απεικόνιση των δεδομένων στα ΓΣΠ γίνεται με δύο βασικά μοντέλα (του Raster και του Vector). Το ερώτημα που τίθεται εύλογα είναι ποιο από τα δύο μοντέλα είναι το κατάλληλο. Η απάντηση δεν είναι συγκεκριμένη, παρά την τεχνολογική ανάπτυξη, αλλά εξαρτάται από το είδος της εργασίας που πρόκειται να επιτευχθεί. Παρακάτω, παρουσιάζονται μερικές εφαρμογές και το προτεινόμενο είδος

Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών, προκειμένου να ληφθούν καλύτερα αποτελέσματα:

- Vector τύπος (Διανύσματα): επεξεργάζεται δεδομένα που αφορούν μορφολογικά χαρακτηριστικά και χρησιμοποιείται για την ανάλυση και την μελέτη των δικτύων είτε είναι τηλεπικοινωνιακό είτε είναι συγκοινωνιακό. Ο τύπος αυτός προτιμάται συχνά για σχέδια και γραμμές πολύ υψηλής ευκρίνειας.
- Η μέθοδος Raster (Ψηφιδωτά): προτιμάται για την κατασκευή γρήγορων κι φθηνών χαρτών, για τον συσχετισμό των χαρτών και για την χωρική ανάλυση. Επιπρόσθετα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιπτώσεις προσομοίωσης φαινομένων και δημιουργίας μοντέλων με επιφάνειες.

Σε περίπτωση που συνδυαστούν οι δύο τύποι, οι εκτυπώσεις διαθέτουν γραμμές μεγάλης ευκρίνειας, έχουν αρκετά καλή ποιότητα διαγράμμισης και χρωματισμό εμβადού. Απλά στην μορφή αυτή η σκιαγράφηση γίνεται με τον τύπο Raster και τα δεδομένα των γραμμών γίνονται με τον τύπο Vector. Σημαντικό επίσης να ειπωθεί είναι το ότι όλες οι οθόνες δύνανται να λειτουργούν είτε σε Vector είτε σε Raster τύπο ανεξάρτητα την μορφή, στην οποία έχουν δοθεί τα δεδομένα.

1.12. ΓΙΑΤΙ ΝΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΟΥΝ ΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

Τα γεωγραφικά δεδομένα οργανώνονται με τοπολογικές σχέσεις αναφορικά με τον γεωγραφικό χώρο. Αυτό αποτελεί και την βασική αρχή την ΓΣΠ. Κάθε χάρτης, λοιπόν, διαθέτει μια ισχυρή βάση δεδομένων στην οποία συνδυάζονται τα διάφορα γεωγραφικά δεδομένα, ώστε να δώσουν το επιθυμητό αποτέλεσμα στην φάση της ανάλυσης. Άρα ενώ σε άλλα προγράμματα γραφικών σχεδιάσεων διαχωρίζεται η γραφική με την περιγραφική πληροφορία, στα ΓΣΠ δεν διαχωρίζεται αλλά συνδέεται με αποτέλεσμα να δημιουργούνται χωρικές αλληλοσχετίσεις. Με λίγα λόγια αναπτύσσονται χωρικές σχέσεις μεταξύ γεωγραφικών δεδομένων. Αυτό έχει πολλά οφέλη καθώς βοηθάει στην αξιολόγηση των περιβαλλοντολογικών επιδράσεων, στον υπολογισμό της σοδειάς και άλλα. Η βασική διαφορά εν κατακλείδι ανάμεσα σε ένα απλό σχεδιαστικό πακέτο και σε ΓΣΠ είναι το ενσωματωμένο σύστημα διαχείρισης βάσης δεδομένων που διαθέτει το ΓΣΠ. Βασική αρχή των ΓΣΠ είναι ότι τα γεωμετρικά δεδομένα οργανώνονται με τοπολογικές σχέσεις αναφορικά με το γεωγραφικό χώρο. Έτσι, κάθε χάρτης είναι πλέον εφοδιασμένος με μια ισχυρή βάση δεδομένων και τα διάφορα γεωγραφικά δεδομένα μπορούν να συνδυαστούν και να δώσουν επιθυμητό αποτέλεσμα στη φάση της ανάλυσης.

1.13. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

1. Τα δεδομένα διατηρούνται σε ψηφιακή μορφή (π.χ. δισκέτες, μαγνητικές ταινίες (tapes), σκληροί δίσκοι, CD-ROM, DVD-ROM, κ.λ.π.)
2. Οι γεωγραφικές βάσεις δεδομένων είναι ποσοτικές πληροφορίες οι οποίες είναι δυνατόν να καταχωρούνται κατά οποιαδήποτε γεωγραφική μονάδα ή διάταξη.

Π.χ. κατά νομό, κατά κοινοτική ή δημοτική περιφέρεια, κατά δασαρχείο, κατά τοπογραφικό χάρτη κι άλλα.

3. Γεωγραφικές βάσεις δεδομένων είναι δυνατόν να δημιουργηθούν για οποιοδήποτε αντικείμενο, χαρακτηριστικό, ιδιότητα ή συνδυασμό αυτών. Υπάρχοντα δεδομένα (π.χ. από διαχειριστικές μελέτες των δασών) είναι δυνατόν να ενσωματωθούν , με ή χωρίς αλλαγές κι επεξεργασία , στη βάση δεδομένων εφ' όσον είναι κατά χώρο προσανατολισμένα.

4. Τα υπάρχοντα ηλεκτρονικά όργανα και λογισμικά επιτρέπουν διάφορες μορφές επεξεργασίας, όπως μετρήσεις, χαρτογραφικές επικαλύψεις, μετατροπές, κ.λ.π.

5. Γρήγορος κι επαναλαμβανόμενος έλεγχος ή εξέταση θεωρητικών μοντέλων για την εκτίμηση επιστημονικών κριτηρίων.

6. Οι διάφορες μορφές εξαγόμενων αποτελεσμάτων παράγονται πολύ γρήγορα, αποτελούνται από μεμονωμένα ή σύνθετα θέματα , για οποιαδήποτε γεωγραφική θέση της βάσης δεδομένων και σε οποιοδήποτε κλίμακα.

7. Εύκολη ενημέρωση της βάσης δεδομένων, η οποία επιτρέπει τον αποτελεσματικό εντοπισμό κι ανάλυση των αλλαγών που έγιναν σε δύο ή περισσότερες περιόδους.

8. Πολλές μορφές ανάλυσης πραγματοποιούνται με πολύ μικρότερο κόστος συγκριτικά με τις κλασικές μεθόδους. Π.χ. στην περίπτωση συνδυασμού πολλών θεματικών χαρτών ή του υπολογισμού των εκθέσεων και κλίσεων από έναν τοπογραφικό χάρτη.

9. Όλες οι αναλύσεις γίνονται κατά αντικειμενικό τρόπο , τα δε αποτελέσματα παράγονται αυτόματα.

1.14. ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

1. Το αρχικό κόστος απόκτησης του συστήματος καθώς και της τεχνικής υποστήριξης και συντήρησης αυτού είναι αρκετά υψηλό.

2. Η αποτελεσματική χρήση του συστήματος προϋποθέτει την άρτια εκπαίδευση του κατάλληλου προσωπικού.

3. Υπάρχουν προβλήματα κατά την μετατροπή και καταχώρηση ορισμένων προ υπαρχόντων δεδομένων σε συγκεκριμένη βάση δεδομένων.

1.15. ΒΑΣΙΚΕΣ ΛΟΓΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

Κατά τη λειτουργία ενός ΓΣΠ οι διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα με τη σειρά είναι οι εξής:

- Συλλογή δεδομένων,
- Κωδικοποίηση και εισαγωγή δεδομένων,
- Αποθήκευση και διαχείριση δεδομένων,

- Ανάκτηση δεδομένων,
- Επεξεργασία και ανάλυση δεδομένων κι η
- Απεικόνιση δεδομένων.

Η διαδικασία της συλλογής των δεδομένων επιτυγχάνεται με ποικίλους τρόπους, ανάλογα με την φύση των δεδομένων και το απαιτούμενο αποτέλεσμα. Βέβαια είναι μια αρκετά δαπανηρή διαδικασία και εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως το είδος της μελέτης, την ειδίκευση του προσωπικού που χειρίζεται το ΓΣΠ, τις οικονομικές δυνατότητες του φορέα και τέλος τον βαθμό ενημέρωσης των δεδομένων από την πηγή συλλογής τους,

Μετά την συλλογή των δεδομένων ακολουθεί η κωδικοποίηση τους και η εισαγωγή τους. Για να γίνει αυτό επιτελούνται κάποιες συγκεκριμένες διεργασίες, όπως τροποποιήσεις της μορφής των δεδομένων, διόρθωση λαθών εφόσον εντοπιστούν και δημιουργία σημείων, γραμμών και πολυγώνων. Όσον αφορά την εισαγωγή των δεδομένων, υπάρχουν τρεις μέθοδοι. Η πρώτη και πιο προσιτή σε κάθε αναλυτή είναι η ψηφιοποίηση, δηλαδή η απευθείας εισαγωγή δεδομένων το ΓΣΠ από τους κλασσικούς χάρτες με έμφαση στο είδος των δεδομένων. Πριν ξεκινήσει η ψηφιοποίηση γίνεται ο προσανατολισμός του χάρτη στις γήινες συντεταγμένες (image reΓΣΠtration). Στην περίπτωση ψηφιοποίησης με τον ψηφιοποιητή (Digitizer), χρησιμοποιείται το σταυρόνημα για την παρακολούθηση των στοιχείων του χάρτη (σημεία, γραμμές, όρια επιφανειών) και με το πάτημα κατάλληλων πλήκτρων, γίνεται η εισαγωγή των σημείων του χάρτη που σηματοδεύει το σταυρόνημα. Η δεύτερη μέθοδος είναι η εισαγωγή δεδομένων με απευθείας γεωλογική παρακολούθηση στο ύπαιθρο, είτε με τη μορφή σημειώσεων που θα εισαχθούν ύστερα στον υπολογιστή, είτε με τη χρήση φορητών υπολογιστών (LapTop). Η τρίτη μέθοδος, είναι η αυτοματοποιημένη μορφή της δεύτερης και βασίζεται στη συνεχή επικοινωνία του ΓΣΠ με τα όργανα παρατήρησης υπαίθρου. Τα όργανα αυτά τοποθετούνται σε μία θέση με αυστηρά καθορισμένες γεωγραφικές συντεταγμένες και δίνουν μία σειρά δεδομένων, παρακολουθώντας τη μεταβολή φαινομένων και στοιχείων (βροχόπτωση, θερμοκρασία, σεισμική δραστηριότητα, κ.λπ.), συναρτήσει του χρόνου. Έτσι, λαμβάνοντας δεδομένα μεγάλης ακρίβειας και συστηματικής συνέχειας αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για προβλέψεις καταστάσεων, ή για προειδοποίηση επερχόμενων κινδύνων.

Η αποθήκευση των δεδομένων, που είναι και το τρίτο στάδιο, γίνεται ανά ομάδες όμοιων χαρακτηριστικών σε διαφορετικά επίπεδα πληροφορίας. Αυτό είναι ωφέλιμο σε περίπτωση που αργότερα χρειαστεί να υποστούν μια περαιτέρω επεξεργασία. Τα προγράμματα αποθήκευσης και διαχείρισης δεδομένων είναι ειδικά. Η αποθήκευση και διαχείριση των δεδομένων επιτυγχάνεται με τη χρησιμοποίηση ειδικών προγραμμάτων Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων (DBMS: Data Base Managment Systems), τα οποία μεταξύ άλλων προσφέρουν στους χρήστες αποτελεσματική αποθήκευση, ανάκτηση και ενημέρωση των δεδομένων τους, καθώς και αποφυγή πολλαπλών καταγραφών όμοιων στοιχείων.

Τα layers συνεργάζονται και με ισχυρές βάσεις δεδομένων (Data Base), για την παρουσίαση στο χρήστη πρόσθετων πληροφοριών για το κάθε στοιχείο τους. Ο χρήστης ορίζει ποιά πεδία από τη βάση δεδομένων πρέπει να εμφανίζονται, όταν ζητούνται πληροφορίες για τα στοιχεία ενός layer. Η βάση δεδομένων ακολουθεί, συνήθως, τη δομή και τα πρότυπα κάποιας από τις γνωστές βάσεις του εμπορίου, ενώ μπορεί να δεχθεί δεδομένα και από αρχεία βάσεων άλλης μορφής, με κατάλληλη μετατροπή. Η εμφάνιση πληροφοριών για ένα στοιχείο της οθόνης, γίνεται με την

επιλογή του σημείου αυτού με το mouse. Εάν επιλεγούν περισσότερα του ενός σημεία, το ΓΣΠ μπορεί να επεξεργαστεί τα αντίστοιχα στοιχεία της βάσης δεδομένων και να εξάγει δευτερογενή πεδία πληροφοριών από το συνδυασμό ή τη στατιστική επεξεργασία αυτών. Ένα ΓΣΠ μπορεί να διαχειρίζεται περισσότερες της μίας βάσεις δεδομένων, αλλά η δυσκολία και ο χρόνος επεξεργασίας και συσχετισμού αυτών αυξάνει αναλογικά με το πλήθος τους. Τέλος, μία τρίτη μορφή δεδομένων που μπορούν τα ΓΣΠ να διαχειρίζονται είναι απ' ευθείας ψηφιακές εικόνες, στη γνωστή Raster μορφή. Με τον τρόπο αυτόν, δεν είναι δυνατός ο διαχωρισμός ή η αναζήτηση στοιχείων, αλλά αφενός γίνονται οι χάρτες πιο ευπαρουσίαστοι και επιτρέπουν τη συγκριτική παρακολούθηση, αφ' ετέρου είναι δυνατή η ψηφιοποίηση στοιχείων που λείπουν κατά τη διάρκεια της μελέτης, χωρίς να είναι απαραίτητη η εκ των προτέρων ψηφιοποίηση όλων των στοιχείων των Raster εικόνων.

Η ανάκτηση των δεδομένων γίνεται εφόσον ο χρήστης διαβάσει τα δεδομένα ξεχωριστά, είτε ανά ομάδες, είτε σε συνδυασμό.

Η επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων γίνεται με αναταξινομήσεις και ομαδοποιήσεις ποιοτικών στοιχείων, γεωμετρικές επεξεργασίες (π.χ. μετατροπές κλίμακας, στερεογραφικής προβολής και μετρήσεις αποστάσεων).

Τέλος, η απεικόνιση, που είναι και το τελευταίο στάδιο γίνεται με διάφορους τρόπους. Ο πιο απλός είναι μέσω της οθόνης. Άλλα μέσα που χρησιμοποιούνται για την παρουσίαση των δεδομένων είναι οι εκτυπωτές, οι plotters, οι βιντεοπροβολείς, κ.λπ.

2. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ: ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗΣ (MICROCONTROLLERS)

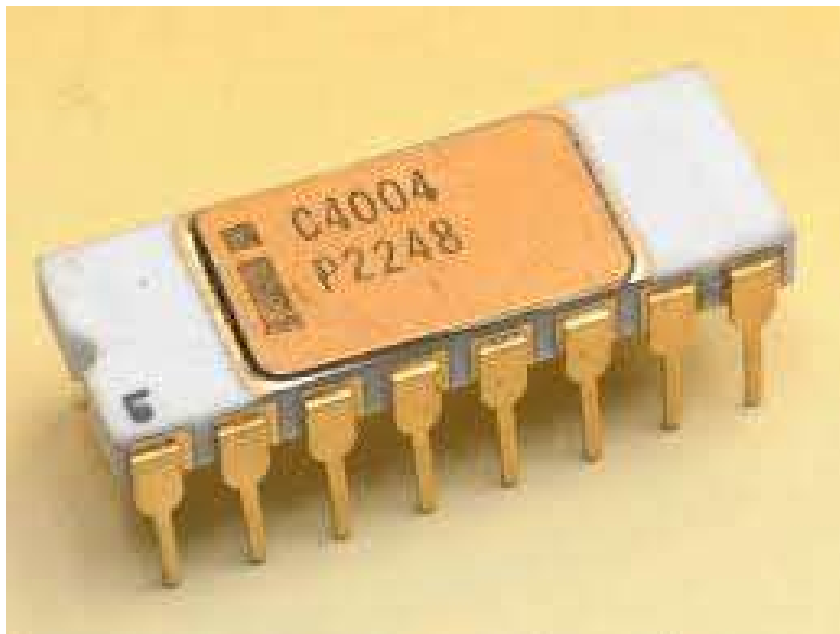
2.1. ΟΡΙΣΜΟΣ

Με τον όρο μικροελεγκτής (αγγλικά, *microcontroller*) αναφερόμαστε σε έναν «τύπο επεξεργαστή ο οποίος μπορεί να λειτουργήσει με ελάχιστα εξωτερικά εξαρτήματα λόγω των πολλών ενσωματωμένων υποσυστημάτων που διαθέτει». Ένας μικροελεγκτής είναι ένα ενσωματωμένο τσιπ(ολοκληρωμένο κύκλωμα) που αποτελεί συχνά μέρος ενός συστήματος. Όπως ένας τυπικός Η/Υ έτσι και ο μικροελεγκτής περιλαμβάνει CPU , RAM , ROM για αποθήκευση δεδομένων και λογισμικού αντίστοιχα, μνήμη flash για μόνιμη αποθήκευση, θύρες εισόδου-εξόδου, μετατροπέα αναλογικού σε ψηφιακό σήμα και το αντίστροφο και τέλος timers. Είναι αρκετά μικρός σε μέγεθος και σχετικά απλός στον σχεδιασμό του αφού επιτελεί μόνο μια συγκεκριμένη λειτουργία. Χρησιμοποιείται ευρέως σε όλα τα ενσωματωμένα συστήματα έλεγχου χαμηλού και μεσαίου κόστους όπως για παράδειγμα αυτά που χρησιμοποιούνται σε αυτοματισμούς , ηλεκτρονικά προϊόντα (ψηφιακές μηχανές ,παιχνίδια,...), ηλεκτρικές συσκευές και κάθε είδους αυτοκινούμενα τροχοφόρα οχήματα. Στις μέρες ο μικροελεγκτής χρησιμοποιείται από όλους γιατί κάθε προϊόν το οποίο αλληλεπιδρά με έναν χρήστη περιλαμβάνει έναν μικροελεγκτή ,ο οποίος παίζει τον ρόλο του «εγκεφάλου» των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων.

2.2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΚΙ ΕΞΕΛΙΞΗ ΜΙΚΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΤΩΝ – ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΩΝ

Η ανάπτυξη του μικροεπεξεργαστή εξηγείται λόγω της ανάγκης των κατασκευαστικών συστημάτων να ενσωματώσουν όλες τις λειτουργίες ενός υπολογιστή σε ένα μικρό ολοκληρωμένο κύκλωμα. Σε αυτό βέβαια συνέβαλε σε μεγάλο ποσοστό και η ανάπτυξη της τεχνολογίας κι έτσι δημιουργήθηκε ο μικροεπεξεργαστής, που θεωρείται μία από τις μεγαλύτερες καινοτομίες στον χώρο της τεχνολογίας. Αυτές οι καινοτομίες περιλαμβάνουν τους embedded μικροελεγκτές, τους προσωπικούς υπολογιστές, τους σύγχρονους σταθμούς εργασίας, τις συσκευές χειρός και τις κινητές συσκευές (όπως τους επεξεργαστές των κινητών τηλεφώνων), τους servers (εξυπηρετητές) εφαρμογών και αρχείων, τους web servers για το internet, τους υπερυπολογιστές χαμηλού κόστους και τα ευρείας κλίμακας δίκτυα υπολογιστών. Οι μικροεπεξεργαστές μπορούν να χαρακτηριστούν επεξεργαστές συνόλου εντολών (instruction set processors, ISP). Ένας ISP εκτελεί εντολές ενός προκαθορισμένου συνόλου εντολών. Η λειτουργικότητα του εξαρτάται ανάλογα από το σύνολο εντολών που είναι ικανός να εκτελέσει. Σε αυτό το σύνολο εντολών κωδικοποιούνται όλα τα προγράμματα που τρέχουν σε έναν μικροεπεξεργαστή. Αυτό το προκαθορισμένο σύνολο εντολών ονομάζεται επίσης «αρχιτεκτονική συνόλου εντολών» (instruction set architecture, ISA) και χρησιμεύει ως μια διασύνδεση ανάμεσα στο λογισμικό (software) και το υλικό (hardware), δηλαδή ανάμεσα στα προγράμματα και τους επεξεργαστές.

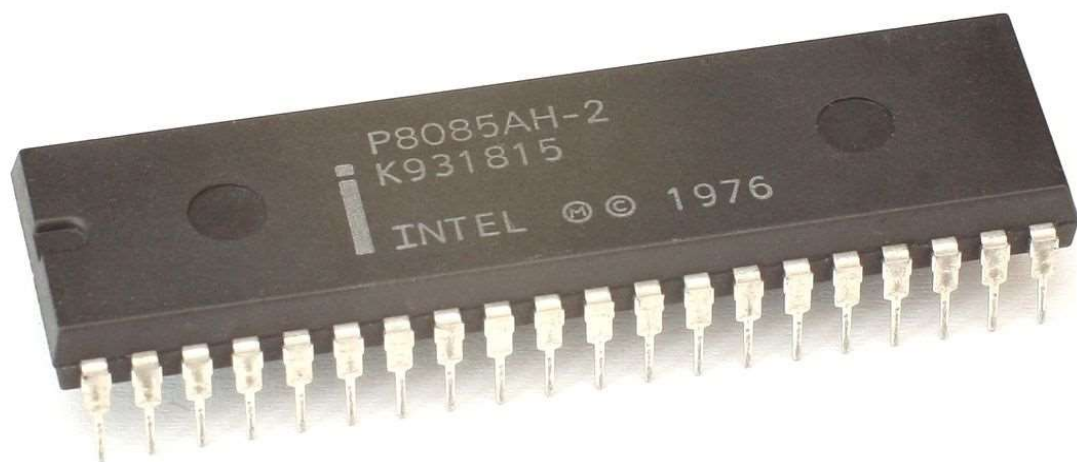
- Στην αρχή, δηλαδή στις αρχές της δεκαετίας του 70 οι επεξεργαστές είχαν μεγάλο μέγεθος διότι αποτελούνταν από διάφορες πύλες και περίπλοκα κυκλώματα. Αργότερα το μέγεθος μειώθηκε αρκετά για να αποφευχθεί η θερμότητα που εξέπεμπαν από την παρατεταμένη χρήση και έτσι εν τέλει ονομάστηκαν μικροεπεξεργαστές.
- Η παρουσίαση του πρώτου μικροεπεξεργαστή έγινε το 1971. Ήταν ο μικροεπεξεργαστής Intel 4004 από τον Ted Hoff και τον συνεργάτη του Stan Mazor. Ο Intel 4004 ήταν ένας 4bit επεξεργαστής ο οποίος αποτελούνταν από 2300 τρανζίστορ με συχνότητα ρολογιού 108KHz, εκτελούσε 60.000 πράξεις το δευτερόλεπτο και μπορούσε να δει 640 bytes μνήμης. Στην αρχή εφαρμόστηκε για τη δημιουργία αριθμομηχανών, ενώ το Νοέμβριο του 1971 η Intel ανακοίνωσε τον πρώτο μικροϋπολογιστή. Μέσα στην επόμενη χρονιά εμφανίστηκε ο διάδοχος του, ο 8008.



6

- Το 1974 εμφανίζεται ο 8bit μικροεπεξεργαστής της Intel ,8080 που ήταν αποτέλεσμα εξέλιξης του 8008. Αποτελούνταν από 6000 τρανζίστορ με συχνότητα λειτουργίας 2MHz. Την ίδια περίοδο η Motorola παρουσίασε τον 6800 που χρησιμοποιήθηκε σε υπολογιστές, σε όλα τα παιχνίδια pinball καθώς και σε βιομηχανικές κατασκευές ελέγχου. Είχε 4000 τρανζίστορ ,78 εντολές ,σήμα χρονισμού στα 1ή 2 MHz και 16bit πλάτος διαύλου διευθύνσεων.
- Το 1975 η Zilog φτιάχνει τον Z80 έναν 8bit μικροεπεξεργαστή βασισμένο στον 8080 του οποίου η γλώσσα μηχανής είναι υπερσύνολο αυτής του Intel 8080. Το σήμα χρονισμού ήταν στα 3.5MHz με 16bit πλάτος διευθύνσεων ενώ θα μπορούσε να δει 64Kbytes μνήμης. Κατά την δεκαετία του 80 είχε την μεγαλύτερη δημοτικότητα καθώς επικεντρώθηκε στο χαμηλό κόστος σε συνδυασμό με τη μικρή συσκευασία, τις χαμηλές απαιτήσεις και τον συνυπολογισμό των στοιχείων κυκλώματος που κανονικά θα έπρεπε να παρασχεθούν σε ένα χωριστό τσιπ.
- Το 1978 κάνουν τη εμφάνισή τους οι πρώτοι 16bit μικροεπεξεργαστές. Η Intel παρουσιάζει τον 8086/8088 του οποίου η συχνότητα λειτουργίας έχει ανέβει στα 10 MHz και απαιτεί 29.000 τρανζίστορ . Αντίστοιχα η Motorola εμφάνισε τον 68000 με συχνότητα λειτουργίας 8MHz και περιέχει 68.000 τρανζίστορ. Ο συνδυασμός της υψηλής ταχύτητας , του μεγάλου χώρου αποθήκευσης(16Mbytes) και του αρκετά χαμηλού κόστους ,τον έκανε να χρησιμοποιηθεί στους υπολογιστές Apple Lisa Macintosh.

⁶ Σχήμα 6: Επεξεργαστής Intel 4004 του 1971.



7

- Το 1982 η Intel δημιουργεί τον 80286 με συχνότητα λειτουργίας αρχικά στα 6 και μετά στα 12.5MHz και 134.000 τρανζίστορ. Περιλάμβανε δίαυλο δεδομένων 16bit ,δίαυλο διευθύνσεων 24 bit και μπορούσε να δει μέχρι 16Mbytes μνήμης. Είχε τη δυνατότητα να λειτουργεί στην κατάσταση protected mode (προστατευμένη κατάσταση λειτουργίας). Μετά την επιτυχία της Motorola με τον 68000, οδηγήθηκε στον σχεδιασμό του MC68010 με αποτέλεσμα την προσθήκη υποστήριξης της εικονικής μνήμης.
- Το 1985 εμφανίζονται οι πρώτοι 32bit μικροεπεξεργαστές. Από τη μια ο Intel 80486 όπου περιέχει 275.000 τρανζίστορ και συχνότητα λειτουργίας στα 33MHz, με μνήμη που έφτανε τα 4Gbytes και από την άλλη ο MC86020 της Motorola που είχε 200.000 τρανζίστορ και συχνότητα λειτουργίας 16MHz. Έγιναν ιδιαίτερα δημοφιλή στη microcomputer Unix αγορά ενώ πολλές μικρές επιχειρήσεις παρήγαγαν τα συστήματα desktop.
- Το 1989 κάνει την εμφάνιση του ο 32bit μικροεπεξεργαστής Intel 80486 με 1.200.000 τρανζίστορ και 50 MHz συχνότητα λειτουργίας.
- Το 1993 εμφανίζεται ο Intel Pentium της οικογενείας P5 ο οποίος περιέχει 3.100.000 τρανζίστορ και λειτουργούσε στα 60 και 66MHz. Την ίδια περίοδο η Digital παρουσιάζει τον πρώτο 64bit μικροεπεξεργαστή Alpha.
- Το 1997 η Intel εισάγει τον μικροεπεξεργαστή Pentium II με τεχνολογία MMX για την υποστήριξη πολυμέσων. Είχε 7.500.000 τρανζίστορ και η συχνότητα λειτουργίας του ήταν στα 300MHz.
- Το 1999 η Intel ανακοινώνει τον Pentium III με 9.500.000 τρανζίστορ και η συχνότητα λειτουργίας του ήταν στα 450MHz.

⁷ Σχήμα 7: Επεξεργαστής Intel 8086 του 1978

- Το 2000 εμφανίστηκε ο Pentium IV όπου ήταν σχεδιασμένος σύμφωνα με την μικροαρχιτεκτονική NetBurst. Η συχνότητα λειτουργίας του έφτασε στο 1GHz αλλά χωρίς αυτό να παρέχει σημαντική αύξηση της ταχύτητας επεξεργασίας σε σχέση με τον Pentium III. Από το σημείο αυτό και μέχρι σήμερα έχουμε φτάσει τους μικροεπεξεργαστές στο επίπεδο των πολλαπλών πυρήνων(2,4 ακόμα και 8 πυρήνες). Και η τεχνολογία συνεχίζει να αναπτύσσεται.



2.3. ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΜΙΚΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΤΗ – ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗ

Ο μικροεπεξεργαστής έχει κάποιες διαφορές σε σχέση με τον μικροελεγκτή. Μία βασική διαφορά είναι ότι ο μικροελεγκτής έχει ενσωματωμένα chip όπως CPU, μνήμη RAM, ROM και άλλα περιφερειακά ενώ ο μικροεπεξεργαστής είναι ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα (IC) που έχει μόνο τη CPU στο εσωτερικό του δηλαδή μόνο τις εξουσίες επεξεργασίας, όπως οι Pentium I , II, III, IV της Intel κλπ. Στην ουσία ο μικροελεγκτής είναι ένας μίνι υπολογιστής ενώ στον αντίποδα οι μικροεπεξεργαστές δεν έχουν μνήμη RAM, ROM και αλλά περιφερειακά στο τσιπ. Για να γίνει λειτουργικός ένας μικροεπεξεργαστής, παρά το γεγονός ότι είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα, ο σχεδιαστής του συστήματος πρέπει να τα προσθέσει στο εξωτερικό του. Εφαρμογές του μικροεπεξεργαστή περιλαμβάνουν τα επιτραπέζια PC , τα laptop κλπ.

⁸ Σχήμα 8: Μικροεπεξεργαστές Intel της «οικογένειας» Pentium

Σήμερα διαφορετικοί κατασκευαστές των μικροελεγκτών είναι οι ATMEL , Microchip, Philips, Motorola και πολλοί άλλοι. Οι μικροελεγκτές εκτελούν συγκεκριμένες διεργασίες, όπου η σχέση εισροών και εκροών να είναι καθορισμένες όπως για παράδειγμα στα πληκτρολόγια, στα ποντίκια, στο τηλέφωνο , στο πλυντήριο ρούχων, στα αυτοκίνητα, στα κινητά τηλέφωνα κλπ., οι εφαρμογές είναι πολύ συγκεκριμένες και χρειαζόμαστε μικρούς πόρους, όπως μνήμη RAM, ROM ,θύρες I/O κλπ με σκοπό να μπορούν να ενσωματωθούν σε ένα μόνο chip. Βέβαια αυτό με τη σειρά του απαιτεί σαφώς μικρότερο μέγεθος και κόστος. Μία ακόμα διαφορά έγκειται στην ταχύτητα του ρολογιού. Ο μικροελεγκτής έχει αρκετά χαμηλή ταχύτητα ρολογιού σε σχέση με τον μικροεπεξεργαστή γιατί ενώ οι μικροελεγκτές λειτουργούν από 30 έως 80+MHZ , οι σημερινοί μικροεπεξεργαστές λειτουργούν πάνω από 2GHz, δεδομένου ότι εκτελούν πολύπλοκα καθήκοντα.

Πάντως σχετικά με το κόστος, ένας μικροεπεξεργαστής είναι πολύ ακριβότερος από ένας μικροελεγκτής, κάτι που δεν δικαιολογείται απόλυτα. Ωστόσο αν σκεφτεί κανείς ότι ο μικροεπεξεργαστής δεν λειτουργεί αυτόνομα ,αλλά χρειάζεται άλλα περιφερειακά ,όπως RAM, ROM ,Buffer, Θύρες I/O κ.λπ. , μπορεί να κατανοήσει κάπως την αξιακή διαφορά.

Τέλος, ένας μικροελεγκτής δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην θέση ενός μικροεπεξεργαστή καθώς και το αντίθετο, αφού κάνει την εφαρμογή πολύ δαπανηρή.

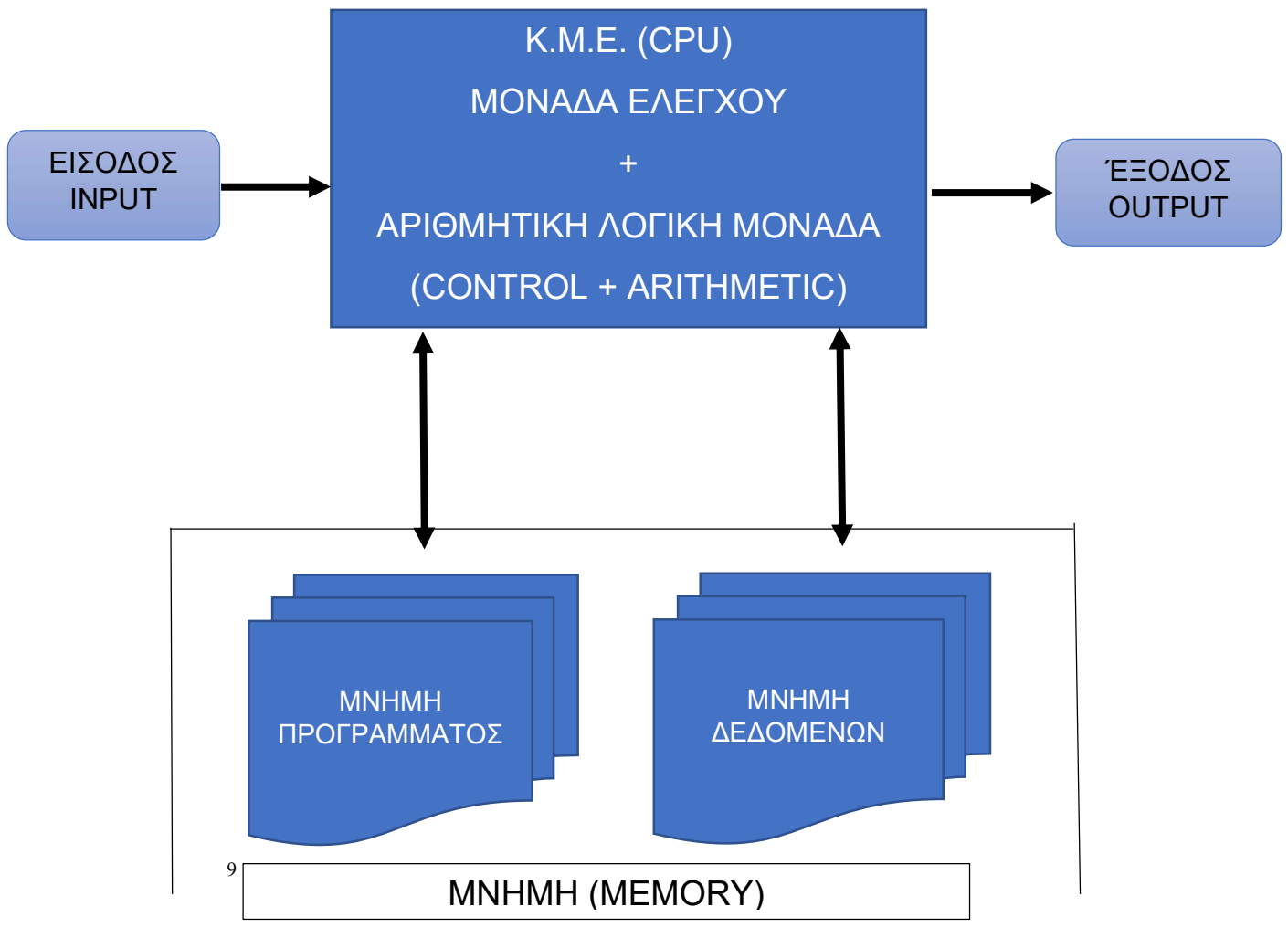
2.4. ΔΟΜΗ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗ

Η οργάνωση του μικροελεγκτή είναι παρόμοια με εκείνη των κλασικών υπολογιστικών συστημάτων (main frame, mini). Αποτελούνται από τις παρακάτω λειτουργικές μονάδες:

- 2.4. Μονάδες εισόδου/εξόδου: οι οποίες είναι υπεύθυνες για την επικοινωνία του συστήματος με το εξωτερικό του περιβάλλον.
- 2.4. Μικροεπεξεργαστής: (ή αλλιώς κεντρική μονάδα επεξεργασίας) ο οποίος περιλαμβάνει: (Α) Την αριθμητική και λογική μονάδα: που επεξεργάζεται τα δεδομένα , (Β) Την μονάδα ελέγχου: που είναι υπεύθυνη για τον έλεγχο και τον συντονισμό όλων των μονάδων του συστήματος και (Γ) Τους καταχωρητές: που χρησιμεύουν για προσωρινή αποθήκευση.
- 2.4. Την κύρια μνήμη: η οποία είναι εξαιρετικά σημαντική καθώς αποθηκεύει τις εντολές του προγράμματος, τα αρχικά δεδομένα και τα ενδιάμεσα αποτελέσματα.

Η μονάδα επεξεργασίας, ή αλλιώς μικροεπεξεργαστής κατασκευάζεται σε ένα μικρό κομμάτι πυριτίου και περιέχεται σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα, γεγονός που την διαφοροποιεί σε σχέση με τα άλλα υπολογιστικά συστήματα. Έχει ως εκ τούτου πολλά πλεονεκτήματα. Διαθέτει μικρό μέγεθος, χαμηλό κόστος και υψηλή αξιοπιστία. Παράλληλα μπορεί να αποτελέσει και σύστημα

μικροελεγκτή εφόσον συνδεθεί καταλλήλως με τα ολοκληρωμένα συστήματα μνήμης και με τις μονάδες εισόδου και εξόδου.



Ο διάυλος δεδομένων (data bus) ή αλλιώς οι γραμμές δεδομένων (data lines) βοηθούν στην μεταφορά της δυαδικής πληροφορίας ανάμεσα στις μονάδες του μικροελεγκτή. Αυτό δεν σημαίνει ότι λύνονται όλα τα προβλήματα μεταφοράς. Ο μικροεπεξεργαστής θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα επιλογής της μονάδας, με την οποία θα επικοινωνήσει, και να μπορεί να την ειδοποιήσει ότι θα στείλει ή θα πάρει δεδομένα από αυτήν.

Για τον λόγο αυτό διαθέτει δύο ακόμα διαύλους, τον διάυλο διευθύνσεων (address bus) και τον διάυλο ελέγχου (control bus). Οι γραμμές των διαύλων αυτών λέγονται αντίστοιχα γραμμές διευθύνσεων (address lines) και γραμμές ελέγχου (control lines). Κάθε μία έχει και έναν ρόλο. Δηλαδή οι γραμμές ελέγχου ενεργοποιούν τις λειτουργίες της μνήμης ή των μονάδων εισόδου και εξόδου μέσω ηλεκτρικών σημάτων και οι γραμμές διευθύνσεων βοηθούν τον μικροεπεξεργαστή να στείλει την δυαδική διεύθυνση της θέσης μνήμης ή της μονάδας εισόδου/εξόδου, με την οποία θέλει να επικοινωνήσει.

Τέλος το κύκλωμα χρονισμού (clock) είναι υπεύθυνο ώστε να εκτελούνται κάποιες βασικές λειτουργίες εντός συγκεκριμένου χρονικού πλαισίου και αποτελείται από έναν κρυσταλλικό ταλαντωτή, που παράγει τετραγωνικούς παλμούς σταθερής συχνότητας. Η συχνότητα αυτή του

⁹ Σχήμα 9: Ένα τυπικό σχήμα Μικροελεγκτή

ταλαντωτή καθορίζει και την συχνότητα λειτουργίας του μικροεπεξεργαστή.

2.5. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΤΑ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗ

Ο μικροελεγκτής φέρει κάποια βασικά χαρακτηριστικά που τον καθιστά προτιμότερο για τη χρήση του σε εφαρμογές έναντι της χρήσης των επιμέρους στοιχείων που τον απαρτίζει ξεχωριστά (επεξεργαστής, μνήμες, συσκευές εισόδου/εξόδου, διεπαφές). Αυτά τα χαρακτηριστικά συνοψίζονται παρακάτω:

- Χαμηλό κόστος: λόγω της συνεχούς εμφάνισης μικροελεγκτών στην αγορά, από διάφορες εταιρείες, η τιμή μειώθηκε σημαντικά και η ποιότητα αυξήθηκε για να αντέξει τον ανταγωνισμό.
- Μικρότερο μέγεθος: Η ολοκλήρωση των βασικότερων στοιχείων από τα οποία απαρτίζεται, μείωσε τις διαστάσεις σε σχέση με τη χρήση των επιμέρους στοιχείων, ως σύνολο.
- Χαμηλή κατανάλωση ισχύος: Το γεγονός ότι οι μικροελεγκτές λειτουργούν σε συγκριτικά χαμηλές συχνότητες που φτάνουν τα 32KHz, οδηγεί στην κατανάλωση μικρών ποσών ισχύος της τάξης των mW ακόμα και μW. Επιπλέον, το γεγονός ότι έχουν τη δυνατότητα να εισέρχονται σε κατάσταση αναμονής (sleep mode), να καταστέλλουν, δηλαδή, προσωρινά την λειτουργία της κεντρικής μονάδας επεξεργασίας και των περιφερειακών, έχει ως αποτέλεσμα να μειωθεί σε μεγάλο ποσοστό η κατανάλωση του μικροελεγκτή. Έτσι, μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε εφαρμογές με αυστηρές απαιτήσεις ως προς αυτήν την παράμετρο.
- Αυτονομία: Πολλοί μικροελεγκτές δε χρειάζονται κανένα ολοκληρωμένο κύκλωμα για να λειτουργήσουν γιατί μπορούν να ενσωματώσουν σύνθετα περιφερειακά συστήματα, όπως μνήμες και θύρες επικοινωνίας.
- Επίτευξη ελέγχου ή μετρήσεων σε πραγματικό χρόνο: Οι μικροελεγκτές δεν απαιτούν πρόσθετο λογισμικό, ενώ οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές πρέπει να τρέχουν λειτουργικά συστήματα πραγματικού χρόνου (όπως RT-Linux, QNX κ.ά.)
- Μειωμένες εκπομπές ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών και μειωμένη ευαισθησία σε αντίστοιχες παρεμβολές από άλλες ηλεκτρικές κι ηλεκτρονικές συσκευές: Λόγω χαμηλών ταχυτήτων λειτουργίας και μικρού αριθμού και μήκους εξωτερικών διασυνδέσεων.
- Περισσότεροι διαθέσιμοι ακροδέκτες για ψηφιακές εισόδους/εξόδους: (για δεδομένο μέγεθος ολοκληρωμένου κυκλώματος) λόγω της μη δέσμευσής τους για την σύνδεση εξωτερικών περιφερειακών.
- Η βασική αρχιτεκτονική των μικροελεγκτών δε διαφέρει από αυτήν των κοινών μικροεπεξεργαστών: Αν και στους πρώτους συναντάται η αρχιτεκτονική μνήμη τύπου Harvard, η οποία χρησιμοποιεί διαφορετικές αρτηρίες σύνδεσης της μνήμης προγράμματος και της μνήμης δεδομένων (π.χ. οι σειρές από την Microchip). Στους κοινούς μικροεπεξεργαστές συνηθίζεται η ενιαία διάταξη τύπου Von-Neuman.
- Ευκολότερη υλοποίηση εφαρμογών λόγω των απλούστερων διασυνδέσεων.
- Μεγαλύτερη αξιοπιστία λόγω των λιγότερων διασυνδέσεων.

- Μικρό μέγεθος συνολικού υπολογιστικού συστήματος.

2.6. ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗ

Παρ' όλα τα προαναφερθέντα, κάποια από τα μειονεκτήματα του μικροελεγκτή είναι:

- Η μη αλλαγή του προγράμματος για τον λόγο ότι είναι γραμμένο στη ROM.
- Η δυσκολία στον προγραμματισμό του.
- Έχει μεγάλο χρόνο ανάπτυξης. Για να ολοκληρωθεί ένα προϊόν μπορεί να χρειαστεί από μια εβδομάδα μέχρι ένα χρόνο.

2.7. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΕΣ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΩΝ

Οι περισσότερες εταιρίες παράγουν ποικίλους μικροελεγκτές. Από πολύ μικρούς κι οικονομικούς για απλές εφαρμογές, έως εξαιρετικά προηγμένους για ιδιαίτερα απαιτητικές εφαρμογές. Μερικοί από τους κυριότερους κατασκευαστές μικροελεγκτών είναι οι:

- ARM (δεν κατασκευάζει αλλά παραχωρεί δικαιώματα χρήσης του πυρήνα)
- Atmel
- Epson
- Freescale Semiconductor (πρώην Motorola)
- Hitachi
- Maxim (μετά την εξαγορά της Dallas)
- Microchip
- NEC
- Toshiba
- Texas Instruments
- Intel
- AnalogDevices

2.8.

➤ **ΔΙΑΔΕΔΟΜΕΝΕΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΩΝ**

Το εύρος του διαύλου, το σετ εντολών, η αρχιτεκτονική της μνήμης και η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιείται είναι κάποιοι από τους τρόπους ταξινόμησης των μικροελεγκτών. Οι κατηγορίες των μικροελεγκτών είναι πολλές λόγω του άκρατου ανταγωνισμού και της ανάγκης για κάλυψη όλων των αναγκών. Είναι, λοιπόν, οι εξής κατηγορίες:

- Μικροελεγκτές (καμιά φορά 4-bit αλλά συνήθως 8-bit) πολύ χαμηλού κόστους, γενικής χρήσης, με πολύ μικρό αριθμό ακροδεκτών (ακόμη και λιγότερους από 8). Διαθέτουν χαμηλή κατανάλωση ισχύος και αυτάρκεια, ώστε να χρειάζονται ελάχιστα ή και καθόλου εξωτερικά εξαρτήματα και να

μη μπορεί να αντιγραφεί εύκολα το εσωτερικό λογισμικό τους. Ένα μειονέκτημα είναι ότι η μνήμη τους δεν μπορεί να επεκταθεί. Μερικά μοντέλα είναι ευρέως γνωστά στους ερασιτέχνες ηλεκτρονικούς, όπως πχ. οι περισσότεροι μικροελεγκτές των σειρών PIC (Microchip), AVR (Atmel) και 8051 (Intel, Atmel, Dallas κα).

- Μικροελεγκτές (συνήθως 8-bit αλλά και 16 ή 32-bit) χαμηλού κόστους, γενικής χρήσης, με μέτριο έως σχετικά μεγάλο αριθμό ακροδεκτών. Διαθέτουν μεγάλο αριθμό κοινών περιφερειακών, όπως θύρες UART, I2C, SPI ή CAN, μετατροπείς αναλογικού σε ψηφιακό και ψηφιακού σε αναλογικό. Στους κατασκευαστές της Άπω Ανατολής (Ιαπωνία, Κορέα), συνηθίζεται η ενσωμάτωση ελεγκτών οθόνης υγρών κρυστάλλων και πληκτρολογίου. Έχουν την δυνατότητα εξωτερικής επέκτασης της μνήμης τους, σε αντίθεση με την προηγούμενη κατηγορία. Παραδείγματα μικροελεγκτών 16-bit είναι το 8051XA, PIC2X, ο Intel 8096, η σειρά MC68HC12 της Motorola.



10

- Μικροελεγκτές (κυρίως 32-bit) μέσου κόστους, γενικής χρήσης, με μεγάλο αριθμό ακροδεκτών. Έχουν υψηλή ταχύτητα εκτέλεσης εντολών, υψηλή αυτάρκεια περιφερειακών και μεγάλες δυνατότητες εσωτερικής ή εξωτερικής μνήμης προγράμματος (FLASH) και RAM. Στο χώρο αυτό έχουν ισχυρή παρουσία οι αρχιτεκτονικές με υψηλή δυνατότητα στη μεταφορά λογισμικού (portability) από τον ένα στον άλλο κατασκευαστή. (Π.χ. μεταξύ των μικροελεγκτών τύπου ARM ή MIPS, το σύνολο των βασικών εντολών που αναγνωρίζει η ALU είναι ακριβώς το ίδιο). Ελαττώνονται έτσι οι μεγάλες αλλαγές στο λογισμικό, όταν στο μέλλον ο πελάτης υιοθετήσει ένα μικροελεγκτή άλλου κατασκευαστή (αρκεί, φυσικά, να υποστηρίζει κι αυτός το σύνολο εντολών ARM ή MIPS, αντίστοιχα).
- Μικροελεγκτές εξειδικευμένων εφαρμογών, οι οποίοι ενσωματώνουν συνήθως κάποιο εξειδικευμένο πρωτόκολλο επικοινωνίας το οποίο υλοποιείται πάντοτε σε hardware. Τέτοιοι μικροελεγκτές χρησιμοποιούνται σε τηλεπικοινωνιακές συσκευές όπως τα μόντεμ.

Οι μικροελεγκτές που πωλούνται περισσότερο είναι φυσικά αυτοί των 8-bit, αφού κοστίζουν λιγότερο και διαθέτουν και μικρότερο μέγεθος λογισμικού,

¹⁰ Σχήμα 10: Ο Intel 8096.

προσφέροντας το ίδιο αποτέλεσμα.

2.9. ΓΛΩΣΣΕΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΙ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Ένα από τα θετικά επιτεύγματα των μικροελεγκτών είναι το γεγονός ότι μπορούν να μεταφράσουν τις γλώσσα υψηλού επιπέδου σε γλώσσα κατανοητή από τον μικροελεγκτή (assembly) να προγραμματίσουν την εσωτερική μνήμη και να χρησιμοποιήσουν εργαλεία διόρθωσης σφαλμάτων (debuggers). Στους μικροελεγκτές, τα εργαλεία αυτά δεν αποτελούνται μόνον από λογισμικό, καθώς δεν υπάρχει τυποποιημένος τρόπος επικοινωνίας με αυτούς. Έτσι διατίθενται προγραμματιστές της εσωτερικής μνήμης (συνήθως μέσω θύρας JTAG ή USB) καθώς και έτοιμες πλακέτες (evaluation boards) με ψηφιακές ή και αναλογικές εξόδους. Οι πλακέτες αυτές έχουν ως κεντρική τους μονάδα τον εκάστοτε μικροελεγκτή, δυνατότητα εύκολου προγραμματισμού και συνήθως συνοδεύονται από λογισμικό ανάπτυξης εφαρμογών με έτοιμα παραδείγματα, άρα ο χρήστης μπορεί να δοκιμάσει τις περισσότερες δυνατότητες του μικροελεγκτή πριν καν σχεδιάσει τη δική του πλακέτα. Στον τομέα των εργαλείων ανάπτυξης, δραστηριοποιούνται όχι μόνο οι ίδιοι οι κατασκευαστές μικροελεγκτών αλλά και εξειδικευμένες εταιρείες.

Η πιο διαδεδομένη γλώσσα προγραμματισμού των μικροελεγκτών είναι η C, η C++ και οι παραλλαγές τους. Σε τμήματα του λογισμικού όπου απαιτείται ταχύτητα ή μικρό μέγεθος χρησιμοποιούμενης μνήμης, μπορεί να χρησιμοποιείται η Assembly. Όμως οι μεγαλύτερες απαιτήσεις σε λειτουργικότητα και η ευκολία προγραμματισμού της C έναντι της assembly, σε συνδυασμό με την επάρκεια μνήμης των σύγχρονων μικροελεγκτών, έχουν γενικά εκτοπίσει την Assembly από τις περισσότερες εφαρμογές.

2.10. ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΙ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΜΝΗΜΗΣ

Εσωτερικός ή ενσωματωμένος είναι ο μικροελεγκτής που σε ένα τσιπ περιέχει όλα τα λειτουργικά συστήματα (συμπεριλαμβανομένου της μνήμης για την αποθήκευση δεδομένων αλλά και του προγράμματος).

Στον αντίποδα εξωτερικός είναι ο μικροελεγκτής που δεν έχει όλα τα λειτουργικά τμήματα σε ένα τσιπ αλλά τα έχει διασυνδεδεμένα εξωτερικά χρησιμοποιώντας το λεγόμενο «glue Circuit».

3. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ: ARDUINO

3.1. ΟΡΙΣΜΟΣ

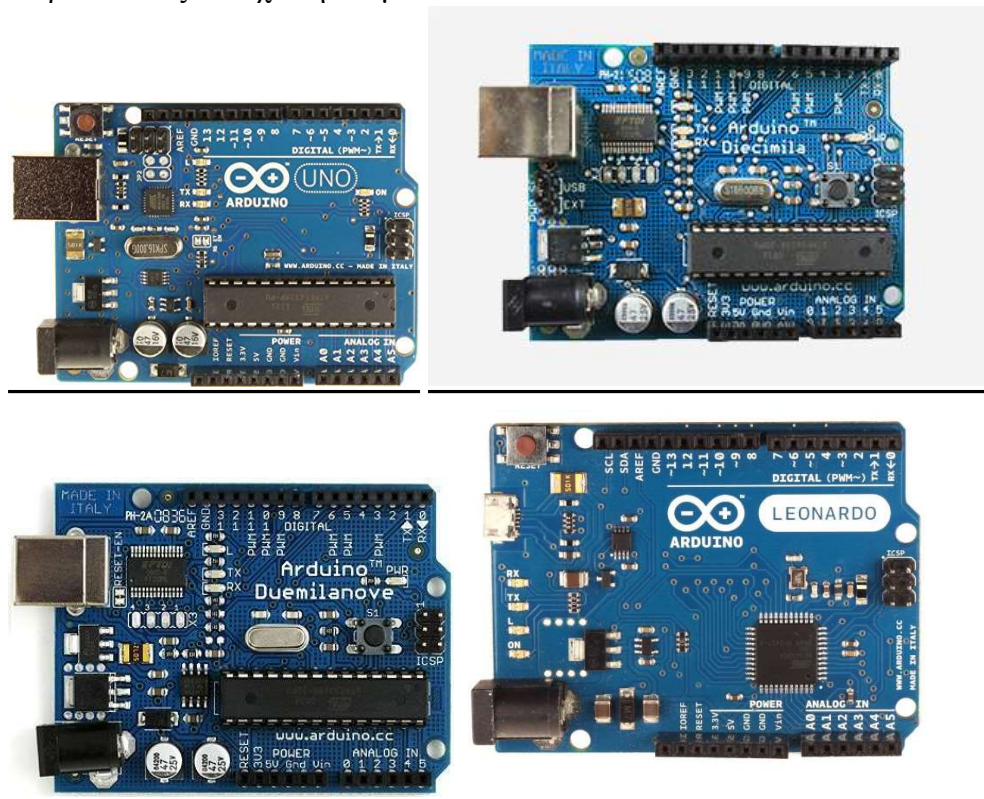
Το «Arduino» είναι «ένας μικροελεγκτής ο οποίος περιλαμβάνει ένα chip ATmega. Με λίγα λόγια διαθέτει εισόδους και εξόδους που αντιδρούν βάση του προγραμματισμού που κάναμε και που φορτώσαμε στο chip με τη βοήθεια του

υπολογιστή. Η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιεί είναι η Wiring (ουσιαστικά πρόκειται για τη γλώσσα προγραμματισμού C++ και ένα σύνολο από βιβλιοθήκες, υλοποιημένες επίσης στην C++), η οποία είναι αρκετά εύκολη στη σύνταξη και διατίθεται σε πλατφόρμες Linux, MAC και Windows με άδεια χρήσης GPL».

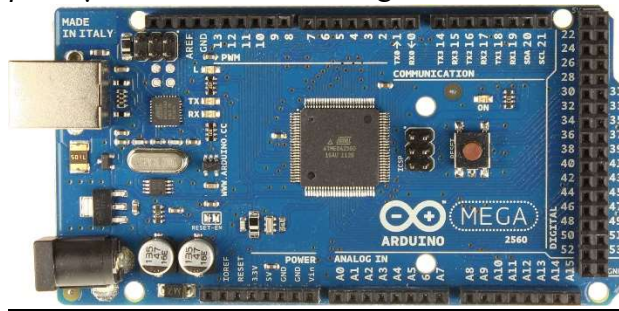
Διατίθεται με άδεια χρήσης Creative Commons, η οποία δίνει αυτονομία και ευελιξία στον χρήστη να κατασκευάσει την δική του πλακέτα όπως αυτός επιθυμεί. Σε περίπτωση που ο χρήστης είναι αρχάριος μπορεί πολύ εύκολα να αγοράσει μια πλακέτα από το διαδίκτυο σε προνομιακή τιμή.

3.2.ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΔΡΟΜΗ ARDUINO

Πήρε το όνομα του από τον Arduin της Ivrea. Η Ιβρέα είναι κωμόπολη της επαρχίας Τορίνο στην περιοχή Πεδεμόντιο της βορειοδυτικής Ιταλίας. Εκεί βρισκόταν το εργοστάσιο, όπου κατασκευάστηκαν οι πλακέτες. Οι ιδρυτές της ήταν ο Massimo Banzi και ο David Cueartielles και το σχέδιο ξεκίνησε το 2005. Η αφορμή ήταν η δημιουργία μιας συσκευής για τον έλεγχο προγραμμάτων διαδραστικών σχεδίων από μαθητές με μικρότερο φυσικά κόστος. Στην αρχή υπήρξε μια μικρή παρτίδα που αποτελούνταν από 200 μικροελεγκτές, η οποία δημιουργήθηκε από τον μηχανικό-ηλεκτρολόγο Gianluca Martino. Από την παρτίδα αυτή ο πρώτος μικροελεγκτής ονομάστηκε ‘Serial Arduino’ και περιλάμβανε ένα ATmega8 με άμεση σύνδεση RS-232 με το μικροελεγκτή και όλα τα συστατικά του. Στη συνέχεια, σχεδιάστηκε η έκδοση 2.0 και μια μονόπλευρη έκδοση σαφέστερη για ανθρώπους που ασχολούνται με τα χόμπι. Οι εκδόσεις που ακολούθησαν ήταν όλες FTDI USB μετατροπέα. Μετά το USB v1.0 και v2.0 κυκλοφόρησε το **Arduino Extreme** το οποίο αύξησε την ποσότητα των επιφανειακών εξαρτημάτων. Το **Arduino Nuova Generazione** μεταβαίνει σε έναν απλούστερο μετατροπέα USB και μετατρέπεται από το ATmega8 σε ATmega168. Οι βελτιώσεις συνεχίστηκαν με το **Diecimila** και έτσι :



- τον Οκτώβρη του 2008 ανακοινώθηκε το **Duemilavone** όπου αρχικά βασίστηκε στο Atmel Atmega168, αλλά μετά στάλθηκε με το ATmega328.
- Τον Μάρτιο του 2009 ανακοινώθηκε το Arduino **Mega** το οποίο είναι βασισμένο στο Atmel ATmega1280



12

- Από τον Μάιο του 2011 πάνω από 300,000 Arduino ήταν σε χρήση σε όλο τον κόσμο
- Τον Ιούλιο του 2012 ανακοινώθηκε το Arduino **Leonardo** το οποίο είναι βασισμένο στο Atmel ATmega32u4
- Τον Οκτώβριο του 2012 ανακοινώθηκε το Arduino **Due** το οποίο είναι βασισμένο στο Atmel SAM3X8E, που είχε πυρήνα ARM Cortex-M3
- Τον Νοέμβριο του 2012 ανακοινώθηκε το Arduino **Micro** το οποίο είναι βασισμένο στο Atmel ATmega32u4
- Τον Μάιο του 2013 ανακοινώθηκε το Arduino **Robot** το οποίο είναι βασισμένο στο Atmel ATmega32u4 και ήταν το πρώτο επίσημο Arduino με ρόδες
- Τον Μάιο του 2013 ανακοινώθηκε το Arduino **Yun** το οποίο είναι βασισμένο στο ATmega32u4 και στο Atheros AR9331 και ήταν το πρώτο προϊόν WiFi που συνδύαζε το Arduino με το Linux.



13

¹¹ Σχήμα 11: Arduino UnoR3, Diecimila, Duemilavone, Leonardo

¹² Σχήμα 12: Arduino Mega

¹³ Σχήμα 13: Arduino Robot

3.3.ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ARDUINO

Ο Basic Stamp της Parallax, ο BX-24 της Netmedia, το Handyboard του MIT και πολύ άλλοι όμοιας λειτουργικότητας είναι κάποιοι από τους μικροελεγκτές που υπάρχουν στο εμπόριο και είναι απλοί για τον αρχάριο χρήστη. Όμως ο Arduino είναι ακόμα πιο εύκολος στη χρήση και προσφέρει και πληθώρα πολλών άλλων πλεονεκτημάτων, όπως το γεγονός ότι είναι:

- Είναι **φθηνός** : η μέγιστη τιμή μιας πλακέτας είναι στα 50 ευρώ. Μπορεί επίσης αν δεν θέλει να την πάρει έτοιμη να την δημιουργήσει μόνος του πολύ οικονομικά με σχηματικά που θα βρει στο διαδίκτυο.
- **Τρέχει σε διάφορα Λειτουργικά Συστήματα**: Οι μηχανικοί λογισμικού, ανέπτυξαν το περιβάλλον προγραμματισμού του Arduino για Windows, Macintosh OSX και για λειτουργικά συστήματα Linux. Τα περισσότερα συστήματα ανάπτυξης μικροελεγκτών περιορίζονται στα Windows.
- **Έχει απλό, ξεκάθαρο προγραμματιστικό περιβάλλον**: είναι ιδανικό για αρχάριους χρήστες αλλά παράλληλα και κατάλληλο για πιο προχωρημένους χρήστες.
- **Έχει ανοιχτό λογισμικό και λογισμικό που επεκτείνεται και παραμετροποιείται**: Το software του Arduino διανέμεται με την μορφή εργαλείων ανοιχτού λογισμικού και είναι διαθέσιμο προς επέκταση για έμπειρους προγραμματιστές. Η γλώσσα προγραμματισμού του μπορεί να επεκταθεί διαμέσου των βιβλιοθηκών την C++ και οι άνθρωποι που θέλουν να ασχοληθούν περισσότερο με τους μικροελεγκτές μπορούν να μεταβούν από τον Arduino στην AVR-C που είναι για προγραμματισμό των Atmel μικροελεγκτών και η γλώσσα στην οποία βασίστηκε το λογισμικό του Arduino. Ομοίως μπορεί κάποιος να προσθέσει κώδικα της AVR-C στο πρόγραμμα που έχει γράψει για τον Arduino του.
- **Έχει ανοιχτό υλικό το οποίο μπορεί να επεκταθεί**: Ο Arduino βασίζεται στους μικροελεγκτές της Atmel ATmega8 και ATmega168. Τα σχηματικά για τα αναπτυξιακά είναι κάτω από την άδεια της Creative Commons, επιτρέποντας σε έμπειρους σχεδιαστές να κατασκευάσουν το δικό τους αναπτυξιακό, εξελίσσοντας το ήδη υπάρχον χωρίς να έχουν νομικά προβλήματα. Η ακόμη καλύτερα όχι τόσο έμπειροι χρήστες μπορούν να επιδιώξουν την αντιγραφή και κατασκευή της πλακέτας σε ράστερ για να καταλάβουν την λειτουργία ενός Arduino.

3.4.ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ARDUINO

Το Arduino ισοσταθμίζει το μικρό του μέγεθος (7*5cm) με τις μεγάλες δυνατότητες που έχει. Διαθέτει 12 διαφορετικές παραλλαγές για να καλύπτει ένα ευρύ φάσμα λειτουργιών. Χρησιμοποιείται κυρίως σε εφαρμογές ρομποτικής και γενικότερα σε

αυτοματισμούς (κίνηση servo, stepper και DC κινητήρων, λήψη πληροφοριών από διάφορους αισθητήρες θερμοκρασίας, υγρασίας, υπέρυθρων κ.ά., την αμφίδρομη σειριακή επικοινωνία μεταξύ Arduino και PC χρησιμοποιώντας γλώσσες προγραμματισμού ,όπως Java και python, όπως επίσης και αναπαραγωγή και αντίληψη ήχων).

3.5.ΕΚΔΟΣΕΙΣ ARDUINO

Δεκαεννιά εκδοχές του Arduino που έχουν χρησιμοποιηθεί εμπορικά μέχρι τώρα είναι:

- Το Serial Arduino, είναι προγραμματισμένο με μία σειριακή DE9 σύνδεση χρησιμοποιώντας τεχνολογία ATmega8
- Το Arduino Extreme, είναι εφοδιασμένο με ένα USB interface για προγραμματισμό χρησιμοποιώντας τεχνολογία ATmega8
- Το Arduino Mini, είναι μία έκδοση μινιατούρας του Arduino χρησιμοποιώντας τεχνολογία surface-mounted ATmega168
- Το Arduino Nano, είναι ένα ακόμα πιο μικρό, μια USB τροφοδοτούμενη έκδοχή του Arduino χρησιμοποιώντας τεχνολογία surface-mounted ATmega168 (ATmega328 για την νεότερη έκδοση)
- Το LilyPad Arduino, είναι ένα μινιμαλιστικό σχέδιο για εφαρμογές ένδυσης και E-textiles χρησιμοποιώντας τεχνολογία surface-mounted ATmega328
- Το Arduino NG, με ένα USB interface για προγραμματισμό και χρησιμοποιώντας τεχνολογία ATmega8
- Το Arduino NG plus, με ένα USB interface για προγραμματισμό και χρησιμοποιώντας τεχνολογία ATmega168
- Το Arduino Bluetooth, με Bluetooth interface για προγραμματισμό χρησιμοποιώντας τεχνολογία ATmega168
- Το Arduino Diecimila, με ένα USB interface και χρησιμοποιεί τεχνολογία ATmega168 σε ένα DIP28 πακέτο
- Το Arduino Duemilanove (“2009”), χρησιμοποιεί τεχνολογία ATmega168 (ATmega328 για την καινούργια έκδοση) και τροφοδοτείτε μέσω ενέργειας USB/DC, αυτόματα εναλλασσόμενης
- Το Arduino Mega, χρησιμοποιώντας τεχνολογία surface-mounted ATmega1280 για περαιτέρω I/O και μνήμη
- Το Arduino Uno, χρησιμοποιώντας την ίδια τεχνολογία ATmega328 όπως το τελευταίο μοντέλο Duemilanove, αλλά ενώ το Duemilanove χρησιμοποιεί ένα FTDI chipset για το USB, το Uno χρησιμοποιεί τεχνολογία ATmega8U2 προγραμματισμένο ως σειριακός μετατροπέας
- Το Arduino Mega2560, χρησιμοποιεί τεχνολογία surfacemounted ATmega2560 φέρνοντας την ολική μνήμη στα 256kB. Επίσης ενσωματώνει την νέα τεχνολογία ATmega8U2 (ATmega16U2 σε αναθεώρηση τύπου 3) USB chipset.
- Το Arduino Leonardo, με ένα ATmega32U4 chip που εξαλείφει την ανάγκη για συνδεσιμότητα μέσω USB και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ψηφιακό πληκτρολόγιο ή ποντίκι.

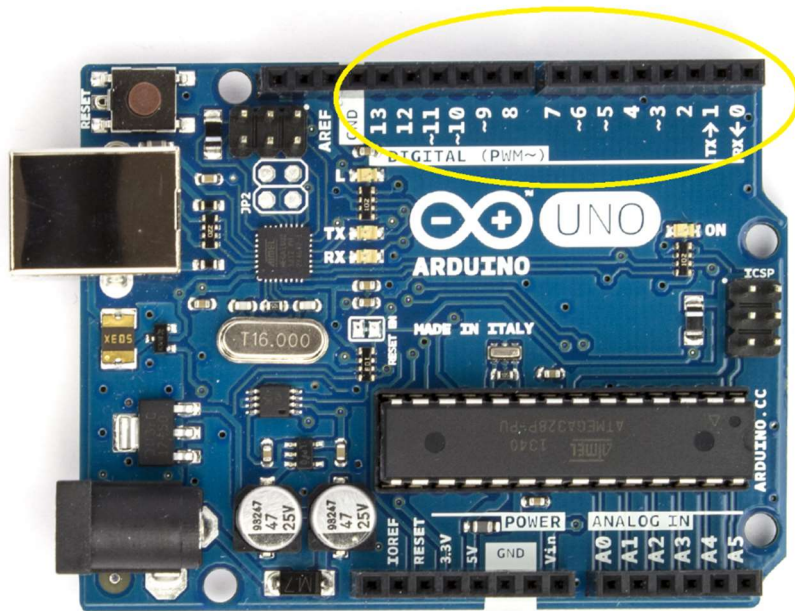
- Το Arduino Esplora, με εμφάνιση που παραπέμπει σε χειριστήριο κονσόλας βιντεοπαιχνιδιών με joystick και ενσωματωμένους αισθητήρες για ήχο, φώς, θερμοκρασία και επιτάχυνση
- Το Arduino Due είναι ένα μικροχειριστήριο βασισμένο στην τεχνολογία Atmel SAM3X8E ARM Cortex-M3 CPU. Είναι το πρώτο board της Arduino βασισμένο σε επεξεργαστή 32-bit ARM microcontroller.
- Το Arduino Micro το οποίο είναι βασισμένο στο Atmel ATmega32u4
- Το Arduino Robot το οποίο είναι βασισμένο στο Atmel ATmega32u4 και ήταν το πρώτο επίσημο Arduino με ρόδες
- Το Arduino Yun το οποίο είναι βασισμένο στο ATmega32u4 και στο Atheros AR9331 και ήταν το πρώτο προϊόν WiFi που συνδύαζε το Arduino με το Linux.

3.6.ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ARDUINO-UNO

Χρησιμεύει κυρίως για διακρατικές εφαρμογές. Μία πλακέτα Arduino αποτελείται από ένα μικροελεγκτή Atmel AVR (ATmega328 και ATmega168 στις νεότερες εκδόσεις, ATmega8 στις παλαιότερες) και συμπληρωματικά εξαρτήματα για την διευκόλυνση του χρήστη στον προγραμματισμό και την ενσωμάτωση του σε άλλα κυκλώματα. Όλες οι πλακέτες περιλαμβάνουν ένα γραμμικό ρυθμιστή τάσης 5V και έναν κρυσταλλικό ταλαντωτή 16MHz (ή κεραμικό αντηχητή σε κάποιες παραλλαγές). Ο μικροελεγκτής είναι από κατασκευής προγραμματισμένος με ένα bootloader, έτσι ώστε να μην χρειάζεται εξωτερικός προγραμματιστής.

Το Arduino Uno διαθέτει 14 ψηφιακά pins ,τα οποία μπορούν να οριστούν είτε σαν είσοδοι ,είτε σαν έξοδοι. Από τα 14 αυτά ψηφιακά pins κάποια εκτός από την λειτουργία I/O έχουν και άλλες επιπρόσθετες λειτουργίες :

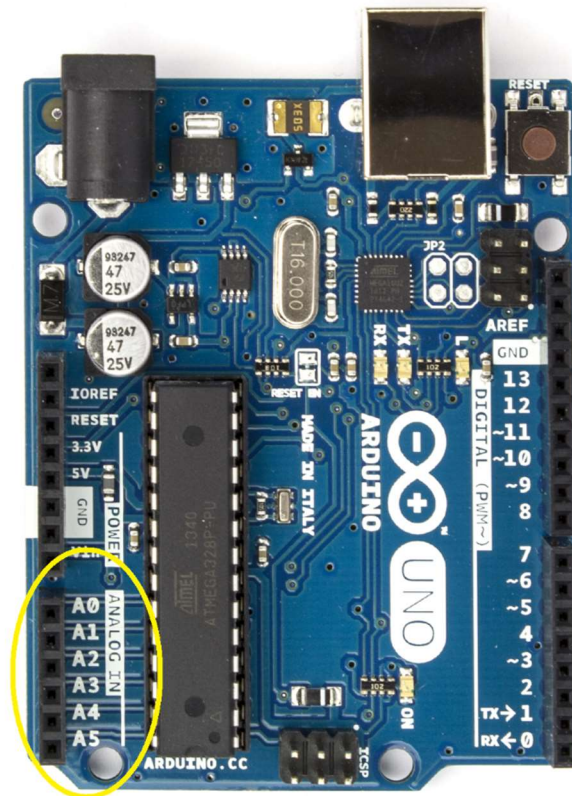
- Digital pins 1, 2 : για σειριακή επικοινωνία UART
- Digital pins 3, 5, 6, 9, 10, 11: PWM (Pulse Width Modulation), για να έχουμε ψηφιακούς παλμούς μεταβλητού πλάτους.
Είναι επίσης σημαντικό, να αναφερθεί ότι και οι αναλογικές είσοδοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν ψηφιακά pins.



14

Το Arduino Uno έχει 6 γραμμές για αναλογική είσοδο, σε καθεμία από τις οποίες συνδέεται ένας μετατροπέας από αναλογικό σε ψηφιακό (Analog to Digital Converter - ADC). Ο κάθε μετατροπέας έχει 10 bit ανάλυσης, με αποτέλεσμα να επιστρέφει ακέραιους από 0 έως 1023, ενώ η βασική λειτουργία των αναλογικών pins είναι να διαβάζουν αναλογικές εισόδους π.χ. αισθητήρες. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν σαν ψηφιακές γραμμές εισόδου/εξόδου γενικού σκοπού, όπως ακριβώς και τα pins 0-13.

¹⁴ Σχήμα 14: Digital Pins



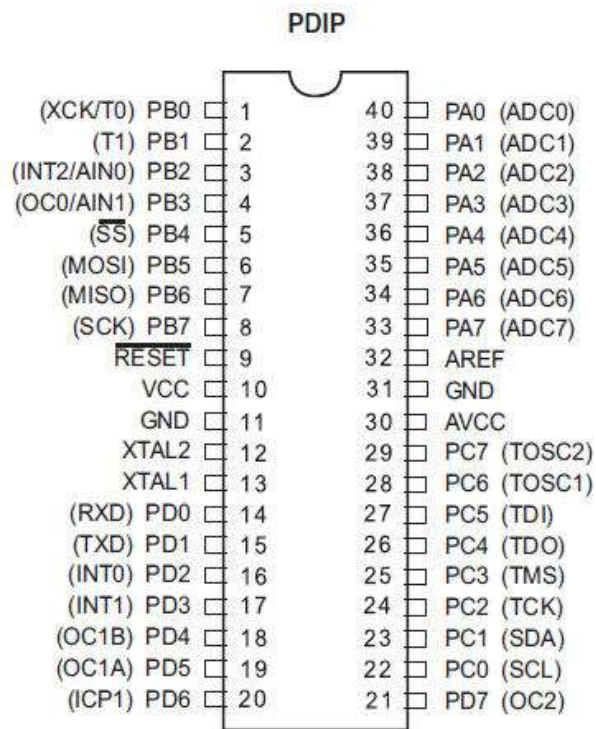
15

3.7.ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ATMega16

- RISC Αρχιτεκτονική με 131 εντολές που εκτελούνται σε ένα κύκλο ρολογιού με ελάχιστες εξαιρέσεις.
- 32x8 bit γενικού σκοπού καταχωρητές. • 16 MIPS στα 16 MHz.
- 16 Kbytes Flash μνήμη
- 1 Kbytes SRAM.
- 512 bytes EEPROM.
- Ένας 8-bit και ένας 16-bit χρονιστής/μετρητής (timer/counter) και ένας Watchdog timer.
- Ένας αναλογικός συγκριτής (analog comparator).
- 8 κανάλια , 10 bits το κάθε κανάλι ADC
- Ενσωματωμένο ρολόι.
- 4 PWM κανάλια
- SPI bus για τον προγραμματισμό της μνήμης.
- UART διπλής κατευθύνσεως.
- 32 γενικής χρήσης ακροδέκτες ομαδοποιημένοι σε 4 θύρες (Port A, Port B, PortC,PortD).
- Μοναδική τάση τροφοδοσίας 4.5-5.5V

¹⁵ Σχήμα 15: Analog Input Pins

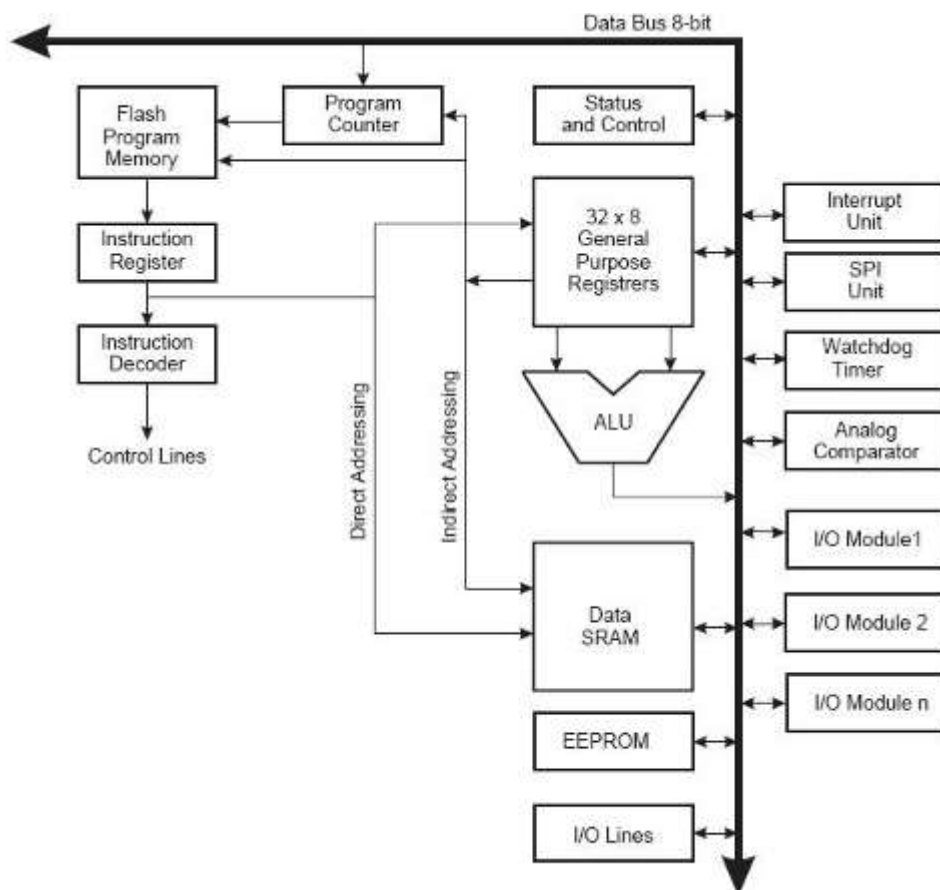
- Συχνότητα ρολογιού έως 16 MHz



16

3.8.Η ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ATmega16

¹⁶ Σχήμα 16: Διάταξη Ακροδεκτών



17

Στο παραπάνω σχήμα μπορεί κανείς να διακρίνει τα βασικότερα τμήματα τα οποία υπάρχουν στο εσωτερικό ενός ATmega16. Οι 32 γενικής χρήσης καταχωρητές των 8 bits συνδέονται στην Αριθμητική και Λογική Μονάδα (ALU) και κατά συνέπεια μπορούν να χρησιμοποιηθούν απευθείας σαν έντελα στις εντολές του μικροελεγκτή. Φυσικά υπάρχει καταχωρητής κατάστασης (Status), Μετρητής Προγράμματος (Program Counter - 10bits) καθώς και κάποιοι καταχωρητές ειδικής χρήσης όπως για τον προγραμματισμό της Flash ή την αποκωδικοποίηση των εντολών. Στην εσωτερική αρτηρία των 8-bit η οποία προελαύνει τους γενικής και ειδικής χρήσης καταχωρητές συνδέονται επίσης και τα περιφερειακά που αναφέρθηκαν νωρίτερα όπως οι μετρητές/χρονιστές, η EEPROM, το τμήμα χειρισμού διακοπών (interrupt unit), τα SPI και UART interfaces και η λογική για τις θύρες A, B, C και D οι οποίες παρέχουν τους ακροδέκτες γενικού σκοπού.

3.9.ARDUINO SHIELDS

Τα Arduino και τα συμβατά Arduino boards χρησιμοποιούν την τεχνολογία των shields. Τα shield είναι «ολοκληρωμένες πλακέτες που είναι σχεδιασμένες ώστε να κουμπώνουν πάνω στο Arduino προεκτείνοντας την λειτουργικότητά του». Είναι η hardware αντίστοιχη έννοια των plug-in, add-on και extension που υπάρχουν στο software. Μερικά από τα πιο δημοφιλή shields που κυκλοφορούν στο εμπόριο για το Arduino είναι:

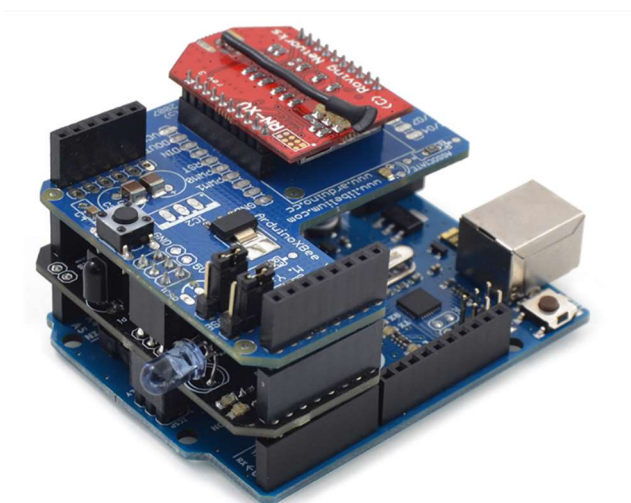
¹⁷ Σχήμα 17: Η αρχιτεκτονική του ATmega16

- Ethernet shield: Δίνει στο Arduino την δυνατότητα να δικτυωθεί σε ένα LAN ή στο internet μέσω ενός τυπικού καλωδίου Ethernet.



18

- WiFi shield: Όμοιο με το Ethernet shield, χωρίς φυσικά το καλώδιο.



19

- Διάφορα shield οθόνης: Προσθέτουν οθόνη στο Arduino. Κυκλοφορούν από απλές οθόνες τύπου calculator μέχρι OLED touchscreen υψηλής ανάλυσης τύπου iPhone.
- Wave shield: Δίνει στο Arduino την δυνατότητα να παίζει ήχους/μουσική από κάρτες SD.
- GPS shield: Προσθέτει GPS δυνατότητες στο Arduino (εντοπισμό στίγματος).
- Διάφορα motor shields: Μας επιτρέπουν να οδηγήσετε εύκολα μοτέρ διάφορων τύπων (απλά DC, servo, stepper κ.λπ.) από το Arduino.
- ProtoShield: Μία προσχεδιασμένη πλακέτα πρωτοτυποποίησης, συμβατή στις διαστάσεις του Arduino και χωρίς εξαρτήματα για να φτιάξουμε το δικό μας shield.

Τα shield είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε, αφού κουμπωθούν πάνω στο Arduino, να προωθούν τις υποδοχές του, για να μπορούμε να συνδέσουμε

¹⁸ Σχήμα 18: Ethernet shield για Arduino

¹⁹ Σχήμα 19: Shield για Arduino Uno R3 με WiFi Module Roving RN-171

επιπλέον τα δικά μας εξαρτήματα ή να κουμπώσουμε κι επόμενο shield. Βέβαια δεν μπορούμε να συνδέσουμε πολλά shields γιατί οι πόροι συνδεσιμότητας του Arduino είναι περιορισμένοι. Μάλιστα κάποια shield μπορεί να μην είναι συμβατά μεταξύ τους γιατί χρησιμοποιούν τα ίδια pins του Arduino για επικοινωνία με αυτό. Επίσης, επειδή κάποια shield δεν προωθούν τις συνδέσεις του Arduino (όπως π.χ. οι οθόνες οι οποίες δεν έχουν νόημα αν τις καλύψουμε από πάνω με ένα επόμενο shield), υπάρχουν ειδικά extender shield που κουμπώνουν στο Arduino και δίνουν την δυνατότητα σε δύο άλλα shield να κουμπώσουν πάνω τους, λειτουργώντας σαν πολύπριζα.

4. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ: ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ- ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ (TRACKING)

4.1. ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ - ΟΡΙΣΜΟΣ

«Αισθητήρας ονομάζεται μία συσκευή που ανιχνεύει ένα φυσικό μέγεθος και παράγει από αυτό μία μετρήσιμη έξοδο. Για παράδειγμα, το υδραργυρικό θερμομέτρο μετατρέπει τη μετρούμενη θερμοκρασία σε διαστολή, η οποία μπορεί να αναγνωστεί από ένα βαθμονομημένο σωλήνα».

Οι αισθητήρες έχουν πάρα πολλές εφαρμογές στην καθημερινή ζωή που οι άνθρωποι δεν μπορούν να φανταστούν, όπως παραδείγματος χάρη στα κουμπιά του ανελκυστήρα.

4.2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ

Τα βασικά χαρακτηριστικά των αισθητήρων παρουσιάζονται παρακάτω:

- **Εύρος λειτουργίας (operating range):** «όρια στα οποία ένας αισθητήρας ή σύστημα λειτουργεί αξιόπιστα» (μέγιστη και ελάχιστη τιμή που μπορεί να μετρήσει). Οι προδιαγραφές περιλαμβάνουν συνήθως και άλλες έννοιες εύρους (π.χ. θερμοκρασίας, πίεσης).
- **Ακρίβεια:** «Η εγγύτητα της τιμής εξόδου προς τη τιμή εισόδου».
- **Σφάλμα (error):** ενός αισθητήρα είναι η «διαφορά ανάμεσα στην έξοδο του αισθητήρα και τη μετρούμενη (πραγματική τιμή) και εκφράζεται είτε ως προς τις μονάδες της μετρούμενης ποσότητας (απόλυτο σφάλμα) ή ως εκατοστιαίο σφάλμα».
- **Ανοχή:** «Το μέγιστο σφάλμα που μπορεί να δημιουργήσει ο αισθητήρας».
- **Διακριτική ικανότητα (resolution):** «αναφέρεται στη μικρότερη αλλαγή εισόδου που μπορεί να ανιχνεύσει ένας αισθητήρας». Όσο μεγαλύτερη είναι η διακριτική ικανότητα, τόσο μικρότερο είναι το βήμα που μπορεί να μετρηθεί.
- **Ευαισθησία (sensitivity):** «Εκφράζει τη σχέση ανάμεσα στην αλλαγή της εξόδου και την αντίστοιχη αλλαγή της εισόδου, κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες». Οι μονάδες μέτρησης της ευαισθησίας διαφέρουν ανάλογα με τη φύση του αισθητήρα και τη μετρούμενη ποσότητα. Εάν η σχέση

ανάμεσα στη μετρούμενη ποσότητα και την έξοδο είναι γραμμική, η ευαισθησία είναι μία για όλο το εύρος λειτουργίας, εάν όχι τότε η ευαισθησία διαφέρει από περιοχή σε περιοχή.

- **Βαθμονόμηση (calibration):** «αναφέρεται στις μονάδες στις οποίες βαθμολογείται η κλίμακα απεικόνισης ενός οργάνου».
- **Νεκρή ζώνη:** «Το μέγιστο ποσό αλλαγής της εισόδου που δεν επιφέρει αλλαγή στην έξοδο».
- **Γραμμικότητα (linearity):** «Ο βαθμός στον οποίο η γραφική παράσταση της εξόδου ως προς την είσοδο ενός αισθητήρα προσεγγίζει μία ευθεία γραμμή. Ένας αισθητήρας μπορεί να είναι γραμμικός σε μια περιοχή τιμών εισόδου και η γραμμικότητα να δίνεται ως ποσοστό επί του εύρους λειτουργίας».
- **Απόκριση:** «Ο χρόνος που απαιτείται για να λάβει τη τελική τιμή η έξοδος».
- **Καθυστερήση:** «Η καθυστέρηση της αλλαγής της εξόδου ως προς την είσοδο».
- **Ευστάθεια:** «Η μεταβολή της εξόδου σε μεγάλη χρονική περίοδο, χωρίς μεταβολή της εισόδου και των συνθηκών».
- **Υστέρηση:** «Η διαφορά στην έξοδο όταν η κατεύθυνση της μεταβολής της εισόδου αντιστραφεί».
- **Επαναληψιμότητα (repeatability, precision):** «Ο βαθμός κατά τον οποίο ο αισθητήρας ή το σύστημα παράγει το ίδιο αποτέλεσμα όταν σε διαφορετικές χρονικές στιγμές τροφοδοτείται με την ίδια έσοδο (εκφράζεται σε απόλυτο νούμερο ή ως ποσοστό). Δεν πρέπει να συγχέεται με την ακρίβεια, αφού ένας αισθητήρας μπορεί να δίνει παρόμοια έξοδο πολλές φορές για συγκεκριμένη είσοδο, αλλά εάν υπάρχει σημαντικό σφάλμα, η έξοδος δεν είναι ακριβής».
- **Ολίσθηση:** «Η μεταβολή των χαρακτηριστικών του αισθητήρα με το χρόνο και το περιβάλλον».

4.3. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ

Η αντίληψη του φυσικού κόσμου προϋποθέτει την ενασχόληση με ποικιλόμορφες φυσικές και χημικές ποσότητες, οι οποίες αναφορικά με το μετρούμενο μέγεθος διακρίνονται στις παρακάτω έξι περιοχές σήματος:

- **Την περιοχή θερμικού σήματος:** Με συνηθέστερα σήματα την θερμοκρασία, την θερμότητα και τη ροή θερμότητας.
- **Την περιοχή μηχανικού σήματος:** Με συνηθέστερα σήματα τη δύναμη, την πίεση, την ταχύτητα, την επιτάχυνση και τη θέση.
- **Την περιοχή χημικού σήματος:** Τα σήματα αυτής της κατηγορίας είναι οι εσωτερικές ποσότητες ύλης, όπως είναι η συγκέντρωση ενός συγκεκριμένου υλικού, η σύνθεσή του ή ο ρυθμός αντίδρασης.
- **Την περιοχή μαγνητικού σήματος:** Με συνηθέστερα σήματα την ένταση του μαγνητικού πεδίου, την πυκνότητα ροής και τον μαγνητισμό.
- **Την περιοχή σήματος ακτινοβολίας:** Τα σήματα αυτά είναι ποσότητες που χαρακτηρίζουν τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα όπως η ένταση, το μήκος κύματος, η πόλωση και η φάση.
- **Την περιοχή ηλεκτρικού σήματος:** Με συνηθέστερα σήματα την τάση, την ένταση και το φορτίο.

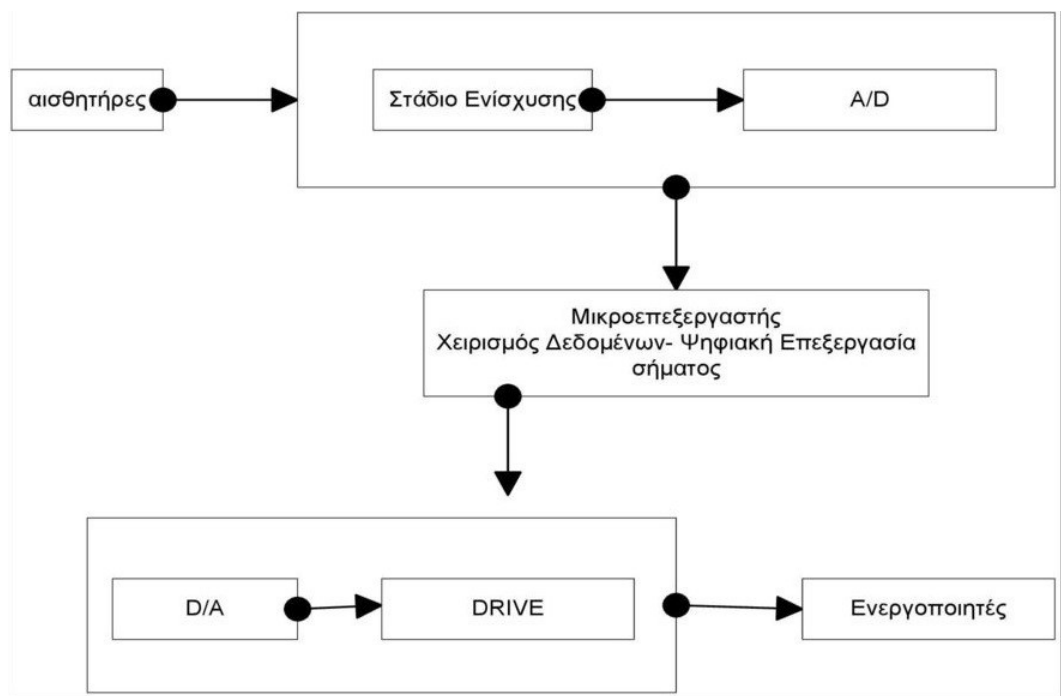
Η ταξινόμηση των αισθητήρων ακολουθεί την παραπάνω ταξινόμηση και έτσι οι αισθητήρες διακρίνονται σε θερμικούς, μηχανικούς, χημικούς, μαγνητικούς και ακτινοβολίας. υπάρχει και μια ακόμη ταξινόμηση που βασίζεται στο αν οι αισθητήρες κάνουν χρήση ή όχι μιας βοηθητικής πηγής ενέργειας και αντίστοιχα ονομάζονται παθητικοί ή αυτοδιεγερόμενου σήματος (self-generating) και ενεργητικοί ή διαμορφωμένου σήματος (modulating). Οι πρώτοι έχουν ένα θερμοστοιχείο μέσω του οποίου παράγεται μια δύναμη, ηλεκτροδιεγερτική, από τη διαφορά στις θερμοκρασίες επαφής. Οι δεύτεροι χρησιμοποιούν μια βοηθητική πηγή ενέργειας ως κύρια πηγή για να παράγουν ηλεκτρικό σήμα εξόδου, το οποίο μπορεί να διαμορφωθεί αναλόγως. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι φωτοδιόδοι, τα φωτοκύτταρα και τα θερμίστορ.

4.4. ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ

Βασικός όρος για τα συστήματα αισθητήρων είναι ο όρος του μορφομετατροπέα (transducer). Ο ρόλος τους έχει να κάνει και με το τμήμα εισόδου και με το τμήμα εξόδου. Ο μορφομετατροπέας εισόδου συλλέγει πληροφορίες για μια φυσική ή χημική ποσότητα από τον έξω κόσμο ενώ ο μορφομετατροπέας εξόδου μετατρέπει το ηλεκτρικό σήμα σε μια μορφή αντιληπτή από τις ανθρώπινες αισθήσεις και ενεργοποιεί κάποιο γεγονός (πχ. Το άνοιγμα ή το κλείσιμο μιας βαλβίδας). Αντίστοιχα, λοιπόν αποκαλούνται αισθητήρες ή ενεργοποιητές (actuators). Πολλές φορές οι αισθητήρες παράγουν ασθενή σήματα που πρήζουν επεξεργασίας και ενίσχυσης.

Το σύστημα αισθητήρων συνήθως δουλεύει με βάσει κάποιες διατάξεις της σύγχρονης μικροηλεκτρονικής. Αρχικά μετατρέπουν και ενισχύουν τα σήματα σε ψηφιακά και κατόπιν τα σήματα αυτά που δημιουργεί ο αισθητήρας τα εισάγουν σε έναν μικροεπεξεργαστή. Μετά τα σήματα με άλλες διατάξεις μετατρέπονται σε αναλογικά για να μπορούν να εισαχθούν στους ενεργοποιητές. Το παρακάτω σύστημα αισθητήρα αποτελείται από διακριτά μεταξύ τους τμήματα τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με καλωδίωση από σημείο σε σημείο. Όμως, τα τελευταία χρόνια αναπτύχθηκαν νέες τεχνολογίες, όπως η συγκόλληση πλακιδίου και η τρισδιάστατη και επιφανειακή μικρομηχανική, που επιτρέπουν την παραγωγή αισθητήρων και ενεργοποιητών με τεχνολογίες συμβατές με τη συνήθη διαδικασία κατασκευής ολοκληρωμένων κυκλωμάτων.





20

4.5. ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ (WSN)

Λόγω της ραγδαίας ανάπτυξης της ραδιοσυχνότητας (radio frequency - RF) και των μικροηλεκτρομηχανικών συστημάτων δημιουργήθηκαν οι μικροαισθητήρες (microsensors), οι οποίοι είναι χαμηλής ισχύος, χαμηλού κόστους και κατάλληλοι για δημιουργία δικτύων. Οι τελευταίοι συλλέγουν πληροφορίες για το περιβάλλον γύρω τους, όπως η θερμοκρασία, η πίεση και άλλα και στο τέλος, αφού επεξεργαστούν τα δεδομένα, περιγράφουν την πλήρη συμπεριφορά του περιβάλλοντος ως προς τις διάφορες παραμέτρους που την επηρεάζουν. Ένα Ασύρματο Δίκτυο Αισθητήρων (WSN) αποτελείται από εκατοντάδες έως και χιλιάδες τέτοιους κόμβους που συνδέονται μεταξύ τους με ένα ασύρματο μέσο. Κάθε κόμβος αισθητήρων συλλέγει δεδομένα τα οποία στη συνέχεια δρομολογούνται μέσω μιας multi-hop επικοινωνίας στη βάση, η οποία επικοινωνεί με τον τελικό χρήστη μέσω του Διαδικτύου ή άλλου δικτύου. Τα WSN προσφέρουν αρκετά αξιόπιστο έλεγχο και υπερέχουν έναντι αντίστοιχων συμβατικών συστημάτων αισθητήρων τα οποία χρησιμοποιούν μεγαλύτερους και ακριβότερους αισθητήρες (macrosensors) που συνδέονται με καλώδια για μεταφορά των δεδομένων στους τελικούς χρήστες.

Μερικά από τα πλεονεκτήματα που έχουν τα WSN είναι:

- **Έχουν μεγάλο αριθμό αυτόνομων κόμβων αισθητήρων.** Έτσι δεν απαιτούν επίβλεψη από άνθρωπο για να επεκτείνουν την κάλυψη του δικτύου που δημιουργούν, λειτουργώντας ταυτόχρονα και σε συνεργασία. Για αυτόν ακριβώς τον λόγο μπορούν να βρεθούν σε επικίνδυνες συνθήκες, ενώ οι συμβατικοί όχι λόγω περιορισμών στο κόστος και στην επίβλεψη που χρειάζονται.

²⁰ Σχήμα 21: Σύστημα αισθητήρων σε ολοκληρωμένο κύκλωμα

- **Έχουν μεγαλύτερη ανεκτικότητα στα σφάλματα σε σχέση με τα ενσύρματα δίκτυα.** Διαθέτουν πυκνή παράταξη από ασύρματους κόμβους αισθητήρων και έτσι μπορεί πολύ άμεσα να καλυφθεί η πληροφορία κάποιου κόμβου από έναν γειτονικό του κόμβο, ακριβώς επειδή υπάρχει πλεονασμός πληροφοριών. Εάν υπάρχει κάποια λανθασμένη πληροφορία, καλύπτεται αμέσως από μια γειτονική σωστή. Επίσης υπάρχουν και εναλλακτικές διαδρομές. Αυτό δεν συμβαίνει στα ενσύρματα δίκτυα, καθώς ένα λάθος μπορεί να προκαλέσει την κατάρρευση του συστήματος σε μια περιοχή.
- **Είναι ακριβείς.** Πολλοί κόμβοι ασύρματων αισθητήρων μαζί παρέχουν μεγάλη ακρίβεια. Βέβαια, σε σύγκριση με τα ενσύρματα δίκτυα που έχουν καλύτερους κόμβους αισθητήρων, δεν είναι τόσο ακριβείς.
- **Είναι σχετικά φθηνοί.**
- **Συλλέγουν πληροφορίες που αφορούν ένα ευρύ φάσμα φυσικών συνθηκών-φαινομένων, όπως:**
 - Θερμοκρασία
 - Υγρασία
 - Φως
 - Πίεση
 - Κίνηση αντικειμένου
 - Επίπεδο θορύβου
 - Σύνθεση του εδάφους
 - Παρουσία κάποιου αντικειμένου
 - Γενικά χαρακτηριστικά κάποιου αντικειμένου, όπως μάζα, διαστάσεις, ταχύτητα κίνησης, θέση κ.α. Επισημαίνεται πως η χρήση των ασύρματων συστημάτων αισθητήρων κίνησης και μετατόπισης είναι ευρέως διαδεδομένη.

4.6. ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ

«Κίνηση είναι η αλλαγή της φυσικής θέσης ενός αντικειμένου» και υπάρχουν αισθητήρες που μετρούν κίνηση στις εξής μορφές:

- Γραμμική (ευθύγραμμη) μετατόπιση
- Γωνιακή μετατόπιση
- Προσέγγιση και
- Επιτάχυνση (και ταχύτητα)

Επισημαίνεται δε, πως πολλές συσκευές ευθύγραμμης και γωνιακής μετατόπισης είναι ικανές να μετρούν τη μετατόπιση ως προς το χρόνο και επομένως να μετρούν την ταχύτητα και την επιτάχυνση. Άλλες συσκευές-αισθητήρες μετρούν απευθείας την ταχύτητα ή την επιτάχυνση (επιταχυνσιόμετρα), από όπου είναι δυνατός ο υπολογισμός της μετατόπισης. Για τις ανάγκες της παρούσας έκθεσης οι αισθητήρες έχουν χωριστεί σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- Τους αισθητήρες κίνησης που αφορούν σε συσκευές μέτρησης κίνησης και επιτάχυνσης και
- Τους αισθητήρες μετατόπισης που αφορούν στους αισθητήρες που σχετίζονται με αλλαγή θέσης, είτε πρόκειται για μετακίνηση (ευθύγραμμη

ή γωνιακή) είτε για προσέγγιση

4.7. ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΚΙΝΗΣΗΣ

4.7. ΓΕΝΙΚΑ

Η χρήση των αισθητήρων κίνησης πρωτοεμφανίσθηκε στα μέσα του 1970. Συγκεκριμένα, η πολεμική αεροπορία των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής χρησιμοποίησε αισθητήρες κίνησης εναλλασσόμενου μαγνητικού πεδίου (AC magnetic trackers) σε εξομοιωτές πτήσεων με σκοπό την εκπαίδευση των πιλότων. Η ιδέα αυτή βασιζόταν στην τοποθέτηση ενός αισθητήρα στο κράνος του πιλότου. Κουνώντας το κεφάλι του, ο πιλότος καθόριζε τη γωνία κίνησης του αεροσκάφους στο τρισδιάστατο περιβάλλον της οθόνης εξομοίωσης. Στα τέλη της δεκαετίας του 1980 εμφανίζονται οι αισθητήρες κίνησης συνεχούς μαγνητικού πεδίου (DC magnetic trackers), προκειμένου να αντιμετωπιστούν τα προβλήματα ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών, που ήταν ιδιαίτερα έντονα στους AC magnetic trackers.

Οι ανιχνευτές κίνησης αποτελούνται από πολλά εξαρτήματα. Τα δεδομένα, όπως είναι οι συντεταγμένες και οι γωνίες της κίνησης ενός αντικειμένου αποστέλλονται μέσω του συνδυασμού αυτών των εξαρτημάτων και ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους, οι ανιχνευτές κίνησης διακρίνονται σε μηχανικούς, ηλεκτρομαγνητικούς συνεχούς ή εναλλασσόμενου ρεύματος, ακουστικούς και οπτικούς. Πιο ευρέως χρησιμοποιούνται οι ηλεκτρομαγνητικοί ανιχνευτές.

Ένας ηλεκτρομαγνητικός ανιχνευτής κίνησης περιλαμβάνει:

- τον πομπό
- το ηλεκτρονικό κύκλωμα λειτουργίας του πομπού
- το ηλεκτρονικό κύκλωμα ψηφιακής επεξεργασίας σήματος
- τους αισθητήρες κίνησης και
- τον υπολογιστή ελέγχου.

Το κύκλωμα λειτουργίας του πομπού παρέχει σε καθεμία από τις 3 κατά άξονα διατεταγμένες κεραίες, από τις οποίες αποτελείται ο πομπός, μια ποσότητα ηλεκτρικού ρεύματος, συνεχούς ή εναλλασσόμενου. Στην συνέχεια ένας υπολογιστής ελέγχου ελέγχει την ποσότητα αυτή και επιπροσθέτως μπορεί να αποτρέπει τα ισχυρά ρεύματα από το κύκλωμα προς την κεραία και ενισχύει τα αδύναμα. Οι αισθητήρες εν συνεχεία διαθέτουν κάποιες ευαίσθητες μικρές κεραίες, οι οποίες αντιλαμβάνονται το ρεύμα αυτό που έχει μετατραπεί πλέον σε μαγνητικό πεδίο. Το πεδίο με τη σειρά του μεταφράζεται σε συντεταγμένες θέσης και γωνίες. Αυτές έπειτα στέλνονται στο ηλεκτρονικό κύκλωμα ψηφιακής επεξεργασίας με την μορφή αναλογικών σημάτων, όπου μετατρέπονται σε ψηφιακή μορφή και αποστέλλονται στον υπολογιστή ελέγχου, ο οποίος πραγματοποιεί βάσει αλγορίθμου τον τελικό έλεγχο συγχρονισμού των σημάτων, τα οποία αποστέλλονται από τον ανιχνευτή και των σημάτων, τα οποία παράγονται από τον πομπό. Τέλος, τα σήματα αποστέλλονται σε

ψηφιακή μορφή στον ηλεκτρονικό υπολογιστή, όπου πραγματοποιείται η εφαρμογή.

Οι *ηλεκτρομαγνητικοί ανιχνευτές κίνησης* εναλλασσόμενου ρεύματος όταν έρχονται σε επαφή με μεταλλικά αντικείμενα, παρουσιάζουν μεγάλα ποσοστά σφάλματος. Στη συνέχεια δημιουργούνται εναλλασσόμενα μαγνητικά πεδία εξαιτίας του εναλλασσόμενου ρεύματος, που δέχονται παρεμβολές από τα κοντινά άμορφα μέταλλα με μαγνητικές ιδιότητες. Το πρόβλημα των παρεμβολών αντιμετωπίζεται από τους εν λόγω ανιχνευτές αν και δημιουργεί έναν θόρυβο. Ο θόρυβος αυτός προκαλείται λόγω της ισχύος που απαιτείται για να λειτουργήσει ο πομπός και ελαττώνεται με ειδικά φίλτρα, τα οποία βέβαια μειώνουν και την ταχύτητα αποστολής των δεδομένων. Η τελευταία, για να θεωρηθεί καλή, πρέπει να κυμαίνεται από 5-10ms ανά πακέτο.

Οι *μηχανικοί ανιχνευτές κίνησης* είναι ακριβείς. Αυτό ισχύει γιατί δεν επηρεάζονται από εξωτερικούς παράγοντες, καθώς συνδέονται πάνω στο αντικείμενο ή κοντά σε αυτό με κάποιες επαφές. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται ο υπολογισμός στην αλλαγή της θέσης και στον προσανατολισμό κινούμενων αντικειμένων. Η ταχύτητα τους είναι 300 πακέτα ανά δευτερόλεπτο. Έχουν μεγάλη εμβέλεια χρήσης, καθώς το μήκος των συνδέσεων τους είναι μικρό. Η ρύθμιση τους από την άλλη μεριά είναι δύσκολη. (tracker calibration).

Οι *ακουστικοί ανιχνευτές* μετράνε την διαφορά φάσης μεταξύ των ηχητικών σημάτων του πομπού προς το αντικείμενο-στόχο και σε ένα σημείο αναφοράς. Αυτό βοηθάει στον υπολογισμό των θέσεων και των γωνιών κίνησης. Βέβαια εδώ υπάρχει ένα βασικό μειονέκτημα, καθώς οι ανιχνευτές αυτοί χωλαίνουν στην ακρίβεια γιατί επηρεάζονται από διάφορες αλλαγές στην θερμοκρασία και άλλα. Επίσης τα αντικείμενα ενδέχεται να σκιάζονται από άλλα αντικείμενα ή οι επιφάνειες να κινούνται με μεγαλύτερη ταχύτητα από την ταχύτητα του φωτός.

Οι *οπτικοί ανιχνευτές κίνησης* χρησιμοποιούν μικροσκοπικές κάμερες ή φωτοδιόδους πλευρικής επίδρασης (PSD) και παράγουν ακτίνες υπέρυθρου φωτός, οι οποίες σαρώνουν το αντικείμενο και οι τομές τους με μια ακτίνα αναφοράς δίνουν πακέτα συντεταγμένων στον χώρο. Στην συνέχεια οι συντεταγμένες αυτές με την μέθοδο της τριγωνοποίησης βοηθούν στον υπολογισμό της θέσης του κινούμενου αντικειμένου. Οι οπτικοί ανιχνευτές έχουν μεγάλη ταχύτητα ανανέωσης αντικειμένων, δεν επηρεάζονται από μεταλλικά αντικείμενα, ενώ πολλές φορές χάνουν την ακρίβεια τους όταν υπάρχουν άλλες πηγές υψηλής έντασης στον χώρο. Επιπρόσθετα είναι σημαντικό οι δίοδοι εκπομπής να βρίσκονται εντός του οπτικού πεδίου της κάμερας.

4.7. ΕΙΔΗ ΑΝΙΧΝΕΥΤΩΝ ΚΙΝΗΣΗΣ

Οι ανιχνευτές κίνησης έχουν σκοπό τη μέτρηση δύο βασικών μεγεθών:

- τη μέτρηση της ταχύτητας και
- τη μέτρηση της επιτάχυνσης

4.8. ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ - ΘΕΣΗΣ

4.8. ΓΕΝΙΚΑ

Στην βιβλιογραφία οι αισθητήρες μετατόπισης δύναται να αναφέρονται είτε ως αισθητήρες θέσης είτε ως αισθητήρες μετατόπισης ή μετακίνησης κλπ.

«Μετατόπιση είναι το μέγεθος και η κατεύθυνση που αντιπροσωπεύει η αλλαγή θέσης ενός αντικειμένου ως προς ένα σημείο αναφοράς».

«Γραμμική μετατόπιση είναι η μετατόπιση σε ευθεία γραμμή, δηλαδή σε συγκεκριμένη διεύθυνση, ενώ γωνιακή μετατόπιση είναι η γωνία κατά την οποία έχει περιστραφεί ένα σώμα γύρω από δεδομένο άξονα περιστροφής».

4.8. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΘΕΣΗΣ

Οι τρεις κυριότερες τεχνικές για τον προσδιορισμό θέσης ενός αντικειμένου είναι:

- Τριγωνομετρικός υπολογισμός (triangulation)
- Ανάλυση σκηνών (scene analysis)
- Εγγύτητα (proximity)

Τα συστήματα εντοπισμού θέσης μπορεί να υλοποιούν τις παραπάνω τεχνικές ξεχωριστά ή σε συνδυασμό.

Τα βασικότερα χαρακτηριστικά της καθεμιάς από τις παραπάνω τεχνικών είναι ο τριγωνομετρικός υπολογισμός και η μέθοδος εγγύτητας.

4.8.2.1. ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ

Ο τριγωνομετρικός υπολογισμός γίνεται με την βοήθεια των γεωμετρικών ιδιοτήτων των τριγώνων για να υπολογιστεί η θέση ενός αντικειμένου και διακρίνεται σε δυο υποκατηγορίες:

- Μέτρηση αποστάσεων (Lateration)
- Μέτρηση των γωνιών (Angulation)

Στην *μέθοδο Μέτρησης Αποστάσεων* γίνονται μετρήσεις της απόστασης του αντικειμένου από σημεία αναφοράς με γνωστή θέση. Στον δισδιάστατο χώρο απαιτούνται τρία σημεία και στον τρισδιάστατο τουλάχιστον τέσσερα σημεία αναφοράς.

Η μέτρηση της απόστασης μπορεί να επιτευχθεί χρησιμοποιώντας διάφορες προσεγγίσεις, όπως χρόνος διάδοσης (time-of-flight) ραδιοκυμάτων ή υπερήχων, εξασθένηση σήματος (attenuation).

Τα συστήματα εντοπισμού GPS και Active Bat χρησιμοποιούν την εν λόγω μέθοδο.

Όσον αφορά στη *μέθοδο μέτρησης γωνιών*, χρησιμοποιείται η απόσταση μεταξύ των σημείων αναφοράς, καθώς και οι γωνίες που σχηματίζονται μεταξύ των σημείων αναφοράς και του αντικειμένου για τον προσδιορισμό της θέσης. Για το δισδιάστατο χώρο

απαιτούνται δύο μετρήσεις γωνιών και μία μέτρηση απόστασης μεταξύ των δύο σημείων αναφοράς ενώ για το τρισδιάστατο χώρο απαιτούνται τρεις μετρήσεις γωνιών και οι τρεις αποστάσεις μεταξύ των σημείων αναφοράς.

4.8.2.2. ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΓΓΥΤΗΤΑΣ

Στη μέθοδο αυτή εκτιμάται η θέση ενός αντικειμένου όταν αυτό βρίσκεται σχετικά κοντά σε ένα γνωστό σημείο. Ο υπολογισμός της απόστασης γίνεται με τη χρήση αισθητήρων αναγνώρισης φυσικής επαφής (αισθητήρες πίεσης, αφής), με χρήση σταθμών βάσης ή φάρων παρατήρησης (access points, beacons), ή με παρακολούθηση αυτόματων συστημάτων αναγνώρισης (σαρωτής πιστωτικών καρτών).

4.9. ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΘΕΣΗΣ

➤ Φυσική και συμβολική θέση

Τα συστήματα εντοπισμού θέσης δίνουν πληροφορίες για την φυσική ή αλλιώς πραγματική θέση ενός αντικειμένου (όπως το GPS κάνει με το γεωγραφικό πλάτος και μήκος) και για το που πιθανολογείται ότι βρίσκεται κάτι (πχ. Σε ένα δωμάτιο ή γενικά σε έναν οποιοδήποτε χώρο) με αφηρημένες ιδέες. Ένα σύστημα που παρέχει φυσικές θέσεις συνήθως μπορεί να παρέχει και πληροφορία για τις αντίστοιχες συμβολικές θέσεις. (Π.χ. ένας φορητός υπολογιστής εξοπλισμένος με έναν GPS δέκτη μπορεί να έχει πρόσβαση σε μία βάση δεδομένων όπου είναι αποθηκευμένες οι φυσικές θέσεις διαφόρων αντικειμένων και συνδυάζοντάς τις με τη δική του θέση έχει τη δυνατότητα να παρέχει συμβολική πληροφορία). Η διαφορά είναι ότι το GPS είναι καθαρά μια τεχνολογία εντοπισμού φυσικής θέσης. Οι σαρωτές γραμμοκωδίκων (bar-code scanners) ή οι φάροι υπερύθρων (IR beacons) είναι τεχνολογίες που παρέχουν συμβολική πληροφορία βασιζόμενοι στην εγγύτητα με αντικείμενα με γνωστή εκ των προτέρων θέση. Παρ' όλα αυτά, ορισμένα συστήματα, όπως για παράδειγμα το Cricket, έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιούν είτε τη μία είτε την άλλη τεχνολογία. Η ανάλυση και η ακρίβεια των συστημάτων εντοπισμού φυσικής θέσης μπορεί να επηρεάσει το αποτέλεσμα για την συμβολική θέση.

➤ Απόλυτη και σχετική θέση

Σε ένα σύστημα εντοπισμού απόλυτης θέσης η σχέση είναι ένα προς πολλά. Με άλλα λόγια, χρησιμοποιείται ένα και μοναδικό σημείο αναφοράς για όλα τα αντικείμενα. (Π.χ. οι δέκτες GPS χρησιμοποιούν το γεωγραφικό μήκος, το γεωγραφικό πλάτος και το ύψος για να αναφέρουν τις θέσεις των αντικειμένων.) Δύο δέκτες GPS που είναι τοποθετημένοι στην ίδια θέση θα επιστρέψουν τα ίδια αποτελέσματα. Ενώ σε ένα σύστημα εντοπισμού σχετικής θέσης η σχέση είναι ένα προς ένα και κάθε αντικείμενο μπορεί να έχει το δικό του σημείο αναφοράς. Μία απόλυτη θέση μπορεί να μετατραπεί σε σχετική. Αντιθέτως, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την τεχνική της τριγωνοποίησης για να καθορίσουμε

μία απόλυτη θέση από δεδομένα πολλών σχετικών θέσεων. Για να γίνει αυτό οφείλουμε να γνωρίζουμε την απόλυτη θέση αναφοράς, πράγμα αρκετά δύσκολο, καθώς τα σημεία αναφοράς είναι από μόνα τους κινητά. Έτσι, η διαφοροποίηση μεταξύ της απόλυτης και της σχετικής θέσης υποδηλώνει κυρίως ποια είναι η διαθέσιμη πληροφορία και τον τρόπο με τον οποίο το σύστημα τη χρησιμοποιεί.

➤ Τοπικός υπολογισμός θέσης

Δίνει ουσιαστικά τη δυνατότητα στο αντικείμενο να υπολογίζει μόνο του τη θέση του προσφέροντας έτσι ασφάλεια και εχεμύθεια για τη θέση του αντικειμένου. (Λόγου χάριν, οι δορυφόροι του συστήματος GPS δεν έχουν καμία γνώση για το ποιος χρησιμοποιεί τα σήματα που εκπέμπουν). Αντιθέτως, μερικά συστήματα απαιτούν από το αντικείμενο να εκπέμπει πληροφορία σε τακτά χρονικά διαστήματα, επιτρέποντας με αυτόν τον τρόπο να εντοπιστεί από την εξωτερική υποδομή του συστήματος. Το σύστημα δύναται να εντοπίζει τα αντικείμενα χωρίς να τα εμπλέκει απευθείας στον υπολογισμό. Σε αυτήν την κατηγορία εμπίπτουν τα συστήματα με γραμμοκώδικες (bar codes) και οι αναγνώστες RFID ετικετών. Ένα μεγάλο θετικό του να υπολογίζεται η θέση από την υποδομή, εξοικονομείται ενέργεια καθώς δεν χρησιμοποιούνται τόσο τα κινητά αντικείμενα (laptops, PDAs, κ.α).

➤ Ορθότητα (accuracy) και ακρίβεια (precision)

Ένα σύστημα εντοπισμού πρέπει να αναφέρει τις θέσεις με ακρίβεια από μέτρηση σε μέτρηση. (Με τη χρήση φτηνών δεκτών GPS μπορούμε να εντοπίζουμε θέσεις με ορθότητα μικρότερη των 10 μέτρων για το 95% των μετρήσεων). Ακριβότεροι δέκτες έχουν καλύτερα αποτελέσματα φτάνοντας σε ορθότητα 1–3 μέτρων για το 99% των μετρήσεων. Οι αποστάσεις υποδηλώνουν την ορθότητα (accuracy) της πληροφορίας που το GPS μπορεί να προσφέρει. Τα ποσοστά υποδηλώνουν την ακρίβεια (precision) δηλαδή το πόσο συχνά (το ποσοστό του χρόνου) μπορούμε να αναμένουμε τη συγκεκριμένη ορθότητα. Προφανώς, αν δεχτούμε λιγότερη ορθότητα, μπορούμε να έχουμε περισσότερη ακρίβεια, είναι δηλαδή αντιστρόφως ανάλογα ποσά.

➤ Κλίμακωση (Scaling)

Ο ορισμός του μεγέθους μιας κλίμακας ενός συστήματος εξαρτάται από την περιοχή κάλυψης ανά μονάδα υποδομής και από τον αριθμό των αντικειμένων που το σύστημα μπορεί να εντοπίσει σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Το χρονικό διάστημα είναι πολύ σημαντικό γιατί υπάρχει περιορισμός, που αν δεν ληφθεί υπόψιν, θα υπάρξει καθυστέρηση στην εξαγωγή των αποτελεσμάτων και μείωση στην ακρίβεια. (Π.χ. ένα σύστημα που χρησιμοποιεί ραδιοκύματα μπορεί να ανταπεξέλθει σε ένα συγκεκριμένο αριθμό επικοινωνιών πριν το κανάλι παρουσιάσει συμφόρηση. Πάνω από αυτόν τον αριθμό είτε θα παρουσιαστεί καθυστέρηση στη εξαγωγή των αποτελεσμάτων, είτε θα έχουμε μείωση της ακρίβειας, διότι οι θέσεις των αντικειμένων υπολογίζονται λιγότερο συχνά). Τα συστήματα εντοπισμού εντοπίζουν αντικείμενα σε μεγάλο εύρος περιοχής, και ειδικά εάν αυξηθεί η υποδομή τους σε ακόμα μεγαλύτερη (Ένα σύστημα που χρησιμοποιεί αναγνώστες RFID ετικετών

σε ένα δωμάτιο μπορεί να εξαπλωθεί και να λειτουργήσει σε ολόκληρο το κτίριο ή ακόμα και σε μία μεγαλύτερη περιοχή που περιλαμβάνει αρκετά κτίρια.). Όμως ο αριθμός που δύναται να εντοπίσει είναι περιορισμένος. (Για παράδειγμα το σύστημα GPS μπορεί να εξυπηρετήσει απεριόριστο αριθμό δεκτών χρησιμοποιώντας 24 κύριους δορυφόρους και 3 εφεδρικούς. Από την άλλη, μερικοί αναγνώστες RFID ετικετών δεν μπορούν να διαβάσουν περισσότερες από μια ετικέτες ταυτόχρονα). Το κόστος των υποδομών είναι μεγάλο και επίσης χρειάζεται και ένα ενδιάμεσο λογισμικό (middleware) για να λειτουργήσουν σωστά.

➤ Αναγνώριση

Ουσιαστικά ο μηχανισμός αναγνωρίζει και κατατάσσει τα αντικείμενα σε κατηγορίες ώστε ανάλογα με την θέση τους να λάβουν κάποιες αποφάσεις μέσω ενός μοναδικού αναγνωριστικού ID. Αφού, λοιπόν, το αντικείμενο αποκαλύψει την ταυτότητα του, τότε το σύστημα βρίσκει πληροφορίες για αυτό μέσω της βάσης δεδομένων. (Συστήματα όπως το GPS δεν έχουν κανένα μηχανισμό για να αναγνωρίζουν μεμονωμένους δέκτες). Βέβαια αναγνωρίζουν μόνο μερικά χαρακτηριστικά (π.χ γραμμοκώδικες). (Π.χ. οι κάμερες αναγνώρισης μπορούν εύκολα να ξεχωρίσουν το χρώμα ή το σχήμα ενός αντικειμένου αλλά δεν μπορούν να ξεχωρίσουν μεμονωμένα άτομα.)

➤ Κόστος

Το κόστος ενός συστήματος εκτιμάται με διάφορους τρόπους και σε αυτό συμπεριλαμβάνονται ο χρόνος για την εγκατάσταση και την διαχείριση του συστήματος, ο απαιτούμενος χώρος και το μέγεθος των δομικών μονάδων του και τέλος, τα χρήματα για την αγορά του εξοπλισμού και την πληρωμή του προσωπικού. (Στο σύστημα GPS ένας δέκτης κοστίζει περίπου \$100 και είναι το μόνο κόστος για κάποιον που θέλει να έχει πληροφορία για τη θέση του. Ένα σύστημα που χρησιμοποιεί φάρους υπερύθρων (IR beacons), για να εκπέμπει τα αναγνωριστικά των δωματίων ενός κτιρίου, απαιτεί ένα φάρο για κάθε δωμάτιο. Σε αυτήν την περίπτωση και η υποδομή αλλά και το αντικείμενο που εντοπίζεται συμβάλει στο γενικό κόστος).

➤ Περιορισμοί

Οι περιορισμοί ενός συστήματος εντοπισμού θέσης αποκαλύπτονται αν εξετάσουμε τις υποκείμενες τεχνολογίες που χρησιμοποιεί. Μερικά συστήματα δεν μπορούν να λειτουργήσουν σε συγκεκριμένο περιβάλλον. (Για παράδειγμα, ένας περιορισμός του GPS είναι η αδυναμία του να εντοπίζει αντικείμενα σε εσωτερικούς χώρους. Μερικά συστήματα ανάγνωσης ετικετών (tagging systems) δεν μπορούν να διαβάσουν ταυτόχρονα πάνω από μία ετικέτα λόγω της χρήσης κοινής συχνότητας που έχει σαν αποτέλεσμα τις παρεμβολές).

4.10. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΘΕΣΗΣ

Οι κυριότερες τεχνολογίες εντοπισμού θέσης αφορούν σε :

- Ασύρματα Τοπικά Δίκτυα (Wireless LANs)

- Bluetooth
- RFID (Radio Frequency Identification)
- Υπέρυθρη ακτινοβολία (Infrared Radiation - IR)
- Υπερηχητικά σήματα

Η τεχνολογία των ασύρματων τοπικών δικτύων (Wireless Local Area Network-WLAN) είναι ένα επικοινωνιακό σύστημα ως επέκταση του ενσύρματου δικτύου (Ethernet) και επιτρέπει την ασύρματη μετάδοση και λήψη δεδομένων στον κινητό χρήστη (με ταχύτητες ως και 1 Gbps). Χρησιμοποιούνται για να εντοπίσουν έναν χρήστη μετρώντας την ισχύ του σήματος των σταθμών βάσης (Received Signal Strength-RSS).

Το πρότυπο που επικρατεί στα ασύρματα τοπικά δίκτυα είναι σήμερα το IEEE 802.11, είναι γνωστό ως «Wi-Fi» και λειτουργεί στη ζώνη ISM των 2.4 GHz ή στη ζώνη των 5GHz.

Οι σταθμοί βάσης (access points) έχουν χαμηλό κόστος, εγκαθίστανται εύκολα και παρέχοντας ασύρματη πρόσβαση σε εκείνες τις συσκευές που είναι εξοπλισμένες με μια ασύρματη κάρτα δικτύου (ασύρματος προσαρμογέας -wireless adapter).

Το Bluetooth είναι ένας ασύρματος τρόπος δικτύωσης που λειτουργεί στη ζώνη ISM των 2.4 GHz, περιλαμβάνει το πρωτόκολλο IP και έχει χαμηλότερη ταχύτητα από το Wi-Fi. Μπορεί να συνδέσει έως και επτά συσκευές (κινητά τηλέφωνα, PDAs, φορητούς υπολογιστές και εκτυπωτές) με την χρήση μιας και μοναδικής συχνότητας, με απευθείας συνδέσεις από μονάδα σε μονάδα. (point-to-point). Στην ομάδα συσκευών που χρησιμοποιούν Bluetooth είναι και οι ετικέτες Bluetooth ID (ετικέτες που ενσωματώνουν μικροεπεξεργαστή και κεραία). Είναι πομποδέκτες μικρών διαστάσεων και όπως κάθε συσκευή Bluetooth έχει ένα μοναδικό αναγνωριστικό (ID) που το εκπέμπει περιοδικά. Ένας αναγνώστης (reader) Bluetooth χρησιμοποιεί την περιοδική αποστολή του μοναδικού αναγνωριστικού (ID) μιας ετικέτας για τον προσδιορισμό της θέσης της.

Η τεχνολογία RFID (Radio Frequency Identification) αναγνωρίζει ανθρώπους και αντικείμενα που φέρουν ετικέτες RFID (RFID tags) μέσω ραδιοκυμάτων. Η σάρωση του κάθε μεμονωμένου αντικειμένου δεν κρίνεται απαραίτητη καθώς οι φορητοί ή εγκατεστημένοι αναγνώστες (RFID tag-readers) ανιχνεύουν αυτόματα τα ετικέτες. Ο αναγνώστης λαμβάνει πληροφορίες από την κεραία της ετικέτας και μετατρέπει τα ραδιοκύματα σε ψηφιακές πληροφορίες.

Οι πιο συνηθισμένες συχνότητες που χρησιμοποιούν τα συστήματα RFID είναι:

- η χαμηλή συχνότητα (περίπου 125ΚΗζ)
- η υψηλή συχνότητα (13,56ΜΗζ)
- η υπερύψηλη συχνότητα ή UHF (860-960ΜΗζ)

Σε μερικές εφαρμογές χρησιμοποιείται και η συχνότητα των 2,4GHz.

Η υπέρυθρη ακτινοβολία (Infrared Radiation - IR) είναι ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία με μήκος κύματος μεγαλύτερο από αυτό του ορατού φωτός (750nm -1mm). Έχει μικρή εμβέλεια (10-20 μέτρα), είναι ιδανική για

εσωτερικούς χώρους και άρα χρησιμοποιεί την μέθοδο της εγγύτητας. Συνεπώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν και οι φάροι υπέρυθρων (IR Beacons), οι οποίοι εγκαθίστανται στην υποδομή ενός κτιρίου για να εντοπίσουν την θέση. Ο δέκτης μέσω οπτικής επαφής μπορεί να διαβάσει το αναγνωριστικό του φάρου, το οποίο εκπέμπεται περιοδικά.

Τα υπερηχητικά σήματα μετατρέπονται σε ωφέλιμη πληροφορία από τους μετατροπείς (transducers), οι οποίοι μετράνε την απόσταση. Τέλος, ο συγχρονισμός του πομπού με τον δέκτη γίνεται με ηλεκτρομαγνητική ή υπέρυθρη ακτινοβολία. Επιπρόσθετα τα υπερηχητικά σήματα μπορούν να χαρακτηριστούν ως μια δόνηση των σωματιδίων του αέρα ή άλλου μέσου σε συχνότητες μεγαλύτερες από το όριο της ανθρώπινης ακοής, δηλαδή πάνω από 20 kHz.

5.1. ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΓΕΝΙΚΑ

Το Arduino μπορεί να δουλέψει με ρεύμα από τη USB θύρα του υπολογιστή ή με αυτόνομη παροχή ρεύματος από μπαταρία. Η μονάδα παρέχει σταθερά τάση 5V στις εξόδους της. Για παροχή ρεύματος στη μονάδα από εξωτερική πηγή δέχεται τροφοδοσία από εξωτερικό βύσμα - συνιστώμενη παρεχόμενη τάση λειτουργίας είναι στα 7V έως 12V, ώστε να μπορεί να λειτουργήσει και να δώσει σταθερά τα 5V στην έξοδο (βλ.

<http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>). Μπορείτε να συνδέσετε την παροχή ρεύματος απευθείας στα pins που προορίζονται για αυτό το σκοπό: (+) στο Pin VCC IN και (-) στο Gnd δίπλα του. Στην περίπτωση που είναι συνδεδεμένη η μονάδα σας μόνιμα με θύρα USB τότε δουλεύει χωρίς πρόβλημα με τα 5V που παρέχει η USB θύρα. 5. Θύρες εισόδου/εξόδου (Pins) Το Arduino Uno R3 έχει 14 ψηφιακές θύρες εισόδου ή εξόδου (digital input/output pins) και έξι αναλογικές εισόδους (analog input pins). Οι 14 ψηφιακές θύρες ονομάζονται με νούμερα από το 0 έως το 13, ενώ οι έξι αναλογικές με το γράμμα A ακολουθούμενο από ένα νούμερο από 0 μέχρι το 5 (π.χ. A3). Στην έξοδο τα pins μπορούν να δώσουν 0 έως και 5V τάση. Από τις 14 ψηφιακές θύρες οι έξι, και ειδικότερα οι 3, 5, 6, 9, 10, 11, είναι και PWM θύρες (Pulse Width Modulation), δηλαδή μπορούν να προσομοιώσουν αναλογικές εξόδους. Έτσι, συνοπτικά για την είσοδο και έξοδο έχουμε: • Για ψηφιακή είσοδο, χρησιμοποιούμε τις 14 ψηφιακές 0..13. Όταν δουλεύουν ψηφιακά, η είσοδος μπορεί να είναι ή 0 ή 5V, με τον χαρακτηρισμό LOW ή HIGH.

- Για ψηφιακή έξοδο, χρησιμοποιούμε τις 14 ψηφιακές 0..13.
- Για αναλογική είσοδο, δηλαδή να διαβάσουμε τιμές ρεύματος στο διάστημα 0 έως 5V, χρησιμοποιούμε τις έξι αναλογικές θύρες A0..A5.
- Για αναλογική έξοδο, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τις έξι PWM ψηφιακές θύρες (3, 5, 6, 9, 10, 11), οι οποίες θα μας δώσουν ρεύμα εξόδου όποιας τιμή θέλουμε στο διάστημα από 0 έως 5V. Γράφοντας κώδικα θα πρέπει να αρχικοποιήσουμε τις θύρες που χρησιμοποιούμε με τη συνάρτηση `pinMode()`, δηλαδή να δίνουμε την πληροφορία για όποιες χρησιμοποιήσουμε αν θα είναι για είσοδο ή για έξοδο. Όταν χρησιμοποιείται η σειριακή οθόνη παρακολούθησης της επικοινωνίας με τον υπολογιστή, χρησιμοποιούνται τα pins 0 και 1 για αυτό, οπότε προτείνεται να μην χρησιμοποιούνται στις εφαρμογές, εκτός αν αυτό είναι απαραίτητο (π.χ. δεν μας φτάνουν τα υπόλοιπα 12 pins για την εφαρμογή μας). Επίσης, στη θύρα 13 υπάρχει συνήθως συνδεδεμένο ήδη ένα Led πάνω στην πλακέτα Arduino Uno, κι έτσι μπορούμε να το χρησιμοποιούμε για σχετικές λειτουργίες.

5.2. ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ PROJECT

Για την συνδεσμολογία του project έχουν χρησιμοποιηθεί:

- 2 πλακέτες Arduino Uno



- 1 GPS shield



- 2 data usage only sim cards



- 2 τροφοδοτικά AC DC 12v



- 2 high quality USB A to USB B connectors



- 1 GPS Antenna



GPS – GSM Transmitter

Hardware:

1 x Arduino

1 x GSM8080 module

1 x voltage divider

1 x GPS Antenna

- Αρχικά, για να θέσουμε σε λειτουργία των πομπό, πρέπει να συνδέσουμε το Arduino με την κεραία του και να εισάγουμε την κάρτα SIM (έχουμε φροντίσει να απενεργοποιήσουμε το PIN).
- Συνδέουμε το GSM8080 module με το τροφοδοτικό του και στη συνέχεια τοποθετούμε το power switch στο **on**.
- Έπειτα πιέζουμε το Power button για 2 δευτερόλεπτα συνεχόμενα ώστε να ξεκινήσει η διαδικασία εκκίνησης. Το φως του GPS πρέπει να ξεκινήσει να αναβοσβήνει κάθε δευτερόλεπτο, αυτό σημαίνει πως προσπαθεί να βρει σήμα η GSM. Μόλις βρεθεί σήμα, το φως του GPS θα ξεκινήσει να αναβοσβήνει με πιο αργό ρυθμό.
- Στη συνέχεια συνδέουμε το Arduino με το PC μέσω USB καλωδίου.
- Πρέπει πάντα να ελέγχουμε πως έχουμε επιλέξει την σωστή θύρα (COM) και το baud rate είναι στα 9600.
- Προληπτικά πιέζουμε το Reset button στο Arduino.
- Εφόσον δεν υπάρχει κάποιο πρόβλημα, θα ξεκινήσουμε να βλέπουμε στην οθόνη μας πληροφορίες απο το Arduino σύμφωνα με τον κώδικά μας.
- Για την ομαλή λειτουργία του συστήματος η κεραία του Arduino θα πρέπει να ζεσταθεί πριν ξεκινήσει την αναζήτηση σήματος. Στη συνέχεια στην οθόνη μας θα βλέπουμε «GPS still initializing...».
- Όταν ολοκληρωθεί η σύνδεση και μπορούμε να δούμε συντεταγμένες θα ξεκινήσει ο πομπός να στέλνει μηνύματα στον δέκτη (2ο Arduino), όπου μπορούμε πολύ εύκολα μέσα απο τον κώδικα προγραμματισμού να ορίσουμε που επιθυμούμε να στέλνει SMS με την τοποθεσία του πομπού στο google maps.

GSM Receiver

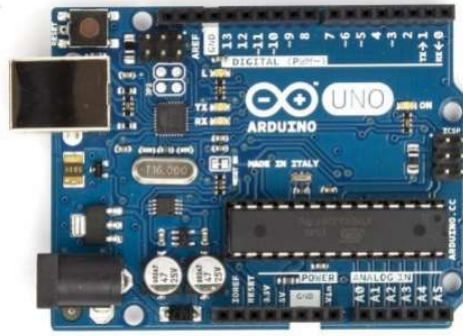
Hardware:

1 x Arduino

1 x GSM900 module

- Αρχικά, για να θέσουμε σε λειτουργία τον δέκτη, πρέπει να εισάγουμε την κάρτα SIM (έχουμε φροντίσει να απενεργοποιήσουμε το PIN).
- Συνδέουμε το GSM900 module με το τροφοδοτικό του και στη συνέχεια τοποθετούμε το power switch στο **on**.
- Στη συνέχεια συνδέουμε το Arduino με το PC μέσω USB καλωδίου. (Είναι απαραίτητο ώστε να έχει αρκετή τάση το SIM module για να συνδεθεί στο δίκτυο.)
- Έπειτα πιέζουμε το Power button για 2 δευτερόλεπτα συνεχόμενα ώστε να ξεκινήσει η διαδικασία εκκίνησης. Το φως του GSM πρέπει να ξεκινήσει να αναβοσβήνει κάθε δευτερόλεπτο, αυτό σημαίνει πως προσπαθεί να βρει σήμα η GSM. Μόλις βρεθεί σήμα, το φως του GSM θα ξεκινήσει να αναβοσβήνει με πιο αργό ρυθμό.
- Προληπτικά κάνουμε ένα reset στο Arduino για να ξεκινήσουμε (το reset το εκτελούμε ώστε να απορρίψουμε τυχόν υπολείματα από την τελευταία φορά που τρέξαμε το πρόγραμμα.

5.3. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ARDUINO

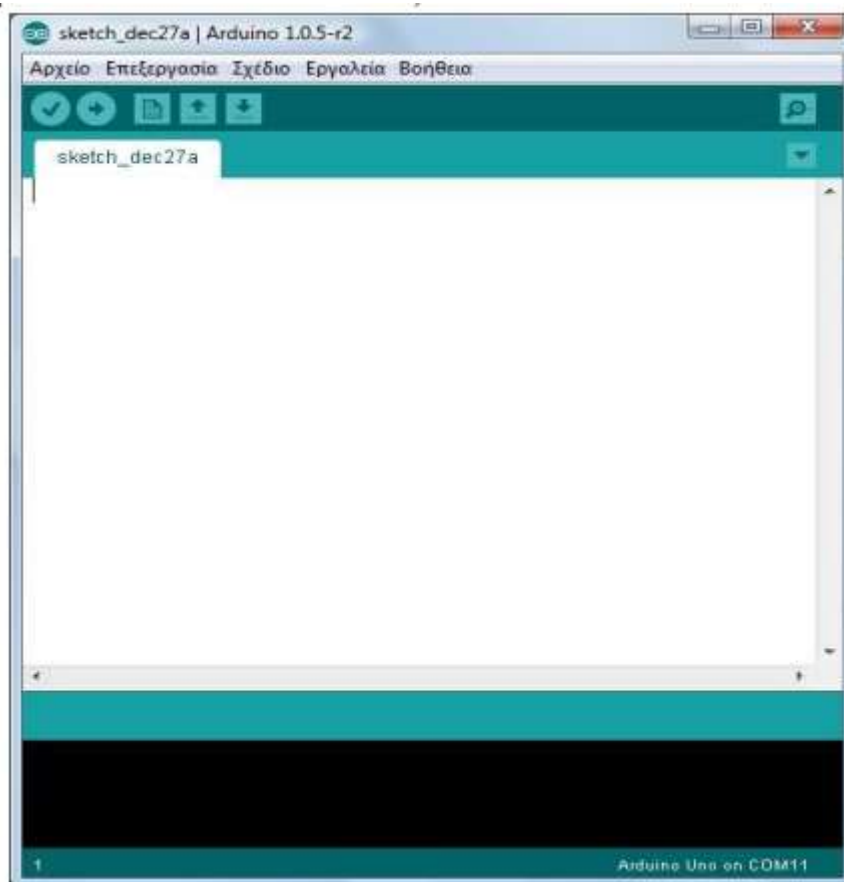


Το Arduino είναι μια ηλεκτρονική πλατφόρμα ανοικτού κώδικα και σχεδιασμού, ευέλικτο και εύκολο στη χρήση υλικό και λογισμικό. Προορίζεται για καλλιτέχνες, σχεδιαστές, υλοποίηση χόμπι και δραστηριοτήτων, και γενικότερα για οποιονδήποτε ενδιαφέρεται να δημιουργήσει αλληλεπιδραστικά αντικείμενα ή περιβάλλοντα. Για να μιλήσουμε λίγο πιο τεχνικά, υπάρχει ένα κύκλωμα που χρησιμοποιεί μικροελεγκτή, το οποίο μας δίνει ένα αριθμό πυλών οι οποίες μπορεί να λειτουργήσουν είτε ως εισοδοί είτε ως εξοδοί στα κυκλώματά μας. Αυτές τις εισόδους ή εξόδους μπορούμε να τις διαχειριστούμε γράφοντας κώδικα στο περιβάλλον προγραμματισμού Arduino IDE που έχει βασιστεί στη γλώσσα C/C++. Εκτός από τη βασική έκδοση του περιβάλλοντος Arduino IDE, υπάρχει και μια παραλλαγμένη έκδοση του Scratch, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να γράψουμε προγράμματα για το Arduino, η S4A - Scratch For Arduino, η οποία επίσης είναι ανοικτού κώδικα και δωρεάν. Το πλεονέκτημα της έκδοσης αυτής είναι ο οπτικός προγραμματισμός (blocks όπως στο Scratch) σε σχέση με το γράψιμο εντολών στο κλασσικό περιβάλλον. Παρόμοιας λογικής είναι και το ArduBlock, το οποίο επίσης χρησιμοποιεί οπτικό προγραμματισμό μέσω έτοιμων blocks για τον προγραμματισμό του. Ακόμα, υπάρχουν οπτικές εκδόσεις στο διαδίκτυο (web περιβάλλοντα), όπως το BlocklyDuino ή το ArduinoMio.

5.4. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ PROJECT ARDUINO

Με το περιβάλλον προγραμματισμού Arduino IDE μπορεί εύκολα η μονάδα μας να προγραμματιστεί (εικόνα 1).

Στο περιβάλλον αυτό μπορούμε να γράψουμε (βασίζεται στη γλώσσα C/C++) ο οποίος μετά με τις απαραίτητες ενέργειες θα μεταγλωτιστεί και θα μεταφορτωθεί στην μονάδα μας. Το Arduino IDE υπάρχει σε εκδόσεις για Linux, Mac και Windows το οποίο μπορείτε να κάνετε download εντελώς δωρεάν από την επίσημη ιστοσελίδα (<http://arduino.cc/en/Main/Software>). Εικόνα 1 – Περιβάλλον προγραμματισμού Arduino IDE Το περιβάλλον αυτό έχει εξελληνισμένο μενού, καθώς και αρκετά έτοιμα παραδείγματα χρήσης βασικών λειτουργιών.



Η συνδεσμολογία και ο προγραμματισμός έχουν γίνει ως εξής:

Το GPS shield έχει συνδεθεί πάνω στη μία πλακέτα Arduino Uno και λειτουργεί ως πομπός. Στο Arduino έχει προστεθεί μία από τις δύο data usage only sim card και το GPS Antenna.

Το 2^ο Arduino έχει χρησιμοποιηθεί ως δέκτης και έχει προστεθεί η 2^η data usage only sim card.

Ο πομπός ορίζεται από τον χρήστη κάθε πότε θα στέλνει το στίγμα του. Έπειτα καταγράφει τις συντεταγμένες και τις στέλνει με SMS στο 2^ο Arduino το οποίο είναι και ο δέκτης. Το στίγμα αυτό μεταφράζεται σε υπερσύνδεσμο του google maps ώστε να είναι φιλικό προς τον χρήστη για να μπορεί να δει το στίγμα του. Τέλος, υπάρχει καταγραφή από τα τελευταία στίγματα τα οποία έχει δώσει ο πομπός, ώστε να έχουμε τη δυνατότητα καταγραφής και διατήρησης ιστορικότητας των στιγμάτων μας.

Ο προγραμματισμός των Arduino έχει χωριστεί σε 3 στάδια:

- Το πρόγραμμα του πομπού
- Το πρόγραμμα του δέκτη
- Η μετάφραση από το δέκτη στον Η/Υ.

Αναλυτικά:

Η μετάφραση από το δέκτη στον Η/Υ:

Μέσω του windows powershell τρέχουμε το application μας και δημιουργεί αρχείο HTML, το οποίο έχει τις ακριβείς θέσεις του πομπού σύμφωνα με τις απαντήσεις που έχει λάβει ο δέκτης.

GPS Readings

- [Time: 2018-11-01T17:41:23+02:00 - https://maps.google.com/maps?hl=gr&sec=27.955265 23.70366](https://maps.google.com/maps?hl=gr&sec=27.955265%2023.70366)
- [Time: 2018-11-01T17:41:59+02:00 - https://maps.google.com/maps?hl=gr&sec=27.955240 23.70382](https://maps.google.com/maps?hl=gr&sec=27.955240%2023.70382)
- [Time: 2018-11-01T17:42:18+02:00 - https://maps.google.com/maps?hl=gr&sec=27.955238 23.70403](https://maps.google.com/maps?hl=gr&sec=27.955238%2023.70403)

Ο προγραμματισμός του πομπού:

```
// SIM808 EVB 3.2.2 - Remote logging
```

```
// RX->d2 ard
```

```
// TX->d3 ard
```

```
#include <SoftwareSerial.h>
```

```
// Software serial setup for Arduino-Sim8080 communication
```

```
SoftwareSerial SIM_808(2, 3); // RX/TX pins
```

```
// CONFIG
```

```
// =====
```

```
// Delay between readings and sms sending (in ms)
```

```
// Do not set below 20000 ms (=20sec) so as to allow the system
```

```
// time to send the SMS, before sending another one.
```

```
const uint32_t SAMPLE_INTERVAL = 20000; // MIN = 20000
```

```
// Phone number to send SMS to
```

```

// !! Change this to the phone number of receiver !!
#define PHONE_NO "00306983107006"

// =====

// timer for sample readings
uint32_t sample_timer = millis();

// Frame buffer for parsing CGPSINF result
const uint8_t FRAME_BUFFER_LEN = 100;
char frame[FRAME_BUFFER_LEN];

String data[5];
String state, timegps, latitude, longitude;

void setup()
{
  // Init serial Arduino<->PC
  Serial.begin(9600);
  delay(50);

  // Init SW serial Arduino<->SIM808
  SIM_808.begin(9600);
  SIM_808.print("\r");
  delay(50); // Wait for OK response from modem

```

```

while (SIM_808.available()) (SIM_808.read());
// SIM_808.print("AT\r");
// delay(1000);
sendData("AT", 2000, true);

// Setup GSM module for SMS text mode
// SIM_808.print("AT+CMGF=1\r");
sendData("AT+CMGF=1", 3000, true);

// Set text mode parameters
// "AT+CSMP=17,167,0,0" => set this parameter if empty SMS received
sendData("AT+CSMP=17,167,0,0", 2000, true);

// Power up GPS
sendData("AT+CGNSPWR=1", 2000, true);

// Reset GPS in COLD start mode
sendData("AT+CGPSRST=0", 2000, true);

// Set GPS data return mode to RMC (timedate, position,++0)
sendData("AT+CGNSSEQ=RMC", 2000, true);

Serial.println("Initialized");
}

void loop()
{
// Check if timer wrapped around, if true
// just reset it.
if (sample_timer > millis()) sample_timer = millis();

```

```

// Check if it's time to take a reading
if (millis() - sample_timer > SAMPLE_INTERVAL)
{
    // Timer triggered, send reading via sms
    Serial.println("\nTRIGGER");

    sendTabData("AT+CGNSINF",4000 , true);
    Serial.println();

    if (state != 0)
    {
        Serial.println();
        if (state.toInt() == 0)
        {
            Serial.println("No fix...");
        }

        Serial.println("State\t: " + state);
        Serial.println("Time\t: " + timeegps);
        Serial.println("Latitude\t: " + latitude);
        Serial.println("Longitude\t: " + longitude);

        if ((latitude != "") && (longitude != ""))
        {
            // Start sending SMS to PHONE_NO number
            sendData("AT+CMGS=\"\" PHONE_NO \"\", 2000, true);

            // delay(300);

            // Send body of SMS to module
            // End AT command with a ^Z, ASCII code 26

```

```

// SIM_808.print("http://maps.google.com/maps?q=loc:");
SIM_808.print('#');
SIM_808.print(latitude);
SIM_808.print(",");
SIM_808.print (longitude);
SIM_808.print('&');
SIM_808.println((char)26); // End AT command with a ^Z, ASCII code 26
delay(200);
// delay(200);
// SIM_808.println();

flushSIM808Serial();
}
}
else
{
Serial.println("GPS still initializing...");
}

// Reset timer for next time around
sample_timer = millis();
// Serial.println("END TRIGGER");
}

// Read everything from SIM808
flushSIM808Serial();

// Clear Strings for next iteration
state = "";

```



```

timegps = "";
latitude = "";
longitude = "";

for (int i = 0; i < 5; i++)
{
    data[i] = "";
}

}

void flushSIM808Serial()
{
    if (SIM_808.available() > 0)
    {
        Serial.write(SIM_808.read());
    }
}

String sendData(String command, const uint32_t timeout, bool debug_to_serial)
{
    String response = "";
    SIM_808.println(command); // Send command
    delay(5);

    uint32_t timer = millis();
    // Fix timer wrap
    if (timer > millis()) timer = millis();

    // Wait for response for timeout milliseconds

```

```

while ( (timer + timeout) > millis())
{
    // Read everything coming back from GSM module serial
    while (SIM_808.available())
    {
        response += char(SIM_808.read());
    }
}

if (debug_to_serial)
    Serial.println(response);

return response;
}

void sendTabData(String command, const uint32_t timeout, bool debug_to_serial)
{
    SIM_808.println(command);
    delay(5);

    uint32_t timer = millis();
    uint8_t idx = 0;

    // Fix timer wrap
    if (timer > millis()) timer = millis();

    while ( (timer + timeout) > millis())
    {
        // Read from module
        while( SIM_808.available())
        {

```

```

char c = char(SIM_808.read());

if (c != ',')
{
    data[idx] += c;
    delay(100);
}
else
{
    // Change index in string array
    idx++;
}

if (idx == 5)
{
    delay(100);
    goto EXIT_LOOP;
}

Serial.print(c);
}
}

EXIT_LOOP:
if (debug_to_serial)
{
    state = data[1];
    timegps = data[2];
    latitude = data[3];
    longitude = data[4];
}
}

```

Ο προγραμματισμός του δέκτη:

```
#include <SoftwareSerial.h>  
  
// Configure SW serial port  
SoftwareSerial SIM900(7, 8);  
unsigned char buffer[256] = {};  
int count = 0;  
int i = 1;  
  
// Single char buffer for reading SW serial from SIM900  
char in_char = 0;  
  
void setup()  
{  
    // Setup SIM900 serial baud rate  
    SIM900.begin(9600);  
    delay(1000);  
  
    // SIM900.write(27);  
    // SIM900.write(27);  
    // SIM900.write(27);  
    // SIM900.print("\r\n");  
  
    // For serial monitor  
    Serial.begin(19200);  
    delay(500);
```

```

// Let the GSM log on to network
// delay(10000);

SIM900.print("AT\r");
delay(1000);

//
SIM900.println("AT+CMGS=?;+CMSS=?;+CNMI=?;+CMGL=?;+CMGR=?");
// consume_sw_serial();

SIM900.print("AT+IPR=9600\r");
delay(1000);

delay(200);
Serial.println("Setting SIM900 to SMS text mode");

// Set SMS shield to SMS text mode
SIM900.print("AT+CMGF=1\r");
delay(1000);
// consume_sw_serial();

// Set module to send SMS data to serial out upon receipt
SIM900.print("AT+CNMI=2,2,0,0,0\r");
delay(6000);

consume_sw_serial();

Serial.flush();

Serial.println("FINISHED SETUP");

```

```

    delay(2000);
}

void consume_sw_serial()
{
    // Consume all data from shield serial &
    // forward to PC serial
    // SIM900.flush();
    while (SIM900.available() > 0)
    {
        in_char = SIM900.read();
        // Forward to serial monitor
        Serial.print(in_char);
    }
    // Serial.flush();
}

void loop()
{
    // dbg_rcv_sms();

    if (SIM900.available() > 0)
    {
        buffer[count++] = SIM900.read();
        //if (count == 256) break;
    }

    for (int i = 0; i < count; i++)
    {
        Serial.write(buffer[i]);
        // delay(1);
    }
}

```

```

}
// Serial.write(buffer, count);
// Serial.println(buffer);
//Serial.println();
// delay(100);

for (int i = 0; i < count; i++)
    buffer[i] = (unsigned char)0;

count = 0;

//sendData("AT", 3000, true);
//delay(200);
}

// void _loop()
// {
// // Serial.println("loop");
// consume_sw_serial();
// delay(10);

// // dbg_rcv_sms();
// }

void dbg_rcv_sms()
{
    // SIM900.println("#37.955182,23.70440&" + char(26));

```

```

sendData("#37.955182,23.70440&", 2000, true);
// sendData("AT", 1000, true);
// SIM900.println("AT\r");
// delay(500);
}

String sendData(String command, const uint32_t timeout, bool
debug_to_serial)
{
String response = "";
SIM900.println(command); // Send command
delay(5);

uint32_t timer = millis();
// Fix timer wrap
if (timer > millis()) timer = millis();

// Wait for response for timeout milliseconds
while ( (timer + timeout) > millis())
{
// Read everything coming back from GSM module serial
while (SIM900.available())
{
response += char(SIM900.read());
}
}

if (debug_to_serial)
Serial.println(response);

return response;
}

```


6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

6.1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ: ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

- <https://el.wikipedia.org/wiki/>
- ftp://teiser.gr/pliroforiki/GIS/Thewria/GIS_Theory.pdf
- <http://www.dga.gr/web/publications/notes/gis.pdf>
- <http://www.geoanalysis.gr/index.jsp?CMCCode=10030401&extLang>

6.2. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ: ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗΣ (MICROCONTROLLERS)

- <http://users.sch.gr/manpoul/docs/arduino/ProgrammingArduino.pdf>
- <http://www.eln.teilam.gr/sites/default/files/Lesson03.pdf>
- <http://www.gr.circuitlib.com/index.php/98-texnika-arthra/95-programmatizontas-microelegktes>
- <https://el.wikipedia.org/wiki/>
- <http://brain.ee.auth.gr/dokuwiki/doku.php?id=arduino%3Aarduino>

6.3. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ: ARDUINO

- <https://el.wikipedia.org/wiki/Arduino>
- <http://www.openscience.gr/el/video/arduino>
- <https://deltahacker.gr/arduino-intro/>
- <https://t-h.wikispaces.com/file/view/Arduino.pdf>
- <https://issuu.com/arispaliouras/docs/arduino>

6.4. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ: ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ- ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ (TRACKING)

- <https://el.m.wikipedia.org/wiki/>
- Elgar Peter BSc, Αισθητήρες Μέτρησης και Ελέγχου, Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ (ISBN 960- 8050-31-6, 2003)
- J. Barton and T. Kindberg, The CoolTown User Experience, tech. report 2001-22, HP Laboratories, Palo Alto, Calif., 2001.
- Simon Carlsen and Stig Petersen, When the Industry Goes Wireless: Drivers, Requirements, Technology and Future Trends, Factory Automation, ISBN: 978-953- 307-024-7, 2010
- Αναστασίου Αν. και Θεοδοσίου Θεοφ., Συστήματα Εντοπισμού Αντικειμένων στο Χώρο με Χρήση Υπερηχητικών Πομποδεκτών, Πτυχιακή Εργασία – Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα, Τμήμα Αυτοματισμού, 2011
- Δρ. Μπισδούνης Λ., Σημειώσεις για το μάθημα Τεχνολογία Μετρήσεων, ΤΕΙ Χαλκίδας – Τμήμα Ηλεκτρολογίας, 2005-2006
- Δρ. Χατζηευφραιμίδης Αντ, Σημειώσεις για το μάθημα Τεχνολογία Μετρήσεων, ΤΕΙ Πάτρας – Τμήμα Ηλεκτρολογίας, 2005-2009
- Καπετανάκης Αλ., Ασφάλεια στα Ασύρματα Δίκτυα Αισθητήρων, Διπλωματική Εργασία – ΕΜΠ, Τμήμα Ηλ. Μηχ και Μηχ Υπολογιστών, 2005