



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΘΕΩΡΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ

Αυτόματο Ρομποτικό Σύστημα για τη Συλλογή και Επεξεργασία Δεδομένων

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΝΙΚΟΛΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

Επιβλέπων: Αν. Ι. Βαρδουλάκης
Καθηγητής Α.Π.Θ.

Θεσσαλονίκη, Ιανουάριος 2010





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΘΕΩΡΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ

Αυτόματο Ρομποτικό Σύστημα για τη Συλλογή και Επεξεργασία Δεδομένων

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΝΙΚΟΛΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

Επιβλέπων: Αν. Ι. Βαρδουλάκης
Καθηγητής Α.Π.Θ.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 27^η Ιανουαρίου 2010.

.....
Αν. Ι. Βαρδουλάκης
Καθηγητής Α.Π.Θ.

.....
Ν. Καραμπετάκης
Αν. Καθηγητής Α.Π.Θ.

.....
Μ. Γουσίδου - Κουτίτα
Αν. Καθηγήτρια Α.Π.Θ.

Θεσσαλονίκη, Ιανουάριος 2010

.....
Νικολής Αθανάσιος
Πτυχιούχος Μαθηματικός Α.Π.Θ.

Copyright © Νικολής Αθανάσιος, 2010.
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευτεί ότι εκφράζουν τις επίσημες θέσεις του Α.Π.Θ.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία αυτή βασίζεται σε ένα «Αυτόματο Ρομποτικό Σύστημα » το οποίο θα έχει την ικανότητα να συλλέγει στοιχεία σε οποιοδήποτε χώρο προσδιορίσουμε και με την "αντίληψη" που κατέχει, θα μπορεί να τα ξεχωρίζει και να προσφέρει πολύτιμη βοήθεια – ενημέρωση για τα νέα υλικά – στοιχεία που βρήκε.

Η όλη παρουσίαση προτείνει μια μεθοδολογία βασισμένη σε σχέδια εργασίας (projects) για την εισαγωγή και αξιοποίηση των προγραμματιζόμενων ρομποτικών κατασκευών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Το θεωρητικό υπόβαθρο της μεθοδολογίας είναι ο εποικοδομητισμός και ιδιαίτερος οι ιδέες του κατασκευαστικού εποικοδομητισμού. Βασικό εργαλείο για την υποστήριξη των προτεινόμενων εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων ρομποτικής αποτελεί το σύστημα LegoMindstorms NXT που προσφέρει ποικιλία δομικών στοιχείων για μηχανικές κατασκευές και ένα εύχρηστο γραφικό περιβάλλον προγραμματισμού μέσω του οποίου γίνεται η απόδοση συμπεριφορών στις μηχανικές κατασκευές.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Ρομπότ, Lego Mindstorms, Τουβλάκια, Μπλοκ, Μπλοκ Επανάληψης, Μότορας, Υπερηχητικός Σένσορας, Αισθητήρας Φωτός, Αισθητήρας Επαφής, Αισθητήρας Ήχου, Αισθητήρας Περιστροφής, Αισθητήρας Θερμοκρασίας

ABSTRACT

This paper is based on an “Automatic Robotic System” which will have the faculty to collect elements in anyone space we determine and with the conception that it possesses to distinguish them will offer precious help – briefing on the new materials – elements that it found.

This hole presentation suggests a method based on projects for the introduction and use of programmable robotic constructions in secondary school education. The theoretical background of the methodology is constructivism and especially the ideas of constructionism. The system LegoMindstorms NXT is the basic tool used to support the suggested educational activities of robotics. The system offers a variety of structural elements to be used for mechanical constructions and a functional graphical programming environment, through which behaviours are assigned to the mechanical constructions.

KEY WORDS

Robot, Lego Mindstorms, Bricks, Block, Loop, Motor, Ultrasonic Sensor, Light Sensor, Touch Sensor, Sound Sensor, Rotation Sensor, Temperature Sensor

**Αφιερώνεται
στην οικογένεια μου**

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
ABSTRACT.....	6
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	9
	Σελίδα
1. ΡΟΜΠΟΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ-ΕΙΣΑΓΩΓΗ	11
1.1 Ιστορία των Ρομπότ	11
1.1.1 Ανατομία των Ρομπότ	13
1.1.2 Κατασκευή Ρομπότ	15
1.2 Συστήματα Ενέργειας - Κίνησης	16
1.2.1 Αισθητήρια Συστήματα Συσκευές Εξόδου Υλικά για την κατασκευή Ρομπότ	17
2. Τα Βασικά Εξαρτήματα Ενός Ρομποτικού Συστ.	18
2.1 Η Ρομποτική στο Διάστημα-τομείς	26
2.2 Η Ρομποτική στην Καθημερινή Ζωή του Ανθρώπου (Εικόνες)	29
2.3 Τα 8 θαύματα της Επιστήμης	38
2.3.1 Που εμφανίζεται η LEGO MindStorms (γενικά στοιχεία)	39
2.3.2 Τα Τεχνολογικά Εργαλεία	39
3. Παρουσίαση Κατασκευής Αυτόματου Ρομποτικού Συστήματος για την Επεξεργασία και Συλλογή Δεδομένων	42
4. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΡΟΜΠΟΤ	76
4.1 Α. Λογικό Διάγραμμα	
4.2 Β. LEGO MindStorms Edu NXT ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ	
BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	82

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το αντικείμενο αυτής της εργασίας μπορεί να τοποθετηθεί σε έναν τομέα που βρίσκεται μεταξύ της επιστήμης της Ρομποτικής και της επιστήμης των Μαθηματικών. Τα χρόνια των σπουδών μου στο τμήμα Μαθηματικών με έκαναν να αντιληφθώ την σημαντικότητα και χρησιμότητα αυτών, η οποία είναι ότι πρέπει να διδάσκονται για να δίνουν στους μαθητές την ευκαιρία να ακονίζουν το μυαλό τους, να μάθουν να σκέφτονται όχι μηχανικά και να μπορέσουν να αποκτήσουν κρίση, γνώση και να μη φοβούνται να απαντήσουν σε διάφορα ερωτήματα στη ζωή μας. Πιστεύω ότι τα Μαθηματικά κάνουν τον άνθρωπο να σκέφτεται λογικά και βέβαια δεν είναι μόνο αυτό τα Μαθηματικά αποτελούν την βάση όλων των Θετικών Επιστημών. Οι Θετικές Επιστήμες, όπως η Φυσική και η Χημεία, ερευνούν τον κόσμο γύρω μας και προσπαθούν να εξηγήσουν λογικά και εμπειριστατωμένα τα φαινόμενα που συμβαίνουν. Για αυτό όλοι πρέπει να γνωρίζουμε αυτή την επιστήμη, που επί πλέον μας βοηθάει στο να αποκτήσουμε ευρύτητα πνεύματος.

Γενικεύοντας, θα κάνω μία σύνδεση του κάθε μαθηματικού προβλήματος με του τι προσφέρει στο ανθρώπινο μυαλό. Γνωρίζουμε ότι ένα μαθηματικό πρόβλημα αποτελείται από δύο κύρια μέρη: την Υπόθεση και το Συμπέρασμα (ζητούμενο). Η υπόθεση είναι ένα σύνολο πληροφοριών που δέχεται ο μαθητής και το συμπέρασμα είναι ένας μαθηματικός ισχυρισμός του οποίου η «αλήθεια» ζητείται να αποδειχθεί. Η απόδειξη της «αλήθειας» του συμπεράσματος γίνεται με βάσει: i) συγκεκριμένους κανόνες, συγκεκριμένης λογικής (τυπική, διαλεκτική), ii) συγκεκριμένο αξιωματικό σύστημα (γνωστά μαθηματικά «αντικείμενα», σχέσεις, πράξεις), iii) συγκεκριμένες μαθηματικές προτάσεις (θεωρήματα, πορίσματα, κανόνες, ισότητες, κλπ) των οποίων η «αλήθεια» θεωρείται ήδη αποδεδειγμένη. Αποτέλεσμα:

- i) να αναγνωρίζονται σωστά οι πληροφορίες,
- ii) να χρησιμοποιούνται σωστά οι λέξεις (από νοηματική άποψη) και το συντακτικό τους (ορθή διατύπωση)
- iii) να υπάρχει μονοσήμαντη διατύπωση (να μην επιδέχονται τα λεγόμενα παρερμηνείες)
- iv) αναγνώριση και «αίρεση» διαφορών απροσδιοριστιών
- v) ύπαρξη πειστικότητας μόνο με τεκμηριωμένες προτάσεις και
- vi) παραγωγή συμπερασμάτων με σωστό τρόπο.

Με βάση αυτό το σκεπτικό, στην εργασία μελετάται πώς από το σχεδόν μηδέν μπορούμε να δημιουργήσουμε ένα Ρομποτικό Σύστημα με Υπόθεση και Συμπέρασμα χρησιμοποιώντας σε μεγάλο βαθμό τα Συστήματα Ελέγχου (Control Systems) που μας έδωσε το Μεταπτυχιακό την δυνατότητα να κατανοήσουμε και φυσικά στον τομέα του ο κ. Βαρδουλάκης.



ΡΟΜΠΟΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Είναι πλέον ευρεία η χρήση των ρομποτικών συστημάτων σε όλους τους τομείς της σύγχρονης ζωής. Η αυτοματοποίηση που επιτυγχάνεται με τη χρήση των ρομπότ ιδιαίτερα στο βιομηχανικό τομέα, αποφέρει μεγάλη και ταχύτερη παραγωγή με σχετικά μικρό κόστος.

Η παραγωγή τώρα πια έχει αυτοματοποιηθεί με τη βοήθεια ρομποτικών χειριστών οι οποίοι μπορούν να προγραμματιστούν ξεχωριστά ο καθένας ή να ελεγχθούν από ένα κεντρικό υπολογιστή. Με ξεχωριστά ελεγχόμενα ρομπότ ο έλεγχος γίνεται μέσω ενός μικροεπεξεργαστή, αν και το σύστημα ελέγχου του γκρουπ των ρομποτικών χειριστών περιλαμβάνουν αρκετούς μικροεπεξεργαστές τους οποίους διαχειρίζεται ο κεντρικός υπολογιστής.

ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ

Ξεκινώντας την περιήγηση μας στο χώρο της ρομποτικής, θα προσπαθήσουμε αρχικά να δώσουμε ένα ορισμό στην έννοια του ρομπότ. Ως Ρομπότ λοιπόν θα ορίζαμε μια αυτόματη συσκευή ή μηχανισμό που εκτελεί λειτουργίες που συνήθως αποδίδονται στους ανθρώπους ή λειτουργούν με αυτό που εμφανίζεται να είναι σχεδόν ανθρώπινη νοημοσύνη.

Το ίδρυμα ρομποτικής της Αμερικής ορίζει ένα ρομπότ ως εξής:

Ένα ρομπότ είναι ένας επαναπρογραμματιζόμενος πολυσύνθετος χειριστής!! που έχει σχεδιαστεί για να μετακινεί αντικείμενα, εργαλεία ή ειδικευμένες συσκευές μέσω μεταβλητών προγραμματισμένων κινήσεων για την απόδοση ποικίλων στοιχειωδών εργασιών.

Ιστορία των Ρομπότ

Ο όρος "ρομπότ" προέρχεται από τη τσεχική λέξη "robotnik" η οποία μεταφραζόμενη σημαίνει εργαζόμενος. Εισήχθη αρχικά από το θεατρικό συγγραφέα Karel Capek σε μια θεατρική παράσταση του 1920. Το θέμα ρομπότ διαδόθηκε από τον Isaac Asimov σε ένα επιστημονικό μυθιστόρημα προς το τέλος της δεκαετίας του '40 και στη συνέχεια από το Hollywood στους κινηματογράφους.

Η μηχανοποίηση και ο αυτοματισμός μπορούν να επισημανθούν πίσω στη βιομηχανική επανάσταση. Το πρώτο παράδειγμα της πλήρους μηχανοποίησης χρονολογείται πίσω στους αργαλειούς (όπως ονομάστηκαν μετά από τον υφαντή μεταξιού Joseph Maria Jacquard) που χρησιμοποιούνταν στη βιομηχανία μεταξιού στη Γαλλία και την Ιταλία στις αρχές του 19ου αιώνα. Αυτοί οι αργαλειοί θα μπορούσαν να επαναπρογραμματιστούν μηχανικά για να παραγάγουν τα διαφορετικά πρότυπα εντούτοις αυτοί οι αργαλειοί ήταν απλά μηχανές. Δεν υπάρχει καμία έννοια "της νοημοσύνης" σε αυτούς τους αργαλειούς.

Τα επόμενα 100-150 έτη εμφανίστηκαν πολλές καινοτόμες λύσεις εφαρμοσμένης μηχανικής σε βιομηχανικά προβλήματα. Ένας περιστροφικός γερανός που εξοπλίστηκε με μια μηχανοποιημένη πένσα για να αφαιρέσει τα καυτά πλινθώματα από έναν κλίβανο αναπτύχθηκε από τον Babbitt το 1892 ενώ το 1938 ο Pollard εφηύρε έναν μηχανικό βραχίονα για τη ζωγραφική με spray.

Η πρώτη συσκευή τηλεχειρισμού, μια συσκευή που επιτρέπει σε έναν χειριστή να εκτελέσει μια στοιχειώδη εργασία από απόσταση, απομονωμένος από το περιβάλλον όπου η εργασία εκτελείται, αναπτύχθηκε από τον Goertz. Σχεδιάστηκε για να χειριστεί τα ραδιενεργά υλικά. Ο χειριστής απομονώθηκε από τα ραδιενεργά υλικά από έναν τοίχο. Δύο λαβές στη "κύρια" πλευρά επέτρεψαν στο χειριστή να χειριστεί ένα ζευγάρι των λαβίδων στην πλευρά των ραδιενεργών υλικών. Και οι λαβίδες και οι λαβές ήταν συνδεδεμένοι με μηχανισμούς πολλών βαθμών ελευθερίας για να επιτρέψουν στους χειριστές τον επιδέξιο χειρισμό των λαβίδων (master-slave).

Στα μέσα της δεκαετίας του 1940, ο πρώτος μεγάλος ηλεκτρονικός υπολογιστής (ENIAC) κατασκευάστηκε στο πανεπιστήμιο της Πενσυλβανίας (1946), και ο πρώτος για πολλές χρήσεις ψηφιακός υπολογιστής (Whirlwind) έλυσε το πρώτο πρόβλημά του στο MIT. Η πρώτη αριθμητικά ελεγχόμενη μηχανή ήταν επίσης η πρώτη φορά που η τεχνολογία ελέγχου σερβομηχανισμών συνδυάστηκε με τους ψηφιακούς υπολογιστές. Αυτή η πρώτη μηχανή κατασκευάστηκε το 1952.

Τα ρομπότ άρχισαν με την επίδειξη του πρώτου χειριστή με play-back μνήμη από τον George Devol το 1954. Το ρομπότ μπορούσε να παρουσιάσει επαναλαμβανόμενες "από σημείο σε σημείο" κινήσεις. Πέντε χρόνια αργότερα, το πρώτο ρομπότ που τελικά αποτέλεσε και το πρώτο βιομηχανικό ρομπότ κατασκευάστηκε και αναπτύχθηκε από την Unimation συνδυάζοντας τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα των αριθμητικά ελεγχόμενων μηχανών με τη τεχνολογία ελέγχου των σερβομηχανισμών και τους αρθρωμένους μηχανισμούς τηλεχειρισμού.

Στη δεκαετία του '60 υπήρξε ανάπτυξη των ρομπότ περπατήματος (walking robots) χρησιμοποιώντας την ίδια τεχνολογία. Το 1967, ο Ralph Moser της εταιρείας General Electric ανέπτυξε όχημα με τέσσερα πόδια. Το 1983, η Odetics, μια αμερικανική εταιρεία κατασκεύασε ένα ρομπότ με έξι πόδια που θα μπορούσε να περπατήσει πάνω από τα εμπόδια, ενώ μπορούσε να σηκώσει φορτίο μέχρι 2-3 φορές το βάρος του.

Το 1985, η πρώτη αυτόνομη μηχανή-ρομπότ περπατήματος αναπτύχθηκε στο κρατικό πανεπιστήμιο του Οχάιο.

Το ευπροσάρμοστο όχημα με αναρτήσεις (Adaptive Suspension Vehicle, ASV) ήταν ένα πρωτότυπο οχήματος που σχεδιάστηκε για να λειτουργεί σε ανώμαλα εδάφη που δεν είναι προσπελάσιμα με τα συμβατικά οχήματα της εποχής αυτής. Είχε ύψος 3.3 μέτρα και ζύγισε περίπου 3200 Kg.

Θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί με έναν εποπτικό τρόπο ελέγχου (με την εποπτεία χειριστή όπως ένας άνθρωπος οδηγά ένα αυτοκίνητο) ή με έναν αυτόνομο τρόπο. Στο ρομπότ αυτό είχαν τοποθετηθεί πάνω από 80 αισθητήρες, 17 onboard single board υπολογιστές και μια μηχανή μοτοσικλέτας 900c.c με ισχύ 50 kW (70 HP). Είχε τρεις "actuators" σε κάθε ένα από τα έξι πόδια που του παρείχαν συνολικά 18 βαθμούς ελευθερίας. (Η οδήγηση γινόταν με την χρήση υδραυλικών συστημάτων) Οι 18 βαθμοί ελευθερίας ωθήθηκαν υδραυλικά μέσω μιας υδροστατικής διαμόρφωσης. Ο σημαντικότερος αισθητήρας ήταν ένα οπτικό αποστασιόμετρο ανίχνευσης το οποίο είναι ένα φασικά διαμορφωμένου κύματος, συνεχούς μέτρησης σύστημα με ακτίνα περίπου 10μέτρων και ανάλυση διντσών. Εξοπλίστηκε επίσης με αδρανείς συσκευασίες αισθητήρων που αποτελούνται από ένα κάθετο γυροσκόπιο, γυροσκόπια για όλους τους άξονες κίνησης του ρομπότ, και γραμμικούς ενδείκτες επιτάχυνσης για να παρέχουν τις πληροφορίες εκείνες που θα καθορίσουν την ταχύτητα και τη θέση των μηχανικών μελών του ρομπότ.

Το ASV, αντίθετα από τους προκατόχους του, ήταν απόλυτα ελεγχόμενο από υπολογιστή και ανεξάρτητο εκτός από το χειριστή. Ο χειριστής εκτελεί τις λειτουργίες της επιλογής μονοπατιών και προσδιορίζει τις γραμμικές ταχύτητες του οχήματος στις οπίσθιες και πλευρικές κατευθύνσεις, και την ταχύτητα εκτροπής. Όλες οι κινήσεις του ρομπότ, η ταχύτητα καθώς και οι γωνίες περιστροφής ρυθμίστηκαν αυτόματα από υπολογιστές.

Τον Δεκέμβριο του 1996, η Honda κατασκεύασε το Honda Humanoid, ένα ρομπότ με δύο πόδια και δύο βραχίονες που σχεδιάστηκε για χρήση σε ένα χαρακτηριστικό εσωτερικό περιβάλλον. Το πρωτότυπο ζύγιζε 210Kg είχε 30 βαθμούς ελευθερίας, είναι εξοπλισμένο με κάμερες, γυροσκόπια, ενδείκτες επιτάχυνσής, και αισθητήρες δύναμης στους καρπούς και τα πόδια. Είναι σε θέση να περπατήσει, να αναρριχηθεί σε μια σκάλα, να καθίσει σε μια καρέκλα, να σηκωθεί και να σηκώσει φορτίο 4,5Kg. Στις 9 Σεπτεμβρίου 2003 η HONDA παρουσίασε ένα εξελιγμένο Humanoid το ASIMO (εικόνα 1) το οποίο είχε τα χαρακτηριστικά του πρώτου ρομπότ Humanoid με εξελιγμένες βέβαια δραστηριότητες.



Εικόνα 1



Ανατομία των Ρομπότ

Τα robot συχνά παίρνουν την μορφή ανθρώπου, αν όχι στην εξωτερική εικόνα, αλλά στην λειτουργία τους. Για δεκάδες χρόνια επιστήμονες και πειραματιστές έχουν προσπαθήσει να αναπαράγουν το ανθρώπινο σώμα, να δημιουργήσουν μηχανές με νοημοσύνη, δύναμη και μηχανισμούς αυτόματης αίσθησης του περιβάλλοντα χώρου. Ο στόχος δεν έχει ακόμα πραγματοποιηθεί, αλλά πρέπει να βρισκόμαστε χρονικά πολύ κοντά που αυτό θα γίνει ίσως μια μέρα πραγματικότητα.

Η φύση προσφέρει πολλά πρότυπα για τους κατασκευαστές robot προκειμένου να τα μιμηθούν και έγκειται σε εμάς να αξιοποιήσουμε την ευκαιρία. Μερικά, ολικώς ή όχι, μπορούν να αναπαραχθούν στο εργαστήριο. Τα robot μπορούν να κατασκευαστούν με «μάτια» να βλέπουν, «αυτιά» να ακούνε, «στόμα» να μιλάνε και συστήματα κίνησης να διαχειρίζονται ή να εξερευνούν το περιβάλλον. Αυτή είναι σίγουρα μια ωραία θεωρία όμως τι γίνεται στην πραγματικότητα; Τι βασικά εξαρτήματα πρέπει να έχει ώστε να θεωρείται robot; Ας προσπαθήσουμε να δώσουμε

την βασική ανατομία που πρέπει να έχουν και τα εξαρτήματα που χρειάζεται ώστε να κατασκευαστεί.

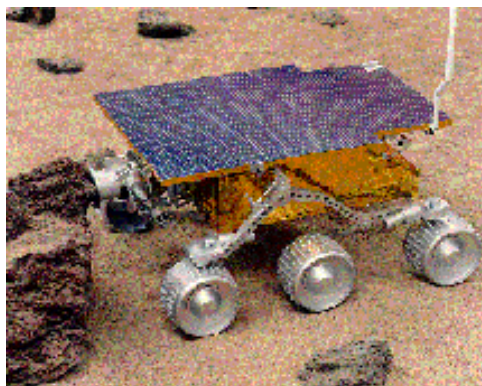
Οι άνθρωποι πολλές φορές διαφωνούν ως προς το τι μια μηχανή είναι ένα πραγματικό robot. Η μια πλευρά λέει ότι είναι μια αυτοσυντηρούμενη μηχανή που χρειάζεται περιστασιακά εντολές από τον κύριο του για να εκτελέσει διάφορες εργασίες. Ένα αυτοσυντηρούμενο robot έχει σύστημα ενέργειας, εγκέφαλο, σύστημα κίνησης, πόδια ή τροχούς, και συσκευές διαχείρισης αντικειμένων όπως χέρια. *Το συγκεκριμένο robot δεν βασίζεται σε άλλον μηχανισμό ή σύστημα για να εκτελέσει τις εργασίες του. Είναι ολοκληρωμένο τόσο εσωτερικά όσο και εξωτερικά.* Η άλλη πλευρά πιστεύει ότι ένα robot είναι οτιδήποτε κινείται με την ισχύ του κινητήρα του για να εκτελέσει συγκεκριμένες εργασίες που μοιάζουν με ανθρώπινες. Η διασύνδεση του robot με τα όργανα ελέγχου γίνεται με καλώδια, υπέρυθρες ακτίνες και ραδιοκύματα. Ωστόσο είναι σημαντικό να δώσουμε έναν τελικό ορισμό. Τι κάνει ένα robot να διαφέρει από οποιαδήποτε άλλη μηχανή;

Ας θεωρήσουμε το robot σαν οποιαδήποτε μηχανή που μιμείται ανθρώπινες ή ζωτικές λειτουργίες. Οι λειτουργίες που ενδιαφέρουν τον δημιουργό robot αποτελούν μια μεγάλη γκάμα: Να ακούνε ήχους και να αντιδρούν ανάλογα, να περπατούν και μιλούν, να σηκώνουν αντικείμενα, και να αισθάνονται συγκεκριμένες περιβαλλοντικές συνθήκες όπως θερμοκρασία και φως. **Όταν αναφερόμαστε στα robot μπορούμε να τα θεωρήσουμε και σαν ένα ανεξάρτητο αυτόνομο σύστημα που προγραμματίζεται αυτόματα, μαθαίνει από το περιβάλλον του και αυτοσυντηρείται ή είναι ένα σύστημα κίνησης που ελέγχεται να επαναλαμβάνει τις ίδιες λειτουργίες.** Ακόμη μπορεί να είναι και ένας τηλεκατευθυνόμενος βραχίονας που ελέγχεται από έναν πίνακα ελέγχου. Το καθένα δεν είναι λιγότερο ή περισσότερο ένα robot αν και άλλα είναι πιο χρήσιμα και εύχρηστα.

Όλα τα robot δεν έχουν σχεδιαστεί να κινούνται στο έδαφος. Μερικά έχουν σχεδιαστεί να είναι σταθερά και να διαχειρίζονται αντικείμενα που έχουν τοποθετηθεί από πριν. Οι περισσότεροι τύποι robot βρίσκονται σε σταθερή βάση οι οποίοι περιλαμβάνονται στην κατασκευή αυτοκινήτου, στην βιομηχανία ακόμα και στην κατασκευή άλλων robot. Άλλος τύπος σταθερών robot λειτουργεί σαν προστατευτική ασπίδα μεταξύ του ανθρώπου χειριστή και μερικών επικίνδυνων υλικών όπως ραδιενεργά ισότοπα και καυστικά χημικά. Τέτοιου είδους robot επίσης είναι εφοδιασμένα με ειδικά εργαλεία. Για παράδειγμα ένα robot σχεδιασμένο να ενώνει κομμάτια αυτοκινήτου έχει τα κατάλληλα εξαρτήματα που τα τοποθετεί σε συγκεκριμένη θέση όταν το αυτοκίνητο κινείται αργά σε μια κυλιόμενη ράγα. Ωστόσο τα κινούμενα robot έχουν σχεδιαστεί να μετακινούνται από το ένα μέρος στο άλλο. Τροχοί ή πόδια επιτρέπουν την λειτουργία αυτή να γίνει πραγματικότητα. Επίσης αν είναι εφοδιασμένα με χέρια μπορούν να χειριστούν και αντικείμενα. Από τα δυο (σταθερά ή κινούμενα) τα κινούμενα είναι πιο δημοφιλή. Και τα δυο έχουν τις ιδιαίτερες δυσκολίες κατασκευής τους. Τα σταθερά απαιτούν μεγαλύτερη ακρίβεια, ισχύ και ισορροπία. Αντίθετα τα κινούμενα απαιτούν ευκολία κίνησης, πηγή τροφοδοσίας και αποφυγή σύγκρουσης.

Στις μέρες μας η κλασική εικόνα του robot είναι μια μηχανή τελείως αυτόνομη. Υπάρχουν παραδείγματα από τηλεοπτικά έργα όπως ο Robby από την ταινία *Forbidden Planet*, το robot B-9 από το *Lost in Space*, και το R2-D2 από το *Star Wars*. Με τα συγκεκριμένα robot, όπως το περιγράφουν οι ταινίες επιστημονικής φαντασίας, δεν υπάρχει άνθρωπος χειριστής, κανένας τηλεχειρισμός. Ένα τηλεκατευθυνόμενο robot χειρίζεται από τον άνθρωπο. Ένα τηλεχειριζόμενο μεγάλης απόστασης χρησιμοποιεί μια κάμερα συνήθως, στέλνει τα δεδομένα, και ο άνθρωπος το διευθύνει ανάλογα. Πολλά τηλε-ρομπότ, όπως το παγκοσμίως διάσημο Mars

Rover Sojourner (εικόνα 2), το πρώτο διαπλανητικό αμάξι ανώμαλου δρόμου είναι συνήθως μισό τηλεχειριζόμενο και μισό αυτόνομο. Οι κύριες λειτουργίες χειρίζονται από μικρό-επεξεργαστές στην μηχανή. Ο άνθρωπος δίνει γενικές οδηγίες. Το robot είναι ικανό να εκτελεί βασικές λειτουργίες, δίνοντας την δυνατότητα στον χειριστή να μην είναι απασχολημένος με κάθε πλευρά της συμπεριφοράς της μηχανής.



Εικόνα 2: Mars Rover Sojourner

Το σώμα του Ρομπότ

Όπως το σώμα του ανθρώπου, έτσι και το σώμα του robot περιέχει όλα τα ζωτικά συστήματα γι' αυτό. Περιλαμβάνει ηλεκτρονικά και ηλεκτρομηχανικά συστήματα. Στην φύση και στην ρομποτική υπάρχουν δυο γενικοί τύποι: Η ενδοσκελετική δομή και η εξωσκελετική δομή. Ποια είναι η καλύτερη; Και οι δυο. Στην φύση οι συνθήκες διαβίωσης καθώς και οι τακτικές επιβίωσης καθορίζουν ποιος τύπος είναι ο καλύτερος. Το ίδιο ισχύει και για τα robot.

Τα ενδοσκελετικά είδη παρατηρούνται σε πολλούς ζωντανούς οργανισμούς όπως οι άνθρωποι, τα θηλαστικά και πολλά ψάρια. Η σκελετική δομή είναι εσωτερική. Τα όργανα, οι μυς, και το δέρμα είναι έξω από τα κόκαλα. Ο ενδοσκελετός είναι χαρακτηριστική περίπτωση των σπονδυλωτών. Τα εξωσκελετικά έχουν το σκελετό έξω από τα όργανα και τους μυς. Τυπικά παραδείγματα είναι οι αράχνες, όλα τα οστρακοειδή και πάρα πολλά έντομα.

Κατασκευή Ρομπότ

Η κύρια κατασκευή του robot γίνεται συνήθως από πλαστικό, ξύλο, ή μέταλλο. Μπορούν να δημιουργηθούν οποιαδήποτε σχήματα όπως κύλινδροι ή τετράγωνα. Στο πλαίσιο του robot μπορούν να προσαρμοστούν κινητήρες, μπαταρίες, ηλεκτρονικά κυκλώματα και άλλα απαραίτητα εξαρτήματα. Σε αυτήν την σχεδίαση μπορούμε να θεωρήσουμε την κατασκευή ως εξωσκελετική επειδή είναι έξω από τα κύρια όργανα. Φυσικά μερικά robot σχεδιάζονται με ενδοσκελετικές μορφές. Οι περισσότερες τέτοιες δημιουργίες όμως χρησιμοποιούνται σε ερευνητικά υψηλής τεχνολογίας εργαστήρια και ταινίες επιστημονικής φαντασίας.

Το μέγεθος και το σχήμα μπορεί να ποικίλει, και το μέγεθος από μόνο του δεν προσδιορίζει την νοημοσύνη της μηχανής, ούτε και τις δυνατότητες του.

Συστήματα Ενέργειας

Σαν άνθρωποι λαμβάνουμε τροφή και το στομάχι μας την επεξεργάζεται και δημιουργεί χημικά καύσιμα για τους μυς, τα κόκαλα, το δέρμα, και το υπόλοιπο του σώματος. Ο καλύτερος τρόπος παροχής ενέργειας για robot μέχρι σήμερα είναι οι μπαταρίες ή η τροφοδοσία από το ηλεκτρικό δίκτυο. Οι μπαταρίες παράγουν συνεχές (DC) ρεύμα και υπάρχουν σε δυο κύριες κατηγορίες: επαναφορτιζόμενες ή μη. Οι τελευταίες περιλαμβάνουν για παράδειγμα τις απλές και αλκαλικές που αγοράζουμε από τα περίπτερα, όπως και ειδικού τύπου λιθίου και υδραργύρου που χρησιμοποιούνται στα κομπιουτεράκια, στα ρολόγια και στα ακουστικά. Οι επαναφορτιζόμενες μπαταρίες περιέχουν Νικελίου-Καδμίου (Ni-Cad) ηλεκτρολύτες, κυψέλες και ειδικές αλκαλικές μπαταρίες. Οι μπαταρίες Ni-Cad είναι πολύ δημοφιλής επιλογή επειδή είναι σχετικά εύκολο να βρεθούν, κατασκευάζονται σε διάφορα μεγέθη και μπορεί να επαναφορτιστεί εκατοντάδες φορές χρησιμοποιώντας ένα φτηνό επαναφορτιστή.

Οι μπαταρίες είναι απαραίτητες στα περισσότερα είδη robot επειδή δεν μπορούν να συνδεθούν με καλώδιο στην ηλεκτρική πρίζα. Αυτό δεν σημαίνει ότι άλλες μορφές ενέργειας δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον σχεδιασμό robot. Ωστόσο το εναλλασσόμενο ρεύμα περιέχει κινδύνους ηλεκτροπληξίας. Μικρά robot μπορούν να τροφοδοτηθούν με ηλιακή ενέργεια. Δύο άλλες μορφές ρομποτικής ισχύς είναι η *υδραυλική* και η *πνευματική*. Η υδραυλική χρησιμοποιεί λάδι ή πίεση υγρού για να κινήσει συνδέσεις. Η πνευματική ισχύ χρησιμοποιεί αέρα. Είναι καθαρότερη αλλά όχι τόσο ισχυρή όσο η υδραυλική. Και οι δυο για να λειτουργήσουν απαιτούν την χρήση αντλίας είτε υδραυλικής είτε πνευματικής πρέπει να πιεστούν και είναι μια διαδικασία που μοιάζει με την αντλία. Η αντλία οδηγείται από έναν ηλεκτρικό κινητήρα.

Συστήματα Κίνησης

Όπως προαναφέρθηκε, μερικά robot δεν είναι σχεδιασμένα να κινούνται στον χώρο. Αυτά περικλείουν τους ρομποτικούς βραχίονες που διαχειρίζονται αντικείμενα στον χώρο εργασίας. Ωστόσο αυτά είναι εξαιρέσεις για αυτόν που ασχολείται ερασιτεχνικά με τα robot. Έτσι τα robot περιέχουν συστήματα κίνησης που οδηγούνται από ένα κινητήρα που στρίβει, επιταχύνει ή γυρίζει ανάστροφα.

Οι τροχοί αποτελούν την πιο δημοφιλή μέθοδο για να παρέχουν στο robot κίνηση. Μπορεί να είναι οποιουδήποτε μεγέθους. Μέσου μεγέθους robot χρησιμοποιούν τροχούς με διάμετρο πάνω από 8 ή 9 ίντσες. Τα robot μπορούν να έχουν οποιοδήποτε αριθμό τροχών αν και ο πιο διαδεδομένος αριθμός είναι δυο.

Ένα μικρό ποσοστό από robot είναι σχεδιασμένο με πόδια. Υπάρχουν διάφορα προβλήματα που πρέπει να ξεπεραστούν. Το *πρώτο* είναι ο αριθμός ποδιών που απαιτείται προκειμένου να έχει ισορροπία. Το *δεύτερο*, ποια διάταξη θα χρησιμοποιηθεί ώστε να μετακινείται μπρος και πίσω. Το πιο δύσκολο όμως είναι πως θα γυρίσει το robot ώστε να κατευθυνθεί σε άλλο σημείο. Η καλύτερη επιλογή είναι ένα robot με έξι πόδια (τρία σε κάθε πλευρά). Προσφέρει τη μέγιστη σταθερότητα και μπορεί να στρίψει με μεγάλη άνεση.

Η ικανότητα στον χειρισμό των αντικειμένων έχει επιτρέψει στον άνθρωπο να χειρίζεται το περιβάλλον του. Χωρίς χέρια θα ήμασταν ανίκανοι να χειριστούμε αντικείμενα για να δημιουργήσουμε σπίτια, αυτοκίνητα ακόμη και robot! Φυσικά όλα τα ρομποτικά χέρια δεν έχουν σχεδιαστεί πάνω στο ανθρώπινο πρότυπο.

Μερικά χέρια είναι ολόκληρα robot από μόνα τους. Τα robot κατασκευής αυτοκινήτων είναι πραγματικά χέρια που μπορούν να μετακινηθούν σε οποιαδήποτε κατεύθυνση με μεγάλη ταχύτητα και ακρίβεια.

Αισθητήρια Συστήματα

Αν φανταζόμασταν ένα κόσμο χωρίς φως, ήχο, αφή, όσφρηση και γεύση σίγουρα δεν θα νιώθαμε ζωντανοί παρά αλλά σαν ένα ψυχρό αντικείμενο ίσως. Οι αισθήσεις είναι ένα αναπόσπαστο κομμάτι της ζωής μας.

Όσες περισσότερες αισθήσεις έχει ένα robot, τόσο μπορεί να επικοινωνεί με το περιβάλλον του. Αυτή η δυνατότητα αλληλεπίδρασης δημιουργεί robot που μπορεί να καταφέρει πιο ευφυή εργασίες. Η ευαισθησία στον ήχο είναι συνήθως αίσθηση που δίνεται στα robot. Ο λόγος είναι ότι είναι εύκολο να ανιχνευτεί με κατάλληλα κυκλώματα. Η ευαισθησία στο φως συναντιέται επίσης συχνά χρησιμοποιώντας αισθητήρες κυρίως υπέρυθρης ακτινοβολίας. Σε πολύ εξελιγμένα robot, αισθητήρες πίεσης προσαρμύζονται στα δάχτυλά του. Η οσμή και η γεύση δεν έχει εφαρμοστεί σε ρομποτικά συστήματα εκτός από την περίπτωση αισθητήριων αερίων που χρησιμοποιούνται για την εύρεση επικίνδυνων τοξικών αερίων.

Συσκευές Εξόδου

Οι συσκευές εξόδου είναι στοιχεία που παράγουν πληροφορίες από τα robot προς το εξωτερικό περιβάλλον. Μια συνηθισμένη συσκευή εξόδου είναι η οθόνη ή ακόμα και η φωτοδίοδος. Άλλο δημοφιλές σύστημα είναι το Speech Synthesizer. Το 1968 στην ταινία 2001: Space Odyssey, ο υπολογιστής HAL μιλάει χρησιμοποιώντας έναν speech synthesizer. Την εποχή που γυρίστηκε η ταινία αποτελούσε θέμα επιστημονικής φαντασίας, αλλά τώρα είναι ιδιαίτερα διαδεδομένο.

Έξυπνα ή 'χαζά' Ρομπότ

Υπάρχουν πολλά έξυπνα και πολλά 'χαζά' robot, αλλά η διαφορά δεν έχει να κάνει με την νοημοσύνη. Ακόμα και αν συνυπολογίσουμε την επιστήμη της τεχνητής νοημοσύνης, όλα τα αυτόνομα robot είναι ιδιαίτερα 'χαζά' άσχετα με τον ηλεκτρονικό εγκέφαλο που τα διευθύνει. *Η νοημοσύνη δεν είναι η ικανότητα μαθηματικών υπολογισμών αλλά η ικανότητα να κρίνεις, να αποφασίσεις πως θα πραγματοποιήσεις μια πράξη εξετάζοντας όλους τους επιμέρους παράγοντες και επιλέγοντας την καλύτερη σειρά ενεργειών, ακόμα και αν είναι μια νέα επιλογή.*

Τα Υλικά για την Κατασκευή Ρομπότ

- Αλουμίνιο

Αποτελεί το καλύτερο υλικό γιατί είναι ιδιαίτερα ισχυρό για το βάρος του. Είναι εύκολο στην κοπή χρησιμοποιώντας συνηθισμένα εργαλεία. Είναι ωστόσο λίγο ακριβό.

- Ατσάλι

Αν και χρησιμοποιείται είναι δύσκολο στην κοπή χωρίς ειδικά εργαλεία.

- Σίδηρος και Χαλκός.

Και τα δυο υλικά είναι ισχυρότερα και βαρύτερα από το αλουμίνιο. Το κόστος είναι αρκετά μικρό.

- Ξύλο

Τα πλεονεκτήματα του ξύλου είναι ότι μπορεί να κοπεί και να διαμορφωθεί εύκολα σε οποιοδήποτε σχήμα. Είναι κακός αγωγός του ηλεκτρισμού και υπάρχει παντού. Το μειονέκτημα είναι ότι οι συνηθισμένες κατασκευές είναι ιδιαίτερα ελαφρές με αποτέλεσμα να μην υπάρχει η απαιτούμενη σταθερότητα.

- Πλαστικό

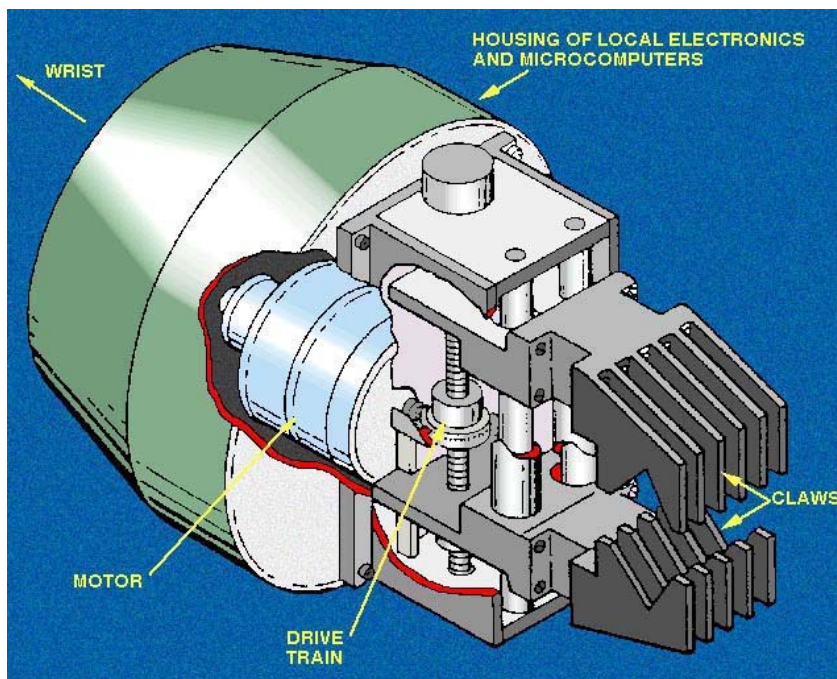
Τα πάντα χρησιμοποιούν πλαστικό σήμερα, ακόμα και τα robot. Το πλαστικό έχει μεγαλύτερη δύναμη από πολλά μέταλλα και είναι πιο εύκολο να εργαστεί κάποιος με το πλαστικό. Μπορεί να κοπεί, να πάρει συγκεκριμένο σχήμα και να κολληθεί.

Τα βασικά εξαρτήματα ενός ρομποτικού συστήματος

- οι μηχανικοί σύνδεσμοι
- κινητήρες και στοιχεία μετάδοσης κίνησης (γρανάζια, μάντες κτλ)
- αισθητήρες
- ελεγκτές (controllers)
- interface του χρήστη Χειριστήριο ή αναλόγιο ελέγχου.
- μονάδα μετατροπής ισχύος

Μηχανικοί σύνδεσμοι χειρισμού (Manipulator linkage)

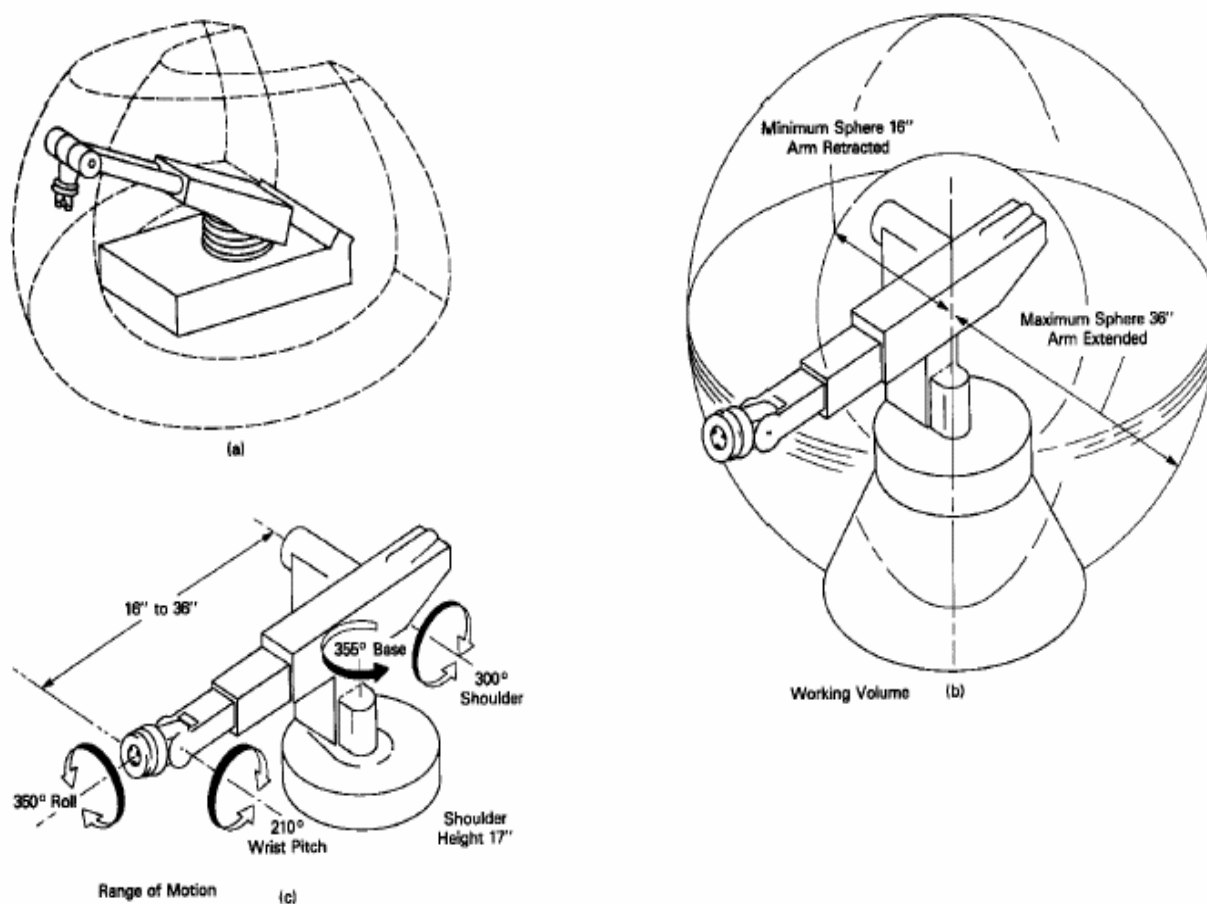
Αποτελούνται από ένα σύνολο άκαμπτων συνδέσεων που συνδέονται με τις αρθρώσεις. Οι αρθρώσεις είναι συνήθως περιστροφικές ή ολίσθησης. Ο τελευταίος κρίκος ή η πιο ακραία σύνδεση καλείται συσκευή επίδρασης τέλους (end effector), επειδή είναι αυτή η σύνδεση με την οποία το gripper ή ένα εργαλείο είναι συνημμένο (εικόνα 3).



Εικόνα 3: End Effector

Κινητήρες και στοιχεία μετάδοσης κίνησης

Ο χειριστής μπορεί γενικά να διαιρεθεί σε περιφερειακή δομή και προσανατολιστική δομή. Η περιφερειακή δομή αποτελείται γενικά από τις ενώσεις (και τις συνδέσεις μεταξύ τους) των οποίων η βασική λειτουργία είναι ο προσδιορισμός θέσης της συσκευής χειρισμού end effector. Αυτές είναι γενικά οι κεντρικές ενώσεις. Οι υπόλοιπες ακραίες ενώσεις είναι κυρίως αρμόδιες για τον προσανατολισμό της συσκευής end effector. Στην εικόνα 4 υπάρχει ένα παράδειγμα ενός βιομηχανικού ρομπότ του οποίου η περιφερειακή δομή παράγει έναν κατά προσέγγιση σφαιρικό χώρο εργασίας. Οι κινητήρες χρησιμοποιούνται για να οδηγήσουν τις αρθρώσεις του βραχίονα .



Εικόνα 4: Ένα Βιομηχανικό Ρομπότ με Σφαιρικό Χώρο Εργασίας

Κινητήρες μετάδοσης κίνησης

Η μετάδοση κίνησης γίνεται συνήθως γραμμικά ή περιστροφικά .Επίσης η μετάδοση κίνησης μπορεί να γίνει ηλεκτρικά, πνευματικά ή υδραυλικά. Συνήθως, οι κινητήρες ανταποκρίνονται καλύτερα σε υψηλές ταχύτητες, εφαρμογές μικρών φορτίων ενώ τα υδραυλικά συστήματα λειτουργούν καλύτερα στις αργόστροφες και υψηλές εφαρμογές φορτίων χαμηλής ταχύτητας και υψηλών απαιτήσεων σε δύναμη εφαρμογές. Τα πνευματικά συστήματα είναι παρόμοια με τα υδραυλικά εκτός από το ότι δεν χρησιμοποιούνται για μεγάλο ωφέλιμο φορτίο για μεγάλα φορτία. Εντούτοις,

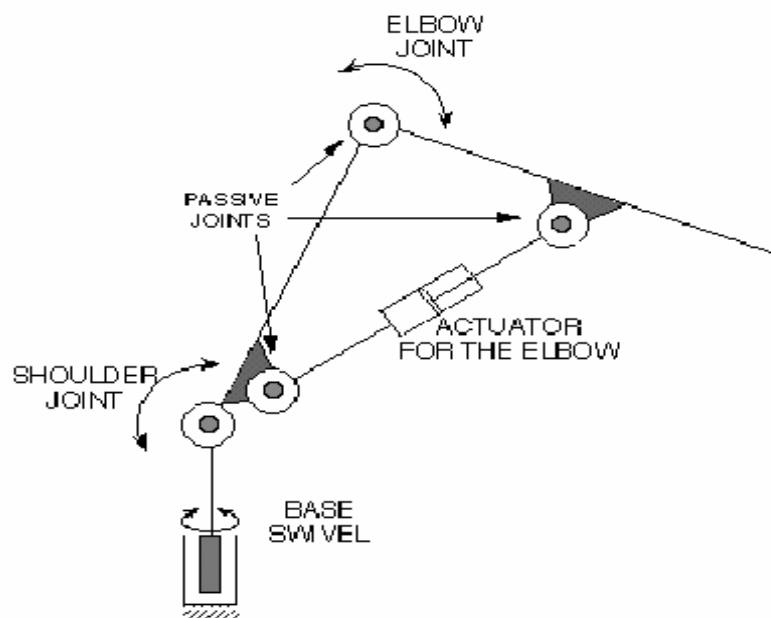
η μέγιστη πίεση είναι περίπου 100 psi. Σε αντίθεση, τα υδραυλικά συστήματα μπορούν να λειτουργήσουν σε πίεση 3000 psi.

Στοιχεία μετάδοσης κίνησης

Τα στοιχεία μετάδοσης κίνησης είναι τα εξαρτήματα αυτά μεταξύ των στοιχείων παραγωγής κίνησης και των αρθρώσεων του μηχανικού συνδέσμου. Χρησιμοποιούνται γενικά για τρεις λόγους:

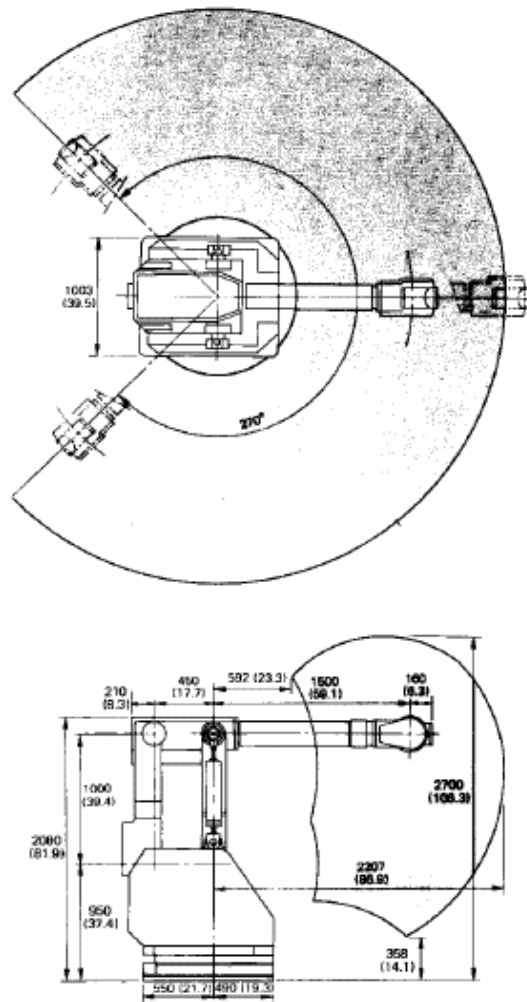
1. Συχνά η έξοδος των μονάδων παραγωγής κίνησης (actuators) δεν είναι άμεσα προσαρμοσμένη στους επιμέρους συνδέσμους των ρομπότ. Ένας μεγάλης ταχύτητας DC κινητήρας (πχ 3000 περιστροφές/λεπτό) μπορεί να μην είναι κατάλληλος να οδηγήσει ένα ρομπότ σε χαμηλότερες ταχύτητες. Εντούτοις, με την κατάλληλη χρήση γραναζιών ή συνδυασμό τροχαλιών με ιμάντες, η ταχύτητα μπορεί να μειωθεί σε 30 περιστροφές/λεπτό (1/2 περιστροφή ανά δευτερόλεπτο) που είναι ικανοποιητικά γρήγορη. Επιπλέον, η εκτιμημένη ροπή στις 3000 περιστροφές/λεπτό ενισχύεται κατά 100 φορές.

2. Η έξοδος των μονάδων παραγωγής κίνησης (actuators) μπορεί να είναι κινηματικά διαφορετική από την κίνηση του συνδέσμου. Παραδείγματος χάριν, στην εικόνα 5, ο γραμμικός actuator είναι κινηματικά διαφορετικός από την ένωση αρθρώσεων που οδηγεί. Κατά συνέπεια ο σύνδεσμος που αποτελείται από τις τρεις παθητικές ενώσεις και ο γραμμικός actuator μπορούν να θεωρηθούν ως ένα σύμπλεγμα μετάδοσης κίνησης που μετατρέπει τη γραμμική κίνηση του actuator στην περιστροφική κίνηση της ένωσης των αρθρώσεων.



Εικόνα 5: Περιληπτικός τρόπος κατασκευής για το Cincinnati Milacron T3 Ρομπότ

3. Οι actuators (κινητήρες στην περίπτωση ηλεκτρικών συστημάτων) είναι συνήθως μεγάλοι και με βάρος και συχνά δεν είναι πρακτικό να τοποθετηθούν στην ένωση των αρθρώσεων. Πρώτον, οι μεγάλοι κινητήρες έχουν μεγάλη αδράνεια και είναι δυσκολότερο να κινηθούν στο χώρο από τις συνδέσεις που περιλαμβάνουν το μηχανικό σύνδεσμο. Έτσι είναι αναπόφευκτο να τοποθετηθούν σε μια σταθερή βάση. Δεύτερον, λόγω του μεγέθους τους, μπορούν να εμποδίσουν την κίνηση μιας ή περισσότερων συνδέσεων του ρομπότ. Κατά συνέπεια, δεν είναι ασυνήθιστο να χρησιμοποιηθούν τροχαλίες ή γρανάζια που μεταδίδουν την κίνηση από τον κινητήρα στην άρθρωση κατά μήκος μιας μεγάλης απόστασης. Ένα παράδειγμα των όσων προαναφέρθηκαν παρουσιάζεται στην εικόνα 6. Αυτή η τεχνική μετάδοσης κίνησης επιτρέπει στις μονάδες παραγωγής κίνησης (πχ κινητήρες) να τοποθετηθούν στην βάση (σε αντιδιαστολή με την τοποθέτησή τους στο κινούμενο αντιβράχιο ή τον ανώτερο βραχίονα) μειώνοντας έτσι την αδράνεια και το βάρος του ανώτερου βραχίονα.



Εικόνα 6: Ένα Βιομηχανικό Ρομπότ με Μετάδοση Κίνησης από Απόσταση

Αισθητήρες

Προκειμένου να ελεγχθεί ένα ρομπότ, είναι απαραίτητο να είναι γνωστή η θέση κάθε άρθρωσης στο μηχανικό σύνδεσμο. Επομένως είναι απαραίτητο να οργανωθούν οι συνδετικοί κρίκοι του ρομπότ με αισθητήρες θέσης (κωδικοποιητές, ποτενσιόμετρα, resolvers, κλπ.).

Οι αισθητήρες ταχύτητας (π.χ., ταχύμετρα) και οι αισθητήρες επιτάχυνσης μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν χρησιμοποιούνται επίσης. Εκτός από τη θέση, μπορεί να είναι απαραίτητο να είναι γνωστές οι ασκούμενες δυνάμεις στο end effector ή απλά οι ροπές/οι δυνάμεις που ασκούνται από κάθε actuator. Αισθητήρες δύναμης/ροπής έξι αξόνων που τοποθετούνται μεταξύ του gripper και του ακραίου συνδέσμου μετρούν τις δυνάμεις που ασκούνται στο gripper.

Οι αισθητήρες πίεσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να μετρήσουν την δύναμη που ασκείται από έναν υδραυλικό ή πνευματικό actuator. Επιπλέον, το ρομποτικό σύστημα μπορεί να ελεγχθεί χρησιμοποιώντας τις πληροφορίες από τους αισθητήρες όρασης (κάμερες, ανιχνευτές λέιζερ), τους ακουστικούς αισθητήρες (ultrasonic ranging system) ή τους αισθητήρες αφής (οπτικούς ή πίεσης).

Ελεγκτής

Ο ελεγκτής παρέχει τη νοημοσύνη που είναι απαραίτητη να ελέγξει το ρομποτικό σύστημα. Προσδιορίζει τις πληροφορίες που λαμβάνει από τους αισθητήρες και υπολογίζει τις εντολές ελέγχου που πρέπει να σταλούν στις μονάδες παραγωγής κίνησης (actuators) για να πραγματοποιήσουν την προσδιορισμένη στοιχειώδη εργασία. Περιλαμβάνει γενικά:

- μνήμη για να καταχωρήσει το πρόγραμμα ελέγχου και την κατάσταση του ρομποτικού συστήματος όπως λαμβάνεται από τους αισθητήρες
- την κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU)
- κατάλληλο υλικό ελέγχου για να διασυνδέσει τον ελεγκτή με τα εξωτερικά μέρη (αισθητήρες, κινητήρες, drivers κτλ)
- το απαραίτητο hardware που θα επιτρέψει στο χειριστή του συστήματος την γενική εποπτεία αυτού (User interface)

User Interface

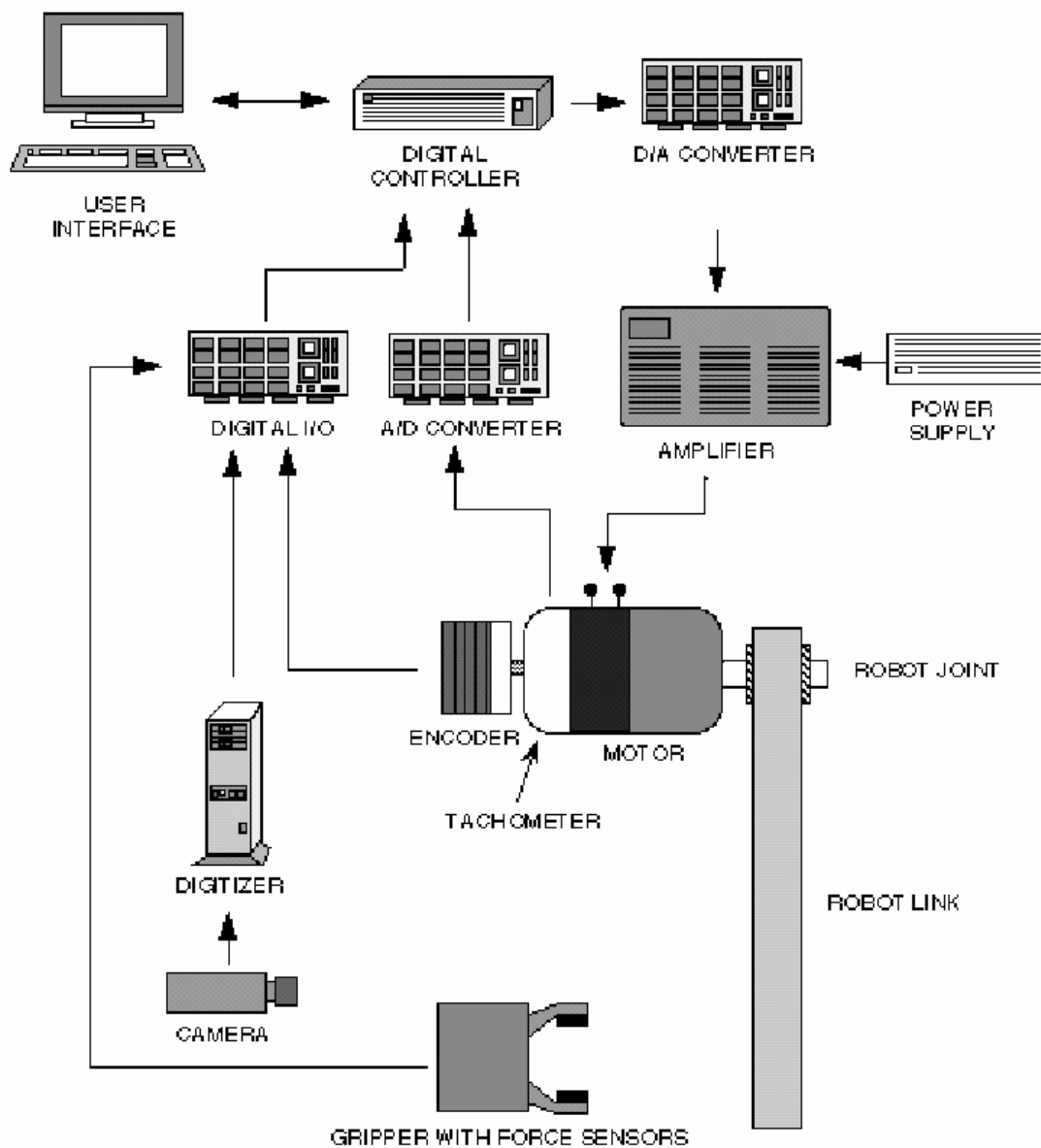
Το interface αυτό επιτρέπει στο χρήστη να επιτηρήσει ή να ελέγξει τη λειτουργία του ρομπότ. Πρέπει να έχει ένα display που να εμφανίζει τη θέση του συστήματος. Πρέπει επίσης να έχει μια συσκευή εισόδου που να επιτρέπει στο χειριστή να εισαγάγει τις εντολές στο ρομπότ. Το interface αυτό μπορεί να είναι για παράδειγμα ένας προσωπικός υπολογιστής με το κατάλληλο λογισμικό.

Η Μονάδα Μετατροπής Ισχύος

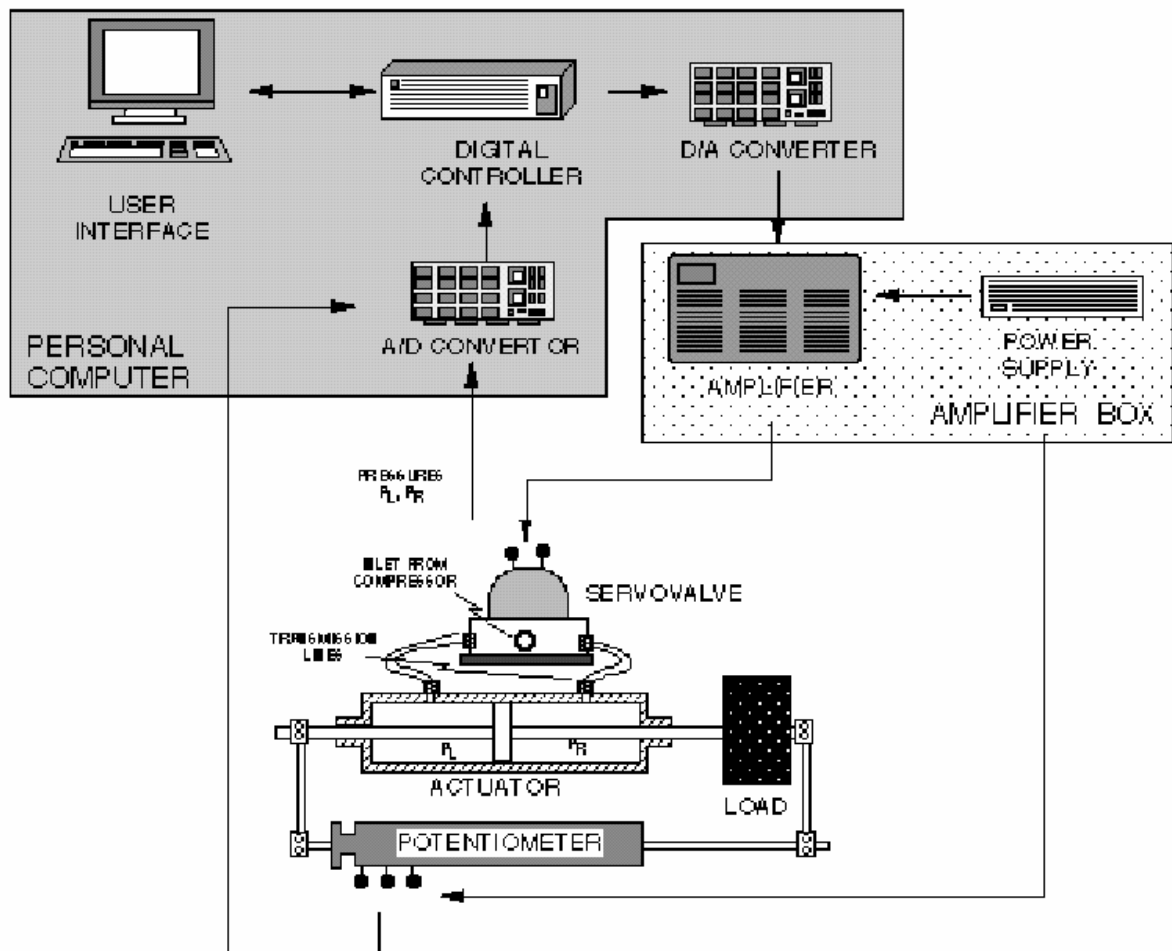
Η μονάδα μετατροπής ισχύος λαμβάνει τις εντολές που εκδίδονται από τον ελεγκτή που μπορεί να είναι χαμηλή ισχύς ή ακόμα και ψηφιακά σήματα και τις μετατρέπει στα υψηλά αναλογικά σήματα ισχύος που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να οδηγήσουν τα driver των κινητήρων. Παραδείγματος χάριν, για ένα ηλεκτρικό κινητήρα αυτή η μονάδα μετατροπής ισχύος μπορεί να αποτελεστεί από έναν ψηφιακό σε αναλογικό μεταλλάκτη μετατροπέα (d/a converter) και έναν ενισχυτή.

Για ένα πνευματικό σύστημα, αυτό μπορεί να αποτελέσει από έναν συμπιεστή, τις κατάλληλες βαλβίδες (servovalves) για τη ρύθμιση της ροής του αέρα, ένα ενισχυτή και ένα d/a converter. Για ένα υδραυλικό ρομπότ, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μια αντλία και ένα δοχείο ψύξης αντί ενός συμπιεστή. Δείτε τις σχηματικές αναπαραστάσεις στις εικόνες 7 και 8 των ελεγκτών για ένα ηλεκτρικό και πνευματικό ρομπωτικό σύστημα.

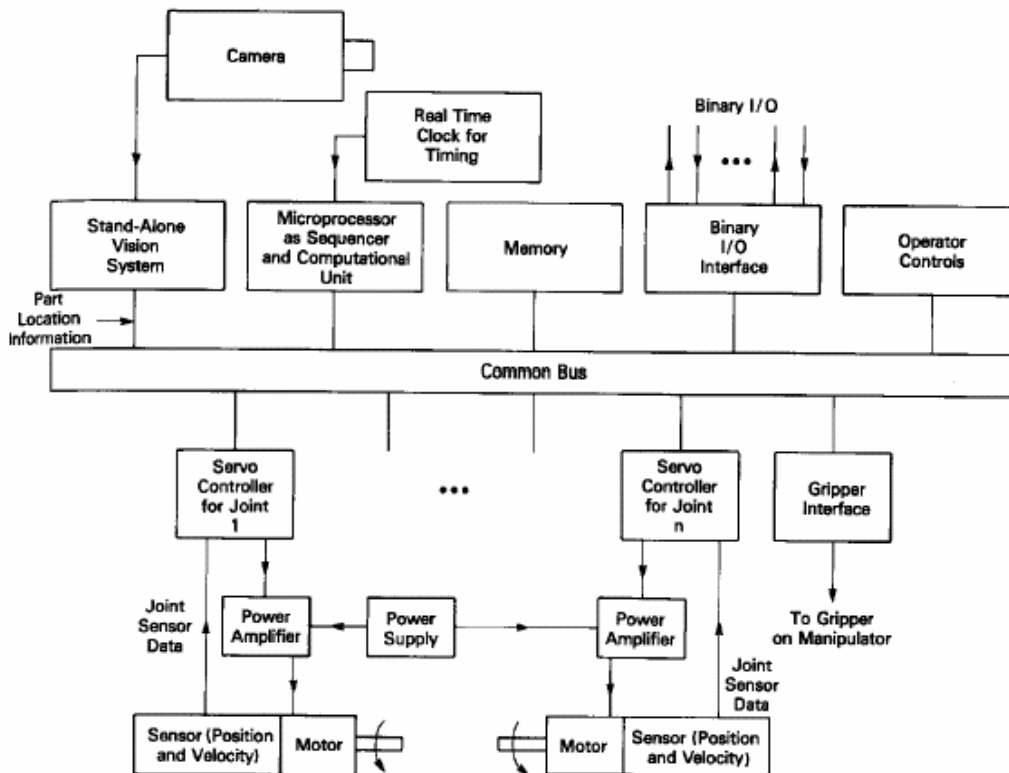
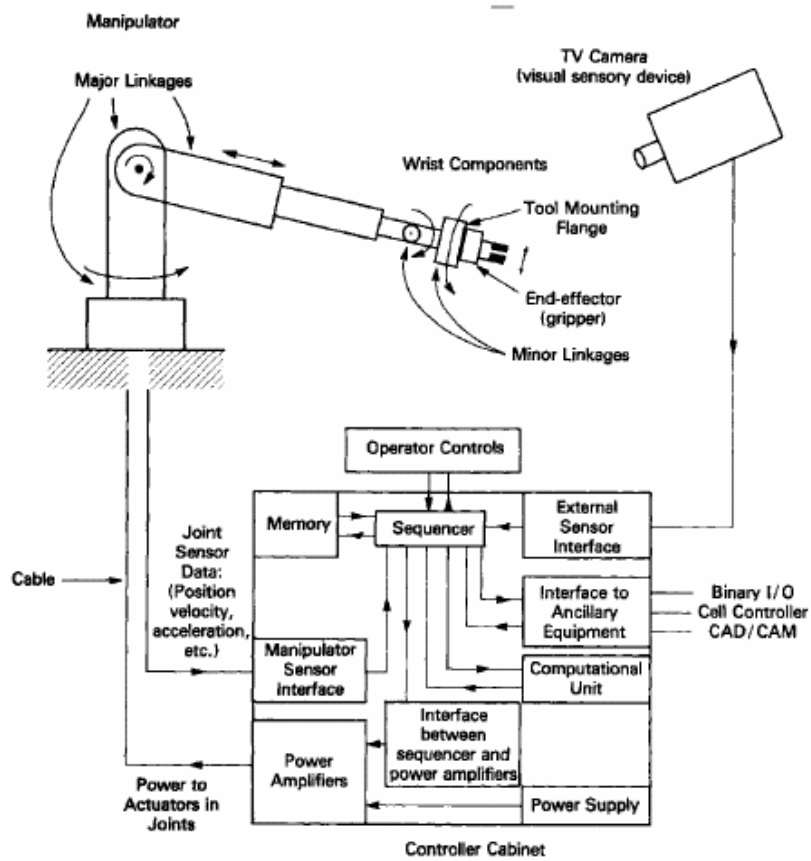
Μια πιθανή εφαρμογή ενός ελεγκτή ρομπότ εμφανίζεται στην εικόνα 9.



Εικόνα 7: Το βασικό block διάγραμμα ενός περιστρεφόμενου μέρους με τη χρήση ενός dc κινητήρα



Εικόνα 8: Το βασικό block διάγραμμα ενός συνδέσμου ολίσθησης με χρήση βαλβίδων (πνευματικό σύστημα)



Εικόνα 9: Μία πιθανή εφαρμογή ενός ηλεκτρική Ρομπότ

Βιομηχανικές Εφαρμογές των Ρομποτικών Συστημάτων

Η ανάγκη για τα βιομηχανικά ρομπότ (για τον αυτοματισμό της παραγωγής) εμφανίζεται να οδηγείται πρωτίστως από την έλλειψη της εργασίας και το κόστος της εργασίας. Ενώ μόνο η Ιαπωνία έχει αγκαλιάσει τη ρομποτική κατά τρόπο δυναμικό, φαινόταν ότι είναι μόνο θέμα χρόνου να ακολουθήσουν άλλα βιομηχανοποιημένα έθνη το παράδειγμα της Ιαπωνίας. Εντούτοις, υπάρχουν εφαρμογές σε επικίνδυνα περιβάλλοντα στα οποία είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθούν τα ρομπότ (παραδείγματος χάριν, στο διάστημα, πυρηνικές εγκαταστάσεις) ή είναι επίσης επικίνδυνο να χρησιμοποιηθούν οι άνθρωποι (παραδείγματος χάριν, στρατιωτικές διαδικασίες). Υπάρχουν άλλες εφαρμογές όπου απαιτούνται ικανότητες που οι άνθρωποι απλά δεν έχουν (παραδείγματος χάριν, σε συγκεκριμένες χειρουργικές επεμβάσεις). Μερικές από αυτές τις εφαρμογές περιγράφονται εν' συντομία παρακάτω:

Ρομποτική Στο Διάστημα

Η εξερεύνηση του διαστήματος χρειάζεται την ανθρώπινη νοημοσύνη αλλά δεν χρειάζεται τη φυσική παρουσία ανθρώπινων σωμάτων. Σε γενικές γραμμές, οι άνθρωποι χειριστές στη γη μπορούν να ελέγξουν τα μερικώς αυτόνομα οχήματα στο φεγγάρι ή σε απόμακρους πλανήτες (εικόνα 10).



Εικόνα 10

Επικίνδυνο Περιβάλλον

Χρησιμοποίηση της ρομποτικής για αυτοματισμό της παραγωγής εκρηκτικών υλικών και για την αποσυναρμολόγηση ραδιενεργού ή τοξικού εξοπλισμού. Το αμερικανικό ναυτικό προσπαθεί να χρησιμοποιήσει την τεχνολογία ρομποτικής για την ανίχνευση και εξουδετέρωση ναρκών (εικόνα 11).



Εικόνα 11

Εικονική Πραγματικότητα

Τα συστήματα εικονικής πραγματικότητας (προσομοιωτές) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατάρτιση και την εκπαίδευση των ανθρώπων. Ένα σημαντικό εξάρτημα αυτών των συστημάτων είναι το haptic interface, το οποίο επιτρέπει στο χρήστη να αισθανθεί το εικονικό περιβάλλον και να ασκήσει δυνάμεις σε αυτό. Κατά συνέπεια ένα εικονικό σύστημα πραγματικότητας είναι ένα ρομπότ συν τα υψηλής ευκρίνειας displays.

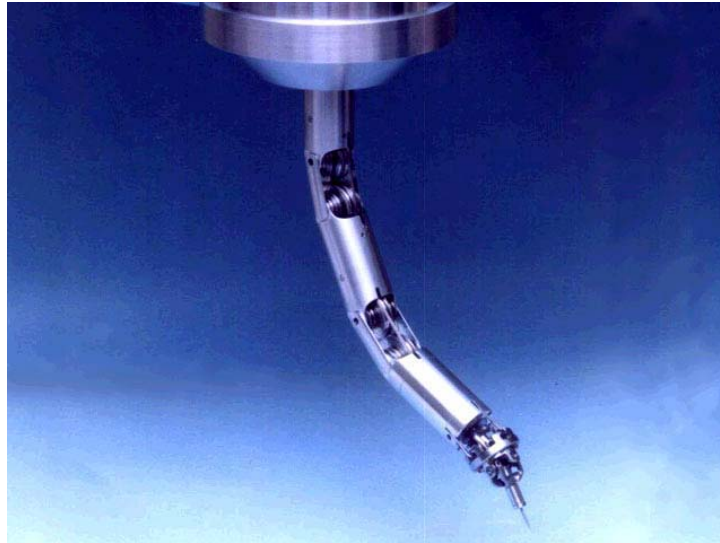
Αυτοκινητόδρομοι

Τα αυτοκίνητα εξοπλίζονται με όλο και περισσότερο περίπλοκους αισθητήρες, συστήματα ναυσιπλοΐας και ελεγκτές. Το πρόγραμμα IVHS (ΗΠΑ) στοχεύει στην οικοδόμηση ενός ευφυούς συστήματος εθνικών οδών στο οποίο οι διαδικασίες όπως η αλλαγή λωρίδας και η έξοδος από τον αυτοκινητόδρομο μπορούν να αυτοματοποιηθούν έτσι ώστε ο ανθρώπινος οδηγός να ενεργεί μόνο με (έναν) οπτικό τρόπο. Η συντήρηση και η κατασκευή αυτοκινητόδρομων είναι επίσης περιοχές όπου τα ρομποτικά συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για αυτοματοποίηση. Εντούτοις, υπάρχουν πολλές εφαρμογές στη βιομηχανία υπηρεσιών όπου η ρομποτική αναμένεται να διαδραματίσει έναν σημαντικό ρόλο και σύμφωνα με κάποιες απόψεις "η ρομποτική υπηρεσιών θα ξεπεράσει σίγουρα τη βιομηχανική ρομποτική". Μερικές πιθανές περιοχές εφαρμογής στη βιομηχανία υπηρεσίας είναι:

Ιατρική Ρομποτική

Στην ρομπότ-βοηθούμενη χειρουργική επέμβαση ο χειρουργός κατευθύνει το ρομπότ για να κάνει ελεγχόμενες, μεγάλης ακρίβειας τομές με πολύ μεγαλύτερη ακρίβεια από ένα χειρουργό. Η πιο πρόσφατη πρόοδος στη λαπαροσκοπική χειρουργική επέμβαση περιλαμβάνει την παρεμβολή ενός μικροϋπολογιστή-ρομπότ μέσω μιας μικρής τομής στο σώμα και τηλεχειρισμός αυτού για να εκτελέσει τη

χειρουργική επέμβαση, το ράψιμο, κλπ. Τώρα η Ιαπωνία και η Ευρώπη έχουν τα ενεργά ερευνητικά προγράμματα σε αυτήν την περιοχή (εικόνα 12).



Εικόνα 12

Προσωπική Φροντίδα για Ανήμπορους Ανθρώπους

Υπάρχουν πολλές βοηθητικές συσκευές για ανθρώπους με ειδικά προβλήματα. Τα ρομπότ μπορούν να είναι βοηθοί με τη χρησιμοποίησή τους ως βραχίονες για παραπληγικούς. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να προσκομίσουν τα έγγραφα ή να πάρουν τηλέφωνο. Σε ένα σπίτι, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ωθήσουν τις ανοικτές πόρτες, να φέρουν νερό από μια βρύση και να πάρουν τα απορρίμματα από το πάτωμα. Δεδομένου ότι ένας ανθρώπινος χρήστης ελέγχει το προσωπικό ρομπότ, η ανάγκη του ρομπότ για νοημοσύνη είναι περιορισμένη (εικόνα 13).

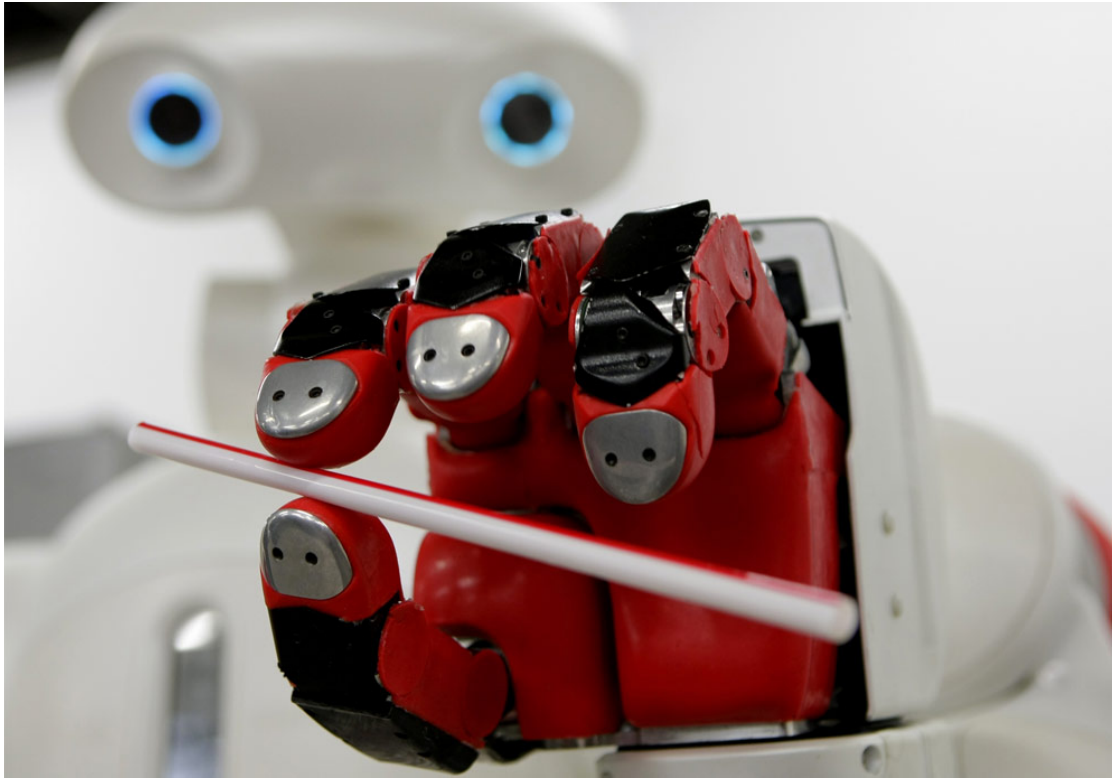


Εικόνα 13

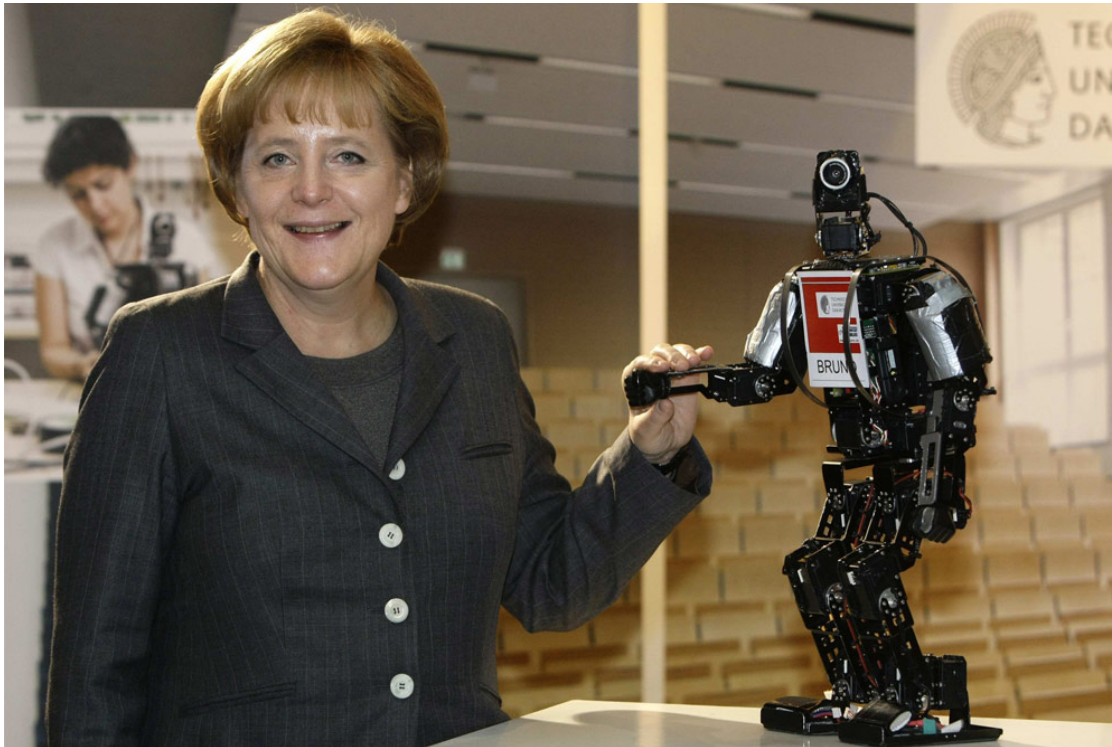
Ψυχαγωγία

Η χρήση των ρομπότ στη ψυχαγωγία είναι μια γρήγορα αυξανόμενη αγορά που τροφοδοτείται από την αύξηση των πάρκων θεάματος. Στα πάρκα της Disney, τα ρομπότ χρησιμοποιούνται για να δημιουργήσουν κινούμενα γραφικά.

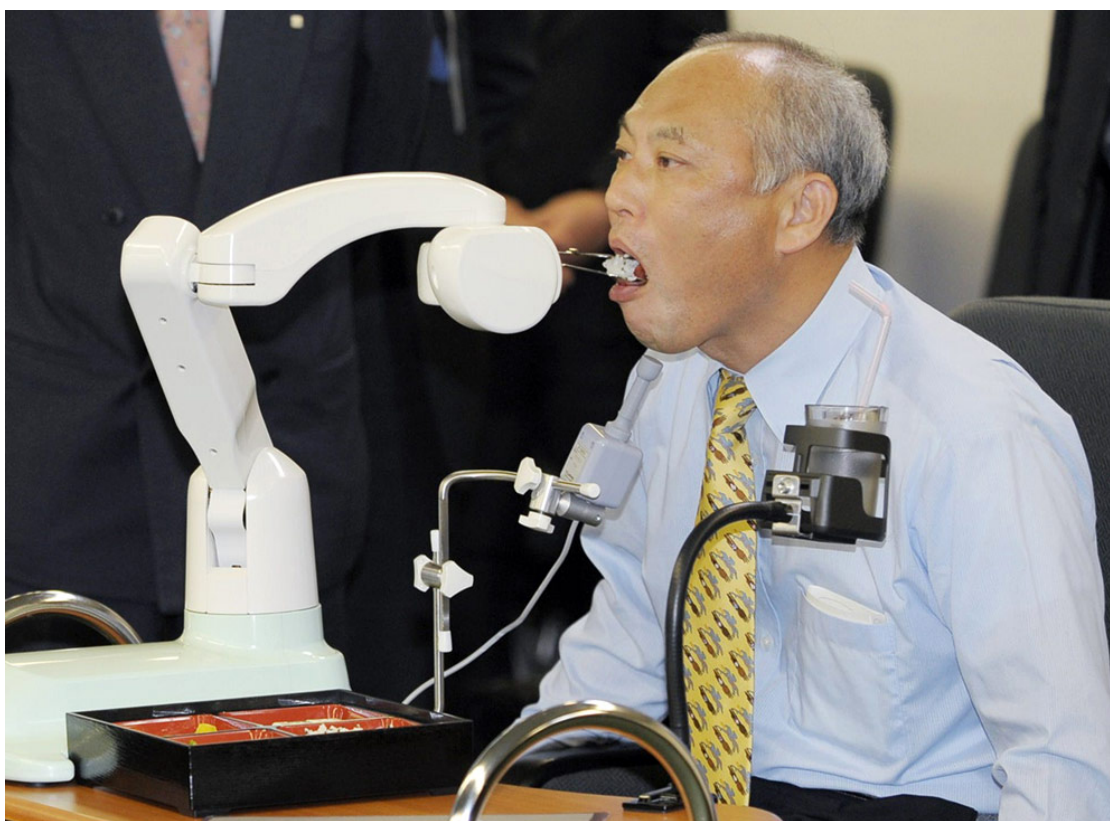
Η Ρομποτική Στην Καθημερινή Ζωή του Ανθρώπου



Ρομποτική – Μία νέα συνεργασία με τον άνθρωπο στον τομέα των Πανεπιστημίων



Ρομποτική – Αναβάθμιση της ποιότητας ζωής – Βοήθεια σε παραπληγικούς



Ρομποτική – Πολύτιμο χέρι βοήθειας στην Ιατρική



Το ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΣ διάσημο Da Vinci



Διπλή Ρομποτική Επέμβαση σε παιδί στην Ελλάδα – 24/12/09

Με απόλυτη επιτυχία πραγματοποιήθηκε η πρώτη Διεθνώς σε παιδί (ένα 11χρονο αγόρι) διπλή ρομποτική επέμβαση σπληνεκτομής και χολοκυστεκτομής στο Ιατρικό Κέντρο Αθηνών από τον χειρουργό Δρ. Κ. Μ. Κωνσταντινίδη και την ομάδα του.

Ρομποτική – Παροχή Υπηρεσιών στον Στρατό



Βοήθεια στην εξουδετέρωση Ναρκών



Ρομποτική – Χέρι Βοηθείας στην Εγκληματικότητα



Ρομποτική και Βιομηχανική Παραγωγή



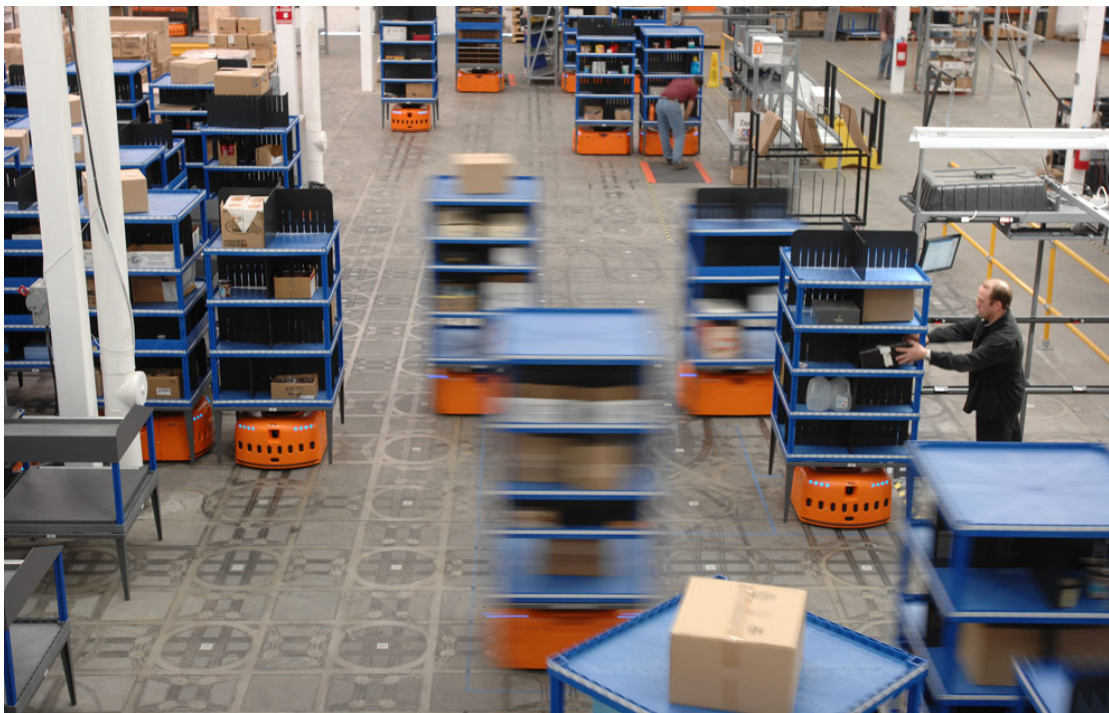
Ρομποτική και Ψυχαγωγία



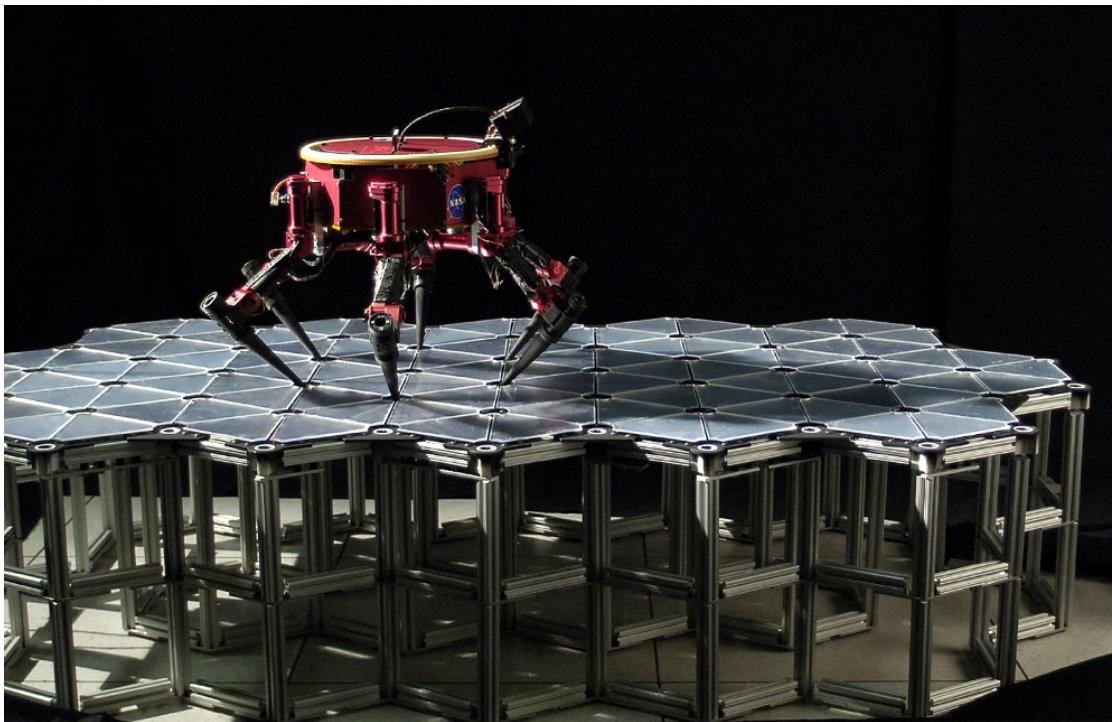
Οικιακή Βοήθεια – Υπακοή σε κάθε ανθρώπινη εντολή



Ρομποτική – Οικιακή Βοήθεια – Ταχτοποίηση προϊόντων σε εργοστάζια



Ρομποτική για ερευνητικούς σκοπούς





Ρομποτική – Αναπόφευκτη παρουσία σε κάθε χώρο στο άμεσο μέλλον



Η καθημερινή και άμεση χρήση των ρομποτικών συστημάτων θα μας οδηγήσει στα **8 θαύματα της επιστήμης**:



2012: Διαστημικός Τουρισμός
2015: Τηλεϊατρική
2021: Τεχνητή Νοημοσύνη
2022: Εναλλακτική Ενέργεια

2014: Ευφυή Αυτοκίνητα
2020: Δύναμη της Σκέψης
2022: Έξυπνα Ρομπότ
2024: Θεραπεία Καρκίνου

ΠΟΥ ΕΜΦΑΝΙΖΕΤΑΙ Η LEGO MINDSTORMS ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Τα Mindstorms είναι μια γραμμή παραγωγής από τη LEGO που μας επιτρέπει να σχεδιάζουμε και να προγραμματίζουμε πραγματικά ρομπότ να κινούνται, να ενεργούν και να σκέφτονται από μόνα τους. Με τα Mindstorms μπορούμε να κατασκευάσουμε ένα πλήθος κατασκευών εκμεταλευόμενοι τους αισθητήρες που μας παρέχονται.

Τα LEGO Mindstorms έχουν μια ιστορία σχεδόν 15 ετών. Είναι το αποτέλεσμα μιας **συνεργασίας** μεταξύ της **LEGO** και του ιδρύματος τεχνολογίας της Μασαχουσέτης (**MIT**). Η καρδιά αυτού του συστήματος είναι το RCX (Robotic Control X), ένας αυτόνομος μικροελεγκτής που μπορεί να προγραμματιστεί χρησιμοποιώντας ένα PC. Το RCX χρησιμεύει ως ο εγκέφαλος των εφευρέσεων LEGO MINDSTORMS. Χρησιμοποιεί τους αισθητήρες που μας παρέχουν τα Mindstorms ως είσοδο από το περιβάλλον του, επεξεργάζεται αυτά τα στοιχεία, και με βάση αυτά δίνει κίνηση στους κινητήρες.



Το RCX

Οι χρήστες χτίζουν αρχικά το ρομπότ τους χρησιμοποιώντας τα κομμάτια LEGO και το RCX. Κατόπιν δημιουργούν ένα πρόγραμμα της αρεσκείας τους χρησιμοποιώντας όποια διαθέσιμοι γλώσσα θέλουν (Robolab, NQC ή LEJOS, εμείς θα ασχοληθούμε μόνο με τη γλώσσα LEJOS) και το φορτώνουν στο RCX χρησιμοποιώντας μια ειδική υπέρυθη συσκευή αποστολής σημάτων. Η δημιουργία τους μπορεί τώρα να αλληλεπιδράσει με το περιβάλλον, πλήρως αυτόνομα. Η επικοινωνία γίνεται με τη βοήθεια του υπέρυθρου φωτός. Ένας υπέρυθρος αισθητήρας συνδέεται σε σειριακή θύρα ή σε θύρα USB. Μια ασύρματη σύνδεση με το ίδιο το RCX επιτρέπει στο να κινηθεί ελεύθερα, ειδικά ως τμήμα της κίνησης των οχημάτων ρομπότ.



Η επικοινωνία μεταξύ PC και RCX

Το RCX έχει τρεις θύρες εισόδου για αισθητήρες (π.χ. αισθητήρα αφής ή αισθητήρα φωτός) και τρεις θύρες εξόδου (π.χ. για τους κινητήρες ή για τα λαμπάκια).

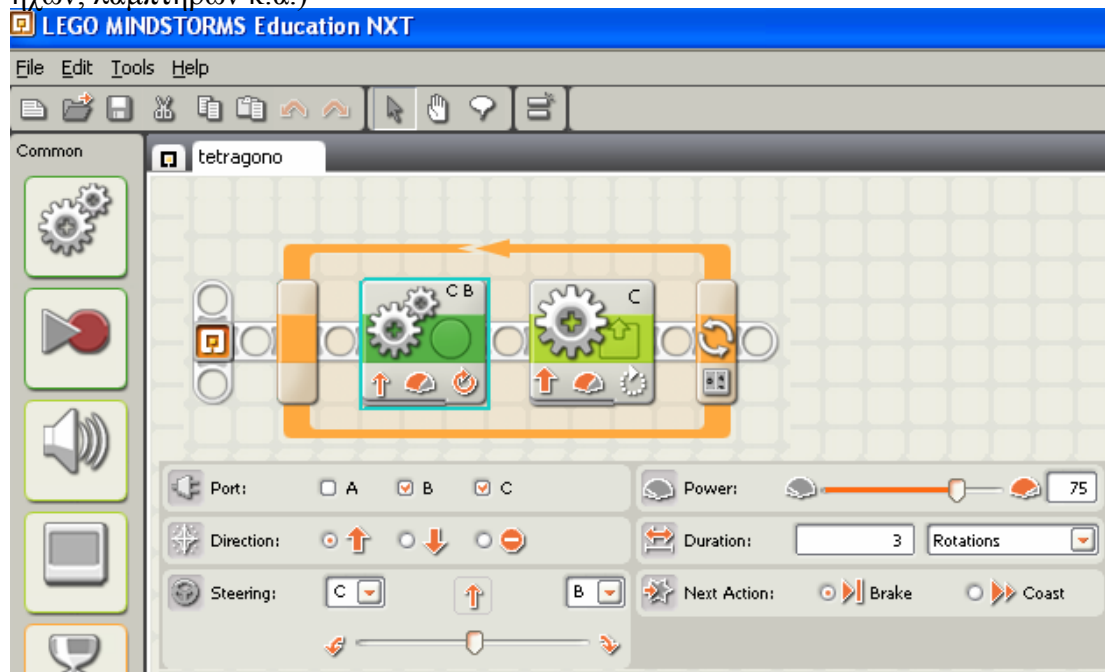


Τα Τεχνολογικά Εργαλεία
(Σύνδεση Παρελθόντος με το Σήμερα)

Η ιδέα των προγραμματιζόμενων ρομποτικών κατασκευών ξεκίνησε με τη χελώνα της Logo από τα τέλη της δεκαετίας του '60. Οι χελώνες αυτές συνδέονταν με τον υπολογιστή με ένα καλώδιο και μπορούσαν να κινούνται στο πάτωμα ανάλογα με τις εντολές που λάμβαναν. Σήμερα ποικιλία δομικών στοιχείων και ηλεκτρονικών εξαρτημάτων χρησιμοποιούνται για τη σύνθεση ρομποτικών κατασκευών, ενώ η ανάγκη της αυτονομίας των κατασκευών από τον υπολογιστή οδήγησε στη χρήση

προγραμματιζόμενων κύβων με ενσωματωμένους μικροεπεξεργαστές. Το σύστημα LEGO Mindstorms NXT (<http://www.legomindstorms.com>) προσφέρει ένα ευφύες ελεγχόμενο από υπολογιστή «τούβλο» LEGO, που αποτελεί τον εγκέφαλο του εκπαιδευτικού ρομπότ του LEGO MINDSTORMS, διαδραστικούς κινητήρες, ηχητικούς, υπερηχητικούς και άλλους αισθητήρες, καθώς και μια μεγάλη συλλογή υλικών κατασκευής («τουβλάκια», γρανάτζια, τροχαλίες, άξονες κλπ) που δομούνται γύρω ή πάνω στον μικροεπεξεργαστή.

Το σύστημα Mindstorms προσφέρει επίσης ένα σύνθετο γραφικό περιβάλλον προγραμματισμού (http://mindstorms.lego.com/Overview/NXT_Software.aspx), που δίνει τη δυνατότητα δημιουργίας προγραμματιζόμενων «συμπεριφορών» για τις μηχανικές κατασκευές. Οι προγραμματιζόμενες «συμπεριφορές» μεταβιβάζονται από τον Η/Υ στη μηχανική κατασκευή μέσω σύνδεσης USB ή Bluetooth μεταξύ του Η/Υ και του μικροεπεξεργαστή των μηχανικών κατασκευών. Το εκπαιδευτικό λογισμικό LEGO MINDSTORMS Education NXT βασίζεται στη χρήση εικονιδίων και είναι μια εκπαιδευτική έκδοση του επαγγελματικού λογισμικού LabVIEW του National Instruments, λογισμικό που χρησιμοποιούν παγκοσμίως επιστήμονες και μηχανικοί, προκειμένου να σχεδιάσουν, να ελέγξουν και να δοκιμάσουν προϊόντα και συστήματα. Το λογισμικό έχει μια διαισθητική διεπαφή “σύρε και άφησε” (drag and drop) και ένα γραφικό προγραμματιστικό περιβάλλον, το οποίο καθιστά την εφαρμογή προσιτή για έναν αρχάριο, αλλά και εξίσου δυναμική για έναν εξειδικευμένο χρήστη. Οι παλέτες προγραμματισμού προσφέρουν όλα τα blocks προγραμματισμού που απαιτούνται για να δημιουργηθούν τα προγράμματα. Κάθε block προγραμματισμού περιλαμβάνει τις οδηγίες που το NXT μπορεί να ερμηνεύσει. Ένα πρόγραμμα δημιουργείται με συνδυασμό διαφορετικών blocks. Τα διαθέσιμα εικονίδια – blocks περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων **block κίνησης** (κάνουν τα ρομπότ να κινούνται), **block αναμονής** (κάνουν το ρομπότ να περιμένει για την ενεργοποίηση των αισθητήρων του ή για τη λήξη ενός οριζόμενου χρονικού διαστήματος), **block επανάληψης (Loop)** (το ρομπότ επαναλαμβάνει την ίδια συμπεριφορά όσες φορές ορίσουμε ή μέχρι να ενεργοποιηθεί κάποιος αισθητήρας), **block επιλογής (Switch block)** (επιτρέπουν στο ρομπότ να παίρνει τις δικές του αποφάσεις). Η πλήρης παλέτα εικονιδίων περιλαμβάνει blocks δράσης που επιτρέπουν τον έλεγχο διάφορων εξωτερικών συσκευών (διαδραστικού κινητήρα, ήχων, λαμπτήρων κ.ά.)



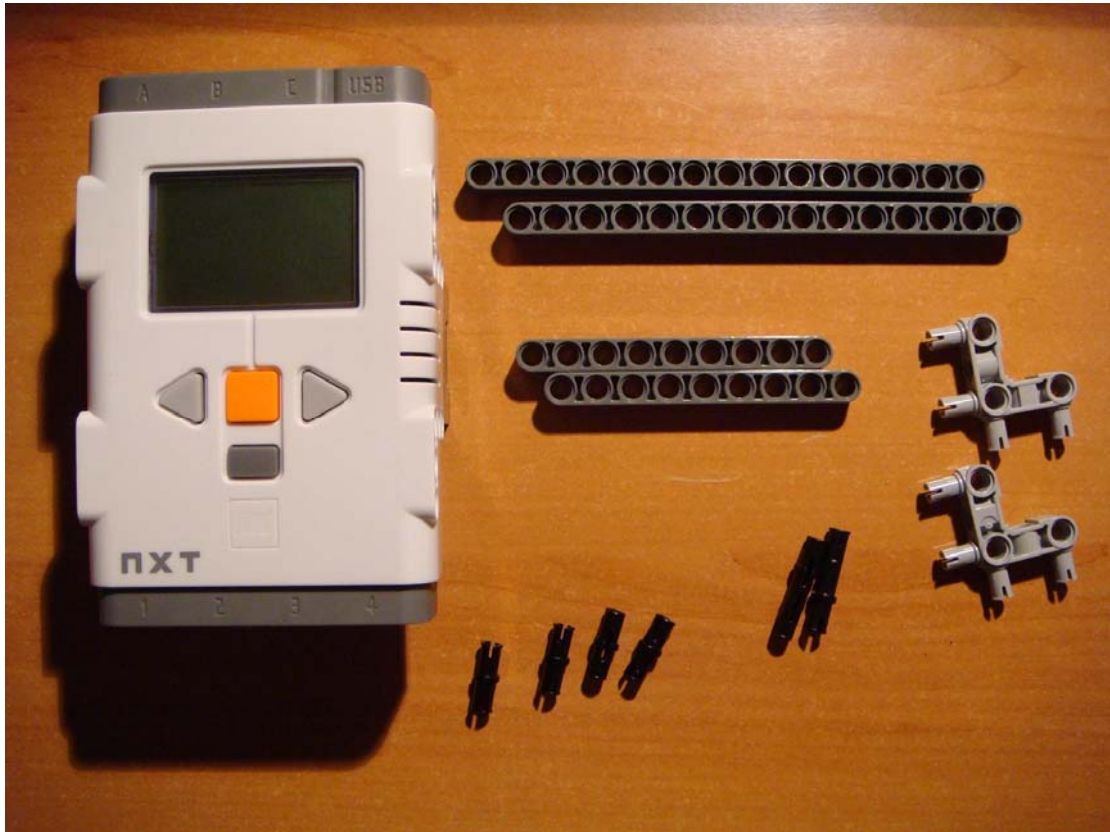
Τα blocks ροής επιτρέπουν τη δημιουργία σύνθετων συμπεριφορών. Περιλαμβάνουν τον έλεγχο για την επανάληψη, την αναμονή και τις συνθήκες μεταβλητών, για τη διακοπή συμπεριφοράς ή τον καθορισμό μιας λογικής σειράς σε ένα πρόγραμμα και τη λήψη αποφάσεων για τον προγραμματισμό αντιδράσεων σε καθορισμένες τιμές των αισθητήρων.

Τέλος το πρόγραμμα προσφέρει «Τα δικά μου blocks» (My Blocks) με τα οποία ο χρήστης μπορεί να αποθηκεύσει ένα δικό του πρόγραμμα ως ένα μοναδικό block, που μπορεί να το ξαναχρησιμοποιήσει σε άλλο πρόγραμμα. Κάθε block προγραμματισμού έχει έναν πίνακα διαμόρφωσης, μέσω του οποίου μπορούν να γίνονται ρυθμίσεις και επιλέγονται παράμετροι που επιτρέπουν τον έλεγχο της συμπεριφοράς του block (π.χ. αλλάζοντας την ισχύ στο block κίνησης μπορούμε να κάνουμε το ρομπότ να κινηθεί ταχύτερα).

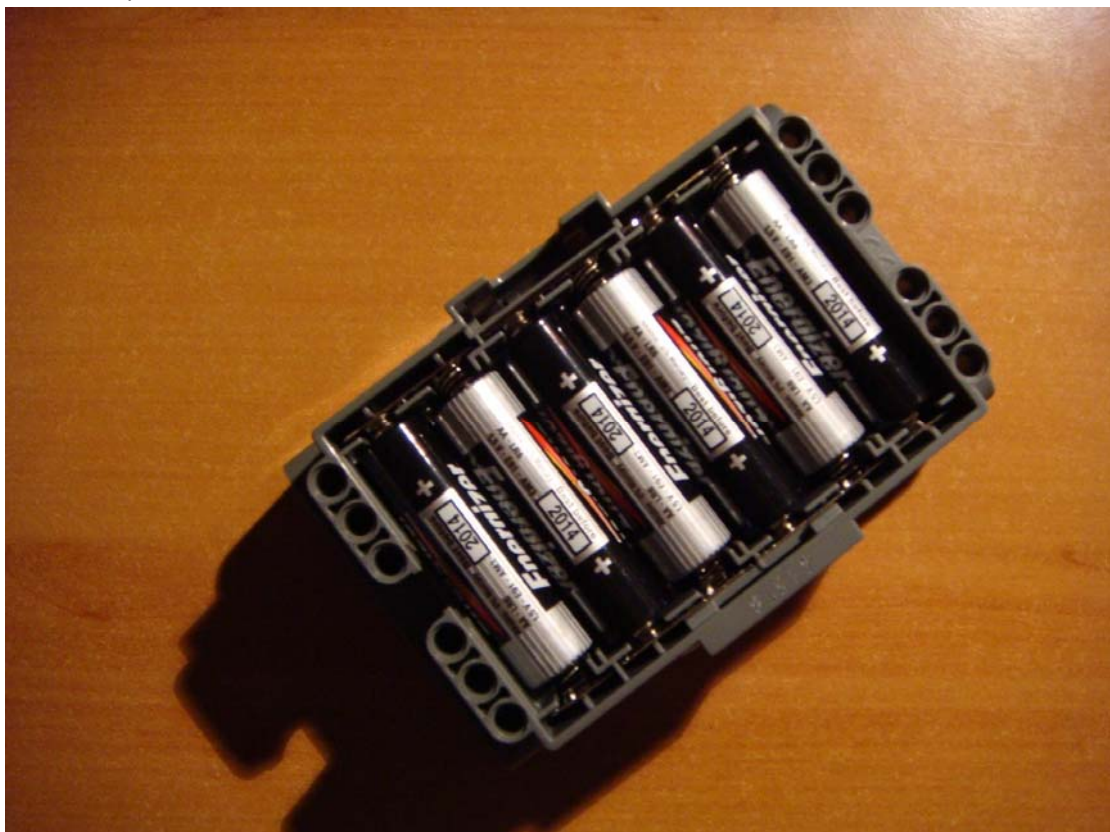
ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ
ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ
(Βήμα προς Βήμα – Κατασκευή)

Παρακάτω δίνονται ένα προς ένα τα βήματα για την κατασκευή του Ρομπότ

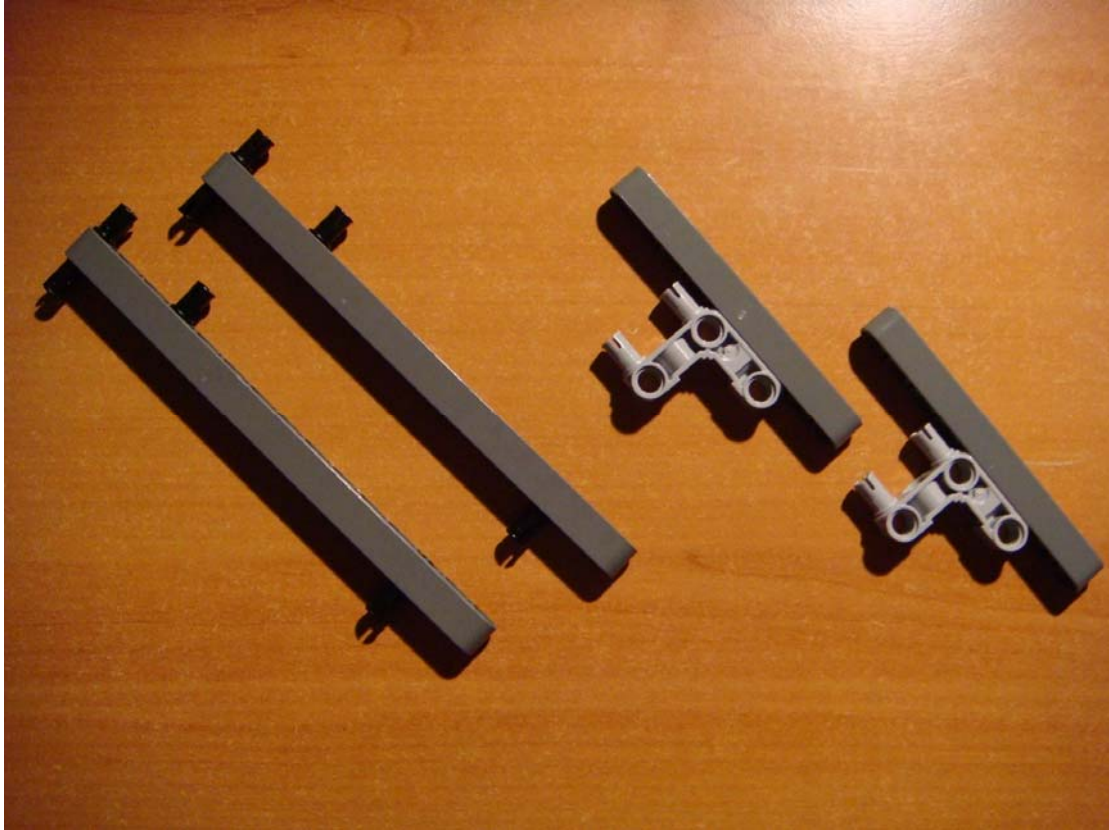
ΒΗΜΑ 1.



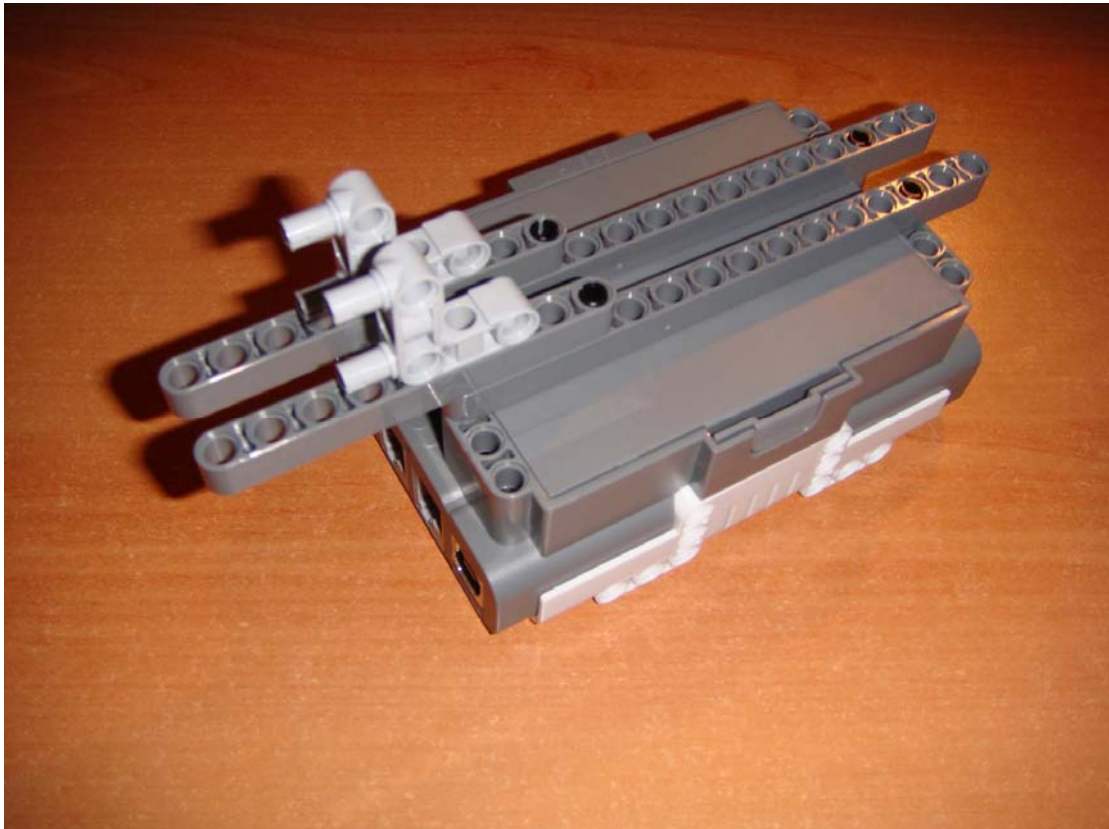
ΒΗΜΑ 2.



BHMA 3.



BHMA 4.



BHMA 5.



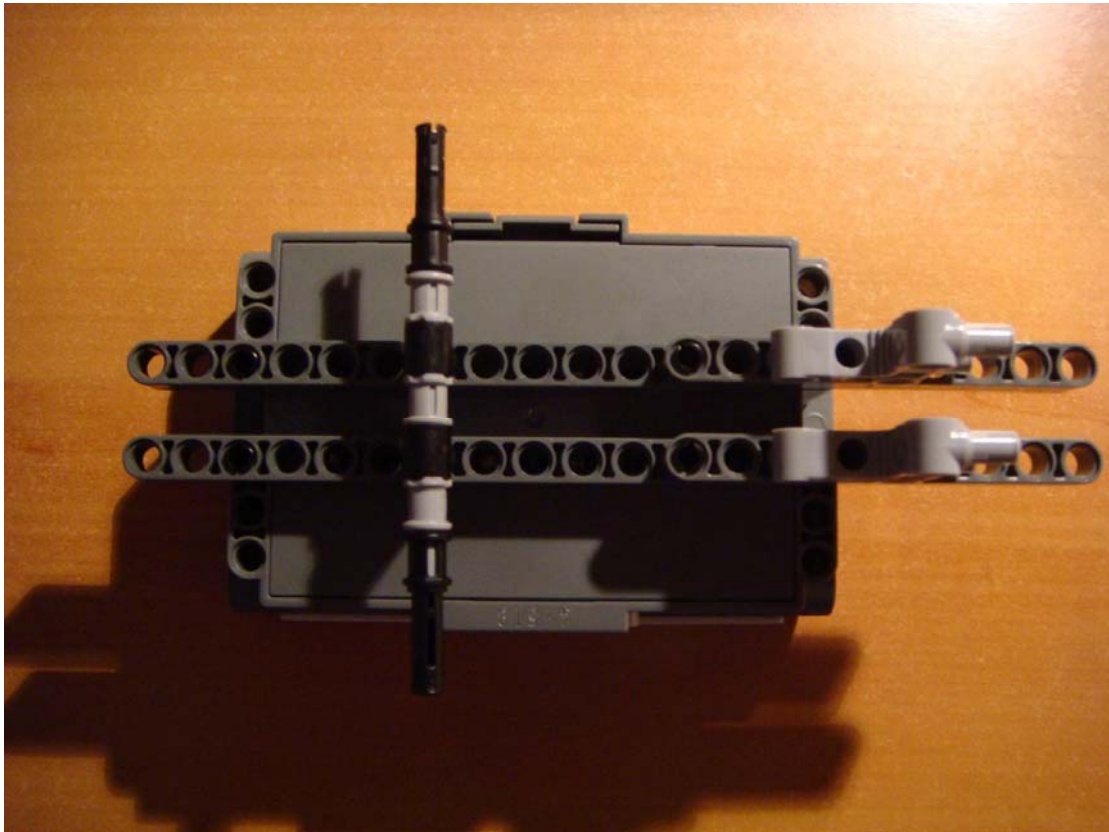
BHMA 6.



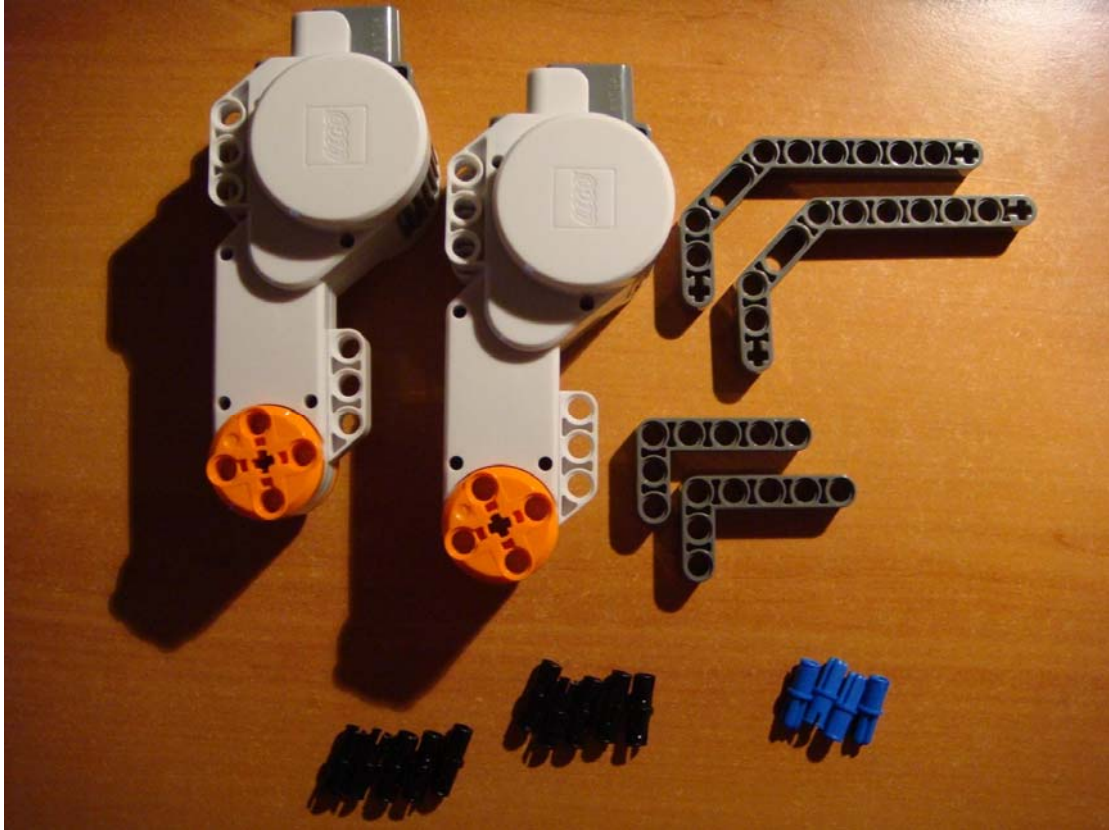
BHMA 7.



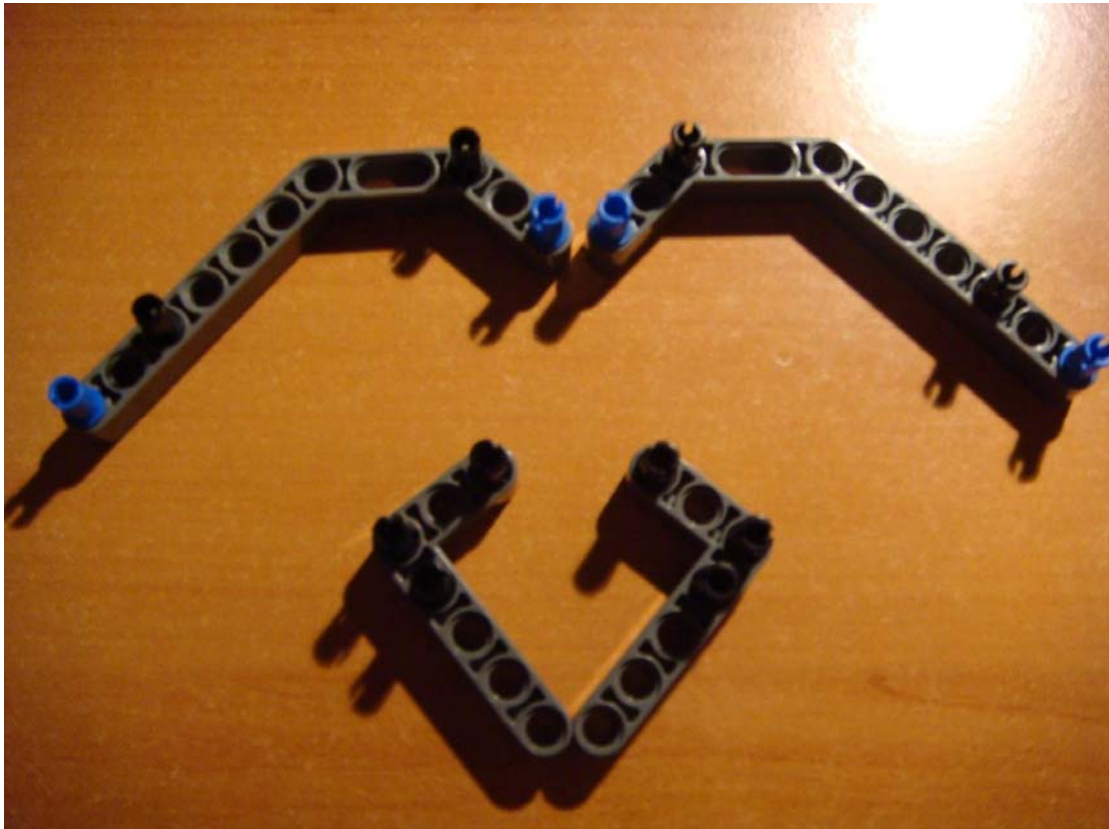
BHMA 8.



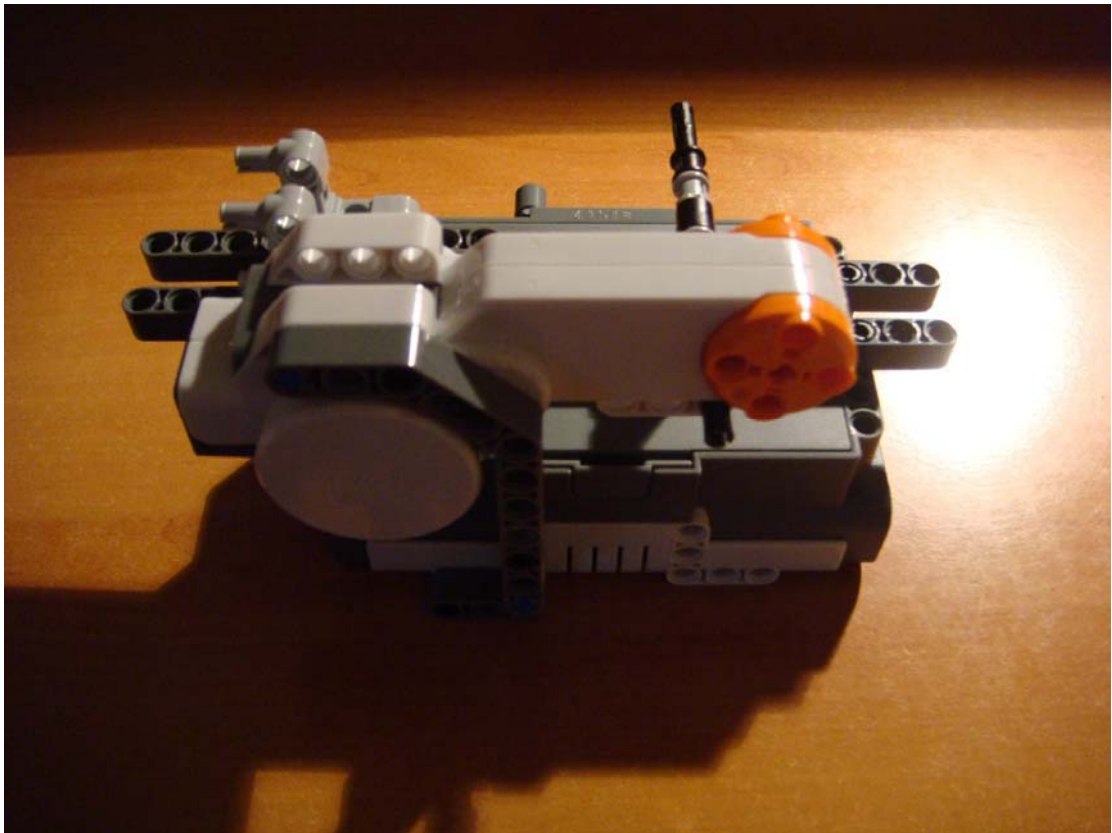
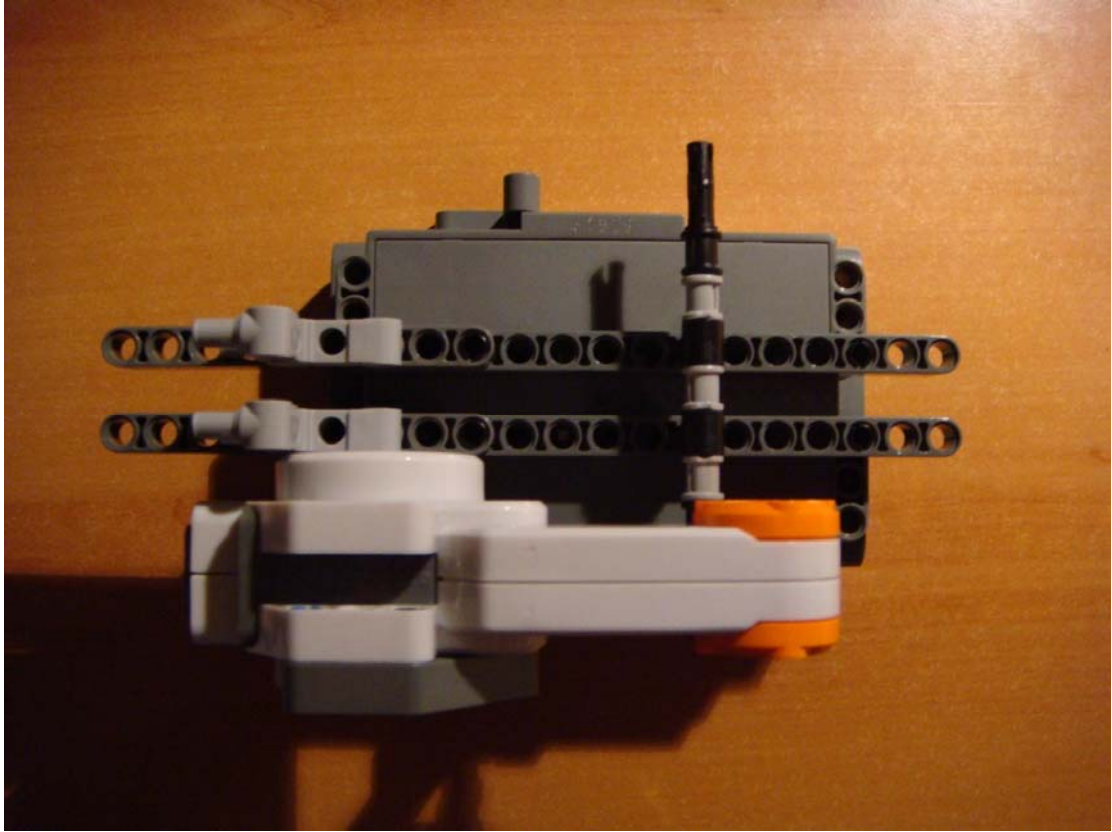
BHMA 9.



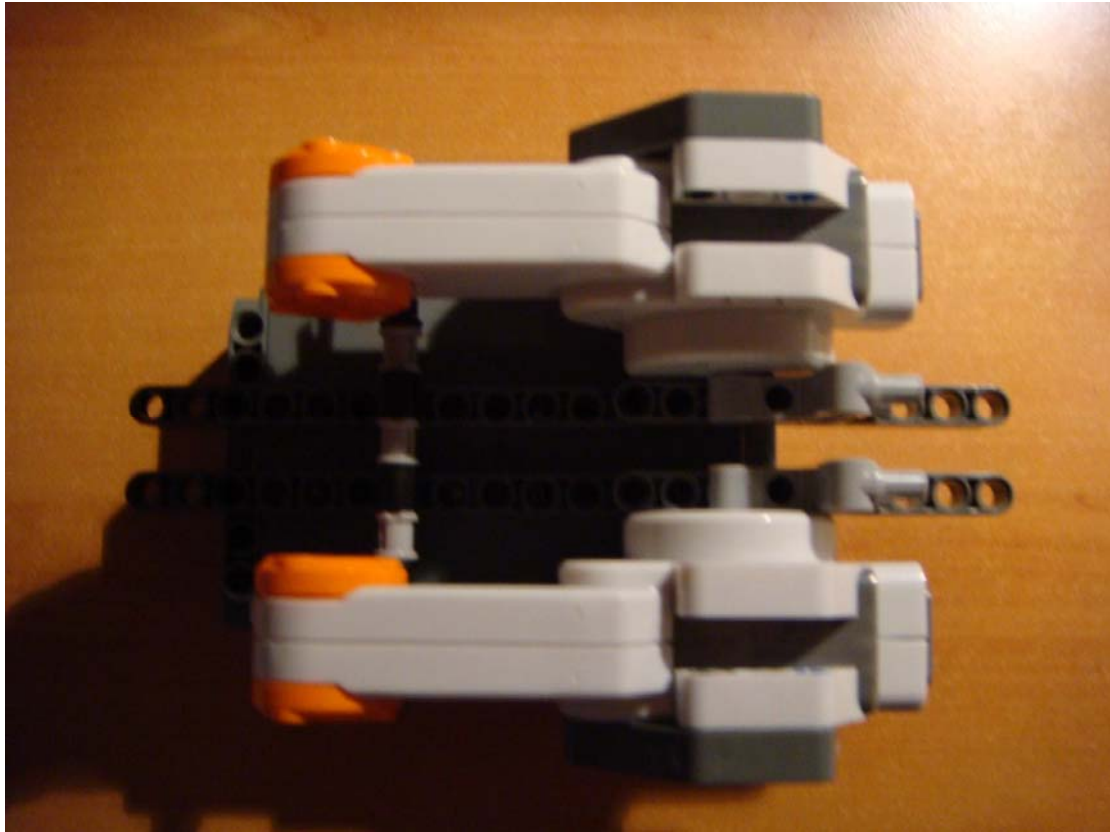
BHMA 10.



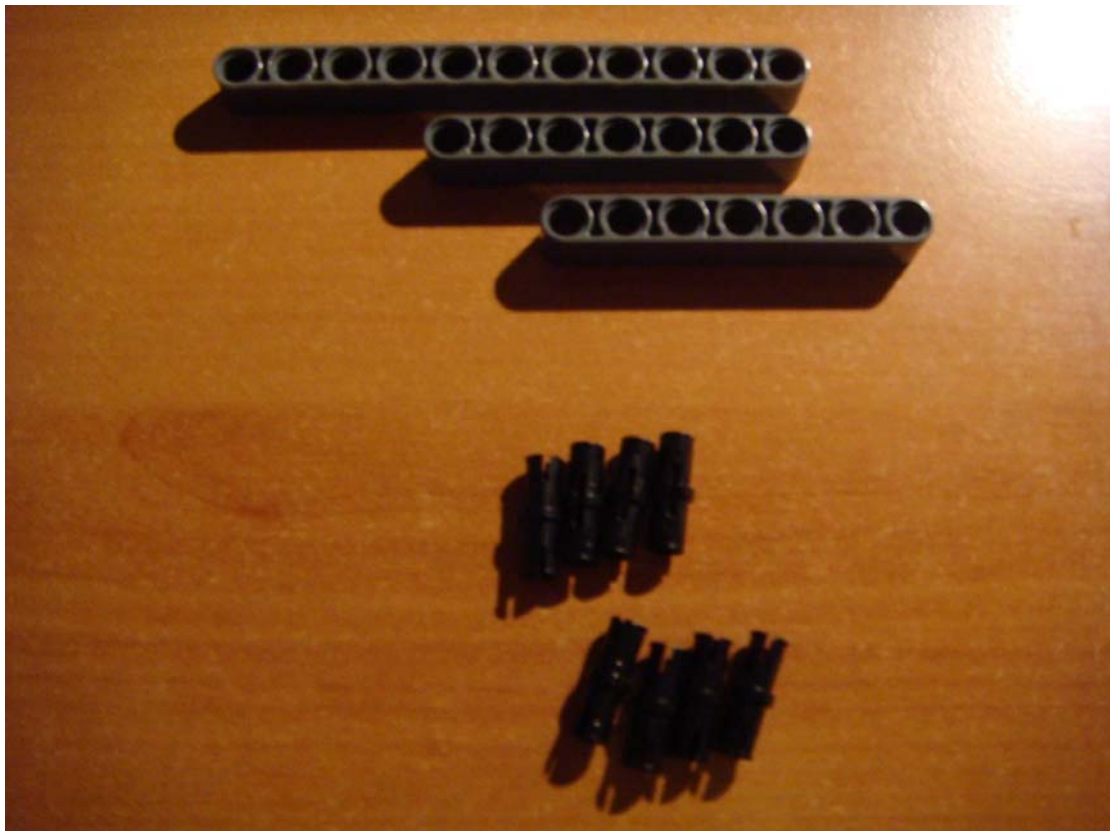
BHMA 11.



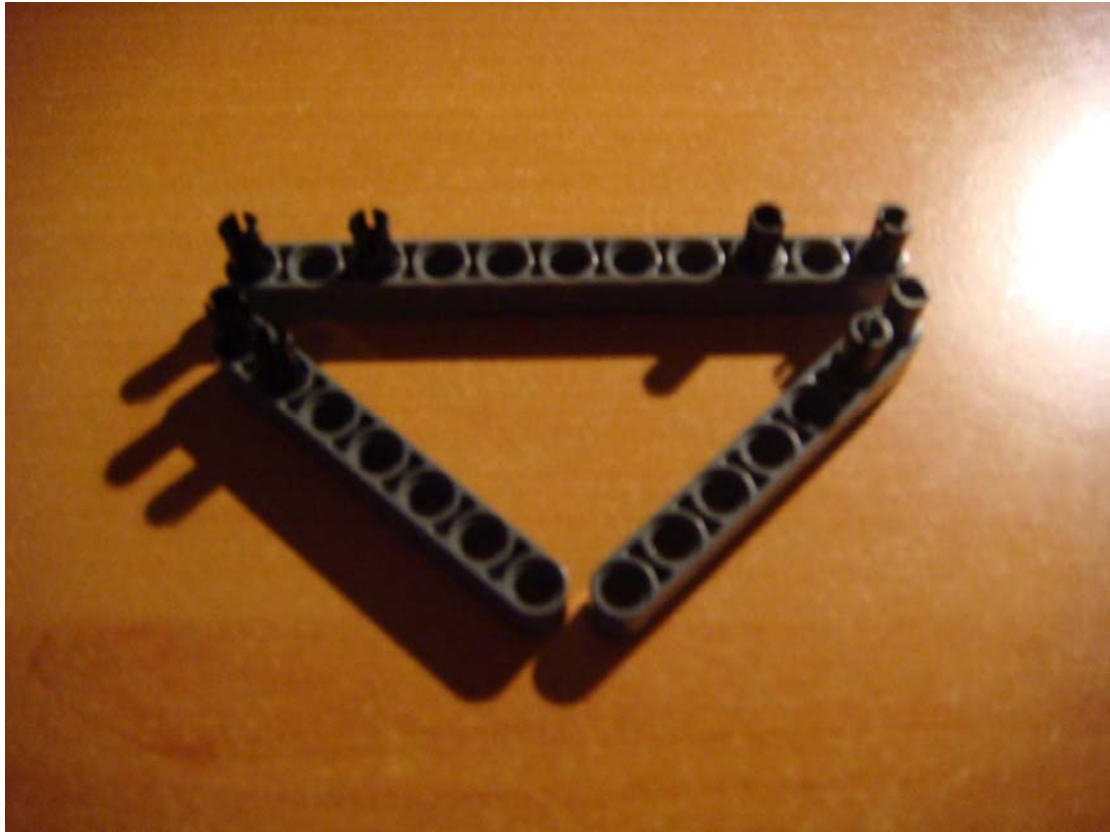
BHMA 12.



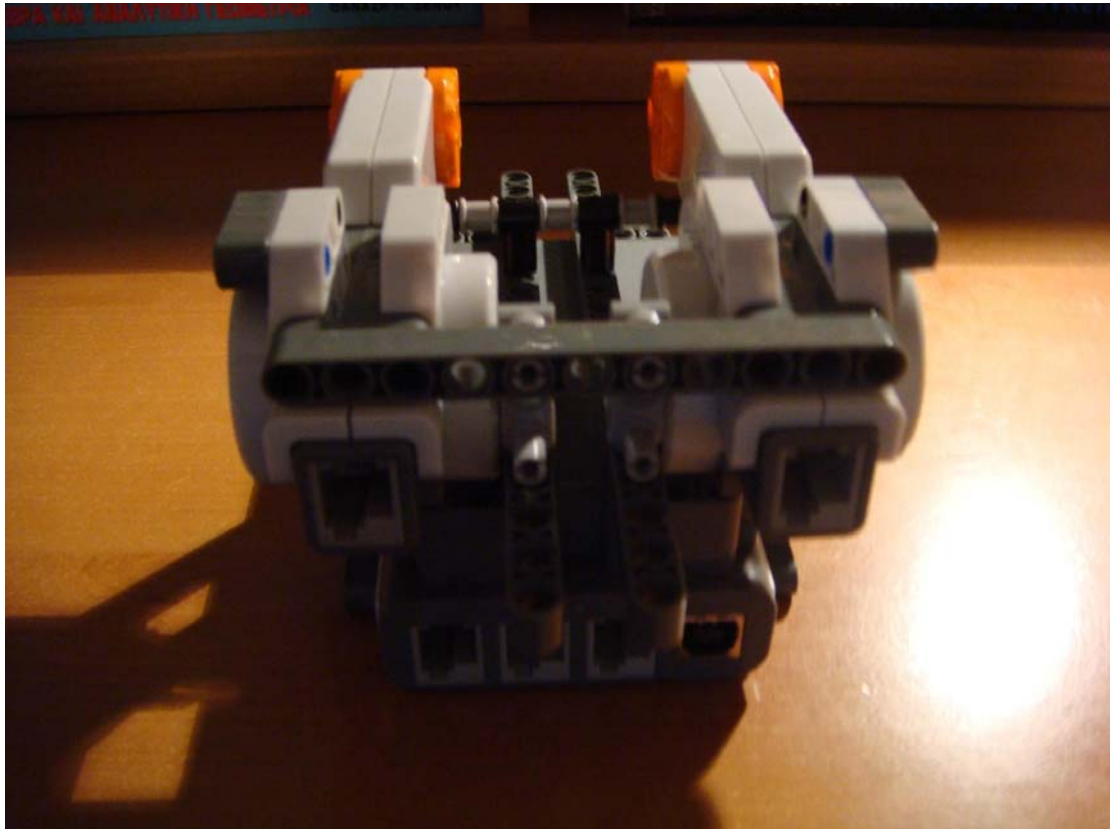
BHMA 13.

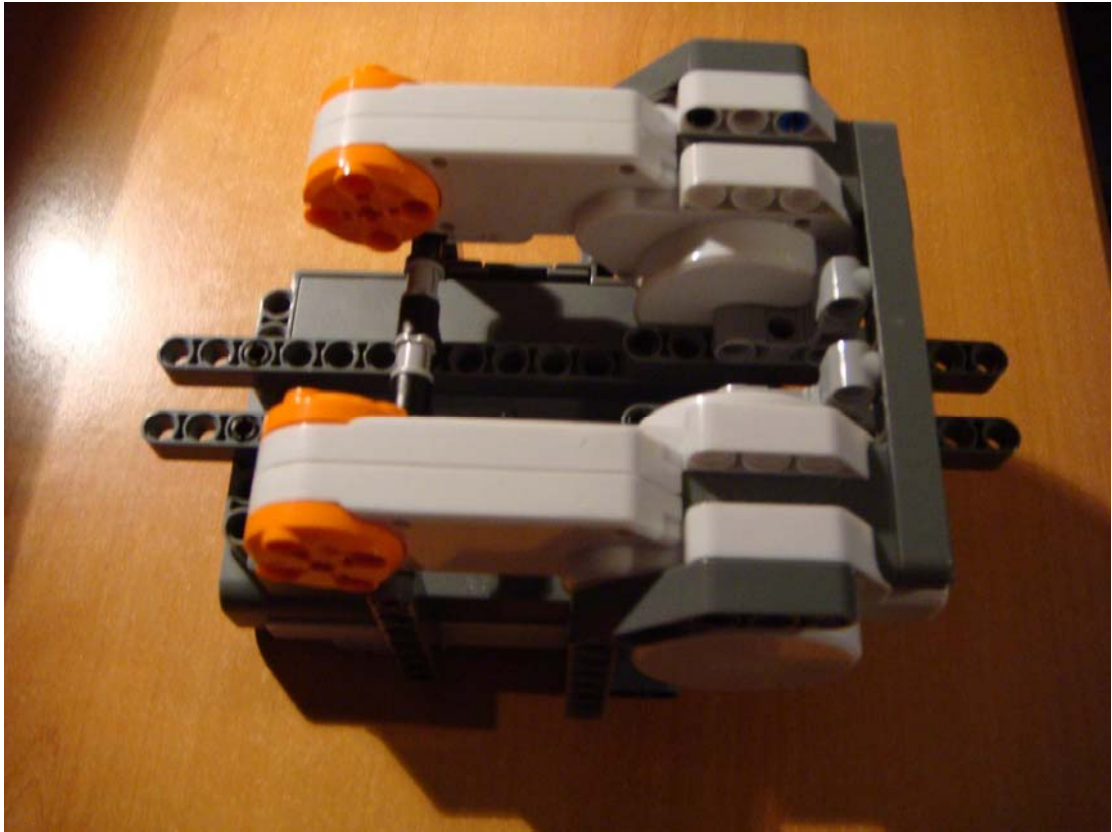


BHMA 14.

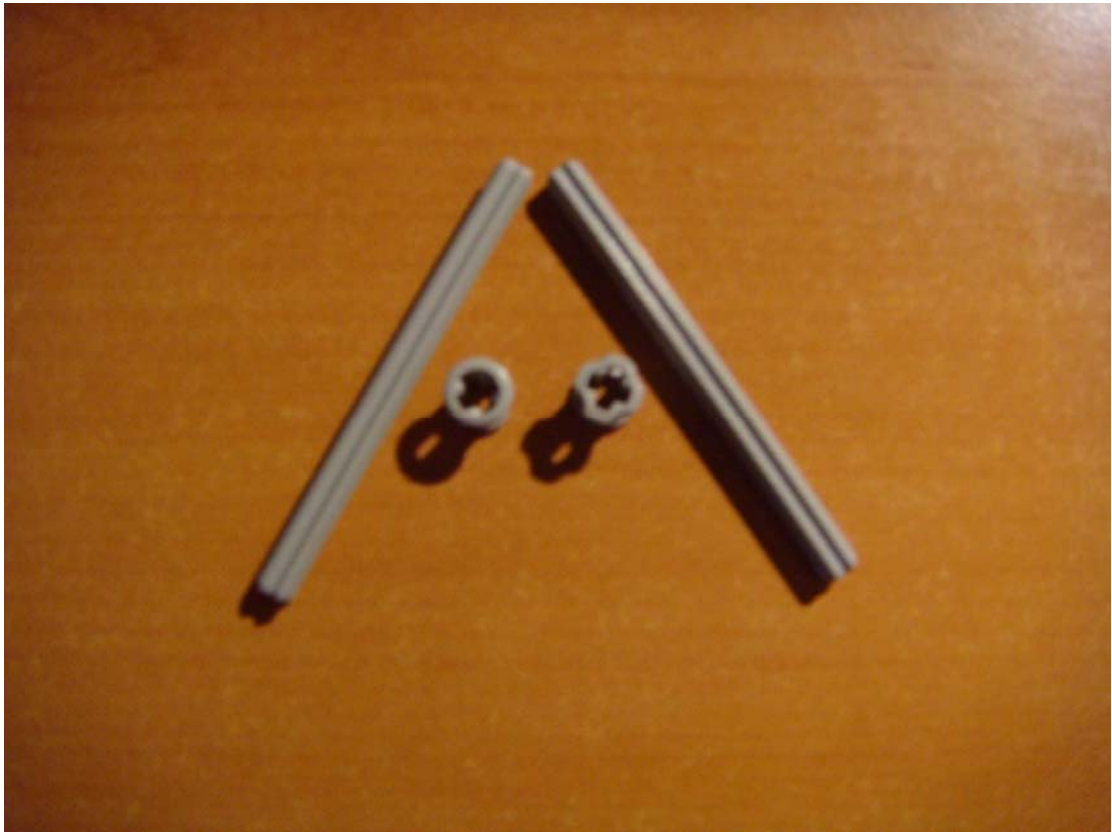


BHMA 15.

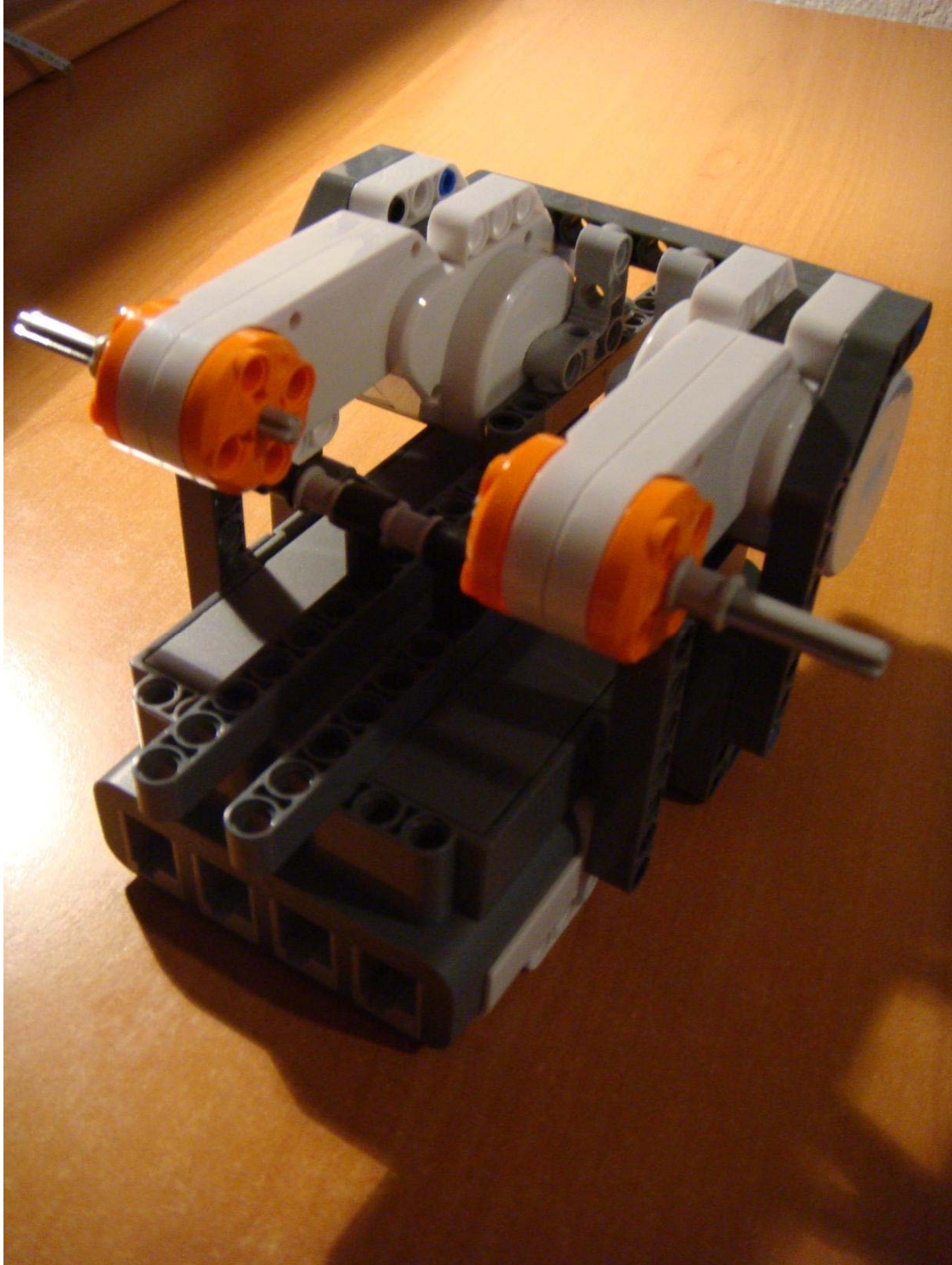




BHMA 16.



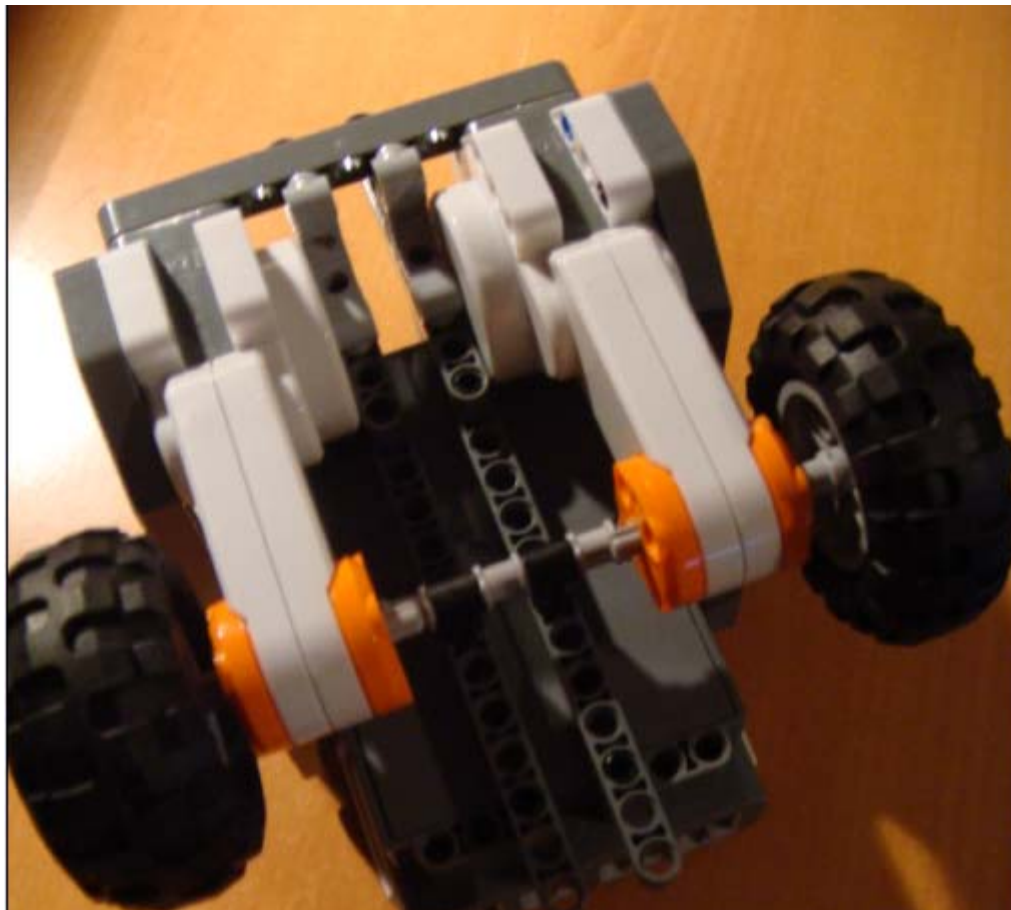
BHMA 17.

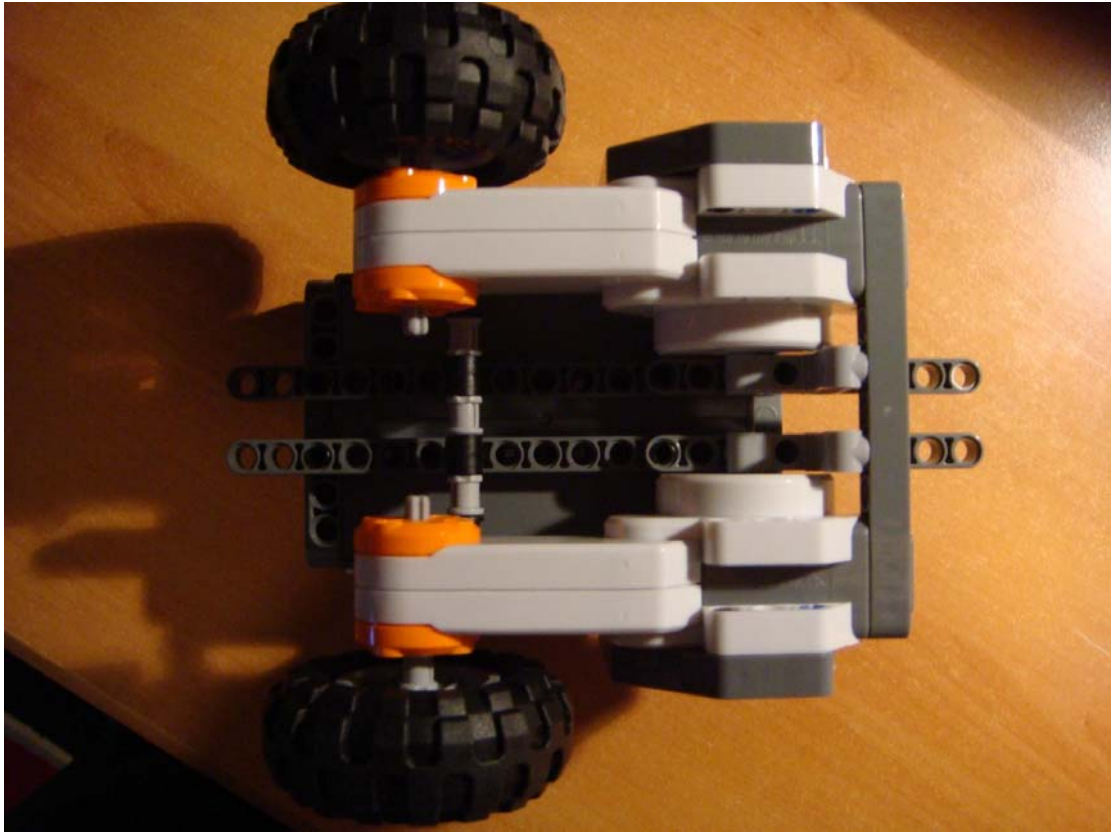


BHMA 18.



BHMA 19.





BHMA 20.



BHMA 21.



BHMA 22.



BHMA 23.



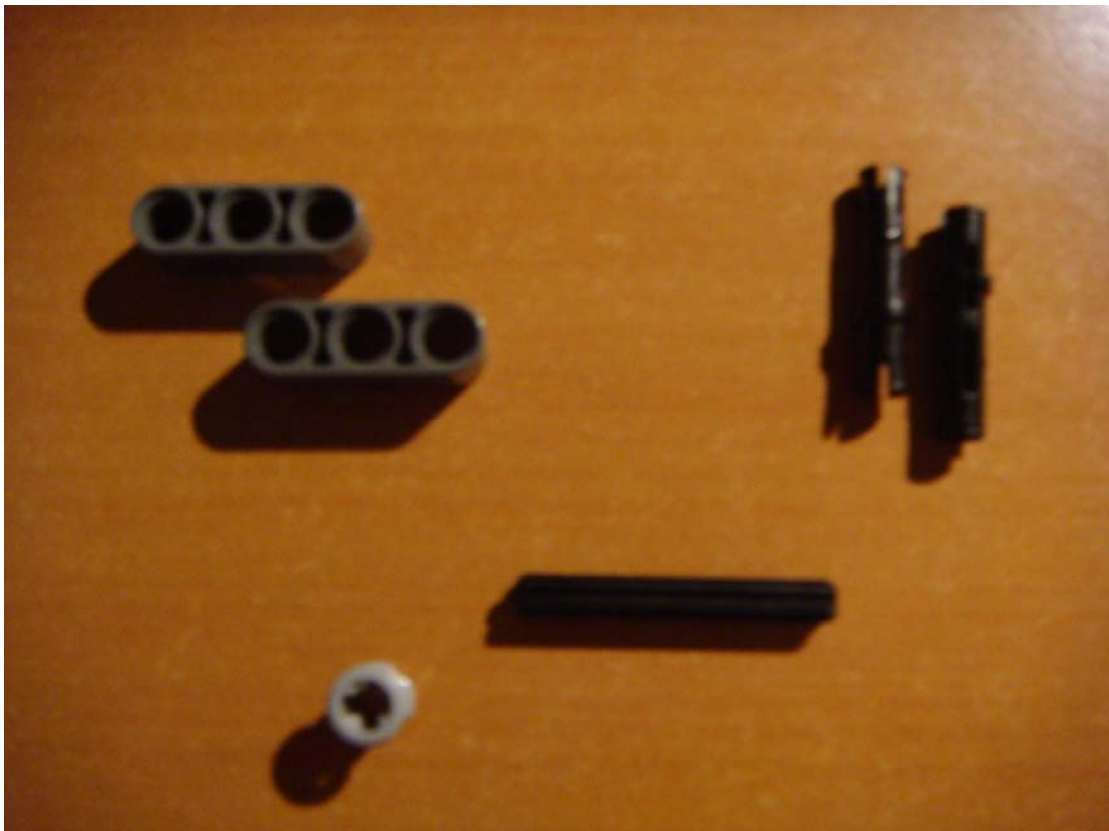
BHMA 24.



BHMA 25.



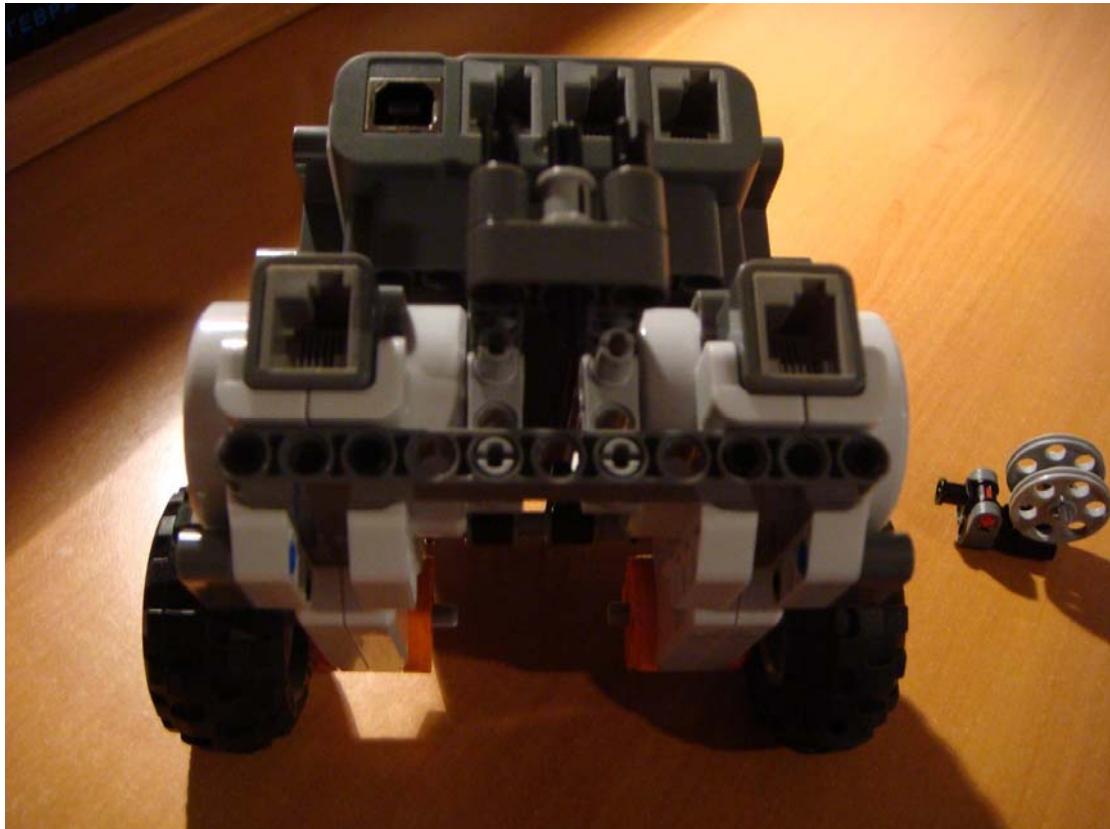
BHMA 26.



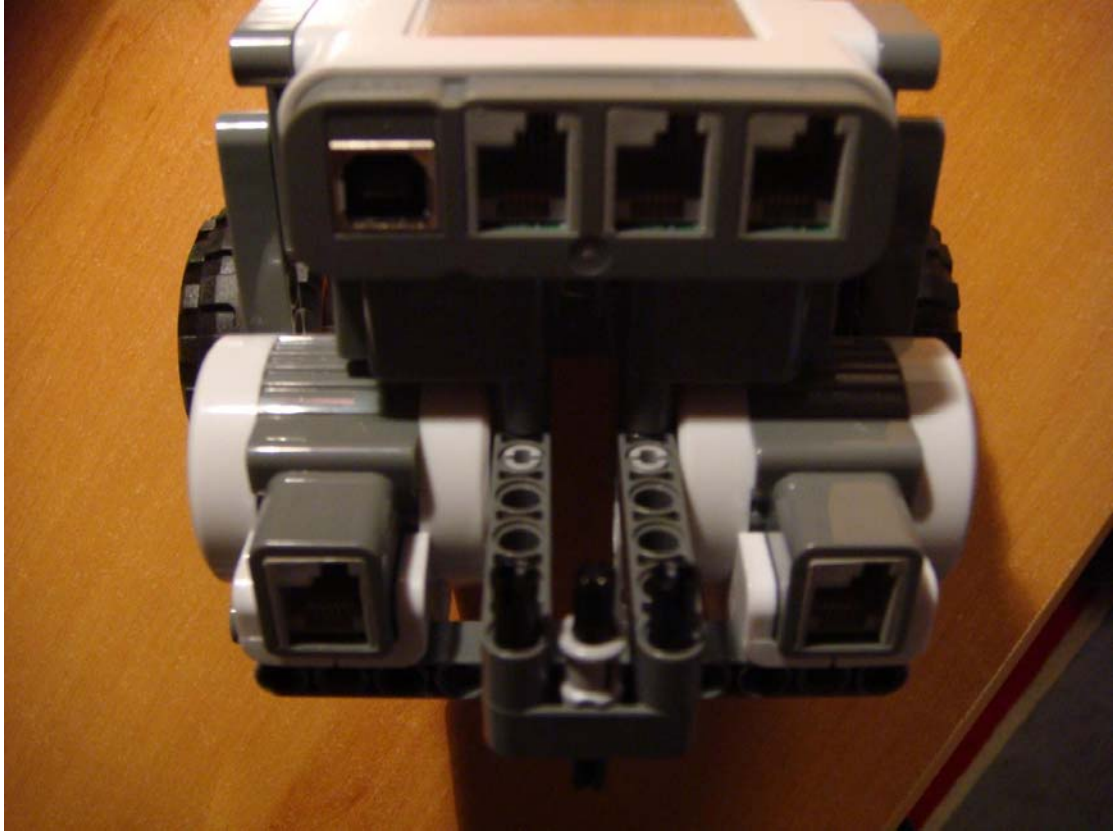
BHMA 27.



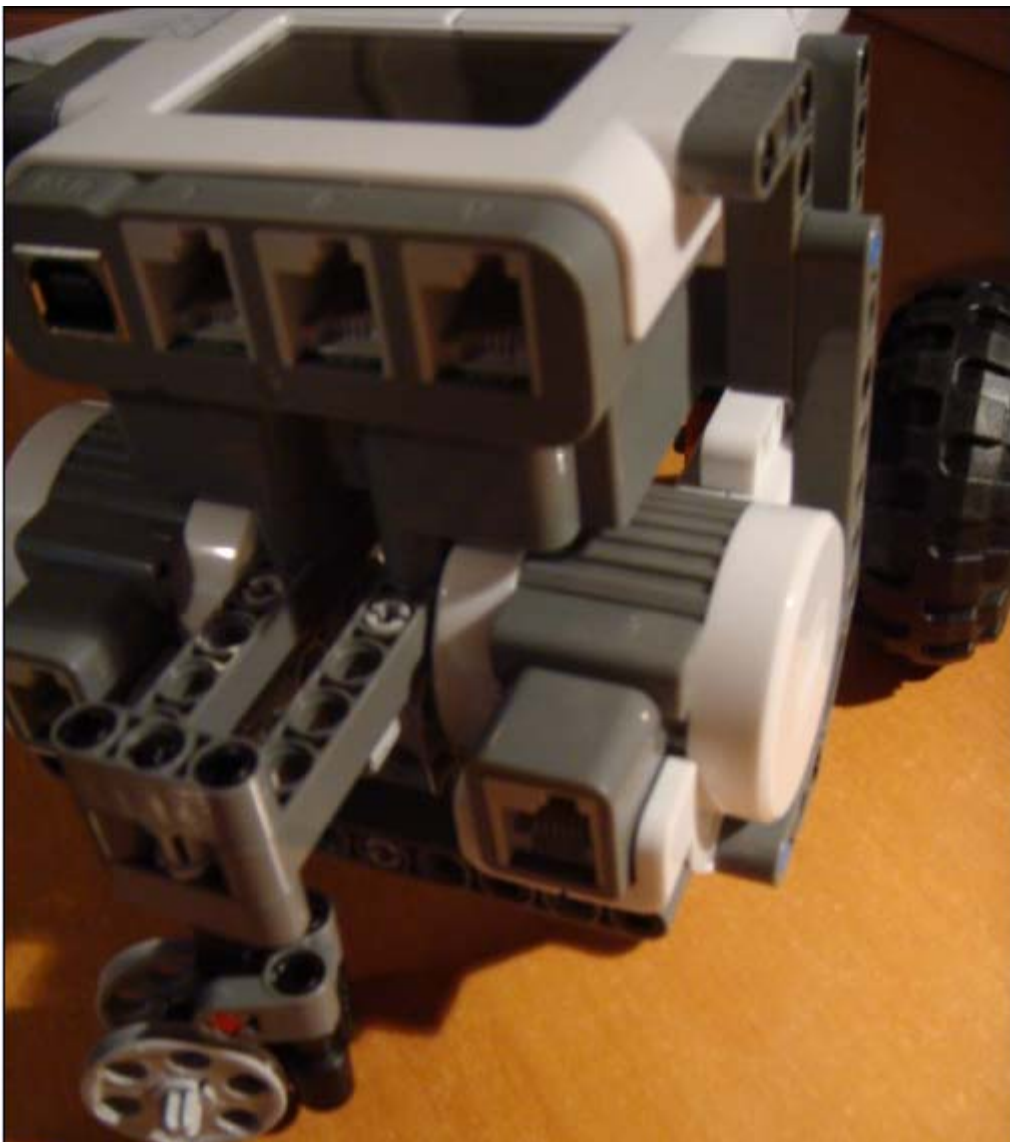
BHMA 28.



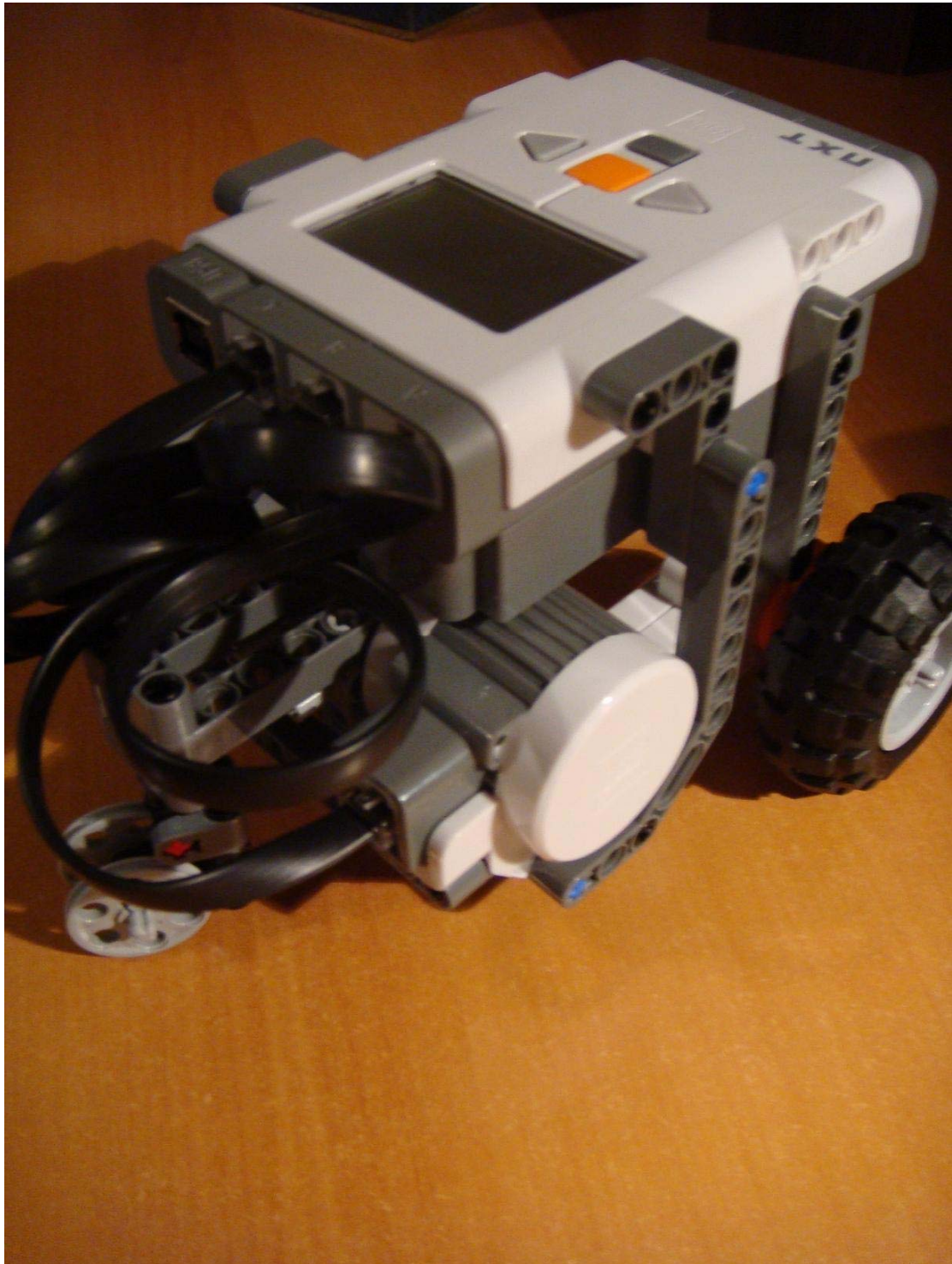
BHMA 29.



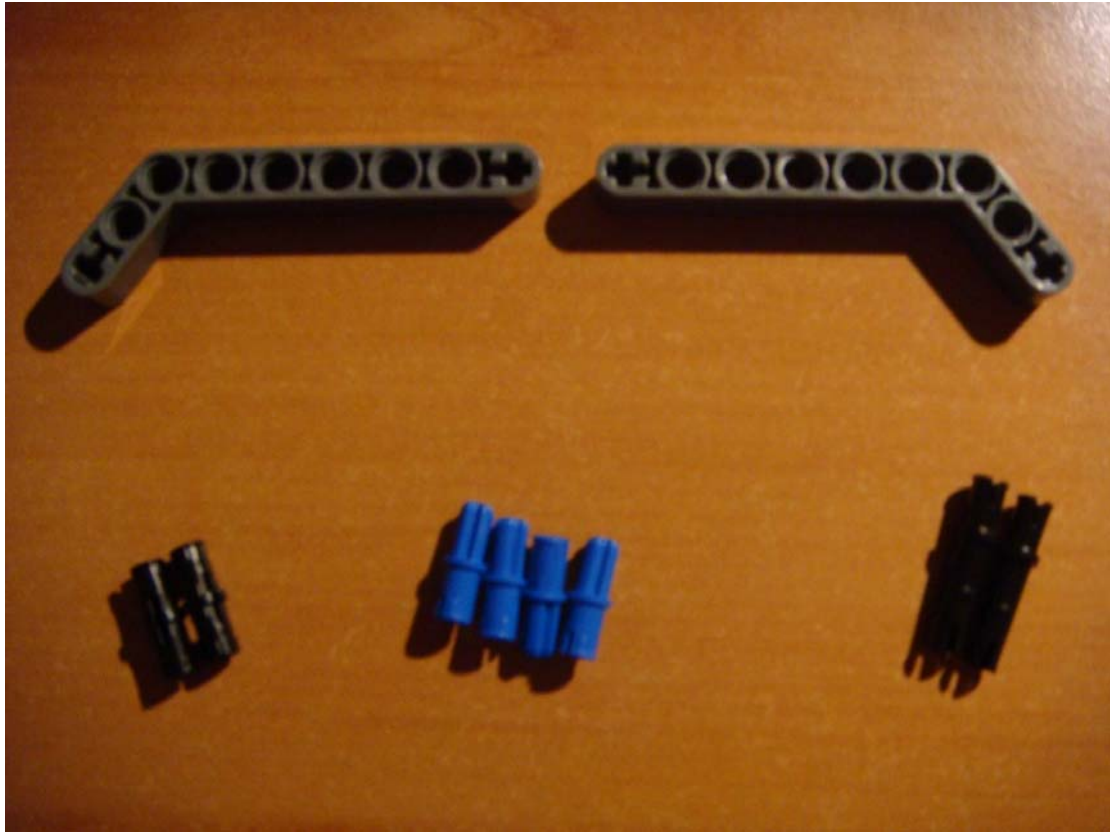
BHMA 30.



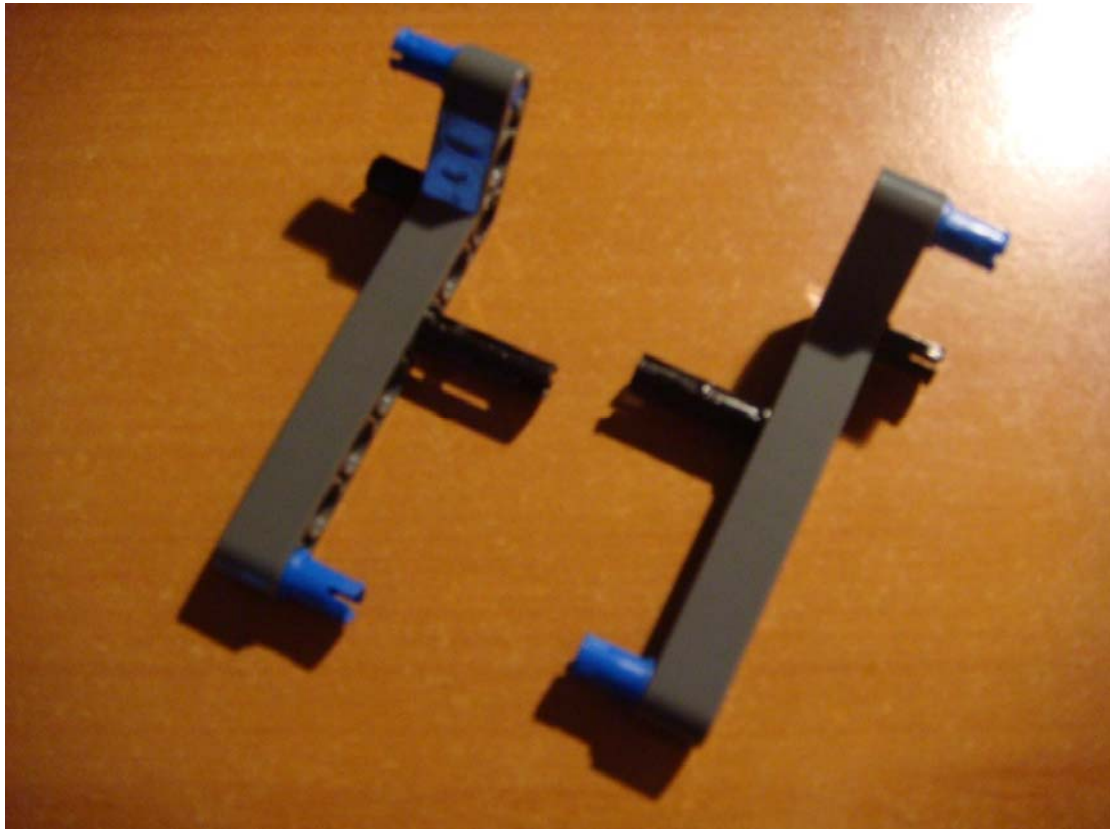
BHMA 31.

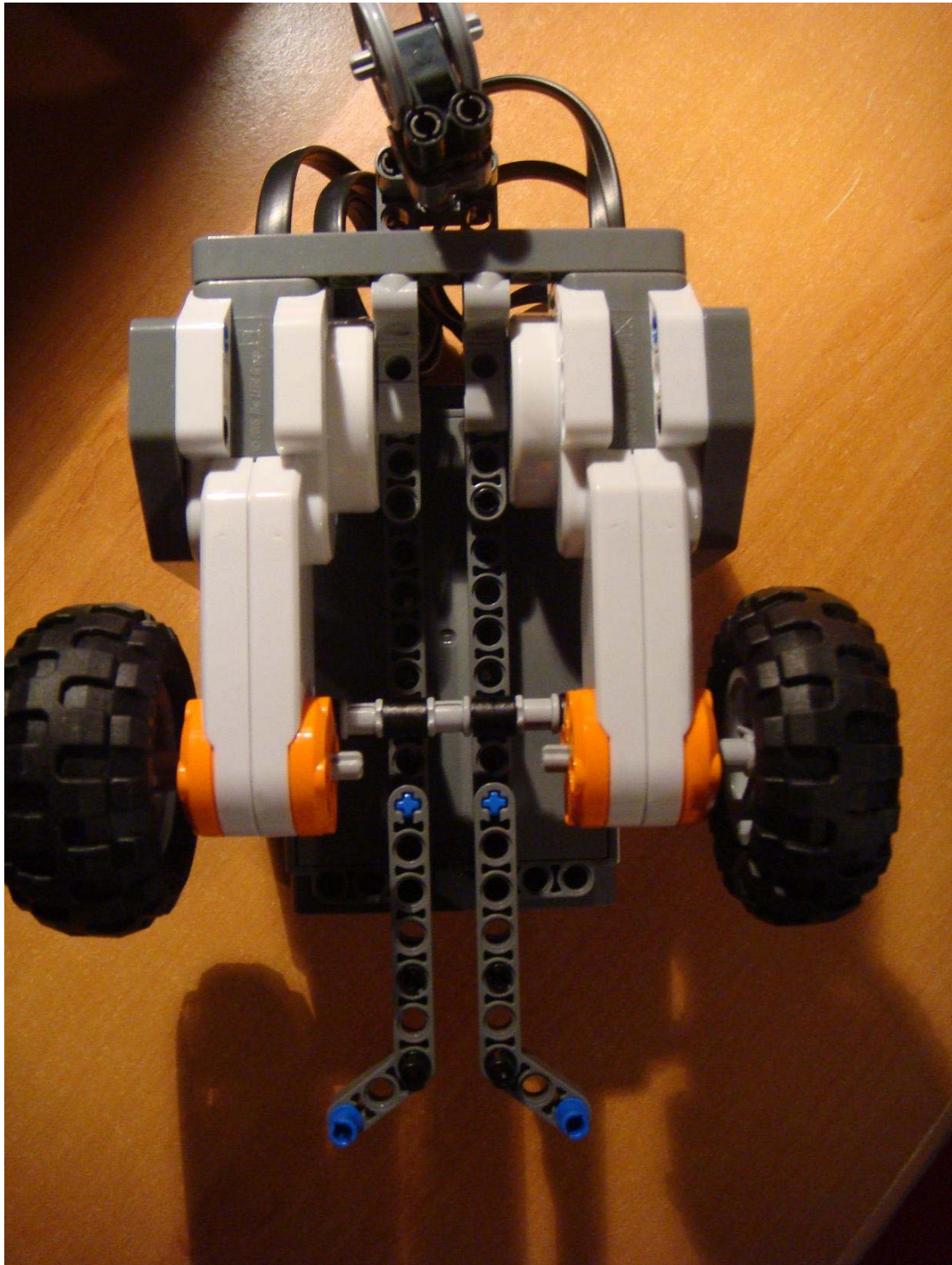


BHMA 32.



BHMA 33.





BHMA 35.



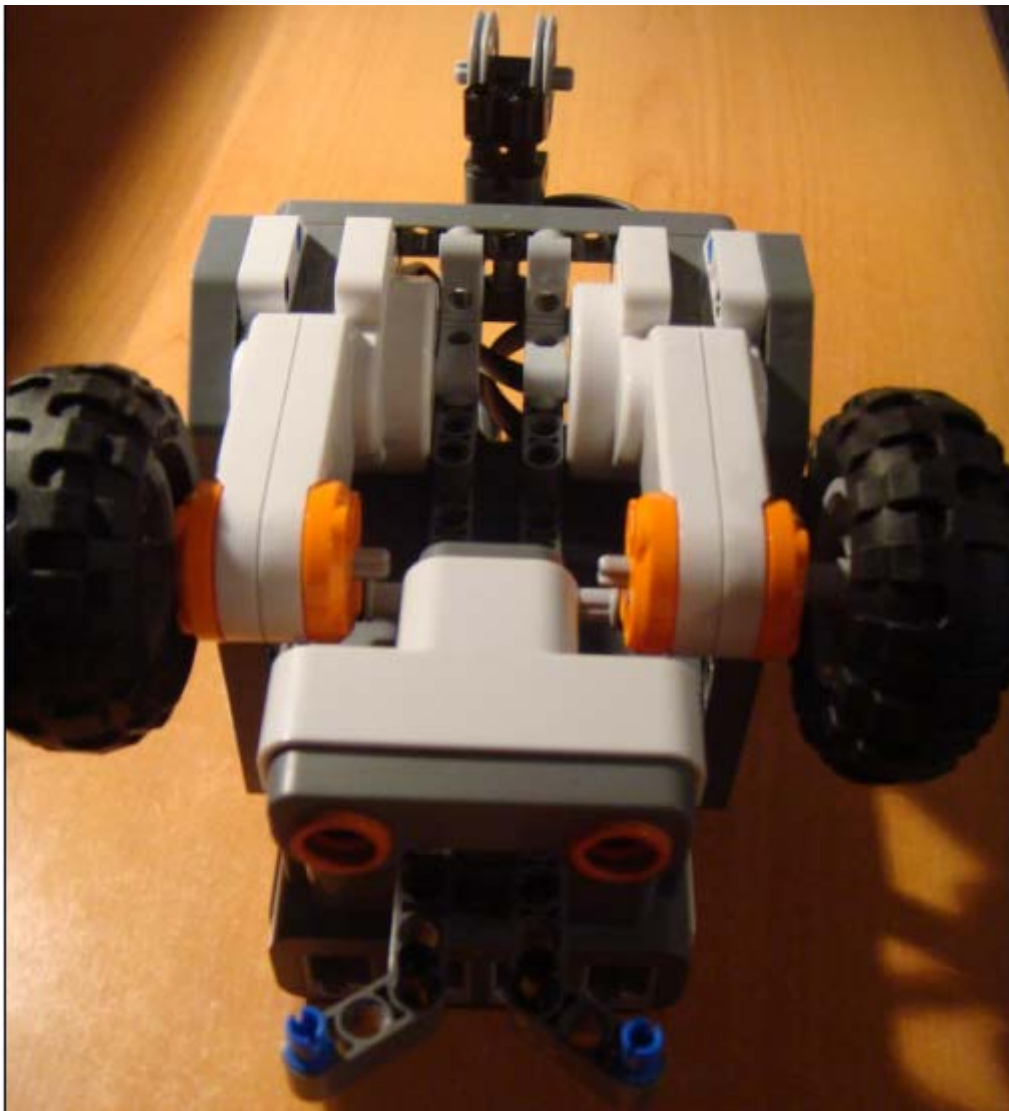
BHMA 36.



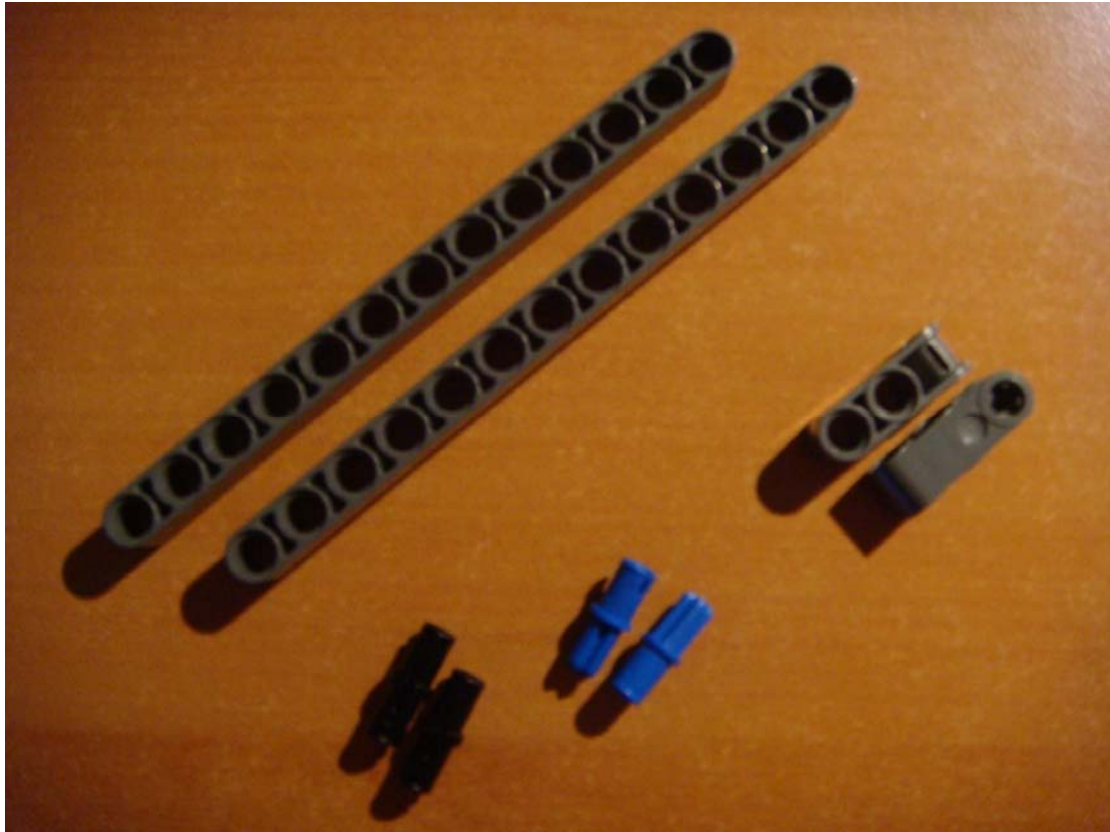
BHMA 37.



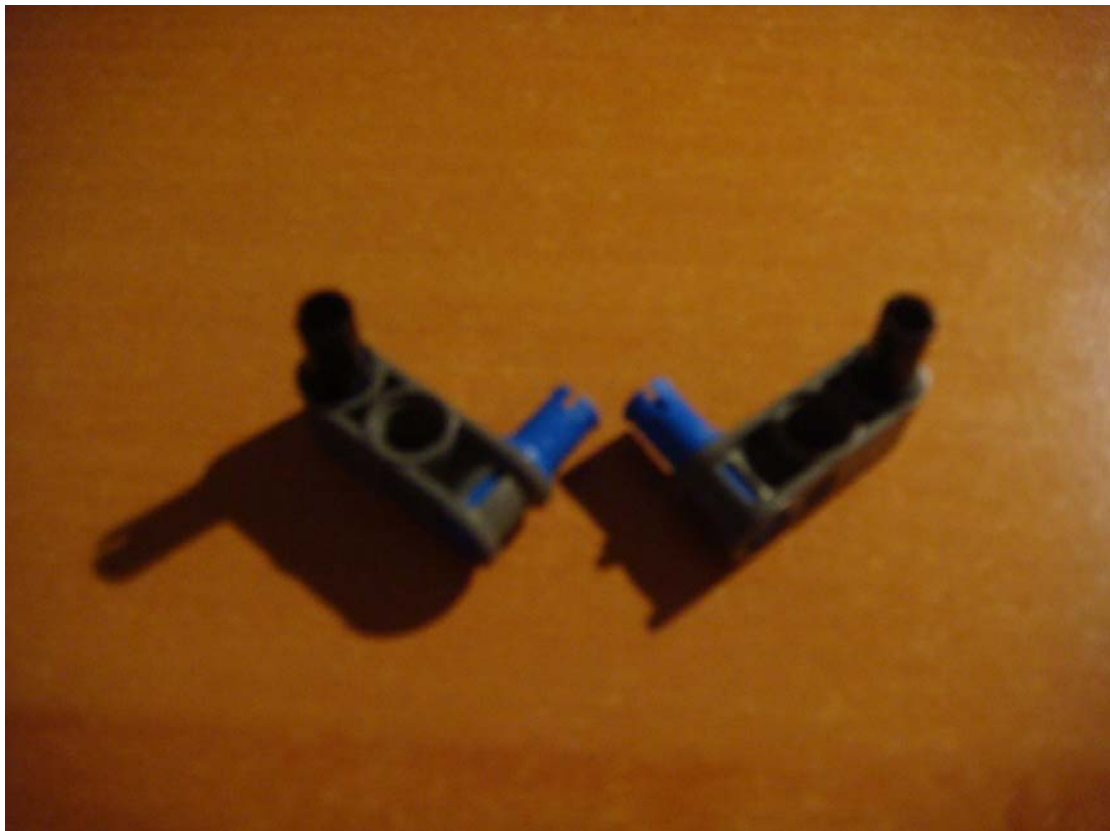
BHMA 38.



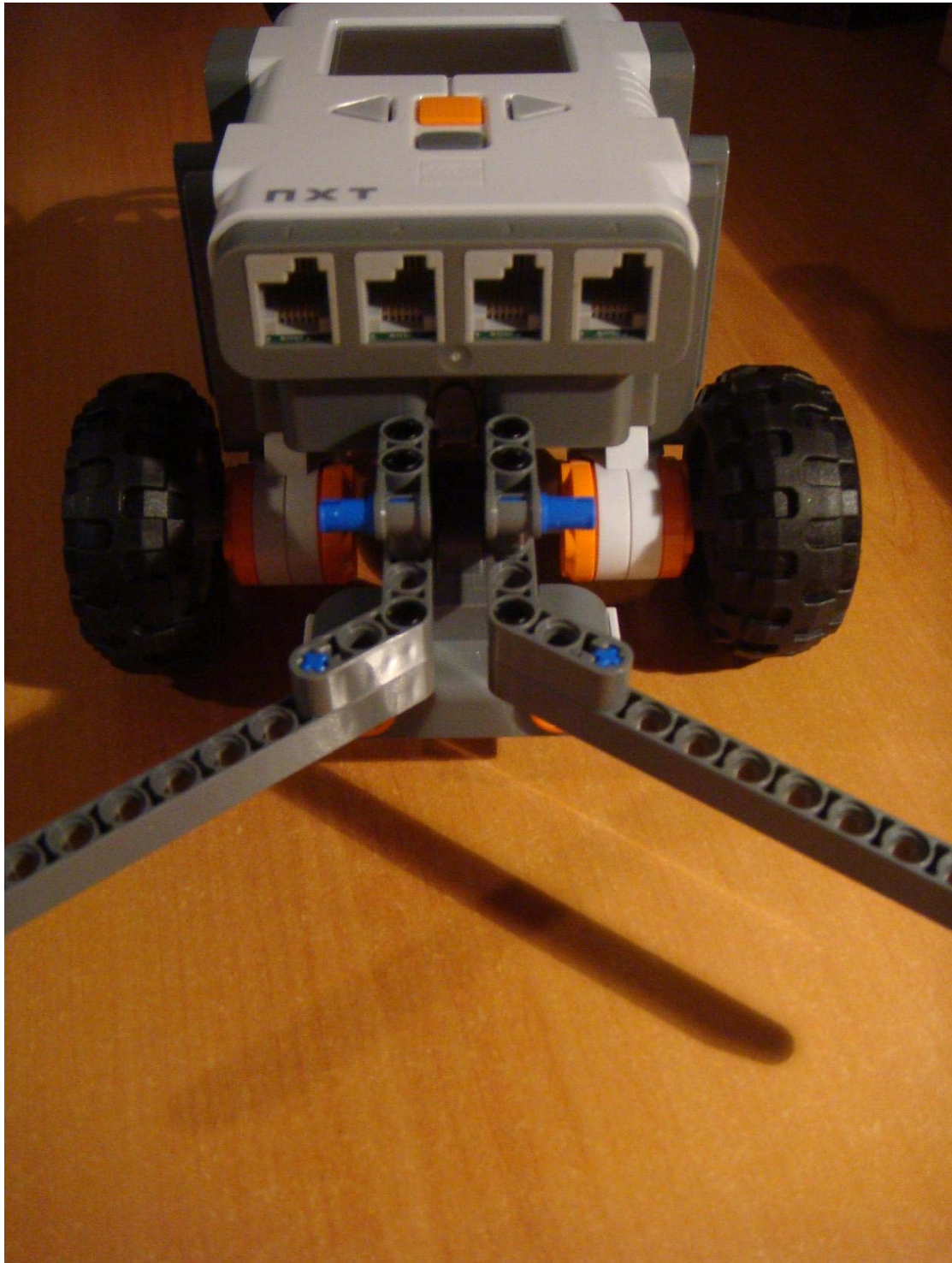
BHMA 39.



BHMA 40.



BHMA 41.



BHMA 42.



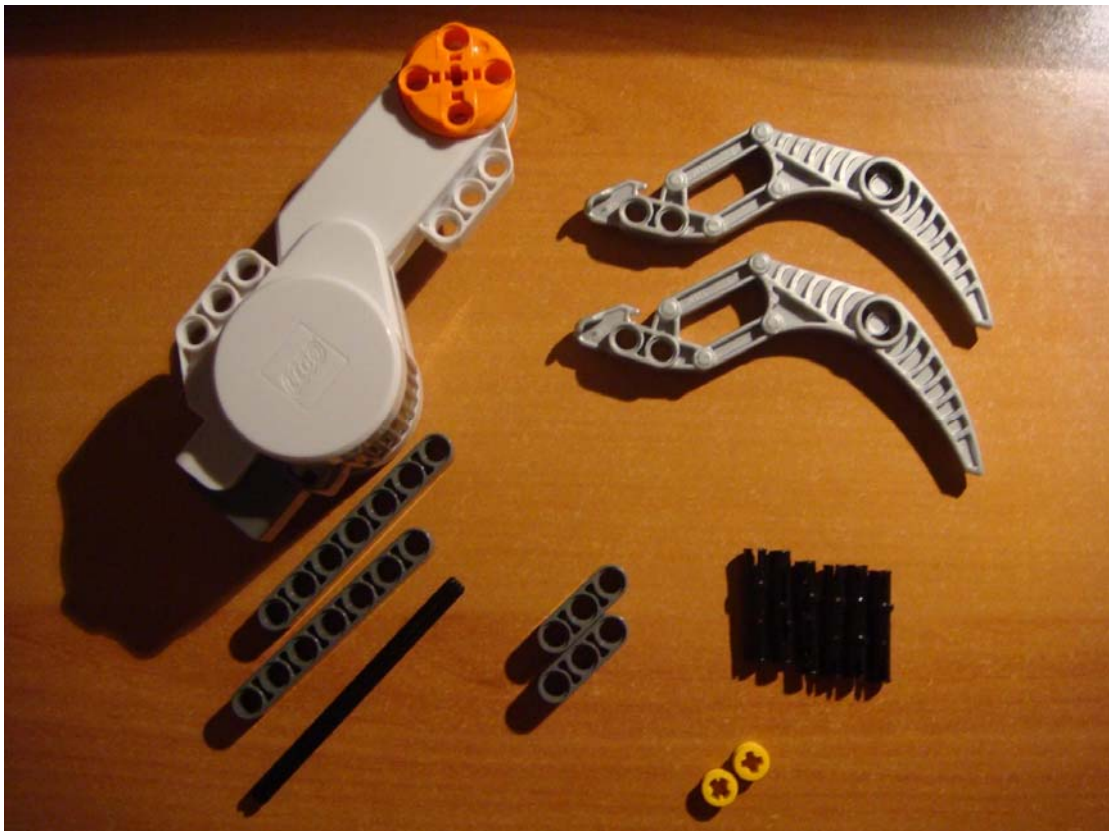
BHMA 43.



BHMA 44.



BHMA 45.



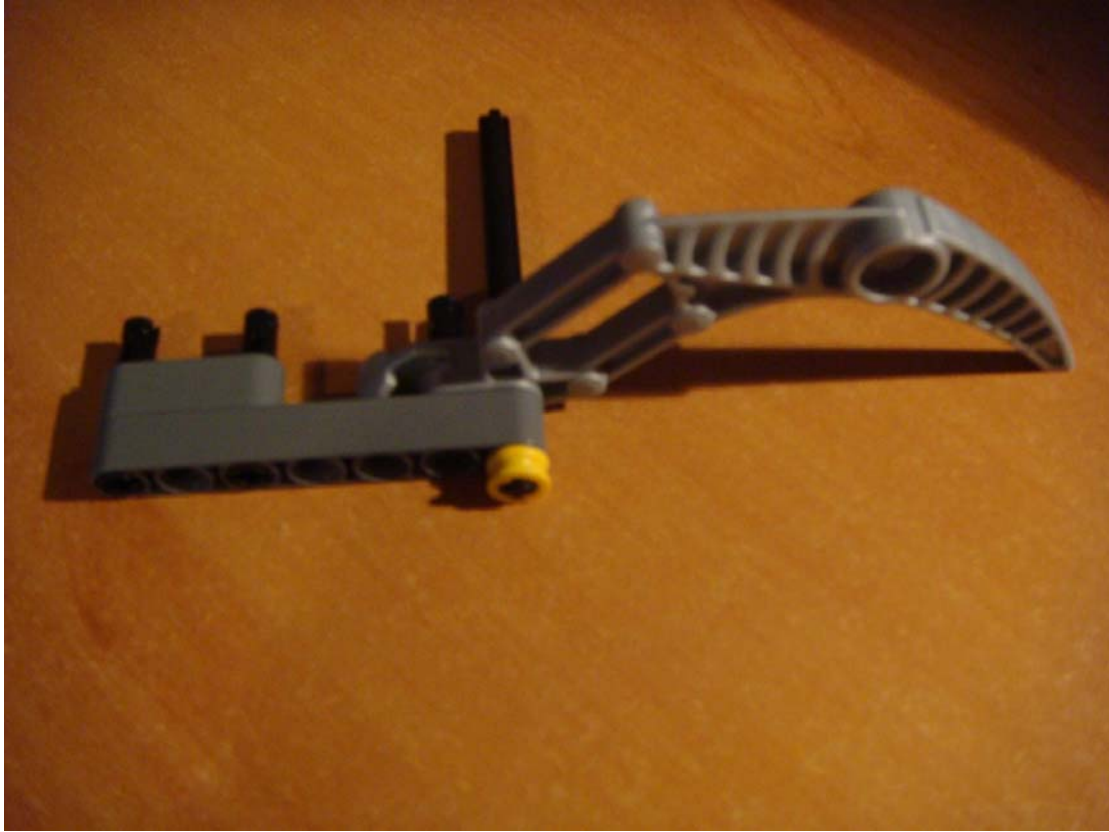
BHMA 46.



BHMA 47.



BHMA 48.



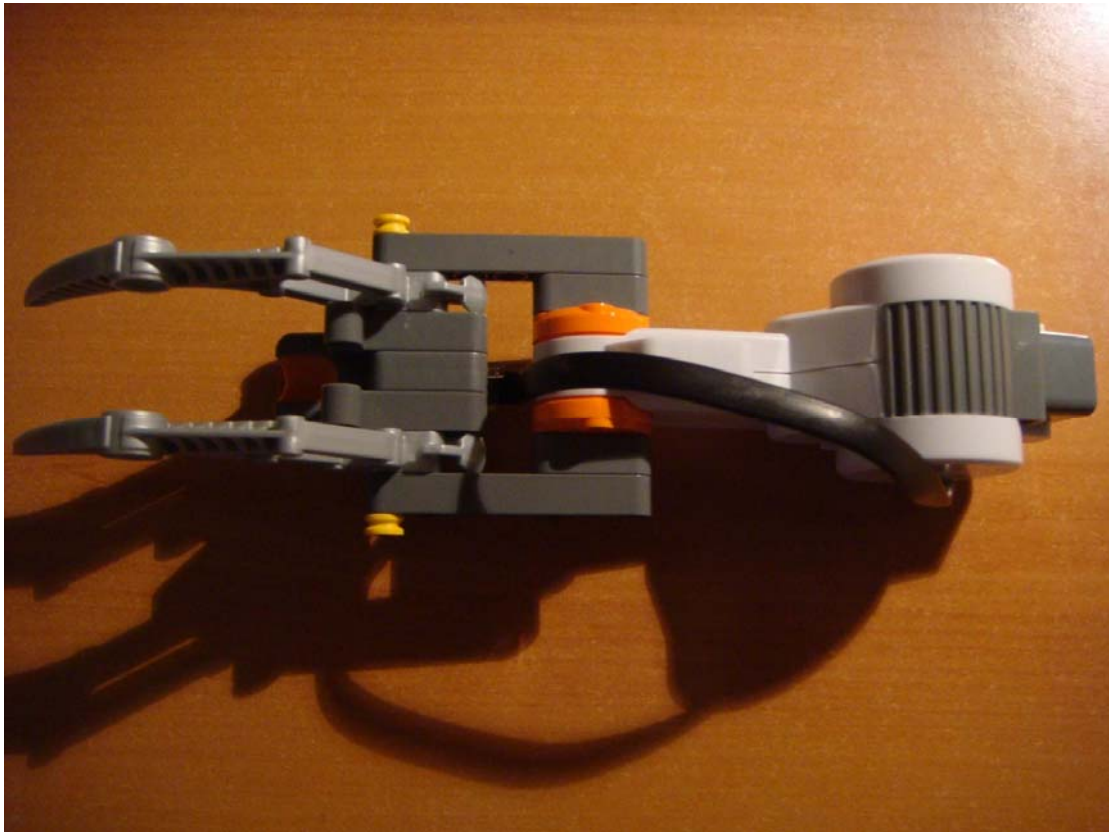
BHMA 49.



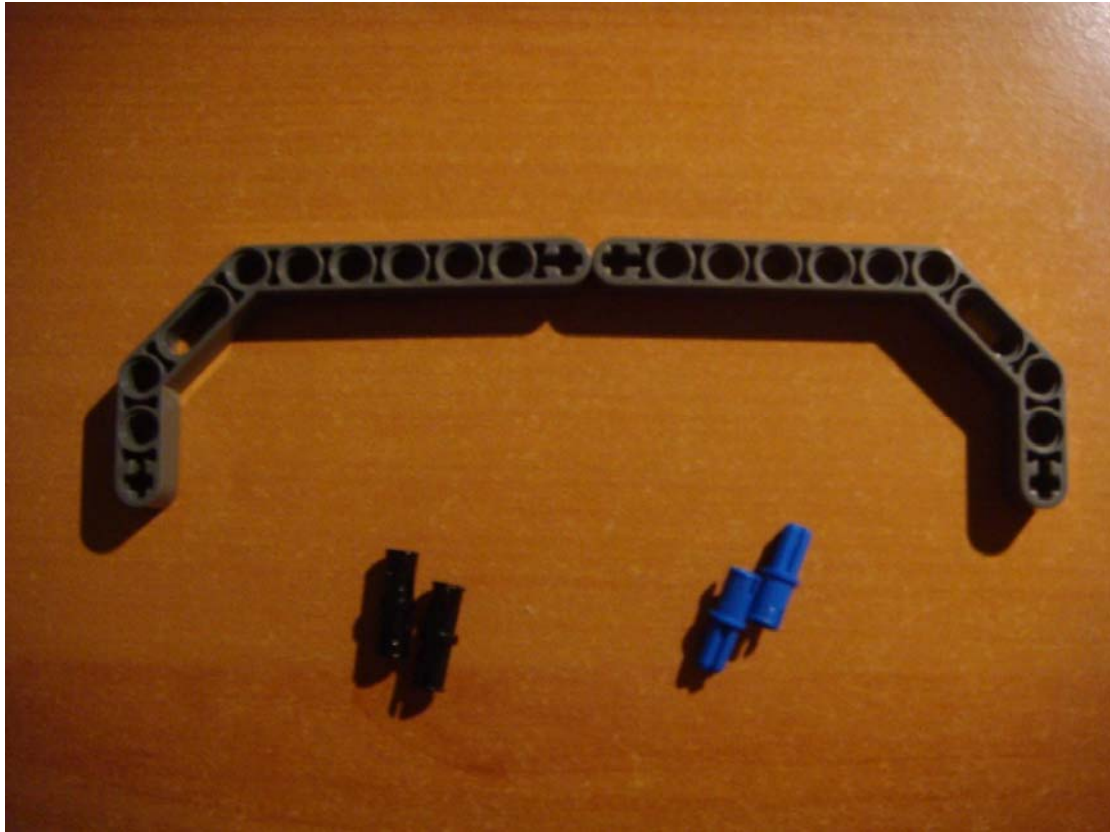
BHMA 50.



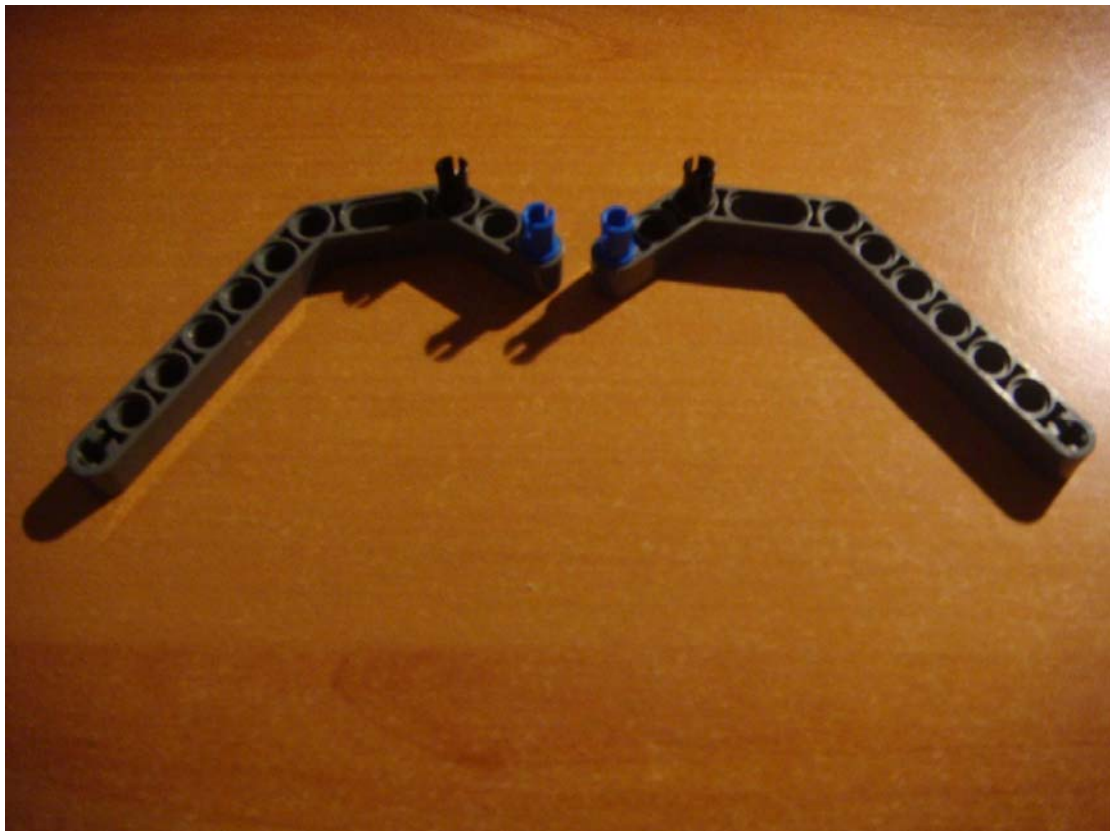
BHMA 51.



BHMA 52.



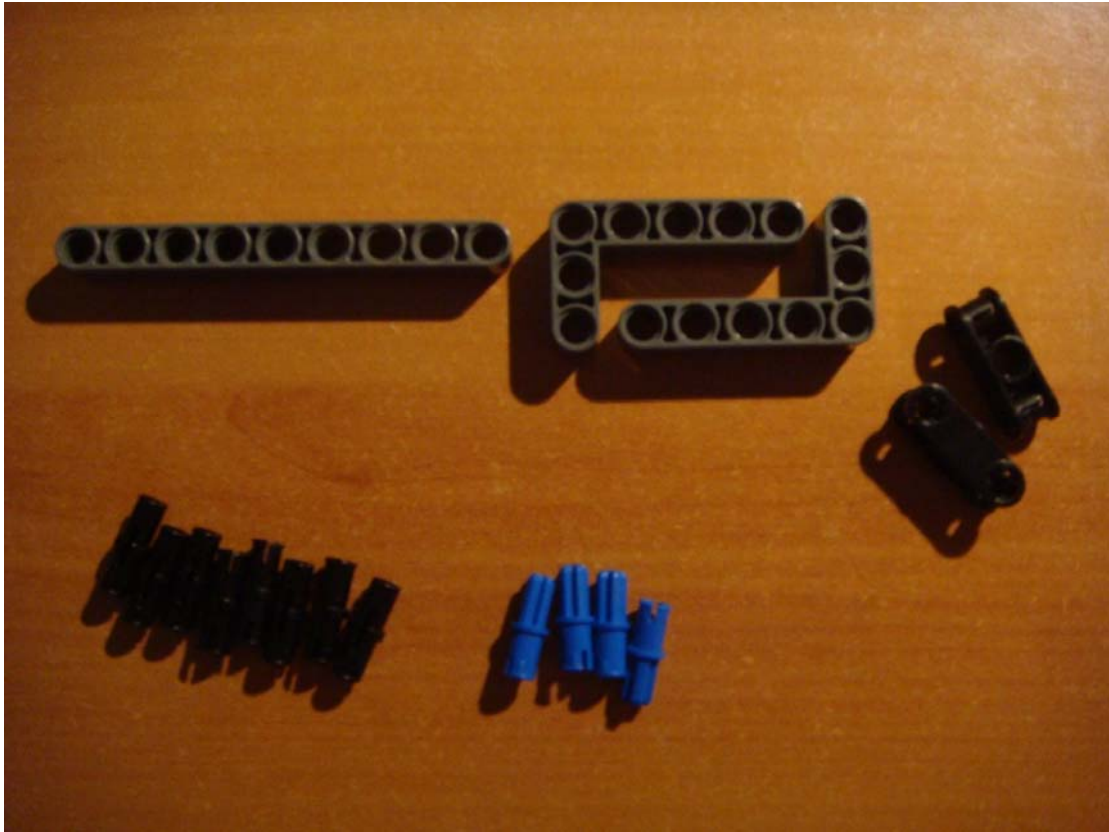
BHMA 53.



BHMA 54.



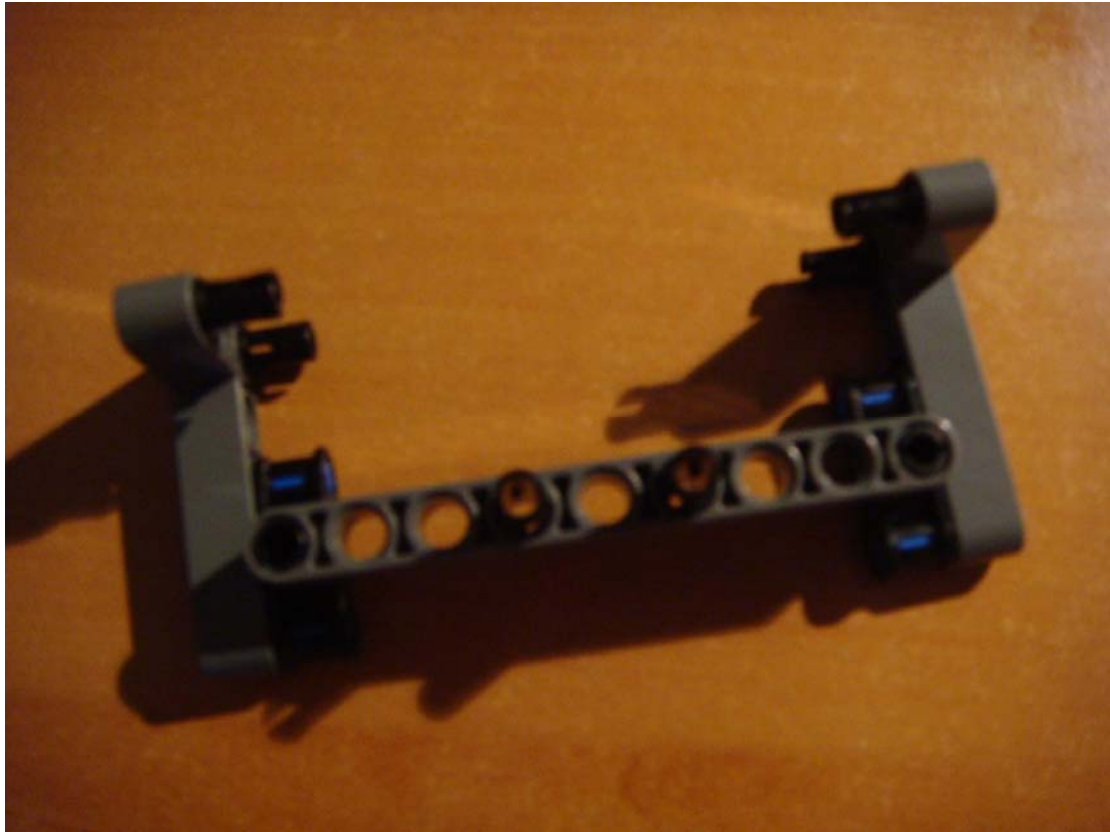
BHMA 55.



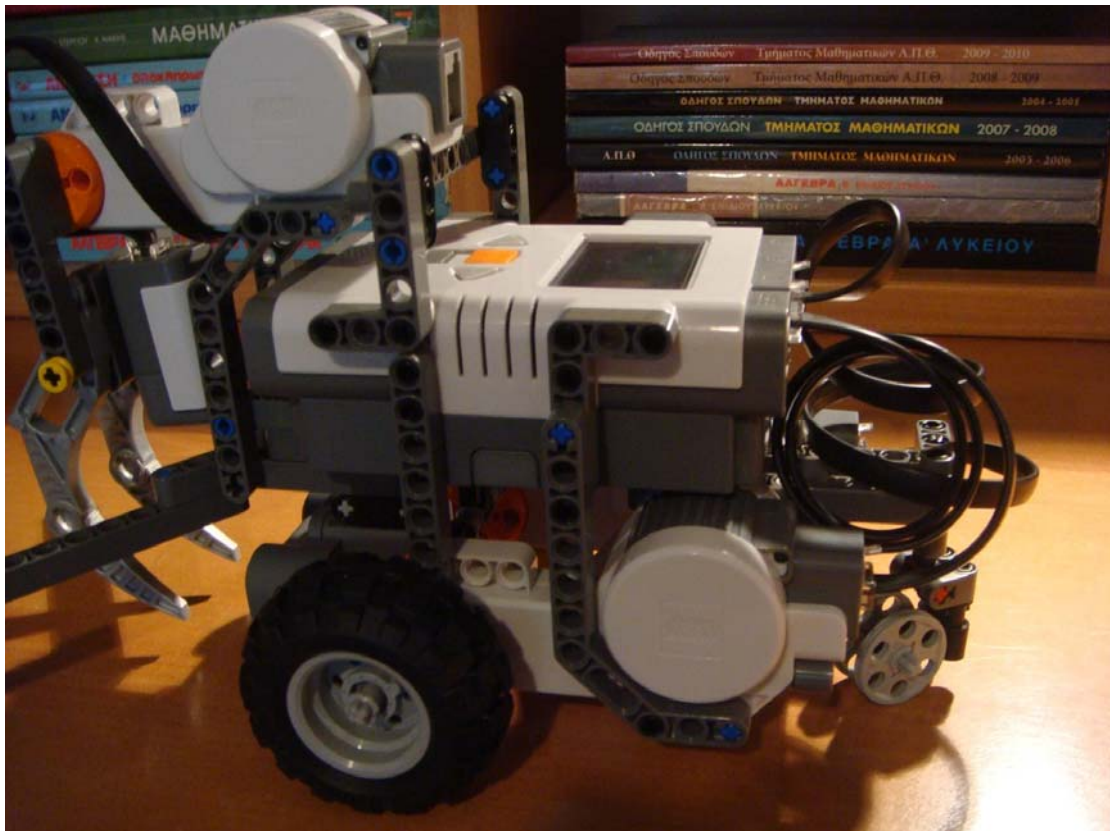
BHMA 56.



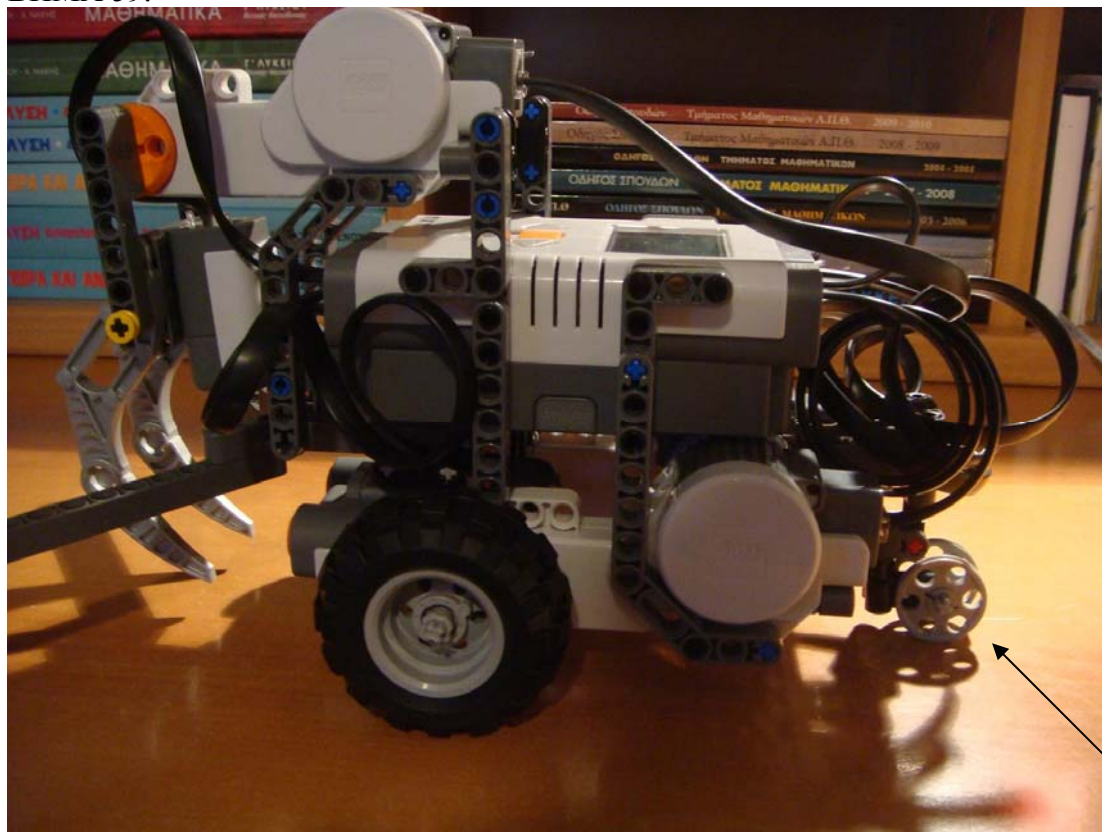
ΒΗΜΑ 57.



ΒΗΜΑ 58.



ΒΗΜΑ 59.



Castor
wheel

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Κατά την διαδικασία της κατασκευής έπρεπε να ισορροπήσει το βάρος με τρόπο που το ρομπότ να κινείται χωρίς δυσκολία και χωρίς να ανατρέπεται. Επειδή έχει τοποθετηθεί μικρός τροχός μπροστά (castor wheel) αν υπάρχει το μεγαλύτερο βάρος σε αυτόν (τον τροχό), τότε το ρομπότ κατά την κίνηση του δυσκολεύεται να κινηθεί και λόγω της κίνησης των πίσω τροχών υπάρχει η περίπτωση να ανατραπεί. Επομένως πρέπει να τοποθετηθεί το περισσότερο βάρος στους πίσω κινητήριους τροχούς και πιο συγκεκριμένα περίπου τα 400γραμμάρια (το 65%) των συνολικών 600γραμμάρων που ζυγίζει το ρομπότ.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΡΟΜΠΟΤ

Από τη Φυσική είναι γνωστές οι εξισώσεις:

α) Επιταχυνόμενης Κίνησης $U = a \cdot t$ (ως προς U), $x = \frac{1}{2} a \cdot t^2$ (ως προς x)

β) Ευθύγραμμης Ομαλής Κίνησης $x = U \cdot t$

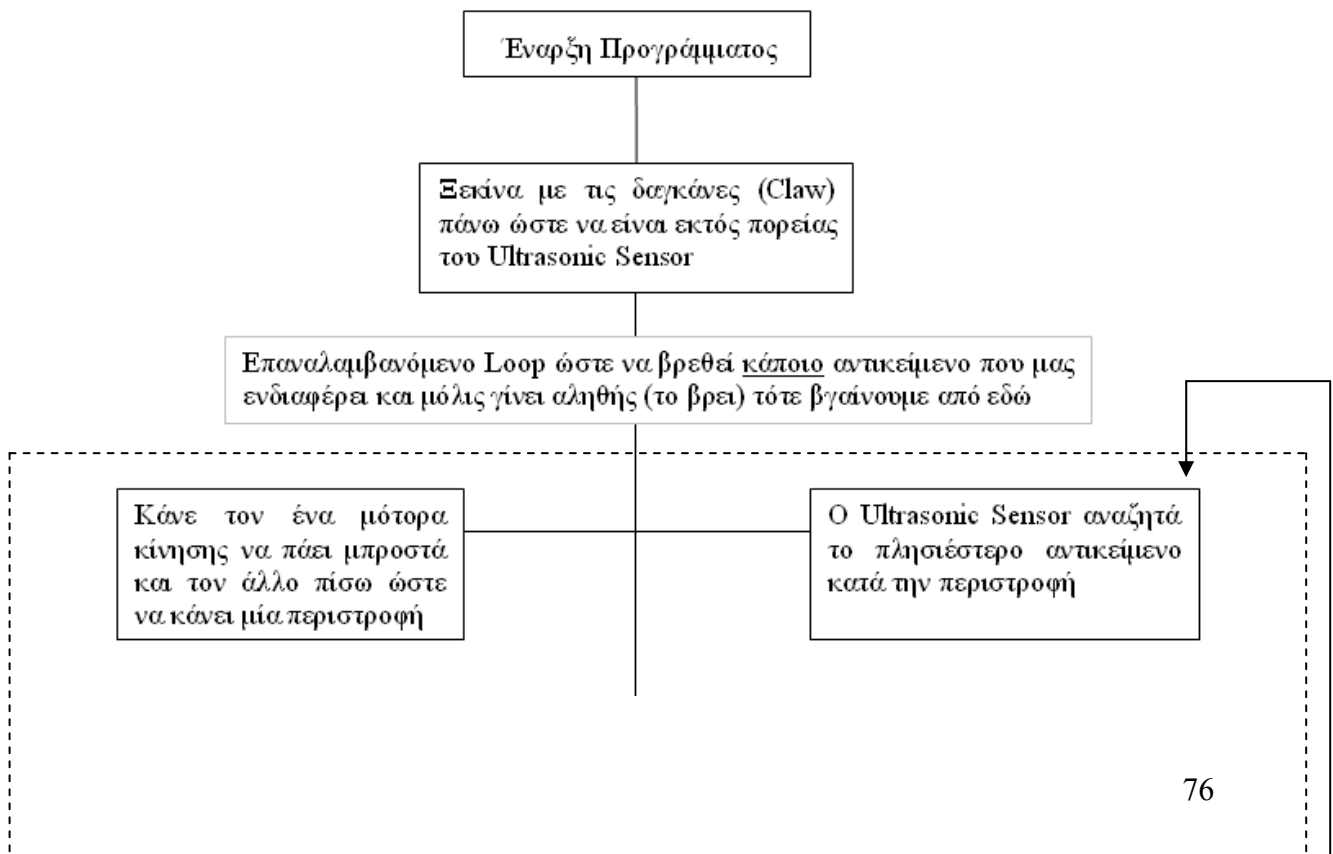
γ) Επιβραδυνόμενης Κίνησης (που τελικά σταματά) $x = \frac{U^2}{2 \cdot a}$

Βέβαια για να προγραμματιστεί ένα τέτοιο ρομπότ εξισώσεις όπως οι παραπάνω δεν είναι αρκετά ικανοποιητικές και μάλιστα δεν μπορούν να δώσουν αποτέλεσμα. Οπότε θα παρουσιαστούν κατέρωθεν τα βήματα του αλγορίθμου Α. πρώτα σε ένα λογικό διάγραμμα ώστε να γίνει το πρόγραμμα πιο κατανοητό και Β. στη γλώσσα LEGO MindStorms Edu NXT για να δοθεί το σύνθετο κομμάτι του προγράμματος και κάνει το ρομπότ λειτουργικό.

Α. Λογικό Διάγραμμα

ΓΕΝΙΚΗ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ

1. Βρες το πλησιέστερο αντικείμενο χρησιμοποιώντας τον Υπερηχητικό Σένσορα (Ultrasonic Sensor)
2. Πήγαινε στο πλησιέστερο αντικείμενο και άρπαξε το
3. Χρησιμοποίησε τον Αισθητήρα Φωτός (Light Sensor) για να δεις αν το αντικείμενο είναι κάτι καινούργιο και μας ενδιαφέρει (εδώ ΚΟΚΚΙΝΗ ΜΠΑΛΑ) ή όχι (εδώ ΜΠΛΕ ΜΠΑΛΑ)
4. Εάν η μπάλα είναι ΜΠΛΕ, διώξτην από την διαδρομή σου και τότε ξανά τοποθετήσου πίσω στην αρχική σου θέση και πάνε στο ΠΡΩΤΟ ΒΗΜΑ
5. Εάν η μπάλα είναι ΚΟΚΚΙΝΗ, τότε ολοκληρώνεις την αποστολή σου, οπότε σταματάς



Έλεγε αν η απόσταση από το πλησιέστερο αντικείμενο είναι μεγαλύτερη (>) από 200cm

Αληθής

Ψευδής

ΣΤΑΜΑΤΑ
(STOP)

Αντιστρέφουμε την κίνηση των τροχών για να το ξανά εντοπίσει (μηδενίζοντας τον αισθητήρα περιστροφής στον μόντορ C στο πρόγραμμα) ώστε να «σημαδεύουμε» το σημείο που είναι το αντικείμενο!

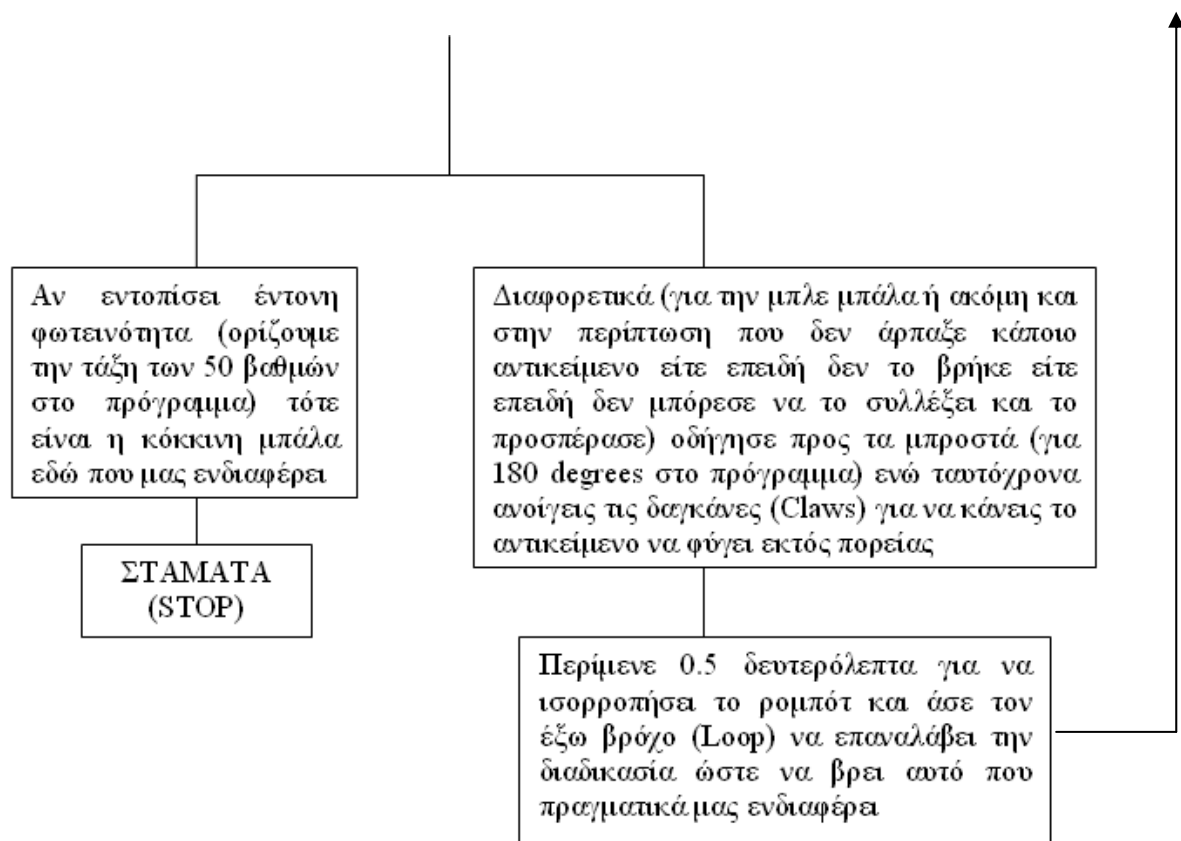
Θεωρούμε ότι σημαδεύουμε το πλησιέστερο αντικείμενο

Οδήγησε προς τα μπροστά (μεγαλύτερη απόσταση από αυτήν που υπολόγισε ότι υπάρχει το αντικείμενο) ώστε σπρώχνοντας το αντικείμενο να το κεντράρει στο V σχήμα (παρίδα που έχουμε δημιουργήσει)

Άρπαξε το αντικείμενο δίνοντας κίνηση στις δαγκάνες (Claw – Motor A) συνεχίζοντας να δίνει κίνηση στους κινητήριους μόντορες (B και C) προς τα μπροστά ώστε το αντικείμενο να παραμείνει περιδευμένο μέσα στην V-παρίδα

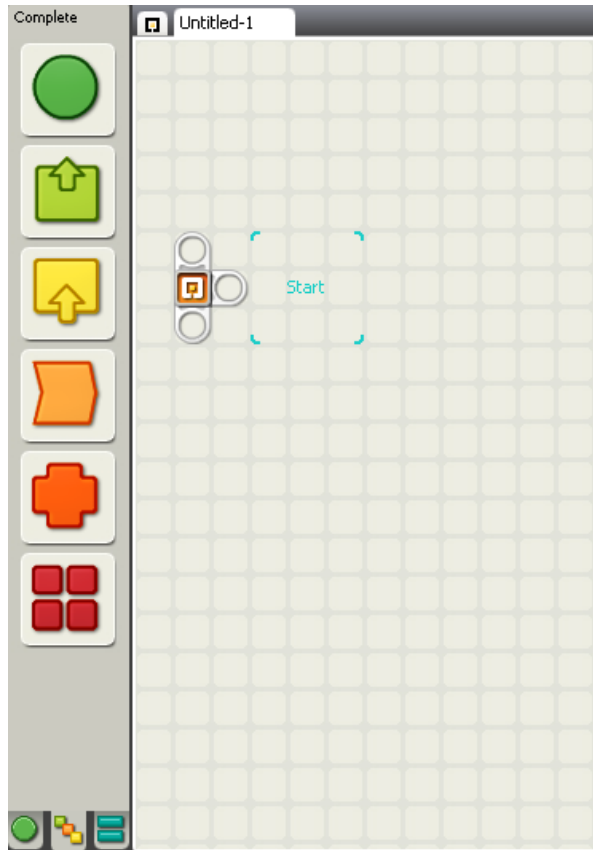
Ενεργοποιείται ο Αισθητήρας Φωτός (Light Sensor) και στοχεύει απευθείας το αντικείμενο που είναι στη V-παρίδα

Βρήκαμε το αντικείμενο μας
ΕΛΕΓΧΟΣ: είναι κάτι καινούργιο και μας ενδιαφέρει (εδώ ΚΟΚΚΙΝΗ ΜΠΑΛΑ) ή το έχουμε ξανά συναντήσει και το αφήνουμε (εδώ ΜΠΛΕ ΜΠΑΛΑ)



B. LEGO MindStorms Edu NXT – ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

Αρχικά θα ξεκινήσουμε με μία επεξήγηση μόνο των βασικών κουμπιών – εντολών του προγράμματος LEGO MindStorms Education NXT, καθώς σκοπός είναι η κατανόηση βασικών λειτουργιών του προγράμματος και όχι η εκμάθηση λογισμικού.



Με την εκκίνηση του προγράμματος εμφανίζεται η διπλανή εικόνα που περιέχει το γραφικό περιβάλλον στο οποίο τίθεται ο χρήστης να δουλέψει.

Αριστερά εμφανίζεται μία παλέτα με διάφορα σχήματα – εντολές που πρέπει κατάλληλα να επιλεγούν ώστε το πρόγραμμα να είναι λειτουργικό.



Το πρώτο κουμπί – εντολή μας δίνει κοινές εντολές (Common), όπως εντολές κίνησης (Move), ήχου (Sound), επίδειξης (Display), όπως και τη δυνατότητα να εισάγουμε έναν ή περισσότερους βρόγχους (Loop).

Τέτοια κουμπιά – εντολές, είναι τα παρακάτω:



Το δεύτερο κουμπί – εντολή, δίνει εντολές κίνησης στους ενδεχόμενους τροχούς που έχουμε, στέλνει μηνύματα στην οθόνη του ρομπότ και ήχους αν αυτό είναι επιθυμητό, όπως επίσης μπορούμε εδώ να επιλέξουμε αν θα συνδεθούμε με Bluetooth με το ρομπότ μας.

Τέτοια κουμπιά – εντολές, είναι τα παρακάτω:



Το τρίτο κουμπί – εντολή μας δίνει την δυνατότητα να χειριστούμε ΟΛΟΥΣ τους αισθητήρες (Sensors).

Τέτοιοι είναι: ο Αισθητήρας Επαφής (Touch Sensor), ο Αισθητήρας Ήχου (Sound Sensor), ο Αισθητήρας Φωτός (Light Sensor), ο Υπερηχητικός Σένσορας (Ultrasonic Sensor), ο Αισθητήρας Περιστροφής (Rotation Sensor), ο Αισθητήρας Θερμοκρασίας (Temperature Sensor).

Τέτοια κουμπιά – εντολές, είναι τα παρακάτω:



Το τέταρτο κουμπί- εντολή χρησιμοποιείται για αναμονή (παύση κάποιας λειτουργίας) του ρομπότ, όπως και για τη πλήρη διακοπή του.

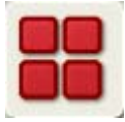
Τέτοια κουμπιά – εντολές, είναι τα παρακάτω:



Το πέμπτο κουμπί – εντολή χρησιμοποιείται για να εισάγουμε διάφορες μεταβλητές, όπως Λογικές μεταβλητές, Σύγκρισης, Μαθηματικές και Τυχαίες μεταβλητές.

Τέτοια κουμπιά – εντολές, είναι τα παρακάτω:





Τέλος το έκτο κουμπί – εντολή χρησιμοποιείται για να εισάγουμε κείμενο, αριθμούς, όπως επίσης και να μηδενίσουμε τους μότερες από τυχόν αρχικές τιμές.

Τέτοια κουμπιά – εντολές, είναι τα παρακάτω:



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ - LEGO MindStorms Edu NXT

Program () .rbt

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Αρχικά πραγματοποιήθηκε η κατασκευή ενός προγράμματος (όχι το παραπάνω) το οποίο ήταν προγραμματισμένο να κινείται Τυχαία (Random) στο χώρο και κάποια στιγμή να βρίσκει πιθανά αντικείμενα ενδιαφέροντος, κάτι το οποίο όμως απαιτούσε την ύπαρξη μεγάλου χώρου και αρκετού χρόνου. Για ευνότητους λόγους λοιπόν και για την καλύτερη παρουσίαση του ρομπότ, ξανα – προγραμματίστηκε με πολύ πιο σύνθετο αλγόριθμο, ώστε να εντοπίζει αντικείμενα με όσο το δυνατόν λιγότερες κινήσεις και περισσότερη ακρίβεια (90%) σχεδόν χωρίς να κινείται και πραγματοποιώντας μόνο 2 με 3 κύκλικες κινήσεις.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Ευφυή Συστήματα Ελέγχου (Πειραιάς – Τμήμα Ηλεκτρονικής) Πρέκας Ι. Κλεάνθης
- [2] Introduction to Control Systems – Eric Salinas (<http://www.nxtasy.org/>)
- [3] Το προγραμματιστικό περιβάλλον Lego Mindstorms – Δ. Αλιμήσης (Ανώτατη Σχολή Παιδαγωγικής και Τεχνολογικής Εκπαίδευσης)
- [4] Γενικά Στοιχεία για τη LEGO Mindstorms (2006 – Βεγυδάκης Κωνσταντίνος, Ζεγκίνης Χρυσόστομος)
- [5] Μεγάλη Εγκυκλοπαίδεια ΝΟΜΠΕΛ (Αρ. 9)
- [6] Επιστήμη & Ζωή – Μονοτονική (Αρ. 16)