



ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ Τ.Ε.Ι. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ



Πτυχιακή Εργασία

Προγραμματισμός Ρομπोट LEGO Mindstorms με εφαρμογή την πλοήγηση στο χώρο



Χρήστος Τσιλογλανίδης
ΑΜ: 02/1937

επιβλέπων καθηγητής
Διαμαντάρας Κωνσταντίνος

Θεσσαλονίκη Νοέμβριος 2012

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Ευχαριστίες.....	5
Πρόλογος.....	6
Περίληψη.....	7
Abstract.....	8
Εισαγωγή – Έννοιες Κλειδιά.....	9
1 Ρομποτική.....	10
1.1 Ιστορική Αναδρομή.....	10
1.2 Η Ρομποτική Σήμερα.....	12
1.2.1 Έρευνα και Διάσωση.....	12
1.2.2 Αυτόνομα Ρομποτικά Οχήματα.....	12
1.2.3 Το Αυτόνομο Όχημα της Google.....	13
1.2.4 Sony Robots.....	13
1.2.5 Honda Robots.....	13
1.3 Εφαρμογές της Ρομποτικής.....	14
1.3.1 Ιατρική.....	14
α. Χειρουργικά Ρομποτικά Συστήματα.....	14
β. Νευροχειρουργική.....	15
γ. Καρδιοχειρουργική.....	16
δ. Ορθοπεδική Χειρουργική.....	17
ε. Γενική Χειρουργική.....	18
1.3.2 Βιομηχανία.....	19
α. Τα Ρομποτικά Συστήματα στην Ελληνική Βιομηχανία.....	20
β. Τι προσφέρουν.....	20
γ. Που Χρησιμοποιούνται.....	21
1. Συσκευασία.....	21
2. Εγκιβωτισμός.....	21
3. Φόρτωση & Εκφόρτωση Προϊόντων.....	21
4. Παλετοποίηση.....	21
5. Συγκόληση.....	22
6. Κοπή.....	23
7. Βαφή.....	24
8. Φόρτωση & Εκφόρτωση Μηχανών Παραγωγής.....	24
1.3.3 Ρομποτική & Διάστημα.....	24
1.3.4 Εκπαίδευση.....	26
1.3.4.1 Θεωρητικό Πλαίσιο.....	26
1.3.4.2 Θεωρία της Κατασκευής της Γνώσης.....	27
1.3.4.3 Κατασκευαστικός Εποικοδομητισμός.....	27

1.3.4.4	Κοινωνικός Εποικοδομητισμός.....	27
1.3.4.5	Ζώνη Επικείμενης Ανάπτυξης.....	27
1.3.4.6	Μάθηση Κλιμακούμενης Υποστήριξης.....	27
1.3.4.7	Ψυχαγωγική Εκμάθηση.....	28
1.3.4.8	Συστήματα Εκπαιδευτικής Ρομποτικής.....	28
1.3.4.9	Μαθαίνω Κατασκευάζοντας.....	29
1.3.4.10	Μαθαίνω για την Κατασκευή.....	30
1.3.4.11	Μαθαίνω Δημιουργώντας.....	31
1.4	Οργάνωση και Λειτουργία Ρομποτικού Συστήματος.....	36
1.4.1	Μηχανικό Μέρος.....	36
1.4.2	Ελεγκτής.....	37
1.4.3	Βαθμοί Ελευθερίας.....	37
2	Το Σύστημα Lego MINDSTORMS.....	39
2.1	Το Προγραμματιζόμενο Τούβλο NXT.....	39
2.2	Αισθητήρες.....	41
2.2.1	Αισθητήρας Αφής.....	41
2.2.2	Αισθητήρας Ήχου.....	42
2.2.3	Αισθητήρας Φωτός.....	42
2.2.4	Αισθητήρας Υπερήχων.....	42
2.3	Σερβομηχανές.....	43
2.4	Λάμπες.....	44
2.5	Καλώδια.....	44
2.6	Δομικά Στοιχεία.....	45
2.7	Στοιχεία Εκτός Βασικού Πακέτου.....	47
2.7.1	Αισθητήρας Πυξίδα.....	47
2.7.2	Αισθητήρας Επυταχυνσιόμετρο.....	48
2.7.3	Αισθητήρας RFID.....	48
3	Διαγωνισμοί Ρομποτικής με Lego MINDSTORMS.....	49
3.1	World Robot Olympiad.....	49
3.2	First Lego League.....	50
3.3	Διαγωνισμοί Ρομποτικής RoboCup.....	50
3.3.1	RoboCup Junior.....	51
3.3.2	RoboCup Junior Rescue.....	52
4	Το Περιβάλλον Προγραμματισμού Lego MINDSTORMS NXT.....	54
4.1	Βασικές Εντολές.....	
4.2	Αισθητήρες.....	62
4.2.1	Calibrate Sensors.....	63

4.2.2	Ρυθμίζοντας έναν αισθητήρα φωτός.....	63
4.2.3	Ρυθμίζοντας έναν αισθητήρα ήχου.....	64
4.2.4	Αποκαθιστώντας τις προεπιλεγμένες τιμές ρύθμισης.....	64
4.3	Καλώδια Δεδομένων.....	64
4.3.1	Ανοίγοντας κατανεμητές και δημιουργώντας καλώδια.....	64
4.3.2	Σχεδιάζοντας ένα καλώδιο δεδομένων.....	65
4.3.3	Διαγράφοντας ένα καλώδιο δεδομένων.....	65
4.3.4	Είσοδοι και Έξοδοι.....	65
4.3.5	Τα καλώδια μεταφέρουν συγκεκριμένους τύπους δεδομένων.....	66
4.3.6	Χρώματα καλωδίων δεδομένων.....	66
4.3.7	Σπασμένα καλώδια δεδομένων.....	66
4.3.8	Τα δεδομένα πρέπει να είναι εντός του δυνατού εύρους.....	66
4.4	Χειρισμός Αρχείων και Μνήμης στο NXT.....	67
4.4.1	Η Μνήμη του NXT.....	67
4.4.2	Εξάντληση της Μνήμης.....	68
4.4.3	Διαγραφή όλων των αρχείων σας.....	68
4.4.4	Απελευθέρωση της μνήμης.....	68
4.5	Διαχείριση των Συνδέσεων του NXT.....	68
4.5.1	Που θα αποκτήσετε πρόσβαση στις συνδέσεις σας.....	68
4.5.2	Communications.....	69
4.5.3	Bluetooth.....	69
4.6	Ακολουθία Δέσμης (Sequence Beam).....	70
4.7	Απλά Πεδία Κειμένου.....	72
4.8	Επεξεργαστής Ήχου.....	72
4.8.1	Εισαγωγή, Καταγραφή και Επεξεργασία Αρχείων Ήχου.....	73
4.8.2	Παίζοντας τον επεξεργασμένο ήχο στο NXT.....	74
4.9	Ανανεώνοντας το firmware του NXT.....	74
Παράρτημα.....		77
Βιβλιογραφία - Αναφορές.....		80

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κ. Κωνσταντίνο Διαμαντάρα για την υπομονή και την κατανόηση που επέδειξε κατά την διάρκεια της ανάληψης αυτής της εργασίας, καθώς και για τον εξοπλισμό που μου παρείχε.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η σημερινή εποχή χαρακτηρίζεται, μεταξύ άλλων, από την αυξανόμενη εισροή της τεχνολογίας στη ζωή μας. Οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές έχουν κάνει αλματώδη βήματα ανάπτυξης από τότε που πρωτοεμφανίστηκαν. Ο πρώτος ηλεκτρονικός υπολογιστής, ο ENIAC, ήταν τεράστιος και είχε περιορισμένες δυνατότητες, ενώ σήμερα μιλάμε για κινητά τηλέφωνα σε μέγεθος μικρότερο του χεριού, που έχουν πλήθος εφαρμογών και που μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες πρόσβασης στο διαδίκτυο, κοινωνικής δικτύωσης, ηλεκτρονικής αλληλογραφίας, χειρισμού αρχείων και μεταφοράς τους στην άλλη άκρη του κόσμου σε μόλις μερικά δευτερόλεπτα κ.ά.

Η ρομποτική είναι ένας κλάδος που, σε συνεργασία με την πληροφορική, ανθεί τα τελευταία χρόνια. Οι εφαρμογές της είναι χρήσιμες σε πολλούς τομείς όπως η ιατρική, η βιομηχανία, η εξερεύνηση του διαστήματος και η εκπαίδευση, με τρόπο που βοηθάει ώστε να γίνονται κάποιες εργασίες με την απαραίτητη ακρίβεια και ταχύτητα.

Η παρούσα εργασία ασχολείται με ένα κομμάτι της ρομποτικής με το οποίο θα μπορούσε να ασχοληθεί ο καθένας χωρίς να έχει ιδιαίτερες γνώσεις. Αφορά την εταιρία LEGO και ειδικότερα το σετ LEGO Mindstorms NXT 2.0, καθώς και το ομώνυμο λογισμικό που το συνοδεύει. Ο χρήστης μπορεί να κατασκευάσει με τουβλάκια, από αυτοκίνητα μέχρι ρομποτ που περπατούν και να τα προγραμματίσει ώστε να κινούνται στο χώρο, να μεταφέρουν αντικείμενα κλπ. Χρήσιμες πληροφορίες μπορεί να βρει κανείς στο site www.mindstorms.com. Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει να κάνει με την κατασκευή ενός κλαρκ που μεταφέρει μία παλλέτα με αντικείμενα. Είναι ένα είδος μακέτας ή μοντέλου που θα μπορούσε κάποιος επαγγελματίας να δει προκειμένου να προχωρήσει ή όχι στην κατασκευή ενός ρομποτ σε κανονική κλίμακα, έτσι ώστε να το χρησιμοποιήσει στην δουλειά του.

Εύχομαι η εργασία μου να είναι χρήσιμη και ωφέλιμη για τον αναγνώστη.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία αφορά την κατασκευή, τον προγραμματισμό και την μελέτη ενός ρομπότ που περιηγείται αυτόνομα στο χώρο. Στην περίπτωση μας, αυτό είναι ένας φορτωτής – εκφορτωτής (κλαρκ) ο οποίος παίρνει μία παλέτα με αντικείμενα και την τοποθετεί στο κατάλληλο μέρος.

Στο πρώτο κεφάλαιο της εργασίας αναφέρονται γενικότερες έννοιες και εφαρμογές της ρομποτικής. Ξεκινάει με τα σημαντικότερα ιστορικά επιτεύγματα στον τομέα της ρομποτικής, συνεχίζει με αναλυτικά παραδείγματα σήμερα στους τομείς της ιατρικής, της βιομηχανίας, της εκπαίδευσης και της εξερεύνησης του διαστήματος και τελειώνει παρουσιάζοντας τα κυριότερα μέρη ενός ρομποτικού συστήματος.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, παρουσιάζεται το σετ Lego MINDSTORMS NXT. Γίνεται περιγραφή όλων των μέρων του, από τα απλά τουβλάκια και τα καλώδια, μέχρι τους αισθητήρες και το προγραμματιζόμενο τούβλο.

Στο τρίτο κεφάλαιο, γίνεται αναφορά στους διαγωνισμούς που γίνονται κάθε χρόνο σε εθνικό και διεθνές επίπεδο, με αφορμή την ρομποτική επιστήμη και την σπουδαιότητα τους στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Τέλος, στο τέταρτο κεφάλαιο, επεξηγούνται τα βασικότερα συστατικά του λογισμικού Lego MINDSTORMS NXT 2.0.

ABSTRACT

This assignment involves the construction, planning and design of a robot that autonomously navigates in space. In our case, this is a loader - unloader (forklift) who takes a palette of objects and places it in the right place.

In the first chapter are mentioned general concepts and applications of robotics. It starts with the most important historic achievements in the field of robotics, continues today with detailed examples in the fields of medicine, industry, education and space exploration, and ends by presenting the main components of a robotic system.

In the second chapter, is presented the set of Lego MINDSTORMS NXT. A description of all parts, from simple bricks and cables to sensors and programmable brick.

In the third chapter, there is a reference to the competitions that take place every year at national and international level, on the occasion of robotics science and its importance on the educational process.

Finally, in the fourth chapter are explained the basic components of the software Lego MINDSTORMS NXT 2.0.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η έννοια του ρομπότ εξελίχθηκε με την πάροδο του χρόνου και από τις απλές μηχανές, που μπορούσαν να εκτελέσουν στερεότυπες και επαναλαμβανόμενες κινήσεις, η επιστημονική φαντασία έφτασε στα υψηλής νοημοσύνης ανδροειδή, δηλαδή ρομπότ που συμπεριφέρονται όπως οι άνθρωποι. Παρόλο που τα σημερινά ρομπότ εξακολουθούν να είναι μηχανές χωρίς νοημοσύνη, έχουν γίνει μεγάλες προσπάθειες να επεκταθεί η χρησιμότητα τους.

Σήμερα τα ρομπότ χρησιμοποιούνται για την εκτέλεση πολύ συγκεκριμένων εργασιών υψηλής ακρίβειας στη βαριά βιομηχανία και την επιστημονική έρευνα που παλαιότερα ήταν αδύνατο να πραγματοποιηθούν από το ανθρώπινο δυναμικό. Τα ρομπότ χρησιμοποιούνται πλέον καθημερινά στην κατασκευή μικροεπεξεργαστών, στην ιατρική, στην εξερεύνηση του διαστήματος και του βυθού και γενικά σε εργασίες που πραγματοποιούνται σε επικίνδυνο περιβάλλον.

Έννοιες κλειδιά

Ρομπότ, Εκπαιδευτική ρομποτική, Lego Mindstorms NXT, NXT-G.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ

1.1 Ιστορική Αναδρομή



Εικόνα 1.1: Τάλως, ο προστάτης της Κρήτης

Ένας από τους πιο όμορφους μύθους της Ελληνικής Μυθολογίας, σε ότι έχει σχέση με την Κρήτη, είναι ο μύθος για τον Τάλω. Το ίδιο το όνομα από μόνο του καταδεικνύει την υπερβατική καταγωγή του, εφόσον ο Δίας στην Κρήτη αποκαλούνταν Ταλλαιός, όπου στην αρχαία κρητική διάλεκτο “τάλως” ονομαζόταν ο ήλιος, σύμφωνα με τις περιγραφές του Ησυχίου. Ο Τάλως ήταν ένα γιγάντιο χάλκινο δημιούργημα, ένας φύλακας του πανέμορφου από όλες τις απόψεις νησιού της Κρήτης, το οποίο σύμφωνα με τον Απολλώνιο, κατασκευάστηκε από τον θεό Ήφαιστο και δόθηκε ως δώρο στον Μίνωα για να προστατεύει την Κρήτη από τους εχθρούς της. Ο Απολλώνιος ο Ρόδιος αναφέρει ότι ο Τάλως ήταν ένα δώρο του Δία προς την Ευρώπη για να φυλάει την ίδια και τα παιδιά της, που γεννήθηκαν από την ερωτική τους σχέση. Η Ευρώπη κατόπιν το χάρισε στον Μίνωα. Ο Πλάτωνας παρουσιάζει τον Τάλω σαν αδερφό του Ροδάμανθη και του Μίνωα. Οι πηγές αναφέρουν ότι ήταν μια ηλιακή θεότητα η οποία έφτασε στη γη και πήρε τη μορφή ήρωα, αλλά και κριτή. Αυτό διαφαίνεται από τις πληροφορίες που μας δίνει ο ίδιος ο Πλάτωνας, ο οποίος αναφέρει πως ο Τάλως είχε σαν καθήκον του ανάμεσα στα άλλα, να επισκέπτεται τα χωριά της Κρήτης και να εφαρμόζει τον νόμο, ο οποίος ήταν γραμμένος πάνω σε χάλκινες πλάκες. Όλες οι προδιαγραφές του μύθου για τον Τάλω είναι προδιαγραφές ενός υπερφυσικού ρομπότ ή ανδροειδούς: μεγάλη ταχύτητα, τεράστια δύναμη εκτόξευσης βαρών, υγρά μπαταρίας, αυτοθέρμανση. Επίσης, σκοπός του ήταν να αναχωρεί από την βάση του στην Φαιστό και να κάνει το γύρο του νησιού τρεις φορές την ημέρα, καθώς και να εκσφενδονίζει βράχους στα ξένα πλοία που προσπαθούσαν να εισβάλουν στην Κρήτη ή να βγάζει φωτιά από το σώμα του καίγοντας τους εχθρούς. Εάν σκεφτούμε ότι η ακτογραμμή της Κρήτης είναι γύρω στα 1000 χιλιόμετρα, τότε θα έπρεπε να τρέχει με 150 χιλιόμετρα την ώρα! Για κάποιους άλλους ο Τάλως παρουσιάζεται με φτερά σαν

συμβολισμός στην ταχύτητα με την οποία έτρεχε γύρω από το νησί. Χαρακτηριστικός είναι και ο “θάνατος” του Τάλω, όταν από την Κρήτη περνούσαν οι Αργοναύτες ο Ποίας, πατέρας του Φιλοκτήτη, τόξευσε το χάλκινο καρφί στη φτέρνα του Τάλω, το έβγαλε από τη θέση του και χύθηκε ο ιχώρ. Αν αυτά είναι πράγματι στοιχεία ενός μύθου, τότε ο μύθος αναφέρεται σε κάποιο ρομπότ, ίσως από τα πιο εξελιγμένα που κατασκεύασε ο Ήφαιστος. Διέθετε μία και μοναδική φλέβα, η οποία ξεκινούσε από τον λαιμό και κατέληγε στον αστράγαλο του, όπου ένα χάλκινο καρφί ή βίδα έκλεινε την έξοδο της. Μέσα στη φλέβα του Τάλω κυλούσε ο ιχώρ, δηλαδή “το αίμα των αθανάτων”, θείο υγρό που του έδινε ζωή.

Επιγραμματικά θα μπορούσαμε να αναφέρουμε τα παρακάτω:

- Ο Αρχύτας ο Ταραντίνος (428 – 347 π.Χ.) λέγεται πως κατασκεύασε μια ιπτάμενη μηχανή (“πετομηχανή” ή “περιστερά”) που κινούνταν με ατμό και μπορούσε να διανύσει απόσταση μέχρι και 200 μέτρα.
- Ο μηχανισμός των Αντικυθήρων (περίπου 150 – 100 π.Χ.) είναι ο αρχαιότερος αυτοματισμός που σώζεται ως σήμερα (Αρχαιολογικό Μουσείο Αθηνών). Μπορούσε να προβλέψει τις θέσεις των πλανητών.



Εικόνα 1.2: Ο μηχανισμός των Αντικυθήρων

- Ο Ηρών ο Αλεξανδρεύς (περίπου 10 – 70 μ.Χ.) κατασκεύασε το πρώτο προγραμματιζόμενο ρομπότ: ένα αυτοκινούμενο τρίκυκλο.
- Ο Άραβας Al – Jazari (1136 – 1206 μ.Χ.) κατασκεύασε το πρώτο ανθρωποειδές ρομπότ: έναν προγραμματιζόμενο τυμπανιστή.
- Ο Ιταλός Leonardo da Vinci (1452 – 1519 μ.Χ.) σχεδίασε (και ίσως κατασκεύασε) ένα ανθρωποειδές ρομπότ με πανοπλία. Το ρομπότ μπορούσε να αναστηκνώνεται και να κινεί τα χέρια και το κεφάλι του. Είναι το πρώτο σχέδιο ανθρωποειδούς ρομπότ που σώζεται ως σήμερα.
- Το 1898 ο Σέρβος Nikola Tesla παρουσίασε το πρώτο τηλεχειριζόμενο πλοίο.
- Το 1930 η εταιρία Westinghouse Electric Corporation (Η.Π.Α.) κατασκευάζει το ανθρωποειδές ρομπότ Elektro που μπορούσε να μιλά, να περπατά και να καπνίζει.
- Το 1948 κατασκευάζεται το πρώτο αυτόνομο ρομπότ Elsie στο πανεπιστήμιο του Bristol (Αγγλία), που κινούνταν με βάση ερεθίσματα που λάμβανε από αισθητήρες φωτός.

1.2 Η Ρομποτική Σήμερα

Τα ρομπότ είναι ηλεκτρομηχανικές συσκευές, που εκτελούν προγραμματισμένες ή μη εργασίες. Η χρήση τους αποσκοπεί στην αντικατάσταση του ανθρώπου στην εκτέλεση έργου.

Ένα ρομπότ μπορεί να λειτουργεί κάτω από τον έλεγχο ενός ανθρώπου ή αυτόνομα υπό τον έλεγχο υπολογιστή. Δεν έχει κατά ανάγκη ανθρωπόμορφη εμφάνιση, μπορεί να είναι αυτοκινούμενο με ρόδες ή να μην μετακινείται καθόλου. Συνήθως διαθέτει ένα πλήθος αισθητήρων για να μπορεί να αντιληφθεί και να αλληλεπιδρά με το περιβάλλον του.

Τα ρομπότ μπορούν να χρησιμοποιηθούν ώστε να γίνουν εργασίες οι οποίες είτε είναι δύσκολες ή επικίνδυνες για να γίνουν από έναν άνθρωπο. Ενδεικτικά, αναφέρεται η χρήση τους στη βαριά βιομηχανία, στο διάστημα, στο στρατό, στην αστυνομία για την εξουδετέρωση εκρηκτικών μηχανισμών. Σε άλλες περιπτώσεις, χρησιμοποιούνται για να εκτελέσουν εργασίες ταχύτερα ή φθηνότερα απ' ότι ο άνθρωπος. Έτσι, μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην αυτόματη παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων κάποιου προϊόντος και με χαμηλότερο κόστος, για παράδειγμα, στις βιομηχανικές γραμμές παραγωγής. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για λεπτούς χειρισμούς που απαιτούν μεγάλη επιδεξιότητα όπως στη χειρουργική ιατρική για επεμβάσεις ακριβείας ή για την κατασκευή ηλεκτρονικών πλακετών.

1.2.1 Ρομπότ έρευνας και διάσωσης

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει έντονη ερευνητική προσπάθεια στην κατεύθυνση για δημιουργία ρομποτικών συστημάτων, που θα χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό επιζώντων σε χαλάσματα. Μια προσπάθεια καταγραφής και παρουσίασης, πραγματοποιήθηκε το 2011 από ομάδα ελλήνων ερευνητών με επικεφαλής τον καθηγητή Αντώνιο Τζε στη μελέτη "Ρομποτικά Συστήματα για σκοπούς Εξερεύνησης και Διάσωσης".

1.2.2 Αυτόνομα Ρομποτικά Οχήματα

Ένα βασικό πεδίο της ρομποτικής αποτελούν τα κινητά ρομπότ (mobile robots). Ο όρος "κινητό ρομπότ" αναφέρεται συνήθως σε ρομποτικά οχήματα, δηλαδή σε ρομπότ τα οποία μετακινούνται με τροχούς ή ερπύστριες, σε αντιδιαστολή με άλλα είδη ρομπότ τα οποία κινούνται με κινούμενα άκρα. Ο έλεγχος των ρομποτικών οχημάτων αποτελεί έναν αρκετά ενδιαφέροντα στόχο μιας και τα συστήματα αυτά είναι εξόχως μη-γραμμικά και έχουν περισσότερους βαθμούς ελευθερίας απ' ότι εισόδους ελέγχου, είναι δηλαδή υπο-οδηγούμενα (underactuated).

Βασικό επιθυμητό χαρακτηριστικό των ρομποτικών οχημάτων είναι η αυτόνομη πλοήγηση. Αυτή συνίσταται στη δυνατότητα να ολοκληρώνουν τη μετακίνηση τους από ένα σημείο σε κάποιο άλλο κατά τέτοιο τρόπο ώστε να πληρούνται ορισμένοι περιορισμοί. Η αυτόνομη πλοήγηση στηρίζεται σε τρεις βασικές λειτουργίες:

Η πρώτη είναι ο σχεδιασμός της πορείας (navigation) που πρέπει να ακολουθήσει ένα ρομπότ για να πάει από ένα σημείο σε κάποιο άλλο. Ο σχεδιασμός μπορεί να λάβει υπόψη του πολλές γενικές ή ειδικές συνθήκες όπως η ελαχιστοποίηση του ολικού μήκους της πορείας, η απόσταση από ενδεχόμενα εμπόδια στο χώρο κίνησης, κινηματικοί ή/και δυναμικοί περιορισμοί του ίδιου του ρομπότ, κατανάλωση ενέργειας κλπ.

Η δεύτερη κρίσιμη λειτουργία είναι η χωροθέτηση (localization) του ρομπότ, δηλαδή ο

υπολογισμός της θέσης του μέσα στον κόσμο που κινείται. Είναι εύκολα κατανοητό ότι προτού γίνει οποιαδήποτε σχεδίαση για τη μετακίνηση του, πρέπει να είναι γνωστή η θέση του. Βέβαια, αυτό δεν αρκεί. Η θέση του πρέπει να είναι γνωστή και καθ' όλη τη διάρκεια της λειτουργίας του, καθώς η ακριβής εκτίμηση της, είναι ζωτικής σημασίας για την επιτυχή εκτέλεση οποιασδήποτε εργασίας.

Η τρίτη κρίσιμη λειτουργία είναι η ίδια η κίνηση του ρομπότ, δηλαδή η εκτέλεση της σχεδιασμένης πορείας. Είναι κατανοητό ότι όσο καλή και αν είναι η σχεδιασμένη πορεία και η χωροθέτηση, αν η παρακολούθηση της περιέχει μεγάλα σφάλματα η πλοήγηση καταρρέει. Η σχεδίαση και η εκτέλεση της πορείας είναι προβλήματα τα οποία δυσχεραίνονται και από την εμφάνιση ειδικών περιορισμών οι οποίοι αναδύονται από την ίδια τη φύση των ρομποτικών μοντέλων. Οι περιορισμοί αυτοί ονομάζονται μη-ολονομικοί περιορισμοί (non-holonomic constraints) και περιορίζουν τις επιτρεπόμενες κινήσεις που μπορεί να εκτελέσει το ρομπότ. Εκφράζουν περιορισμούς στις γενικευμένες ταχύτητες του συστήματος και προέρχονται από την αλληλεπίδραση των τροχών με το έδαφος. Οι περιορισμοί αυτοί πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τη σχεδίαση της πορείας αναφοράς αλλά και στον έλεγχο του ρομπότ, ειδάλως το σύστημα δεν θα μπορέσει ποτέ να εκτελέσει τις κινήσεις χωρίς σφάλμα.

1.2.3 Το αυτόνομο όχημα της Google

Η αμερικανική πολιτεία της Νεβάδα ψήφισε ένα νόμο τον Ιούνιο του 2011 σχετικά με τη λειτουργία του προγράμματος οδήγησης αυτόνομων (driverless) αυτοκινήτων στη Νεβάδα. Ο νόμος τέθηκε σε ισχύ την 1η Μαρτίου του 2012 και τον Μάιο του 2012 εκδόθηκε η πρώτη άδεια για ένα τροποποιημένο όχημα Toyota Prius εφοδιασμένο με την τεχνολογία της Google.

Στο χώρο της ρομποτικής σήμερα υπάρχουν αρκετές και καταξιωμένες εταιρίες μεταξύ των οποίων συγκαταλέγονται και οι Sony Robots και Honda Robots οι οποίες εξετάζονται αναλυτικότερα παρακάτω.

1.2.4 Sony Robots

Η Sony Robots είναι μία από τις καταξιωμένες και μεγάλες εταιρίες στο χώρο των ηλεκτρονικών, της ρομποτικής, καθώς και της τεχνητής νοημοσύνης. Ένα από τα είδη των ρομπότ τα οποία κατασκεύασε η Sony Robots είναι το QRIO SDR-4XII: Σχεδιασμένο για χρήση μέσα στο σπίτι. Αυτό το συμπαγές δίποδο ρομπότ χαρακτηρίζεται από την ενισχυμένη ασφάλεια και τη μεγάλη διάρκεια λειτουργίας. Επίσης, αυξήθηκε η ικανότητα για καλύτερη επικοινωνία. Επιπλέον, το QRIO τραγουδούσε και μπορούσε να εκτελέσει χορευτικές επιδείξεις. Τελικά, το QRIO ήταν ένα πρωτότυπο και δεν προωθήθηκε εμπορικά.

1.2.5 Honda Robots

Ο ASIMO είναι το αποκορύφωμα δύο δεκαετιών έρευνας ρομποτικής humanoid από τους μηχανικούς της Honda. Ο ASIMO μπορεί να τρέξει, να περπατήσει σε δρόμους ή σημεία με κλίσεις, ακόμα και σε ανώμαλες επιφάνειες, να γυρίσει ομαλά, να αναρριχηθεί σε σκαλοπάτια και να πιάσει αντικείμενα. Ο ASIMO μπορεί επίσης να κατανοήσει και να αποκριθεί στις απλές φωνητικές εντολές. Έχει τη δυνατότητα να αναγνωρίσει τα πρόσωπα μιας συγκεκριμένης ομάδας ατόμων. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί χρησιμοποιώντας τα μάτια του, τα οποία είναι οι κάμερες του. Ο ASIMO μπορεί επίσης να χαρτογραφήσει το

περιβάλλον του και να καταχωρήσει στην μνήμη του τα στάσιμα αντικείμενα. Μπορεί επίσης να αποφύγει τα εμπόδια καθώς κινείται μέσα στο περιβάλλον λειτουργίας του.



Εικόνα 1.3: Το ρομπότ ASIMO της Honda Robots

1.3 Εφαρμογές της Ρομποτικής

Παρακάτω παρουσιάζονται τέσσερις από τις πλέον διαδεδομένες εφαρμογές της ρομποτικής σήμερα, η πρώτη στην ιατρική, η δεύτερη στη βιομηχανία - αντικείμενο της οποίας αποτελεί και η παρούσα πτυχιακή εργασία με την μακέτα κλαρκ - η τρίτη στην εξερεύνηση του διαστήματος και η τέταρτη στην εκπαίδευση.

1.3.1 Ιατρική

α. Χειρουργικά Ρομποτικά Συστήματα

Τα ρομποτικά συστήματα που χρησιμοποιούνται στις χειρουργικές επεμβάσεις μπορούν να διαιρεθούν σε δύο ευρείες κατηγορίες: τα παθητικά και τα ενεργά. Στην πρώτη περίπτωση, ο χειρουργός παρέχει τη φυσική δύναμη που απαιτείται για τον χειρισμό ενός παθητικού ρομπότ, ενώ στη δεύτερη, ένα ενεργό ρομποτικό σύστημα δεν απαιτεί κάποια ανθρώπινη ενέργεια αλλά είναι συνήθως ελεγχόμενο από έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή. Αυτό προσδίδει στα ενεργά συστήματα έναν βαθμό αυτονομίας, σε ότι αφορά την εκτέλεση εργασιών, γεγονός όμως που τα καθιστά ως ένα βαθμό ανασφαλή. Τα ενεργά συστήματα είναι αυτόνομα ρομποτικά συστήματα τα οποία υπό την επίβλεψη του χειρουργού εκτελούν συγκεκριμένες φάσεις, δηλαδή συγκεκριμένους χειρουργικούς χρόνους κατά την διάρκεια μιας εγχείρησης ή ακόμη και ολόκληρες επεμβάσεις. Παρά τη σχετική αυτονομία τους, είναι αυτονόητη η παρουσία του έμπειρου χειρουργού που παρακολουθεί τη χειρουργική πράξη έτοιμος ανά πάσα στιγμή να παρέμβει προκειμένου να διακόψει ή να τροποποιήσει τη λειτουργία του ρομποτικού βραχίονα. Τα αρχικά ρομποτικά συστήματα ήταν παθητικά, αλλά τα πιο σύγχρονα είναι ενεργά. Σημειώνεται ότι πολλά από τα ενεργά χειρουργικά ρομπότ έχουν τη δυνατότητα μετάβασης και σε παθητική κατάσταση κατά τη διάρκεια των επεμβάσεων (Διαμαντής, 2009).

Τα σημαντικότερα ρομποτικά συστήματα που χρησιμοποιούνται διεθνώς στην κλινική πρακτική είναι τα συστήματα υποβοήθησης χειρουργικών επεμβάσεων, τα ρομποτικά συστήματα ενδοσκόπησης, τα συστήματα ελέγχου και τηλεσυνεργασίας, τα συστήματα ρομποτικής ακτινοχειρουργικής και τα ρομποτικά συστήματα τύπου master – slave.



Εικόνα 1.4: Χειρουργικό Ρομποτικό Σύστημα

β. Νευροχειρουργική

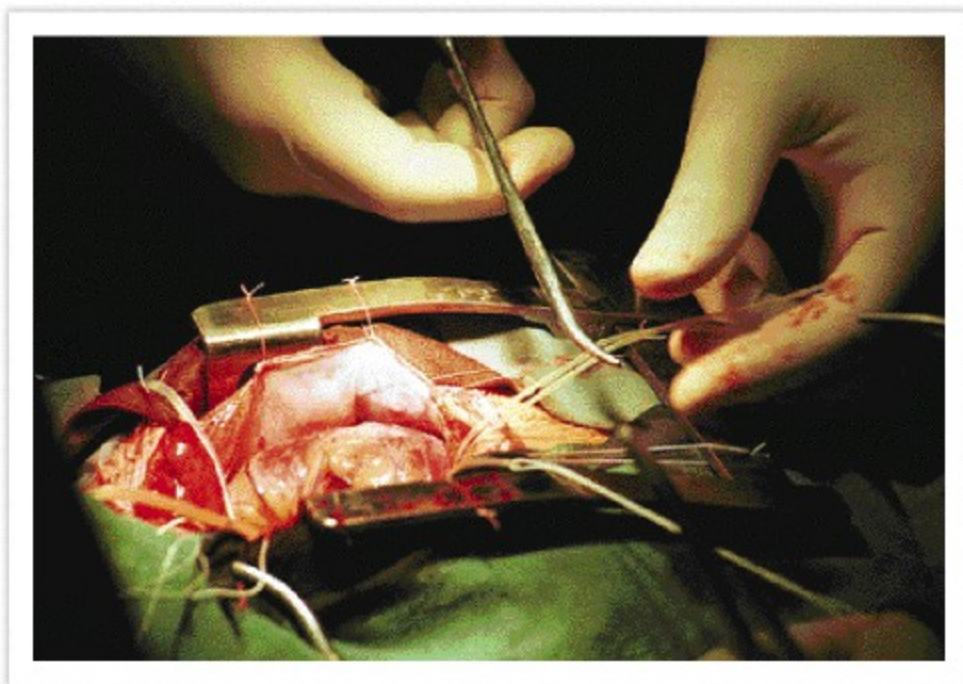
Το πεδίο της νευροχειρουργικής έχει επιδείξει μία εναρμονισμένη προσπάθεια για την υιοθέτηση και ενσωμάτωση εξελισσόμενων τεχνολογιών στο χειρουργικό πεδίο, τόσο νέων τεχνικών όσο και συσκευών, σε μία προσπάθεια για την αύξηση της ασφάλειας των επεμβάσεων στον εγκέφαλο. Επιμελείς προσπάθειες πραγματοποιούνται για την ελαχιστοποίηση του τραύματος των φυσιολογικών ιστών κατά τη διάρκεια μίας χειρουργικής επέμβασης με παράλληλη βελτιστοποίηση των κλινικών αποτελεσμάτων. Ανάμεσα σε αυτές τις υιοθετήσεις δίδεται ιδιαίτερη έμφαση στη χειρουργική ρομποτική. Τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα της ρομποτικής ενσωματώνονται στη χειρουργική αίθουσα με τη χρήση της μικροσκοπίας, της πλοήγησης, της οπτικής απεικόνισης και των νέων χειρουργικών εργαλείων και οργάνων. Εντούτοις, η χρήση μίας μηχανικής συσκευής για τον καλύτερο χειρισμό των εργαλείων σε απευθείας επαφή με τον ασθενή είναι σχετικά νέα στη χειρουργική του εγκεφάλου. Από τότε που ο Kwoh και οι συνεργάτες του επιχείρησαν μία ρομποτική βιοψία εγκεφάλου στα τέλη της δεκαετίας του '80, το αυξανόμενο ενδιαφέρον στο συγκεκριμένο πεδίο και τα ενδεχόμενα κλινικά οφέλη αυτού έχει ενθαρρύνει την ανάπτυξη πολλαπλών συστημάτων. Για τους νευροχειρουργούς κάτι τέτοιο αποτελεί ιδιαίτερη πρόκληση, καθώς οι χειρωνακτικές μικροχειρουργικές τεχνικές έχουν ήδη ενσωματωθεί αποτελεσματικά στην καθιερωμένη πρακτική. Η προσέγγιση της παθολογίας του κεντρικού νευρικού συστήματος με ακρίβεια χιλιοστών, η δεξιότητα των χεριών του χειρουργού και ο περιορισμός των άτεχνων και απότομων κινήσεων του αποτελούν απαραίτητες προϋποθέσεις της νευροχειρουργικής. Ο ανθρώπινος εγκέφαλος είναι κατάλληλος για ρομποτικές εφαρμογές, διότι περικλείεται από το κρανίο, με αποτέλεσμα ακόμα και η μικρότερη εισαγωγή χειρουργικών εργαλείων να μπορεί να προκαλέσει ανεπανόρθωτη βλάβη στον ασθενή.



Εικόνα 1.5: Νευροχειρουργική Επέμβαση

γ. Καρδιοχειρουργική

Την τελευταία δεκαπενταετία, το πεδίο της καρδιοχειρουργικής έχει επηρεαστεί από ένα σημαντικό αριθμό τεχνολογικών εξελίξεων. Η πιο αξιοσημείωτη από αυτές ήταν η ανάπτυξη των ελάχιστα επεμβατικών τεχνικών, που περιλαμβάνουν την τεχνική MIDCAB, τη στεφανιαία παράκαμψη χωρίς αντλία και τη χειρουργική βαλβίδων ελάχιστης πρόσβασης. Κατά τη διάρκεια των πρώτων χρόνων εφαρμογής της ελάχιστα επεμβατικής καρδιοχειρουργικής η απουσία των κατάλληλων τεχνολογιών πρόσβασης, όπως τα συστήματα απεικόνισης, οι σταθεροποιητές και οι εναλλακτικές μέθοδοι αγγειακής παροχέτευσης και καρδιοπνευμονικής παράκαμψης, αποτελούσε ανασταλτικό παράγοντα για την εκτέλεση επεμβάσεων μέσω μικρών τομών. Με την εξέλιξη αυτών των τεχνολογιών, οι χειρουργοί απέκτησαν την ικανότητα να εκτελούν πολύπλοκες καρδιακές επεμβάσεις, όπως η αποκατάσταση της μιτροειδούς βαλβίδας. Οι επεμβάσεις της μιτροειδούς βαλβίδας αποτελούσαν ανέκαθεν μία από τις πιο σημαντικές κατηγορίες των σύγχρονων εγχειρήσεων καρδιάς. Μέχρι πριν από λίγα χρόνια, ο μόνος τρόπος για την αποκατάσταση της μιτροειδούς βαλβίδας ήταν μέσω θωρακοτομής με παράλληλη μηχανική οξυγόνωση του ασθενούς. Βελτιώσεις τόσο στην οπτική απεικόνιση όσο και στα χειρουργικά εργαλεία έχουν επιτρέψει την ταχεία μετάβαση προς τις υποβοηθούμενες από εικόνα επεμβάσεις μιτροειδούς βαλβίδας. Εντούτοις, οι επεμβάσεις αποκατάστασης της μιτροειδούς βαλβίδας είναι πολύ δύσκολες και συνήθως οδηγούν σε χειρουργικές ανακρίβειες. Η ανάπτυξη σύγχρονων ρομποτικών συστημάτων, όπως το da Vinci, έδωσε για πρώτη φορά τη δυνατότητα εκτέλεσης καρδιακών επεμβάσεων με κλειστό θώρακα και μεγάλη ακρίβεια, καθιστώντας πλέον τις διαδικασίες αποκατάστασης μιτροειδούς βαλβίδας εγχειρήσεις ρουτίνας (Vassiliades, 2006).



Εικόνα 1.6: Οι εγχειρήσεις καρδιάς δεν θα απαιτούν πλέον ανθρώπινα χέρια για να πραγματοποιηθούν.

δ. Ορθοπεδική Χειρουργική

Η ορθοπεδική ήταν από τους πρώτους τομείς της χειρουργικής επέμβασης στους οποίους αναπτύχθηκε η εφαρμογή των ρομποτικών συστημάτων. Ο χειρισμός των οστών είναι σχετικά πιο εύκολος από τον αντίστοιχο των μαλακών ιστών, καθώς αυτά παραμορφώνονται ελάχιστα κατά τη διάρκεια της κοπής. Για το λόγο αυτό, οι καθοδηγούμενες από εικόνα τεχνικές είναι σχετικά απλές στην υλοποίησή τους. Βασικές χειρουργικές επεμβάσεις που πραγματοποιούνται με τη χρήση των ρομποτικών συστημάτων είναι η ολική αρθροπλαστική ισχίου και η ολική αντικατάσταση γονάτου. Η ολική αρθροπλαστική ισχίου είναι η αντικατάσταση των προβληματικών αρθρώσεων του ισχίου λόγω παθολογικής κατάστασης ή τραύματος. Η διαδικασία ξεκινά με την απεξάρθρωση της ένωσης και την αφαίρεση της κεντρικής κεφαλής του μηριαίου οστού. Στη συνέχεια, μία προσθετική κούπα από μέταλλο και πολυμερές τοποθετείται στην κοτύλη. Το μηριαίο εμφύτευμα αποτελείται από έναν μακρύ μεταλλικό άξονα (μέχρι 220 χιλ.) που εισάγεται σε μία βαθιά κοιλότητα που πρέπει να διαμορφωθεί κατά μήκος του κεντρικού άξονα του μηριαίου οστού. Η ανάγκη για βελτιωμένη ακρίβεια οδήγησε στη δημιουργία μίας ρομποτικής προσέγγισης για τη διαμόρφωση της μηριαίας κοιλότητας. Η ανάπτυξη ρομποτικών συστημάτων για επεμβάσεις ορθοπεδικής, όπως το ROBODOC, παρέχει δύο βασικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τη χειροκίνητη διαδικασία: **(1)** η διαμόρφωση της μηριαίας κοιλότητας επιτυγχάνεται με μεγαλύτερη ακρίβεια και **(2)** εξαιτίας της ανάγκης για παροχή ακριβών αριθμητικών οδηγιών στο ρομπότ, χρησιμοποιούνται προεγχειρητικές εικόνες του ασθενούς, όπως η αξονική τομογραφία, για το σχεδιασμό της διαδικασίας επεξεργασίας του οστού. Αυτό δίνει την ευκαιρία στο χειρουργό να βελτιστοποιήσει το μέγεθος και την τοποθέτηση του εμφυτεύματος για κάθε ασθενή ξεχωριστά. Έχουν αναπτυχθεί αρκετά ρομποτικά συστήματα υποβοήθησης επεμβάσεων ολικής αντικατάστασης γονάτου για να αυξήσουν την ακρίβεια ευθυγράμμισης του

προσθετικού μέλους. Πολλά από αυτά τα συστήματα περιλαμβάνουν ένα σύστημα προεγχειρητικού σχεδιασμού βασισμένου σε εικόνα και ένα ρομπότ για το κόψιμο του οστού. Ένα τέτοιο σύστημα είναι και το Puma 560, το οποίο χρησιμοποιεί το ρομπότ για να καθοδηγήσει τα εργαλεία κοπής στη σωστή θέση, επιτρέποντας στο χειρουργό να εκτελέσει ακριβείς τομές στο οστό. Αρχικά, το PUMA 560 ακολουθεί την κίνηση και εντοπίζει το κέντρο της μηριαίας κεφαλής, ενώ ο χειρουργός κάμπτεται και απάγει το μηρό με το χέρι. Το ρομπότ χρησιμοποιεί αυτό το διακριτικό σημείο ως σημείο αναφοράς επιπρόσθετα στις προεγχειρητικά εμφυτευμένες καρφίτσες για να καθοδηγήσει τα εργαλεία κοπής στο σημείο όπου πρόκειται να γίνει εκτομή του μηριαίου οστού. Αφού ο χειρουργός εκτελέσει την κοπή του μηριαίου οστού, το ρομπότ οδηγεί τη θέση κοπής για την κνήμη χρησιμοποιώντας τις εμφυτευμένες καρφίτσες. Για τη διατήρηση της καταγραφής, η πύελος και ο αστράγαλος σταθεροποιούνται στο χειρουργικό τραπέζι, ενώ το μηριαίο οστό και η κνήμη ασφαλίζονται στη βάση του ρομπότ, το οποίο χρησιμοποιεί έναν βραχίονα με έξι βαθμούς ελευθερίας. Ο μηχανικός αυτός βραχίονας πρέπει να προσαρμόζεται στα οστά χωρίς να παρεμβάλλει στις δραστηριότητες του χειρουργού (Langlotz, 2004).



Εικόνα 1.7: Ρομποτική αποκατάσταση άνω άκρου



Εικόνα 1.8: Ρομποτικά πόδια

ε. Γενική Χειρουργική

Η εφαρμογή της ρομποτικής τεχνολογίας στη γενική χειρουργική είναι σχετικά

νέα. Μέχρι τώρα, ρομποτικά συστήματα έχουν χρησιμοποιηθεί στην εκτέλεση λαπαροσκοπικών χολοκυστεκτομών, σε εγχειρήσεις για την αντιμετώπιση της γαστροοισοφαγικής παλινδρόμησης και της αχαλασίας του οισοφάγου, καθώς και σε επεμβάσεις στο κόλον και το ορθό.

Γαστροοισοφαγική παλινδρόμηση καλείται η νόσος κατά την οποία περιεχόμενο του στομάχου παλινδρομεί στον οισοφάγο. Οι χειρουργικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση της γαστροοισοφαγικής παλινδρόμησης είναι δύο: η θολοπλαστική κατά Nissen ή θολοπλαστική 360° και η θολοπλαστική κατά Toupet ή θολοπλαστική 270°. Οι τεχνικές αυτές ανατάσσουν και διορθώνουν τη διαφραγματοκήλη, συγκλείουν με ράμματα τα σκέλη του διαφράγματος και ενδυναμώνουν τη βαλβίδα του κατώτερου οισοφαγικού σφιγκτήρα, τυλίγοντας τον θόλο του στομάχου γύρω από το κατώτερο τμήμα του οισοφάγου. Οι χειρουργοί πραγματοποιούν 4-5 μικρές τομές 5 χιλ. περίπου στο δέρμα χωρίς να γίνει διατομή των μυών (Muhlmann και λοιποί, 2003).

Αχαλασία του οισοφάγου ονομάζεται η μόνιμη αύξηση της διαμέτρου του οισοφάγου λόγω αδυναμίας χαλάρωσης του κάτω οισοφαγικού σφιγκτήρα κατά την κατάποση. Η ρομποτική χειρουργική αντιμετώπιση της αχαλασίας του οισοφάγου ονομάζεται μυοτομή κατά Heller και σε κάποιες περιπτώσεις συνοδεύεται από λαπαροσκοπική θολοπλαστική κατά Dor 180° ή Toupet 270°. Με τομές 5 χιλ. εισέρχονται στην κοιλιά το ενδοσκόπιο και τα διάφορα χειρουργικά εργαλεία. Στη συνέχεια, πραγματοποιείται μία τομή λίγων εκατοστών στον μυϊκό χιτώνα του οισοφάγου και, εάν κριθεί απαραίτητο, η επέμβαση συνοδεύεται από μία πλαστική του θόλου του στομάχου γύρω από τον κατώτερο οισοφάγο (Hazeu και λοιποί, 2004).

1.3.2 Βιομηχανία

Ένα βιομηχανικό ρομπότ καθορίζεται από το πρότυπο [ISO](#) (International Standards Organization) ως ένας αυτόματα ελεγχόμενος, επαναπρογραμματιζόμενος, πολλαπλός βραχίονας κατασκευασμένος με τρεις ή περισσότερους άξονες. Το πεδίο της ρομποτικής μπορεί να χαρακτηριστεί πιο ουσιαστικά ως η μελέτη, ο σχεδιασμός και η χρήση [robot](#) για την δημιουργία κατασκευών.

Τυπικές εφαρμογές της ρομποτικής είναι η συγκόλληση, οι βαφές, η συναρμολόγηση, η τοποθέτηση (όπως συσκευασίες, παλετοποιήσεις και SMT), ο έλεγχος προϊόντων, και οι δοκιμές. Και όλα αυτά με υψηλή αντοχή, ταχύτητα και ακρίβεια.



Εικόνα 1.9: Η ρομποτική στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας

α. Τα ρομποτικά συστήματα στην Ελληνική Βιομηχανία

Το σύγχρονο περιβάλλον της βιομηχανίας και της εφοδιαστικής αλυσίδας δέχεται καθημερινά πιέσεις για μείωση του κόστους παραγωγής, άμεση απόκριση στις αλλαγές στη ζήτηση και διασφάλιση της ποιότητας και ασφάλειας των παραγόμενων προϊόντων. Για να ανταποκριθεί σε αυτές τις απαιτήσεις, η Ελληνική Βιομηχανία έχει υιοθετήσει ήδη από τις αρχές της δεκαετίας του 1990 την πρακτική της χρήσης ρομποτικών συστημάτων κατά την παραγωγική διαδικασία.

Με τον όρο «ρομποτικό σύστημα» περιγράφουμε ένα αυτόματο σύστημα παραγωγής που περιλαμβάνει τουλάχιστον ένα προγραμματιζόμενο, σερβοελεγχόμενο ρομποτικό βραχίονα καθώς και τις βοηθητικές μηχανές και διατάξεις που απαιτούνται για την εκτέλεση συγκεκριμένης επαναλαμβανόμενης παραγωγικής διαδικασίας.

Τα ρομποτικά συστήματα χρησιμοποιούνται σήμερα από τις επιχειρήσεις σε παραγωγικές διαδικασίες μεγάλης ποικιλίας εφαρμογών στους κλάδους της βιομηχανίας τροφίμων, φαρμάκων, χημικών, μεταλλικών κατασκευών, πλαστικών, ηλεκτρονικών κλπ.

β. Τι προσφέρουν

Τα βιομηχανικά ρομπότ παρέχουν ταχύτητα και ακρίβεια κινήσεως, μειώνοντας τους χρόνους παραγωγής και συμβάλλοντας έτσι στη μείωση του κόστους των παραγόμενων προϊόντων. Μειώνονται επίσης σημαντικά οι νεκροί χρόνοι και εξασφαλίζονται αυξημένοι, σταθεροί και προβλέψιμοι ρυθμοί παραγωγής, εξασφαλίζοντας έτσι την εύρυθμη λειτουργία της παραγωγής.

Τα ρομποτικά συστήματα δεν επηρεάζονται από παράγοντες όπως η κόπωση, οι άσχημες και επικίνδυνες συνθήκες εργασίας, επομένως εξασφαλίζουν συνέπεια στην ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος.

Δεδομένου ότι τα βιομηχανικά ρομπότ λειτουργούν χωρίς διακοπές, γίνεται εφικτή η κάλυψη εποχιακών εξάρσεων της ζήτησης και η διεκπαιρέωση επείγουσών παραγγελιών.

Τα βιομηχανικά ρομπότ είναι μηχανισμοί που μπορούν να κινηθούν σε οποιοδήποτε σημείο του χώρου εργασίας τους υπό τον έλεγχο προγράμματος Η/Υ. Επομένως παρέχουν εξαιρετική ευελιξία για χειρισμό διαφορετικών προϊόντων ενώ απαιτούνται ελάχιστες ρυθμίσεις σε περιφερειακό εξοπλισμό κατά την αλλαγή από το ένα προϊόν στο άλλο. Το χαρακτηριστικό αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο στη σύγχρονη βιομηχανία που η ποικιλία των προϊόντων είναι μεγάλη, οι παρτίδες παραγωγής είναι σχετικά μικρές και εναλλάσσονται συχνά.

Οι ρομποτικοί βραχίονες είναι μηχανισμοί που παράγονται σε σειρές παραγωγής από μεγάλους κατασκευαστικούς οίκους, επομένως είναι δοκιμασμένες και αξιόπιστες λύσεις που προσαρμόζονται στις ανάγκες της συγκεκριμένης εφαρμογής. Παράλληλα, μειώνεται σημαντικά τόσο το κόστος όσο και ο χρόνος ανάπτυξης της λύσης σε σχέση με συμβατικές αυτόματες μηχανές. Επιπλέον, οι ανάγκες συντήρησης είναι μειωμένες ενώ τα πληρέστατα διαγνωστικά μηνύματα διευκολύνουν την ταχεία αποκατάσταση βλαβών.

Δεδομένης της προσαρμοστικότητας του ρομποτικού βραχίονα για διάφορες εφαρμογές, είναι απολύτως εφικτή η επαναχρησιμοποίησή του όταν ο κύκλος ζωής του αρχικού προϊόντος κλείσει. Επομένως παρέχεται προστασία της βασικής επένδυσης που έγινε στην αγορά του μηχανήματος γεγονός εξαιρετικά σημαντικό σήμερα που η διάρκεια ζωής κάθε προϊόντος είναι, για λόγους marketing, σχετικά σύντομη.

γ. Πού χρησιμοποιούνται

Οι συνηθέστερες εφαρμογές ρομποτικών συστημάτων στη βιομηχανία είναι οι εξής:

- Συσκευασία και παλετοποίηση προϊόντων (π.χ. βιομηχανία τροφίμων, ποτών, χημικών)
- Συγκόλληση μεταλλικών αντικειμένων και μηχανημάτων (π.χ. έπιπλα, οχήματα)
- Βαφή επίπλων και μεταλλικών προϊόντων
- Φόρτωση και εκφόρτωση αυτομάτων μηχανών παραγωγής (π.χ. CNC, injection moulding, laser cutting, στραντζών)
- Συναρμολόγηση ηλεκτρομηχανικών και ηλεκτρονικών προϊόντων

1. Συσκευασία

Στη συσκευασία τα ρομποτικά συστήματα χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές εγκιβωτισμού και φόρτωσης προϊόντων σε δοχεία.

2. Εγκιβωτισμός

Σε εφαρμογές εγκιβωτισμού μπουκαλιών, προϊόντων αρτοποιίας αλλά και φαρμακευτικών προϊόντων, συνήθως χρησιμοποιούνται ρομπότ 2, 4 ή 6 αξόνων αρθρωτού τύπου τα οποία προσφέρουν μεγάλη ταχύτητα (έως και 50 κινήσεις το λεπτό) και ευελιξία. Η μεγάλη ταχύτητα των ρομπότ είναι δυνατό σε ορισμένες περιπτώσεις να κάνει περιττή τη χρήση διανομέων για το σχηματισμό ορόφου πριν τον εγκιβωτισμό, προσφέροντας έτσι απλότητα και ευκολία στην αλλαγή προϊόντων.

Συχνά οι ρομποτικοί βραχίονες μπορούν να συνεργάζονται με συστήματα τεχνητής όρασης (Vision) για τον εντοπισμό των προς συσκευασία προϊόντων που κινούνται πάνω σε μεταφορική ταινία. Τυπικές εφαρμογές είναι η συσκευασία μπισκότων ή σοκολατιδιών σε πλαστικές θήκες (blisters) ή χάρτινα κουτιά. Εφαρμογές αυτού του τύπου προσφέρουν μέγιστη ευελιξία και ταχύτητα αλλαγής προϊόντος καθώς και δυνατότητες παραγωγής συσκευασιών που περιέχουν διάφορων τύπων παρεμφερή προϊόντα (π.χ. Σοκολατίδια).

3. Φόρτωση & εκφόρτωση προϊόντων

Σε πολλούς κλάδους της βιομηχανίας τροφίμων και φαρμακευτικών προϊόντων είναι απαραίτητη η φόρτωση των παραγόμενων προϊόντων σε ειδικά δοχεία ή καρότσια, έτσι ώστε να υποστούν κάποιες ενδιάμεσες διεργασίες πριν την τελική συσκευασία τους. Τυπικό παράδειγμα είναι η διαδικασία αποστείρωσης με κλιβανισμό. Στις εφαρμογές αυτές, τα ρομπότ που χρησιμοποιούνται είναι 4 ή 6 βαθμών ελευθερίας και συνήθως εφοδιάζονται με αρπάγη που συλλαμβάνει πολλά προϊόντα ταυτόχρονα, με αποτέλεσμα την αύξηση της ταχύτητας παραγωγής.

Τα ρομπότ σε τέτοιες εφαρμογές υποκαθιστούν περισσότερους του ενός ανθρώπους, εξασφαλίζοντας σταθερό ρυθμό παραγωγής και καλύτερη εκμετάλλευση του κυρίως παραγωγικού μηχανήματος, το οποίο μπορεί πλέον να λειτουργεί στη βέλτιστη ταχύτητα σχεδιασμού του, χωρίς συχνές διακοπές λόγω συσσώρευσης προϊόντων στην έξοδό του.

4. Παλετοποίηση

Οι εφαρμογές παλετοποίησης είναι ένας χώρος όπου τα ρομπότ προσφέρουν σημαντικά πλεονεκτήματα, αφού είναι σε θέση να χειρίζονται μεγάλα και βαριά φορτία χωρίς κόπωση.

Τα ρομποτικά συστήματα χρησιμοποιούνται για την παλετοποίηση χαρτοκιβωτίων, χαρτόδισκων, πλαστικών τελάρων, σακιών, κουβάδων και βαρελιών. Βρίσκουν εφαρμογές στη βιομηχανία τροφίμων, οικοδομικών υλικών, χρωμάτων, πλαστικών κ.λπ. Τυπικά ένας ρομποτικός βραχίονας σε εφαρμογή παλετοποίησης είναι 4 ή 6 βαθμών ελευθερίας με ονομαστικό φορτίο από 100 έως 450 κιλά. Φέρει αρπάγη κατάλληλη για τη λήψη πολλών «κιβωτίων» ταυτόχρονα έτσι ώστε να αυξάνεται ο ρυθμός παραγωγής. Αξίζει να σημειωθεί ότι ένας ρομποτικός βραχίονας μπορεί να καλύπτει έως και πέντε γραμμές παραγωγής χτίζοντας ταυτοχρόνως αντίστοιχες παλέτες. Κάτι τέτοιο είναι αδύνατο για έναν κλασικό παλετοποιητή στρώσης (layer palletiser).



Εικόνα 1.10: Ρομποτική εφαρμογή παλετοποίησης

Ένα τυπικό ρομποτικό κύτταρο παλετοποίησης περιλαμβάνει:

- Ρομποτικό βραχίονα (συνήθως 4 αξόνων) με τον ελεγκτή του
- Αρπάγη του ρομπότ
- Σύστημα προσαγωγής κιβωτίων και διατάξεις ομαδοποίησης τους
- Αποθήκη κενών παλετών
- Ραουλοδρόμους μεταφοράς γεμάτων παλετών
- Βαγονέτο μεταφοράς ετοιμών παλετών
- Μηχανή τύλιξης παλετών (stretch wrapping)
- Σύστημα σήμανσης παλετών με ετικέτες ή RFID
- Κεντρικό πίνακα αυτοματισμού (με PLC κτλ) και το χειριστήριο
- Σύστημα ασφαλείας (φράκτης, φωτοκύτταρα ασφαλείας κτλ)

Με αυτό τον τρόπο, το ρομποτικό σύστημα μπορεί να καλύψει πλήρως την τελευταία φάση της παραγωγής, παραλαμβάνοντας έτοιμα κιβώτια και παράγοντας τελειωμένες, τυλιγμένες και σημασμένες παλέτες.

Ρομποτικά συστήματα παλετοποίησης χρησιμοποιούνται ευρύτατα στη βιομηχανία τροφίμων και ποτών, στη χημική βιομηχανία (χρώματα, ορυκτέλαια), στη βιομηχανία τσιμέντου και οικοδομικών υλικών. Επίσης είναι εφικτή η χρήση τους σε εφαρμογές αποπαλετοποίησης σακιών, πλαστικών τελάρων ή κιβωτίων για τροφοδοσία παραγωγικών μηχανών (π.χ. τροφοδοσία πρώτης ύλης πλαστικών).

5. Συγκόλληση

Ο ρομποτικός βραχίονας (έξι βαθμών ελευθερίας) φέρει στο άκρο του εργαλείο συγκόλλησης (συγκολλητικό πυρσό MIG ή TIG) το οποίο μετακινεί κατάλληλα ώστε να συγκολλήσει τα προς κατεργασία τεμάχια. Συνήθως χρησιμοποιείται σε εφαρμογές που απαιτείται συγκόλληση σε τρεις διαστάσεις (π.χ. μεταλλικά έπιπλα, τμήματα οχημάτων ή

μηχανημάτων, δοχεία, λέβητες). Σε επίπεδες συγκολλήσεις προτιμούνται απλούστερα μηχανήματα.

Ο ρομποτικός βραχίονας είναι συνδεδεμένος με τη μηχανή συγκόλλησης ρυθμίζοντας μέσω προγράμματος τη λειτουργία και τις παραμέτρους της ανάλογα με το εκάστοτε κατεργαζόμενο τεμάχιο και τον εκτελούμενο τύπο συγκόλλησης (ανεβατό, κατεβατό κ.λπ.). Σε ειδικές περιπτώσεις είναι εφικτή η παρακολούθηση και καταγραφή των παραμέτρων συγκόλλησης κατά τη διάρκεια της παραγωγής, για λόγους πιστοποίησης της ποιότητας της συγκόλλησης.

Συχνά στο ρομποτικό κύτταρο περιλαμβάνονται μηχανισμοί ενός, δύο ή τριών βαθμών ελευθερίας (αξόνων) για την περιστροφή και κατάλληλη τοποθέτηση του προς συγκόλληση τεμαχίου. Οι μηχανισμοί αυτοί ελέγχονται από τον ελεγκτή του ρομποτικού βραχίονα και μπορούν να κινούνται σε συγχρονισμό με αυτόν.

Ρομποτικά συστήματα συγκόλλησης χρησιμοποιούνται στην αυτοκινητοβιομηχανία, τις μεταλλικές κατασκευές, την κατασκευή οχημάτων και μηχανημάτων.

Προσφέρουν βέλτιστη ακρίβεια και ταχύτητα συγκόλλησης ενώ εξασφαλίζουν άριστη και σταθερή ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος και μείωση των νεκρών χρόνων.

Επίσης, λόγω της καλής όψης της συγκόλλησης, μειώνεται ο απαιτούμενος χρόνος διορθώσεων και φινιρίσματος (τροχίσματος) του προϊόντος.



Εικόνα 1.11: Ρομποτική συγκόλληση μετάλλων

6. Κοπή

Ο ρομποτικός βραχίονας (συνήθως έξι βαθμών ελευθερίας) φέρει στο άκρο του εργαλείο κοπής (κεφαλή PLASMA, LASER, ή WATER JET) την οποία μετακινεί κατάλληλα ώστε να κόψει τμήματα από το προς κατεργασία τεμάχιο. Συνήθως χρησιμοποιείται σε εφαρμογές που απαιτείται κοπή σε τρεις διαστάσεις (π.χ. κοπή τμημάτων από πλαστικούς προφυλακτήρες αυτοκινήτων). Σε επίπεδες κοπές προτιμούνται απλούστερα σερβοελεγχόμενα μηχανήματα.

Ο ρομποτικός βραχίονας είναι συνδεδεμένος με τη μηχανή κοπής ρυθμίζοντας μέσω προγράμματος τη λειτουργία και τις παραμέτρους της ανάλογα με το εκάστοτε κατεργαζόμενο τεμάχιο. Ρομποτικά συστήματα κοπής προσφέρουν βέλτιστη ακρίβεια και ταχύτητα κοπής, ενώ εξασφαλίζουν άριστη και σταθερή ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος. Ρομποτικά συστήματα κοπής χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία πλαστικών, μεταλλικών κατασκευών, επίπλων καθώς και σε εφαρμογές επεξεργασίας τροφίμων (κοπή προϊόντων κρέατος).

7. Βαφή

Ο ρομποτικός βραχίονας (συνήθως έξι βαθμών ελευθερίας) φέρει στο άκρο του εργαλείο βαφής (υγρής ή ηλεκτροστατικής) το οποίο μετακινεί κατάλληλα ώστε να βάψει το προς κατεργασία τεμάχιο.

Ο ρομποτικός βραχίονας ελέγχει τις παραμέτρους του εργαλείου βαφής (π.χ. αναλογία αέρα-χρώματος, πλάτος δέσμης κ.λπ.) ρυθμίζοντας μέσω προγράμματος τη λειτουργία του, ανάλογα με το εκάστοτε κατεργαζόμενο τεμάχιο. Συχνά επίσης στο ρομποτικό σύστημα περιλαμβάνονται διατάξεις αυτόματης εναλλαγής χρωμάτων, ανάμειξης χρωμάτων δύο συστατικών, αυτόματου καθαρισμού του εργαλείου βαφής κ.λπ. Με κατάλληλη επιλογή εξοπλισμού, είναι εφικτή η χρήση υδατοδιαλυτών χρωμάτων ή χρωμάτων διαλύτη. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα ρομπότ βαφής για χρώματα διαλύτη πρέπει να είναι ειδικού αντiekρηκτικού τύπου.

Σήμερα η χρήση ρομπότ για βαφή στην αυτοκινητοβιομηχανία, τη βιομηχανία μεταλλικών κατασκευών και τη βιομηχανία επίπλων είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη. Τα ρομποτικά συστήματα βαφής προσφέρουν ευελιξία, βέλτιστη ακρίβεια και ταχύτητα, οικονομία υλικού βαφής, ενώ εξασφαλίζουν άριστη και σταθερή ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος.

8. Φόρτωση & Εκφόρτωση Μηχανών Παραγωγής

Η φόρτωση και εκφόρτωση αυτομάτων μηχανών παραγωγής (π.χ. CNC, injection moulding, laser cutting, CNC στραντζών) είναι μια συνηθισμένη χρήση των ρομποτικών συστημάτων. Σε εφαρμογές αυτού του τύπου χρησιμοποιούνται ρομπότ 3, 4 ή 6 βαθμών ελευθερίας καρτεσιανής ή αρθρωτής γεωμετρίας.

Συχνά ένα ρομπότ, κινούμενο σε γραμμική σερβοελεγχόμενη τροχιά, μπορεί να εξυπηρετεί περισσότερες μηχανές. Σε πολλές περιπτώσεις το ρομπότ είναι αναρτημένο σε βάση πάνω από τη μηχανή ώστε να είναι ελεύθερος ο χώρος προσπέλασης του χειριστή για ρυθμίσεις της μηχανής και αλλαγή ιδιοσκευών.

Σε αυτό τον τύπο εφαρμογών, το ρομπότ προσφέρει ακρίβεια στην τοποθέτηση του προς κατεργασία τεμαχίου και μειώνει σημαντικά το χρόνο αλλαγής τεμαχίου, εξασφαλίζοντας τη βέλτιστη αξιοποίηση της κύριας μηχανής παραγωγής μέσω της μείωσης των νεκρών χρόνων.

1.3.3 Ρομποτική και Διάστημα

Το διάστημα υπήρξε ένας ανεξερεύνητος κόσμος που ο άνθρωπος εδώ και χρόνια είχε την επιθυμία να τον εξερευνήσει. Η επιθυμία αυτή τον οδήγησε στην ανάπτυξη του τομέα της ρομποτικής στο διάστημα.

Τι είναι το Robonaut - R2

Είναι το πρώτο ανδροειδές ή ανθρωποειδές ρομπότ που ταξίδεψε στο διάστημα. Τον Φεβρουάριο του 2011 άρχισε η εκτόξευση του με το διαστημικό λεωφορείο Discovery. Για πρώτη φορά ταξίδεψε στο διάστημα μισό. Επειδή τα πόδια του R2 είναι ακόμη υπό δοκιμή θα εκτοξευτούν σε άλλη αποστολή. Μελλοντικά θα υπάρξουν και άλλες αναβαθμίσεις με σκοπό να βοηθούν τους αστροναύτες με τις κινήσεις του και εκτός του σκάφους.

Ακόμη και χωρίς τις πλήρεις δυνατότητες το R2 θα έχει δουλειά αφού θα πρέπει να "μάθει" να βοηθά σε διάφορες αποστολές. Αρχικά το ημιτελές R2 θα χειρίζεται έναν ειδικό πίνακα με λειτουργίες, χειριστήρια και συνδέσεις όπως και οι υπόλοιποι αστροναύτες.



Εικόνα 1.12: Το ρομπότ της NASA και της General Motors Robonaut R2

Το R2, που αποτελείται από έναν κορμό, εξειδικευμένα χέρια και δάχτυλα και ένα κεφάλι γεμάτο αισθητήρες, ήταν το αποτέλεσμα μιας κοινής προσπάθειας μεταξύ NASA και General Motors για τη δημιουργία ενός προγραμματιζόμενου μηχανήματος που θα λειτουργεί με ασφάλεια ανάμεσα σε ανθρώπους. Ρομπότ σαν το R2 θα μπορούσαν να πραγματοποιούν επικίνδυνες ή ανιαρές εργασίες στις διαστημικές αποστολές. Αυτό είναι ένα μεγάλο το βήμα για την επιστήμη διότι είναι η πρώτη ευκαιρία να συγκατοικήσουν άνθρωποι και μηχανές και να εκτελέσουν μαζί σημαντικές και περιπλοκές διαδικασίες. Η τεχνολογική πρόοδος στην οπτική επεξεργασία και στα τεχνητά άκρα μάς οδηγούν σε μια νέα γενιά ρομπότ που μπορούν να εκτελούν σύνθετες διαδικασίες σε υπερβολικά μικρότερο μέγεθος κάτι που δεν γινότανε πριν μια 5ετία.

Το R2 χρησιμοποιεί μία δημοφιλή ρομποτική τεχνολογία, έχοντας μια σειρά από ελαστικούς ενεργοποιητές στις αρθρώσεις του. Οι ενεργοποιητές αποτελούνται από ελαστικά εξαρτήματα, τα οποία βοηθούν το ρομπότ να αντιλαμβάνεται και να ελέγχει τη δύναμη των κινήσεών του.

Η χρήση των ελαστικών ενεργοποιητών αλλάζει ολόκληρη την προσέγγιση του ρομπότ στη βιομηχανική παραγωγή. Επιτρέπει στο ρομπότ όπως αναφέρθηκε παραπάνω να συνεργάζεται με ασφάλεια σε ένα περιβάλλον με ανθρώπους.

Εκτός από τις αρθρώσεις-αισθητήρες το R2 περιβάλλεται από ένα μαλακό υλικό για την περίπτωση τυχαίας σύγκρουσης, και το κεφάλι του είναι γεμάτο κάμερες -ανάμεσά τους και μία υπέρυθρη για τον υπολογισμό του βάθους- που του επιτρέπουν να γνωρίζει ανά πάσα στιγμή πού βρίσκονται οι άνθρωποι τριγύρω του.

Εκτός από τα χαρακτηριστικά ασφαλείας που διαθέτει, το R2 έχει βελτιωμένες ικανότητες στο να πιάνει αντικείμενα. Κάθε ένα από τα επιδέξια δάχτυλά του, που μοιάζουν πολύ με ανθρώπινα, μπορεί να σηκώσει έως 2,5 κιλά και το χέρι μπορεί να σηκώσει περίπου δέκα κιλά από διάφορες γωνίες. Οι ελαστικοί ενεργοποιητές τού επιτρέπουν όχι μόνο να υπολογίζει τη θέση των αντικειμένων αλλά και να νιώθει το βάρος τους, ακριβώς όπως ένας άνθρωπος.

Η τεχνολογία του R2 θα εφαρμοστεί στα ρομπότ νέας γενιάς που θα εργαστούν στη γραμμή παραγωγής. Η προσαρμοστικότητα της λαβής τους θα τους επιτρέψει να χειρίζονται διάφορα αντικείμενα με το ίδιο χέρι και έτσι θα μπορούν να πραγματοποιούν με μεγαλύτερη ευκολία πολλαπλές εργασίες.



Εικόνα 1.13: Το ρομπότ R2 σε επίδειξη ικανοτήτων

Οι αστροναύτες στον διαστημικό σταθμό θα πρέπει να μάθουν να βοηθούν το R2 δηλαδή σε περίπτωση που πέσει να μπορούν να το σηκώσουν.

Η NASA μαζί με το R2 έστειλε και έξι αστροναύτες με νέα εργαλεία για πιθανές επισκευές που θα χρειαστούν για το R2 και προμήθειες για τον Διεθνή Διαστημικό Σταθμό.

Η εξερεύνηση του διαστήματος από τα ρομπότ είναι ένα τεράστιο άλμα που βοήθησε τους ανθρώπους σε παρα πολλές πτυχές της ζωής τους. Χωρίς αυτά τα επιτεύγματα η ανθρώπινη ζωή θα είχε μείνει σε ένα σχετικά χαμηλό βιοτικό επίπεδο.

Πηγές

<http://robonaut.jsc.nasa.gov/default.asp>

<http://en.wikipedia.org/wiki/Robonaut>

1.3.4 Εκπαίδευση

1.3.4.1 Θεωρητικό Πλαίσιο Εκπαιδευτικής Ρομποτικής

Η εκπαιδευτική ρομποτική και οι διαγωνισμοί εκπαιδευτικής ρομποτικής παρέχουν ένα καινοτόμο περιβάλλον μάθησης που στηρίζεται σε σύγχρονες θεωρίες μάθησης.

Η εποικοδομητική (constructivist) αντίληψη για το φαινόμενο της μάθησης υποστηρίζει ότι το μαθησιακό περιβάλλον θα πρέπει να παρέχει αυθεντικές δραστηριότητες ενταγμένες σε διαδικασίες επίλυσης ανοιχτών προβλημάτων από τον πραγματικό κόσμο, να ενθαρρύνει την έκφραση και την προσωπική εμπλοκή στη μαθησιακή διαδικασία και να υποστηρίζει την κοινωνική αλληλεπίδραση. Επιπλέον ο κατασκευαστικός εποικοδομητισμός υποστηρίζει ότι οι μαθητευόμενοι οικοδομούν πιο αποτελεσματικά τη γνώση όταν εμπλέκονται ενεργά στη σχεδίαση και κατασκευή (χειρωνακτική και ψηφιακή) πραγματικών αντικειμένων που έχουν νόημα για τους ίδιους είτε αυτά είναι κάστρα από άμμο, είτε κατασκευές Lego και προγράμματα υπολογιστών. Τα παιδιά όταν σχεδιάζουν, κατασκευάζουν και προγραμματίζουν ρομπότ έχουν την ευκαιρία να μάθουν παίζοντας και να αναπτύξουν δεξιότητες.

1.3.4.2 Θεωρία της Κατασκευής της Γνώσης

Η εκπαιδευτική ρομποτική εμπνέεται από την εποικοδομητική θεωρία του Jean Piaget, ο οποίος υποστηρίζει ότι η μάθηση στον άνθρωπο δεν είναι αποτέλεσμα μετάδοσης της γνώσης, αλλά μια ενεργητική διαδικασία κατασκευής της γνώσης που βασίζεται στις εμπειρίες. Δηλαδή η γνώση δημιουργείται ενεργά στο μυαλό του μαθητή και δεν μεταδίδεται από τον δάσκαλο στο μαθητή.

1.3.4.3 Κατασκευαστικός Εποικοδομητισμός

Η εκπαιδευτική φιλοσοφία του S. Papert υποστηρίζει ότι η απόκτηση νέας γνώσης συντελείται πιο αποτελεσματικά όταν αυτοί που μαθαίνουν ασχολούνται με την κατασκευή προϊόντων που έχουν προσωπικό νόημα γι' αυτούς. Ο στόχος του κατασκευαστικού εποικοδομητισμού είναι να δώσει στα παιδιά κατάλληλα πράγματα να κάνουν έτσι ώστε να μάθουν στην πράξη με πιο αποτελεσματικό τρόπο.

1.3.4.4 Κοινωνικός Εποικοδομητισμός

Στα πλαίσια της θεωρίας μάθησης του κοινωνικού εποικοδομητισμού που βασίζεται στο έργο του Lev Vygotsky εκφράζεται η άποψη ότι η γνώση δεν είναι εξατομικευμένη αλλά αποτελεί κοινωνική και κοινωνικοποιημένη δραστηριότητα, δηλαδή η μάθηση λαμβάνει χώρα σ' έναν κοινωνικό περίγυρο. Μέσα σ' αυτό το πλαίσιο η χρήση της εκπαιδευτικής ρομποτικής έχει θετικές επιπτώσεις εκτός από το γνωστικό τομέα και στο συναισθηματικό, με την ενίσχυση, τόσο της αυτοεκτίμησης όσο και της αυτοπεποίθησης. Επιπλέον συμβάλει στην κοινωνικοποίηση μέσω της ομαδικής δουλειάς, της συνεργασίας, αλλά και του συναγωνισμού με τις άλλες ομάδες.

1.3.4.5 Ζώνη Επικείμενης Ανάπτυξης

Ο Vygotsky ονόμασε τη διαφορά ανάμεσα σε αυτό το οποίο ένα παιδί είναι ικανό να επιτύχει από μόνο του και σε αυτό που μπορεί να επιτύχει σε συνεργασία με άλλους, ζώνη επικείμενης ανάπτυξης. Η θεωρία της ζώνης επικείμενης ανάπτυξης είναι η βάση πάνω στην οποία στηρίζεται η μάθηση κλιμακούμενης υποστήριξης.

1.3.4.6 Μάθηση Κλιμακούμενης Υποστήριξης (scaffolding learning)

Το scaffold (σκαλωσιά) περιγράφει τον ιδανικό ρόλο του δασκάλου που παρέχει στο μαθητή ένα πλαίσιο στήριξης, ώστε ο μαθητής να επιτύχει κάτι που θα ήταν αδύνατο χωρίς την υποστήριξη του δασκάλου. Στη μάθηση μέσω κλιμακούμενης υποστήριξης, αυτό που πρέπει να μαθευτεί παρομοιάζεται με κτίριο, ενώ ο μαθητής με τον εργάτη. Ο δάσκαλος παρέχει ένα προσωρινό πλαίσιο στήριξης, βοηθώντας τα παιδιά να αποκτήσουν νέες πληροφορίες, να αναπτύξουν σύνθετες γνωστικές ικανότητες καθώς και διαδικασίες σκέψης. Το πλαίσιο στήριξης θα πρέπει να είναι ευδιάκριτο για τον μαθητή και να συνδέεται με ότι γνωρίζει και ανήκει ήδη στις εμπειρίες του.

Ο Vygotsky υποστηρίζει ότι το παιδί αποκτά τη γνώση με τη βοήθεια των άλλων και μέσα από κοινωνικές πρακτικές, αντίθετα ο Piaget υποστηρίζει ότι η γνώση αποκτάται από το παιδί μέσα από τις δικές του δραστηριότητες (αυθόρμητη γνώση). Αυτές οι δύο μορφές γνώσης είναι αναγκαίες για τη λειτουργία των ανθρώπων και υπό αυτή την έννοια ο Piaget και ο Vygotsky αλληλοσυμπληρώνονται.

1.3.4.7 Ψυχαγωγική Εκμάθηση

Η ψυχαγωγική εκμάθηση (edutainment) είναι μια διδακτική προσέγγιση στην οποία συνδυάζονται μάθηση και ψυχαγωγία. Η κεντρική ιδέα της είναι η μετατροπή της εκπαίδευσης σε μια διασκεδαστική δραστηριότητα με τη χρήση παιχνιδιών εκπαιδευτικού χαρακτήρα. Η μάθηση επιτυγχάνεται ευκολότερα, ταχύτερα και ουσιαστικότερα όταν συνδυάζεται με το παιχνίδι. Στην εκπαιδευτική ρομποτική και ειδικότερα στους διαγωνισμούς εκπαιδευτικής ρομποτικής, οι μαθητές αλληλεπιδρούν με τον υπολογιστή και με τα ρομπότ, με στόχο να κερδίσουν ένα βραβείο ή να δημιουργήσουν κάτι το οποίο θα τους προσφέρει ηθική ικανοποίηση. Η εμπειρία αυτή τους βοηθά να αναπτύξουν νέες γνώσεις και να εμπνεύσουν βιωματικά τη γνώση.

1.3.4.8 Συστήματα Εκπαιδευτικής Ρομποτικής

Η ρομποτική και οι αυτοματισμοί διδάσκονται στην τριτοβάθμια εκπαίδευση ως μέρος του αναλυτικού προγράμματος σπουδών αρκετές δεκαετίες. Η ένταξή τους όμως στην πρωτοβάθμια και τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση έγινε εφικτή τα τελευταία χρόνια, εξαιτίας της εμφάνισης ειδικών κατασκευαστικών πακέτων χαμηλού κόστους και απλού χειρισμού (construction kits). Τα πακέτα αυτά περιλαμβάνουν μικροεπεξεργαστές, αισθητήρες, κινητήρες και άλλες μηχανές οι οποίες με τη βοήθεια δομικού υλικού μπορούν να συνθέσουν τις ρομποτικές κατασκευές. Συνοδεύονται συνήθως από το κατάλληλο λογισμικό, που επιτρέπει τον προγραμματισμό της συμπεριφοράς τους. Άλλοτε είναι ερευνητικού χαρακτήρα και άλλοτε έχουν εμπορική εφαρμογή. Τα συστήματα αυτά καθώς και οι δράσεις που μπορούν να αναπτυχθούν μέσω αυτών ανήκουν στο χώρο των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας (ΤΠΕ), και ειδικότερα στην Εκπαιδευτική Ρομποτική (Κόμης, 2004). Αξίζει τον κόπο να κάνουμε μια αναδρομή σε κάποια αντιπροσωπευτικά παραδείγματα αυτών των τεχνολογιών.

Στη δεκαετία του '70 εμφανίζονται στο χώρο της εκπαίδευσης οι επιδαπέδιες χελώνες, οι οποίες προγραμματίζονται με τη βοήθεια ενσωματωμένου πληκτρολογίου. Αξιοποιήθηκαν σε παιδιά μικρής ηλικίας και αποτέλεσαν τον πρόδρομο των Logo-like περιβαλλόντων. Οι σύγχρονες 'χελώνες'-ρομπότ συνδέονται με αισθητήρες και κινητήρες, μπορούν να προσομοιώσουν συμπεριφορές και να εκτελέσουν έργα με ιδιαίτερη επιτυχία. Συνδυάζουν φυσικά αντικείμενα και αντίστοιχα εικονικά περιβάλλοντα μέσα από τα οποία ελέγχονται. Παραδείγματα τέτοιων χελωνών είναι ο Bigtrak (<http://www.thebigtrak.com/>) και ο Roamer (http://www.valiant-technology.com/uk/pages/roamer_home.php), που ακόμα και σήμερα βρίσκουν εφαρμογή σε νηπιαγωγεία και δημοτικά σχολεία.

Η έρευνα στο MIT έφερε στο προσκήνιο στη δεκαετία του '80 νέα ανοιχτά συστήματα τα οποία μπορούσαν να προσομοιώνουν με επιτυχία αυτοματισμούς, όπως, για παράδειγμα, ένα «έξυπνο» θερμοκήπιο. Προγραμματίζονταν με γλώσσα παρεμφερή με τη γλώσσα Logo και ήταν σταθερά συνδεδεμένα στον υπολογιστή καθ' όλη τη διάρκεια της λειτουργίας τους. Ο πρώτος κύβος που είχε δυνατότητα προγραμματισμού και μπορούσε να λειτουργήσει αυτόνομα κατασκευάστηκε στα εργαστήρια του MIT σε συνεργασία με τη Lego. Ο κύβος αυτός περιλάμβανε έναν μικροεπεξεργαστή ο οποίος επέτρεπε την αποθήκευση προγράμματος και τον έλεγχο αισθητήρων και μηχανών. Στη συνέχεια κατασκευάστηκαν μικρότερες συσκευές με ενσωματωμένους αισθητήρες και μικροεπεξεργαστές. Πρόκειται για μικρά τούβλα μεγέθους μικρότερου από αυτό ενός σπιρτόκουτου, μπάλες, χάντρες κ.ά. τα οποία μπορούσαν να πραγματοποιήσουν συγκεκριμένες ενέργειες και να ενταχθούν σε πολλά καθημερινά χρηστικά αντικείμενα.

Ταυτόχρονα, εμπορικές εταιρείες παρουσίασαν αντίστοιχα συστήματα. Ένα παράδειγμα αποτελούν τα LEGO Mindstorms Robotic Invention Systems με τον προγραμματιζόμενο κύβο RCX, που εμφανίζονται στο τέλος της δεκαετίας του '90. Σήμερα στην αγορά υπάρχουν συστήματα όπως το NXT Mindstorms της LEGO, το FischerTechnik Mobile, τα Elekit Robots, τα οποία λειτουργούν με παρόμοια λογική. Ένα άλλο μέρος της εκπαιδευτικής ρομποτικής συνδέεται με συναρμολογούμενα μικρο-ρομπότ (ανθρωποειδή), τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν με μαθητές για την εκτέλεση συγκεκριμένων έργων.

Στο πλαίσιο αυτού του κεφαλαίου θα ασχοληθούμε με το σύστημα ρομποτικής Lego Mindstorms NXT. Ο κύβος NXT μπορεί να προγραμματιστεί με τη βοήθεια λογισμικών τα οποία βασίζονται σε γλώσσες προγραμματισμού όπως οι γλώσσες Logo, C++, Python κ.ά. (Για περισσότερες πληροφορίες μπορείτε να συμβουλευτείτε το <http://www.teamhassenplug.org/NXT/NXTSoftware.html>.) Στη δική μας περίπτωση, θα αξιοποιήσουμε το επίσημο προτεινόμενο λογισμικό Lego Mindstorms NXT.



Εικόνα 1.14: Το Lego Mindstorms NXT ως εργαλείο εκπαίδευσης

1.3.4.9 Μαθαίνω κατασκευάζοντας

Στον πυρήνα της εκπαιδευτικής ρομποτικής είναι η κατασκευή. Η κατασκευή αφορά τόσο την κατασκευή του μηχανικού ρομπότ όσο και τον προγραμματισμό της συμπεριφοράς του. Η κατασκευή είναι στην προκειμένη περίπτωση το όχημα μέσα από το οποίο συντελείται η μάθηση. Η ιδέα 'Μαθαίνω κατασκευάζοντας' (learning by making ή learning through design) είναι στην καρδιά της φιλοσοφίας του κατασκευαστικού εποικοδομισμού (constructionism), που ενέπνευσε αρχικά την κατασκευή των εργαλείων εκπαιδευτικής ρομποτικής. Η παιδαγωγική αυτή προσέγγιση, την οποία θεμελίωσαν ο Papert και οι συνεργάτες του (Papert, 1991, 2000), αποσκοπεί στη διαμόρφωση ενός πλαισίου αξιοποίησης των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία ικανού να προκαλέσει ουσιαστικές αλλαγές στον τρόπο με τον οποίο διδάσκουν οι εκπαιδευτικοί και μαθαίνουν οι μαθητές (Ackermann, 2001).

Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, η μάθηση είναι μια διαδικασία που κάνει το μαθητή να συμμετέχει ενεργά σε μια δημιουργική αλληλεπίδραση με το περιβάλλον, είτε αυτό είναι ο σχεδιασμός ενός σχήματος με τη γλώσσα Logo είτε είναι η κατασκευή ενός carousel με δομικά υλικά της Lego. Το περιβάλλον και τα αντίστοιχα κατασκευάσματα είναι διαμορφωμένα με τέτοιο τρόπο ώστε να θέτουν ουσιαστικά ζητήματα προς αναζήτηση και διερεύνηση. Οι εμπειρίες, οι γνώσεις και οι ανάγκες του μαθητή εκφράζονται μέσα από την

κατασκευή (Resnick & Ocko, 1991). Οι ανάγκες του έργου είναι η αφορμή για τον έλεγχο ιδεών και την ανάδειξη νέων, ενώ η υλοποίηση της κατασκευής αποτελεί το πεδίο στο οποίο αξιοποιούνται αυτές οι ιδέες και αποκτούν περιεχόμενο. Η κατασκευή είναι το εργαλείο μέσα από το οποίο οι ιδέες οργανώνονται και αποκτούν περιεχόμενο και σύνδεση με τον υπόλοιπο φυσικό κόσμο (Brown, Collins & Duguid, 1989).

Τα παραπάνω υπηρετούν με συνέπεια τις σύγχρονες απόψεις για τη μάθηση όπως αυτή περιγράφεται στο πλαίσιο του εποικοδομισμού (constructivism). Η γνωστική ψυχολογία και η παιδαγωγική επιστήμη αποδέχονται ότι κάθε άνθρωπος, από πολύ μικρή ηλικία, δημιουργεί γνωστικές δομές με συγκεκριμένο περιεχόμενο για κάθε τι που συναντά καθημερινά. Οι δομές αυτές πιθανότατα επηρεάζονται από τη βιολογική λειτουργία των αισθητηριακών συστημάτων και το περιεχόμενό τους είναι εννοιολογικό και σχεσιακό. Η μάθηση είναι μια διαδικασία μέσα από την οποία οι γνωστικές αυτές δομές επεκτείνονται ή διαφοροποιούνται (Carey, 2000, Chi et al., 1994; diSessa & Sherin, 1998). Κάθε διαδικασία μάθησης έχει ως αφετηρία την πρότερη γνώση του μαθητή και επηρεάζει το ατομικό γνωστικό του σύστημα. Η υλοποίηση μιας κατασκευής αποτελεί, επομένως, μια ιδανική διδακτική παρέμβαση για την ανάδειξη, αξιοποίηση και αξιολόγηση των γνωστικών δομών κάθε μαθητή.

1.3.4.10 Μαθαίνω για την κατασκευή

Συμπληρωματικά στη διάσταση *‘Μαθαίνω κατασκευάζοντας’* υπάρχει και η διάσταση *‘Μαθαίνω για την κατασκευή’*, τόσο τη μηχανολογική κατασκευή όσο και τον προγραμματισμό της συμπεριφοράς της. Η αξία των μηχανολογικών κατασκευών στο σχολικό περιβάλλον είναι σχετικά υποτιμημένη, ακολουθώντας μια παράδοση που θέλει τις πρακτικές εφαρμογές να έχουν μικρότερη κοινωνική αποδοχή από τις αντίστοιχες θεωρητικές έννοιες.

Όμως, η τεχνολογική εξέλιξη έφερε στην επιφάνεια την άρρηκτη σύνδεση ανάμεσα στις Φυσικές Επιστήμες και στην Τεχνολογία. Η Τεχνολογία αποτέλεσε και αποτελεί το ερέθισμα που οδηγεί την επιστημονική έρευνα. Οι μηχανολογικές κατασκευές μπορούν να εισαγάγουν στο αναλυτικό πρόγραμμα ενδιαφέρουσες ιδέες, όπως αυτές των φυσικών περιορισμών που θέτει η πραγματική συμπεριφορά ενός ρομπότ, της διαρκούς βελτίωσης μιας κατασκευής, της συνθετότητας και διαθεματικότητας των πραγματικών προβλημάτων (Turbak & Berg, 2002). Οι παραπάνω ιδέες μπορεί να φανούν χρήσιμες και σε άλλους επιστημονικούς τομείς, όπως της οικονομίας, της τέχνης, της κοινωνιολογίας.

Η εκπαιδευτική ρομποτική αποτελεί ένα ιδανικό πρακτικό εργαστήριο για την υλοποίηση μιας τέτοιας διδασκαλίας, εφόσον οι μαθητές μπορούν στην πράξη να μελετήσουν τη λειτουργία μηχανών, να σχεδιάσουν και να υλοποιήσουν νέες. Με παρόμοιο τρόπο, η εκπαιδευτική ρομποτική αποτελεί ιδανικό εργαλείο για την εισαγωγή σύνθετων εννοιών της Πληροφορικής. Οι έννοιες της μεταβλητής, της επανάληψης, του ελέγχου εισάγονται κατά μοναδικό τρόπο μέσα από την ανάλυση της αλληλεπίδρασης του λογισμικού και της αντίστοιχης συμπεριφοράς των φυσικών κατασκευών (McCartney, 1996). Ιδέες όπως η αξιοπιστία, τα λάθη και η αντιμετώπισή τους, η λειτουργία σε πραγματικές συνθήκες αποτελούν μέρος των προβλημάτων που αντιμετωπίζει ο μαθητής προγραμματίζοντας τη λειτουργία μιας ρομποτικής κατασκευής.



Εικόνα 1.15: Παιδιά με την δική τους κατασκευή με το Lego Mindstorms NXT

1.3.4.11 Μαθαίνω δημιουργώντας

Τα συστήματα της εκπαιδευτικής ρομποτικής συνθέτουν ένα ανοιχτό περιβάλλον μέσα στο οποίο κάθε παιδί (ή ενήλικας) μπορεί να κατασκευάσει τις δικές του εφαρμογές. Μπορεί κάποιος με την ίδια ευκολία να προσομοιώσει ένα αυτοκίνητο, ένα πιάνο και ένα μηχάνημα ανακύκλωσης σκουπιδιών. Είναι ένα εργαλείο που επιτρέπει την ελεύθερη έκφραση και την κατασκευή έργων που έχουν σημασία γι' αυτόν που τα υλοποιεί. Είναι προσωπικά δημιουργήματα και αντανakλούν τα άμεσα ενδιαφέροντα και τις ιδέες του δημιουργού τους. Μπορούν με μεγάλη ευκολία να τροποποιηθούν και να επεκταθούν. Ο μαθητής ως δημιουργός οικειοποιείται το αντικείμενο το οποίο κατασκευάζει και έχει τη δυνατότητα να διερευνήσει μέσα από αυτό τα δικά του ερωτήματα.

Η εκπαιδευτική ρομποτική συντίθεται από εργαλεία τα οποία έχουν παρομοιαστεί με τα χαρακτηριστικά ενός δωματίου: έχει 'χαμηλό δάπεδο, ψηλό ταβάνι και είναι ευρύχωρο' ('low floor, high ceiling and wide walls'). Είναι δηλαδή εργαλεία τα οποία εύκολα γίνονται προσιτά σε αρχάριους, εμπλουτίζονται με πολλές δυνατότητες τις οποίες μπορεί να χρησιμοποιήσει ένας ειδικός, αλλά κυρίως είναι κατάλληλα για ποικίλους αυθεντικούς και προσωπικούς πειραματισμούς. Οι Resnick & Silverman (2005), εύστοχα παρατηρούν ότι *'... τα παιδιά θα συνεχίσουν να εκπλήσσονται (και να μας εκπλήσσουν) καθώς διερευνούν τις δυνατότητές τους'* αξιοποιώντας τα εργαλεία αυτά για εργασίες όπως η μέτρηση της ταχύτητας με την οποία τρέχει το skateboard ή η κατασκευή κοσμημάτων που αλλάζουν χρώμα ανάλογα με το περιβάλλον τους (Resnick et al., 1998).

Τέλος, η εκπαιδευτική ρομποτική είναι ένα εργαλείο που επιτρέπει την είσοδο του μαθητή στο σημείο που θεωρεί αυτός ως κατάλληλο. Μπορεί κάποιος να ασχοληθεί με την κατασκευή και μετά με τον προγραμματισμό της. Μπορεί να σχεδιάσει πρώτα και να υλοποιήσει μετά ή, αντίστροφα, να ξεκινήσει από την κατασκευή και, μέσα από τα υλικά και τη δυναμική τους, να οδηγηθεί στην έμπνευση. Είναι εργαλείο το οποίο είναι το ίδιο προσιτό σε όλους, ανεξάρτητα από τον τρόπο με τον οποίο μαθαίνουν, ανεξάρτητα από τον τρόπο με τον οποίο δημιουργούν καλύτερα, ανεξάρτητα από τις ικανότητες και τα ενδιαφέροντά τους (Resnick & Silverman, 2005). Αυτό εξηγεί και την ποικιλία των εφαρμογών που συναντάμε στην έρευνα: εφαρμογές σε όλες τις ηλικιακές ομάδες, εφαρμογές ενταγμένες στο κανονικό σχολικό πρόγραμμα ή εκτός αναλυτικού προγράμματος, δραστηριότητες για παιδιά με ιδιαίτερο μαθησιακό ή κοινωνικό προφίλ.

Επομένως, το να μαθαίνει κανείς με την εκπαιδευτική ρομποτική μπορεί να είναι συνώνυμο με το *‘μαθαίνω δημιουργώντας’*.

Συνοψίζοντας τα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω, η εκπαιδευτική ρομποτική είναι ένα εκπαιδευτικό εργαλείο το οποίο μπορεί να υπηρετήσει με συνέπεια τις αρχές του κατασκευαστικού εποικοδομισμού και, συγκεκριμένα, να δημιουργήσει ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον μέσα στο οποίο οι μαθητές συμμετέχουν ενεργά στην κατασκευή αντικειμένων που έχουν γι’ αυτούς νόημα, εκφράζοντας τις ιδέες τους, ενώ ταυτόχρονα διερευνούν ερωτήματα τα οποία έχουν ουσιαστικό, πραγματικό και επιστημονικό ενδιαφέρον.

Τα παιδαγωγικά χαρακτηριστικά των εκπαιδευτικών εργαλείων αναδεικνύονται στο βαθμό που οι δραστηριότητες που υποστηρίζουν την εφαρμογή τους στην τάξη είναι σύμφωνες με το αντίστοιχο παιδαγωγικό πλαίσιο. Στη συνέχεια, θα εξετάσουμε τις επιπτώσεις που έχει το παιδαγωγικό πλαίσιο που παρουσιάστηκε παραπάνω στο σχεδιασμό και στην υλοποίηση δραστηριοτήτων με την αξιοποίηση της εκπαιδευτικής ρομποτικής. Ειδικότερα, θα ασχοληθούμε με τον τρόπο με τον οποίον επηρεάζεται η επιλογή του θέματος, η οργάνωση της τάξης και οι διδακτικές δράσεις.

Η επιλογή του θέματος της δραστηριότητας επηρεάζεται καθοριστικά από τις διδακτικές ενότητες που ο εκπαιδευτικός προτίθεται να διδάξει. Προτείνεται, ωστόσο, το επιλεγόμενο θέμα να είναι αυθεντικό, με την έννοια ότι οι μαθητές αναγνωρίζουν τη σύνδεσή του με την εμπειρία τους και τον κόσμο που τους περιβάλλει και καλούνται μέσα από τις δράσεις που θα αναπτύξουν να έχουν παρόμοιες γνωστικές εμπειρίες με αυτές που θα είχε ένας ειδικός επιστήμονας που θα δούλευε σε ένα παρόμοιο πεδίο (Savery & Duffy, 1995).

Προτείνεται, επίσης, τα θέματα που επιλέγονται να έχουν μεγάλο εύρος και χρονική διάρκεια (Rusk et al., 2008). Μια ερώτηση ή μια δοκιμασία δεν αρκούν για να τροφοδοτήσουν το ενδιαφέρον των μαθητών και να επιτρέψουν την έκφραση προσωπικών ερωτήσεων και προσωπικών πειραματισμών. Ένα ευρύ θέμα επιτρέπει να εκφραστούν ποικίλες ιδέες και, έτσι, κάθε μαθητής μπορεί να εντάξει το προσωπικό του στοιχείο, εξοικειωνόμενος και με τη διαδικασία και με το αποτέλεσμα της εργασίας. Τα παραπάνω συνηγορούν στην επιλογή θεματικών δραστηριοτήτων οι οποίες είναι δομημένες στο πλαίσιο συνθετικών εργασιών που οδηγούν σε ένα συγκεκριμένο τελικό προϊόν.

Η συνεργασία στο πλαίσιο της μικρής ομάδας και στο σύνολο της τάξης είναι απαραίτητη προϋπόθεση της γνωστικής ανάπτυξης στο πλαίσιο του εποικοδομισμού (Savery & Duffy, 1995). Η προσωπική αλληλεπίδραση με την ομάδα αποτελεί i) το χώρο στον οποίο δοκιμάζεται η αλήθεια κάθε ιδέας, ii) το χώρο στον οποίον ο μαθητής αποκτά επίγνωση των διαδικασιών που εκτελεί και των ιδεών που καθορίζουν τις επιλογές του (αναστοχασμός) και iii) το λειτουργικό χώρο στον οποίον από κοινού διαμορφώνονται ιδέες. Η γνώση, επομένως, θεωρείται ως το αποτέλεσμα της κοινωνικής διαπραγμάτευσης.

Η υλοποίηση δραστηριοτήτων σε ομάδες δεν διασφαλίζει απαραίτητα την ουσιαστική συνεργασία των μελών μεταξύ τους σε επίπεδο ομάδας ή σε επίπεδο τάξης. Παράμετροι οι οποίες με προσεκτικό χειρισμό διασφαλίζουν την επιτυχία είναι: η σύνθεση των ομάδων (ικανότητα των μελών, ενδιαφέροντα κ.τ.λ.), η ανάθεση ρόλων σε κάθε μέλος της ομάδας και, τέλος, η ανάθεση διαφορετικών έργων σε κάθε ομάδα της τάξης. Η Hoyles (1993) προτείνει μία ενδιαφέρουσα μορφή οργάνωσης του διδακτικού έργου και της συνεργασίας για δραστηριότητες προγραμματισμού που στην προκειμένη περίπτωση μπορεί επίσης να εφαρμοστεί και στην εκπαιδευτική ρομποτική. Το μοντέλο αυτό είναι οργανωμένο σε τρεις

φάσεις.

Αρχικά, κάθε ομάδα μελετά ένα ερώτημα ή εκτελεί ένα πείραμα. Τα ερωτήματα/πειράματα αυτά σχετίζονται αναδεικνύοντας διαφορετικές όψεις του ίδιου θέματος. Στη 2η φάση, στην ολομέλεια της τάξης παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εργασίας κάθε ομάδας και με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού γίνεται η σύνδεση των απαντήσεων και η διατύπωση συμπερασμάτων και γενικεύσεων. Στην 3η φάση, στο πλαίσιο της μικρής ομάδας, οι μαθητές καλούνται να παραγάγουν ένα νέο προϊόν μέσα από την εφαρμογή των συμπερασμάτων. Μέσα από αυτή την οργάνωση του διδακτικού έργου διασφαλίζεται η επικοινωνία μεταξύ των ομάδων (παρουσίαση – 2η φάση), η αξιοποίηση της εργασίας όλων των ομάδων από την ολομέλεια (συμπεράσματα – 2η φάση) και η αξιοποίηση από τους μαθητές των συμπερασμάτων σε ένα νέο έργο (3η φάση).

Συμπληρωματικά στα παραπάνω, μπορούμε να αναφέρουμε τα ψηφιακά περιβάλλοντα που υποστηρίζουν συνεργατικές δράσεις, όπως οι ηλεκτρονικές τάξεις, τα forums, τα wikies και τα blogs, τα οποία μπορούν να ενταχθούν αποτελεσματικά στη διδακτική πράξη και να διευκολύνουν τη συνεργασία ανάμεσα στα μέλη των ομάδων, αλλά και μεταξύ ομάδων, καθώς και στην ανταλλαγή ψηφιακού υλικού.

Οι διδακτικές παρεμβάσεις που εντάσσει ο εκπαιδευτικός στο διδακτικό σχεδιασμό μιας δραστηριότητας καθορίζουν την αναμενόμενη γνωστική ενεργοποίηση των μαθητών κατά τη διάρκεια της υλοποίησής της. Οι Denis & Hubert (2001) κατηγοριοποιούν τις διδακτικές παρεμβάσεις που συμβαίνουν στην τάξη στο πλαίσιο των δραστηριοτήτων της εκπαιδευτικής ρομποτικής σε έξι διδακτικές δράσεις (διδακτικά παραδείγματα). Κάθε μία δράση περιγράφεται μέσα από το ρόλο του εκπαιδευτή και του εκπαιδευόμενου, τις τεχνικές και τα υλικά που απαιτούνται κατά τη διάρκεια της υλοποίησής της.

Είναι η δράση στην οποία ο μαθητής συνειδητά (ή ασυνείδητα) συλλέγει εικόνες, πληροφορίες ή επαναλαμβάνει αυτό που βλέπει να υλοποιείται από κάποιον άλλο. Η κατασκευή ενός ρομπότ με τη βοήθεια οδηγιών αποτελεί μία τέτοιου τύπου δραστηριότητα. Ο εκπαιδευτικός, κατά τη διάρκεια αυτής της δράσης, τροφοδοτεί το μαθητή με τα κατάλληλα μοντέλα προς μίμηση.

Ο μαθητής μπορεί να έχει (ή να μην έχει) κάποιο ερώτημα το οποίο είναι γνωστικού περιεχομένου. Ο εκπαιδευτικός αναλαμβάνει να δώσει απάντηση στο μαθητή (διάλεξη) ή να τον καθοδηγήσει στην εύρεσή της (στο βιβλίο, στο διαδίκτυο κ.τ.λ.). Στη δεύτερη περίπτωση, η πληροφορία μπορεί τελικά να δομηθεί ατομικά ή συλλογικά στο πλαίσιο της ομάδας.

Αφορά τις περιπτώσεις στις οποίες επιδιώκεται να αποκτηθεί/καλλιεργηθεί στο μαθητή μια συγκεκριμένη δεξιότητα (διαδικασία). Ο μαθητής εκτελεί τη δραστηριότητα που υποδεικνύει ο εκπαιδευτικός μέσω οδηγιών (συστηματική άσκηση). Με αυτό τον τρόπο λειτουργεί ένα λογισμικό πρακτικής άσκησης (Computer Assisted Instruction). Ο εκπαιδευτής (ή ο υπολογιστής) αναλαμβάνει να δώσει κατάλληλη ανατροφοδότηση και να επέμβει στην περίπτωση λάθους, καθώς και να συντηρήσει το ενδιαφέρον του μαθητή.

Είναι η δράση στην οποία ο μαθητής καλείται να λύσει ένα πρόβλημα ή να απαντήσει σε μια ερώτηση χειριζόμενος μεταβλητές σε ένα δεδομένο περιβάλλον. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι ο μαθητής να έχει διατυπώσει μια υπόθεση. Ο εκπαιδευτικός, σε αυτή την περίπτωση, βοηθά στη διατύπωση ερωτημάτων και παρέχει διαδραστικά περιβάλλοντα μέσα στα οποία μπορούν να υλοποιηθούν οι πειραματισμοί. Οι

προσομοιώσεις και οι μικρόκοσμοι αποτελούν ιδανικό περιβάλλον για τέτοιου τύπου δράσεις.

Σε αυτή την περίπτωση ο μαθητής έχει προσωπικές ερωτήσεις στις οποίες καλείται να απαντήσει δομώντας ο ίδιος μία έρευνα στις πηγές, στις γνώσεις και στα υλικά που έχει στη διάθεσή του. Ο εκπαιδευτικός παρέχει ενδιαφέρουσες πηγές και τροφοδοτεί το μαθητή, ανάλογα με τις ανάγκες του, με νέες.

Είναι η δράση κατά την οποία ο μαθητής, ατομικά ή στην ομάδα, παράγει ένα νέο προϊόν ή αντικείμενο. Η αφορμή είναι μια προσωπική ιδέα. Ο εκπαιδευτικός παρέχει τα υλικά της δημιουργίας, βοηθά στη διαμόρφωση της ιδέας, ενθαρρύνει την ολοκλήρωσή της και αξιολογεί το τελικό προϊόν.

Οι παραπάνω διδακτικές δράσεις προσεγγίζουν με διαφορετικό τρόπο το ρόλο του μαθητή σε τρεις σημαντικές πλευρές της εκπαιδευτικής διαδικασίας: *εισαγωγή νέων εννοιών/γνώσεων, τελικό προϊόν της εργασίας, νοητικές διεργασίες.*

α) *Εισαγωγή νέων εννοιών/γνώσεων*: Τόσο η Λήψη πληροφορίας όσο και ο Πειραματισμός μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εισαγωγή νέων γνώσεων. Η *Λήψη πληροφορίας* τοποθετεί το μαθητή στο ρόλο του παθητικού δέκτη της πληροφόρησης ενώ ο *Πειραματισμός* εμπλέκει το μαθητή ενεργά στην αναζήτηση σχέσεων και στη διαμόρφωση νέων γνωστικών σχημάτων μέσα από συνειδητές διαδικασίες (αναστοχασμός).

β) *Τελικό προϊόν της εργασίας*: Η *Μίμηση* ως διδακτική δράση έχει ως τελικό προϊόν ένα συγκεκριμένο αντικείμενο σύμφωνο με τις οδηγίες που έδωσε ο *εκπαιδευτικός* ενώ η *δημιουργία* δίνει την ελευθερία στο μαθητή να εκφραστεί ατομικά ή συλλογικά με προσωπικό τρόπο (εξοικείωση) παράγοντας ένα προσωπικό τελικό προϊόν το οποίο υπακούει σε συγκεκριμένες προδιαγραφές.

γ) *Νοητικές διεργασίες*: Η *Πρακτική άσκηση* ενεργοποιεί συγκεκριμένες γνωστικές δεξιότητες, χρήσιμες στην περίπτωση αυτοματισμών. Η *Εξερεύνηση*, από την άλλη, επιτρέπει την ελευθερία επιλογής στις νοητικές διαδικασίες που ο μαθητής επιλέγει να εκτελέσει ανάλογα με το προσωπικό του στίλ και το στάδιο της προσωπικής του εξέλιξης (αυτορρύθμιση).

Επομένως, μία διδακτική παρέμβαση στο πλαίσιο του εποικοδομισμού, όπου δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στα ενδιαφέροντα του μαθητή, στα ιδιαίτερα μαθησιακά χαρακτηριστικά του και στην ενεργή συμμετοχή του, μπορεί να οργανωθεί σπονδυλωτά, εντάσσοντας σταδιακά δράσεις που προάγουν την ενεργή συμμετοχή στη διαμόρφωση της νέας γνώσης (από τη λήψη πληροφορίας στον πειραματισμό), την ελευθερία στην έκφραση (από τη μίμηση στη δημιουργία) και την ελευθερία στην επιλογή των νοητικών διεργασιών που επιλέγει κάθε στιγμή ο μαθητής να εκτελέσει, ανάλογα με τις ανάγκες του και τα ενδιαφέροντά του (από την πρακτική άσκηση στην εξερεύνηση).

Η ένταξη της ρομποτικής στο αναλυτικό πρόγραμμα της πρωτοβάθμιας και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης μπορεί να θεμελιωθεί σε δύο βασικά επιχειρήματα. Το πρώτο συναρτάται με τον προπαρασκευαστικό ρόλο της σχολικής εκπαίδευσης και αφορά *την εκπαιδευτική ρομποτική ως αντικείμενο μελέτης* ενώ το δεύτερο απορρέει από την παιδαγωγική διάσταση της εκπαίδευσης και αφορά *την εκπαιδευτική ρομποτική ως εργαλείο μάθησης*.

Η ρομποτική τεχνολογία είναι παρούσα σε όλες τις εκδηλώσεις της καθημερινής μας ζωής. Ως εκ τούτου, ο μαθητής ως μελλοντικός πολίτης οφείλει να έχει μια ελάχιστη κατανόηση της λειτουργίας της, να είναι σε θέση να τη χρησιμοποιεί αποτελεσματικά και να αντιλαμβάνεται τη συμβολή που μπορεί να έχει αυτή στη βελτίωση της ποιότητας της ζωής του. Από την άλλη, η ρομποτική αποτελεί έναν ιδιαίτερα ενδιαφέροντα και πολλά υποσχόμενο κλάδο της Τεχνολογίας στον οποίον ο μαθητής ως μελλοντικός επιστήμονας θα μπορούσε να εργαστεί. Ως εκ τούτου, η εκπαίδευσή του στις βασικές αρχές αυτού του κλάδου στο πλαίσιο της υποχρεωτικής και της προαιρετικής εκπαίδευσης είναι σημαντική. Αυτό το επιχείρημα συνηγορεί στην ένταξη της εκπαιδευτικής ρομποτικής στο μάθημα της Πληροφορικής, της *Τεχνολογίας, της Μηχανολογίας για τη διδασκαλία εννοιών προγραμματισμού, σχεδιασμού και μηχανολογίας*.

Η ενασχόληση με τις ρομποτικές κατασκευές είναι πολυσύνθετη και διαθεματική δραστηριότητα που υπηρετεί αποτελεσματικά διδακτικές παρεμβάσεις μέσα στο πλαίσιο του εποικοδομισμού. Μπορεί να αναδείξει δύσκολες γνωστικές έννοιες που συνδέονται με ποικίλα διδακτικά αντικείμενα, όπως η Πληροφορική, η Τεχνολογία, τα Μαθηματικά, η Φυσική, με αναπαραστατικό και καινοτόμο τρόπο ενώ ταυτόχρονα επιτρέπει την προσωπική έκφραση του μαθητή. Σε αυτό το πλαίσιο, η εκπαιδευτική ρομποτική μπορεί να αξιοποιηθεί για την πραγματοποίηση πειραματισμών και τη διερεύνηση σχέσεων σε διδακτικές παρεμβάσεις μικρής διάρκειας. Παραδείγματα τέτοια είναι μία ρομποτική διάταξη που επιτρέπει τη μελέτη της ευθύγραμμης ομαλής κίνησης (σχέση χρόνου - μετατόπισης, σχέση χρόνου – ταχύτητας) ή μία ρομποτική διάταξη που επιτρέπει τη μέτρηση της θερμοκρασίας ενός υγρού που θερμαίνεται.

Με ανάλογο τρόπο, η ρομποτική μπορεί να αξιοποιηθεί για την αντιμετώπιση ανοιχτών ερωτημάτων και προβλημάτων των αντίστοιχων γνωστικών αντικειμένων, όπως είναι, για παράδειγμα, το ερώτημα 'Πώς αλλάζει η θερμοκρασία ενός δωματίου κατά τη διάρκεια της μέρας και της νύχτας;'.

Τα επιχειρήματα που καταγράφηκαν παραπάνω μπορούν να εξυπηρετηθούν εξίσου μέσω διαθεματικών διδακτικών παρεμβάσεων που αποσκοπούν στη μελέτη ενός θέματος/προβλήματος. Ο προτεινόμενος τρόπος οργάνωσης της διδασκαλίας είναι το μοντέλο της συνθετικής εργασίας. Το μοντέλο της συνθετικής εργασίας, επίσης, επιτρέπει την πλήρη αξιοποίηση του δυναμικού των εργαλείων της εκπαιδευτικής ρομποτικής στο πλαίσιο του εποικοδομισμού, μιας και μπορεί να φιλοξενήσει τον προσωπικό προβληματισμό των μαθητών, να οδηγήσει σε ποικίλους πειραματισμούς και να υλοποιηθεί μέσα από συνεργατικές δραστηριότητες.

Ειδικότερα στο χώρο του δημοτικού σχολείου, τέτοιες συνθετικές εργασίες μπορούν να αναπτυχθούν στα μαθήματα των Μαθηματικών, της Πληροφορικής, της Μελέτης Περιβάλλοντος, και των Φυσικών, ενώ στο Γυμνάσιο μπορούν να ενταχθούν στα μαθήματα της Τεχνολογίας, Φυσικής και της Πληροφορικής. Αυτό δεν αποκλείει βέβαια και την αξιοποίησή τους σε δραστηριότητες εκτός αναλυτικού προγράμματος που στηρίζονται στην εθελοντική συμμετοχή των μαθητών.



Εικόνα 1.16: Ρομπότ οικιακός βοηθός

1.4 Οργάνωση και Λειτουργία Ρομποτικού Συστήματος

Τα βασικά στοιχεία που συγκροτούν ένα ρομποτικό σύστημα είναι το μηχανικό μέρος και ο ελεγκτής.

1.4.1 Μηχανικό Μέρος

Το μηχανικό μέρος ενός ρομποτικού συστήματος περιλαμβάνει το σύνολο των βραχιόνων του. Ανάλογα με την εργασία για την οποία έχει σχεδιαστεί ένα ρομποτικό σύστημα μπορεί να διαθέτει έναν ή περισσότερους βραχίονες. Κάθε βραχίονας αποτελείται από τα εξής μέρη:

- **Βάση:** Είναι στερεωμένη στο περιβάλλον εργασίας του ρομπότ και σε αυτήν συνδέεται μία αλυσίδα συνδέσμων και αρθρώσεων που καταλήγει στο εργαλείο δράσης.
- **Σύνδεσμοι:** Είναι στερεά, μεταλλικά ή πλαστικά σώματα που συγκροτούν τον σκελετό του ρομποτικού συστήματος.
- **Αρθρώσεις:** Είναι μηχανισμοί που επιτρέπουν τη σχετική κίνηση μεταξύ των συνδέσμων. Διακρίνονται σε γραμμικές, που επιτρέπουν την κίνηση κατά μήκος ενός άξονα και σε περιστροφικές που επιτρέπουν την κίνηση γύρω από τον άξονα τους.
- **Κινητήρες:** Κάθε άρθρωση χρειάζεται και από έναν κινητήρα. Ο κινητήρας μπορεί να είναι ηλεκτρικός (βηματικός, σερβοκινητήρας), υδραυλικός ή πνευματικός.
- **Αισθητήρια:** Για τον έλεγχο της θέσης του ρομπότ απαιτούνται πληροφορίες για τη θέση και την ταχύτητα κάθε άρθρωσης ξεχωριστά. Για τη συλλογή αυτών των πληροφοριών χρησιμοποιούνται διάφοροι τύποι αισθητήρων, από απλά ποτενσιόμετρα και ταχύμετρα, μέχρι ψηφιακοί οπτικοί κωδικοποιητές θέσης (encoders).
- **Εργαλείο Δράσης:** Κάθε βραχίονας του ρομποτικού συστήματος έχει προσαρμοσμένο στο τελικό του άκρο ένα μηχανικό εξάρτημα κατάλληλα σχεδιασμένο για την εκτέλεση της εργασίας για την οποία έχει προγραμματιστεί το

συγκεκριμένο σύστημα. Έτσι, ένα εργαλείο δράσης μπορεί να ποικίλλει, από μία “αρπάγη” για την μεταφορά αντικειμένων, έναν βιομηχανικό συγκολλητή μετάλλων, μέχρι ένα λεπτό χειρουργικό εργαλείο.

1.4.2 Ελεγκτής

Ο ελεγκτής είναι η ηλεκτρονική μονάδα που μας δίνει τη δυνατότητα να προγραμματίσουμε το ρομπότ. Αποτελείται από:

- *Υλικό (Hardware)*: Περιλαμβάνουν έναν υπολογιστή, στον οποίο αποθηκεύεται το πρόγραμμα που θα εκτελεστεί, τα ηλεκτρονικά επικοινωνίας μεταξύ του ελεγκτή, του μηχανικού μέρους και του εξωτερικού περιβάλλοντος του ρομποτικού συστήματος (interface) και τους ενισχυτές ισχύος που ενισχύουν τα σήματα ελέγχου στο επίπεδο που απαιτείται ώστε οι κινητήρες να κινούν τις αρθρώσεις.
- *Λογισμικό (Software)*: Είναι υπεύθυνο κυρίως για τη δημιουργία των κατάλληλων σημάτων ελέγχου, σύμφωνα με κάποιον αλγόριθμο, λαμβάνοντας υπόψη διάφορες μεταβλητές όπως το φορτίο, τη θέση και τη ταχύτητα του ρομπότ. Το λογισμικό μπορεί να περιλαμβάνει επίσης και διάφορα βοηθητικά προγράμματα για τον προγραμματισμό του ρομπότ, τον έλεγχο της λειτουργίας του και την ενημέρωση του χρήστη με διαγνωστικά μηνύματα.

1.4.3 Βαθμοί Ελευθερίας

Βασικό γνώρισμα κάθε ρομπότ αποτελεί ο βαθμός ελευθερίας του. Ο αριθμός των ανεξάρτητων παραμέτρων, που προσδιορίζουν τη θέση ενός σώματος στο χώρο, ονομάζεται Βαθμός Ελευθερίας. Σε γενικές γραμμές δηλώνει το πόσο ευκίνητο είναι ένα ρομπότ στο χώρο.

Για να περιγραφεί ακριβώς η θέση ενός στερεού σώματος στο χώρο, χρειάζονται έξι μεταβλητές, τρεις για τη θέση και τρεις για τον προσανατολισμό του. Άρα, σύμφωνα με τον παραπάνω ορισμό, για να μπορεί ένα ρομπότ να κινηθεί οπουδήποτε στο χώρο με οποιοδήποτε προσανατολισμό, πρέπει να έχει τουλάχιστον έξι βαθμούς ελευθερίας.



Εικόνα 1.17: Το σύστημα da Vinci κατά τη διάρκεια μιας χειρουργικής επέμβασης

Ο ανθρώπινος βραχίονας υπολογίζεται ότι έχει επτά βαθμούς ελευθερίας (π.χ. Το ρομποτικό σύστημα da Vinci, βλ. Εικόνα). Στα βιομηχανικά ρομπότ σπάνια συναντάμε πάνω από έξι βαθμούς ελευθερίας, αφού από τη μία πλευρά θα βελτιωνόταν η ευελιξία τους, από την άλλη όμως θα γινόταν πιο περίπλοκος ο αλγόριθμος ελέγχου τους χωρίς να επεκτείνεται ο χώρος δράσης τους (Marescaux και λοιποί, 2002).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ LEGO MINDSTORMS

Τα Lego Mindstorms είναι μια γραμμή παραγωγής της Lego που συνδυάζει προγραμματιζόμενα τούβλα με ηλεκτρικές μηχανές, αισθητήρες, τούβλα Lego, και τεχνικά κομμάτια Lego (όπως εργαλεία, άξονες, ακτίνες, και υδραυλικά μέρη) κατάλληλα για να χτίσει ο χρήστης ρομπότ και άλλα αυτοματοποιημένα ή αλληλεπιδραστικά συστήματα. Το σύστημα δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να ανακαλύψουν την επιστήμη, την τεχνολογία και τα μαθηματικά με διασκεδαστικό τρόπο, συνδυάζοντας τα κλασικά τουβλάκια LEGO με τον προγραμματισμό.

Το LEGO MINDSTORMS NXT είναι η δεύτερη γενιά ρομποτικών προϊόντων από τη LEGO Group. Η πρώτη γενιά κυκλοφόρησε το 1998 και ονομαζόταν LEGO MINDSTORMS Robotic Invention System, ενώ το προγραμματιζόμενο τούβλο της λεγόταν LEGO RCX Brick. Η εκπαιδευτική έκδοση είχε την ονομασία Lego Mindstorms for Schools και συνοδευόταν από το λογισμικό γραφικού περιβάλλοντος ROBOLAB που σχεδιάστηκε στο πανεπιστήμιο Tufts (<http://www.cceo.tufts.edu>) βασισμένο στο Lab VIEW της National Instruments.

Η πρώτη έκδοση LEGO MINDSTORMS NXT, το NXT 1.0 κυκλοφόρησε το 2006 και αποτέλεσε μια μεγάλη επιτυχία. Το 2009 ακολούθησε η δεύτερη έκδοση, το NXT 2.0. Πέρα από την καθαρά εμπορική έκδοση (8547), υπάρχει και η εκπαιδευτική έκδοση (9797), η οποία ονομάζεται Lego Mindstorms education.

Το LEGO MINDSTORMS Education εκτός των δομικών στοιχείων LEGO (hardware) περιλαμβάνει και το λογισμικό (software) για τον προγραμματισμό των κατασκευών. Το λογισμικό αυτό είναι το LEGO MINDSTORMS Education NXT, το οποίο και αυτό όπως το ROBOLAB είναι βασισμένο στο LabVIEW™ της National Instruments.

Το βασικό πακέτο LEGO MINDSTORMS NXT (9797) αποτελείται από τα παρακάτω συστατικά:

2.1 Το Προγραμματιζόμενο Τούβλο NXT

Το βασικό δομικό στοιχείο είναι το προγραμματιζόμενο τούβλο NXT. Πρόκειται για τον εγκέφαλο του ρομπότ ο οποίος μπορεί να προγραμματιστεί από τον υπολογιστή με σύνδεση μέσω USB ή με Bluetooth και στον οποίο συνδέονται όλα τα υπόλοιπα εξαρτήματα όπως αισθητήρες, μηχανές, λάμπες και κλασικά τουβλάκια LEGO (βλ. Εικόνα 2.1).



Εικόνα 2.1: Προγραμματιζόμενο τούβλο NXT

Τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Μικροεπεξεργαστής 32-bit
- Μνήμη 256 Kbytes FLASH, 64 Kbytes RAM
- Μικροελεγκτής 8-bit AVR με μνήμη 4 Kbytes FLASH, 512 Byte RAM
- Δυνατότητα ασύρματης επικοινωνίας Bluetooth (Bluetooth Class II V2.0 compliant)
- Θύρα υψηλής ταχύτητας USB (12 Mbit/s)
- 4 θύρες εισόδου με καλώδιο 6-αγωγών (Η μία θύρα ακολουθεί το πρότυπο IEC 61158 Type 4/EN 50170 για μελλοντική χρήση)
- 3 θύρες εξόδου με καλώδιο 6-αγωγών
- Οθόνη γραφικών 100 x 64 pixel LCD
- Μεγάφωνο ηχητικής ποιότητας 8 kHz με εύρος καναλιού 8-bit και συχνότητα δειγματοληψίας 2-16 kHz
- Τροφοδοσία με 6 μπαταρίες AA

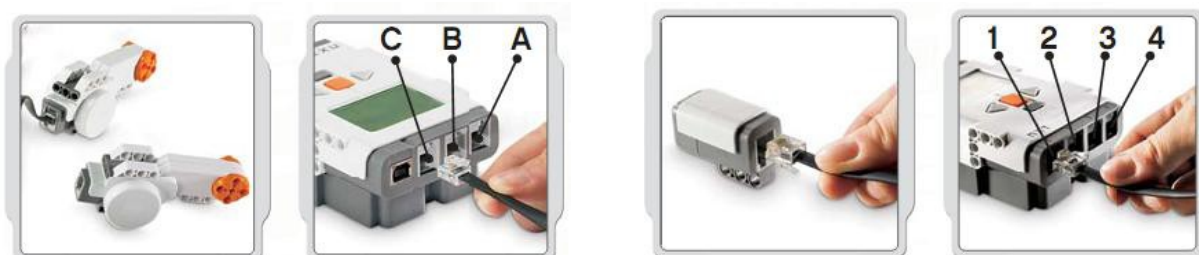
Bluetooth

Μέσω Bluetooth το NXT μπορεί να δέχεται και να στέλνει δεδομένα από/σε υπολογιστή, άλλα NXT αλλά και κινητά τηλέφωνα. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η χρήση κινητών τηλεφώνων τα οποία είναι δυνατόν να ελέγχουν το ρομπότ αλλά και να χρησιμοποιούνται σαν ένας επιπλέον αισθητήρας-κάμερα (εικόνα).



Εικόνα 2.2: Συνδεσιμότητα με Bluetooth

Στις 3 θύρες εξόδου συνδέονται οι 3 σερβομηχανές που δίνουν κίνηση στο ρομπότ ενώ στις 4 εισόδους οι αισθητήρες που προσφέρουν αντίληψη ερεθισμάτων από το περιβάλλον (εικόνα 2.6.2).



Εικόνα 2.3: Θύρες εισόδου - εξόδου

2.2 Αισθητήρες

2.2.1 Αισθητήρας αφής

Ο αισθητήρας αφής είναι ένας διακόπτης: πιέζεται και απελευθερώνεται. Επομένως με κατάλληλο προγραμματισμό, το ρομπότ μπορεί να αλλάζει τη συμπεριφορά του κάθε φορά που ο αισθητήρας αφής πιέζεται ή απελευθερώνεται (εικόνα).



Εικόνα 2.4: Αισθητήρας αφής

2.2.2 Αισθητήρας ήχου

Ο αισθητήρας ήχου μπορεί να ανιχνεύσει τόσο ντεσιμπέλ (dB) όσο και ρυθμισμένα ντεσιμπέλ (dBA). Τα dBA είναι τα dB που μπορεί να ανιχνεύσει το ανθρώπινο αυτί. Γενικά ο αισθητήρας μετράει ήχους μέχρι 90 dB. Με κατάλληλο προγραμματισμό το ρομπότ αλλάζει συμπεριφορά όταν ο αισθητήρας ενεργοποιείται (εικόνα).



Εικόνα 2.5: Αισθητήρας ήχου

2.2.3 Αισθητήρας φωτός

Ο αισθητήρας φωτός επιτρέπει στο ρομπότ να διακρίνει ανάμεσα σε φως και σκοτάδι, να διαβάζει την ένταση του φωτός σε έναν χώρο και να μετράει την ένταση του φωτός σε χρωματιστές επιφάνειες και έτσι να ξεχωρίζει τα χρώματα (εικόνα).

Αυτό βλέπει ο αισθητήρας φωτός



Αυτό βλέπει το ανθρώπινο μάτι



Εικόνα 2.6: Αισθητήρας φωτός

2.2.4 Αισθητήρας υπερήχων

Ο αισθητήρας υπερήχων επιτρέπει στο ρομπότ να δει και να αναγνωρίσει αντικείμενα, να αποφύγει αντικείμενα, να μετρήσει αποστάσεις και να ανιχνεύσει κινήσεις. Χρησιμοποιεί τις ίδιες μεθόδους με τις νυχτερίδες: μετράει την απόσταση υπολογίζοντας τον χρόνο που χρειάζεται ένα ηχητικό κύμα να φτάσει σε ένα αντικείμενο και να γυρίσει πίσω. Ακριβώς όπως η ηχώ. Μετράει την απόσταση σε cm και ίντσες. Μπορεί να μετρήσει αποστάσεις

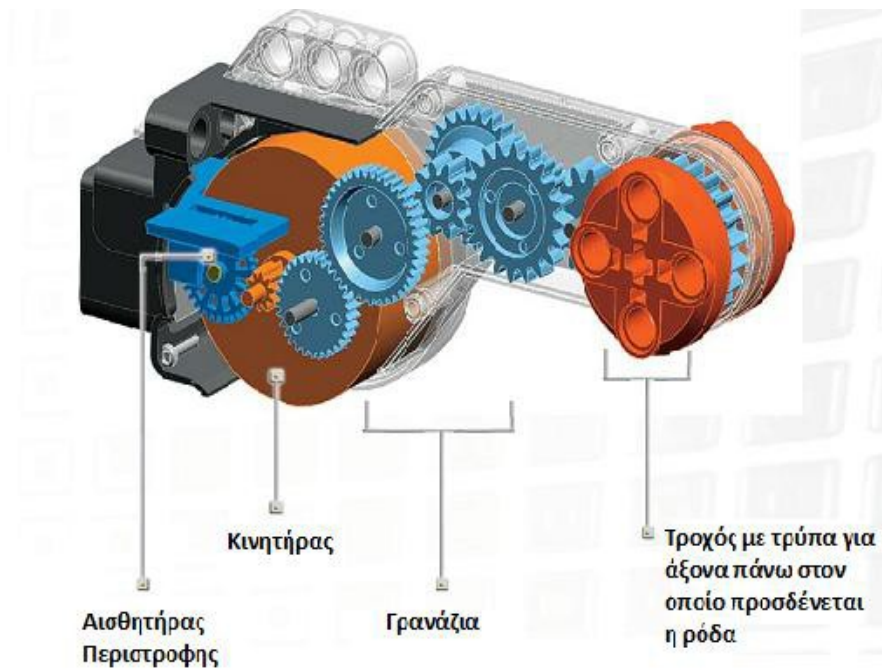
από 0 ως 2,5m με μια απόκλιση ± 3 cm. Τα μεγάλα μεγέθη αντικείμενα με σκληρές επιφάνειες επιστρέφουν τις καλύτερες αναγνώσεις. Τα μαλακά, τα κυρτά (ή και σφαιρικά), τα πολύ λεπτά ή μικρά αντικείμενα, ενδέχεται να είναι δύσκολο για τον αισθητήρα να ανιχνευθούν (εικόνα 2.6.6).



Εικόνα 2.7: Αισθητήρας υπερήχων

2.3 Σερβομηχανές

Οι τρεις σερβομηχανές δίνουν στο ρομπότ τη δυνατότητα να κινηθεί ή να κουνήσει κάποια μέρη του. Χρησιμοποιώντας το Move block στο πρόγραμμα το ρομπότ θα αρχίσει αυτόματα να κινείται ήρεμα. Όλες οι μηχανές έχουν ενσωματωμένο αισθητήρα περιστροφής που επιτρέπει στο ρομπότ να κινείται με ακρίβεια. Ο αισθητήρας αυτός μετράει τις περιστροφές του κινητήρα σε μοίρες. Μια πλήρης περιστροφή είναι 360 μοίρες, επομένως αν η μηχανή οριστεί να γυρίσει 180 μοίρες, ο τροχός θα κάνει μισό κύκλο. Επίσης έπειτα από προγραμματισμό, είναι δυνατόν να τροποποιηθεί και η ταχύτητα με την οποία θα κινηθεί το ρομπότ (εικόνα 2.8).



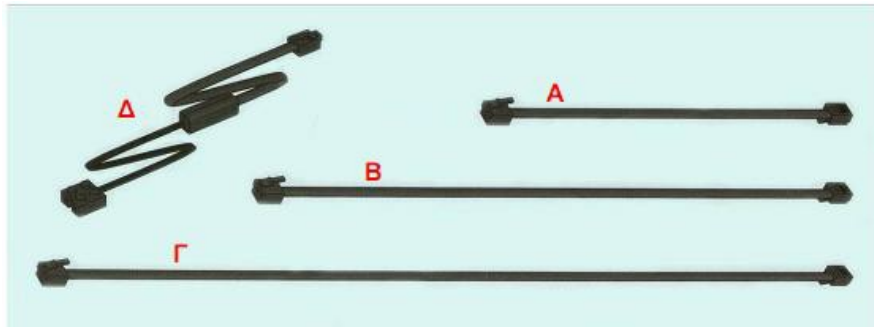
Εικόνα 2.8: Σερβομηχανή και το εσωτερικό της

2.4 Λάμπες

Οι λάμπες μπορεί να ρυθμιστούν να ανάβουν ή να σβήνουν, να έχουν μια συγκεκριμένη ακολουθία επαναλαμβανόμενων on-off. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για να ενεργοποιήσουν τον αισθητήρα φωτός ή για να δείξουν την κατάσταση ενός αισθητήρα. Χρησιμοποιούνται επίσης και σαν «μάτια» του ρομπότ.

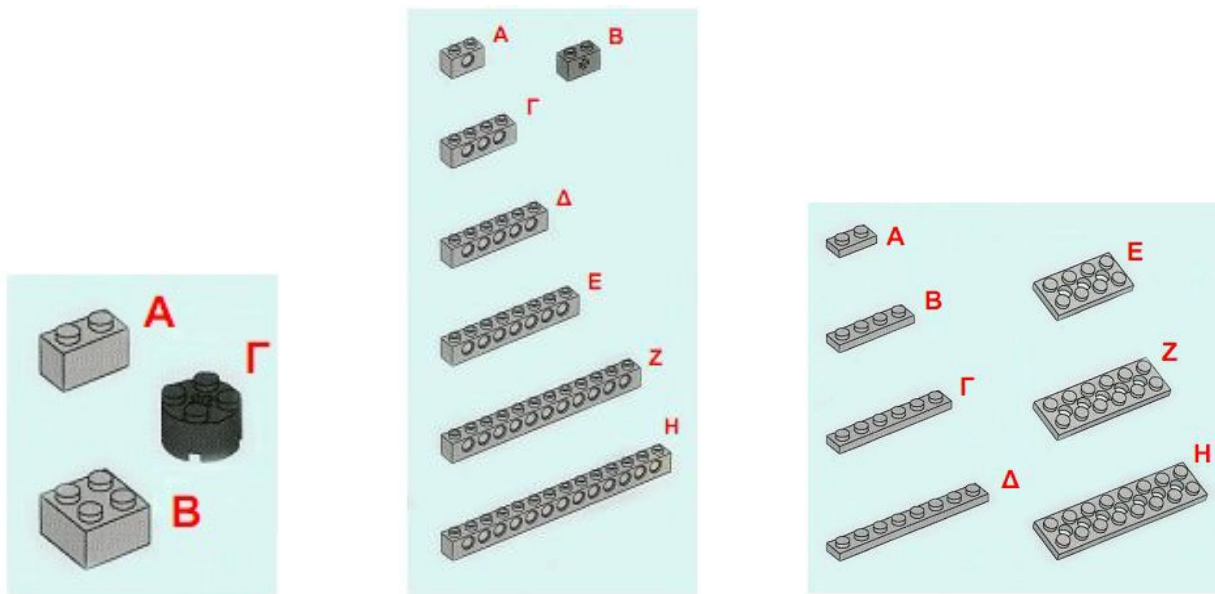
2.5 Καλώδια

Οι αισθητήρες, οι σερβομηχανές και οι λάμπες συνδέονται με το NXT μέσω ειδικών καλωδίων.



Εικόνα 2.9: Το NXT συνοδεύεται από καλώδια διαφορετικού μήκους

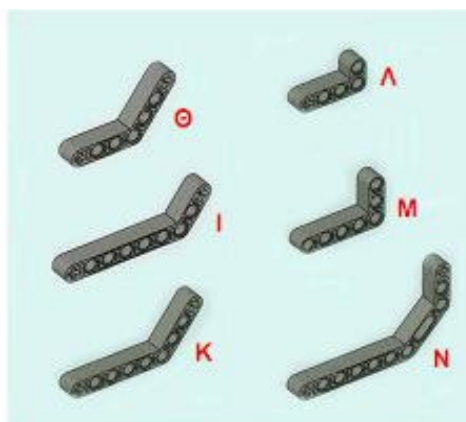
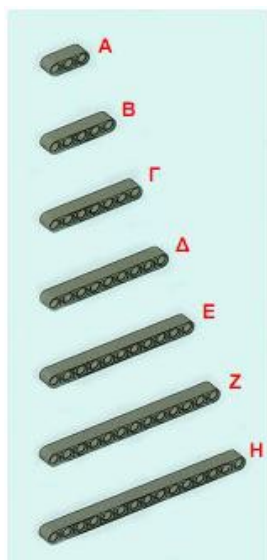
2.6 Δομικά Στοιχεία



Εικόνα 2.10: Τουβλάκια (Bricks)

Τουβλάκια δοκοί

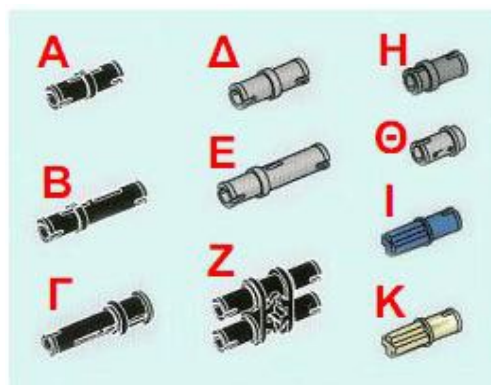
Πλακίδια (Plates)



Εικόνα 2.11: Δοκοί (Beams)

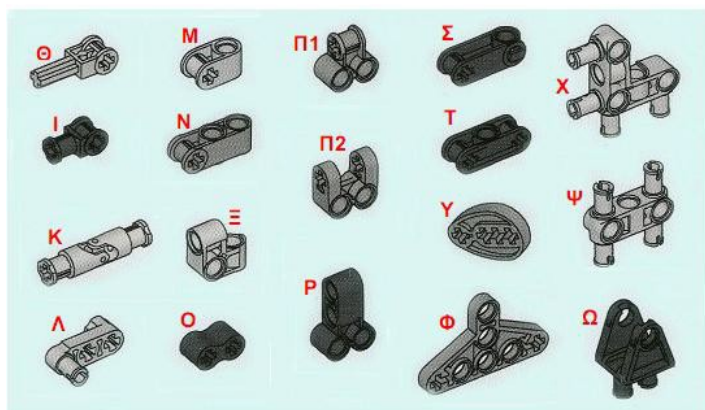
Γωνιακοί δοκοί

Δακτύλιοι (Bushings)



Εικόνα 2.12: Άξονες (Axles)

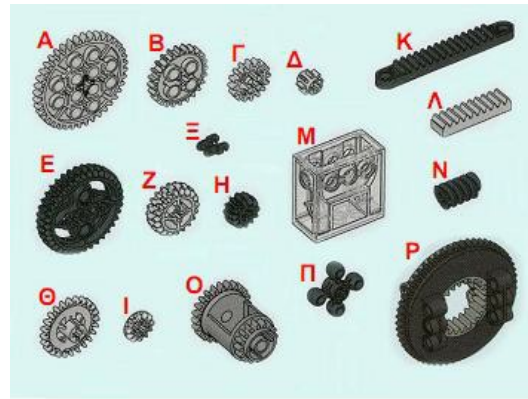
Πιράκια (Pegs)



Εικόνα 2.13: Σύνδεσμοι (Connectors)



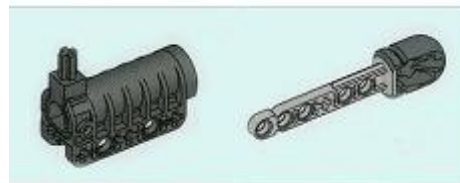
Εικόνα 2.14: Ρόδες (Wheels)



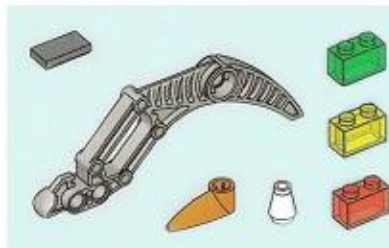
Γρανάζια (Gears)



Εικόνα 2.15: Ιμάντες και Τροχαλίες (Belts and Pulleys)



Κανόνι με βέλος



Εικόνα 2.16: Διακοσμητικά τεμάχια



Βραχίονες με αρθρώσεις



A) άγκιστρο, B) ολισθητήρας

2.7 Στοιχεία εκτός βασικού πακέτου

Πέρα από τα στοιχεία που αναφέρθηκαν παραπάνω, κυκλοφορούν στο εμπόριο, τόσο από την LEGO, όσο και από άλλες εταιρίες, με κυριότερες αυτές των Hitechnic (<http://www.hitechnic.com>) και Vernier (<http://www.vernier.com>), μια σειρά άλλων στοιχείων (αισθητήρες, αντάπτορες κ.λπ.) που προσδίδουν στο ρομπότ νέες δυνατότητες. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι οι παρακάτω αισθητήρες:

2.7.1 Αισθητήρας-πυξίδα (NXT Compass Sensor)

Ο αισθητήρας αυτός παίζει το ρόλο πυξίδας και δίνει τη δυνατότητα στο ρομπότ να κατευθυνθεί προ συγκεκριμένη κατεύθυνση. Είναι καλιμπραρισμένη έτσι ώστε να ελαττώνεται η μαγνητική επιρροή από άλλες πηγές (εικόνα).



Εικόνα 2.17: Αισθητήρας Πυξίδα

2.7.2 Αισθητήρας – επιταχυνσιόμετρο (NXT Acceleration / Tilt Sensor)

Με το επιταχυνσιόμετρο το ρομπότ μπορεί να αντιληφθεί ποια πλευρά του κοιτάει προς τα πάνω, κάτι που είναι χρήσιμο σε περίπτωση που γύρει προς τη μια πλευρά ή αναποδογυρίσει. Επίσης, μετράει την επιτάχυνση και τις δυνάμεις g (εικόνα).



Εικόνα 2.18: Αισθητήρας - Επιταχυνσιόμετρο

2.7.3 Αισθητήρας RFID

Πρόκειται για έναν πομποδέκτη ο οποίος δίνει τη δυνατότητα στο ρομπότ να χρησιμοποιεί ραδιοκύματα για την ανίχνευση αντικειμένων(εικόνα).



Εικόνα 2.19: Αισθητήρας RFID

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Διαγωνισμοί Ρομποτικής με Lego MINDSTORMS

Η World Robot Olympiad (WRO), ο First Lego League (FLL) και ο RoboCup Junior (RCJ) είναι τρεις σημαντικοί, μαθητικοί διαγωνισμοί με επίκεντρο την εκπαιδευτική ρομποτική. Οι δύο πρώτοι περιορίζουν τους διαγωνιζόμενους να κατασκευάσουν ρομπότ μόνο με εξαρτήματα LEGO. Στο διαγωνισμό RoboCup Junior πολλές ομάδες στην κατηγορία του δημοτικού κάνουν χρήση των εκπαιδευτικών πακέτων Mindstorms NXT και RCX καθώς είναι πλατφόρμες ανάπτυξης οι οποίες απευθύνονται σε μικρές ηλικίες και δεν απαιτούν εξειδικευμένες γνώσεις προγραμματισμού και ηλεκτρονικών.

3.1 World Robot Olympiad

Ο W.R.O. είναι ένας παγκόσμιος μαθητικός διαγωνισμός εκπαιδευτικής ρομποτικής και τεχνολογίας, με συμμετοχή χιλιάδων μαθητών. Μέσα από τη διαδικασία του διαγωνισμού οι μαθητές που συμμετέχουν, μαθαίνουν να σκέφτονται δημιουργικά, να δουλεύουν σε ομάδες, να συνεργάζονται, να χρησιμοποιούν εργαλεία και τις γνώσεις τους, προκειμένου να λύσουν αυθεντικά (πραγματικά) προβλήματα που τίθενται από την επιτροπή του διαγωνισμού στην αρχή κάθε έτους. Οι προκλήσεις που καλούνται να αντιμετωπίσουν οι μαθητές διαφοροποιούνται τελείως από χρονιά σε χρονιά και οι ομάδες βρίσκονται συνεχώς μπροστά σε νέα προβλήματα. Ο διαγωνισμός εξελίσσεται σε δύο φάσεις. Στην πρώτη φάση η κάθε χώρα μέλος του WRO διοργανώνει έναν εθνικό διαγωνισμό. Στη δεύτερη φάση συμμετέχουν οι ομάδες που προκρίνονται στους αντίστοιχους εθνικούς διαγωνισμούς.

Η προκριματική φάση του W.R.O στην Ελλάδα διοργανώνεται από τον οργανισμό εκπαιδευτικής ρομποτικής και επιστήμης WRO Hellas σε συνεργασία με την Πανελλήνια Ένωση Καθηγητών Πληροφορικής και άλλους φορείς. Η πρωτοβουλία αυτή έχει θέσει σαν στόχο την προώθηση των ψηφιακών δεξιοτήτων στην εκπαιδευτική κοινότητα και στην κοινωνία ευρύτερα εστιάζοντας στην ανάπτυξη και ανάδειξη της τεχνολογικής καινοτομίας, δίνοντας έμφαση στην εκπαίδευση των νέων. Η όλη προσπάθεια στηρίζεται από ένα δίκτυο ενεργών εκπαιδευτικών και στελεχώνεται επιστημονικά από αναγνωρισμένους ακαδημαϊκούς δασκάλους σε παιδαγωγικά και τεχνολογικά αντικείμενα.



Εικόνα 3.1: Ο διαγωνισμός World Robot Olympiad στη Μανίλλα των Φιλιππινών το 2010

3.2 First Lego League

Ο διεθνής διαγωνισμός FLL (FIRST LEGO League), αποτελεί μία συνεργασία μεταξύ της εταιρίας Lego και του μη κερδοσκοπικού οργανισμού First. Συμμετέχουν σε αυτόν μαθητές δημοτικού, γυμνασίου και λυκείου. Η κάθε ομάδα έχει έναν ενήλικο προπονητή και από δύο έως δέκα μαθητές.

Κάθε χρόνο ο διαγωνισμός εστιάζει σε ένα διαφορετικό θέμα του πραγματικού κόσμου που έχει έντονο κοινωνικό χαρακτήρα. Οι ομάδες των παιδιών καλούνται να σχεδιάσουν και να προγραμματίσουν Lego ρομπότ ικανά για την εκπλήρωση σύνθετων αποστολών. Τα αυτόνομα ρομπότ θα πρέπει να μπορούν να μετακινήσουν αντικείμενα, να εκτελέσουν διαδρομές, να ενεργοποιήσουν μοχλούς, να συλλέξουν διάφορα κομμάτια και να επιστρέψουν στη βάση τους. Οι μαθητές προσπαθούν να βρουν λύσεις στα διάφορα προβλήματα που τους δίνονται με ομαδική εργασία αλλά και συνεργαζόμενοι με άλλες ομάδες. Πέρα από το τεχνικό τμήμα του διαγωνισμού, οι μαθητές ενθαρρύνονται να αναπτύξουν διερευνητικές εργασίες σχετικές με το θέμα του διαγωνισμού.



Εικόνα 3.2: Το σήμα του διαγωνισμού First Lego League

3.3 Διαγωνισμοί Ρομποτικής RoboCup

Το RoboCup είναι μία παγκόσμια διοργάνωση που προωθεί την έρευνα στην Τεχνητή Νοημοσύνη, τη ρομποτική, καθώς και συναφή πεδία. Διοργανώνεται σε ετήσια βάση από το 1997 και απευθύνεται σε φοιτητές και ερευνητές, παρέχοντας ένα σταθερό πρόβλημα πάνω στο οποίο μια μεγάλη ποικιλία τεχνολογιών μπορούν να υλοποιηθούν και να κριθούν.

Η επιτροπή του RoboCup επέλεξε να χρησιμοποιήσει το ποδόσφαιρο ως κεντρικό θέμα και αντικείμενο έρευνας της διοργάνωσης. Στόχος αυτής της πρωτοβουλίας είναι το έτος 2050 να αναπτυχθεί μία ομάδα πλήρως αυτόνομων ρομπότ που θα αγωνιστεί με την μικτή κόσμου σε αγώνα ποδοσφαίρου, πλήρως συμμορφούμενο με τους κανόνες της FIFA και να την κερδίσουν. Εκτός από ποδόσφαιρο, το RoboCup περιλαμβάνει και ένα διαγωνισμό Έρευνας και Διάσωσης (Search and Rescue), προωθώντας έτσι την έρευνα σε ευαίσθητους κοινωνικά τομείς της καθημερινής ζωής, καθώς και ένα διαγωνισμό που προσανατολίζεται σε καθημερινές εργασίες σε οικιακό περιβάλλον (RoboCup@Home). Στο RoboCup 2011 που πραγματοποιήθηκε στην Κωνσταντινούπολη συμμετείχαν 2691 μαθητές και φοιτητές από 40 χώρες.



Εικόνα 3.3: Στιγμιότυπο από αγώνα ποδοσφαίρου του διαγωνισμού Robocup

3.3.1 RoboCup Junior

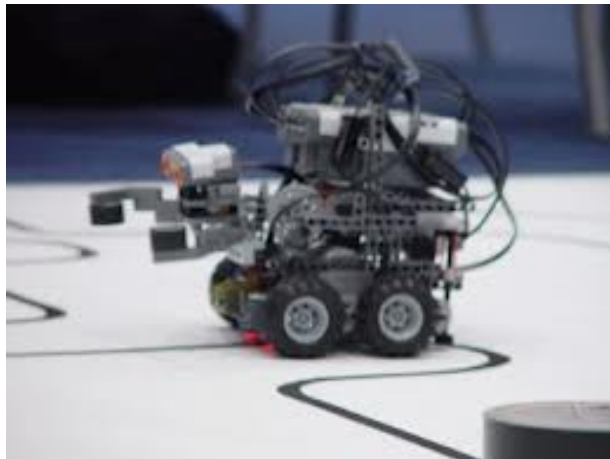
Ο διαγωνισμός RoboCup Junior (RCJ) είναι μια πρωτοβουλία που στοχεύει στην εκμάθηση με την μέθοδο της “υλοποίησης μιας εργασίας” (project oriented) προσφέροντας μια συναρπαστική εισαγωγή στο πεδίο της ρομποτικής και των νέων τεχνολογιών για νέους μέχρι 19 ετών. Είναι ένας διαφορετικός τρόπος μάθησης βιώνοντας τόσο πρακτικές (hands-on) όσο και γνωστικές (mind-on) εμπειρίες στον τομέα των ηλεκτρονικών, του υλικού (hardware) και του λογισμικού (software). Πέρα όμως από τις τεχνικές γνώσεις που κατακτούν οι μαθητές ενώ εντρυφούν σε τεχνολογίες αιχμής, βασική επιδίωξη του RCJ είναι να αναπτύξουν οι μαθητές την ικανότητα της επικοινωνίας και της συνεργασίας μέσα από την ομαδική δουλειά. Σε αντίθεση με το σενάριο ενός παιδιού ανά υπολογιστή που τυπικά παρατηρείται σήμερα, ο RCJ παρέχει μια μοναδική ευκαιρία για τους συμμετέχοντες, με ποικιλία προκλήσεων να συνεργαστούν ως ομάδα για να επιτύχουν έναν κοινό στόχο.

Οι ομάδες των μαθητών διαγωνίζονται σε διαφορετικές ηλικιακές κατηγορίες. Οι κατηγορίες του διαγωνισμού είναι σενάρια έρευνας και διάσωσης, χορός και ποδόσφαιρο. Η χρήση των προϊόντων LEGO δεν είναι υποχρεωτική, αλλά είναι η πιο συνηθισμένη για τις μικρές ηλικίες πριν τη μετάβαση τους σε πιο σύνθετα συστήματα. Οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες, κατασκευάζουν και προγραμματίζουν πραγματικά ρομπότ ή αναπτύσσουν στρατηγικές και εικονικά ρομπότ σε περιβάλλοντα προσομοίωσης, ικανά να εκτελούν σύνθετες αποστολές και να συνεργάζονται μεταξύ τους.

Ο RCJ ξεχωρίζει από άλλα προγράμματα ρομποτικής γιατί πρώτον εστιάζει περισσότερο στην εκπαίδευση από τον ανταγωνισμό. Δεύτερον, οι προκλήσεις του παραμένουν σχεδόν οι ίδιες από το ένα έτος στο επόμενο, παρέχοντας ένα περιβάλλον μάθησης μέσω κλιμακούμενης υποστήριξης (scaffolding learning) στο οποίο οι μαθητές μπορούν να αναπτύξουν πιο πολύπλοκες λύσεις, καθώς μεγαλώνουν και να επεκτείνουν τις γνώσεις τους. Τρίτον, οι θεατές μπορούν να παρακολουθήσουν και να κατανοήσουν αυτό που παρατηρούν, χωρίς να χρειάζονται διευκρινήσεις για τους κανόνες. Τέταρτον, ερευνά σε βάθος την επιστήμη των υπολογιστών και του προγραμματισμού λόγω της έμφασης που δίνει στη χρήση αυτόνομων ρομπότ. Τέλος, ο RCJ στηρίζεται πάνω στη διεθνούς εμβέλειας πρωτοβουλία RoboCup, η οποία προωθεί την εκπαίδευση και την έρευνα στον

τομέα της τεχνητής νοημοσύνης και της ρομποτικής τεχνολογίας.

Οι ερευνητές του εργαστηρίου LEGO του πανεπιστημίου Aarhus H. Lund και L. Pagliarini διοργάνωσαν τον πρώτο διαγωνισμό RCJ κατά τη διάρκεια του RoboCup 1999 που πραγματοποιήθηκε στην Στοκχόλμη. Το κύριο τμήμα του διαγωνισμού RCJ ήταν αγώνες ποδοσφαίρου (Soccer) με ρομπότ Lego MINDSTORMS. Ο στόχος τους ήταν να επιτρέψουν σε παιδιά ηλικίας από 7 ως 14 ετών, να έχουν μία προσωπική εμπειρία στον κλάδο της ρομποτικής και συγκεκριμένα με τα Lego MINDSTORMS, οργανώνοντας με αυτά αγώνες ρομποτικού ποδοσφαίρου.



Εικόνα 3.4: Τροχοφόρο ρομπότ στον διαγωνισμό RoboCup Junior

Χρησιμοποίησαν προκατασκευασμένα ρομπότ και ανέπτυξαν ένα προγραμματιστικό περιβάλλον με έτοιμες στοιχειώδεις συμπεριφορές με στόχο να είναι ευκολότερος ο προγραμματισμός τους και να μην αντιμετωπίσουν προβλήματα με το συντακτικό και τη σημασιολογία των παραδοσιακών γλωσσών προγραμματισμού. Με τον τρόπο αυτό τα παιδιά εργάστηκαν σε ένα περιβάλλον με υψηλό επίπεδο αφαίρεσης και ασχολήθηκαν αποκλειστικά με τον συνδυασμό των συμπεριφορών, βιώνοντας ένα ευχάριστο και διασκεδαστικό κλίμα κατά τη διάρκεια των αγώνων. Ο ενθουσιασμός των παιδιών ήταν εμφανής καθόλη τη διάρκεια των παιχνιδιών τόσο στα αγόρια όσο και στα κορίτσια που έλαβαν μέρος στους αγώνες.

Οι ερευνητές συμπέραναν πως η χρήση των Lego MINDSTORMS σε συνδυασμό με μία προσέγγιση επικεντρωμένη στο χρήστη επιτρέπει στα παιδιά ηλικίας 7-14 χωρίς καμία προηγούμενη εμπειρία στη ρομποτική, να προγραμματίσουν ρομπότ με πολύπλοκες συμπεριφορές ικανά να παίζουν ποδόσφαιρο.

3.3.2 RoboCup Junior Rescue

Η πρόβλεψη σεισμών εξακολουθεί να είναι μια εξαιρετικά δύσκολη προσπάθεια. Γι' αυτόν τον λόγο υπάρχει έντονη ερευνητική προσπάθεια στην κατεύθυνση για δημιουργία ρομποτικών συστημάτων για αναζήτηση και διάσωση που θα χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό επιζώντων σε χαλάσματα με σκοπό τον μετριασμό των θυμάτων από τις φυσικές καταστροφές.

Η πρόκληση της διάσωσης (Rescue) του RCJ περιλαμβάνει αποστολές που πρέπει να

εκτελέσουν τα αυτόνομα ρομπότ σε τεχνητά σενάρια καταστροφών σε ειδικά σχεδιασμένους χώρους που αναπαριστούν υπό κλίμακα πεδία φυσικών καταστροφών. Ζητούμενο είναι ο εντοπισμός των θυμάτων γρήγορα και με ακρίβεια. Οι πίστες περιλαμβάνουν ειδικά σχεδιασμένες διαδρομές που ποικίλουν σε πολυπλοκότητα και βαθμό δυσκολίας. Βασική πρόκληση είναι αυτή της ακολουθίας μίας διαδρομής που είναι σημειωμένη με μαύρη γραμμή (line following). Άλλες προκλήσεις είναι η αποφυγή κάποιου εμποδίου, η ανάβαση κεκλιμένου επιπέδου και η πορεία πάνω από εμπόδια και ανώμαλο έδαφος.

Για την κατηγορία του λυκείου οι προκλήσεις γίνονται ακόμα πιο απαιτητικές, καθώς θα πρέπει τα ρομπότ να έχουν δυνατότητες χαρτογράφησης του χώρου, συνεχή παρακολούθηση της θέσης και της κατάστασης τους.



Εικόνα 3.5: Ρομπότ στον διαγωνισμό RoboCup Junior Rescue, προσπαθεί να ακολουθήσει την μαύρη γραμμή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ LEGO Mindstorms NXT

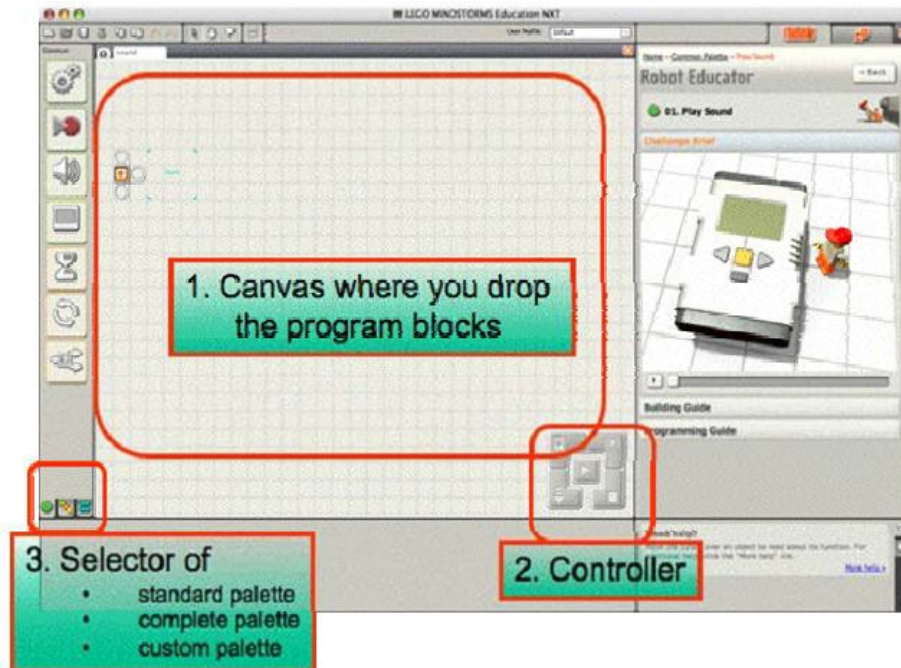
4.1 Βασικές Εντολές

Το πιο διαδεδομένο λογισμικό προγραμματισμού του LEGO MINDSTORMS NXT είναι το LEGO MINDSTORMS NXT-G. Πρόκειται για ένα απλό λογισμικό το οποίο δίνει την δυνατότητα, ακόμα και σε άτομα που δεν γνωρίζουν καμία γλώσσα προγραμματισμού, να προγραμματίσουν το NXT. Ο προγραμματισμός γίνεται σε γραφικό περιβάλλον (το G στο NXT είναι από το Graphical, γραφικό). Ένα πρόγραμμα στο NXT-G δημιουργείται από έναν αριθμό εικονιδίων- εντολών (Block) τα οποία τοποθετούνται στη σειρά πάνω σε μία ακολουθία δέσμης (sequence beam). Καθένα από τα μπλοκ αναπαριστά μία εντολή, οι οποίες εκτελούνται με τη σειρά με την οποία είναι τοποθετημένες, συνιστώντας μια ακολουθία εντολών. Οι εντολές είναι οργανωμένες σε παλέτες, από τις οποίες επιλέγονται οι επιθυμητές εντολές και σύρονται στον καμβά όπου δημιουργείται η ακολουθία δέσμης. Τα περισσότερα εικονίδια εντολών στο κάτω μέρος έχουν μια εσοχή που πατώντας πάνω της ανοίγει μια προέκταση. Η προέκταση αυτή λέγεται κατανεμητής δεδομένων (Data Hub). Αυτοί οι κατανεμητές μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους με καλωδιώσεις (Data Wires) και με αυτόν τον τρόπο να στείλουμε πληροφορίες από μια εντολή σε άλλη. Όταν ξεκινάει το NXT-G το πρώτο παράθυρο που εμφανίζεται είναι το παρακάτω:



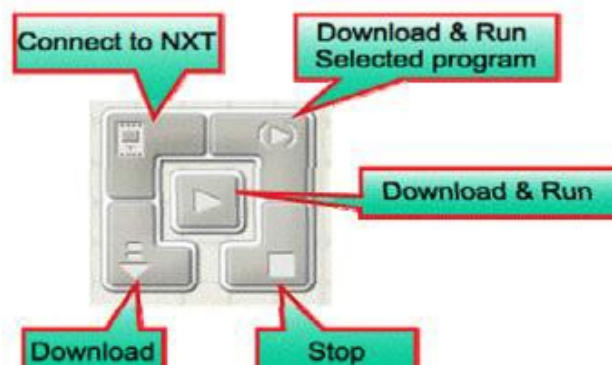
Μέσω της περιοχής 1, αρχάριοι καθοδηγούνται στο πώς να ξεκινήσουν το πρόγραμμα. Η περιοχή 2 παραπέμπει σε έναν οδηγό για την χρήση κάθε μπλοκ. Στην περιοχή 3 είναι οι παλέτες με τα μπλοκ. Από την περιοχή 4 δημιουργούνται καινούρια projects ή ανοίγουν ήδη αποθηκευμένα και τέλος, από την περιοχή 5 ο χρήστης μπορεί να βρει βοήθεια για κάθε λεπτομέρεια του προγράμματος. Αφού ξεκινήσουμε ένα καινούριο project ανοίγει το

παράθυρο της παρακάτω εικόνας:



Η περιοχή 1 είναι ο καμβάς όπου σύρονται οι εντολές των παλετών για να δημιουργηθεί το πρόγραμμα, η περιοχή 2 είναι το χειριστήριο (controller), ενώ από την περιοχή 3 μπορούμε να διαλέξουμε μεταξύ των τριών διαθέσιμων παλετών.

Αναλυτικότερα το χειριστήριο έχει πέντε κουμπιά: Το πάνω αριστερά συνδέει το NXT-G με το προγραμματιζόμενο τούβλο NXT και με αυτόν τον τρόπο βλέπουμε στην οθόνη πληροφορίες για το τούβλο NXT (επίπεδο μπαταρίας, μνήμης κ.λπ.). Το κάτω αριστερά κατεβάζει το ανοιχτό πρόγραμμα στο NXT τούβλο. Το μεσαίο κουμπί κατεβάζει και τρέχει το ανοιχτό πρόγραμμα στο NXT τούβλο. Το πάνω δεξιά κατεβάζει και τρέχει στο τούβλο NXT ένα διαφορετικό πρόγραμμα από το ανοιχτό και τέλος το κάτω δεξιά σταματάει το τρέξιμο του προγράμματος του NXT τούβλου.



Οι τρεις παλέτες εντολών είναι η βασική (common) που περιέχει τις πιο κοινές εντολές, η complete που περιέχει όλες τις εντολές και η custom η οποία περιέχει εντολές τις οποίες έχει κατεβάσει ή κατασκευάσει ο χρήστης. Οι custom εντολές είναι συνδυασμοί των υπάρχοντων βασικών εντολών. Βλέπουμε επομένως ότι ενώ αρχικά το NXT-G είναι ένα

απλό πρόγραμμα με απλές εντολές, σταδιακά μπορούμε να δημιουργήσουμε σύνθετες και πολύπλοκες εντολές.



Βασική (common) παλέτα



Εντολή κίνησης (Move block)

Μέσω αυτής της εντολής το ρομπότ προγραμματίζεται να κινηθεί μπροστά ή πίσω σε ευθεία γραμμή ή να στρίψει ακολουθώντας μία καμπύλη γραμμή, καθώς και να οριστεί η διάρκεια της κίνησης.



Εντολή Εγγραφής / Αναπαραγωγής (Record/Play block)

Με αυτή την εντολή είναι δυνατόν να καταγράψουμε μια κίνηση που βάζουμε να κάνει το ρομπότ χειροκίνητα και στην συνέχεια το ρομπότ να την αναπαράγει αυτόματα. Βέβαια η κίνηση που κάνει το ρομπότ αυτόματα δεν είναι πάντα ακριβώς η ίδια με την αρχική χειροκίνητη.



Εντολή ήχου (Sound block)

Με αυτή την εντολή το ρομπότ μπορεί να αναπαράγει ένα αρχείο ήχου, μια νότα, ή αν τοποθετηθούν κάποια μπλοκ ήχου στη σειρά, να συνθέσουμε μια μελωδία.



Εντολή εμφάνισης (Display block)

Με αυτή την εντολή μπορούμε να εμφανίσουμε στην οθόνη του NXT μια εικόνα, ένα κείμενο ή ένα σχέδιο που σχεδιάσαμε εμείς. Μπορούμε να δημιουργήσουμε πολύπλοκα σχέδια τοποθετώντας περισσότερα μπλοκ εμφάνισης στη σειρά.



Εντολή αναμονής (Wait block)

Αυτές οι εντολές λένε στο ρομπότ να περιμένει κάποιες περιβαλλοντικές συνθήκες (ερέθισμα στους αισθητήρες ή χρόνος) για να κάνει μια ενέργεια. Από την εντολή ανοίγει το

παρακάτω υπομενού:



Εντολή αναμονής χρόνου (Time block)

Με αυτή την εντολή το NXT θα περιμένει μέχρι να περάσει ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.



Εντολή αναμονής αισθητήρα αφής (Touch sensor block)

Αυτή η εντολή λέει στο NXT να περιμένει μέχρι να πατηθεί/απελευθερωθεί το κουμπί σε έναν αισθητήρα αφής (touch sensor).



Εντολή αναμονής αισθητήρα φωτός (Light sensor block)

Αυτή η εντολή λέει στο NXT να περιμένει μέχρι η ένταση της φωτεινότητας σε έναν αισθητήρα φωτός να αυξηθεί πάνω ή να μειωθεί κάτω από μια συγκεκριμένη τιμή.



Εντολή αναμονής αισθητήρα ήχου (sensor block)

Αυτή η εντολή λέει στο NXT να περιμένει μέχρι η ένταση του ήχου που θα ανιχνευτεί από έναν αισθητήρα ήχου να αυξηθεί πάνω ή να μειωθεί κάτω από μια συγκεκριμένη τιμή.



Εντολή αναμονής αισθητήρα υπέρηχων (Ultrasonic sensor block, Distance)

Αυτή η εντολή λέει στο NXT να περιμένει μέχρι η απόσταση από ένα εμπόδιο που θα ανιχνευτεί από έναν αισθητήρα υπέρηχων να αυξηθεί πάνω ή να μειωθεί κάτω από μια συγκεκριμένη τιμή.



Εντολή αναμονής αισθητήρα χρώματος (Color sensor block)

Αυτή η εντολή λέει στο NXT να περιμένει μέχρι ο αισθητήρας χρώματος να ανιχνεύσει ένα αντικείμενο χρώματος εντός ενός προκαθορισμένου φάσματος.



Εντολή επανάληψης (Loop block)

Με αυτή την εντολή μπορούμε να επαναλάβουμε μια σειρά εντολών που έχουμε περάσει στον καμβά. Μπορούμε να ορίσουμε επίσης την αιτία λήξης των επαναλήψεων (αριθμός επαναλήψεων, χρονικό διάστημα, ερέθισμα αισθητήρα, λογική συνθήκη) ή να αφήσουμε τις επαναλήψεις να γίνονται για πάντα.



Εντολή επιλογής (Switch Block)

Με μία εντολή επιλογής δημιουργούνται μέσα στο πρόγραμμα δύο πιθανές διαδρομές (μονοπάτια), ανάλογα με την διαφοροποίηση των συνθηκών (ερέθισμα σε αισθητήρα, τιμή μεταβλητής), τις οποίες μπορεί να ακολουθήσει το πρόγραμμά μας. Για παράδειγμα, αν η εντολή είναι συνδεδεμένη με τον αισθητήρα αφής, το πρόγραμμα θα ακολουθήσει άλλο μονοπάτι όταν ο αισθητήρας είναι πατημένος και άλλο όταν δεν είναι.



Πλήρης παλέτα (Complete Palette)

Η πλήρης παλέτα περιέχει όλες τις εντολές (αυτές που περιέχονται στην βασική παλέτα και άλλες) που μας προσφέρει το πρόγραμμα.



Βασικές εντολές (Common blocks)

Εντολές ενεργειών (Action blocks)

Εντολές αισθητήρων (Sensor blocks)

Εντολές ροής (Flow Blocks)

Εντολές δεδομένων (Data Blocks)

Εντολές για προχωρημένους (Advanced Blocks)

Αναλυτικότερα:



Εντολές ενεργειών (Action blocks)



Εντολή κινητήρα (Motor block)

Με αυτή την εντολή μπορούμε να ελέγξουμε έναν κινητήρα που έχουμε συνδέσει σε θύρα εξόδου. Μπορούμε να ορίσουμε πότε θα ξεκινήσει, πόσο γρήγορα θα δουλέψει και πότε και πως θα σταματήσει.



Εντολή αποστολής μηνύματος (Send Message block)

Αυτή η εντολή επιτρέπει στον χρήστη να στείλει ασύρματα ένα μήνυμα, από ένα NXT σε ένα άλλο.



Εντολή ελέγχου χρωματιστής λάμπας (Color Lamp block)

Με την εντολή ελέγχου της χρωματιστής λάμπας μπορούμε να ελέγξουμε την χρωματιστή λάμπα που διαθέτει ο αισθητήρας χρώματος. Μπορούμε να διαλέξουμε ανάμεσα σε τρία χρώματα (κόκκινο, πράσινο, μπλε) και σε δύο καταστάσεις (αναμμένη, σβηστή).



Εντολές αισθητήρων (Sensor Blocks)



Με αυτές τις εντολές συλλέγουμε τις πληροφορίες που μπορεί να λάβει το NXT και με καλωδιώσεις τις στέλνουμε σε εντολές που επιθυμούμε για να αντιδράσει ανάλογα το ρομπότ.



Μπλοκ αισθητήρα αφής (Touch Sensor Block)

Ελέγχει την κατάσταση του αισθητήρα αφής σε ένα συγκεκριμένο σημείο του προγράμματος.



Εντολή αισθητήρα ήχου (Sound Sensor Block)

Ανιχνεύει ηχητικά ερεθίσματα και τα επίπεδά τους.



Εντολή αισθητήρα φωτός (Light Sensor Block)

Ανιχνεύει τα επίπεδα φωτεινότητας του περιβάλλοντος.



Εντολή αισθητήρα υπερήχων (Ultrasonic Sensor Block)

Συλλέγει πληροφορίες σχετικά με την απόσταση ενός εμποδίου που βρίσκεται μπροστά από τον ανιχνευτή.



Εντολή NXT πλήκτρων (NXT Buttons Block)

Αυτή η εντολή στέλνει ένα λογικό σήμα true σε μια άλλη εντολή μέσω καλωδίωσης, όταν πιάσουμε κάποιο από τα πλήκτρα του NXT.



Εντολή αισθητήρα περιστροφής (Rotation Sensor Block)

Κάθε κινητήρας έχει έναν ενσωματωμένο αισθητήρα περιστροφής, ενώ το NXT έχει 3 μετρητές περιστροφών, έναν για κάθε κινητήρα. Με αυτή την εντολή μπορούμε να πάρουμε πληροφορίες για την γωνιακή μετατόπιση κάθε κινητήρα είτε σε μοίρες, είτε σε αριθμό στροφών.



Εντολή χρονομετρητή (Timer Block)

Όταν ξεκινάει ένα πρόγραμμα, ξεκινάνε αυτόματα και οι 3 ενσωματωμένοι χρονομετρητές του NXT. Με αυτή την εντολή, ο χρήστης επιλέγει να διαβάσει την ένδειξη του χρονομετρητή την συγκεκριμένη στιγμή ή να τον μηδενίσει.



Εντολή λήψης μηνύματος (Receive Message Block)

Με αυτήν την εντολή μπορούμε να διαβάσουμε ένα μήνυμα το οποίο έχει ληφθεί ασύρματα.



Εντολή αισθητήρα χρώματος (Color Sensor Block)

Η εντολή αισθητήρα χρώματος έχει δύο λειτουργίες: μία για να αναγνωρίζει διαφορετικά χρώματα και η άλλη για να μετράει την ένταση του φωτός.



Εντολές ροής (Flow Blocks)



Εντολή σταματήματος (Stop Block)

Αυτή η εντολή σταματάει το πρόγραμμα, τους κινητήρες, τις λάμπες και τους ήχους.

Τέλος, υπάρχουν και δύο ακόμα σειρές εντολών, οι εντολές δεδομένων και οι εντολές για προχωρημένους, οι οποίες προσφέρουν στον χρήστη μια σειρά δυνατοτήτων που απευθύνονται σε χρήστες αρκετά εξειδικευμένους και κατά συνέπεια, λόγω της δυσκολίας τους, δεν είναι οι πλέον κατάλληλες για τον μέσο χρήστη.

4.2 Αισθητήρες

Οι συνθήκες του περιβάλλοντος χώρου μπορούν να επηρεάσουν την απόδοση των αισθητήρων φωτός και ήχου. Επιπλέον, είναι απαραίτητο να ρυθμίσουμε την λειτουργία τους για ένα συγκεκριμένο περιβάλλον, ώστε να δουλεύουν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο.

Για παράδειγμα, σε ένα πολύ φωτεινό δωμάτιο, ένας μη ρυθμισμένος αισθητήρας φωτός μπορεί να δώσει μόνο υψηλές ενδείξεις. Αν δημιουργήσατε το πρόγραμμά σας σε έναν σκιερό χώρο, τότε το ρομποτάκι σας μπορεί να αντιδράσει ασυνήθιστα όταν μεταφερθεί σε ένα μέρος που έχει πιο πολύ φως. Η ρύθμιση του αισθητήρα φωτός θα του επιτρέψει να δουλέψει υπό διαφορετικές συνθήκες.

Υπάρχουν δύο τρόποι για να ρυθμίσουμε τους αισθητήρες φωτός και υπερήχων

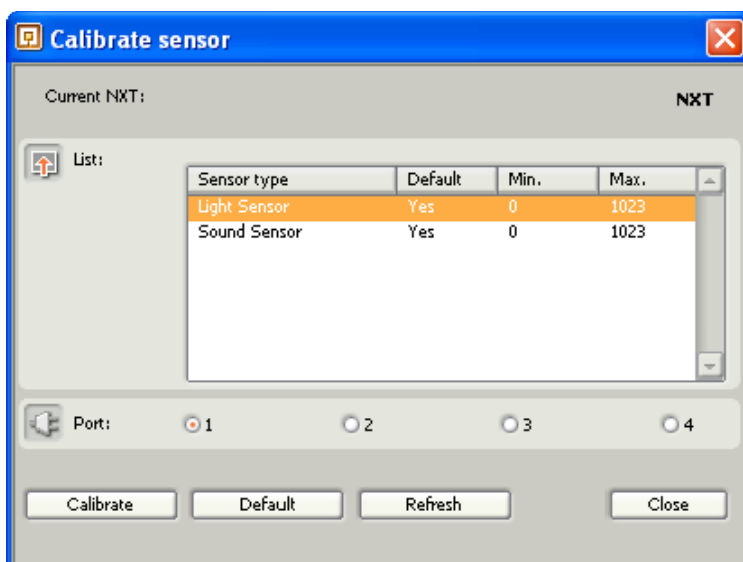
χρησιμοποιώντας το λογισμικό Lego Mindstorms NXT. Ο πρώτος είναι να χρησιμοποιήσετε την λειτουργία "Calibrate Sensors" από το μενού Tools. Χρησιμοποιώντας αυτή τη λειτουργία, μπορείτε να ρυθμίσετε έναν αισθητήρα φωτός ή ήχου μόνο μία φορά ανά θέση (και όχι κάθε φορά που τρέχει το πρόγραμμα).

Η δεύτερη επιλογή για τη ρύθμιση έχει να κάνει με διαφορετικές ρυθμίσεις κάθε φορά που τρέχει το πρόγραμμα. Αν το ρομπότ βρίσκεται σε διαφορετικό περιβάλλον κάθε φορά που το τρέχετε, τότε αυτή είναι η ιδανική επιλογή.

4.2.1 Calibrate Sensors

Για να χρησιμοποιήσετε αυτή τη λειτουργία, βεβαιωθείτε πρώτα ότι το NXT σας είναι συνδεδεμένο με τον υπολογιστή σας και ότι είναι ενεργοποιημένο. Επίσης, βεβαιωθείτε ότι οι αισθητήρες που θέλετε να ρυθμίσετε συνδέονται με το NXT. Δώστε ιδιαίτερη προσοχή στις θύρες (ports) που είναι συνδεδεμένοι.

Όταν είστε έτοιμοι, επιλέξτε τη λειτουργία Calibrate Sensors από το μενού Tools. Το παράθυρο διαλόγου *Calibrate Sensors* θα εμφανιστεί. Εάν κανένα NXT δεν είναι συνδεδεμένο με τον υπολογιστή σας, στο πεδίο Current NXT δεν θα υπάρχει τίποτα.



4.2.2 Ρυθμίζοντας έναν αισθητήρα φωτός

Επιλέξτε τον αισθητήρα φωτός και την θύρα στην οποία είναι συνδεδεμένος. Στη συνέχεια, κάντε κλικ στο κουμπί Calibrate. Αυτό θα κατεβάσει ένα μικρό πρόγραμμα στο NXT και θα το τρέξει αυτόματα.

Στην οθόνη του NXT θα δείτε ένα κείμενο που θα γράφει "Min Value:". Στρέψτε τον αισθητήρα φωτός προς την κατεύθυνση ενός υλικού ή σημείου που αντιπροσωπεύει ό,τι ο αισθητήρας φωτός θα πρέπει να καταλαβαίνει ως σκοτάδι. Πατήστε το πορτοκαλί κουμπί Enter στο NXT.

Στη συνέχεια θα δείτε ένα κείμενο που θα γράφει "Max Value:". Στρέψτε τον αισθητήρα φωτός προς την κατεύθυνση ενός υλικού ή σημείου που αντιπροσωπεύει το πιο φωτεινό σημείο που ο αισθητήρας θα συναντήσει κατά τη διάρκεια του προγράμματος. Πατήστε το πορτοκαλί κουμπί Enter και πάλι. Τώρα η ρύθμιση έχει γίνει.

4.2.3 Ρυθμίζοντας έναν αισθητήρα ήχου

Επιλέξτε τον αισθητήρα ήχου και την θύρα στην οποία είναι συνδεδεμένος. Στη συνέχεια, κάντε κλικ στο κουμπί Calibrate. Αυτό θα κατεβάσει ένα μικρό πρόγραμμα στο NXT και θα το τρέξει αυτόματα.

Στην οθόνη του NXT θα δείτε ένα κείμενο που θα γράφει "Min Value:". Τοποθετήστε τον αισθητήρα ήχου στο περιβάλλον που θα συναντήσει κατά την εκτέλεση του προγράμματος και όπου κάθε θόρυβος είναι μετρήσιμος. Πατήστε το πορτοκαλί κουμπί Enter στο NXT. Στη συνέχεια θα δείτε ένα κείμενο που θα γράφει "Select Max:". Μετρήστε ή κάντε το δυνατότερο ήχο που θέλετε να μετρήσετε και πατήστε το κουμπί ξανά. Η ρύθμιση έχει ολοκληρωθεί.

4.2.4 Αποκαθιστώντας τις προεπιλεγμένες τιμές ρύθμισης

Αν θέλετε να ξεκινήσετε από την αρχή και να επαναφέρετε τις εργοστασιακές ρυθμίσεις, ακολουθήστε τις παρακάτω οδηγίες.

Κατ' αρχάς, ενεργοποιήστε το NXT και συνδέστε το με τον υπολογιστή σας. Επιλέξτε το στοιχείο Calibrate Sensors από το μενού Tools. Το παράθυρο διαλόγου Calibrate Sensors θα εμφανιστεί.

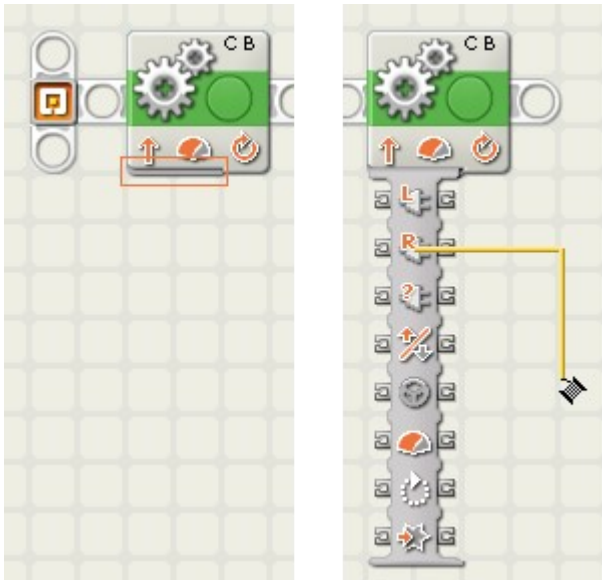
Επιλέξτε τον αισθητήρα που θέλετε να επαναφέρετε στις εργοστασιακές ρυθμίσεις και κάντε κλικ στο κουμπί Default.

4.3 Καλώδια Δεδομένων

Τα καλώδια δεδομένων μεταφέρουν πληροφορίες μεταξύ μπλοκ προγραμματισμού στο λογισμικό Lego Mindstorms NXT 2.0. Πολλά μπλοκ απαιτούν καλώδια δεδομένων για να συνδεθούν έτσι ώστε να λειτουργήσουν. Για παράδειγμα, η έξοδος από ένα τυχαίο μπλοκ μπορεί να σταλεί προς τα έξω μόνο μέσω ενός καλωδίου δεδομένων.

4.3.1 Ανοίγοντας κατανεμητές (hubs) δεδομένων και δημιουργώντας καλώδια δεδομένων

Μπορείτε να δημιουργήσετε ένα καλώδιο δεδομένων από το σχέδιο στο κέντρο δεδομένων ενός μπλοκ του. Σχεδόν όλα τα μπλοκ προγραμματισμού έχουν κατανεμητές δεδομένων και μπορούν να υποστηρίξουν τα καλώδια δεδομένων. Ανοίξτε τον κατανεμητή δεδομένων ενός μπλοκ κάνοντας κλικ στην καρτέλα στο κάτω αριστερό άκρο του μπλοκ αφού έχει τοποθετηθεί στην επιφάνεια εργασίας.



4.3.2 Σχεδιάζοντας ένα καλώδιο δεδομένων

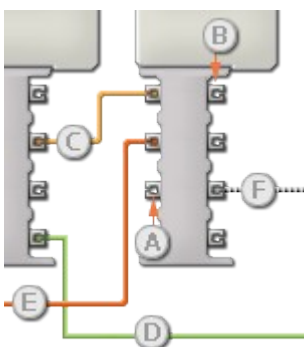
Ο δρομέας αλλάζει σχήμα όταν βρίσκεται πάνω ή κοντά σε ένα βύσμα δεδομένων. Αν στη συνέχεια πατήσετε το πλήκτρο του ποντικιού και σύρετε προς τα δεξιά, ένα καλώδιο δεδομένων θα δημιουργηθεί που μπορεί να συνδεθεί με ένα βύσμα στον διανομέα δεδομένων ενός άλλου μπλοκ.

4.3.3 Διαγράφοντας ένα καλώδιο δεδομένων

Για να διαγράψετε ένα καλώδιο δεδομένων, που εκτείνεται από τα αριστερά προς τα δεξιά μεταξύ των δύο βύσματος, κάντε κλικ στο δεξί βύσμα.

4.3.4 Εισόδοι και Έξοδοι

Τα καλώδια δεδομένων που φέρουν τις πληροφορίες σε ένα μπλοκ (δηλαδή, που μεταφέρουν είσοδο) συνδέονται με τα βύσματα στην αριστερή πλευρά του μπλοκ. Τα καλώδια δεδομένων που φέρουν πληροφορίες μακριά από ένα μπλοκ σε ένα άλλο (δηλαδή, που μεταφέρουν εξόδο) συνδέονται με τα βύσματα στη δεξιά πλευρά.



- A. Βύσμα εισόδου
- B. Βύσμα εξόδου
- C. Καλώδιο δεδομένων για αριθμούς (κίτρινο)
- Δ. Λογικό καλώδιο δεδομένων (πράσινο)

- Ε. Καλώδιο δεδομένων για κείμενο (πορτοκαλί)
- Φ. Σπασμένο καλώδιο δεδομένων (γκρι)

4.3.5 Τα καλώδια δεδομένων μεταφέρουν συγκεκριμένους τύπους δεδομένων

Κάθε καλώδιο δεδομένων φέρει ένα συγκεκριμένο τύπο δεδομένων μεταξύ των μπλοκ. Για παράδειγμα, εάν ένα καλώδιο δεδομένων σύρεται από ένα λογικό βύσμα ενός μπλοκ, μπορεί να συνδεθεί μόνο σε ένα άλλο λογικό βύσμα ενός άλλου μπλοκ.

4.3.6 Χρώματα καλωδίων δεδομένων

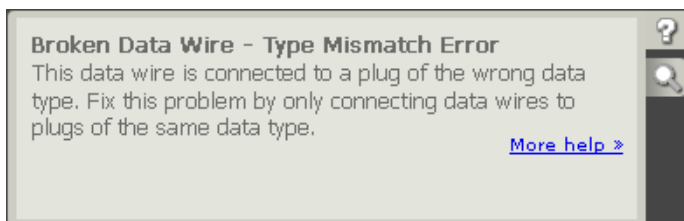
Τα καλώδια δεδομένων προσδιορίζονται με συγκεκριμένα χρώματα:

- Τα καλώδια που μεταφέρουν λογικά (true / false) δεδομένα έχουν πράσινο χρώμα.
- Τα καλώδια που μεταφέρουν αριθμητικά δεδομένα έχουν κίτρινο χρώμα.
- Τα καλώδια που μεταφέρουν τα δεδομένα κειμένου είναι χρώματος πορτοκαλί.

4.3.7 Σπασμένα καλώδια δεδομένων

Εάν προσπαθήσετε να συνδέσετε ένα καλώδιο δεδομένων σε ένα βύσμα λάθος τύπου δεδομένων, το καλώδιο δεδομένων θα είναι "σπασμένο" και γκρι χρώμα. Δεν θα είστε σε θέση να κατεβάσετε το πρόγραμμά σας εάν περιέχει σπασμένα καλώδια δεδομένων.

Αν κάνετε κλικ σε ένα σπασμένο καλώδιο μπορείτε να διαβάσετε γιατί έχει σπάσει στο μικρό παράθυρο βοήθειας στην κάτω δεξιά γωνία της επιφάνειας εργασίας.



4.3.8 Τα δεδομένα πρέπει να είναι εντός του δυνατού εύρους του βύσματος

Αν το καλώδιο μεταδίδει δεδομένα εισόδου με μία τιμή έξω από το εύρος του τύπου δεδομένων του βύσματος με το οποίο είναι συνδεδεμένο, το μπλοκ είτε θα αγνοήσει την αξία ή θα την αλλάξει σε μια τιμή εντός του εύρους του. Για βύσματα που επιτρέπουν λίγες τιμές εισόδου (παράδειγμα: μόλις 0, 1, ή 2), το βύσμα θα αγνοήσει την είσοδο αν μια τιμή είναι έξω από το εύρος.

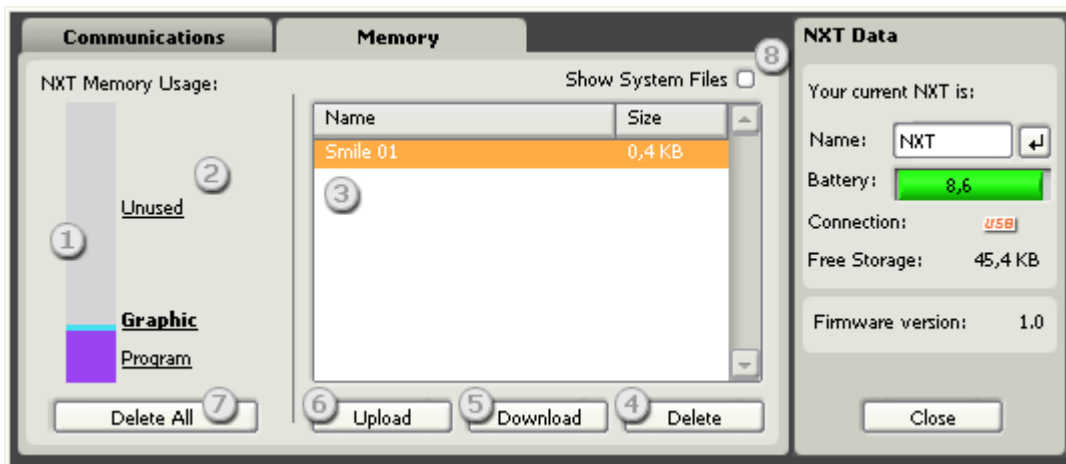
Για βύσματα που δέχονται μεγαλύτερες κλίμακες εισόδου (για παράδειγμα 0 - 100), το βύσμα θα αναγκάσει οποιαδήποτε είσοδο έξω από το εύρος να χωρέσει. Για παράδειγμα, αν ένα βύσμα έχει μια τιμή εισόδου μετακίνησης ίση με 150, το μπλοκ θα αλλάξει την τιμή εισόδου σε 100 (δηλαδή, με έναν αριθμό εντός της εμβέλειας του βύσματος).

4.4 Χειρισμός αρχείων και μνήμης στο NXT

Μερικές φορές είναι απαραίτητη η διαχείριση των αρχείων και της μνήμης στο NXT. Μπορείτε να το κάνετε αυτό με την πρόσβαση στην καρτέλα Memory του παραθύρου NXT που προκύπτει πατώντας το επάνω αριστερό πλήκτρο του ελεγκτή.



Η καρτέλα Memory παρέχει μια γραφική επισκόπηση της χρήσης της μνήμης του NXT σας. Από εδώ μπορείτε επίσης να στείλετε προγράμματα, ήχους, γραφικά και άλλα αρχεία στο NXT σας από έναν υπολογιστή, και να αντιγράψετε και να διαγράψετε τα αρχεία που βρίσκονται ήδη στο NXT σας.



1. Μια γραφική επισκόπηση χρησιμοποιημένης και διαθέσιμης μνήμης.
2. Οι διάφορες κατηγορίες αρχείων (προγράμματα, ήχοι, γραφικά κ.ά.) που καταλαμβάνουν τη μνήμη του NXT. Κάνοντας κλικ στο όνομα της κατηγορίας θα εμφανίσει αυτούς τους τύπους αρχείων στη λίστα.
3. Μια λίστα με τα αρχεία της επιλεγμένης κατηγορίας.
4. **Διαγραφή.** Αυτό το κουμπί διαγράφει όλα τα επιλεγμένα αρχεία από το NXT.
5. **Λήψη.** Αυτό το κουμπί θα κατεβάσει αρχεία από τον υπολογιστή σας στο NXT.
6. **Ανέβασε.** Αυτό το κουμπί θα αντιγράψει όλα τα επιλεγμένα αρχεία από το NXT στον υπολογιστή σας.
7. **Διαγραφή όλων των αρχείων χρήστη.** Αυτό το κουμπί διαγράφει όλα τα αρχεία χρήστη και καθαρίζει τη μνήμη του NXT.
8. **Εμφάνιση αρχείων συστήματος.** Επιλέγοντας αυτό το πλαίσιο (checkbox) θα αποκαλυφθούν όλα τα εργοστασιακά εγκατεστημένα αρχεία στο NXT.

4.4.1 Η μνήμη του NXT

Κάθε NXT έχει διαθέσιμη μνήμη περίπου 130,7 kilobytes. Μέρος αυτής της μνήμης χρησιμοποιείται για την αποθήκευση προγραμμάτων, γραφικών και αρχείων ήχου που

είναι προ-φορτωμένα στη συσκευή NXT όταν την παίρνετε για πρώτη φορά. Αυτό αφήνει περίπου 56 kilobytes για τα αρχεία που δημιουργείτε για να κατεβάσετε.

4.4.2 Εξάντληση της μνήμης

Αν ξεμείνετε από μνήμη μπορείτε να διαγράψετε μερικά ή όλα τα αρχεία σας στο NXT. Για να το κάνετε αυτό εξετάστε την γραφική επισκόπηση της μνήμης στα αριστερά (1) και εντοπίστε ποιοι τύποι αρχείων καταλαμβάνουν την περισσότερη μνήμη. Κάντε κλικ στο όνομα της κατηγορίας (2) και τα αρχεία της θα εμφανιστούν στη λίστα. Επιλέξτε τα αρχεία που δεν χρειάζεστε από τη λίστα και κάντε κλικ στο κουμπί Delete.

4.4.3 Διαγραφή όλων των αρχείων σας

Μπορείτε να διαγράψετε όλα τα αρχεία που δημιουργήσατε και να καθαρίσει η μνήμη του NXT κάνοντας κλικ στο Delete All. Αυτό θα διαγράψει όλα τα αρχεία που έχετε στείλει στο NXT και θα αναδιοργανωθεί η μνήμη για να αφήσει το μέγιστο χώρο ελεύθερο για τα νέα αρχεία. Με αυτόν τον τρόπο δεν θα διαγραφεί οποιοδήποτε από τα αρχεία του συστήματος που ήταν προ-φορτωμένο στο NXT με τις εργοστασιακές ρυθμίσεις. Μπορείτε επίσης να διαγράψετε αρχεία χρησιμοποιώντας τα εικονίδια στο ίδιο το NXT.

4.4.4 Απελευθέρωση της μνήμης

Εάν διαγράφοντας τα αρχεία χρήστη σας δεν απελευθερώνεται αρκετή μνήμη, μπορείτε επίσης να διαγράψετε τα αρχεία demo και τα παραδείγματα που ήταν προ-φορτωμένα στο NXT. Αυτά τα αρχεία αναφέρονται ως αρχεία συστήματος και καταλαμβάνουν περίπου 62 kilobytes. Τα αρχεία του συστήματος περιλαμβάνουν τους ήχους εκκίνησης και άλλους ήχους, καθώς και το demo και Try Me προγράμματα.

Μπορείτε να επαναφέρετε πάντα τη μνήμη της συσκευής NXT πίσω στην προεπιλεγμένη κατάσταση (με όλα τα αρχεία συστήματος) με την αποκατάσταση του firmware.

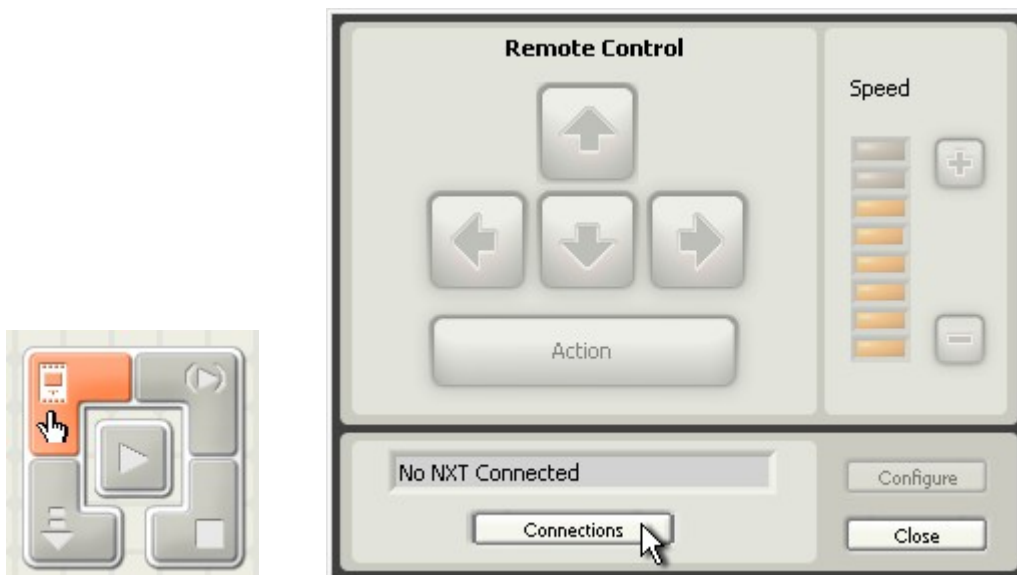
Για να διαγράψετε τα αρχεία του συστήματος, τσεκάρετε το πλαίσιο Show System Files (8). Στη συνέχεια, επιλέξτε μια κατηγορία αρχείου (2) και μετά επιλέξτε τα αρχεία του συστήματος που θέλετε να αφαιρέσετε (3). Κάντε κλικ στο κουμπί Delete για κάθε αρχείο που θέλετε να διαγράψετε από τη μνήμη.

4.5 Διαχείριση των Συνδέσεων του NXT

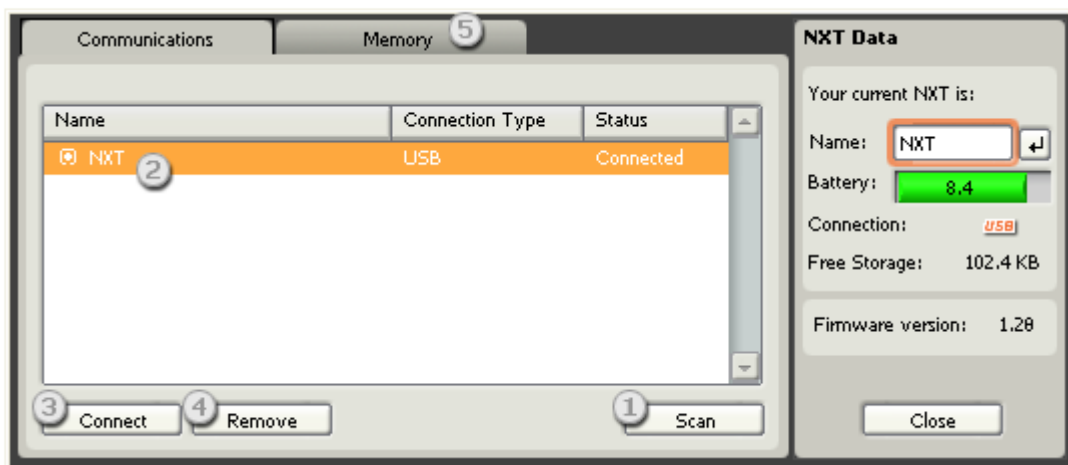
Για να βάλετε τα προγράμματά σας στο NXT σας και να τα φέρετε στη ζωή θα πρέπει να χρησιμοποιήσετε το παράθυρο επικοινωνίας για να δημιουργήσετε μια σύνδεση μεταξύ του υπολογιστή σας και του NXT.

4.5.1 Πού θα αποκτήσετε πρόσβαση στις συνδέσεις σας

Μπορείτε να αποκτήσετε πρόσβαση στις συνδέσεις σας στο παράθυρο επικοινωνιών με τρεις τρόπους: κάνοντας κλικ στην καρτέλα Communications στο παράθυρο NXT που έχει προκύψει από το άνω αριστερό πλήκτρο του ελεγκτή, κάνοντας κλικ στο κουμπί Connections στο κάτω μέρος του τηλεχειριστηρίου και με τη χρήση της συντόμευσης CTRL+I στο πληκτρολόγιό σας.



4.5.2 Χρησιμοποιώντας την καρτέλα Communications



1. Πατήστε αυτό το κουμπί για αναζήτηση διαθέσιμων συσκευων NXT στην περιοχή και να ανανεώσετε τη λίστα των NXT που έχουν ήδη αναγνωριστεί από τον υπολογιστή σας.
2. Μια λίστα των συσκευών NXT που είναι ήδη γνωστές από τον υπολογιστή σας. Ο κατάλογος δείχνει εάν η σύνδεση είναι USB ή Bluetooth, ποιό NXT είναι διαθέσιμο για να συνδεθεί, και αν υπάρχει τη τρέχουσα στιγμή σύνδεση του υπολογιστή σας με κάποιο NXT.
3. Επιλέξτε ένα NXT από τη λίστα και κάντε κλικ στο Connect για να συνδεθεί.
4. Αφαιρέστε μια συσκευή NXT από τη λίστα. Αφαίρεση μιας συσκευής Bluetooth θα διαγράψει επίσης τη σύνδεση. Αν θέλετε να προσθέσετε την ίδια συσκευή Bluetooth σε μεταγενέστερο χρόνο, θα πρέπει να αποκατασταθεί η σύνδεση.

4.5.3 Η εγκαθίδρυση (establishment) μιας σύνδεσης Bluetooth

Πριν από την προσπάθειά σας να δημιουργήσετε μια ασύρματη σύνδεση Bluetooth, βεβαιωθείτε ότι ο υπολογιστής σας έχει δυνατότητα Bluetooth. Βεβαιωθείτε ότι το NXT σας είναι ενεργοποιημένο. Επίσης, βεβαιωθείτε ότι έχετε το Bluetooth στο On και ότι το NXT σας έχει ρυθμιστεί ώστε να είναι ορατό.

Η απόκτηση μιας σύνδεσης Bluetooth έχει 4 βήματα:

1. Κάντε κλικ στο κουμπί Scan. Ο υπολογιστής σας θα αναζητήσει αυτόματα για συσκευές Bluetooth. Μια λίστα με τα διαθέσιμα NXT θα εμφανιστεί, όταν ολοκληρωθεί η σάρωση.
2. Επιλέξτε μια συσκευή και κάντε κλικ στο Connect. Όταν συνδέσετε μια συσκευή για πρώτη φορά, το παράθυρο Enter Passkey θα αναδυθεί. Εισάγετε τον κωδικό πρόσβασης για χρήση με αυτή τη συσκευή (το προεπιλεγμένο κλειδί πρόσβασης είναι 1234) και κάντε κλικ στο OK.
3. Εισάγετε τον κωδικό σας στο NXT για να επιβεβαιώσει τη σύνδεση πατώντας το πορτοκαλί (Enter) κουμπί. Εάν έχετε επιλέξει το προεπιλεγμένο κλειδί πρόσβασης (1234), απλά κάντε κλικ στο πορτοκαλί (Enter) κουμπί.
4. Στο παράθυρο NXT, η κατάσταση του NXT σας έχει πλέον αλλάξει από Διαθέσιμη (Available) σε Connected. Το NXT σας και ο υπολογιστής σας είναι συνδεδεμένα τώρα και μπορούν να επικοινωνούν.

4.6 Ακολουθία Δέσμης (Sequence Beam)

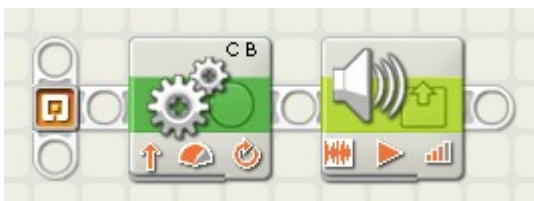
Αυτό είναι το σημείο εκκίνησης για όλα τα προγράμματα. Τα μπλοκ που συνδέονται με το σημείο εκκίνησης θα κατέβουν στο NXT, όταν χρησιμοποιήσετε το εικονίδιο στο κάτω δεξιά μέρος του Lego Mindstorms NXT λογισμικού για να επιλέξετε Download, Download and run ή Download and run selected.



Εάν κάνετε κλικ στο σημείο εκκίνησης, μπορείτε να πληκτρολογήσετε ένα σημείωμα στον πίνακα ρύθμισης παραμέτρων που θα αποθηκευτεί με το πρόγραμμα.

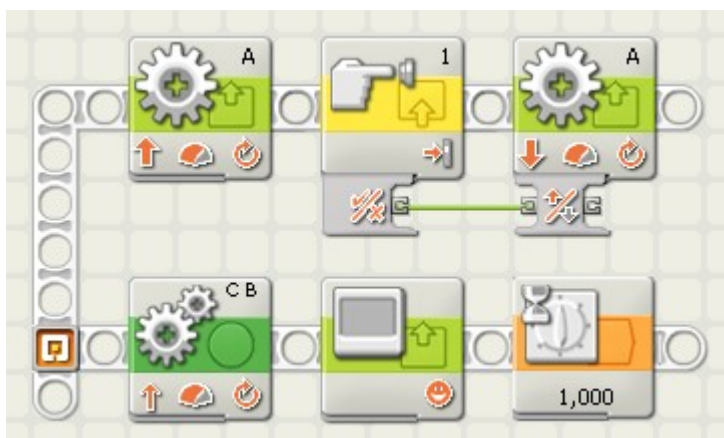


Η ακολουθία δέσμης ελέγχει τη ροή του προγράμματός σας. Δείχνει τη σειρά με την οποία θα τρέξουν τα μπλοκ προγραμματισμού. Μπλοκ που συνδέονται με την ακολουθία δέσμης μπορείτε να τα καταβάσετε στο NXT. Άλλα μπλοκ στο χώρο εργασίας που δεν συνδέονται με την ακολουθία δέσμης δεν θα κατέβουν στο NXT.



Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το σημείο εκκίνησης για τη δημιουργία πρόσθετων

ακολουθιών δέσμης που θα επιτρέψουν στο πρόγραμμά σας να τρέξει ταυτόχρονες εργασίες. Για παράδειγμα, μπορείτε να έχετε την κύρια ακολουθία δέσμης στο πρόγραμμά σας για κίνηση προς τα εμπρός του ρομπότ σας, αλλά να υπάρχει και μια δεύτερη ακολουθία δέσμης για τον έλεγχο ενός ρομποτικού βραχίονα που βρίσκεται πάνω στο ρομπότ.



Δημιουργήστε μια παράλληλη δέσμη μετακινώντας το δείκτη του ποντικιού πάνω από το σημείο εκκίνησης και πατώντας και κρατώντας πατημένο το πλήκτρο του ποντικιού σας ενώ κινείστε προς τα πάνω ή προς τα κάτω. Αυτό θα σύρει έξω μια δέσμη αλληλουχίας που μπορεί να συνδεθεί σε μπλοκ προγραμματισμού. Όταν κάνετε λήψη και εκτελέσετε το πρόγραμμά σας, τα μπλοκ και στις δύο ακολουθίες θα εξελίσσονται παράλληλα. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε καλώδια δεδομένων για να έχουν τα μπλοκ επικοινωνία μεταξύ τους καθόλη τη ροή του προγράμματος.



Μπορείτε επίσης να ξεκινήσετε μια νέα ακολουθία δέσμης αργότερα στο πρόγραμμά σας (δηλαδή, όχι από το σημείο εκκίνησης). Για να το κάνετε αυτό, κρατείστε πατημένο το πλήκτρο Shift και μετακινείτε το δείκτη του ποντικιού σας επάνω ή κάτω από μια θέση της κύριας ακολουθίας δέσμης.



4.7 Απλά Πεδία Κειμένου



Θα πρέπει να περιορίσετε το κείμενό σας στους χαρακτήρες που αναφέρονται παρακάτω για να αποφύγετε την εμφάνιση κενών στην συσκευή NXT.

Τι είναι το Απλό Κείμενο;

Οι υποστηριζόμενοι χαρακτήρες για την εμφάνιση στο NXT είναι τα κεφαλαία και τα μικρά γράμματα Α-Ω, οι αριθμοί 0-9, και τα σημεία στίξης και τα σύμβολα που παρουσιάζονται παρακάτω.

```
!"#$%&'()*+,-./0123456789:;<=>?  
@ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ[\]^_  
`abcdefghijklmnopqrstuvwxyz{|}~`
```

Απλό κείμενο χρησιμοποιείται για το όνομα τούβλων του σετ Lego Mindstorms 2.0, για σχόλια στο μπλοκ προγραμματισμού, στα ονόματα των αρχείων (συμπεριλαμβανομένων των προγραμμάτων και των αρχείων που έχουν δημιουργηθεί με το File Access Block και το Record / Play Block) και για την εμφάνιση κειμένου στη συσκευή NXT χρησιμοποιώντας την οθόνη της. Αν απλά πεδία κειμένου περιέχουν, εκτός από απλούς χαρακτήρες ή σύμβολα και άλλους χαρακτήρες θα εμφανιστεί κενά αντί γι' αυτά.

4.8 Επεξεργαστής Ήχου (Sound Editor)

Ο Επεξεργαστής ήχου σας επιτρέπει να καταγράψετε και να επεξεργαστείτε τα δικά σας αρχεία ήχου. Επεξεργασμένα αρχεία ήχου μπορούν να αποθηκευτούν στον υπολογιστή σας και στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν για το Sound Block ακριβώς όπως οποιοδήποτε υπάρχον LEGO® MINDSTORMS® αρχείο ήχου. Μπορείτε επίσης να επεξεργαστείτε υπάρχοντα αρχεία ήχου MINDSTORMS.

Μπορείτε να εισάγετε αρχεία ήχου επέκτασης .rso οποιουδήποτε μεγέθους στον επεξεργαστή ήχου, αλλά μόνο εκείνα που έχουν διάρκεια μέχρι πέντε δευτερόλεπτα (περίπου 40 KB) μπορούν να αποθηκευτούν. Για μεγάλα αρχεία ήχου αναμένονται χρονοβόροι χρόνοι φόρτωσης.

Τι πρέπει να κάνετε

Η διαδικασία του μοντάζ έχει 3 στάδια:

1. Κάντε κλικ στο Open για να επιλέξετε ένα υπάρχον αρχείο ήχου από τον υπολογιστή σας ή κάντε κλικ στο εικονίδιο του μικροφώνου για να ηχογραφήσετε το δικό σας ήχο.
2. Χρησιμοποιήστε τα ρυθμιστικά (sliders) για να περικόψετε (crop) το αρχείο ήχου.

Θυμηθείτε να επεξεργαστείτε το αρχείο ήχου, έτσι ώστε να ταιριάζει στο NXT σας πριν από την αποθήκευση.

3. Αποθηκεύστε το αρχείο.

4.8.1 Εισαγωγή (import), καταγραφή (record) και επεξεργασία (edit) αρχείων ήχου



1. Ανοίξτε ένα συμβατό αρχείο ήχου από τον υπολογιστή σας που θα θέλατε να επεξεργαστείτε ή εγγράψτε το δικό σας ήχο χρησιμοποιώντας ένα μικρόφωνο ενσωματωμένο ή συνδεδεμένο με τον υπολογιστή σας. Μπορείτε να εγγράψετε έως και 10 δευτερόλεπτα από το δικό σας ήχο πατώντας το κουμπί εγγραφής. Η εγγραφή θα σταματήσει αυτόματα μετά από 10 δευτερόλεπτα. Πατώντας το κουμπί εγγραφής και πάλι θα αντικαταστήσει τον τρέχων ήχο στον πίνακα κυματομορφής.
2. Παίξτε τον ήχο ανάμεσα στα ρυθμιστικά (sliders).
3. Ορίστε το αριστερό και το δεξί φάσμα του αρχείου ήχου χρησιμοποιώντας τα ρυθμιστικά. Το αρχείο ήχου (εικόνα κυματομορφής) παραμένει κόκκινο μεταξύ των ρυθμιστικών αν το αρχείο είναι πολύ μεγάλο και θα γίνει πράσινο όταν η εικόνα κυματομορφής μεταξύ των

ρυθμιστικών είναι περίπου 5 δευτερόλεπτα σε μήκος. Το κουμπί Αποθήκευση (Save) γίνεται επίσης ενεργό σε αυτό το σημείο.

4. Μεγέθυνση και σμίκρυνση της εικόνας της κυματομορφής. Όταν μεγενθύνετε, η εικόνα της κυματομορφής μεταξύ των ρυθμιστικών μεγιστοποιείται.

5. Ρυθμίστε την ένταση της αναπαραγωγής χρησιμοποιώντας τη γραμμή κύλισης.

6. Αποθηκεύστε το επεξεργασμένο αρχείο ήχου. Από προεπιλογή, το αρχείο ήχου αποθηκεύεται σε δύο εκδόσεις στον υπολογιστή σας: ένα ασυμπίεστο αρχείο που είναι αποθηκευμένο στο φάκελο Sounds του λογισμικού MINDSTORMS NXT και ένα συμπίεσμένο αρχείο στον φάκελο Sounds\Compressed. Τα αποθηκευμένα αρχεία εμφανίζονται αυτόματα στην λίστα με τους ήχους του Sound Block.

4.8.2 Παίζοντας τον επεξεργασμένο ήχο στο NXT

Το επεξεργασμένο αρχείο ήχου σας μπορεί να βρεθεί στην αλφαβητική λίστα των αρχείων ήχου του Sound Block στην ιδιότητα File όταν το αρχείο ήχου αποθηκευθεί.

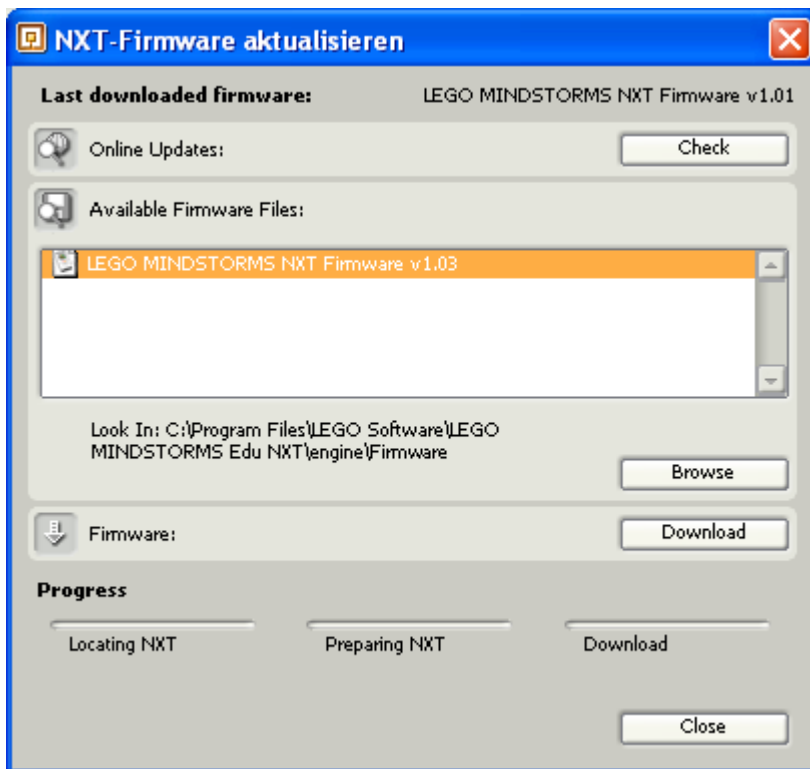


4.9 Ανανεώνοντας (update) το firmware του NXT

Firmware είναι το λογισμικό που είναι ενσωματωμένο στο NXT. Χωρίς το firmware, το NXT δεν θα είναι σε θέση να ελέγξει κινητήρες, να λάβει στοιχεία από αισθητήρες, ή ουσιαστικά να λειτουργήσει.

Περιστασιακά, η εταιρία LEGO μπορεί να βγάλει νέες εκδόσεις του λογισμικού που προσθέτουν περισσότερη λειτουργικότητα ή διορθώνουν σφάλματα λογισμικού που ανακάλυψε. Με την ενημέρωση του firmware του NXT σας με την πιο πρόσφατη έκδοση, μπορείτε να επωφεληθείτε από την πιο σύγχρονη τεχνολογία και τη βελτιωμένη απόδοση και αξιοπιστία που προσφέρει.

Η ενημέρωση του λογισμικού είναι εύκολο να γίνει. Κατ'αρχάς, επιλέξτε Update NXT Firmware στο μενού Tools. Αυτό θα ανοίξει το παράθυρο διαλόγου NXT Firmware, όπως φαίνεται παρακάτω.



Πρώτα βεβαιωθείτε ότι ενεργοποιήσατε και συνδέσατε το NXT σας.

Εάν είστε συνδεδεμένος στο διαδίκτυο, μπορείτε να ελέγξετε αν υπάρχουν νέες ενημερώσεις για το firmware πατώντας το κουμπί Check online updates. Αυτό θα κάνει το LEGO Mindstorms NXT λογισμικό να σαρώσει το MINDSTORMS.com για την πιο πρόσφατη έκδοση του firmware.

Επιλέξτε την πιο πρόσφατη έκδοση του firmware και βεβαιωθείτε για τον φάκελο που θα αποθηκευτεί. Σας προτείνουμε αυτές τις θέσεις:

Για Macintosh:

Macintosh HD: Applications: LEGO Mindstorms NXT: engine: Firmware

Για Windows:

C: \ Program Files \ LEGO Software \ LEGO Mindstorms NXT \ engine \ Firmware

Όταν η ανάκτηση ολοκληρωθεί (μετά από 1 έως 3 λεπτά, ανάλογα με την ταχύτητα της σύνδεσής σας στο Internet), το νέο firmware θα είναι έτοιμο για εγκατάσταση. Εάν ανακτηθεί το αρχείο firmware από την παραπάνω πορεία (path), μπορείτε απλά να επιλέξετε το αρχείο από τη λίστα και να πατήσετε το πλήκτρο λήψης (Download). Η γραμμή προόδου στο κάτω μέρος του παραθύρου NXT Firmware θα σας δείξει πώς προχωράει το κατέβασμα του firmware.

Εάν ανακτηθεί το firmware αρχείο σε διαφορετική θέση, κάντε κλικ στο κουμπί Search για να αναζητήσετε το φάκελο όπου αποθηκεύσατε το firmware. Στη συνέχεια μπορείτε να αρχίσετε να κατεβάζετε το firmware για να αποθηκευθεί στο NXT σας.

Επανεγκατάσταση του firmware που συνοδεύει το NXT σας

Αν το NXT σας σταματήσει να λειτουργεί για κάποιο λόγο, μπορεί να βοηθήσει να εγκαταστήσετε εκ νέου το λογισμικό που συνοδεύει το προϊόν σας. Θα χρειαστεί να επανεκκινήσετε το NXT σας πριν προχωρήσετε με την εκ νέου εγκατάσταση. Όταν τελειώσετε με την επανεκκίνηση του NXT σας, απλώς ακολουθήστε τις παραπάνω οδηγίες για να εγκαταστήσετε ξανά το λογισμικό που συνοδεύει το προϊόν σας.

Σημείωση: Βεβαιωθείτε ότι έχετε ελέγξει τις μπαταρίες σας πριν από την επανεγκατάσταση του firmware. Τυχόν προβλήματα μπορεί απλά να οφείλονται σε τελειωμένες μπαταρίες.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Φωτογραφίες – Παραλειπόμενα

Η ανάληψη αυτής της εργασίας από μένα ήταν, αρχικά, ενθουσιώδης, γιατί σκέφτηκα ότι θα ήταν ευχάριστο και επομένως πιο εύκολο να ασχοληθώ με το να φτιάξω ένα ρομπότ και να το προγραμματίσω ώστε να κάνει κάτι, απ' το να αναλάβω μια εργασία με την οποία δεν θα είχα την όρεξη να δουλέψω. Η πορεία έδειξε ότι και αυτή η εργασία είχε μεγάλο βαθμό δυσκολίας και βρέθηκα προ απροόπτου, γιατί δεν ήξερα από που να αρχίσω. Κάποια στιγμή πήρα την απόφαση να αφήσω στην άκρη τον πανικό γιατί δεν με βοηθούσε και δεν οδηγούσε πουθενά παρά μόνο στην απραξία.

Τα πρώτα μαθήματα της επιστήμης της πληροφορικής στη σχολή ήταν αυτά που με βοήθησαν ώστε να καταλάβω τι έπρεπε να κάνω. Η εργασία ήταν ένα πρόβλημα που χρειαζόταν λύση και για να την βρω χρειαζόμουν έναν αλγόριθμο. Έτσι, έσπασα το “πρόβλημα” μου σε τρία κομμάτια. Το πρώτο κομμάτι ήταν η κατασκευή του ρομπότ, το δεύτερο ο προγραμματισμός του και το τρίτο η συγγραφή της εργασίας – μελέτης.

Στο πρώτο μέρος, το διαδίκτυο στάθηκε πολύ βοηθητικό καθώς παρέχει πολλές κατασκευές που μπορείς να κάνεις βήμα – βήμα και άλλες που μπορείς να χρησιμοποιήσεις σαν οδηγό για να φτιάξεις κάτι δικό σου. Νομίζω αυτή είναι μια καλή αρχή για κάποιον που δεν γνωρίζει και θέλει να ξεκινήσει κάπως. Ένα καλό site είναι το www.mindstorms.com.

Στο δεύτερο μέρος, αρχικά, υπήρχε η ιδέα της Java. Όμως, τι γίνεται με κάποιον που δεν γνωρίζει την γλώσσα; Προφανώς την μαθαίνει. Υπάρχει, ωστόσο, απλούστερος και γρηγορότερος τρόπος για να προγραμματίσεις το NXT και αυτός είναι το λογισμικό Lego MINDSTORMS NXT που περιγράφηκε αναλυτικά στο κεφάλαιο 4. Η εγκατάσταση και η χρήση του είναι τόσο απλή που μπορούν να τα κάνουν ακόμα και παιδιά. Στην πραγματικότητα, το χρησιμοποιούν παιδιά και μεγάλοι σε όλο το κόσμο. Οι δυνατότητες του δεν είναι τόσες όσες μιας γλώσσας προγραμματισμού όπως η Java, αλλά είναι επαρκείς σε πρώτη φάση.

Τέλος, για την συγγραφή της παρούσας εργασίας – μελέτης, αναζήτησα πολλές πληροφορίες στο διαδίκτυο και τις αναφέρω στην τελευταία σελίδα, στο κομμάτι της βιβλιογραφίας και των αναφορών.

Αν είχα περισσότερο χρόνο, θα ήθελα να κάνω το ρομπότ να κινείται με μεγαλύτερη ευελιξία. Η διαδρομή που εκτελεί με το τρέχον πρόγραμμα είναι προκαθορισμένη, όπως επίσης και η πλατφόρμα στην οποία αφήνει την παλέττα με τα αντικείμενα πρέπει να είναι πάνω κάτω κάποιου δεδομένου ύψους (λόγω της θέσης του αισθητήρα υπερήχων), αλλιώς το ρομπότ κάνει λάθος και δεν αφήνει καθόλου την παλέττα στην πλατφόρμα.

Επίσης, η παλέττα πρέπει να βρίσκεται υποχρεωτικά τοποθετημένη μπροστά στο κλαρκ, σε μια απόσταση 6-7 cm. Το ρομπότ θεωρεί δεδομένο ότι η παλέττα είναι εκεί, δεν έχει κάποιο σύστημα εντοπισμού κι έτσι αν δεν βρίσκεται εκεί που πρέπει, αυτό θα θεωρήσει ότι την φόρτωσε κανονικά και θα συνεχίσει την δουλειά του. Αυτός, φυσικά, είναι και λόγος διακοπής της λειτουργίας του ρομπότ, αφού δεν κάνει αυτό που πρέπει.

Είναι επόμενο ότι χρειάζεται έλεγχος από τον άνθρωπο για να λειτουργήσει σωστά. Η

τεχνητή νοημοσύνη του ρομπότ βλέπουμε ότι δεν είναι ιδιαίτερα υψηλή, είναι όμως σχετικά ικανοποιητική αν υπάρχει ο κατάλληλος έλεγχος από τον άνθρωπο.

Παρακάτω παρουσιάζω μερικές φωτογραφίες από το ρομπότ που κατασκεύασα και από αληθινά κλαρκ κατά τη διάρκεια εργασίας. Η κατασκευή, όπως έχω ξαναπεί, είναι μια μακέτα. Θα μπορούσε να ήταν ένα ρομπότ στην κλίμακα ενός αληθινού κλαρκ. Είναι στην κρίση του ανθρώπου, όμως, να αποφασίσει αν η χρήση ενός ρομπότ είναι το κατάλληλο εργαλείο για να πετύχει το στόχο του. Η χρήση των ρομπότ στη βιομηχανία περιγράφεται αναλυτικά στο κεφάλαιο 1.3.2.



Ο φορτωτής – εκφορτωτής ενώ αφήνει την παλέτα με τα αντικείμενα στο κατάλληλο μέρος.



Το κλαρκ καθώς παίρνει την παλέτα με τα αντικείμενα.



Ένα κλαρκ σε πραγματικές συνθήκες που το χρησιμοποιεί φυσικά ένας άνθρωπος.



Κατά τη διάρκεια της φόρτωσης δύο παλλετών.

Βιβλιογραφία - Αναφορές

1. Hazey, J.W., Melvin, W.S. (2004), "Robot-assisted general surgery", *Semin Laparosc Surg*, vol. 11, no. 2, p.p. 107-112.
2. Langlotz F. (2004), "Potential pitfalls of computer aided orthopedic surgery", *Injury*, volume 35, no. 1, p.p. 17-23.
3. Marescaux, J., Leroy, J., Rubino, F., Smith, M., Vix, M., Simone, M., Mutter, D. (2002), "Transcontinental robot assisted remote telesurgery: feasibility and potential applications", *Ann Surg.*, vol. 235, no. 4, p.p. 487-92.
3. Marescaux J., Rubino F. (2003), "The ZEUS robotic system: experimental and clinical applications", *Surg Clinics North Am*, volume 83, no. 5, p.p. 1305-1315.
4. Muhlmann, G., Klauss, A., Kirchmayer, W., Wykypiel, H., Unger, A., Holler, E., Nehoda, H., Aigner, F., Weiss, HG. (2003), "DaVinci robotic-assisted laparoscopic bariatric surgery: is it justified in a routine setting?", *Obes Surg.*, vol. 13, no. 6, pp. 848-854.
5. Patel, VR. (2006), "Essential elements to the establishment and design of a successful robotic surgery programme", *International Journal of Medical Robotics*, vol. 2, no. 1, pp. 28-35.
6. Vassiliades, TA Jr. (2006), "Robotics in cardiac surgery", *International Journal of Medical Robotics*, vol. 2, no. 1, pp. 4-6.
7. Δουλούδης, Θεοχάρης (2012), "Εκπαιδευτική Ρομποτική – Οι Παγκόσμιοι Ολυμπιακοί Αγώνες Πληροφορικής", σελ. 40-51, 54-64.
8. Φράγκος, Σ. , "Διδακτικές Προσεγγίσεις και Εργαλεία για την Διδασκαλία της Πληροφορικής", σελ. 1-15.
9. Ζαραφίδης, Χαράλαμπος (2012), "Μελέτη και Υλοποίηση Εκπαιδευτικής Ρομποτικής Διάταξης με χρήση Lego Mindstorms NXT για εκτέλεση σεναρίων διάσωσης σε τεχνητά περιβάλλοντα".