

AMMAP ΓΚΑΜΑΖ ----- DRAFT!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

Το project βρίσκεται πλέον σε αρκετά ώριμο στάδιο με τα βασικά συστήματα λειτουργίας του σε πλήρως λειτουργικά . Η κατασκευή του ρομπότ διαιρέθηκε σε 5 υπο εργασίες οι οποίες διαφέρουν παρα πολύ η μια από την άλλη είναι εξίσου σημαντικές για την σωστή λειτουργία του τελικού αποτελέσματος. Η δε δημιουργία του προγραμματιστικού κομματιού του project έχει επίσης διαστρωματομένη λειτουργία και έχει διαιρεθεί σε βιβλιοθήκες οι οποίες θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν και από άλλους φοιτητές του τμήματος αλλά και την ευρύτερη κοινότητα προγραμματιστών και απλοποιούν πολύ κάποιο παρόμοιο μελλοντικό εγχείρημα.

Επίσης για την εγκατάσταση του συστήματος απαιτείται μόνο το λειτουργικό σύστημα (Windows XP) , DirectX 8.1 + , Microsoft Speech API Libraries και NXT Phantom Drivers , ενώ ο πηγαίος κώδικας για όλα τα υπόλοιπα προγράμματα είναι διαθέσιμος.

Πιο συγκεκριμένα το project διαιρέθηκε στα παρακάτω :

A) Επιλογή όλων των low level υλικών που θα απαρτίζουν το hardware αλλά και του αντίστοιχου λειτουργικού , βιβλιοθηκών και υπολοίπου προγραμματιστικού υπόβαθρου.

B) Φυσική κατασκευή μιας ανθεκτικής κινούμενης πλατφόρμας με μεγάλη έμφαση στο απαραίτητο βάρος , στην διατήρηση χαμηλής θερμοκρασίας την υψηλής σταθερότητα αλλά και την εξωτερική εμφάνιση του ρομπότ κάτι το οποίο είναι σημαντικό.

Γ) Το πρόβλημα της ενέργειας οπου θα έπρεπε να κατασκευαστεί ένα κύκλωμα φόρτισης , switching από AC ρεύμα στις μπαταρίες με όσο το δυνατόν μικρότερο κόστος βάρους και όσο το δυνατόν περισσότερη ώρα αυτονομίας για το robot.

Δ) Η ενορχήστρωση του προγραμματιστικού μέρους της εργασίας αφού το ρομπότ θα πρέπει να διαθέτει πολλούς μηχανισμούς προώθησης μηνυμάτων , σύμανσης συναγερμού , remote control , web interfaces , αλλά επίσης και την δυνατότητα για φωνητική και οπτική συνενόηση με τους ιδιοκτήτες του.

E) Το πρόγραμμα το οποίο θα αποτελεί τον εγκέφαλο του Guard Dog και θα αναλαμβάνει την ανάλυση δεδομένων είτε αυτά είναι οπτικά , ηχητικά , υπερήχοι , ανάδραση στην κίνηση του με στόχο την σωστή περιδιάβαση του χώρου που θα φρουρεί και την σήμανση συναγερμού και καταδίωξη του πιθανού εισβολέα.

Όπως είναι προφανές κάθε σφάλμα σε κάποιο από τα παραπάνω έχει καταστροφικές συνέπειες και η αστοχία του καθιστά άχρηστα όλα τα υπόλοιπα μέρη του project. Για παράδειγμα σε περίπτωση που η πηγή ενέργειας αδειάσει αυτό αυτόματα θέτει τα πάντα εκτός λειτουργίας , ενώ αν για παράδειγμα η φυσική κατασκευή καταρρεύσει λόγω του βάρους για παράδειγμα αυτό επίσης θα καθιστούσε το robot ακίνητο. Σε κάθε περίπτωση όμως το ρομπότ παρέχει έναν μηχανισμό για network polling ο οποίος σε περίπτωση που σταματήσει την εκπομπή η διαγνωθεί κάποιο μηχανικό error state (πχ χαμηλό voltage της μπαταρίας) θέτει το σύστημα σε καταάσταση πανικού έτσι ώστε να μην τεθεί σε κίνδυνο ο στόχος της όλης εφαρμογής και στην συνέχεια περιμένει για ανθρώπινη επέμβαση για την διόρθωση του προβλήματος..

Παρακάτω ακολουθεί μια συνοπτική περίληψη των συστατικών του project.

Hardware :

Ο στόχος της αγοράς hardware ήταν μια υλοποίηση ελαφριά σε βάρος , με πολυ χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση , καλή θερμική συμπεριφορά , δυνατότητα ασύρματης δικτύωσης και όσο το δυνατόν μεγαλύτερη επεξεργαστική ισχύ.

Με δεδομένο το διαθέσιμο budget το οποίο ευτυχώς ήταν αρκετά μεγάλο μετά από έρευνα αγοράς επέλεξα για motherboard την Intel D201GLY2 , με 1.2Ghz Celeron CPU , 512MB RAM DDR 2 , Atheros based PCI 802.11 b/g wifi , 2GB CF Card που θα έπαιρνε τον ρόλο σκληρού δίσκου , Passive ηχεία με μεγάλους μαγνήτες έτσι ωστε να μην είναι απαραίτητη η τροφοδοσία τους παραμόνο από την έξοδο της onboard κάρτας ήχου , PicoPSU τροφοδοτικό και ένα 120mm ανεμιστήρα για την ψύξη του επεξεργαστή.

Δυστυχώς σχεδόν ένα χρόνο μετά την επιλογή του παραπάνω συστήματος η Intel (ακολουθώντας τον νόμο του Moore) διαθέτει πλέον επεξεργαστές (Intel Atom) κατασκευασμένους σε κλίμακα 45nm εφάμιλης απόδοσης οι οποίοι χρησιμοποιούν όμως 2W , αντί για τα 20W.

Για τα μάτια του ρομπότ επιλέχθηκαν 2 WebCams της Microsoft (VX-6000) με μέγιστη ανάλυση σταθερής εικόνας 5.0 Megapixels και 1.3 για Video , ενσωματωμένο μικρόφωνο , και μέγιστο framerate 30 fps για εικόνες 640 x 480 pixels. Η δε εικόνα τους είναι πολυ καθαρή και διαθέτουν μεγαλύτερη οπτική γωνία (71 μοιρών) από τα αντίστοιχα μοντέλα που θα μπορούσαν να επιλεγούν διατηρώντας παράλληλα ένα λογικό κόστος.

Να σημειωθεί τέλος οτι όλα τα παραπάνω εκτός από τις κάμερες είναι ελεγμένα συμβατά τόσο με linux όσο και windows καθότι η απόφαση για το λειτουργικό και τα προγραμματιστικά περιβάλλοντα δεν είχε παρθεί ακόμα.

Operating System :

Ο στόχος επιλογής λειτουργικού συστήματος ήταν ένα φθηνό , ασφαλές , αξιόπιστο και ελαφρύ λειτουργικό σύστημα αφού το project ουσιαστικά εμπίπτει κυρίως στην κατηγορία των embedded συστημάτων, και οι επιλογές εδώ θα μπορούσαν να είναι ένα Customized Linux , Windows Embedded , Windows Vista , Windows XP , Windows 98SE .

Ένας Linux Kernel μαζί με κάποια Customized διανομή (κατα πάσα πιθανότητα Gentoo , έτσι ωστε το λειτουργικό να είναι compiled για την CPU του Guard Dog) , βασικά services (arached , wifi , ssh terminal , ..) θα ήταν μια άψογη λύση με εγγυημένο uptime , βέλτιστο memory footprint , λειτουργία μόνο χρησιμοποιώντας την μνήμη (512 MB) κάτι σημαντικό καθότι η Compact Flash memory card έχει συγκεκριμένη διάρκεια ζωής (κύκλων ανάγνωσης/εγγραφής).

Τα Windows Embedded υποτίθεται οτι παρέχουν ένα cut down windows framework το οποίο όμως κατα την περίοδο επιλογής δεν χρησιμοποιούνταν πουθενά , ήταν πλήρως undocumented και θα ήταν μεγάλο ρίσκο για την ολοκλήρωση της εφαρμογής

Τα Windows Vista θα ήταν η απόλυτη υπερφόρτωση του συστήματος (1GB+ Memory Requirements) , το δε Mindstorm NXT δεν είναι καν συμβατό με Windows Vista , για αυτό ποτέ δεν τέθηκαν σοβαρά υπόψη.

Τα Windows XP θα παρείχαν την πιο mainstream δυνατή λύση με εγγυημένη συμβατότητα αλλά ένα αρκετά μεγάλο overhead για όλα τα περιττά πράγματα τα οποία κάνουν και δεν χρειάζονται σε ένα dedicated σύστημα.

Τέλος τα Windows 98SE θα παρείχαν πλήρη συμβατότητα με το παραπάνω hardware , πολύ μεγάλη ταχύτητα και μικρό overhead λόγω του non-NT Kernel τους αλλά θα είχαν μεγάλο πρόβλημα ασφάλειας καθότι είναι discontinued και ιδιαίτερα ευάλωτα σε επιθέσεις denial of service , ενώ τείνουν στο να δυσλειτουργούν κάποιες φορές (με πιο διάσημη την Blue screen of death κατά την παρουσίαση τους από τον Bill Gates) . Για λόγους λοιπόν μείωσης του ενδεχόμενου ρίσκου τέθηκαν γρήγορα εκτός σκέψης.

Τελικά επιλέχθηκαν τα Windows XP SP2 τα οποία είναι δωρεάν λόγω του MSDNAA , και η επιλογή αυτή έγινε κυρίως λόγω της κάπως μεγαλύτερης πείρας μου με το λειτουργικό αυτό και τις διάφορες παραμέτρους που θα απαιτούνταν για την ανάπτυξη των προγραμμάτων έτσι ώστε να μειωθεί ο χρόνος ανάπτυξης του project. Επιπλέον δεν ήταν δυνατό να βρεθεί μια βιβλιοθήκη αντίστοιχη του SpeechAPI της Microsoft κάτι το οποίο ήταν πολύ σημαντικό για την διαδραστικότητα της όλης εφαρμογής.

Η επιλογή βέβαια των Windows XP είχε και τα αρνητικά της , γιατί παρότι ήταν ρυθμισμένα να μην χρησιμοποιούν paging file κατέστρεψαν ανεπανόρθωτα την Compact Flash memory “σκληρό δίσκο” μετά από μια μέρα χρήσης με αποτέλεσμα την αγορά ενός κανονικού σκληρού δίσκου ο οποίος θα μπορούσε να γίνεται thrash από το λειτουργικό αλλά ανέβασε το συνολικό ενεργειακό κόστος κατά 6Watt ή 30%

Programming Frameworks / Main Program :

Για την ανάπτυξη του προγραμματιστικού κομματιού της εργασίας χρησιμοποιήθηκαν τα Win32API , Direct X 8.1 , Direct Draw , Microsoft Speech API , NetGear Drivers , LifeCam Drivers , Fantom NXT Drivers σαν βασικό υπόβαθρο.

Εξωτερικά προγράμματα :

Speed Fan για την μέτρηση θερμοκρασίας και αλλαγής τάσεων ,
VLC για το Web Streaming ήχου
Ammar Server σαν Web Server/Remote Terminal της εφαρμογής

Εσωτερικά προγράμματα μέρη του κεντρικού εκτελέσιμου :

FDLib – Face Detection Library -

<http://www.kyb.mpg.de/bs/people/kienzle/facedemo/facedemo.htm>

Βασισμένη σε ένα paper των Wolf Kienzle, Gökhan Bakır, Matthias Franz and Bernhard Schölkopf του ινστιτούτου Max Planck .¹

VideoDLL – Μια βιβλιοθήκη δυναμικής σύνδεσης που αναπτύχθηκε για τους σκοπούς του project με κύριο μέλημα την ταχύτητα και την παροχή αρκετών διαθέσιμων φίλτρων που μπορούν να εφαρμοστούν στις λαμβανόμενες εικόνες πριν αυτές ακόμα μεταφερθούν από την μνήμη στην οποία αποθηκεύονται. Επίσης η χρήση του DLL επέτρεψε τον εύκολο διπλασιασμό της εισαγωγής εικόνων αφού το πρόγραμμα δέχεται είσοδο από 2 κάμερες (περίπου 1683 γραμμές κώδικα γραμμένου σε C++ compiled με το Visual Studio 2003)

VideoSubsystem – Μια βιβλιοθήκη δυναμικής σύνδεσης που αναπτύχθηκε για τους σκοπούς του project και αναλαμβάνει την διενέργεια των οπτικών συσχετίσεων , αποθήκευση δεδομένων και εξαγωγής συμπερασμάτων δεχόμενη ένα stream από διπλές εικόνες και με έξοδος πολλά επιμέρους χαρακτηριστικά τους και ιδανικά απλή γεωμετρία , textures και detected faces (χρησιμοποιώντας την FDLib)

(το κομμάτι αυτό του project είναι ακόμα υπο κατασκευή και συνεχή βελτίωση βρίσκεται περίπου στις 1099 γραμμές κώδικα στις 11/07/08 3:53 γραμμένου σε C++ compiled με το Visual Studio 2003 και είναι ταχύτατο καθώς χρησιμοποιεί παντού pointer arithmetic και μεγάλα optimizations για να πετυχεί μικρή επιβάρυνση. Ενδεικτικό είναι ότι τα πρώτα φίλτρα που είχα φτιάξει και δοκίμαζα με τον κύριο Παπαϊωάννου είχαν latency περίπου 800 ms και ήταν γραμμένα σε Freepascal , χρησιμοποιώντας δισδιάστατα arrays και καλώντας procedures των Windows για την μετατροπή RGB σε bytes , ενώ η νέα υλοποίηση βγάζει τα ίδια αποτελέσματα σε χρόνους λιγότερους των 60 ms)

SAPISpeech – Μια βιβλιοθήκη δυναμικής σύνδεσης που αναπτύχθηκε για τους σκοπούς του project και αναλαμβάνει την είσοδο φωνητικών εντολών (Speech to text) και την έξοδο φωνητικού feedback (Text to speech) , με ένα πολύ εύκολο interface και χωρίς να απαιτεί σχεδόν καμμία προγραμματιστική γνώση (557 γραμμές κώδικα γραμμένου σε C++ compiled με το Visual Studio 2003)

CPPNXT - Μια βιβλιοθήκη δυναμικής σύνδεσης που αναπτύχθηκε για τους σκοπούς του project και αναλαμβάνει τον ρόλο της παρεγγεφαλίδας του ρομπότ και της μεταβίβασης και εκτέλεσης με ακρίβεια των κινήσεων από το Mindstorm καθώς και το Polling των αισθητήρων του. Να σημειωθεί εδώ ότι η συγκεκριμένη βιβλιοθήκη χρησιμοποιεί μια μεικτή τεχνική επικοινωνίας με το NXT Block αφού τρέχει ένα κομμάτι της στο ίδιο το Mindstorm επιτρέποντας την χρήση του μικροεπεξεργαστή του για τοπικό polling των μοτέρ και κινήσεις πολύ μεγαλύτερης ακριβείας από αυτές που προσφέρουν άλλες αντίστοιχες βιβλιοθήκες (που βασίζονται στον USB ή Bluetooth διάυλο και πολλά επίπεδα ελέγχου , drivers , μετάδοσης κτλ) (1223 γραμμές κώδικα γραμμένου σε C++ compiled με το Visual Studio 2003)

AmmarGUI – Η γραφική διεπαφή γραμμένη σε Freepascal

RoboVision Executable – Το κύριως πρόγραμμα που αναλαμβάνει τον συνδυασμό των πάντων και δίνει ζωή στο robot (3759 γραμμές κώδικα γραμμένου σε Pascal (Delphi) compiled με τον Freepascal Compiler σημείωση , σταδιακά αρκετά κομμάτια τα οποία αρχικά για σκοπούς κυρίως δοκιμών βρίσκονταν στο executable περνάνε στο VideoSubsystem όπου γίνονται optimized οπότε σταδιακά το μέγεθος του main executable αναμένεται να αρχίσει να μικραίνει ενώ σίγουρα δεν θα είναι πιο μεγάλο. Η Freepascal επελέγη καθότι παρέχει ένα πολύ πιο συντηρίσιμο και ευανάγνωστο συντακτικό και που κατά την γνώμη μου επιβάλλεται στα Controlling processes , τέλος ακόμα και η ανομοιομορφία σε σχέση με τα DLLs σε καμμία περίπτωση δεν θυσιάζει αυξάνει την πολυπλοκότητα χάρη στην καλή κατανομή εργασιών σε αυτοτελή building blocks ενώ επίσης δεν έχει αρνητικό αντίκτυπο στην ταχύτητα , αφού τα πιο κρίσιμα κομμάτια της εφαρμογής είναι optimized για την ταχύτερη εκτέλεση)

Ενεργειακά θέματα :

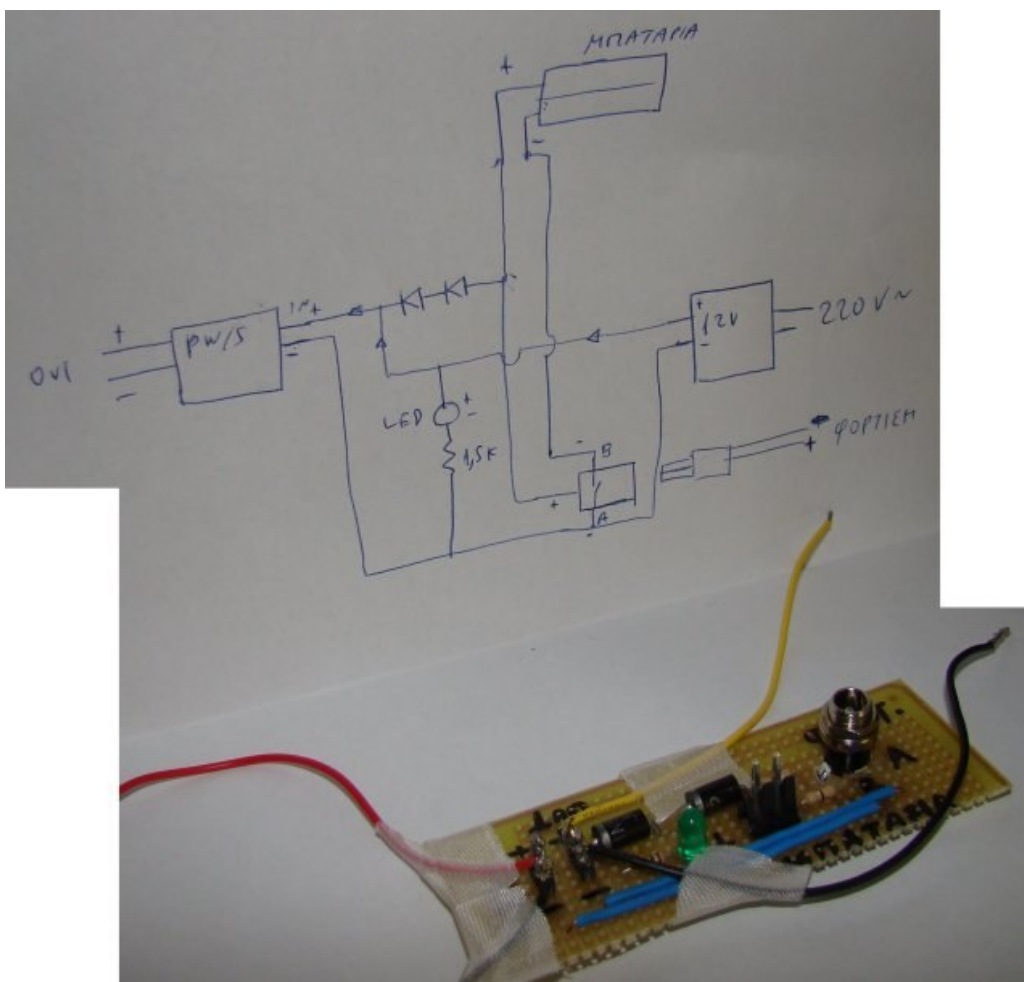
Η ενέργεια είναι ένα από τα μεγαλύτερα θέματα της καθημερινότητας μας και είναι φανερό πλέον ότι οι υπάρχουσες μορφές αποθήκευσης ηλεκτρισμού είναι ανεπαρκείς , ακριβές και συνήθως επιβλαβείς για το περιβάλλον (αφού χρησιμοποιούν τοξικά στοιχεία όπως ο Μόλυβδος , Κάδμιο

και άλλα) και αποτελούν ανοιχτό πρόβλημα στον τομέα της φυσικής / χημείας. Παρότι ξεφεύγει από τον ρόλο ενός προγραμματιστή , ωστόσο ασχολήθηκα εκτενώς με τις δυνατές εναλλακτικές , εξαντλώντας την μεγάλη πλειοψηφία πηγών ενέργειας , ενώ δοκιμαστικά τοποθετήθηκε και ένα μικρό φωτοβολταϊκό σύστημα σαν καπέλο του ρομπότ και το οποίο όμως σε καμία περίπτωση δεν θα μπορούσε να τροφοδοτήσει το τρέχον σύστημα. Με την αλματώδη μείωση της κατανάλωσης από τους επεξεργαστές Atom της Intel που ανέφερα και πριν θα ήταν δυνατή η τροφοδοσία του υπολογιστή από ένα τέτοιο σύστημα.

Αναφορικά έγιναν δοκιμές με συστοιχία σε σειρά μπαταριών AA σε αριθμούς 12 και 10 , τόσο επαναφορτιζόμενων (1.2V όσο και κανονικών 1.5V με χωρητικότητα 2500mAh) , με μπαταρία αυτοκινήτου 12V 45 mAh , με 2x μπαταρίες Lead Acid 12V 12Ah ενώ τελικά χρησιμοποιήθηκε ένα πακέτο 10 μπαταριών μεγέθους C και χωρητικότητας 4500mAh μαζί με έναν φορτιστή.

Κατά την λειτουργία σε μπρίζα το ρομπότ παίρνει ρεύμα από ένα ελφάρυ τροφοδοτικό mounted πάνω του που δίνει έξοδο 12V 12.5 A

Για το δε switching μεταξύ Power Supply και μπαταρίας χρησιμοποιείται το παρακάτω κύκλωμα το οποίο μου κατασκεύασαν στην εταιρεία Telcom Hellas (<http://www.telcomel.gr>).



Φωτογραφικό Υλικό

Στο youtube έχω προσθέσει και κάποια video από τις αρχικές φάσεις συναρμολόγησης του robot , είναι (με σειρά προσθήκης)

<http://uk.youtube.com/watch?v=htE8DwA6NqU>
<http://uk.youtube.com/watch?v=SP2uFDsQfVY>
<http://uk.youtube.com/watch?v=t1-TRhLFYw>
<http://uk.youtube.com/watch?v=Ja3Yieg-IS0>
<http://uk.youtube.com/watch?v=NS3-0cBFBCE>

Ακολουθούν φωτογραφίες!

