



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**Η ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ
ΩΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΟΥΣΚΟΥΡΙΔΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΚΟΝΤΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

Βόλος, Ιούλιος 2018



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Η ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΩΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΟΥΣΚΟΥΡΙΔΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

Επιβλέποντες :

ΤΣΟΠΑΝΟΠΟΥΛΟΥ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ	ΤΣΑΛΑΠΑΤΑ ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ
ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΡΙΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ - ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ	ΜΕΛΟΣ ΕΔΙΠ - ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο μελέτης της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση του τρόπου χρήσης της ρομποτικής ως εργαλείο στην εκπαιδευτική διαδικασία, γεγονός που έχει παρουσιάσει μεγάλο ενδιαφέρον τα τελευταία χρόνια. Αρχικά γίνεται αναφορά στην έννοια της ρομποτικής και στο πως αυτή έχει εξελιχθεί και συνεχίζει να εξελίσσεται μέσα στα χρόνια έχοντας αποτελέσει ένα μεγάλο σύμμαχο μας σε πολλούς τομείς. Σε επόμενο στάδιο παρουσιάζεται η εισαγωγή της ρομποτικής στην εκπαίδευση προσδίδοντας σ αυτή άλλη διάσταση και προοπτική. Μετά γίνεται εκτενής παρουσίαση της πλατφόρμας LEGO MINDSTORMS με ιστορική αναδρομή στην μέχρι τώρα πορεία της, παρουσίαση του περιβάλλοντος και του τρόπου λειτουργίας της όπως επίσης και των αποτελεσμάτων που έχει στη χρησιμοποίησή της στην εκπαιδευτική διαδικασία. Τέλος με την χρήση ερωτηματολογίων γίνεται εξαγωγή πολύτιμων συμπερασμάτων για την δυνατότητα χρησιμοποίησης LEGO για μάθηση αλλά και για διασκέδαση, για το πώς αντιλαμβάνονται οι μαθητές την έννοια του προγραμματισμού και γενικά πόσο εξοικειωμένοι είναι με αυτή.

ABSTRACT

The aim of this paper is to investigate the use of robotics as a tool in the educational process, which has been of great interest in recent years. Initially, there is a reference to the concept of robotics and how it has evolved and continues to evolve over the years becoming a great ally for us in many fields of our lives. Then a detailed presentation of the LEGO MINDSTORMS platform is presented, with a historical overview of its course so far, presentation of the environment and its way of operation as well as its results in its use in the educational process. Finally, with the use of questionnaires, we draw valuable conclusions about the use of LEGO for learning but also for fun, about how students perceive the concept of programming and how familiar they are with it.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Η εξέλιξη στην ρομποτική και την εκπαιδευτική ρομποτική.....	11
1.1 Η αρχή και η εξέλιξη.....	11
1.2 Ορισμός ρομποτικής.....	12
1.2.1 Ορισμός ρομπότ.....	13
1.3 Ιστορική Αναδρομή.....	16
2. Εκπαιδευτική Ρομποτική.....	57
2.1 Ο προγραμματισμός στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση.....	60
2.2 Μαθαίνοντας Προγραμματισμό.....	62
2.3 Διδάσκοντας προγραμματισμό.....	63
2.4 Ρομποτική και εκπαίδευση.....	65
2.4.1 Θετικά της εκπαιδευτικής ρομποτικής.....	68
3. Ιστορική αναδρομή της πλατφόρμας Lego Mindstorms.....	71
3.1 Τι είναι τα Lego Mindstorms.....	74
3.2 Γιατί να χρησιμοποιηθεί το Lego Mindstorms στην εκπαιδευτική διδασκαλία.....	76
3.2.1 Πλεονεκτήματα των Lego Mindstorms.....	77
3.2.2 Μειονεκτήματα Των Lego Mindstorms.....	78
3.3 Λειτουργία των Lego Mindstorms NXT.....	79
3.3.1 Οι αισθητήρες.....	80
3.4 Γλώσσες προγραμματισμού για το NXT.....	86
4. Lego Mindstorms Ev3 Program.....	90

5. Ερωτηματολόγιο και παρατηρήσεις.....	104
5.1 Ερωτηματολόγιο	104
5.2 Παρατηρήσεις.....	105
Βιβλιογραφία.....	116

Ευχαριστίες :

Την οικογένειά μου και τον Θεό.

1. Η εξέλιξη στην ρομποτική και την εκπαιδευτική ρομποτική

1.1 Η αρχή και η εξέλιξη

Νοημοσύνη-intelligence

Η νοημοσύνη είναι η ικανότητα να κρίνεις και να αποφασίζεις πως θα πραγματοποιήσεις μια πράξη εξετάζοντας όλους τους επιμέρους παράγοντες και επιλέγοντας την καλύτερη σειρά ενεργειών, ακόμα και αν είναι μια νέα επιλογή. Είναι η ευφυΐα που μας βοηθά να μαθαίνουμε, να καταλαβαίνουμε και να διαχειριζόμαστε δύσκολες καταστάσεις. Στην ελληνική γλώσσα, όταν λέμε νοημοσύνη και ευφυΐα, όπως αναφέρει στο «LIFE» ο καθηγητής ψυχολογίας, πρόεδρος του Ερευνητικού Ιδρύματος του Πανεπιστημίου Λευκωσίας και πρώην υπουργός Παιδείας δρ Ανδρέας Δημητρίου, εννοούμε το ίδιο πράγμα. «Μιλώντας τεχνικά, όταν μιλάμε για ευφυΐα αναφερόμαστε στο σύνολο των λειτουργιών που μας επιτρέπουν να μαθαίνουμε και στη συνέχεια να χρησιμοποιούμε τη γνώση μας για να αντιμετωπίσουμε νέα προβλήματα.

Ο όρος τεχνητή νοημοσύνη αναφέρεται στον κλάδο της επιστήμης υπολογιστών ο οποίος ασχολείται με τη σχεδίαση και την υλοποίηση υπολογιστικών συστημάτων που μιμούνται στοιχεία της ανθρώπινης συμπεριφοράς τα οποία υπονοούν έστω και στοιχειώδη ευφυΐα: μάθηση, προσαρμοστικότητα, εξαγωγή συμπερασμάτων, κατανόηση από συμφραζόμενα, επίλυση προβλημάτων κλπ.

Η τεχνητή νοημοσύνη αποτελεί σημείο τομής μεταξύ πολλών πεδίων όπως της επιστήμης υπολογιστών, της ψυχολογίας, της φιλοσοφίας, της νευρολογίας, της γλωσσολογίας και της επιστήμης μηχανικών, με στόχο τη σύνθεση ευφυούς συμπεριφοράς, με στοιχεία συλλογιστικής, μάθησης και προσαρμογής στο περιβάλλον, ενώ συνήθως εφαρμόζεται σε μηχανές ή υπολογιστές ειδικής κατασκευής. Διαιρείται στη συμβολική τεχνητή νοημοσύνη, η οποία επιχειρεί να εξομοιώσει την ανθρώπινη νοημοσύνη αλγοριθμικά χρησιμοποιώντας σύμβολα και λογικούς κανόνες υψηλού επιπέδου, και στην υποσυμβολική τεχνητή νοημοσύνη, η οποία προσπαθεί να αναπαράγει την ανθρώπινη ευφυΐα χρησιμοποιώντας στοιχειώδη αριθμητικά μοντέλα που συνθέτουν επαγωγικά νοήμονες συμπεριφορές με τη

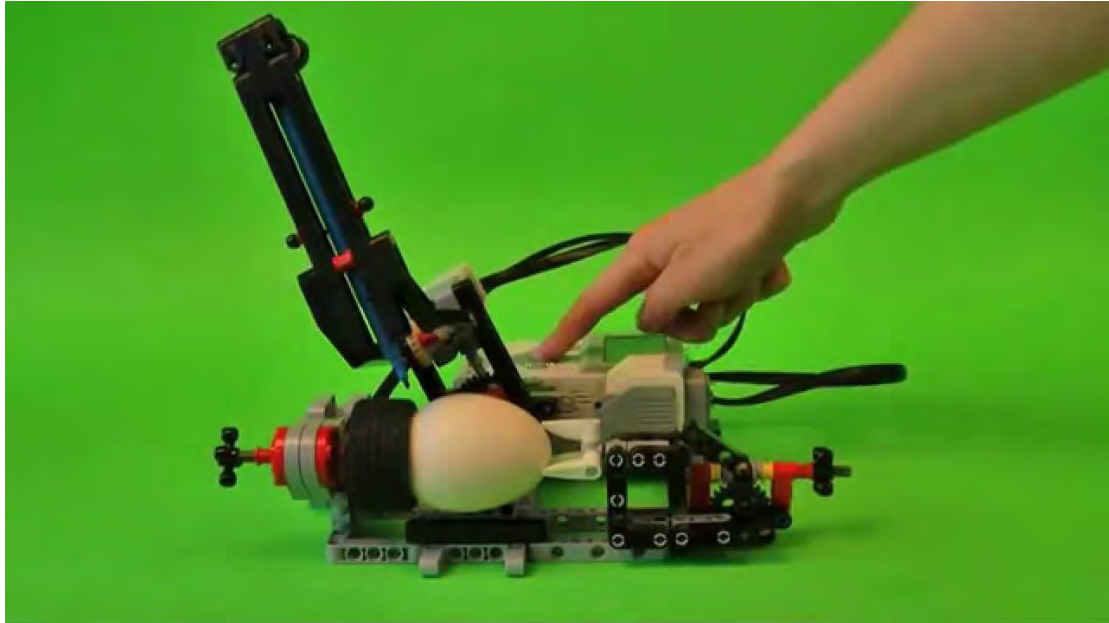
διαδοχική αυτοοργάνωση απλούστερων δομικών συστατικών , προσομοιώνουν πραγματικές βιολογικές διαδικασίες όπως η εξέλιξη των ειδών και η λειτουργία του εγκεφάλου , ή αποτελούν εφαρμογή στατιστικών μεθοδολογιών σε προβλήματα τεχνητής νοημοσύνης .

Η διάκριση σε συμβολικές και υποσυμβολικές προσεγγίσεις αφορά τον χαρακτήρα των χρησιμοποιούμενων εργαλείων, ενώ δεν είναι σπάνια η σύζευξη πολλαπλών προσεγγίσεων (διαφορετικών συμβολικών, υποσυμβολικών, ή ακόμα συμβολικών και υποσυμβολικών μεθόδων) κατά την προσπάθεια αντιμετώπισης ενός προβλήματος. Με βάση τον επιθυμητό επιστημονικό στόχο η τεχνητή νοημοσύνη κατηγοριοποιείται σε άλλου τύπου ευρείς τομείς, όπως επίλυση προβλημάτων, μηχανική μάθηση, ανακάλυψη γνώσης, συστήματα γνώσης κλπ. Επίσης υπάρχει επικάλυψη με συναφή επιστημονικά πεδία όπως η μηχανική όραση, η επεξεργασία φυσικής γλώσσας, η ρομποτική κλπ.

1.2 Ορισμός ρομποτικής

Η ρομποτική είναι ο κλάδος της επιστήμης όπου οι μηχανικοί ασχολούνται με τη σύλληψη, το σχεδιασμό, την κατασκευή και τη λειτουργία των ρομπότ, παράγωγος κλάδος της τεχνολογίας του αυτοματισμού. Τα ρομπότ είναι μηχανές, η χρήση των οποίων αποσκοπεί στην αντικατάσταση του ανθρώπου στην εκτέλεση έργου. Η αντικατάσταση αυτή αφορά τόσο στο φυσικό επίπεδο του έργου όσο και στο επίπεδο λήψης της απόφασης. Θεμέλια της ρομποτικής τεχνολογίας αποτελούν οι τεχνολογίες του ψηφιακού ελέγχου (NC) μεθόδου προγραμματισμού εργαλειομηχανών για την εκτέλεση περίπλοκων κατεργασιών και της τηλεχειρικής (tele-cherics) μεθόδου χρήσεως μηχανικών βραχιόνων και της εξ-αποστάσεως εκτέλεση λεπτών χειρωνακτικών χειρισμών σε επικίνδυνα αντικείμενα ή σε επικίνδυνους για τον άνθρωπο χώρους. Είναι αρκετά δύσκολο να οριστεί η διαχωριστική γραμμή μεταξύ ρομποτικών μηχανισμών και απλώς αυτοματοποιημένων μηχανών. Αρχικά το ρομπότ συγκροτείται από δύο συστήματα, το μηχανικό στο οποίο περιλαμβάνεται το σύστημα κίνησης και το ηλεκτρικό στο οποίο υπάγεται και η επαναπρογραμματιζόμενη μνήμη του.

Κάνοντας μια ιστορική αναδρομή, αναζητώντας τις ρίζες της ρομποτικής θα οδηγηθούμε αρκετά πίσω στην ιστορία της ανθρωπότητας.



Εικόνα 1 Lego Robots (Wikipedia)

1.2.1 Ορισμός ρομπότ

Ο όρος ρομπότ πρωτοεμφανίζεται σε ένα θεατρικό έργο επιστημονικής φαντασίας του Τσέχου συγγραφέα Κάρελ Τσάπεκ το 1921 και προέρχεται από τη σλαβική λέξη *robota* που σημαίνει εργασία [36]. Η αυτοματοποίηση της παραγωγικής διαδικασίας στις βιομηχανίες μαζικής παραγωγής αντικαθιστά τους ανθρώπους με εξειδικευμένες μηχανές που εκτελούν μια προκαθορισμένη σειρά κατεργασιών στα προϊόντα που παράγονται. Στόχος της αυτοματοποίησης, η οποία γίνεται εφικτή με την ανάπτυξη της επιστήμης και της τεχνολογίας τον 20ό αιώνα, είναι η αυξημένη παραγωγικότητα, η βελτιωμένη ποιότητα, η αύξηση του κέρδους των επιχειρήσεων αλλά και η ελεγχιμότητα των μέσων παραγωγής.

Το 1961 κατασκευάζεται και τίθεται σε λειτουργία το πρώτο βιομηχανικό ρομπότ. Σύμφωνα με έναν ευρέως αποδεκτό ορισμό, χρονολογούμενο από το 1980, ένα

βιομηχανικό ρομπότ είναι μια επαναπρογραμματιζόμενη μηχανή σχεδιασμένη να μετακινεί αντικείμενα, εργαλεία ή διατάξεις μέσω μιας ποικιλίας προγραμματιζόμενων κινήσεων, για την εκτέλεση εργασιών. Ο ορισμός αυτός αντανακλά την τρέχουσα χρήση των ρομπότ στη βιομηχανία, η οποία αποτελεί έναν αναπτυσσόμενο και ώριμο τομέα εφαρμογής της ρομποτικής τεχνολογίας και των προϊόντων της. Τυπικές εφαρμογές τους στη βιομηχανία περιλαμβάνουν τη φόρτωση - εκφόρτωση προϊόντων τη βαφή την κοπή κ.τ.λ.

Άλλοι τομείς εφαρμογής της ρομποτικής τεχνολογίας είναι η εξερεύνηση του διαστήματος, η ιατρική, οι αγροτικές εφαρμογές, η έρευνα και διάσωση κ.τ.λ. Η ρομποτική τεχνολογία στους τομείς αυτούς, παρά την ύπαρξη πρωτοτύπων, είναι ακόμη σε πρωταρχικό στάδιο. Τα αίτια για το γεγονός αυτό μπορούν να αναζητηθούν στην έλλειψη βαθύτερης κατανόησης των μηχανισμών ελέγχου που επιτρέπουν στον άνθρωπο να χειρίζεται επιδέξια μια ποικιλία αντικειμένων στην καθημερινότητά του. Για παράδειγμα, ο επιτυχής χειρισμός ενός ποτηριού αποτελεί μια καθημερινή ενέργεια ενός ανθρώπου, χωρίς ο ίδιος να είναι σε θέση να εξηγήσει τις λεπτομέρειες και την αλληλουχία των ενεργειών που είχαν ως αποτέλεσμα την επιτυχή έκβαση της δράσης του. Η ερευνητική δραστηριότητα για την προαγωγή της επιστήμης και της τεχνολογίας σ αυτόν τον τομέα είναι, επομένως, ιδιαίτερα έντονη.

Τα έργα επιστημονικής φαντασίας έχουν επηρεάσει τους περισσότερους στον τρόπο με τον οποίο φαντάζονται τα ρομπότ. Από τα βιβλία του Ρώσου συγγραφέα Ισαάκ Ασίμοφ τη δεκαετία του 1940 έως τα κινηματογραφικά έργα, όπως Ο πόλεμος των άστρων, τα ρομπότ παρουσιάζονται σαν ανθρωποειδή τα οποία μπορούν να περπατούν, να μιλούν, να βλέπουν, να ακούνε και, σε μερικές περιπτώσεις, να είναι προικισμένα με αισθήματα. Στην επιστημονική κοινότητα, ρομπότ θεωρούνται οι μηχανές αυτές, οι οποίες ανεξάρτητα από την εμφάνισή τους, είναι ικανές να αλλάξουν το περιβάλλον στο οποίο λειτουργούν, μέσα από δράσεις που ακολουθούν κάποιους εγγενείς κανόνες και με βάση δεδομένα για το ίδιο το ρομπότ και για το περιβάλλον του, που αποκτώνται από τα αισθητήρια με τα οποία είναι εφοδιασμένο.



Εικόνα 2 Lego Robots (Wikipedia)

1.3 Ιστορική αναδρομή



Εικόνα 3 Robot Talos (<http://foritismansnumber.blogspot.gr/2013/05/jason-and-argonauts-1963.html>)

Αναφορές για ρομπότ θα πρέπει να ανατρέξουμε στο πολύ μακρινό παρελθόν της ανθρωπότητας και συγκεκριμένα να φτάσουμε μέχρι και την αρχαιότητα όπου είναι πραγματικά εντυπωσιακές οι πληροφορίες που μας δίνει ο Όμηρος στην [37] <<Ιλιάδα>> (Ραψωδία Σ, στίχοι 410-426) (μετάφραση Ι.Πολυλά) και πιστοποιούν την ύπαρξη υψηλής τεχνολογίας στην αρχαιότητα.

<<Και από αμόνι λεχαστά σηκώθηκε το τέρας
χωλαίνοντας κ' εσάλευν κάτω φτενά τα σκέλη
και τες φυσούνες μάκρυνεν απ' την φωτιά και όλα
εσύναξε τα σύνεργα 'ς έν 'αργυρό λαρνάκι,
και με σφογγάρι εκάθαρε το πρόσωπο, τα χέρια
τον τράχηλον τον δυνατόν, τα δασερά του στήθη.

Χιτώνα ενδύθη, εφούχτωσε σκήπτρο παχύ κ' εβγήκε
χωλαίνοντας' και ανάλαφρα τον κύριον εστηρίζαν
θεράπαινες ολόχρυσες, σαν ζωντανά κοράσια
δύναμιν έχουν και φωνήν, νουν έχουν εις τες φρένες,
και τεχνουργήματ' έμαθαν από τους αθανάτους'
εκείνες τον επρόσεχαν, κ' εσύρθη αυτός πλησίον
'ς την Θέτιδα κ' εκάθισε 'ς ένα θρονί ωραίο,
το χέρι εκείνης έσφιξε' <<μακρόπεπλη>>, της είπε,
<<Θέτι σεπτή και αγαπητή, 'ς το δώμα μας πώς ήλθες;
Και ως τώρα εδώ δεν σ' είδαμε καθόλου να συχνάζεις,
Λέγε μου ευθύς ό,τι ποθείς. Και να το πράξω θέλω
Αν πράγμα είναι που γίνεται και που μπορώ να πράξω>>

Υπενθυμίζεται ακόμη ότι στην αρχαιότητα υπήρχαν έντονες δοξασίες για κινούμενα και ομιλούντα αντικείμενα. Τα αγάλματα του Δαιδάλου, όπως αναφέρει ο Πλάτων (<<Μένων>>), θεωρήθηκαν τόσο ζωντανά, ώστε να δημιουργηθεί ο μύθος ότι περπατούν μόνα τους και ότι πρέπει να τα δέσει κανείς για να μη φύγουν. Επίσης, ο ίδιος ο Πλάτων επισημαίνει (<<Ευθύδημος>>) ότι όλα τα αντικείμενα έχουν φωνή και μιλούν.

Μάλιστα αναφέρει το παράδειγμα των χαλκουργείων, όπου ακούει κανείς, όπως λέει, να φωνάζουν και να κραυγάζουν δυνατά τα σιδερικά, όταν κανείς τα αγγίζει.

Τα αυτόματα στην Ιλιάδα και την Οδύσσεια

Η αρχαία ελληνική παράδοση είναι αναμφισβήτητα συνυφασμένη με την έννοια του "ανθρωπομορφισμού". Οι Έλληνες απέδωσαν δηλαδή ανθρώπινη μορφή στα φυσικά φαινόμενα και στους θεούς που έπλασαν. Ο Ποσειδώνας θεός της θάλασσας, ο Δίας του ουρανού.

Σαν άνθρωποι όμως της σκέψης, της επινόησης, της δημιουργίας, τίμησαν την τεχνολογία και έδωσαν ανθρώπινη, ρεαλιστική μορφή στο θεϊκό της εκπρόσωπο, στον Ήφαιστο. Τον έφτιαξαν κουτσό, όπως στ' αλήθεια ήταν τότε οι πιο πολλοί μεταλλουργοί, μιας και οι γεροί στα πόδια πήγαιναν στον πόλεμο και οι κουτσοί έμεναν πίσω να φτιάχνουνε τα όπλα, τα εργαλεία και της μηχανές στο καμίνι του σιδερά. Αναπόφευκτα, λοιπόν, αυτή η έννοια του ανθρωπομορφισμού μπήκε και στην τεχνολογία. Αρχικά από την πόρτα του μύθου: Ω! τι καλά που θα 'τανε να φτιάχναμε μηχανές με ιδιότητες των ζωντανών ανθρώπων. Μηχανές ανθρωπόμορφες, αλλά κυρίως μηχανές αυτοκίνητες, ικανές να κινούνται από μόνες τους και να κινούνται σκόπιμα με βάση ένα πρόγραμμα, ικανές δηλαδή να αυτοελέγχονται και να μιμούνται τις λειτουργίες και τις πράξεις των ανθρώπων. Με μία λέξη: αυτόματα.

Αυτό το τεχνολογικό όραμα πρωτοεμφανίζεται στον ομηρικό μύθο με τον όρο "αυτόματα", αλλά και με τα παραδείγματά του: τους αυτόματους τρίποδες, τα αυτορρυθμιζόμενα φυσερά, τις χρυσές θεραπαινίδες, τα αυτοκίνητα, με τεχνητή νοημοσύνη οπλισμένα, πλοία των Φαιάκων. Ερμηνεύεται φιλοσοφικά από τους προσωκρατικούς φιλοσόφους, που ανακαλύπτουν στα πρωταρχικά υλικά στοιχεία την "ζωή" της ύλης, την αναγκαία για την αυτοκίνηση εσωτερική ενέργεια. Ερευνάται από τους κλασικούς φιλοσόφους, που διαμορφώνουν τις έννοιες του συστήματος, του ελέγχου, της ανάδρασης, της ανατροπής του ευθύγραμμου δρόμου και της επιστροφής από το αποτέλεσμα στην αιτία που το δημιούργησε. Και εκπληρώνεται επιστημονικά και τεχνολογικά κατά την ελληνιστική περίοδο, όπου οι αυτοκίνητες, προγραμματιζόμενες και αυτοελεγχόμενες μηχανές μελετώνται, κατασκευάζονται και διδάσκονται. Έτσι ο μυθικός όρος: "αυτόματα" μετασχηματίζεται στον επιστημονικό και τεχνολογικό όρο: "αυτοματοποιητική", η τέχνη της κατασκευής των αυτομάτων.

Τα ομηρικά αυτόματα στην Ιλιάδα

Η λέξη "αυτόματα" είναι λέξη ομηρική. Εμφανίζεται αρκετές φορές τόσο στην Ιλιάδα όσο και στην Οδύσσεια, για να περιγράψει τις μηχανές που κινούνται από μόνες τους, με εσωτερική ενέργεια, σαν τα ζωντανά όντα. Δεν γνωρίζουμε αν στην εποχή του Ομήρου υπήρχαν πράγματι τέτοιες αυτοκίνητες μηχανές ή αν η ποιητική φαντασία τόλμησε να τις προβλέψει. Να εκφράσει δηλαδή την επιθυμία για την ύπαρξη των αυτομάτων και να αναθέσει την κατασκευή τους τις περισσότερες φορές σε έναν θεό, τον πρωτομάστορα Ήφαιστο.

"Αυτόματα, από μόνες τους άνοιξαν τρίζοντας οι πύλες του ουρανού, που τις κρατούσαν οι Ώρες",

γράφει στην Πέμπτη Ραψωδία της Ιλιάδας ο ποιητής (στίχος Ε749). Και ήταν η Ήρα, που έδωσε εντολή για την αυτόματη λειτουργία των πυλών, χτυπώντας το μαστίγιό της. Φαντασία; Ίσως. Πρωτοπόρα όμως διατύπωση του όρου "αυτόματα" και ταυτόχρονα διατύπωση ενός τεχνολογικού οράματος: Θα μπορούσαν να υπάρξουν τέτοιες αυτόματες πύλες. Ενός οράματος που δεν άργησε να βρει την υλοποίησή του. Στο Σ της Ιλιάδας, την επονομαζόμενη Ραψωδία της Οπλοποιίας, ο Ήφαιστος δούλευε μόνος στο περίτεχνο εργαστήρι του, όταν τον είδε η Θέτιδα:

"μέσ' στον ιδρώτα να στριφογυρνά γύρω από τα φουσερά του γιατί βιαζότανε. Είκοσι όλους κι όλους μαστόρευε τρίποδες, για να στέκουν γύρω-γύρω στην αίθουσα την στεριοκάμωτη κατά μήκος των τοίχων. Και κάτω από τη βάση του καθενός άρμοζε ρόδες χρυσές για να μπορούν αυτόματα, από μόνους τους, (αυτόματοι, λέει ο Όμηρος) να μπαίνουν στον θρόνον των θεών τη σύναξη και πάλι μόνους τους γυρνούν στο οίκημα. Ένα θαύμα να τους βλέπει κανείς" (Σ372-377).

Εδώ ο Όμηρος δεν περιορίζεται μόνο στη διατύπωση: Θα μπορούσαν να υπάρχουν αυτόματοι τρίποδες. Προχωρά ένα βήμα παρακάτω: Θα μπορούσαν να κατασκευαστούν τέτοιες αυτοκίνητες μηχανές από ένα τεχνίτη ικανό, της κλάσης του Ηφαίστου. Και θα μπορούσαν να χρησιμεύσουν πρακτικά, θα μπορούσαν να κάνουν δουλειές, να εξυπηρετήσουν εδώ τους θεούς του Ολύμπου. Ούτε και αυτό το όραμα άργησε να βρει την υλοποίησή του.

Και προχωρά ο Όμηρος την τολμηρή τεχνική του σκέψη. Αυτός που μπορεί να φτιάχνει αυτοκίνητες μηχανές πρέπει να 'χει και το κατάλληλο εργαστήριο. Το νέο όραμα είναι: Θα μπορούσαν τα αυτόματα να μπουν στους τόπους παραγωγής, θα μπορούσαν να γίνουν αυτόματα εργαστήρια.

"... Πήγε (ο Ήφαιστος) στα φουσερά του, τα 'στρεψε προς την φωτιά και τα πρόσταξε (τα κέλευσε) ν' αρχίσουν να δουλεύουν. Και τα φουσερά, είκοσι όλα μαζί, φουσούσανε μέσ' στα καμίνια βγάζοντας κάθε λογής δυνατόν αέρα, άλλοτε γρήγορα σαν να βιαζότανε κι άλλοτε αργά, όπως ήθελε ο Ήφαιστος κι όπως το ζήταγε η δουλειά του" (Σ468-473).

Πρόκειται εδώ για την περιγραφή ενός πραγματικά αυτόματου χυτηρίου, όπου ο Ήφαιστος προστάζει είκοσι μαζί φουσερά ν' αρχίσουν να δουλεύουν από μόνα τους, για να λιώσει το μέταλλο. Και μάλιστα τα φουσερά αυτά, χωρίς άλλη εξωτερική εντολή, μπορούν να αυτορυθμίζονται και να αυξομειώνουν την ταχύτητα λειτουργίας τους ανάλογα με τις ανάγκες της δουλειάς. Σύλληψη μεγαλοφυής: Θα μπορούσαν να υπάρξουν αυτόματοι τόποι δουλειάς, που θα λειτουργούσαν μόνο με έναν άνθρωπο, αυτόν που θα έδινε την αρχική εντολή, και στη συνέχεια οι μηχανές θα δούλευαν μόνες τους, αυτοπροσαρμοζόμενες στις συνθήκες και στις απαιτήσεις του έργου. Και το τεχνικό όραμα ολοκληρώνεται όταν ο ποιητής φτάνει με τη φαντασία του στο τέλος αυτής της ιδιόμορφης τεχνολογίας των αυτομάτων: - Δεν θα μπορούσε ο τεχνολόγος θεός μου, αναρωτιέται, να φτιάξει αυτοκίνητες μηχανές με ανθρώπινη μορφή, ικανότητες και γνώση;

"Είπε κι από τη θέση του αμονιού σηκώθηκε ο πελώριος όγκος αγκομαχώντας και κουτσαίνοντας... Από το πλάι τον κράταγαν χρυσές θεραπαινίδες, γυναίκες χρυσές, σκλάβες από χρυσό, που έμοιαζαν με ζωντανές κοπέλες. Μέσα τους είχαν λογικό, είχαν φωνή και δύναμη και απ' τους αθάνατους θεούς έμαθαν κάθε τέχνη" (Σ41 0-420).

Να τα λοιπόν, δυο μυθικά αυτόματα ρομπότ, δυο αυτοκίνητες, ανθρωπόμορφες μηχανές, που προχωρούν με τη σειρά τους την τεχνολογία ένα ακόμη βήμα. Οι μηχανές αυτές έχουν "λογικό, φωνή και δύναμη" και "έμαθαν κάθε τέχνη". Καινούργια τεχνολογικά οράματα: Η δύναμη, η ενίσχυση δηλαδή των μικρών σε ισχύ εντολών για την πραγματοποίηση μηχανικών κινήσεων σημαντικής ισχύος, η φωνή, η κατασκευή δηλαδή μηχανών ικανών να παράγουν ήχο, το λογικό, η εσωτερική δομή των μηχανών αυτών, που τους επιτρέπει να μαθαίνουν και να κατέχουν δεξιότητες. Οι αναφορές αυτές έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον διότι εισάγουν νέες έννοιες στην τεχνολογία, εκφράζουν τεχνολογικές προθέσεις, έστω και αν η υλοποίησή τους αποδίδεται σε θεούς.

Τα ομηρικά αυτόματα στην Οδύσσεια

Στην Οδύσσεια όμως, το δεύτερο, ειρηνικό, έπος του Ομήρου, η κατασκευή αυτομάτων αποδίδεται και σε ανθρώπους. Υπάρχουν λαοί, υποστηρίζει ο ποιητής, εξαιρετικά αναπτυγμένοι τεχνολογικά, που ξέρουν να κατασκευάζουν πλοία αυτόματα, οι Φαίακες, οι κάτοικοι της μυθικής Σχερίας, με βασιλιά τους τον Αλκίνοο. Αυτός λέει στον Οδυσσέα:

"Πες μου για τη χώρα σου και το λαό σου και την πόλη σου για να σε πάνε εκεί τα πλοία μας τα κατασκευασμένα με σκέψη (ή τα πλοία με την κατασκευασμένη σκέψη). Γιατί δεν υπάρχουν κυβερνήτες στα πλοία των Φαιάκων, ούτε πηδάλια σαν αυτά που έχουν τα άλλα καράβια. Παρά τα πλοία των Φαιάκων ξέρουν τις διαθέσεις

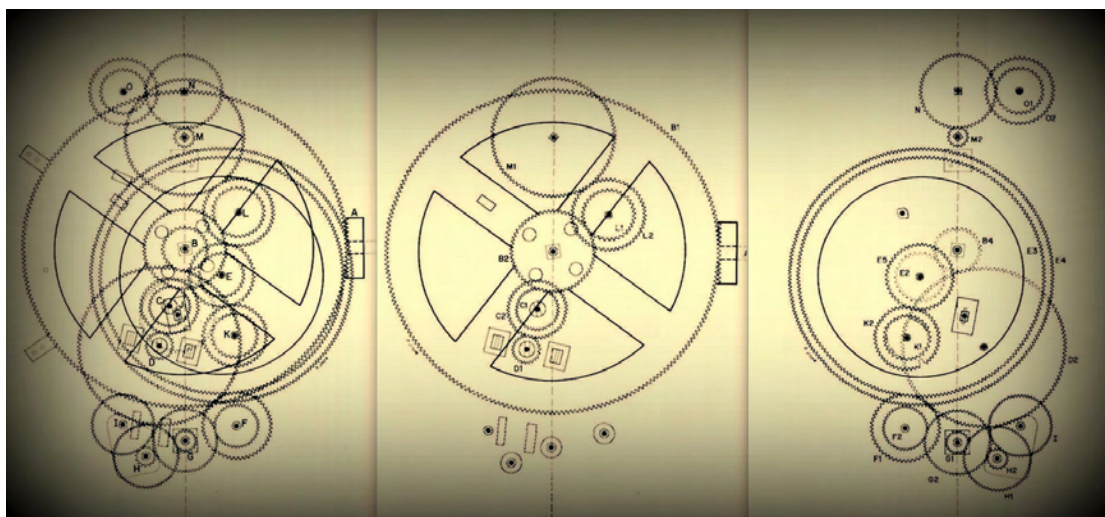
και τις σκέψεις των ανθρώπων και γνωρίζουν τις πατρίδες όλων, και με εξαιρετική ταχύτητα διανύουν τις θαλασσινές αποστάσεις, ακόμη κι όταν έχει σκοτάδι και συννεφιά. Και ποτέ δεν υπάρχει φόβος να πάθουν καμιά βλάβη" (θ555 -563).

Ένα νέο τεχνολογικό όραμα παρουσιάζεται εδώ: Η κατασκευασμένη σκέψη, η τεχνητή νοημοσύνη, η ικανότητα του προγραμματισμού, η ανάπτυξη τεχνολογίας ικανής να ελέγξει την κατεύθυνση ενός πλοίου και μάλιστα με όργανα που ξεπερνούν τα καθιερωμένα και ορίζουν τον προσανατολισμό χωρίς τη συμβολή των άστρων.

Αν κοιτάξουμε την ιστορία πέρα από την αρχαία Ελλάδα, θα δούμε ότι πολύ νωρίς έχουν γίνει αναφορές ή ακόμη και προσπάθειες για την ανάπτυξη και την δημιουργία ρομπότ και πολύπλοκων κατασκευών. Μερικά επιτεύγματα παρουσιάζονται στην πορεία ξεκινώντας από:

100-150 π.χ.

Γίνεται λόγος για τον μηχανισμό των Αντικυθήρων όπου είναι ο αρχαιότερος αυτοματισμός που σώζεται ως σήμερα. Αυτός ο μηχανισμός μπορούσε να προβλέψει τις θέσεις των πλανητών.



Εικόνα 4 Μηχανισμός Αντικυθήρων (<https://theancientwebgreece.wordpress.com>)

Ειδικότερα ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων είναι μία πολύπλοκη κατασκευή, φτιαγμένη από χαλκό, τοποθετημένη μέσα σε ξύλινο πλαίσιο, που προβληματίζει και συναρπάζει τους ιστορικούς της επιστήμης και της τεχνολογίας, από την ανακάλυψή του λίγο πριν από το Πάσχα του 1900. Βρέθηκε σε βάθος 60 μέτρων από σφουγγαράδες σ' ένα ναυάγιο κοντά στα Αντικύθηρα, μαζί με αγάλματα, όπως ο γνωστός «Έφηβος». Αποτελούσαν πολύτιμα αντικείμενα, που μετέφερε ρωμαϊκό πλοίο από τη Ρόδο στη Ρώμη επί εποχής Ιούλιου Καίσαρα στα μέσα του 1ου αιώνα π.Χ.

Ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων θεωρείται ένα από τα πρώτα υπολογιστικά συστήματα. Είναι ένας ωρολογιακός μηχανισμός με δεκάδες οδοντωτούς τροχούς μεγάλης ακριβείας, που περιστρέφονται γύρω από πολλούς άξονες, όπως στα μηχανικά ρολόγια. Η πιο αποδεκτή θεωρία σχετικά με τη λειτουργία του υποστηρίζει ότι ήταν ένας αναλογικός υπολογιστής, σχεδιασμένος να υπολογίζει τις κινήσεις των ουράνιων σωμάτων. Εκτιμάται ότι φτιάχτηκε γύρω στο 87 π.Χ. από τον ρόδιο αστρονόμο Γέμινο.

Ο μηχανισμός μελετήθηκε αρχικά από τον αρχαιολόγο Βαλέριο Στάη, ο οποίος στις 17 Μαΐου 1902 πρόσεξε ότι ένα από τα πέτρινα τεμάχιά του είχε ένα ενσωματωμένο οδοντωτό. Έτσι, θεωρείται η αρχαιότερη σωζόμενη διάταξη με γρανάζια.

Καθοριστική στην αποκρυπτογράφηση του Μηχανισμού των Αντικυθήρων είναι η συμβολή του βρετανού καθηγητή της ιστορίας της επιστήμης Ντέρεκ Τζον Ντε Σόλλα Πράις (1922-1983), που ξεκίνησε μ' ένα άρθρο του το 1959 στο περιοδικό «Scientific American» και ολοκληρώθηκε 15 χρόνια αργότερα με το σύγγραμμα «Gears from the Greeks: The Antikythera Mechanism – A Calendar Computer from ca. 80 BC».

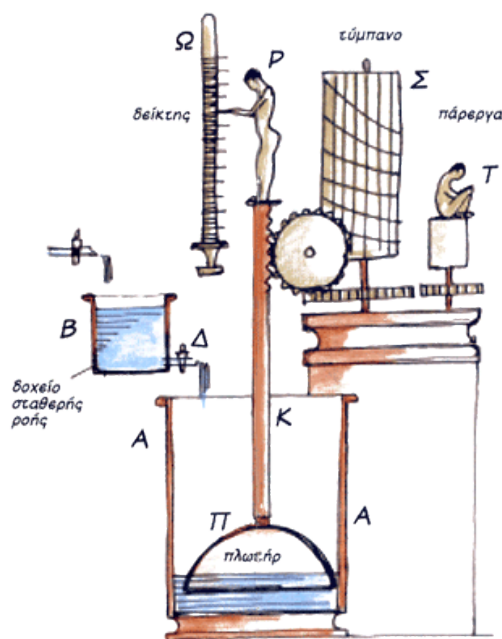
Στην έρευνά του είχε την υποστήριξη του πυρηνικού κέντρου «Δημόκριτος» και του πυρηνικού φυσικού Χαράλαμπου Καρακάλου, με τον οποίο συνεργάστηκαν στενά επί πολλά χρόνια, τόσο στη ραδιοφωτογράφιση του μηχανισμού με ακτίνες Γ και Χ, όσο και στην ανάλυση της δομής και των συνδέσεων του. Τα συμπεράσματα του Πράις δεν έγιναν αποδεκτά από τους ειδικούς της εποχής του, οι οποίοι πίστευαν ότι οι αρχαίοι Έλληνες είχαν το θεωρητικό υπόβαθρο, αλλά όχι και την απαιτούμενη πρακτική τεχνολογία για μία τέτοια κατασκευή.

250 π.χ.

Ο Έλληνας φυσικός και εφευρέτης Κτησίβιος από την Αλεξάνδρεια σχεδίασε ρολόγια νερού που έχουν κινητά στοιχεία σε αυτά. Τα ρολόγια νερού είναι ένα τεράστιο επίτευγμα για την εποχή τους. Μέχρι τότε οι Έλληνες χρησιμοποιούσαν τις κλεψύδρες και η εφεύρεση του Κτησίβιου άλλαξε το γεγονός αυτό διότι ο χρόνος μετρήθηκε ως αποτέλεσμα της δύναμης του νερού που έπεφτε σε αυτό με έναν σταθερό ρυθμό.

Ειδικότερα πρόκειται για ένα θαύμα του αυτοματισμού, αφού το ρολόι αυτό μπορούσε να λειτουργεί αδιάκοπα, χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση, υποδεικνύοντας τα 365 διαφορετικά ωράρια του έτους. Το νερό μιας πηγής τροφοδοτούσε μέσω ενός υπερχειλιστή το ανώτερο μπρούντζινο δοχείο. Αυτό με τη σειρά του τροφοδοτούσε το μικρότερο ενδιάμεσο δοχείο που αποτελούσε έναν ελεγκτή σταθερής στάθμης με ένα σύστημα κωνικής βαλβίδας διακοπής της ροής πάνω σε πλωτήρα που περιείχε.

Τότε ένας σταλάκτης τροφοδοτούσε σταγόνα σταγόνα το υψίκορμο μπρούντζινο δοχείο με σταθερή παροχή νερού. Με την άνοδο της στάθμης του νερού σε αυτό, ένας πλωτήρας ανα-σηκωνόταν και μέσω μιας ράβδου ανυψωνόταν ισόχρονα ένα αγαλαματιδίο με δείκτη. Ο δείκτης υποδείκνυε την ώρα του 24ώρου σε ένα περιστρεφόμενο τύμπανο που περιείχε το διάγραμμα των ωρών της ημέρας και της νύκτας ανάλογα με την ημερομηνία. Στο τέλος του 24ώρου το νερό ξεπερνούσε το ενσωματωμένο παράπλευρο σιφόνι και άδειαζε ταχύτατα. Με την κάθοδο του πλωτήρα ενεργοποιούνταν ένα ευφρές σύστημα μετάδοσης κίνησης με σχέση 1 προς 365 (που αποτελούνταν από έναν οδοντωτό κανόνα, ένα επίσχεστρο, δύο οδοντωτούς τροχούς και έναν ατέρμονα κοχλία) το οποίο εξασφάλιζε την περιστροφή του βαθμονομημένου τυμπάνου κατά το ένα τριακοσιοστό εξηκοστό πέμπτο της περιφέρειάς του ώστε ο δείκτης του αγαλαματιδίου να υποδεικνύει πλέον με ακρίβεια το ωράριο της επόμενης ημέρας.



Εικόνα 5 Κλεψύδρες Κτησίβιου (<http://users.sch.gr/mfanarioti/MHXANES/mixanologia/ydraulikoroloi.html>)

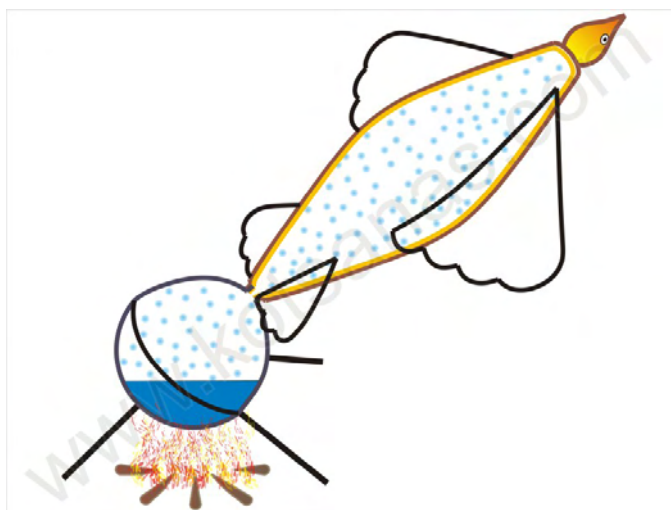
322 π.χ.

Ο Αριστοτέλης ανέλαβε μια παλαιότερη αναφορά στην Ιλιάδα του Ομήρου και σκέφτηκαν ότι τα αυτόματα θα μπορούσαν κάποια μέρα να επιφέρουν την ισότητα

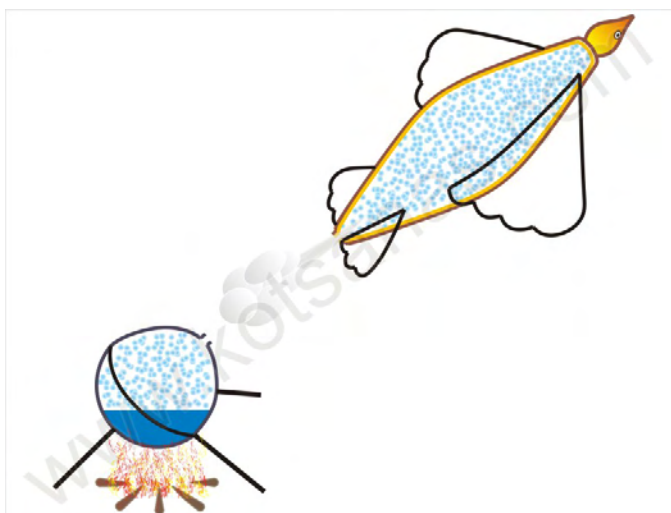
μεταξύ των ανθρώπων καθιστώντας την κατάργηση της δουλείας δυνατή στο βιβλίο του με τίτλο Πολιτικά.

350 π.χ.

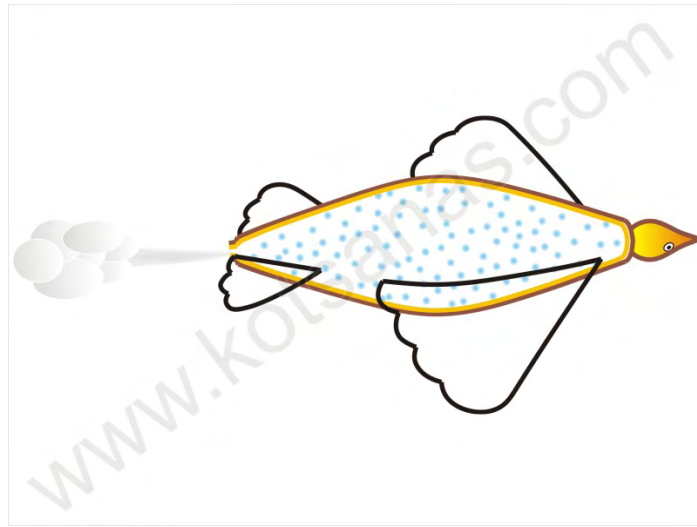
Ο λαμπρός Έλληνας μαθηματικός, Αρχύτας από τον Τάραντα δημιούργησε ένα μηχανικό πτηνό, που ονομάστηκε <<το περιστέρι>> όπου τροφοδοτούνταν από ατμό και μπορούσε να διανύσει μέχρι και 200 μέτρα. Αυτό είχε μεγάλη συμβολή στις πρώτες μελέτες των πτήσεων στην ανθρώπινη ιστορία, και ίσως θα έπρεπε να μιλάμε για το πρώτο μοντέλο ενός αεροπλάνου.



Εικόνα 6 Η υπτάμενη περιστέρα του Αρχύτα (<http://kotsanas.com/exh.php?exhibit=2001001>)



Εικόνα 7 Η ιπτάμενη περιστερά του Αρχύτα (<http://kotsanas.com/exh.php?exhibit=2001001>)



Εικόνα 8 Η ιπτάμενη περιστερά του Αρχύτα (<http://kotsanas.com/exh.php?exhibit=2001001>)

10-70 μ.χ.

Ο Ήρων της Αλεξάνδρειας δημιούργησε κάποιες μηχανικές συσκευές μεταξύ των οποίων και μία που υποτίθεται ότι μπορούσε να μιλήσει.

Ο Ήρωνας ο Αλεξανδρινός, εφήυρε κατά κάποιο τρόπο τα ρομπότ. Τα μηχανολογικά του επιτεύγματα χρησιμοποιούσαν συχνά αυτοματοποιημένες συσκευές, που προγραμματίζονταν να κάνουν συγκεκριμένα πράγματα και ολοκλήρωναν από μόνες τους την εργασία.

Ο Ήρωνας θεωρείται ως ένας από τους προπαππούδες των Cybernetics, που απετέλεσε ουσιαστικά επιστήμη από τα μέσα του 19ου αιώνα.

Ο Ήρωνας χρησιμοποιούσε τα ρομπότ του σε θεατρικές παραστάσεις. Ένα μεγάλο κομμάτι της μηχανολογικής του έρευνας επικεντρωνόταν στη βελτίωση της λειτουργίας του ελληνικού Θεάτρου, ενώ το κορυφαίο του επίτευγμα ήταν ένα

εντελώς αυτοματοποιημένο έργο, διάρκειας 10 λεπτών -ουσιαστικά δημιούργησε το αρχαίο αντίστοιχο του Hall of Presidents της Disney.

Το έργο έμοιαζε περισσότερο ίσως με τη μηχανή του Rube Goldberg και λιγότερο με cybernetic επίτευγμα, καθώς υπήρχε ένα σύστημα από κόμπους, σχοινιά και απλές μηχανές, που λειτουργούσαν με τη βοήθεια ενός μεγάλου περιστρεφόμενου κυλίνδρου. Ακόμα και έτσι, όμως, η μηχανική παράσταση είχε κάτι από ρομποτική.

Κάθε κομμάτι του έργου - στην προκειμένη περίπτωση τα σχοινιά, οι κόμποι και οι μηχανές - είχε δύο διαφορετικές λειτουργίες, και μπορούσαν να προγραμματιστούν για να κάνουν διαφορετικά πράγματα, αναλόγως του τρόπου με τον οποίο ήταν στημένα. Αυτό σημαίνει πως το έργο του Ήρωνα ήταν το πρώτο πρόγραμμα στα χρονικά, γραμμένο σε δυαδικό κώδικα.



Εικόνα 9 Ήρωνας (Wikipedia)

1200 μ.χ.

Πολύ πριν γεννηθεί ο Leonardo Da Vinci υπήρξε Ο Αραβικής καταγωγής Al-Jazari ο οποίος μεταξύ των πολλών αυτομάτων που σχεδίασε ο ίδιος και υλοποίησε,

κατασκεύασε και το πρώτο ανθρωποειδές ρομπότ το οποίο ήταν προγραμματισμένο να παίζει ένα τύμπανο.



Εικόνα 10 Al-Jazari (https://en.wikipedia.org/wiki/Ismail_al-Jazari)

1495

Γίνεται αναφορά στον Leonardo Da Vinci όπου πριν αρχίσει την εργασία για το Μυστικό Δείπνο σχεδίασε ένα ανθρωποειδές ρομπότ. Η μηχανική ανθρωπόμορφη κατασκευή έμοιαζε με έναν πάνοπλο ιππότη και ήταν έτσι σχεδιασμένος ώστε οι κινήσεις που κάνει να μοιάζουν σαν να υπάρχει άνθρωπος μέσα σε αυτό. Ο Leonardo Da Vinci παρουσίασε το ρομπότ του σε μια γιορτή του Δούκα Sforza στο δικαστήριο του Μιλάνου το 1495.

Το ρομπότ ιππότης μπορούσε να σταθεί, να καθίσει, να σηκώσει το γείσο του να κουνήσει το λαιμό του και ανεξάρτητα τα χέρια του. Ολόκληρο το ρομποτικό σύστημα λειτουργούσε με μια σειρά από τροχαλίες και τα καλώδια. Από την ανακάλυψη των σχεδίων (1957), το ρομπότ έχει κατασκευαστεί πιστά με βάση το σχεδιασμό του Leonardo και αποδείχθηκε ότι ήταν πλήρως λειτουργικό, όπως ο Leonardo το είχε σχεδιάσει.

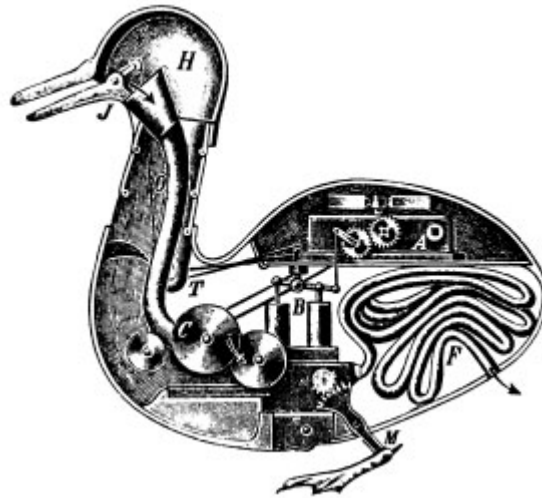
Είναι το παλαιότερο σχέδιο ανθρωποειδούς ρομπότ που σώζεται ως σήμερα.



Εικόνα 11 Ρομπότ Ιππότης (Wikipedia)

1738

Ο Jacques de Vaucanson άρχισε να φτιάχνει αυτόματα στο Grenoble της Γαλλίας. Αυτός δημιούργησε τρία αυτόματα. Το πρώτο ήταν ο παίχτης φλάουτου όπου μπορούσε να παίξει 12 τραγούδια. Το δεύτερο αυτόματο που δημιούργησε ήταν αρκετά κοντά στο πρώτο και μπορούσε να παίξει φλάουτο, τύμπανο και κάποιου είδους ντέφι. Το τρίτο δημιούργημά του ήταν το πιο διάσημο απ' όλα. Η πάπια ήταν ένα παράδειγμα απόπειρας του Jacques de Vaucanson όπου το ονόμασε << κινούμενη ανατομία >> ή << ανατομία ανθρώπου ή ζώου με μηχανές >>. Το αυτόματο πάπια μπορούσε να μετακινηθεί, έβγαζε ήχο, χτυπούσε τα φτερά της και ακόμα είχε την δυνατότητα να φάει αλλά και κατά κάποιο τρόπο να χωνέψει και την τροφή της.



Εικόνα 12 Η πάπια του Jacques de Vaucanson (<http://www.habsburger.net/en/media/jacques-de-vaucanson-mechanical-duck-1738>)

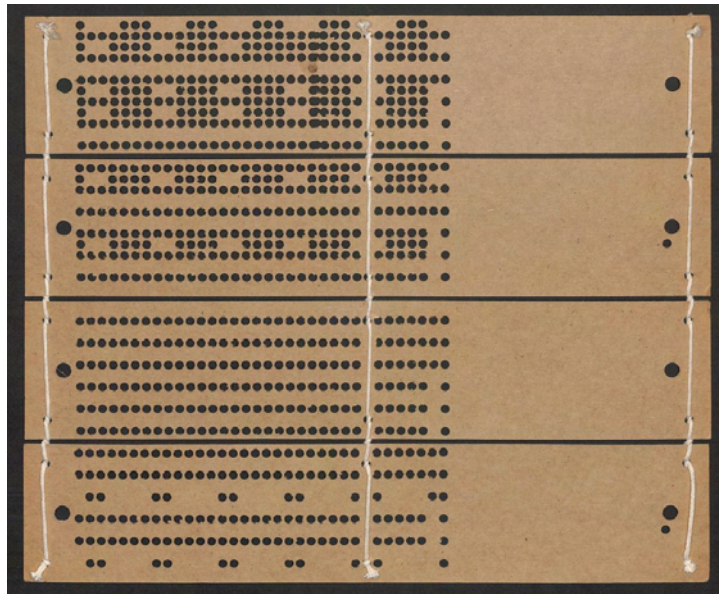
Ειδικότερα στο θέμα της πέψης της τροφής, η μηχανική πάπια φάνηκε να έχει την ικανότητα να τρώει πυρήνες των σιτηρών, να τους μεταβολίζει και να αφοδεύει. Ενώ η πάπια δεν είχε πραγματικά τη δυνατότητα να το κάνει αυτό-το φαγητό συλλέγονταν σε ένα εσωτερικό δοχείο, και τα προ-αποθηκευμένα κόπρανα «παράγονταν» από ένα δεύτερο. Έτσι καμία πραγματική πέψη δεν πραγματοποιούνταν, ο Vaucanson είχε την ελπίδα ότι ένα πραγματικό αυτόματο πέψης θα μπορούσε μια μέρα να σχεδιαστεί.

1821

Ο Joseph Jacquard δημιούργησε έναν αυτόματο αργαλειό ελεγχόμενο από διάτρητες κάρτες. Οι κάρτες αυτές χρησιμοποιήθηκαν αργότερα ως μέθοδος εισαγωγής για ορισμένους υπολογιστές στις αρχές του 20^{ου} αιώνα.

Συγκεκριμένα το 1821, ο μηχανικός – υφαντουργός Ζοζέφ Ζακάρ (Joseph Jacquard) κάνοντας χρήση του δυαδικού κώδικα, κατασκεύασε τον πρώτο αυτόματο αργαλειό που μπορούσε να χειριστεί τρομερά πολύπλοκα σχέδια. Ο προγραμματισμός του αργαλειού γινόταν με ολόκληρο βουνό από διάτρητες κάρτες.

Ο αργαλειός του Ζακάρ έφερε επανάσταση στη κλωστοϋφαντουργία και οι βασικές αρχές του εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται και σήμερα

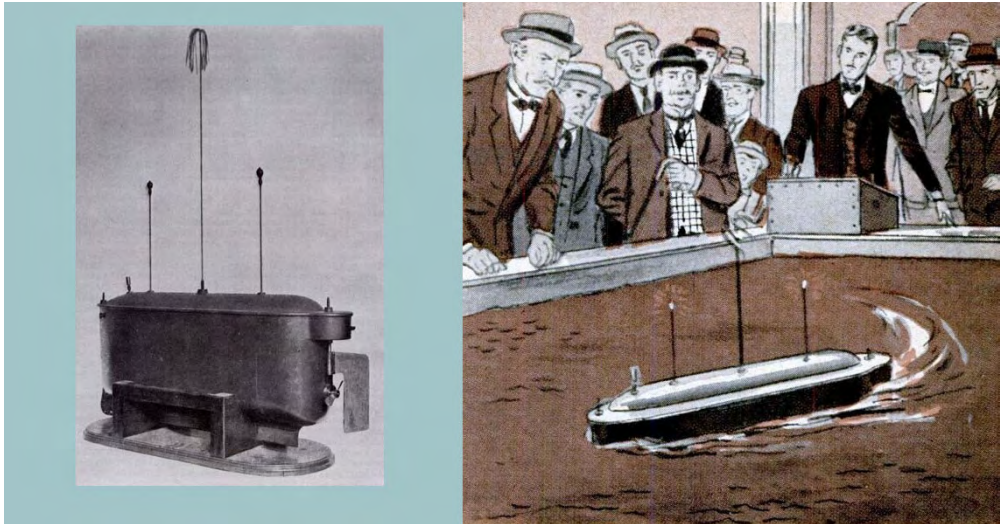


Εικόνα 13 Ο αργαλειός του Ζακάρ (Wikipedia)

1899

Ο Νίκολαι Τεσλα παρουσίασε το πρώτο τηλεκατευθυνόμενο όχημα. Στο συγκεκριμένο τηλεκατευθυνόμενο σκάφος θα μπορούσε να δοθεί η εντολή να ξεκινήσει, να σταματήσει, να στρίψει αριστερά ή δεξιά, να ανάψουν τα φώτα και να σβήσουν ή ακόμη και να βυθιστεί. Ωστόσο το κοινό δεν έδειξε φανερά σημάδια εντυπωσιασμού ενώ δημοσιεύματα του Τύπου της εποχής έκαναν λόγο για "έλεγχο του νου".

Παρ' όλα αυτά, ο Tesla αγκάλιασε ατάραχος και απτόητος, όλα όσα η νοημοσύνη θα μπορούσε να παράγει. Τα οράματα του για ένα μέλλον ήταν γεμάτα με έξυπνα αυτοκίνητα, ρομποτικά ανθρώπινους συντρόφους, και τη χρήση των αισθητήρων, καθώς και αυτόνομων συστημάτων.



Εικόνα 14 Το πρώτο τηλεκατευθυνόμενο όχημα (Wikipedia)

Μπαίνοντας στον νέο αιώνα και συγκεκριμένα μετά το 1920 η σύγχρονη διατύπωση ενός ανθρωποειδούς μηχανήματος αναπτύχθηκε στο στάδιο όπου ήταν δυνατόν να υπάρξει ρομπότ με ανθρώπινες διαστάσεις και ικανότητα για κοντινές ανθρώπινες σκέψεις όπως και κινήσεις, πριν από την νέα χιλιετία. Οι πρώτες χρήσεις των σύγχρονων ρομπότ ήταν σε εργοστάσια, όπως τα βιομηχανικά ρομπότ (π.χ. για παραγωγές αυτοκινήτων), απλές μηχανές ικανές όμως στις εργασίες κατασκευής που επέτρεπαν την παραγωγή χωρίς την ανάγκη για ανθρώπινη παρέμβαση,

1926

Κυκλοφόρησε η ταινία σταθμός για τον κινηματογράφο του Fritz Lang, Metropolis. Το πρώτο γένους θηλυκού ρομπότ που εμφανίζεται στην οθόνη ονομάστηκε Μαρία και θεωρήθηκε ο πρόδρομος από το C-PO των ταινιών Star Wars.

Κατά την περίοδο της κυκλοφορίας του, το έργο έλαβε ανάμικτες κριτικές. τις 10 Ιανουαρίου του 1927 έγινε η πρώτη προβολή της ταινίας στην αίθουσα UFA-Palast στην περιοχή του Ζωολογικού κήπου στο Βερολίνο, με μέτρια επιτυχία. Το μήκος της ταινίας τότε ήταν 4.819 μέτρα και η διάρκειά της σήμερα υπολογίζεται στα 153 λεπτά.



Εικόνα 15 Fritz Lang, Metropolis ([https://en.wikipedia.org/wiki/Metropolis_\(1927_film\)\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Metropolis_(1927_film))))

1932

Το συγκεκριμένο έτος παράχθηκε στην χώρα του ανατέλλοντος ηλίου το πρώτο παιχνίδι ρομπότ. Η Lilliput όπως ονομάστηκε ήταν το πρώτο παιχνίδι που περπάτησε και ήταν φτιαγμένο από λευκοσίδηρο και διαμορφωμένο μόλις στα 15 εκατοστά ύψος.



Εικόνα 16 Lilliput Robot (Wikipedia)

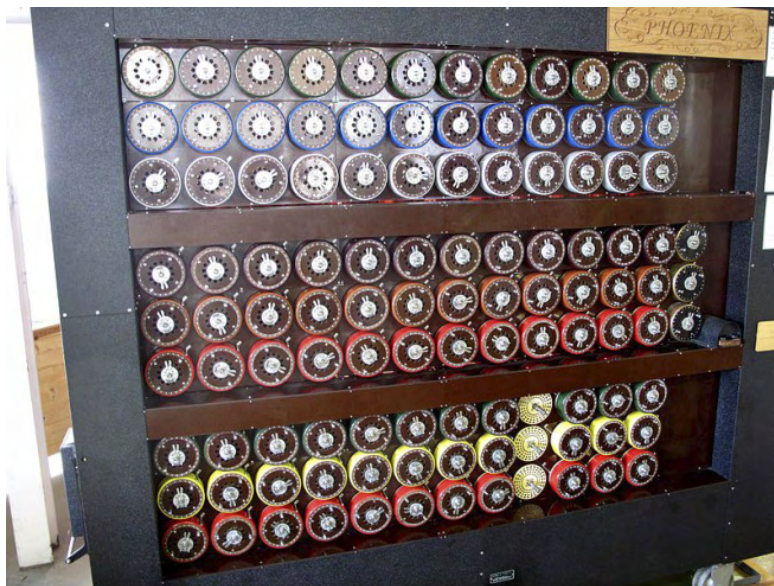
1936

Πρώτο συναντάμε την έννοια του θεωρητικού υπολογιστή από τον Alan Turing που ονομάζεται μηχανή Turing. Η Μηχανή Τούρινγκ είναι μια υποθετική συσκευή η οποία χειρίζεται σύμβολα σύμφωνα με ένα σύνολο κανόνων. Παρά την απλότητά της, μια Μηχανή Τούρινγκ μπορεί να προσαρμοστεί ώστε να προσομοιώνει την λογική οποιουδήποτε αλγορίθμου, και είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στο να εξηγεί τις λειτουργίες μιας κεντρικής μονάδας επεξεργασίας στο εσωτερικό του υπολογιστή.

Ο Τούρινγκ έδωσε έναν περιληπτικό ορισμό του πειράματος στην έκθεση του, "Ευφυή μηχανήματα". Έγραψε ότι η μηχανή Τούρινγκ, που εδώ ονομάζεται μια Λογική Υπολογιστική Μηχανή, αποτελείται από:

...απεριόριστη χωρητικότητα μνήμης, σε μορφή μιας άπειρης ταινίας η οποία είναι χωρισμένη σε τετράγωνα, πάνω στο καθένα από οποία μπορεί να εκτυπωθεί ένα σύμβολο. Κάθε στιγμή, υπάρχει ένα σύμβολο στη μηχανή και ονομάζεται το σκαναριζόμενο σύμβολο. Η μηχανή μπορεί να μεταβάλλει το σκαναριζόμενο

σύμβολο και η συμπεριφορά της είναι εν μέρει απόφαση αυτού του συμβόλου, αλλά τα σύμβολα σε άλλα σημεία της ταινίας δεν επηρεάζουν την συμπεριφορά της.



Εικόνα 17 Μηχανή Turing (<https://eaphelp.blogspot.gr/2016/01/turing-machine.html>)

1941

Μέσα στην κορύφωση του Δευτέρου Παγκοσμίου πολέμου ο θρυλικός συγγραφέας επιστημονικής φαντασίας Isaac Asimov γράφει το διήγημα *Liar* στο οποίο περιγράφει τους τρεις νόμους της ρομποτικής. Διηγήματά του επανακυκλοφόρησαν στον τόμο <<I Robot>> το 1950 και αργότερα μεταφέρθηκε στην μεγάλη οθόνη με την ομώνυμη ταινία.

Οι τρεις νόμοι της ρομποτικής του Isaac Asimov είναι οι εξής:

- .) Ένα ρομπότ δεν μπορεί να βλάψει ή να τραυματίσει ένα ανθρώπινο ον ή μέσω της αδράνειας να επιτρέψει σε ένα ανθρώπινο ον να πάθει κακό.
- .) Ένα ρομπότ πρέπει να υπακούει τις εντολές που δόθηκαν από τον άνθρωπο, εκτός εάν τέτοιες εντολές θα έρχονταν σε αντίθεση με τον πρώτο νόμο.
- .) Ένα ρομπότ πρέπει να προστατεύει την ύπαρξή του όσο η προστασία αυτή δεν συγκρούεται με τον πρώτο ή δεύτερο νόμο.

1946

Έγινε η πρώτη παρουσίαση της έννοιας ενός αποθηκευμένου προγράμματος (John von Neumann) και γενικά εκ νέου προγραμματισμού των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Ο πρώτος γενικής χρήσης ψηφιακός υπολογιστής, που ονομάστηκε ανεμοστρόβιλος, έλυσε το πρώτο πρόβλημα στο MIT.

Ο Φον Νόιμαν ήταν μία από τις ιδρυτικές φιγούρες στην πληροφορική. Η βόμβα υδρογόνου ήταν δουλειά του Φον Νόιμαν που διαδραματίζεται στο χώρο της πληροφορικής, στον οποίο μαζί με τον Στάνισλαβ Ούλαμ ανέπτυξαν προσομοιώσεις σε ψηφιακούς υπολογιστές για τους υδροδυναμικούς υπολογισμούς. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου συνέβαλε στην ανάπτυξη της μεθόδου Μόντε Κάρλο, η οποία επέτρεψε λύσεις σε περίπλοκα προβλήματα που πρέπει να προσεγγιστούν για τη χρήση τυχαίων αριθμών. Ασχολήθηκε επίσης με το σχεδιασμό του μετέπειτα IAS μηχανήμα.

Ο Φον Νόιμαν δημιούργησε επίσης το πεδίο των κυτταρικά αυτομάτων χωρίς τη βοήθεια ηλεκτρονικών υπολογιστών, κατασκευάζοντας το πρώτο αυτο-αναπαράγοντα αυτόματο με μολύβι και χαρτί. Η έννοια του καθολικού κατασκευαστή είχε προβληθεί στο μεταθανάτιο έργο του «Θεωρία της Αυτοαναπαραγωγής των Αυτομάτων». Ο Φον Νόιμαν απέδειξε ότι ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για την εκτέλεση εργασιών εξόρυξης μεγάλης κλίμακας, όπως η εξόρυξη ενός ολόκληρου φεγγαριού ή ζώνη των αστεροειδών θα ήταν με τη χρήση αυτοαναπαραγόμενων μηχανών, εκμεταλλευόμενοι την εκθετική ανάπτυξη τους.

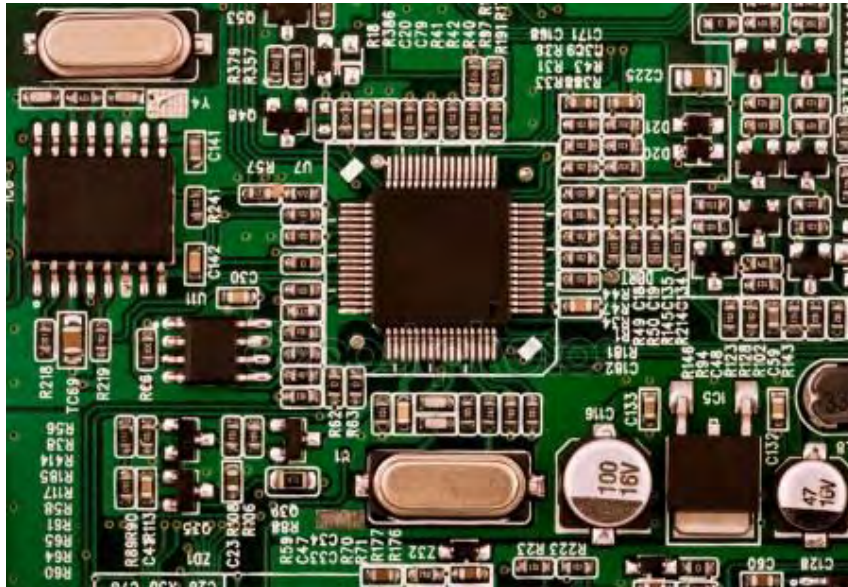
1947

Εφευρέθηκε το τρανζίστορ από τους Shockley, Bardeen και Brattain.

Το τρανζίστορ θεωρείται μία από τις μεγαλύτερες εφευρέσεις του 20ου αιώνα. Είναι το κυριότερο συστατικό όλων σχεδόν των σύγχρονων ηλεκτρονικών κατασκευών. Η πλατιά χρήση του οφείλεται κυρίως στη δυνατότητα παραγωγής του σε τεράστιες ποσότητες που μειώνουν το κόστος ανά μονάδα.

Παρόλο που αρκετοί παραγωγοί παράγουν, ακόμα και σήμερα, μεμονωμένες συσκευασίες τρανζίστορ, η μεγαλύτερη ποσότητα παράγεται μέσα σε ολοκληρωμένα

κυκλώματα (που συχνά αναφέρονται ως τσιπς) μαζί με τις διόδους, αντιστάσεις, πυκνωτές και άλλα ηλεκτρονικά εξαρτήματα.



Εικόνα 18 Τρανζίστορ (Wikipedia)

1948

Ο Βρετανός William Grey Walter, πρωτοπόρος της ρομποτικής, δημιούργησε αυτόνομα μηχανήματα που τα ονόμασε Elsie και Elmer και μπορούν να μιμηθούν την ζωή όπως και την συμπεριφορά με ένα πολύ μικρό κύκλωμα. Αυτά είναι και τα πρώτα ρομπότ χελώνες.

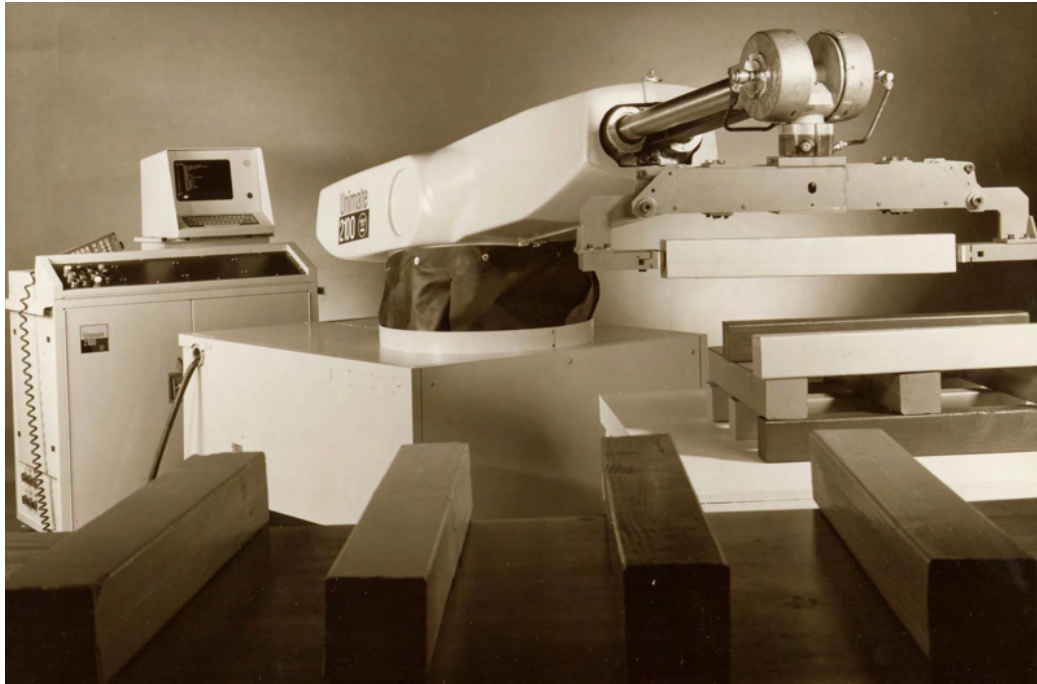


Εικόνα 19 William Grey Walter (<https://alchetron.com/William-Grey-Walter-1365828-W>)

1954

Οι George Devol και Joe Engelberger κατάφεραν και σχεδίασαν το πρώτο προγραμματιζόμενο ρομπότ <<βραχίονα>>. Αυτό έγινε και το πρώτο βιομηχανικό ρομπότ στην ιστορία της ρομποτικής, συμπληρώνοντας απαιτητικές και επαναλαμβανόμενες εργασίες σε μια γραμμή συναρμολόγησης στην General Motors το 1962.

Τα ρομπότ της Unimation που ονομαζόταν επίσης και μηχανές προγραμματισμένων μεταφορών, λόγω της κύριας λειτουργίας τους που ήταν η μεταφορά αντικειμένων από ένα σημείο σε κάποιο άλλο, για αποστάσεις 4 μέτρων το πολύ. Χρησιμοποιούσαν υδραυλικούς ενεργοποιητές και είχαν προγραμματιστεί σε κοινές συντεταγμένες, δηλαδή οι γωνίες των διαφόρων αρθρώσεων αποθηκεύονταν κατά τη διάρκεια μιας φάσης διδασκαλίας και να αναπαράγονταν κατά τη λειτουργία. Ήταν ακριβή κατά 1/10,000 της ίντσας. (σημ: αν και η ακρίβεια δεν είναι το κατάλληλο μέτρο για τα ρομπότ, που συνήθως αξιολογούνται από τον ορισμό της επαναληψιμότητας).



Εικόνα 20 Ρομποτικός Βραχίονας (<https://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/industrial-robots/george-devol-a-life-devoted-to-invention-and-robots>)

1956

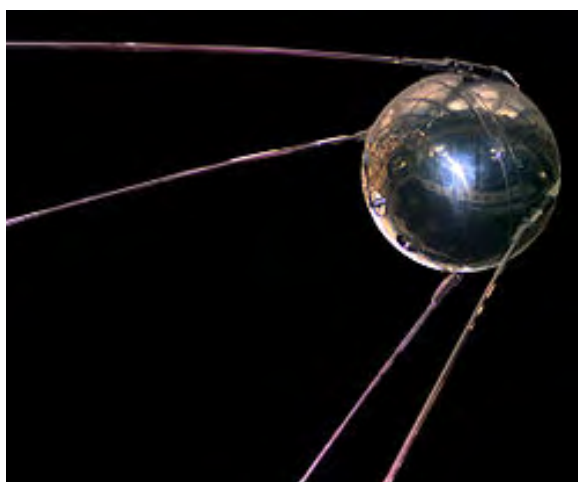
Οι Allen Newell και Herbert Simon δημιούργησαν το Logic Theoretic, το πρώτο <<έμπειρο σύστημα>>. Χρησιμοποιήθηκε για την επίλυση δύσκολων μαθηματικών προβλημάτων.



Εοκόνα 21 Allen Newell και Herbert Simon (Wikipedia)

1957

Η Σοβιετική Ένωση εγκαινιάζει τον <<Sputnik>>, ο πρώτος τεχνητός δορυφόρος σε τροχιά. Εκτοξεύτηκε στις 4 Οκτωβρίου 1957 από τη Σοβιετική Ένωση και αποτελεί το πρώτο αποφασιστικό βήμα της ανθρωπότητας στην εξερεύνηση του διαστήματος.



Εικόνα 22 Sputnik (Wikipedia)

1963

Ο πρώτος τεχνητός ρομποτικός βραχίονας ελεγχόμενος από έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή σχεδιάστηκε στο νοσοκομείο Rancho Los Amigos στο Downey της California ως ένα βοηθητικό εργαλείο για άτομα με ειδικές ανάγκες. Οι συνολικά έξι αρθρώσεις του Rancho Arm του έδωσαν την ευελιξία ενός ανθρώπινου βραχίονα.

1964

Ο IBM 360 γίνεται ο πρώτος ηλεκτρονικός υπολογιστής που αρχίζει να παράγεται μαζικά.

Με την εμφάνιση του IBM 360 τον Απρίλιο του 1964, οι υπολογιστές εισβάλλουν στις περισσότερες επιχειρήσεις και αυτοματοποιούν πολλές λογιστικές και διοικητικές εργασίες. Πολλά χαρακτηριστικά του έγιναν αργότερα πρότυπα στη βιομηχανία. Οι υπολογιστές ταυτίζονται αυτή την εποχή με το όνομα IBM.



Εικόνα 23 IBM 360 (Wikipedia)

1966

Δημιουργείται στο MIT πρόγραμμα τεχνητής νοημοσύνης ονομαζόμενο ΕΛΙΖΑ. Δημιουργός του ο Joseph Weizenbaum. Η ΕΛΙΖΑ λειτούργησε κάτι σαν υπολογιστής “ψυχολόγος” που χειριζόταν καταστάσεις διαφόρων χρηστών διαμορφώνοντας ερωτήσεις.

```

=====
EEEEEEEE L      IIIIII ZZZZZZZ      AAA
E         L      I       Z          A  A
E         L      I       Z          A  A
EEEEEE   L      I       Z          A  A
E         L      I       Z          AAAAAA
E         L      I       Z          A  A
EEEEEEEE LLLLLLL IIIIII ZZZZZZ     A  A
=====
ELIZA > (PLEASE TYPE IN ALL CAPS) WHAT'S YOUR NAME DEAR ?
AMIT
ELIZA > HI, I'M ELIZA. WHAT DO YOU WANT TO TALK ABOUT ?
AMIT > CAN I TALK ABOUT MY PROBLEM ?
ELIZA > SURE... !
AMIT > DUE TO ON GOING EXAMS IN COLLEGE, I HAVE A LOT OF STRESS.
ELIZA > PLEASE RELAX A LITTLE. SLEEP WELL.
AMIT > THANKS FOR YOUR ADVICE.
ELIZA > NO MENTION.
AMIT > BYE
ELIZA > BYE AND KEEP IN TOUCH...
=====

```

Εικόνα 24 Eliza (<https://www.planet-source-code.com/vb/scripts/ShowCode.asp?txtCodeId=5369&lngWId=3>)

1967

Ο Richard Greenblatt γράφει, το MacHack, ένα πρόγραμμα που έχει την δυνατότητα να παίζει σκάκι. Απαντώντας σε ένα άρθρο που γράφτηκε από τον Hurbert Dreyfus που ασκούσε έντονη κριτική στις προσπάθειες που γίνονταν στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης και υποστήριξε ότι ένα πρόγραμμα ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή δεν θα μπορούσε ποτέ να τον νικήσει σε μια παρτίδα σκάκι. Όταν ολοκληρώθηκε το πρόγραμμα ο Hurbert Dreyfus καλείται να παίζει με τον υπολογιστή, που οδηγούσε το μεγαλύτερο μέρος του παιχνιδιού, αλλά τελικά έχασε στο τέλος σε ένα μοναδικό αγώνα. Το πρόγραμμα του Richard Greenblatt έγινε το πρώτο θεμέλιο για πολλά μελλοντικά προγράμματα σκακιού με αποκορύφωμα το διάσημο Big Blue, το πρόγραμμα σκακιού που νίκησε τον Grand Master του σκακιού, Gary Kasparov.

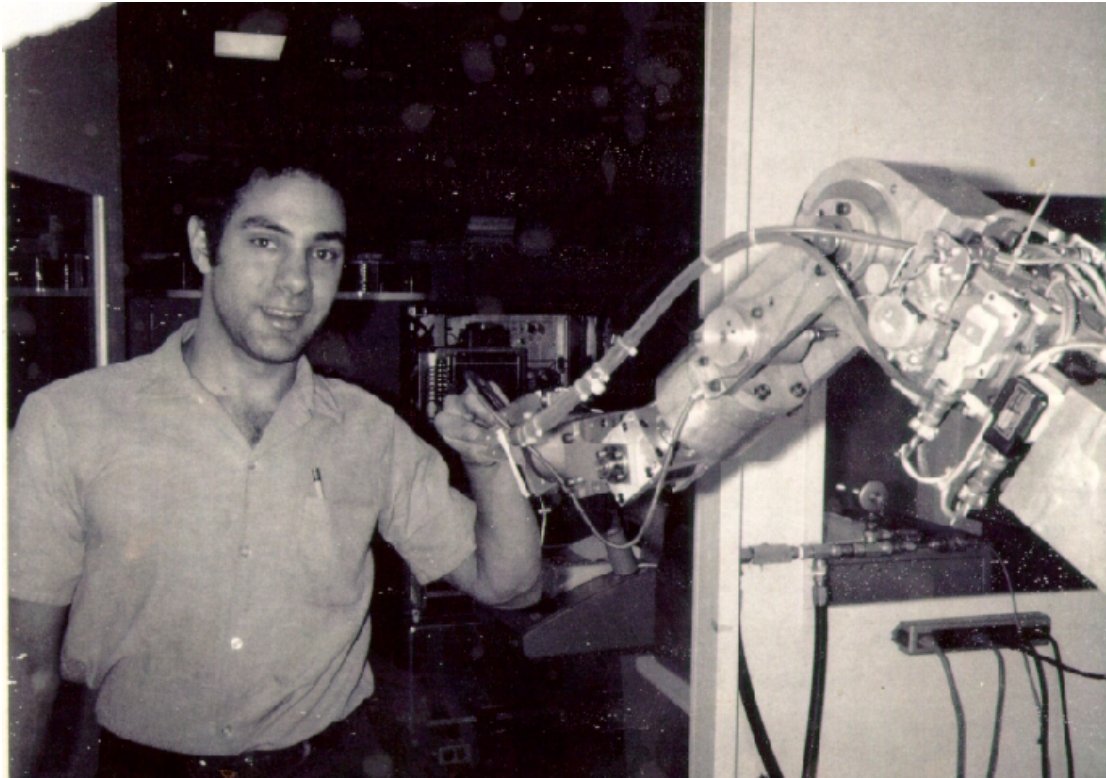


Εικόνα 25 MacHack (Wikipedia)

1969

Ο Victor Scheinman, ένας φοιτητής Μηχανολόγων Μηχανικών που εργαζόταν στο Εργαστήριο Τεχνητής Νοημοσύνης Stanford (Stanford Artificial Intelligence Lab) δημιουργεί το περιβόητο Stanford Arm. Ο σχεδιασμός του βραχίονα γίνεται πρότυπο και εξακολουθεί να επηρεάζει το σχεδιασμό στους ρομποτικούς βραχίονες μέχρι και σήμερα.

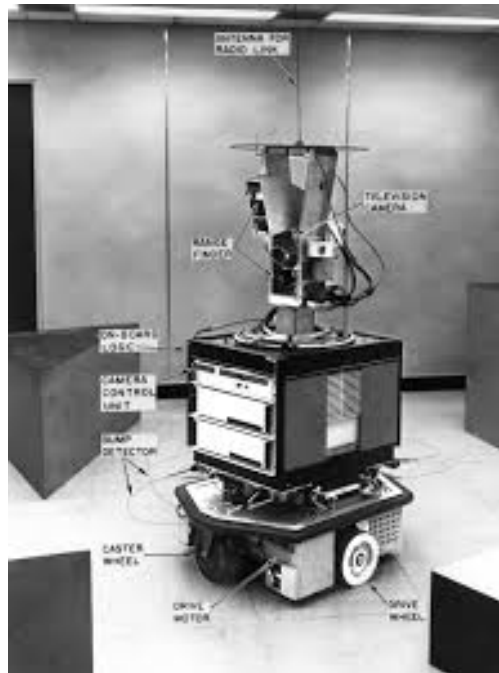
Την ίδια χρονική περίοδο οι ΗΠΑ χρησιμοποιούν με επιτυχία τον τομέα της πληροφορικής , την ρομποτική και την διαστημική τεχνολογία για να προσγειωθεί ο πρώτος άνθρωπος στο φεγγάρι, ο Neil Armstrong.



Εικόνα 26 Stanford Arm (<http://infolab.stanford.edu/pub/voy/museum/pictures/display/1-Robot.htm>)

1970

Δημιουργείται το Shakey στο Stanford Research Institute (SRI). Είναι το πρώτο κινητό ρομπότ που ελέγχεται από την τεχνητή νοημοσύνη. Εξοπλισμένο με συσκευές ανίχνευσης οδηγείται από ένα πρόγραμμα επίλυσης προβλημάτων που ονομάζεται Ταινίες. Το ρομπότ θα μπορούσε να βρει το δρόμο του γύρω από την εφαρμογή των πληροφοριών σχετικά με το περιβάλλον του σε μια διαδρομή. Το Shakey χρησιμοποιεί μια τηλεοπτική κάμερα, λέιζερ, και αισθητήρες χτυπήματος για την συλλογή δεδομένων, τα οποία στην συνέχεια διαβιβάζονται σε έναν υπολογιστή DEC PDP-10 και PDP-15. Ο υπολογιστής εξέπεμπε σήμα εντολών πίσω στο Shakey το οποίο στην συνέχεια μετακινούνταν με ταχύτητα 2 μέτρα την ώρα.



Εικόνα 27 Shakey (<http://www.ai.sri.com/shakey/>)

1977

Η πρώτη ταινία Star Wars έρχεται στους κινηματογράφους. Η ταινία του George Lucas εισάγει τους θεατές τα 2 αξιαγάπητα ρομπότ τα R2D2 και C3PO. Η ταινία μας έδωσε την εικόνα για το πώς θα έμοιαζε η ανθρωπότητα σε ένα μακρινό μέλλον με ρομπότ και από τότε που βγήκε έχει εμπνεύσει μια ολόκληρη γενιά ερευνητών.

Η ASEA, μια ευρωπαϊκή εταιρία που ειδικεύεται στην ρομποτική, διαθέτει δύο μεγέθη ηλεκτρικών βιομηχανικών ρομπότ. Και τα δύο ρομπότ χρησιμοποιούν έναν ελεγκτή μικροϋπολογιστή για τον προγραμματισμό και την λειτουργία τους.

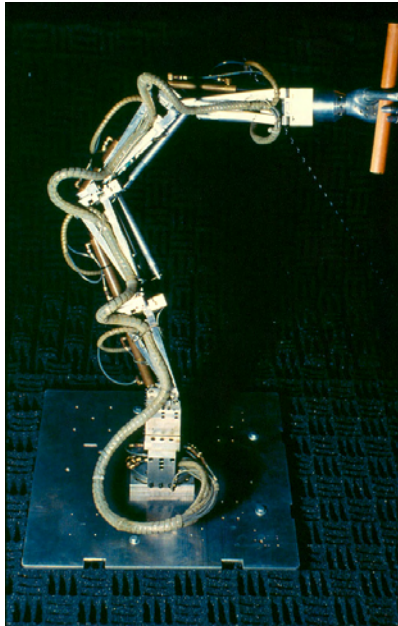


Εικόνα 28 R2D2 και C3PO (Wikipedia)

Την ίδια χρονιά έχουμε επίσης την εκτόξευση των Voyagers 1 και Voyagers 2 από το διαστημικό κέντρο Κένεντι, διαθέτοντας προηγμένα ρομποτικά συστήματα.

1981

Ο Takeo Kanade δημιούργησε το βραχίονα άμεσης προώθησης. Είναι ο πρώτος βραχίονας που έχει εγκατεστημένους κινητήρες απευθείας στις αρθρώσεις του. Η εξέλιξη αυτή καθιστά τις αρθρώσεις πιο γρήγορες και πολύ πιο ακριβής από τους προηγούμενους ρομποτικούς βραχίονες.



Εικόνα 29 Ο βραχίονας του Takeo Kanade (Wikipedia)

1982

Η γιαπωνέζικη Fanuc και η General Motors σχηματίζουν από κοινού μια επιχείρηση την GM Fanuc. Η νέα εταιρία πρόκειται να εμπορεύεται τα ρομπότ στην Βόρεια Αμερική.

1986

Η LEGO και το MIT Media Lab συνεργάζονται για να φέρουν το πρώτο LEGO βασισμένο στα εκπαιδευτικά προϊόντα στην αγορά. Η LEGO της LOGO χρησιμοποιείται μέχρι και σήμερα από τις τάξεις χιλιάδων δασκάλων του δημοτικού αλλά και ανώτερων εκπαιδευτικών βαθμίδων.

Η Honda ξεκινάει ένα νέο ρομποτικό ερευνητικό πρόγραμμα το οποίο στηρίχθηκε στην παραδοχή ότι το ρομπότ θα πρέπει να συνυπάρχει και να συνεργάζεται με τον ανθρώπινο παράγοντα, τον ίδιο τον άνθρωπο, κάνοντας ότι ένα άτομο δεν μπορεί να κάνει και "καλλιεργώντας" μια νέα διάσταση στην κινητικότητα για να καταστεί ωφέλιμο προς την κοινωνία. Έτσι μας συστήθηκαν με το πειραματικό E-series μεταξύ των ετών 1986 και 1991.

1989

Ένα ρομπότ που περπατάει το ονομαζόμενο Genghis αποκαλύπτεται από την ομάδα Mobile Robots του MIT. Γίνεται γρήγορα γνωστό για τον τρόπο που περπατάει.



Εικόνα 30 Genghis robot (<https://twitter.com/irobot/status/392349378301919232>)

1993

Ένα ρομπότ που αποτελείται από 8 πόδια και περπατάει το ονομαζόμενο Dante αναπτύχθηκε από το Πανεπιστήμιο Carnegie Mellon και τοποθετήθηκε στο Mt. Erebus στην Ανταρκτική. Η αποστολή του είναι να συλλέγει δεδομένα από ένα διαφορετικό περιβάλλον παρόμοιο με αυτό που θα μπορούσαμε να βρούμε σε έναν άλλον πλανήτη.



Εικόνα 31 Dante Robot (Wikipedia)

Η σειρά του συγκεκριμένου ρομπότ συνεχίστηκε και με την συνέχεια του δποδου ρομπότ το Dante II όπου συνέλεξε με επιτυχία διάφορα δείγματα ηφαιστειακών αερίων.

1996

Ένα νέο ρομπότ σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε από τον David Barrett για την διδακτορική του διατριβή στο MIT. Χρησιμοποιήθηκε για να μελετήσει τον τρόπο με τον οποίο κολυμπούν.

Την ίδια χρονιά η Honda κάνει το ντεμπούτο της με το P3, ένα δημιούργημα μακράς προσπάθειας δεκαετιών για να δημιουργήσει ένα ανθρωποειδές ρομπότ.

1997

Πραγματοποιείται το πρώτο τουρνουά ποδοσφαίρου RoboCup που έλαβε μέρος στην πόλη Ναγκόγια της Ιαπωνίας. Ο στόχος του RoboCup είναι να έχει μια πλήρως αυτοματοποιημένη ομάδα από ρομπότ.

1998

Η εταιρία Tiger Electronics παρουσιάζει στην αγορά των Χριστουγεννιάτικων παιχνιδιών το πολύ υποσχόμενο Furby. Χρησιμοποιώντας μια ποικιλία αισθητήρων το λεγόμενο εφέ pet, μπορεί να αντιδράσει με το περιβάλλον και να επικοινωνήσει χρησιμοποιώντας πάνω από 800 φράσεις στα αγγλικά και στην γλώσσα του Furbish.

Η LEGO κυκλοφορεί την πρώτη της εφεύρεση ρομποτικού συστήματος TM 1.0. LEGO όπου έτσι ονομάστηκε το προϊόν της σειράς MINDSTORMS μετά την δημιουργική εργασία του Seymour Papert το 1980.



Εικόνα 32 Furby (Wikipedia)

1999

Η Sony κυκλοφορεί την πρώτη έκδοση του AIBO, ένα είδος ρομποτικού σκύλου με την ικανότητα να μαθαίνει, να ψυχαγωγεί και να επικοινωνεί με τον ιδιοκτήτη του. Μεταγενέστερα ακολούθησαν και πιο εξελιγμένες εκδόσεις στα πρότυπα του πρωτότυπου μοντέλου.



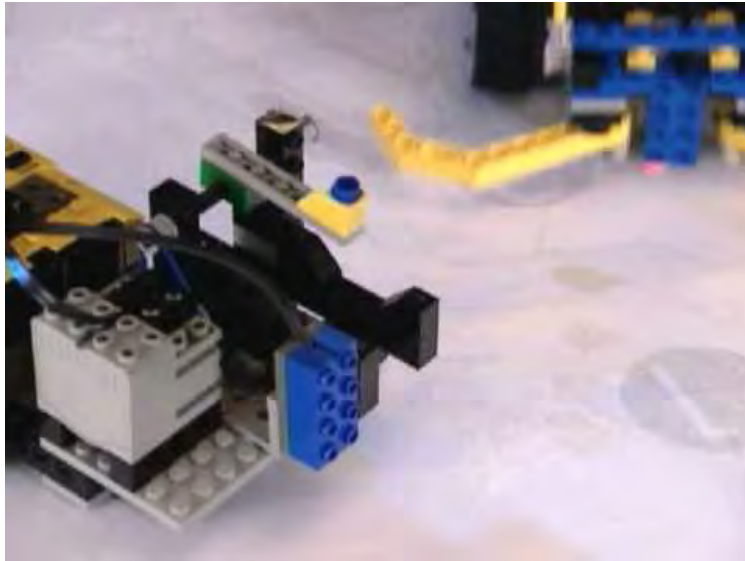
Εικόνα 33 AIBO robot sony (<http://www.sony-aibo.com/aibo-models/sony-aibo-ers-210/>)

2000

Η Honda λανσάρει ένα νέο ανθρωποειδές ρομπότ τον Asimo που είναι η επόμενη γενιά της σειράς των ανθρωποειδών ρομπότ.

Η Lego κυκλοφορεί το Mindstorms Robotic Invention System TM 2.0.

Τον Οκτώβριο του ίδιου έτους ο ΟΗΕ εκτιμά ότι υπάρχουν 742.500 βιομηχανικά ρομπότ σε χρήση σε όλο τον κόσμο. Περισσότερα από τα μισά χρησιμοποιούνται στην Ιαπωνία.



Εικόνα 34 Mindstorms Robotic Invention System TM 2.0. (Wikipedia)

2003

Η Sony φέρνει στην αγορά το AIBO ERS-7, το 3^{ης} γενιάς σκυλί ρομπότ

Το εργαστήριο Ρομποτικής στο πανεπιστήμιο του Όκλαντ χρησιμοποιεί ρομπότ για την έρευνα πλοήγησης B21r

2004

Κυκλοφορεί το μικρότερο ιπτάμενο ρομπότ με την ονομασία Epson. Με βάρος 10 γραμμάρια και ύψος 70 mm το συγκεκριμένο ιπτάμενο ρομπότ αποκαλείται ως το ελαφρύτερο και μικρότερο ρομπότ ελικόπτερο του κόσμου. Σκοπός της κατασκευής του να χρησιμοποιηθεί ως ιπτάμενη κάμερα για την καταγραφή και έρευνα φυσικών καταστροφών.



Εικόνα 35 Epson Robot (<http://web-japan.org/kidsweb/archives/news/04-11/robot.html>)

2005

Ερευνητές στο πανεπιστήμιο του Cornell ισχυρίζονται ότι έχουν δημιουργήσει το πρώτο ρομπότ που κατά κάποιο είναι αυτό-αναπαραγόμενο, χρησιμοποιώντας μια σειρά ηλεκτρονικών κύβων.

2008

Μετά την πρώτη παρουσίαση το 2002, το δημοφιλές ρομπότ με την ονομασία Roomba, στην ουσία μια ρομποτική ηλεκτρική σκούπα, φτάνει τον αριθμό των 2,5 εκατομμύρια πωλήσεων αποδεικνύοντας ότι υπάρχει μεγάλη ζήτηση για αυτό το νέο είδος εγχώριων ρομποτικής τεχνολογίας οικιακών συσκευών.



Εικόνα36 Roomba (<https://www.robotcenter.co.uk/products/irobot-roomba-620-vacuum-cleaning-robot>)

2010

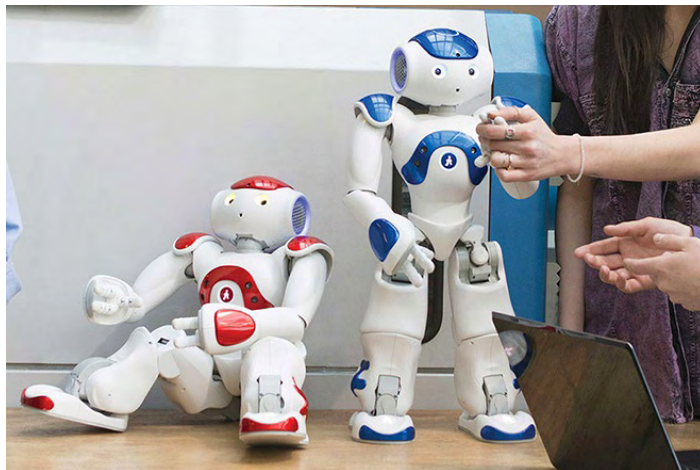
Το HRP-4 έρχεται στο φως της δημοσιότητας από τους δημιουργούς του, Kawada και AIST. Είναι ένα δίποδο ανθρωπόμορφο ρομπότ το οποίο έχει μεγάλη ευελιξία και ισορροπία και μοιάζει πολύ με έναν άνθρωπο καθώς μπορεί και μιμείται τις ανθρώπινες κινήσεις.



Εικόνα 37 HRP-4 (http://www.plasticpals.com/?attachment_id=24560)

2015

Λέγεται Nao και είναι μόλις 58 εκατοστά ψηλό. Μπορεί να αναγνωρίζει ανθρώπους και να συνομιλεί μαζί τους. Κατασκευάστηκε το 2006 και πριν από ένα μήνα κατάφερε να περάσει με επιτυχία ένα πείραμα Τεχνητής Νοημοσύνης που ονομάζεται «King's Wise Men».



Εικόνα 38 Nao Robots (Wikipedia)

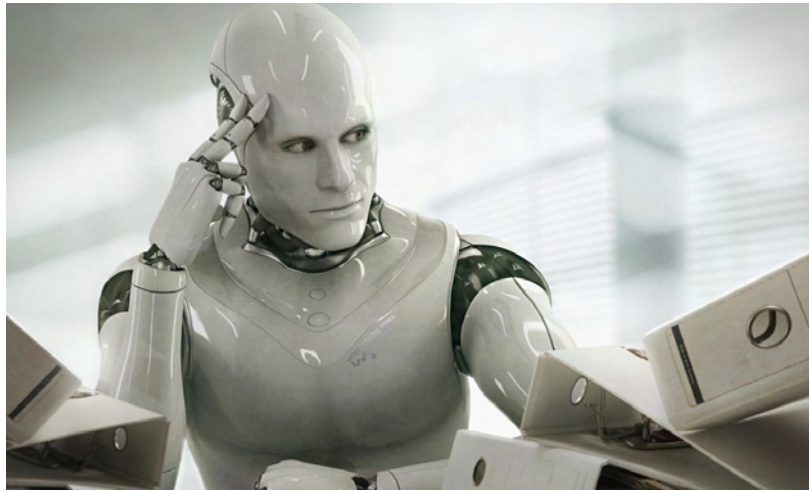
1.4 Η ρομποτική σήμερα και στο μέλλον

Για τους ειδικούς, τα ρομπότ θα παίξουν σημαντικό ρόλο τόσο στις επιχειρήσεις και τα εργοστάσια, όσο και στην καθημερινή ζωή. Η IDC κάνει τις δικές της προβλέψεις για τον τρόπο με τον οποίο η ρομποτική θα ενταχθεί ολοένα και περισσότερο στην καθημερινότητά μας. Ας δούμε, επιγραμματικά τις 10 βασικές καινοτομίες που θα φέρει η ρομποτική στη ζωή μας, αρχής γενομένης από το 2017. Ένα στοιχείο που αναμένεται να γνωρίσει άνθηση λίγο αργότερα, από το 2019, σύμφωνα με τους ειδικούς, είναι το robots-as-a-service, η χρήση των αυτόματων μηχανών κατά παραγγελία.

Σταδιακά, σε επιχειρήσεις και εργοστάσια θα δούμε να αναδύεται μία νέα θέση εργασίας, εκείνη του επικεφαλής των ρομπότ, ή αλλιώς Chief Robotics Officer (CRO). Η ρομποτική τεχνολογία εκτιμάται ότι θα είναι αιτία επενδύσεων, ενώ νέες θέσεις εργασίας αναμένεται να προκύπτουν σταδιακά, σε πολλές περιπτώσεις θα

έχουν και πολύ καλούς μισθούς. Τα παραπάνω στοιχεία, σε συνδυασμό με την ευρεία χρήση των εφαρμογών της ρομποτικής, θα οδηγήσουν στη θέσπιση νόμων και κανόνων για τη λειτουργία των ρομπότ.

Μέχρι το 2020 αναμένεται να έχει δημιουργηθεί ένα οικοσύστημα εφαρμογών ρομποτικής, ενώ σταδιακά τα ρομπότ θα μάθουν να αντιδρούν πολύ πιο γρήγορα μεταξύ τους, αλλά και με τους ανθρώπους. Μέχρι το 2020 εκτιμάται ότι θα έχει ολοκληρωθεί ένα έξυπνο δίκτυο ρομπότ, το οποίο θα χρησιμοποιούν οι μηχανές για να επικοινωνούν μεταξύ τους. Τα ρομπότ θα φύγουν από το δεδομένο χώρο του εργοστασίου και θα βρίσκουν εφαρμογές σε πολλές άλλες περιπτώσεις, όπως το ηλεκτρονικό εμπόριο.



Εικόνα 39 Human Robot (Wikipedia)

2. Εκπαιδευτική Ρομποτική

Οι σύγχρονες σχετικές έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί στο διεθνή και στον ελληνικό χώρο προτείνουν εναλλακτικές προσεγγίσεις στη διδασκαλία του προγραμματισμού, κυρίως για τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Η γενικότερη τάση αφορά την επιδίωξή τους να απαλλάξουν τον μαθητή από την εκμάθηση των στοιχείων μιας αφηρημένης γλώσσας προγραμματισμού (εντολές και συντακτικό), να αντλήσουν παραδείγματα από τον “πραγματικό” κόσμο των μαθητών, να λάβουν υπόψη τα ενδιαφέροντα και τα νοήματα που δίνουν οι ίδιοι, και να διατηρήσουν διαθεματικό χαρακτήρα.

Η γρήγορη ανάπτυξη της επιστήμης του κλάδου της πληροφορικής αλλά και των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνίας ήταν καθοριστική και ως επακόλουθο έφερε γρήγορα αλλαγές σε όλους τους τομείς μιας σύγχρονης κοινωνίας και τρόπου ζωής. Έτσι σαν φυσικό επακόλουθο δεν θα μπορούσε να μην δεχτεί επιρροές και ο χώρος της εκπαίδευσης, όπου η νέα πραγματικότητα επέβαλε την ανάγκη προσαρμογής των υπάρχοντων εκπαιδευτικών συστημάτων, ώστε να μπορέσει να ανταπεξέλθει στις σύγχρονες απαιτήσεις μόρφωσης και κατάρτισης και στις ραγδαίες εξελίξεις της αγοράς εργασίας.

Η εισαγωγή της τεχνολογίας και ειδικότερα της πληροφορικής στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα ξεκίνησε από τα Τεχνικά, τα Επαγγελματικά και τα Πολυκλαδικά Λύκεια και τα Γυμνάσια, ενώ αργότερα ακολούθησαν η πρωτοβάθμια εκπαίδευση και το Γενικό Λύκειο. Ο καθορισμός του επιπέδου από το οποίο ξεκίνησε να διδάσκεται η πληροφορική δεν βασίστηκε σε κριτήρια παιδαγωγικού και διδακτικού προβληματισμού, αλλά σε κριτήρια που ικανοποιούσαν κυρίως κοινωνικές πιέσεις σχετικά με την πληροφοριοποίηση (informatisation) του σχολείου [1](Κόμης, 2001).

Στα πλαίσια της όλο και αυξανόμενης εξοικείωσης με την τεχνολογία και την πληροφορική δημιουργήθηκε ο κλάδος πληροφορικής στα ΤΕΛ – ΕΠΛ (από τα μέσα της δεκαετίας του '80) και εντάχθηκε ένα μάθημα πληροφορικής στο γυμνάσιο (αρχές δεκαετίας του '90). Την περίοδο αυτή (μέσα της δεκαετίας του '80) δεν υιοθετήθηκε η διεθνώς καθιερωμένη πρακτική της προκαταρκτικής πειραματικής φάσης και στη συνέχεια της γενίκευσης και της καθολικής εφαρμογής, με αποτέλεσμα την καθιέρωση εκ των πραγμάτων ενός μοντέλου μαθήματος γενικών γνώσεων στους υπολογιστές και όχι του υπολογιστή ως μέσου στήριξης της εκπαιδευτικής διαδικασίας [1](Κόμης, 2001).

Ωστόσο, η διδασκαλία της πληροφορικής στη μέση εκπαίδευση δεν πρέπει να στοχεύει στην κατάρτιση ειδικών, αλλά στην πρόσκτηση όλων των απαραίτητων γνώσεων που απαιτούνται για την ορθή κατανόηση των εργασιών που πραγματοποιούνται με τη βοήθεια ενός υπολογιστή. Τελειώνοντας το λύκειο, οι μαθητές πρέπει να έχουν εξοικειωθεί με τις νέες τεχνολογίες της πληροφορίας και της επικοινωνίας και να είναι σε θέση να τις αξιοποιούν με ορθολογικό τρόπο, επιλύοντας απλά προβλήματα ή επεξεργασίες πληροφορίας. Στα πλαίσια αυτά, η διδασκαλία της πληροφορικής δεν πρέπει να θεωρηθεί ως ένα μάθημα επαγγελματικής κατάρτισης [1] (Κόμης, 2001).

Η αναγκαιότητα για την περεταίρω ένταξη των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνίας στην ελληνική σχολική πραγματικότητα οδήγησε το 1997 το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο στη σχεδίαση του “Ενιαίου Πλαισίου Προγράμματος Σπουδών Πληροφορικής” (ΕΠΠΣ), που αφορά στην εισαγωγή και ένταξη των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνίας σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης.

Το πλαίσιο αυτό επιδιώκει αφενός να οριοθετήσει έναν ενιαίο τρόπο θεώρησης της ένταξης των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα και αφετέρου να δώσει απαντήσεις στα κύρια θέματα που αφορούν την ένταξη των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνίας σε όλο το φάσμα του ελληνικού σχολικού συστήματος (γενικό πλαίσιο, προγράμματα σπουδών,

μεθοδολογία διδασκαλίας, προδιαγραφές σχολικών εργαστηρίων, κ.λπ.). [2] (Κόμης, 2005)

Το Ενιαίο Πλαίσιο Προγράμματος Σπουδών προβλέπει ότι ο μαθητής που τελειώνει το δημοτικό σχολείο πρέπει να είναι σε θέση

“να περιγράφει τα βασικά στοιχεία της αρχιτεκτονικής των υπολογιστών (μνήμη, επεξεργασία, περιφερειακά), να αναγνωρίζει την κεντρική μονάδα και τις βασικές περιφερειακές συσκευές (πληκτρολόγιο, οθόνη, ποντίκι, εκτυπωτής) του υπολογιστή, να μπορεί να εξηγή με απλά λόγια τη χρησιμότητά τους, να τις θέτει σε λειτουργία και να τις χρησιμοποιεί, να εργάζεται με σχετική αυτονομία σε ένα γραφικό περιβάλλον εργασίας, να χρησιμοποιεί λογισμικό γενικής χρήσης για να εκφράζει τις ιδέες του με πολλούς τρόπους και μέσα (χρησιμοποιώντας εικόνες, ήχους, κείμενα κτλ.), να χρησιμοποιεί εφαρμογές πολυμέσων εκπαιδευτικού περιεχομένου και να έχει κατακτήσει τις έννοιες της πλοήγησης σε ένα δίκτυο πληροφοριών και της αλληλεπίδρασης με ένα πληροφορικό σύστημα, να αναζητεί πληροφορίες από απλές βάσεις δεδομένων, να επικοινωνεί και να αναζητά πληροφορίες χρησιμοποιώντας τον παγκόσμιο ιστό πληροφοριών, να αναφέρει εφαρμογές της πληροφορικής στο σύγχρονο κόσμο, να αντιλαμβάνεται τον υπολογιστή, τις περιφερειακές συσκευές και το χρησιμοποιούμενο λογισμικό ως ενιαίο σύστημα.” (Π. Ι., 1997)

Μεταξέλιξη του Ενιαίου Πλαισίου Προγράμματος Σπουδών αποτελεί το “Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών” (Π.Ι., 2003), οπότε και οι Τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνίας εντάσσονται πλήρως σε όλες τις βαθμίδες της υποχρεωτικής εκπαίδευσης, αφού μάλιστα περιγράφονται με σαφήνεια οι άξονες γνωστικού περιεχομένου που προσεγγίζονται, καθώς και οι τρόποι για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο. Η Πληροφορική και οι Τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνίας αποκτούν ιδιαίτερη βαρύτητα στο Αναλυτικό Πρόγραμμα, αφού αντιμετωπίζονται σαν γνωστικό αντικείμενο ίσης αξίας με άλλα τέσσερα θεμελιώδη αντικείμενα, τη Γλώσσα, τα Μαθηματικά, τη Μελέτη Περιβάλλοντος και

τη Δημιουργία και Έκφραση. Σύμφωνα με το Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών,

“σκοπός της εισαγωγής της Πληροφορικής στο Νηπιαγωγείο και στο Δημοτικό Σχολείο είναι να εξοικειωθούν οι μαθητές και οι μαθήτριες με τις βασικές λειτουργίες του υπολογιστή και να έλθουν σε μια πρώτη επαφή με διάφορες χρήσεις του ως εποπτικού μέσου διδασκαλίας, ως γνωστικού – διερευνητικού εργαλείου και ως εργαλείου επικοινωνίας και αναζήτησης πληροφοριών στο πλαίσιο των καθημερινών σχολικών τους δραστηριοτήτων με τη χρήση κατάλληλου λογισμικού και ιδιαίτερα ανοικτού λογισμικού διερευνητικής μάθησης.”

2.1 Ο προγραμματισμός στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση

Το 2010 το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο παρουσιάζει το Ενιαίο Αναμορφωμένο Εκπαιδευτικό Πρόγραμμα (Π.Ι., 2010), το οποίο αρχίζει να εφαρμόζεται δοκιμαστικά κατά την σχολική χρονιά 2010-2011. Το ΕΑΕΠ επανεξετάζει τα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών και τις οδηγίες για τα μαθήματα του ολοήμερου προγράμματος των δημοτικών σχολείων, ενώ εισάγει νέα διδακτικά αντικείμενα, σηματοδοτώντας ανακατατάξεις στα μαθήματα Πληροφορικής και προετοιμάζοντας το έδαφος για την πλήρη ανάπτυξη του Ψηφιακού Σχολείου και τα νέα πιλοτικά προγράμματα σπουδών.

Το Αναλυτικό Πρόγραμμα για τις Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνίας προτείνει τη διδασκαλία του προγραμματισμού τόσο στην Πέμπτη όσο και στην Έκτη τάξη του Δημοτικού, αναδεικνύοντας με τον τρόπο αυτό τη σημασία της Πληροφορικής και του προγραμματισμού στο σύγχρονο εκπαιδευτικό σύστημα. Η προσέγγιση αυτή συμφωνεί με τη θεώρηση του προγραμματισμού ως βασική συνιστώσα για την ανάπτυξη και την εξίσωση της σημαντικότητάς του με αυτή της γραφής, της ανάγνωσης και των μαθηματικών ως θεμελιώδεις λίθους για τη γνωστική ανάπτυξη του ατόμου [3] (Kelleher, 2012).

Ειδικότερα, η διδακτική ενότητα “Προγραμματίζω και Ελέγχω” που εντάσσεται στον άξονα “Διερευνώ, ανακαλύπτω και λύνω προβλήματα με ΤΠΕ” προτείνεται και για τις δύο τάξεις, με τη διαφορά πως οι στόχοι που αναφέρονται για την Ε΄ τάξη αφορούν περισσότερο την εξοικείωση των μαθητών με το γραφικό περιβάλλον και με την κίνηση ενός αντικειμένου, καθώς επίσης και το σχεδιασμό απλών γεωμετρικών σχημάτων. Αντίθετα, οι στόχοι που αναφέρονται για την ΣΤ΄ τάξη οδηγούν το μαθητή να μάθει βασικές έννοιες του προγραμματισμού όπως τι είναι μεταβλητή, διαδικασία, επανάληψη αλλά και πόσο χρήσιμες είναι αυτές για τον προγραμματιστή.

Ειδικότερα, στην Ε΄ τάξη του δημοτικού στόχος του νέου προγράμματος σπουδών είναι οι μαθητές:

- να σχεδιάζουν και να επεξεργάζονται δικές τους ζωγραφιές σε ένα Logo like προγραμματιστικό περιβάλλον.
- να εισάγουν και να επεξεργάζονται έτοιμα σχήματα.
- να εισάγουν έτοιμες εικόνες και ζωγραφιές.
- να εισάγουν χελώνα και να αλλάζουν τις διαστάσεις της.
- να αλλάζουν τη μορφή της χελώνας χρησιμοποιώντας τα έτοιμα σχήματα.
- να γνωρίζουν τις βασικές εντολές κίνησης της χελώνας (μπροστά, πίσω δεξιά, αριστερά, περίμενε κ.λπ.).
- να σχεδιάζουν απλά γεωμετρικά σχήματα (τετράγωνο, παραλληλόγραμμο, κ.ά.) με τη γραφίδα της χελώνας. Στην ΣΤ΄ τάξη, στόχος είναι οι μαθητές:
 - να συντάσσουν απλές διαδικασίες σε ένα Logo like προγραμματιστικό περιβάλλον.
 - να κατανοήσουν την έννοια της μεταβλητής.
 - να χρησιμοποιούν διαδικασίες με συνθήκη, παραμετρικές και αναδρομικές διαδικασίες.

Τελικά, στόχος είναι οι μαθητές να αποκτήσουν την ικανότητα της αναλυτικής και συνθετικής σκέψης και να εξοικειωθούν με τεχνικές διόρθωσης σφαλμάτων (debugging) και βελτιστοποίησης προγραμμάτων ώστε να δημιουργούν οι ίδιοι σύνθετα έργα και προγράμματα βασιζόμενοι σε σύνθεση απλούστερων μερών σε ένα περιβάλλον οπτικού προγραμματισμού. Τα περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού που προτείνονται είναι τα εξής: EasyLogo, Scratch, BYOB, Kodu, MicroWorlds Pro, Game Maker, K-Turtle, Turtle Art, openStarlogo και Εκπαιδευτική Ρομποτική.

2.2 Μαθαίνοντας Προγραμματισμό

Πλεονεκτήματα

Η εκμάθηση προγραμματισμού στον υπολογιστή από μαθητές νεαρής ηλικίας έχει από παλιά αναγνωρισθεί ως μια δραστηριότητα που προσφέρει πολλαπλά οφέλη στην ανάπτυξη του ατόμου στο γνωστικό τομέα. Η χρήση δομημένου τρόπου σκέψης βοηθά στην επίλυση προβλημάτων διαφορετικού επιπέδου δυσκολίας, αλλά επιπλέον δίνει και τη δυνατότητα στο άτομο να εντοπίσει τις αδυναμίες του και να τις βελτιώσει, επαυξάνοντας έτσι το γνωστικό του υπόβαθρο [4] (Resnick et al, 2009).

Οι ερευνητές και οι παιδαγωγοί που υποστηρίζουν την ανάγκη της διδασκαλίας του προγραμματισμού στην εκπαίδευση, αποδέχονται ότι η μάθηση του προγραμματισμού [5] (Dufoyer, 1988) μπορεί να οδηγήσει σε τουλάχιστον επτά σημαντικές αλλαγές στο γνωστικό σύστημα των μαθητών:

1. Αυστηρότητα στη σκέψη, ακρίβεια στην έκφραση, συνειδητή ανάγκη για αποσαφήνιση των ενεργειών.

2. Κατανόηση γενικών εννοιών, όπως διαδικασία, μεταβλητή, συνάρτηση, μετασχηματισμός (που σχετίζονται άμεσα και με τη μαθηματική παιδεία).
3. Πρόσκτηση ευρετικών ικανοτήτων και μεθοδολογίας: σχεδιασμός, αναζήτηση παρόμοιων περιπτώσεων, επίλυση με ανάλυση σε μέρη.
4. Μάθηση τεχνικών αναζήτησης λαθών που μπορούν να μεταφερθούν και σε άλλους, εκτός προγραμματισμού, χώρους.
5. Πρόσκτηση της γενικής ιδέας οικοδόμησης της λύσης με τη μορφή μικρών διαδικασιών ή στοιχειωδών τμημάτων, τα οποία μπορούν να συνδεθούν και να χρησιμοποιηθούν για την οικοδόμηση της λύσης σύνθετων προβλημάτων.
6. Επέκταση της συνειδητοποίησης και της γνώσης πάνω σε τεχνικές επίλυσης προβλημάτων.
7. Επέκταση και ανάπτυξη της χρήσης συγκριτικών μεθόδων που αφορούν στην πολλαπλότητα των τρόπων ώστε να επιτευχθεί ένας δεδομένος στόχος.

2.3 Διδάσκοντας προγραμματισμό

Η διδασκαλία του προγραμματισμού στοχεύει στην απόκτηση και εξοικείωση γνώσεων σχετικά με τις προγραμματιστικές έννοιες και δομές και στην καλλιέργεια ικανοτήτων στη σχεδίαση και υλοποίηση λύσεων (ανάλυση προβλήματος, επαναχρησιμοποίηση υπαρχόντων λύσεων, αποτελεσματική βέλτιστη χρησιμοποίηση των προγραμματιστικών δομών, δοκιμή λύσεων) και στην επίλυση προβλημάτων χρησιμοποιώντας ποικίλα εργαλεία [6] (Γρηγοριάδου κ.α, 2002).

Για να έχει την δυνατότητα ένα παιδί να μπορέσει να προγραμματίσει πρέπει πρώτα να μάθει (με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού) πώς να σκέφτεται [7] [8](Σολομωνίδου, 2006, Saeli et al., 2011). Εκτός όμως από τη διαδικασία ανάλυσης ενός προβλήματος, η οποία αποτελεί βασικό εκπαιδευτικό στόχο, πρέπει οι μαθητές να εξοικειώνονται με τα δομικά χαρακτηριστικά του εκάστοτε προγραμματιστικού περιβάλλοντος.

Οι μαθητές χωρίς προηγούμενη εμπειρία στον προγραμματισμό και τις έννοιές του δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν δομικά εργαλεία της γλώσσας, όταν αυτά δεν βρίσκονται σε αντιστοιχία με τις καθημερινές τους εμπειρίες. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν προγράμματα που απαιτούν το χειρισμό πολλών αφηρημένων οντοτήτων που έχουν μικρή σχέση με τα στοιχεία της καθημερινής ζωής του μαθητή (π.χ. λογικά δεδομένα, εμφωλευμένες δομές επιλογής, βρόχος, μετρητής, αρχικοποίηση μεταβλητής, δείκτης πίνακα, αναδρομή κ.α.).

Ακόμα και στην περίπτωση που οι μαθητές καλούνται να επιλύσουν ένα γνωστό από άλλα γνωστικά πεδία πρόβλημα, απαιτείται ένας διαφορετικός τρόπος σκέψης. Για παράδειγμα, η εκτέλεση ενός αθροίσματος στην BASIC, απαιτεί διαφορετική προσέγγιση από την εκτέλεσή του με «παραδοσιακό» μαθηματικό τρόπο.

Άλλο κριτήριο συνιστά η σύνταξη και η σημασιολογία των γλωσσών προγραμματισμού που κατά κύριο λόγο χρησιμοποιούνται στην εκπαιδευτική διαδικασία. Γλώσσες όπως η BASIC, η PASCAL, η FORTRAN που δημιουργήθηκαν για σκοπούς μη εκπαιδευτικούς, αλλά και ο ψευδοκώδικας που συνδυάζει στοιχεία της φιλοσοφίας των γλωσσών αυτών, απαιτούν προσαρμογή στην αυστηρότητα σύνταξης και δόμησης, δηλαδή αυστηρή πειθαρχία στο συντακτικό και τη σημασιολογία τους [9] (Brusilovski, 1997).

Ένα τελευταίο και σημαντικό κριτήριο είναι αυτό που σχετίζεται με τις μελέτες της Γνωστικής Ψυχολογίας, σύμφωνα με την οποία οι αρχάριοι προγραμματιστές δεν έχουν αναπτύξει υποδείγματα προγραμματισμού (νοητικά σχήματα) τα οποία μπορούν να εφαρμόσουν σε καινούρια προβλήματα. Η απαίτηση για συνθετική και αναλυτική σκέψη (ανάλυση ενός προβλήματος σε επιμέρους υποπροβλήματα και σύνθεσή τους) προσδίδει στον προγραμματισμό μια θεμελιώδη απαίτηση για βηματική προσέγγιση. Η έλλειψη επαρκών αναπαραστάσεων για τη ροή των δεδομένων, το ρόλο και τη λειτουργία των βασικών μονάδων του υπολογιστή

καθορίζει το μοντέλο της μηχανής που οικοδομούν οι μαθητές [10] (Τζιμογιάννης & Κόμης, 2004). Έτσι οι μαθητές αντιμετωπίζουν τον υπολογιστή μόνο χηριστικά προσδίδοντάς του χαρακτήρα “μαύρου κουτιού”.

Για όλους τους παραπάνω λόγους οι μαθητές και σπουδαστές, ανεξαρτήτως βαθμίδας εκπαίδευσης, που έρχονται για πρώτη φορά σε επαφή με τον προγραμματισμό, δηλώνουν ότι αντιμετωπίζουν δυσκολίες [11] [12] [13] [14] (Κολοκοτρώνης κ.α, 2010; Λαμπροπούλου & Ξυνόγαλος, 2011; Νάκος & Κόρδα, 2011; Φεσάκης κ.α, 2011), καθώς δίνουν περισσότερη βαρύτητα στην εκμάθηση της ίδιας της γλώσσας, παρά στη μεθοδολογία για την επίλυση προβλημάτων [15] (Δαγδιλέλης, 1996).

2.4 Ρομποτική και εκπαίδευση

Οι σύγχρονες σχετικές έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί στο διεθνή και στον ελληνικό χώρο προτείνουν εναλλακτικές προσεγγίσεις στη διδασκαλία του προγραμματισμού, κυρίως για τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Η γενικότερη τάση αφορά την επιδίωξή τους να απαλλάξουν τον μαθητή από την εκμάθηση των στοιχείων μιας αφηρημένης γλώσσας προγραμματισμού (εντολές και συντακτικό), να αντλήσουν παραδείγματα από τον “πραγματικό” κόσμο των μαθητών, να λάβουν υπόψη τα ενδιαφέροντα και τα νοήματα που δίνουν οι ίδιοι, και να διατηρήσουν διαθεματικό χαρακτήρα.

Οι δυσκολίες αυτές, δεν αφήνουν αδιάφορους και τους μαθητές της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Οι [16]Φεσάκης & Δημητρακοπούλου (2006), επιδιώκοντας μια επισκόπηση του χώρου των εκπαιδευτικών περιβαλλόντων προγραμματισμού, κατέληξαν στο συμπέρασμα πως οι κατάλληλες γλώσσες προγραμματισμού, για τις ηλικίες από 8 έως και 5 ετών είναι τα Logo Like περιβάλλοντα, οι εφαρμογές Εκπαιδευτικής Ρομποτικής καθώς και τα προγράμματα δημιουργίας παιχνιδιών, όπως το Game Maker.

Η εκπαιδευτική ρομποτική γνωρίζει σημαντική εξέλιξη κυρίως μέσα από το παιδαγωγικό ρεύμα της γλώσσας προγραμματισμού Logo. Ως παιδαγωγική προσέγγιση εγγράφεται στο πλαίσιο του κλασικού εποικοδομισμού και ειδικότερα του κατασκευαστικού εποικοδομισμού, όπως αναπτύχθηκε από τον Papert [17] [18] (Papert, 1991; Resnick, 1994).

Βασικοί στόχοι της προσέγγισης αυτής είναι:

- α. η επίλυση προβλημάτων μέσω χειρισμού και κατασκευών πραγματικών και ιδεατών αντικειμένων,
- β. ο φορμαλισμός της σκέψης (με τη χρήση εντολών στο πλαίσιο μιας γλώσσας προγραμματισμού για το χειρισμό αυτομάτων),
- γ. η κοινωνικοποίηση (ανθρώπινη συνεργασία, αλληλεπίδραση και προώθηση της σκέψης μέσω γνωστικών και κοινωνικο-γνωστικών συγκρούσεων) και
- δ. η πρόσκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων που συνδέονται με πολλά γνωστικά αντικείμενα και συνεπώς η προώθηση της διεπιστημονικής και της διαθεματικής προσέγγισης [19] (Kafai & Resnick, 1996).

Στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής ρομποτικής διακρίνονται τρεις τουλάχιστον επιμέρους παιδαγωγικές προσεγγίσεις. Μια πρώτη προσέγγιση συνδέεται άμεσα με την ανάπτυξη και την περιγραφή τεχνικών καταστάσεων με τη βοήθεια γλωσσών εντολών, όπως οι τυπικές γλώσσες προγραμματισμού, και αντιστοιχεί στην προβληματική της Τεχνολογίας Ελέγχου.

Μια δεύτερη παιδαγωγική προσέγγιση έρχεται απευθείας από την παιδαγωγική παράδοση της Logo, με τη δημιουργία ποικίλων μικρόκοσμων, που απαιτούν ύπαρξη αυτομάτων με πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα την προγραμματιζόμενη «χελώνα» εδάφους, οι οποίοι χρησιμοποιούνται μέσα σε διάφορες παιδαγωγικές καταστάσεις με σημασία και νόημα για τους μαθητές.

Μια τρίτη προσέγγιση αφορά στη χρήση της παιδαγωγικής ρομποτικής ως ενός εναλλακτικού τρόπου εκμάθησης του προγραμματισμού κάτω από το πρίσμα της ανάπτυξης της οργάνωσης της σκέψης μέσω πρόβλεψης για τη μετακίνηση αντικειμένων μέσα στο χώρο [20] (Κόμης, 2004). Σε κάθε περίπτωση, η ενασχόληση με τη ρομποτική ενέχει δύο ειδών δραστηριότητες: μια κατασκευαστική και μια προγραμματιστική.

Ο προγραμματισμός ρομποτικών κατασκευών έχει μια ιδιαιτερότητα σε σχέση με τον προγραμματισμό σε άλλες συνθήκες ή καταστάσεις γιατί ταυτίζεται με την απόδοση συμπεριφοράς σε μια τεχνητή κατασκευή. Η τεχνητή κατασκευή δημιουργείται από τους μαθητές αξιοποιώντας ένα σύνολο δομικών υλικών, όπως για παράδειγμα τα Lego Mindstorms. Μπορεί να διαθέτει αισθητήρες για να συλλαμβάνει συμβάντα ή καταστάσεις του περιβάλλοντος (θερμοκρασία, απόσταση από εμπόδιο, ένταση φωτός, επαφή με άλλα αντικείμενα, κλπ). Μπορεί επίσης να διαθέτει μηχανισμό κίνησης (μοτέρ) που θέτει σε κίνηση ολόκληρη την κατασκευή ή ένα τμήμα της. Μια τυπική συμπεριφορά της ρομποτικής κατασκευής είναι η αντίδραση σε ένα πιθανό ερέθισμα. Πρόκειται για ένα χαρακτηριστικό ξεκάθαρα ανθρωπομορφικό και δεν είναι τυχαίο που πολλοί ερευνητές προσπάθησαν να μελετήσουν συμπεριφορές ζώντων οργανισμών ή βιολογικών συστημάτων με τη βοήθεια των ρομποτικών κατασκευών.

Αυτή η ιδιαιτερότητα στον προγραμματισμό των ρομποτικών κατασκευών δημιουργεί ένα εντελώς νέο περιβάλλον εργασίας για τους μαθητές με τα εξής χαρακτηριστικά:

α. Είναι έντονα παρακινητικό, και συνεπώς παράγοντας υψίστης σημασίας για τη διδακτική.

β. Έχει άμεση σύνδεση με κοινωνικές πρακτικές αναφοράς [2] (Κόμης, 2005) δεδομένου ότι η κατασκευή διαφόρων αντικειμένων συνιστά πλέον διαδεδομένη κοινωνική πρακτική ακόμα και στον κόσμο των παιδιών. Οι συμπεριφορές προκύπτουν από μεταφορά υπάρχοντων και ήδη γνωστών συμπεριφορών από τους ζώντες οργανισμούς.

γ. Ευνοεί τη στρατηγική δοκιμής – πλάνης, που είναι στρατηγική οικεία στους μαθητές του δημοτικού.

δ. Αναδεικνύει παραδεκτές προσεγγίσεις και λύσεις και όχι μια και μοναδική σωστή λύση αφού μια συμπεριφορά μπορεί να αποδοθεί με πολλούς τρόπους.

ε. Υποστηρίζει μεταγνωστικές διεργασίες μάθησης, δεδομένου ότι η προγραμματιστική δραστηριότητα οδηγεί στη συγκρότηση, την ανάλυση και την εξωτερίκευση νοητικών διεργασιών. Αυτή η προσπάθεια έχει μεταγνωστικό χαρακτήρα αφού μας αναγκάζει να σκεφτούμε πάνω στον τρόπο που σκεφτόμαστε και ενεργούμε.

2.4.1 Θετικά της εκπαιδευτικής ρομποτικής

Η εμπειρία και οι σχετικές γνώσεις έχουν δημιουργήσει ένα όλο και περισσότερο θετικό κλίμα εφαρμογής της Ρομποτικής στο χώρο της εκπαίδευσης, καθώς μπορεί να βοηθήσει στην αύξηση της ποιότητας της επιστημονικής και τεχνολογικής εκπαίδευσης σε όλους τους τύπους των σχολείων [21] (Ετεοκλέους & Ψωμάς, (2012). Διάφορες έρευνες εισηγούνται ότι η χρήση της ρομποτικής για εκπαιδευτικούς σκοπούς είναι μια αποτελεσματική μέθοδος διδασκαλίας, όμως περισσότερη έρευνα χρειάζεται για να δώσει τις βάσεις για την εφαρμογή των κατάλληλων πρακτικών και στρατηγικών με σκοπό το σχεδιασμό τέτοιων μαθησιακών περιβαλλόντων [22] (Williams et al, 2010). Ερευνητές όπως ο [23] Papert (1993) υποστηρίζουν ότι εάν οι ασκήσεις ρομποτικής χρησιμοποιηθούν κατάλληλα έχουν τη δυνατότητα να βελτιώσουν και να ενισχύσουν σημαντικά τη διδασκαλία.

Η ρομποτική τεχνολογία έχει γίνει ένα δημοφιλές εκπαιδευτικό εργαλείο αυξάνοντας το ενδιαφέρον των μαθητών για τον προγραμματισμό [24] (Καρατράντου κ.α., 2005). Η χρήση των ρομπότ για την εισαγωγή σε θέματα προγραμματισμού εκτιμάται ότι μπορεί να είναι θετική, αφού μπορεί να βοηθήσει μεταξύ άλλων στην κατανόηση μιας ακριβούς και λογικής γλώσσας εντολών [20] (Κόμης, 2004).

Η ρομποτική ως εκπαιδευτικό εργαλείο μπορεί να βοηθήσει καθοριστικά στην ανάπτυξη διαθεματικών συνθετικών εργασιών [25] (Φράγκου & Γρηγοριάδου, 2009). Είναι πρωτίστως κατάλληλη για την διδασκαλία φυσικών επιστημών, μαθηματικών, τεχνολογίας και πληροφορικής, αλλά μπορεί να έχει συνδέσεις και με άλλα πεδία όπως λογοτεχνία, θέατρο, τέχνες [26] (Νικολός & Κόμης, 2010).

Η εκπαιδευτική ρομποτική με τις δυνατότητες που παρέχει για την ανάπτυξη ή προσομοίωση πραγματικών καταστάσεων, την εμπλοκή πολλών πεδίων επιστημών και την συνεργατική μάθηση είναι σύμφωνη με τις αρχές της Διερευνητικής μάθησης και της Διαθεματικής προσέγγισης της γνώσης [27] [28][29](Alimisis, 2009; Sotiriou et al., 2012; Κολοκοτρώνης & Μπαράς, 2014). Επιπλέον ενθαρρύνει τους μαθητές να ενταχθούν στη διαδικασία μάθησης, ενώ πρόκειται για μία καθαρά μαθητοκεντρική προσέγγιση. Κατά την διαδικασία σχεδιασμού και προγραμματισμού των ρομπότ, οι μαθητές λαμβάνουν βασικές γνώσεις πάνω στη μηχανική, τα μαθηματικά, και τις τεχνολογίες υπολογιστών [30][31](Druin & Hendler, 2000; Arlegui et al, 2008). Επιπροσθέτως, εφαρμογές της εκπαιδευτικής ρομποτικής με μαθητές και εκπαιδευτικούς έδειξαν θετικά αποτελέσματα στην ανάπτυξη του τεχνολογικού εγγραμματος και της επίλυσης προβλημάτων[32] (Τσοβόλας & Κόμης, 2010).

Τα ρομπότ χρησιμοποιούνται ως ένα μέσο διδασκαλίας μεθόδων επίλυσης προβλημάτων, αποτελώντας μία ευχάριστη και ενδιαφέρουσα ενασχόληση παρέχοντας παράλληλα, μία απλή και διδακτική διεπαφή. Οι μαθητές τα αντιμετωπίζουν περισσότερο ως παιχνίδι, παρά ως εργαλεία μάθησης καθώς η πλειοψηφία τους έχει «παίξει» με αυτά. Η πτυχή του παιχνιδιού, αποτελεί ένα πολύ σημαντικό παράγοντα θετικού κινήτρου [2](Κόμης, 2005).

Η χρήση της εκπαιδευτικής ρομποτικής μπορεί να βελτιώσει τις δεξιότητες συνεργασίας, την αυτοπεποίθηση, τη δημιουργικότητα, τα κίνητρα των παιδιών και τις δεξιότητες χειρισμού του υπολογιστή [33] (Palumbo & Palumbo, 1993). Πρόκειται για μια εναλλακτική προσέγγιση διδασκαλίας του προγραμματισμού, η οποία στηρίζεται στη χρήση φυσικών μηχανικών μοντέλων, με τα οποία οι μαθητές

προσανατολίζονται ως πρώτο βήμα στην κατασκευή ενός ρομποτικού μηχανισμού και μετά από κατάλληλο σχεδιασμό και αρκετούς πειραματισμούς οδηγούνται στην επίλυση πραγματικών προβλημάτων.

Επιπλέον, επιτυγχάνεται υψηλός βαθμός αλληλεπίδρασης μεταξύ υπολογιστή και πραγματικού αντικειμένου, παροχή άμεσης ανατροφοδότησης, εμφάνιση πειραματισμού και ενεργής συμμετοχής από τους μαθητές, αλλά και ανάπτυξη της κριτικής και δημιουργικής σκέψης και καλλιέργεια της διορατικότητας και της πρωτοτυπίας[34] (Καγκάνη κ.α., 2006).

Η διδασκαλία του προγραμματισμού στα πλαίσια της προσέγγισης αυτής είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική καθώς επικεντρώνεται στην ανάπτυξη ικανοτήτων επίλυσης προβλημάτων και σχεδίασης αλγορίθμων και όχι στην εκμάθηση της γλώσσας προγραμματισμού [35](Ξυνόγαλος κ.α. 2000).

3. Ιστορική αναδρομή της πλατφόρμας Lego Mindstorms

Όσον αφορά την πλατφόρμα Mindstorms πήρε το όνομά της από το βιβλίο “Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas” ,του συγγραφέα Seymour Papert. Στο βιβλίο γίνεται αναφορά στο πως η χρήση υπολογιστή μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν εργαλείο το οποίο βοηθάει το παιδί να αναπτύξει την δημιουργικότητά του κάνοντας έτσι το μάθημα και γενικότερα τη μέθοδο διδασκαλίας πιο ενδιαφέρον βοηθώντας στην καλύτερη κατανόηση εννοιών και στην οθσιαστική επίλυση προβλημάτων. Μέσω της πλατφόρμας Mindstorms, επιτυγχάνουμε την διαμόρφωση πραγματικών ενσωματωμένων συστημάτων όπως για παράδειγμα τα βιομηχανικά ρομπότ. Όταν η LEGO στήριξε μέσω χρηματοδότησης μια έρευνα του MIT γεννήθηκε η πλατφόρμα MINDSTORMS και έτσι η πρώτη έκδοση του programmable brick(προγραμματιζόμενου τούβλου) ήταν γεγονός. Έτσι το 1998, μέσω της επωνυμίας ROBOTICS INVENTION SYSTEM,η LEGO έδωσε στην κυκλοφορία την πρώτη έκδοση του LEGO MINDSTORMS η οποία έδινε την δυνατότητα σε όποιον τη χρησιμοποιούσε να προγραμματίσει και να κατασκευάσει απ την αρχή αρκετά ενσωματωμένα συστήματα. Περιείχε αισθητήρες, κινητήρες, μηχανικά μέρη(όπως ένα ‘RCX BRICK’ με ενσωματωμένο επεξεργαστή μετατρέποντας το στον εγκέφαλο του συστήματος) και φυσικά απλά τουβλάκια LEGO.Η μεγάλη εμπορική επιτυχία της πρώτης έκδοσης του LEGO MINDSTORMS προσέδωσε μεγάλη προοπτική στο RCX BRICK ανοίγοντας το δρόμο στην ανάπτυξη περαιτέρω προγραμματιστικών περιβαλλόντων γι αυτό όπως το LegoOS.

Η δεύτερη έκδοση του LEGO MINDSTORMS με το όνομα Lego Mindstorms NXT βγήκε στην αγορά το 2006.Βάση της είναι πάλι το ROBOTICS SYSTEM INVENTION με την προσθήκη νέας τεχνολογίας και αναβαθμισμένων αισθητήρων στην ήδη υπάρχουσα επιτυχημένη συνταγή. Το 2009 είχαμε και την κυκλοφορία του Lego Mindstorms NXT 2.0 της δεύτερης έκδοσης του NXT.Τον ίδιο καιρό βγαίνει και στην κυκλοφορία το Lego Mindstorms for Schools το οποίο αποτελεί την εκπαιδευτική έκδοση το οποίο σαν περιβάλλον προγραμματισμού χρησιμοποιεί το ROBOLAB.

Ο όμιλος **Lego** γεννήθηκε σ ένα εργαστήριο το 1932 από τον ξυλουργό Ole Kirk Christiansen ο οποίος κατάγεται απ το Billund της Δανίας και ξεκίνησε να φτιάχνει ξύλινα παιχνίδια. Το όνομα LEGO προέρχεται απ τη δανέζικη φράση “leggodt” που σημαίνει καλό παιχνίδι ή αλλιώς παίζετε καλά. Από όταν βγήκε στην αγορά το LEGO MINDSTORMS το 1986 έγινε ότι καλύτερο έχει παρουσιάσει η LEGO μέχρι στιγμής αποτελώντας ένα πολύτιμο μέσο κατασκευής και προγραμματισμού ενός σημαντικού συνόλου εργαλείων ρομποτικής. Πιο συγκεκριμένα:

1986:Έγινε η κυκλοφορία του πρώτου υπολογιστή από προϊόντα της LEGO.

1988:Η LEGO Group και το MIT(Massachusetts Institute of Technology) συνεργάζονται με σκοπό την ανάπτυξη και δημιουργία ενός ‘έξυπνου τούβλου’(Intelligent Brick) .

Ιανουαρίου1998:Γίνεται η παρουσίαση του LEGO MINDSTORMS RCX Intelligent Brick στο Μουσείο Μοντέρνας Τέχνης του Λονδίνου.

Νοέμβριος1998:Επιτεύθηκε σημαντική συνεργασία ανάμεσα στον διάσημο εφευρέτη του FIRST(For Inspiration and Recognition of Science andTechnology) Dean Kamen και του ιδιοκτήτη της LEGO group Kirk Kristiansen με σκοπό την δημιουργία και διεξαγωγή του πρώτου LEGO LEAGUE δηλαδή ενός διαγωνισμού ρομποτικής για μαθητές προωθώντας έτσι τα LEGO MINDSTORMS σε τοπικούς αγώνες. Ένας τέτοιος επιτυχημένος διαγωνισμός έλαβε μέρος στο Μουσείο Επιστήμης και Βιομηχανίας με τη συμμετοχή περίπου διακοσίων ομάδων με φοιτητές.

Σεπτέμβρης1999:Η Robotics Discovery Set , η Ultimate Accessory Set , η Droid Developer Kit και η Robotics Invention System 1.5 κυκλοφορήσανε στις Ηνωμένες

Πολιτείες .Το KitDeveloper Droid και το Robotics Invention System 1.5 κυκλοφορήσανε στην Ευρώπη και την Ασία , και η Robotics Discovery Set και η Robotics Invention System 1.5 ξεκινήσανε στο Ηνωμένο Βασίλειο.

Φεβρουάριος 2000:Έχουμε την εμφάνιση της φωτογραφικής μηχανής Vision Command System καθώς και του τηλεχειριζόμενου ρομπότ Dark Side Developer Kit .Επιπλέον έχουμε την αλλά και την εξερεύνηση του Άρη με βάση τις οδηγίες και τα παιχνίδια για το RIS που παρουσιάστηκε στο American International Toy Fair στη Νέα Υόρκη.

Απρ. 2005:Πραγματοποιήθηκε η διεξαγωγή του πρώτου παγκοσμίου πρωταθλήματος LEGO LEAGUE στην Ατλάντα.

Αύγουστος του 2006:Το LEGO MINDSTORMS NXT κυκλοφορεί στις Ηνωμένες Πολιτείες και ακολουθεί η διεθνή διαθεσιμότητα.

Απρίλιος 2007:Οι συμμετοχές στη LEGO LEAGUE ξεπερνάνε το φράγμα των 100.000 για παρθενική φορά.

Μάιος 2008:Η LEGO MINDSTORMS εισήλθε στο Carnegie Mellon University Robot Hall of Fame.

Αύγουστος 2009:Έχουμε την κυκλοφορία του LEGO MINDSTORMS NXT 2.0 της δεύτερης έκδοσης του NXT.

Ιανουαρίου 2013:Η LEGO MINDSTORM γιορτάζει 15 χρόνια ενώ έχουμε και την παρουσίαση στο Διεθνές Consumer Electronics Show της πλατφόρμας επόμενης γενιάς LEGO MINDSTORM EV 3.

Σεπτέμβριος 2013: Έχουμε την παγκόσμια κυκλοφορία της LEGO MINDSTORMS EV 3.

3.1 Τι είναι τα Lego Mindstorms

Η **Lego** είναι μία ιδιαίτερα δημοφιλής σειρά παιχνιδιών κατασκευής, που παρασκευάζονται από την ιδιωτική εταιρία LEGO Group η οποία εδρεύει στη Δανία. Η ναυαρχίδα της εταιρίας αποτελείται από τα πλαστικά τουβλάκια τα οποία ενώνονται δημιουργώντας κατασκευές, όπως επίσης και επιπλέον σειρές με γρανάζια, και διάφορα άλλα κομμάτια. Αυτά τα τουβλάκια συναρμολογούνται για την δημιουργία διάφορων κατασκευών όπως αυτοκίνητα, πλοία, κτίρια ακόμη και ρομπότ τα οποία εκτελούν ορισμένες λειτουργίες. Τα ίδια τούβλα και λοιπά κομμάτια μπορείς να τα αποσυναρμολογήσεις και να φτιάξεις μια νέα κατασκευή.

Τα **Lego Mindstorms** είναι μια σειρά 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.

Η πρώτη λιανική έκδοση των Lego Mindstorms κυκλοφόρησε το 1998 και πωλήθηκε εμπορικά με την επωνυμία Robotics Invention System (RIS). Η τρέχουσα έκδοση κυκλοφόρησε το 2006 ως Lego Mindstorms NXT. Η αρχική έκδοση Mindstorms Robotics Invention System περιείχε δύο μηχανές, δύο αισθητήρες αφής και έναν αισθητήρα φωτός. Η έκδοση NXT έχει τρεις σερβομηχανές και τέσσερις αισθητήρες για την αφή, το φως, τον ήχο, και την απόσταση. Τα Lego Mindstorms μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να κατασκευαστεί ένα μοντέλο ενσωματωμένου συστήματος με ηλεκτρομηχανικά μέρη ελεγχόμενα από υπολογιστή. Πολλά είδη πραγματικών ενσωματωμένων συστημάτων, από ελεγκτές ανελκυστήρων έως βιομηχανικά ρομπότ, μπορούν να διαμορφωθούν χρησιμοποιώντας τα Mindstorms.

Η συνεργασία της LEGO με το εργαστήριο πολυμέσων του MIT Media Laboratory έδωσε τη δυνατότητα στα Mindstorms kits να βγούν στην αγορά και να χρησιμοποιούνται για εκπαιδευτικούς σκοπούς.

Η εκπαιδευτική πλατφόρμα **LEGO Mindstorms NXT** είναι η εξέλιξη της προηγούμενης edition του LEGO MINDSTORMS την RCX. Η έκδοση NXT περιέχει διάφορα δομικά υλικά όπως γρανάζια, άξονες, άλλα εξαρτήματα και πλαστικά τουβλάκια τα οποία διατίθενται σε μια πληθώρα χρωμάτων και σχημάτων κάνοντας την όλη διαδικασία ακόμη πιο διασκεδαστική για τα παιδιά. Η ποιότητα των υλικών αυτών είναι προσεγμένη σε μεγάλο βαθμό όπως βέβαια και η ακρίβεια ώστε να γίνονται σωστά οι συναρμολογήσεις. Με αυτό το πακέτο LEGO MINDSTORMS NXT τα παιδιά έχουν τη δυνατότητα να έρθουν σε επαφή με την έννοια του αυτοματισμού εξομοιώνοντας και προσεγγίζοντας αρκετά συστήματα αυτομάτου ελέγχου σε πολύ ικανοποιητικό βαθμό κάνοντας την μαθησιακή διαδικασία πιο ενδιαφέρον και πιο ευχάριστη αλλά και πολύ πιο αποτελεσματική. Τα υλικά αυτά συνδυάζονται με κάποια ηλεκτρονικά μέρη που περιέχονται στο πακέτο δίνοντας την ικανότητα στις κατασκευές αυτές να εκτελούνε διάφορες λειτουργίες. Τέτοια είναι το προγραμματιζόμενο τούβλο NXT (programmable NXT) το οποίο αποτελεί τον εγκέφαλο. Επίσης περιλαμβάνει αισθητήρες αφής, ήχου, φωτός και απόστασης ώστε το ρομπότ να αποκτήσει 'αισθήσεις' και να αντιληφθεί το περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται ώστε να εκτελέσει την λειτουργία του. Ακόμη περιλαμβάνει 3 sensors κίνησης.

Για την κατασκευή πιο σύνθετων ρομπότ NXT υπάρχει η δυνατότητα αγοράς επιπλέον υλικών όπως δαγκάνες, κανόνι, διαφορικό και πολλά άλλα ώστε οι λειτουργίες που θα εκτελούν τα ρομπότ να είναι πιο σύνθετες και εξειδικευμένες. Για παράδειγμα παρέχεται αισθητήρας χρώματος ώστε το ρομπότ να αντιλαμβάνεται τα χρώματα και αναλόγως να εκτελεί την προγραμματισμένη λειτουργία. Ανάλογα παραδείγματα είναι ο αισθητήρας επιτάχυνσης και ο αισθητήρας πυξίδας. Οι δυνατότητες κατασκευής ρομπότ είναι άπειρες αρκεί να υπάρχει όρεξη και φαντασία.

3.2 Γιατί να χρησιμοποιηθεί το Lego Mindstorms στην εκπαιδευτική διδασκαλία

Με χρήση των LEGO MINDSTORMS στην τάξη δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να συνθέσουν μια μηχανική κατασκευή όπως για παράδειγμα ένα όχημα και να την κατευθύνουν μέσω ενός λιτού και εύκολου προγραμματιστικού περιβάλλοντος. Το πακέτο LEGO MINDSTORMS δίνει άλλες προοπτικές στην μάθηση κάνοντας την πιο εποικοδομητική και ουσιαστική κάνοντας του μαθητές να αντιλαμβάνονται καλύτερα τα προβλήματα αλλά μετατρέποντας και την επίλυση αυτών σε παιχνίδι και δημιουργικότητα, βοηθώντας παράλληλα και στην ανάπτυξη της αίσθησης της κοινωνικότητας αυτών.

Οι ιδέες και το όραμα του S. Papert για μαστόρεμα της γνώσης γίνονται επιτέλους πραγματικότητα με τα LEGO MINDSTORMS γιατί τα παιδιά μέσω του προγραμματισμού, της δημιουργικότητας και ότι άλλο χρειάζεται για να γίνει μια κατασκευή, ψηφιακά ή χειρωνακτικά, οικοδομούν πιο αποτελεσματικά την γνώση.

Η σχεδίαση δραστηριοτήτων με τις ρομποτικές κατασκευές LEGO MINDSTORMS συνδέεται με την εκπλήρωση ενός έργου με στόχο την επίλυση ενός προβλήματος. Σε ένα τέτοιο μαθησιακό περιβάλλον, η μάθηση καθοδηγείται από το προς επίλυση πρόβλημα. Προκειμένου να εμπλέξουμε τους μαθητές σε δραστηριότητες σχεδίασης και κατασκευής πραγματικών αντικειμένων, δηλαδή ρομποτικών κατασκευών που έχουν νόημα για τους ίδιους και τους γύρω τους, θα πρέπει να επινοήσουμε δραστηριότητες που θα προτρέπουν τους μαθητές να κατασκευάσουν αλλά συγχρόνως να τους ενθαρρύνουμε και να τους υποστηρίξουμε κατάλληλα ώστε να πειραματιστούν και να διερευνήσουν ιδέες που διέπουν τις κατασκευές τους. Οι δραστηριότητες αυτές είναι συνήθως διαθεματικές και μπορούν να ενταχθούν στα σχολικά μαθήματα της τεχνολογίας, των φυσικών επιστημών και της πληροφορικής τόσο στην πρωτοβάθμια όσο και στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

3.2.1 Πλεονεκτήματα των Lego Mindstorms

- Από μικρά παιδιά οι περισσότεροι έχουμε ασχοληθεί με LEGO κατασκευές οπότε η εξοικείωση είναι εύκολη κάνοντας την μάθηση να φαίνεται πιο πολύ παιχνίδι παρά δύσκολη διαδικασία.
- Τα σενάρια και οι κατασκευές έχουν μεγάλο βαθμό ρεαλιστικότητας. Το περιβάλλον των LM, είναι ένα περιβάλλον πλούσιο σε υλικά, το οποίο διέπεται από τις Θεωρίες Οικοδόμησης της Γνώσης, σύμφωνα με τις οποίες οι μαθητές δε μαθαίνουν απλώς γεγονότα, εξισώσεις και τεχνικές αλλά μαθαίνουν να σκέπτονται με κριτικό και συστηματικό τρόπο για να λύσουν ένα πρόβλημα [23] (Papert, 1993).
- Τα σενάρια και οι κατασκευές έχουν μεγάλο βαθμό ρεαλιστικότητας. Η κατασκευή και ο προγραμματισμός φυσικών μοντέλων βοηθά τους μαθητές να συνδέσουν ιδέες και πληροφορίες που διδάσκονται θεωρητικά με το φυσικό κόσμο. Τα φυσικά μοντέλα είναι και πιο ελκυστικά γιατί μπορούν τα παιδιά να δοκιμάζουν προγραμματιστικά λύσεις και να παρατηρούν αμέσως τα αποτελέσματα και την συμπεριφορά του ρομπότ.
- Η ποικιλία των δομικών υλικών που παρέχει το LEGO Mindstorms δίνουν την δυναμική στον μαθητή να πειραματιστεί και να φτιάξει διαφορετικές κατασκευές απλά αλλάζοντας αισθητήρες. Επίσης τα υλικά είναι καλής ποιότητας και αρκετά αξιόπιστα και ανθεκτικά.
- Ένα ρομπότ NXT προσαρμόζεται εύκολα και μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί στη διδασκαλία και να καλύψει ένα μεγάλο εύρος θεμάτων του αναλυτικού προγράμματος σπουδών.
- Προσφέρει ένα απλό γραφικό περιβάλλον προγραμματισμού σε educational version που ώστε να μπορούν εύκολα να προγραμματίζονται οι συμπεριφορές των ρομπότ. Το λογισμικό έχει μια διαισθητική διεπαφή “σύρε και άφησε” (drag and drop) και ένα γραφικό προγραμματιστικό περιβάλλον που βασίζεται στη χρήση εικονιδίων, γεγονός που καθιστά την εφαρμογή προσιτή για έναν

αρχάριο, αλλά και εξίσου δυναμική για έναν εξειδικευμένο χρήστη και επομένως είναι κατάλληλο για όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης. Πρώτον για κάθε εικονίδιο εντολής αντιστοιχείται μία φυσική οντότητα ή λειτουργία της ή ακόμα και ένα σύνολο ενεργειών και έτσι τα παιδιά δεν χρειάζεται να μάθουν κάποια δύσκολη γλώσσα προγραμματισμού αλλά με την χρήση εικονιδίων και εντολών να μπορούν να προγραμματίσουν. Ο προγραμματιστής δε χρειάζεται να θυμάται καμιά εντολή. Δεύτερον ο οπτικός προγραμματισμός καθώς και η αναπαραστατικότητα των εικονιδίων - εντολών διευκολύνουν τους μαθητές να κατανοούν εύκολα και γρήγορα τα περισσότερα από τα εικονίδια εντολών. Ακόμη, οι μαθητές εύκολα δημιουργούν κώδικα ο οποίος λειτουργεί χωρίς να χρειάζεται να πάρουν πολλές πληροφορίες για το περιβάλλον. Το πιο σημαντικό είναι ότι και αρχάριος να είσαι στον προγραμματισμό δεν θα έχεις πρόβλημα να προγραμματίσεις σ αυτό το περιβάλλον. Ακόμη παρέχονται πολλά παραδείγματα step by step με εικόνες και video το οποίο απλοποιεί την κατάσταση.

3.2.2 Μειονεκτήματα Των Lego Mindstorms

Το υψηλό κόστος.Ο εξοπλισμός των εκπαιδευτικών μονάδων με τα LM συνεπάγεται αρκετά υψηλό κόστος. Απαιτείται η αγορά ενός επαρκή αριθμού εκπαιδευτικών σετ LM καθώς και κατάλληλες υποδομές για την υποστήριξη εργαστηρίου ρομποτικής με πάγκους εργασίας, Η/Υς, σύνδεση στο Internet και αρκετό ελεύθερο χώρο!

Φυσικοί περιορισμοί του υλικού.Οι κινήσεις ενός ρομποτικού μοντέλου δεν είναι πάντα ακριβείς. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο περιβάλλον μέσα στο οποίο λειτουργεί το ρομπότ πχ. ένα ρομπότ που παρεκκλίνει από την προγραμματισμένη πορεία του εξαιτίας κάποιου εμποδίου, λόγω τριβής κ.α. Επίσης, η επαναφορτιζόμενη μπαταρία θα πρέπει να φορτίζεται συχνά κ.λπ.

Χρονικοί περιορισμοί.Οι δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής απαιτούν

περισσότερο διδακτικό χρόνο από αυτόν που συνήθως προβλέπουν τα σχολικά ωρολόγια προγράμματα. Η διδασκαλία με τη χρήση LM είναι χρονοβόρα τόσο για τη διεξαγωγή της διδασκαλίας όσο και για την οργάνωσή της. Ο εκπαιδευτικός σε πρώτη φάση θα πρέπει να αφιερώσει κάποιες ώρες διδασκαλίας για την εξοικείωση των παιδιών με το υλικό και το λογισμικό LM. Επίσης, θα πρέπει να οργανώσει κατάλληλα τη διδασκαλία του με φύλλα εργασίας και άλλο κατάλληλο υποστηρικτικό υλικό καθώς και να προετοιμάσει κατάλληλα το χώρο του εργαστηρίου. Το μεγάλο πλήθος συγκεκριμένων μικρών εξαρτημάτων αυξάνει το χρόνο οργάνωσης και διατήρησης. Τέλος, ο μαθητής πρέπει να έχει στη διάθεσή του το χρόνο που χρειάζεται για να δουλέψει σύμφωνα με τους δικούς του ρυθμούς μάθησης ώστε να επιτευχθεί η μάθησή του.

Σωστή οργάνωση για τη διδασκαλία με Lego Mindstorms

Για τη σωστή οργάνωση για διδασκαλία με LEGO MINDSTORMS απαιτείται η σωστή οργάνωση των παιδιών σε ομάδες και η ανάθεση ρόλων μέσα σ αυτές τις ομάδες. Επίσης πρέπει να υπάρχει κοινή απόφαση μεταξύ δασκάλων και παιδιών για τους στόχους κάθε κατασκευής ,το μοίρασμα των ομάδων κ.τ.λ.π. Ακόμη πρέπει να υπάρχει στήριξη των εκπαιδευτικών προς τα παιδιά και ενθάρρυνση αλλά και υπομονή ώστε τα αποτελέσματα να είναι ικανοποιητικά και ουσιαστικά. Ο συναγωνισμός συνίσταται σε τέτοιες περιπτώσεις αλλά όχι ο ανταγωνισμός.

3.3 Λειτουργία των Lego Mindstorms NXT

NXT

Το NXT είναι ο εγκέφαλος του MINDSTORMS ROBOT. Είναι μια έξυπνη κονσόλα Lego που επιτρέπει σε ένα ρομπότ MINDSTORMS να ζωντανέψει και θα εκτελέσετε διάφορες λειτουργίες. Είναι στην πραγματικότητα το μυαλό του ρομπότ μας. Αποθηκεύει τα προγράμματα τα οποία διαβάζουν τα δεδομένα από τους αισθητήρες και δίνουν την κατάλληλη κίνηση στους κινητήρες.

—MOTOR PORTS:

Το NXT διαθέτει τρεις εξόδους για τοποθέτηση ports A,B,C.

→SENSOR PORTS:

Το NXT έχει τέσσερις θύρες εισόδου ports 1,2,3,4.

→ USB PORT:

Είναι η θύρα που συνδέεται το καλώδιο USB και κατεβάζετε τα προγράμματα από τον υπολογιστή σας στο NXT όπου ανεβάζετε τα δεδομένα από το ρομπότ στο Computer. Μπορείτε επίσης να χρησιμοποιήσετε ασύρματη σύνδεση Bluetooth για την αποστολή και λήψη.

→LOUDSPEAKER:

Είναι μικρόφωνο για την αναπαραγωγή ήχων.

→NXT BUTTONS:

Έχει ένα πορτοκαλί κουμπί, δύο ανοιχτά γκρι βελάκια τα οποία χρησιμοποιούνται για τη μετακίνηση αριστερά και δεξιά στο σκούρο γκρι κουμπί NXT.

→NXT DISPLAY:

Τέλος έχει μια οθόνη όπου εμφανίζονται οι ρυθμίσεις.

3.3.1 Οι αισθητήρες

Οι αισθητήρες παίζουν καθοριστικό ρόλο σε ένα ρομπότ διότι παρέχουν πληροφορίες στον επεξεργαστή του ρομπότ για το περιβάλλον μέσα στο οποίο δραστηριοποιείται αυτό. Στην συνέχεια ο επεξεργαστής του ρομπότ αποφασίζει τι θα κάνει, βασιζόμενος σε αυτές τις πληροφορίες και με βάση τις εντολές του προγράμματος που του έχουν δοθεί.

Συναντάμε 5 τύπους αισθητήρων.

- COLOR SENSOR (ΑΙΣΘΗΤΗΡΑ ΧΡΩΜΑΤΟΣ)

Ο Color Sensor είναι ένας από τους αισθητήρες που δίνει όραση στο ρομπότ. Ο αισθητήρας χρώματος έχει στην πραγματικότητα τρεις διαφορετικές λειτουργίες σε μία. Ο αισθητήρας αυτός δίνει τη δυνατότητα στο ρομπότ να διακρίνει ανάμεσα στα χρώματα, το φως και το σκοτάδι. Επίσης μπορεί να ανιχνεύσει 6 διαφορετικά χρώματα, διαβάζοντας την ένταση του φωτός σε ένα δωμάτιο και μετρώντας την ένταση του φωτός των χρωματιστών επιφανειών. Τέλος ο αισθητήρας μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως φακός χρωμάτων.

•TOUCH SENSOR (ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΑΦΗΣ)

Ο αισθητήρας αφής δίνει στο ρομπότ σας την αίσθηση της αφής. Ο αισθητήρας αφής ανιχνεύει πότε πιέζεται από κάτι και πότε απελευθερώνεται από αυτό. Ο αισθητήρας αυτός μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να πάρει τα πράγματα το ρομπότ δηλαδή σαν ένα ρομποτικό βραχίονα εξοπλισμένο με αισθητήρα αφής που θα επιτρέπει στο ρομπότ να γνωρίζει αν υπάρχει ή δεν υπάρχει κάτι στο χέρι του να αρπάξει. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να κάνει το ρομπότ να ενεργήσει για μια εντολή. Για παράδειγμα, πατώντας το κουμπί αισθητήρα αφής το ρομπότ μπορεί να μιλήσει, να κλείσει την πόρτα, ή να ανοίξει την τηλεόρασή. Με το πάτημα του πλήκτρου κλείνει λοιπόν ένα κύκλωμα και διέρχεται ηλεκτρικό ρεύμα ενώ με την απελευθέρωση του πλήκτρου το κύκλωμα ανοίγει.

•ULTRASONIC SENSOR

Ο Ultrasonic Sensor είναι ένας από τους αισθητήρες που δίνουν όραση στο ρομπότ. Ο Ultrasonic Sensor επιτρέπει στο ρομπότ να δει και να εντοπίσει αντικείμενα αλλά είναι σε θέση και να διακρίνει την απόσταση στην οποία βρίσκεται τοποθετημένο το αντικείμενο αυτό. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να κάνει το ρομπότ να αποφύγει εμπόδια όπως και να ανιχνεύσει την κίνηση. Ο Ultrasonic Sensor μετρά απόσταση σε εκατοστά και inches. Είναι σε θέση να μετρήσει τις αποστάσεις από 0 έως 255 εκατοστά με ακρίβεια (+ / -) 3 εκατοστά. Σημαντικό είναι να αναφέρουμε ότι ο Ultrasonic Sensor χρησιμοποιεί την ίδια επιστημονική αρχή όπως οι νυχτερίδες, μετρά την απόσταση που χρειάζεται ένα ηχητικό κύμα για να χτυπήσει ένα αντικείμενο και να επιστρέψει από τον υπολογισμό του χρόνου, ακριβώς σαν ηχώ.

Έτσι τα αντικείμενα που είναι κατασκευασμένα από μαλακό ύφασμα ή από κυρτή επιφάνεια(όπως μια μπάλα) ή είναι πολύ λεπτά ή πολύ μικρά μπορεί να είναι δύσκολο για τον αισθητήρα να τα ανιχνεύσει. Τέλος πρέπει να επισημάνουμε ότι αν χρησιμοποιήσουμε πάνω από έναν αισθητήρα υπερήχων στον ίδιο χώρο θα έχουμε διασταύρωση των υπερήχων που παράγονται και άρα όχι αξιόπιστες μετρήσεις.

•LIGHTSENSOR(ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΦΩΤΟΣ)

Ο αισθητήρας φωτός είναι ο άλλος αισθητήρας που δίνει όραση στο ρομπότ(ο Ultrasonic Sensor είναι ο άλλος). Ο Light Sensor δίνει τη δυνατότητα στο ρομπότ να διακρίνει ανάμεσα στο φως και το σκοτάδι στο πλησίον περιβάλλον μέσα στο οποίο δραστηριοποιείται.Ο νέος αισθητήρας φωτός είναι μια βελτιωμένη έκδοση από αυτόν της σειράς RCX: Διαθέτει μεγαλύτερη ευαισθησία και επιτρέπει πιο ακριβείς μετρήσεις στη κλίμακα του 0(καθόλου φως) ως 100 (πολύ έντονο φως).Μπορεί επιπρόσθετα να λειτουργήσει με δυο τρόπους: μπορούμε να επιλέξουμε αν θα ενεργοποιηθεί η όχι η λυχνία υπέρυθρης ακτινοβολίας που διαθέτει αυτός. Έτσι όταν η παραπάνω λυχνία είναι κλειστή το ρομπότ μας μπορεί να αναληφθεί τη ένταση του φωτός σε ένα δωμάτιο ενώ στην περίπτωση που είναι ενεργοποιημένη μπορεί να μετρήσει την ένταση του φωτός που ανακλάται από μια χρωματική επιφάνεια. Επίσης αξίζει να σημειωθεί ότι ο αισθητήρας φωτός διακρίνει τα αντικείμενα σε Αποχρώσεις του γκρι. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν ένα ρομπότ συναγερμού όταν ένας εισβολέας ανάβει το φως στο δωμάτιό σας, το ρομπότ μπορεί να αντιδράσει για να υπερασπιστεί την ιδιοκτησία σας. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να ακολουθήσει μια γραμμή ή να τακτοποιήσει τα πράγματα ανάλογα με το χρώμα. Την ένταση του φωτός μας την εμφανίζει για λόγους ευκολίας σε ποσοστό μιας ελάχιστης και μιας μέγιστης στάθμης οι οποίες μπορούν να καθοριστούν και από εμάς. Όσο μικρότερο είναι αυτό το ποσοστό τόσο μικρότερη είναι και η φωτεινότητα του μετρούμενου φωτός.

•SOUNDSENSOR(ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΗΧΟΥ)

Είναι ο αισθητήρας που κάνει το ρομπότ να ακούει. Ο αισθητήρας ήχου μπορεί να ανιχνεύσει τόσο ντεσιμπέλ (dB) όσο και προσαρμοσμένα ντεσιμπέλ (dBA). Τα ντεσιμπέλ είναι μια μέτρηση του ηχητικής πίεσης.

-dBA:

Πρόκειται για την ανίχνευση προσαρμοσμένων ντεσιμπέλ, δηλαδή η ευαισθησία του αισθητήρα είναι προσαρμοσμένη με την ευαισθησία του ανθρώπινου αυτιού. Με άλλα λόγια, αυτοί είναι οι ήχοι που το ανθρώπινο αυτί είναι σε θέση να ακούσει.

-dB:

Πρόκειται για την στάνταρ ανίχνευση (μη προσαρμοσμένη) των ντεσιμπέλ στην οποία όλοι οι ήχοι μετρούνται με την ίδια ευαισθησία. Έτσι, οι ήχοι αυτοί μπορούν να περιλαμβάνουν κάποια ηχητική πίεση που είναι πολύ υψηλή ή πολύ χαμηλή για το ανθρώπινο αυτί να ακούσει. Τέλος ο αισθητήρας ήχου μπορεί να μετρήσει επίπεδα ηχητικής πίεσης μέχρι και 90 dB σχετικά με το επίπεδο της μηχανής. Οι στάθμες ηχητικής πίεσης είναι εξαιρετικά περίπλοκες, έτσι ώστε οι αναγνώσεις του Sound Sensor στο MINDSTORMS NXT να εμφανίζεται σε ποσοστό (%). Όσο χαμηλότερο είναι το ποσοστό τόσο πιο ήσυχο ήχο έχουμε για παράδειγμα:

- 4,5% είναι σαν ένα σιωπηλό σαλόνι
- 5 έως 10% θα ήταν κάποιος που μιλάει σε κάποια απόσταση
- 10έως 30% είναι κοντά φυσιολογική συνομιλία με τον αισθητήρα ή μουσική που παίζεται σε ένα κανονικό επίπεδο
- 30 έως 100% είναι οι άνθρωποι που φωνάζουν ή η μουσική που παίζεται σε υψηλή ένταση.

Ο αισθητήρας ήχου μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως διακόπτης για τον έλεγχο μιας διαδικασίας ώστε ,αν η ένταση του ήχου αυξηθεί πάνω από ένα επίπεδο το ρομπότ μας να εκτελεί ένα συγκεκριμένο σύνολο εντολών. Με τον αισθητήρα ήχου υπάρχει η δυνατότητα το ρομπότ μας να αναγνωρίζει συγκεκριμένα ηχητικά μοτίβα. Για παράδειγμα να ξεχωρίζει το ένα χτύπημα των χεριών από δυο συνεχόμενα καθώς επίσης και συγκεκριμένους ηχητικούς τόνους όπως μπάσα από πρίμα. Για να το

πετύχουμε αυτό θα πρέπει να τοποθετήσουμε μια σειρά από εντολές αναμονής για ήχο.

SERVO MOTOR Κινητήρας

Ο Servo Motor δίνει στο ρομπότ σας την ικανότητα να κινείται. Χρησιμοποιώντας το μπλοκ Μετακίνηση στο λογισμικό LEGO MINDSTORMS NXT μπορείτε να προγραμματίσετε τους κινητήρες σας οι οποίοι συγχρονίζονται αυτόματα, έτσι ώστε το ρομπότ να κινείται σε μια ευθεία γραμμή. Επίσης κάθε κινητήρας διαθέτει έναν ενσωματωμένο αισθητήρα περιστροφής. Αυτό επιτρέπει τον έλεγχο των κινήσεων του ρομπότ σας με ακρίβεια. Ο αισθητήρας περιστροφής μετρά στροφές κινητήρα σε μοίρες ή πλήρεις περιστροφές με ακρίβεια (+ / -) ένα βαθμό. Μία περιστροφή είναι ίση με 360 μοίρες, οπότε αν ορίσετε έναν κινητήρα να γυρίσει 180 μοίρες τότε ο άξονάς του θα κάνει μισή στροφή. Τέλος ο ενσωματωμένος αισθητήρας περιστροφής σε κάθε κινητήρα σας επιτρέπει να ορίσετε διαφορετικές ταχύτητες για τους κινητήρες σας (με τη βοήθεια διαφόρων παραμέτρων στο λογισμικό). Η επεξεργαστική μονάδα, το “τούβλο”, είναι ένα υπολογιστικό σύστημα το οποίο κάνει χρήση ενός 32-bit μικροεπεξεργαστή της Atmel, της σειράς ARM7 ο οποίος είναι χρονισμένος στα 48Mhz και έχει στη διάθεσή του 256KB Flash μνήμης και 64KB RAM. Πέραν αυτού του μικροεπεξεργαστή, διαθέτει ακόμη έναν 8-bit πάλι ης Atmel ο οποίος είναι επιφορτισμένος με τον έλεγχο των σερβοκινητήρων και έχει στη διάθεσή του 4KB flash μνήμης και 512Byte RAM. Το σύστημα διαθέτει τέσσερις εισόδους, αριθμημένες από το 1 μέχρι το 4, στις οποίες μπορούν να συνδεθούν αισθητήρες και άλλες 3 θύρες επικοινωνίας, από A μέχρι C, στις οποίες μπορούν να συνδεθούν οι σερβοκινητήρες. Οι συνδέσεις αυτές γίνονται δια μέσου RJ12 καλωδίων τα οποία μοιάζουν πολύ με τα τηλεφωνικά καλώδια RJ11. Τα πρώτα 2 pins έχουν την ίδια λειτουργικότητα με αυτά του RCX, οπότε με έναν ανάπτορα η χρήση παλιών αισθητήρων γίνεται εφικτή. Τα pins 5 και χρησιμοποιούνται για επικοινωνία, δια μέσου του σειριακού I2C πρωτοκόλλου, το οποίο και χρησιμοποιούν οι περισσότεροι αισθητήρες για να επικοινωνήσουν με το “τούβλο”. Το I2C είναι ένα

πρωτόκολλο, που αναπτύχθηκε τη δεκαετία του '80, με σκοπό την σύνδεση περιφερικών χαμηλής ταχύτητας με κάποιο υπολογιστικό σύστημα.

Μια σύντομη περιγραφή του πρωτοκόλλου στη περίπτωση της επικοινωνίας του NXT με κάποιον αισθητήρα είναι:

Το NXT που δρα πάντα ως ο master, ενημερώνει τους αισθητήρες (slaves) για μια επερχόμενη εντολή, ρυθμίζοντας κατάλληλα τις λογικές στάθμες στα pin 5 και 6 όλων των αισθητήρων. Το NXT στη συνέχεια, στέλνει ένα μήνυμα που περιέχει τη διεύθυνση του αισθητήρα με τον οποίο θέλει να επικοινωνήσει, ακολουθούμενη από την εντολή που ο αισθητήρας πρέπει να εκτελέσει. Το “τούβλο” είναι εφοδιασμένο με μία μονοχρωματική LCD οθόνη ανάλυσης 100x64, κάθε pixel της οποίας μπορεί να ελεγχθεί αποκλειστικά και ο χρόνος ανανέωσης της είναι 17 milliseconds. Ακόμη, διαθέτει ένα ηχείο και είναι σε θέση να αναπαραγάγει ήχους κυματομορφών δοσμένης συχνότητας και διάρκειας, μουσικά αρχεία MIDI καθώς και αρχεία RSO, τα οποία αναπτύχθηκαν ειδικά για το NXT, τα οποία είναι WAV αρχεία συμπιεσμένα περίπου στο μισό μέγεθος, με σκοπό την εξοικονόμηση χώρου στη Flash. Ακόμη το “τούβλο” είναι ικανό για επικοινωνία μέσω Bluetooth. Έτσι μπορεί να αλληλεπιδράσει με άλλα NXT, με έναν υπολογιστή ή κινητό. Η επικοινωνία γίνεται βάση ενός μοντέλου master/slave. Έτσι, αν ρυθμιστεί το NXT ως master μπορεί να συνδεθεί με 3 το πολύ slaves. Φυσικά, υπάρχει και μια θύρα USB μέσω της οποίας, μπορεί να επικοινωνήσει με έναν υπολογιστή και έτσι να του φορτωθεί το εκτελέσιμο του προγράμματος που θέλουμε να εκτελεσθεί. Το ίδιο μπορούμε να κάνουμε και μέσω της σύνδεσης με Bluetooth. Στο μπροστινό του μέρος, μπορούμε να διακρίνουμε 4 πλήκτρα που χρησιμεύουν στη πλοήγηση του μενού, ενώ στο πίσω μέρος του βρίσκονται οι υποδοχές των μπαταριών.

3.4 Γλώσσες προγραμματισμού για το NXT

Υπάρχουν πολλά περιβάλλοντα και γλώσσες προγραμματισμού για τον προγραμματισμό του NXT.

Ακολουθώς, αναφέρονται σύντομα οι κυριότερες:

NXT-G

Είναι μια απλή γλώσσα που παρέχεται από το LabView, το λογισμικό με το οποίο η LEGO συνοδεύει το NXT. Έχει ένα ευχάριστο γραφικό περιβάλλον, που είναι ιδανικό για εκπαιδευτικούς σκοπούς, αλλά η απλότητά του, τα μεγάλα σε όγκο εκτελέσιμα που δημιουργεί, αλλά και το ότι το LabView είναι σαν περιβάλλον πολύ βαρύ, ακόμα και σε σύγχρονους υπολογιστές, το καθιστά ανεπαρκές, οπότε, προτείνονται άλλες γλώσσες. Not eXactly C (NXC) Αν και όπως δηλώνει το όνομά της, παρουσιάζει πολλές ομοιότητες με την C, έχει κάποιες διαφορές αλλά και περιορισμούς. Για να τους κατανοήσουμε καλύτερα θα πρέπει να βρούμε την αιτία. Η αιτία λοιπόν είναι ο interpreter της LEGO ο οποίος και χρησιμοποιείται από το NXT, για να μπορέσει να εκτελέσει το δυαδικό εκτελέσιμο αρχείο του όποιου προγράμματος. Ο compiler της NXC από την άλλη, μετατρέπει τον κώδικα του προγραμματιστή σε εκτελέσιμο, για να το χρησιμοποιήσει ο interpreter. Έτσι, βλέπουμε πως οι περιορισμοί οφείλονται στη περιορισμένη δυναμική του interpreter. Δεν γίνεται περαιτέρω επέκταση, μιας και δεν είναι αυτό το θέμα της διπλωματικής αλλά ούτε και βοηθάει στην ανάπτυξη του κειμένου. Έμφαση θα δοθεί μονάχα στον περιορισμό που επέφερε δυσκολίες στη συγγραφή του κώδικα της παρούσης εργασίας, μιας και η NXC ήταν η επιλεγθείσα γλώσσα. Δεν υποστηρίζεται η αναδρομική κλήση συναρτήσεων παρά μόνο μέχρι 5 ή 10 επιπέδων, αναλόγως της έκδοσης του firmware. Αυτό οφείλεται στον περιορισμένου μεγέθους task stack του firmware του NXT. Αλλά και αυτό ακόμα έρχεται με το περιορισμό, ότι υπάρχει μόνο ένα αντίγραφο κάθε μεταβλητής που χρησιμοποιείται από τη συνάρτηση, οπότε πρακτικά καθιστά την αναδρομή μη εφαρμόσιμη. Άλλο μειονέκτημα είναι, η μη υποστήριξη επικοινωνίας μέσω Bluetooth, ανάμεσα σε ένα NXT και κάποια άλλη συσκευή. Υποστηρίζεται μονάχα, επικοινωνία μεταξύ δύο ή περισσότερων NXT. Πάντως, ως γλώσσα είναι πολύ απλή έχει καλή, υποστήριξη, δημιουργεί γρήγορα τα εκτελέσιμα. Στη συνέχεια το NXT τροποποιεί ξανά της στάθμες των pins, ώστε να μπορέσει να λάβει επιβεβαίωση από τον αισθητήρα για την παραλαβή της εντολής και το αποτέλεσμα της εκτέλεσής της. Το NXT τροποποιεί τις στάθμες ξανά και στέλνει μήνυμα επιβεβαίωσης παραλαβής.

Προγραμματισμός και Lego Mindstorms

Το NXT ρομπότ σας προγραμματίζεται με όλες σχεδόν τις γνωστές γλώσσες προγραμματισμού (C, C++, Java, .Net, κ.α) αν και η LEGO έχει φροντίσει να εκδώσει μία εκπαιδευτική γλώσσα οπτικού προγραμματισμού για το NXT [LEGO Mindstorms Edu NXT Software] σε συνεργασία με την εταιρεία ανάπτυξης λογισμικού National Instruments.

Ο προγραμματισμός γίνεται πολύ εύκολα με την "οπτική" γλώσσα [LEGO Mindstorms Edu NXT Software] που διαθέτει η Lego για τα Mindstorms NXT. Ακόμα και αν δεν έχετε καθόλου γνώσεις προγραμματισμού, μετά από μερικά λεπτά εξοικείωσης θα είστε σε θέση να γράψετε ακόμα και πολύ σύνθετα προγράμματα. Το εκπαιδευτικό λογισμικό **LEGO MINDSTORMS Education NXT** που δίνει τη δυνατότητα δημιουργίας προγραμματιζόμενων «συμπεριφορών» για τις μηχανικές κατασκευές, βασίζεται στη χρήση εικονιδίων- εντολών. Πολύ απλά τοποθετήστε τα εικονίδια- εντολές (με σύρσιμο) με τη σειρά που θέλετε να εκτελεστούν από το ρομπότ σας. Όταν ολοκληρώσετε το πρόγραμμα κατεβάστε το (download) στο τούβλο NXT της ρομποτικής σας κατασκευής. Έτσι, φορτώνοντας ένα πρόγραμμα μπορείτε να κάνετε το ρομπότ σας να κινηθεί, να αποφύγει εμπόδια, να παίξει μουσική, να ακούσει, και πολλά άλλα..

Παρακάτω δίνονται μερικές λεπτομέρειες για τις κυριότερες γλώσσες προγραμματισμού:

NXT-G

Ο προγραμματισμός γίνεται πολύ εύκολα με την "οπτική" γλώσσα που διαθέτει η Lego για τα Mindstorms NXT. Ακόμα και αν δεν έχετε καθόλου γνώσεις προγραμματισμού, μετά από μερικά λεπτά εξοικείωσης θα είστε σε θέση να γράψετε ακόμα και πολύ σύνθετα προγράμματα. Έχει ένα ευχάριστο γραφικό περιβάλλον, που είναι ιδανικό για εκπαιδευτικούς σκοπούς, αλλά η απλότητά του, τα μεγάλα σε όγκο εκτελέσιμα που δημιουργεί, αλλά και το ότι το LabView είναι σαν περιβάλλον πολύ βαρύ, ακόμα και σε σύγχρονους υπολογιστές, το καθιστά ανεπαρκές, οπότε, προτείνονται άλλες γλώσσες.

NoteXactly C(NXC)

Η NXC όπως δηλώνει το όνομα της είναι μια γλώσσα υψηλού επιπέδου, παρόμοια της C βασισμένη στον μεταγλωττιστή της NBC. Για να μεταγλωττίσουμε NXC προγράμματα χρησιμοποιούμε τον μεταγλωττιστή της NBC μαζί με τα αρχεία του πηγαίου κώδικα που έχουν την επέκταση«.nxc» . Ως γλώσσα είναι απλή, έχει καλή υποστήριξη, δημιουργεί γρήγορα τα εκτελέσιμα και προτείνεται για σοβαρές υλοποιήσεις. Ένα μειονέκτημα της είναι η μη υποστήριξη επικοινωνίας μέσω Bluetooth, ανάμεσα σε ένα NXT και κάποια άλλη συσκευή. Υποστηρίζεται μονάχα, επικοινωνία μεταξύ 2 ή περισσότερων NXT. leJOS NXT

leJOS NXT είναι περιβάλλον προγραμματισμού σε Java για το LEGO MINDSTORMS NXT το οποίο και θα χρησιμοποιήσουμε. Μας επιτρέπει να

προγραμματίσουμε το ρομπότ σε Java. Περιέχει:

- Firmware για το NXT που συμπεριλαμβάνει μια Java Virtual Machine
- Βιβλιοθήκες από κλάσεις Java που εφαρμόζουν το leJOS NXT API και προσφέρει μια εναλλακτική Java Runtime που είναι βελτιστοποιημένη για το NXT
- Ένα συνδετήρα για τη σύνδεση κλάσεων Java με το classes.jar για να σχηματίσουν ένα δυαδικό αρχείο που μπορεί να μεταφορτωθεί και να τρέξει στο NXT
- Εργαλεία για τον υπολογιστή που βοηθούν στην εγκατάσταση του firmware, στη μεταφόρτωση προγραμμάτων, τον εντοπισμό σφαλμάτων και πολλές άλλες λειτουργίες.
- Ένα API του υπολογιστή για τη σύνταξη προγραμμάτων που επικοινωνούν με

Προγράμματα leJOS NXT, χρησιμοποιώντας Bluetooth ή USB, ή χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο επικοινωνίας της LEGO(LEGO Communication Protocol(LCP)) Μερικά από τα πλεονεκτήματά του είναι: Πολύ γρηγορότερη από την NXT-G , έχει υψηλού επιπέδου ανοιχτό κώδικα, υποστηρίζει πλήρως την σύνδεση μέσω Bluetooth και χρησιμοποιεί την στάνταρ γλώσσα προγραμματισμούJava.

MATLAB και Simulink

ΤοMATLABείναι ευρέως διαδεδομένο πρόγραμμα και χρησιμοποιείται για επιστημονικούς υπολογισμούς και ανάλυση δεδομένων και μπορεί επίσης να

χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο του NXT χρησιμοποιώντας σύνδεση Bluetooth ή USB. Το Simulink είναι ένα περιβάλλον που στηρίζεται σε MATLAB και χρησιμοποιείται για την προσομοίωση και μοντελοποίηση δυναμικών συστημάτων.

Με το Simulink μπορούν να σχεδιαστούν αλγόριθμοι ελέγχου του NXT χρησιμοποιώντας την γλώσσα προγραμματισμού C.

Περιλαμβάνει: ένα εργαλείο οπτικού προγραμματισμού, γλώσσα προγραμματισμού Microsoft Visual για τη δημιουργία και τον εντοπισμό σφαλμάτων των εφαρμογών για το ρομπότ, Web-based και Windows-based διεπαφές, 3D προσομοίωση(συμπεριλαμβανομένης της επιτάχυνσης υλικού(hardware acceleration), εύκολη πρόσβαση σε αισθητήρες και ενεργοποιητές ενός ρομπότ. Η κύρια γλώσσα προγραμματισμού είναι η C#.

RobotC

Είναι μία γλώσσα προγραμματισμού βασισμένη στη γλώσσα C. Η εκτέλεση των προγραμμάτων γίνεται ταχύτατα και τα προγράμματα καταλαμβάνουν μικρό χώρο στη μνήμη.

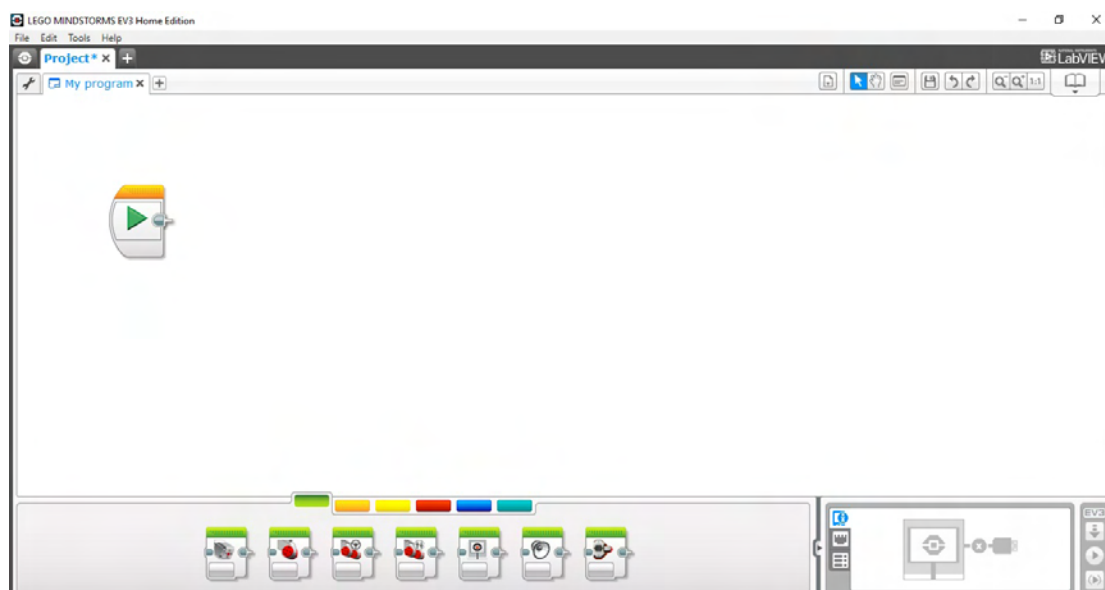
nxt-python

Το nxt-python είναι ένας οδηγός/διεπαφή για το Lego Mindstorms NXT. Επιτρέπει την επικοινωνία με το NXT μέσω USB και Bluetooth. Γλώσσα προγραμματισμού είναι η python.

4. Lego Mindstorms Ev3 Program

Για τον προγραμματισμό των ρομπότ Lego Mindstorms χρησιμοποιήσαμε το πρόγραμμα Lego Mindstorms Ev3 Home Edition το οποίο υπάρχει και διανέμεται δωρεάν από το site της Lego.

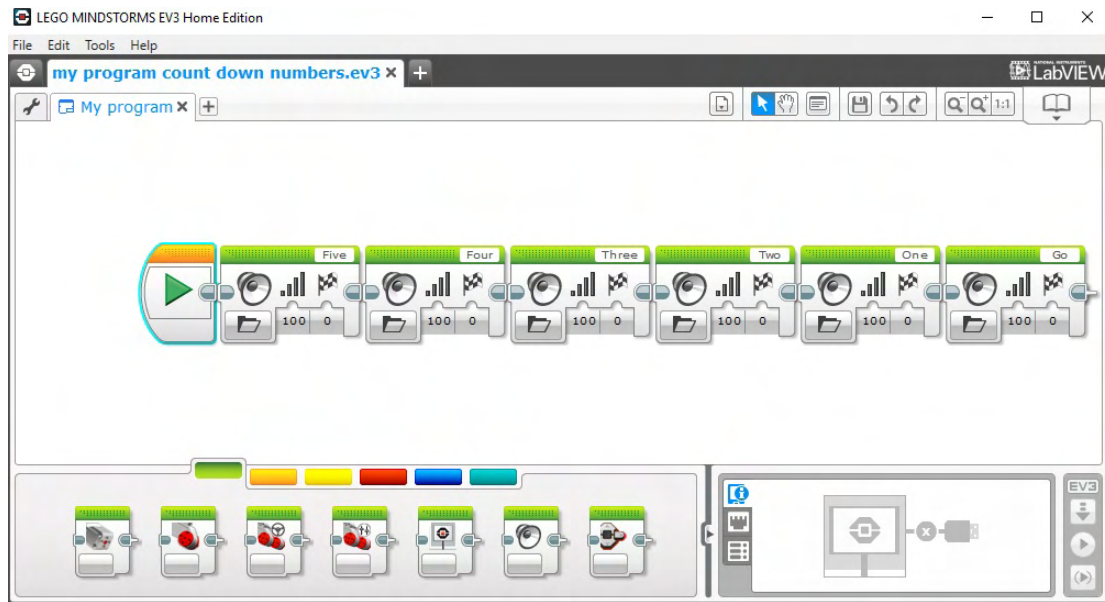
Είναι ένα πρόγραμμα με πολύ φιλικό περιβάλλον προς τις παιδικές ηλικίες και όχι μόνο, καθώς διαθέτει ευανάγνωστες λειτουργίες με απλές εντολές που ο καθένας που ασχολείται έστω και σε ερασιτεχνικό επίπεδο με το προγραμματισμό μπορεί να τις καταλάβει και να μπορέσει να συνθέσει ένα απλό πρόγραμμα, αλλά μπορεί να γίνει και κάτι πιο σύνθετο για τους πιο εξοικειωμένους με το προγραμματισμό και την φιλοσοφία που υπάρχει γύρω από αυτόν.



Εικόνα 40 Lego Mindstorms Ev3 Program

Ξεκινώντας το πρόγραμμα μεταφερόμαστε στην παραπάνω εικόνα η οποία απεικονίζει το περιβάλλον του προγράμματος Lego Mindstorms Ev3. Το κυρίως μέρος του προγράμματος αποτελείται από τον προγραμματιστικό καμβά μέσα στον οποίο θα συνθέσουμε το πρόγραμμά μας αποτελούμενο από διάφορα blocks.

Στην κάτω δεξιά περιοχή του προγράμματος υπάρχει το λεγόμενο hardware page όπου ενεργοποιείται όταν συνδέσουμε το ρομπότ με τον υπολογιστή και δείχνει διάφορες λεπτομέριες όπως τι αισθητήρες έχει το ρομπότ, αν είναι ενεργοποιημένο με τον υπολογιστή και επίσης από εκεί μεταφέρουμε το πρόγραμμα στο ρομπότ για να είναι σε θέση να κάνει τις λειτουργίες που του έχουμε αναθέσει από το πρόγραμμα.



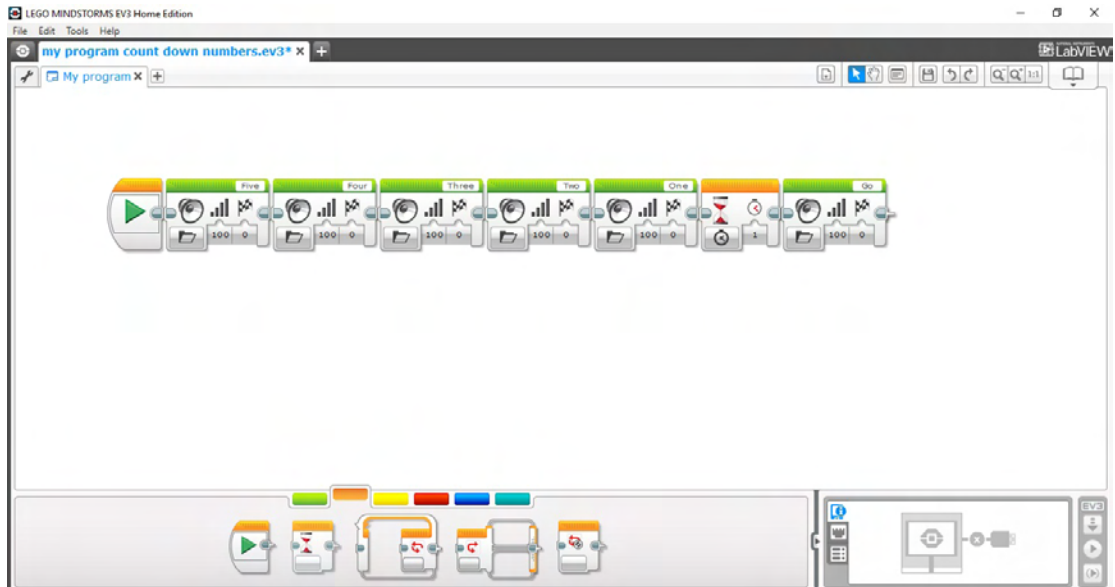
Εικόνα 41 Lego Mindstorms Ev3 Program

Στην παραπάνω εικόνα βλέπουμε την σύνθεση ενός απλού προγράμματος αποτελούμενο από μια σειρά από blocks. Κάθε block ορίζει και μια νέα λειτουργία, μια νέα ενέργεια την οποία θα εκτελέσει το ρομπότ όταν το συνδέσουμε με το πρόγραμμα εφόσον είναι σωστά δομημένη, για να εκτελέσει αυτό που εμείς του ορίσαμε.

Στο συγκεκριμένο πρόγραμμα κάθε block είναι και μια φωνητική λειτουργία. Ειδικότερα όταν συνδέσουμε το ρομπότ και του δώσουμε την εντολή να εκτελέσει αυτό το πρόγραμμα το ρομπότ πρέπει να αρχίσει να εκφωνεί τα λεγόμενα:

Five, four, three, two, one, go.

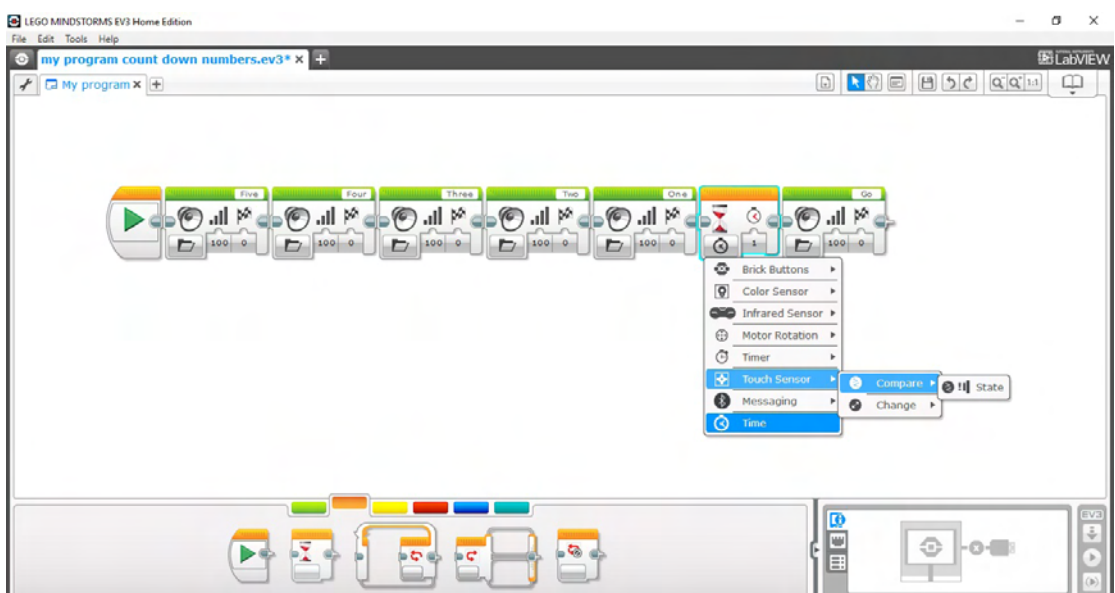
Δηλαδή μετράει αντίστροφα από το πέντε μέχρι το ένα και αμέσως εκφωνεί την λέξη "Go".



Εικόνα 42 Lego Mindstorms Ev3 Program

Είναι ένα σχετικά απλό πρόγραμμα το οποίο μπορεί να γίνει λίγο πιο σύνθετο βάζοντας για παράδειγμα ένα block με μια εντολή καθυστέρησης ανάμεσα στο block με την εντολή ένα και στο block με την εντολή go.

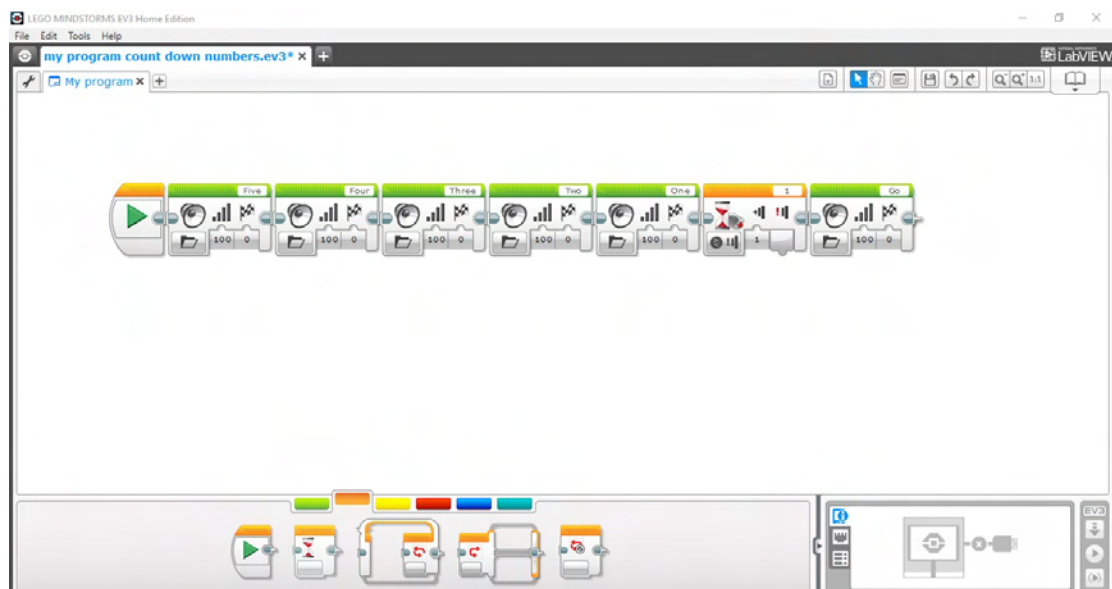
Έτσι ενώ το ρομπότ θα αρχίσει να εκφωνεί τους αριθμούς με την σειρά χωρίς παύση, μόλις φτάσει και εκτελέσει την εντολή με τον αριθμό ένα, θα κάνει μια παύση ενός δευτερολέπτου ή όσο χρόνο του ορίσουμε εμείς και μετά θα ενεργοποιηθεί η εντολή go.



Εικόνα 43 Lego Mindstorms Ev3 Program

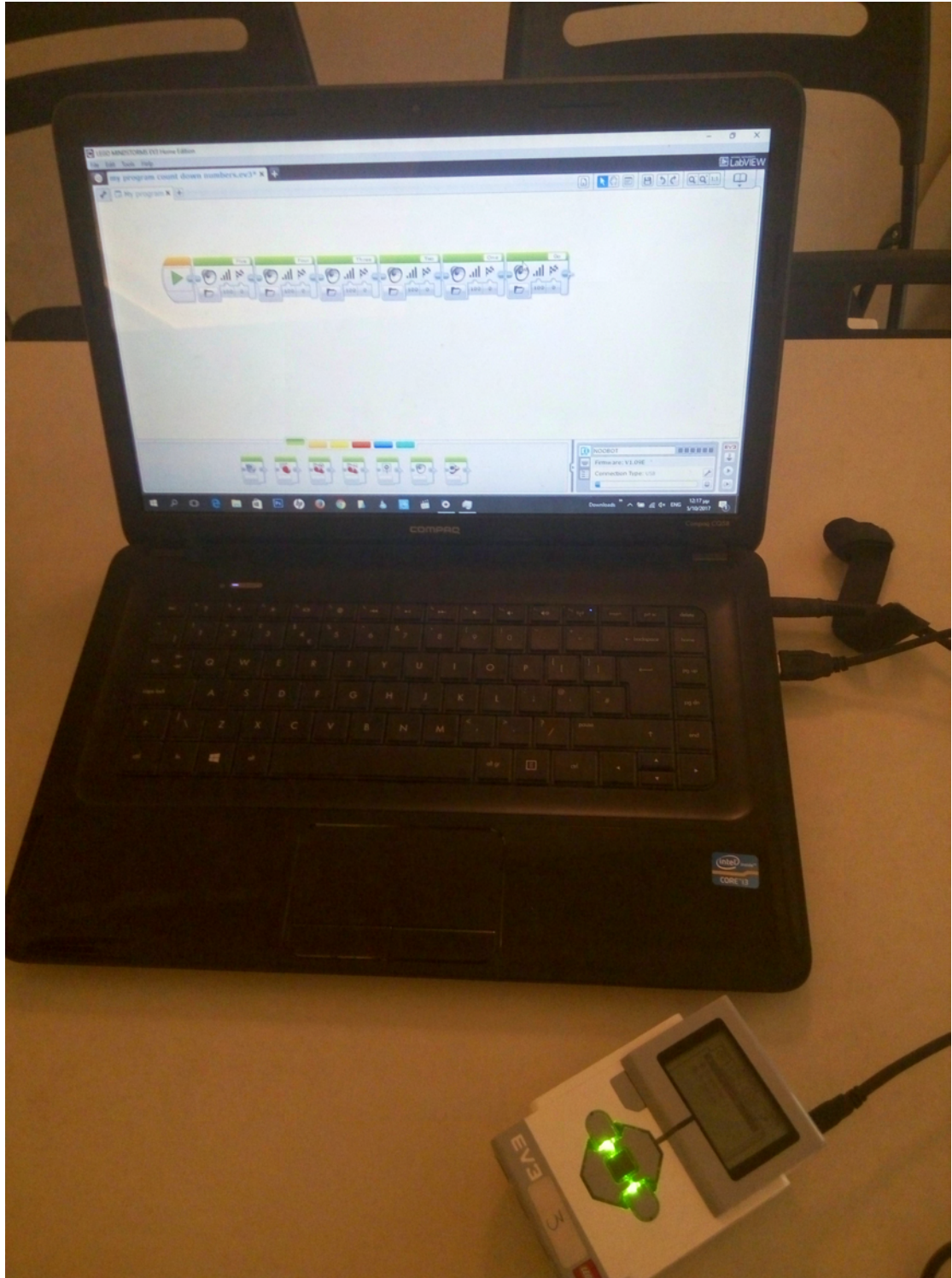
Κάνοντας ένα βήμα παραπάνω στην σύνθεση του προγράμματός μας προσθέτουμε έναν αισθητήρα στο ρομπότ και συγκεκριμένα έναν touch sensor.

Έτσι μας δίνεται η δυνατότητα να κάνουμε ακόμα πιο σύνθετο το πρόγραμμά μας προσθέτοντας αυτόν τον αισθητήρα. Έχοντας στην διάθεσή μας τον touch sensor μπορούμε να πάμε στο block με την εντολή καθυστέρησης και να το αλλάξουμε από το χρόνο που μέτραγε με τον συγκεκριμένο αισθητήρα όπως φαίνεται στην παραπάνω εικόνα.



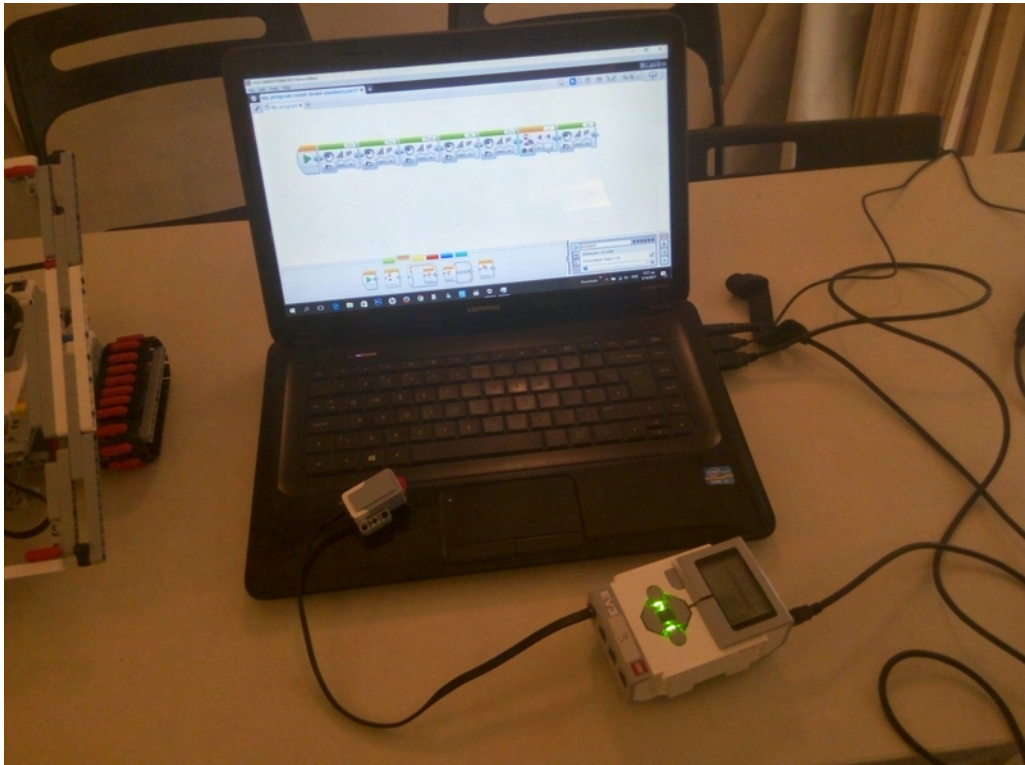
Εικόνα 44 Lego Mindstorms Ev3 Program

Από ένα απλό block μιας φωνητικής εντολής φτάσαμε να έχουμε ένα σχετικά πιο σύνθετο πρόγραμμα αποτελούμενο από μια σειρά blocks φωνητικών εντολών και ενός block που αλληλοεπιδρά έναν αισθητήρα.

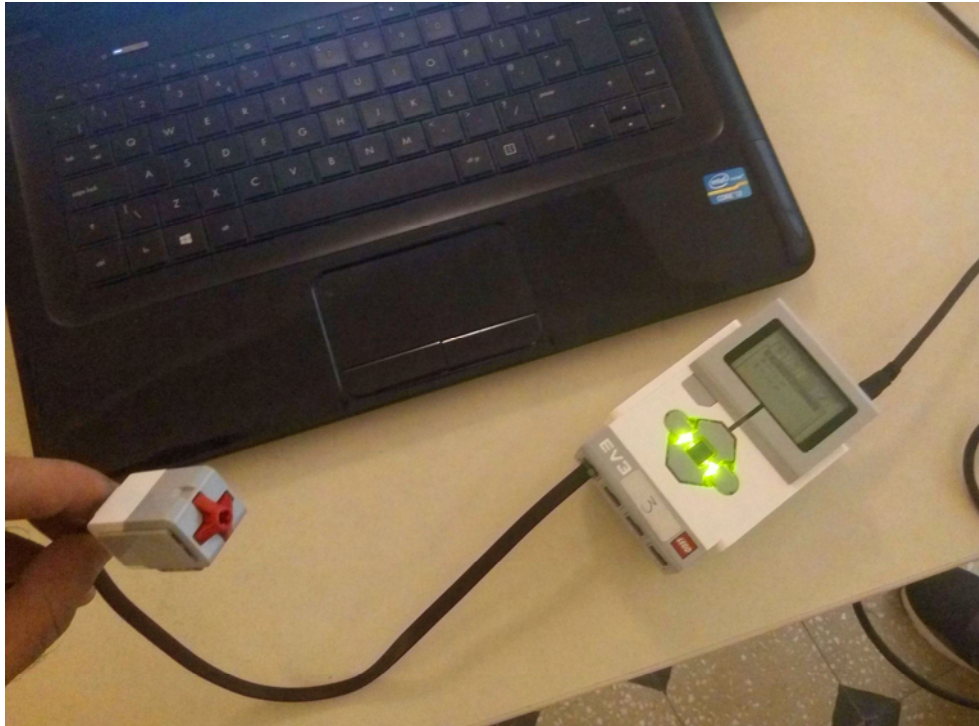


Εικόνα 45 Σύνδεση του Ev3 Brick με τον υπολογιστή

Για να μπορέσουμε να εφαρμόσουμε στην πράξη τις εντολές που συνθέσαμε με το πρόγραμμα Lego Mindstorms Ev3 χρειαζόμαστε για αρχή έναν υπολογιστή, τον “εγκέφαλο” του ρομπότ το Ev3 brick με το οποίο θα γίνονται όλες οι απαραίτητες διαδικασίες για να μπορέσει το ρομπότ να εκτελέσει τις εντολές που του θέσαμε και τέλος ένα καλώδιο σύνδεσης μεταξύ του υπολογιστή και του Ev3 brick.

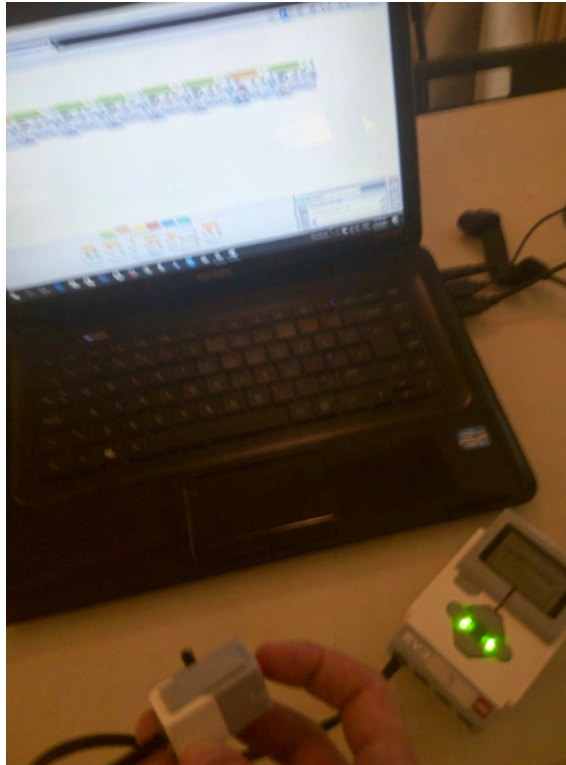


Εικόνα 46 Σύνδεση του Ev3 Brick με έναν αισθητήρα αφής και τον υπολογιστή



Εικόνα 47 Σύνδεση του Ev3 Brick με έναν αισθητήρα αφής και τον υπολογιστή

Στις δύο παραπάνω εικόνες βλέπουμε την υλοποίηση του προγράμματος με τους αριθμούς που περιγράψαμε λίγο πιο πάνω και παρατηρούμε πως συνδέεται ο υπολογιστής με το Ev3 brick και το Ev3 brick με τον αισθητήρα touch sensor.

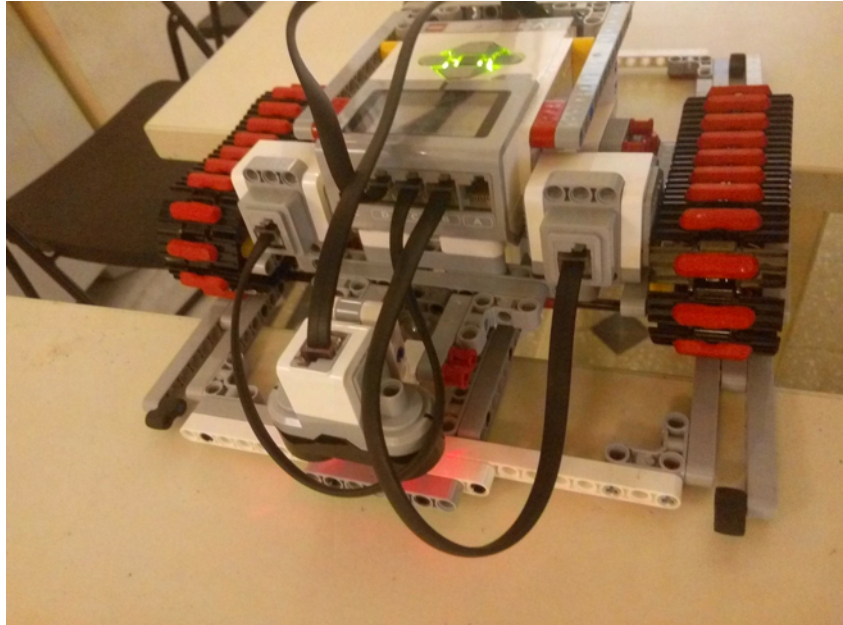


Εικόνα 48 Πείραμα με τον αισθητήρα αφής

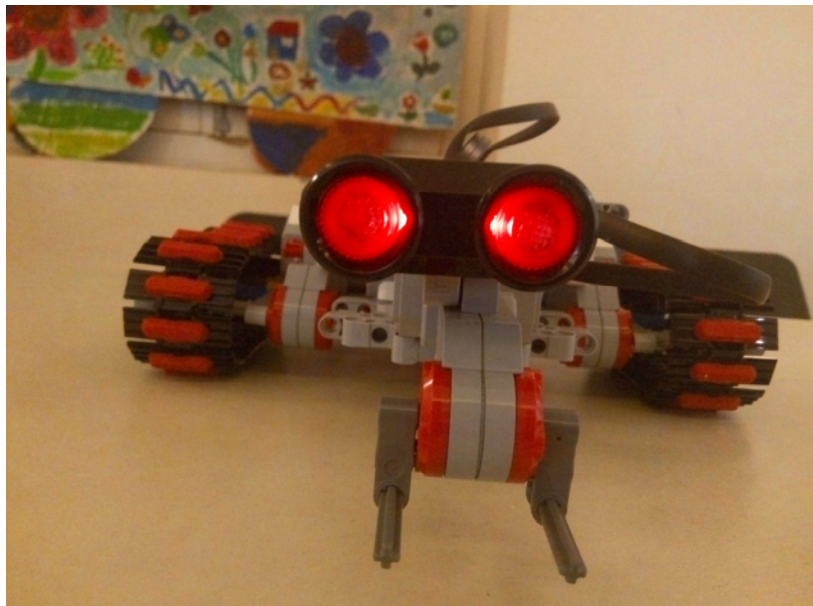
Όταν είναι όλα έτοιμα και ξεκινήσουμε το πρόγραμμα, το EV3 brick θα αρχίσει να μετράει αντίστροφα από το πέντε μέχρι το ένα και τότε θα περιμένει μέχρι εμείς να πιάσουμε τον αισθητήρα touch sensor για να εκφωνήσει την λέξη go όπως περιγράφεται από τις εντολές του προγράμματος που είδαμε πιο πάνω. Αν δεν πιάσουμε τον αισθητήρα touch sensor το EV3 brick δεν θα εκτελέσει την εντολή και θα περιμένει για όσο διάστημα χρειαστεί μέχρι να πιάσουμε τον συγκεκριμένο αισθητήρα.

Ένα άλλο πιο σύνθετο παράδειγμα που υλοποιήσαμε είχε να κάνει με ένα ερπυστριοφόρο lego robot όχημα. Πάνω στο συγκεκριμένο όχημα είχαμε

προσαρμόσει δύο αισθητήρες υπέρυθρων (infrared sensors) έναν κάτω από το όχημα για να μετράει το βάθος και έναν πάνω για να μετράει τα μήκος μια απόστασης.

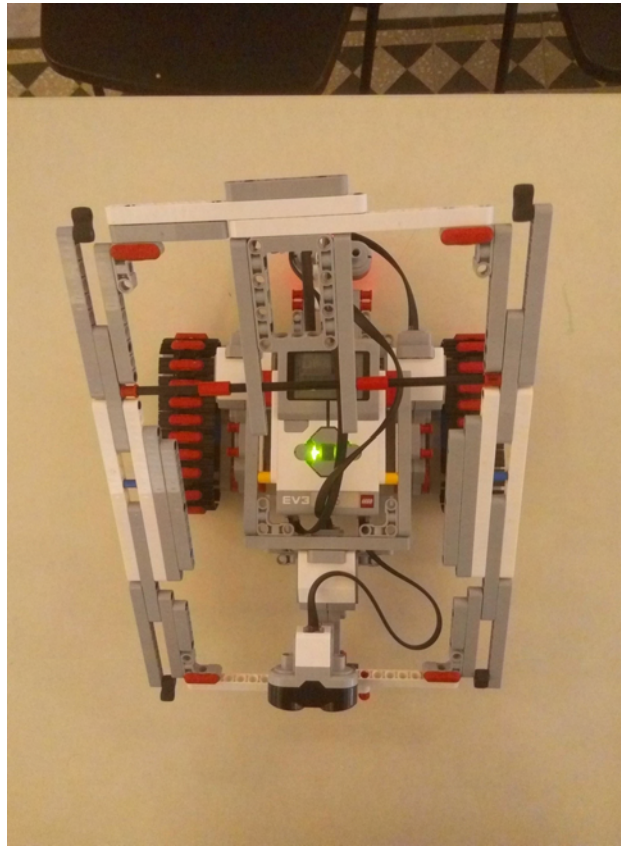


Εικόνα 49 ερπυστριοφόρο lego robot όχημα



Εικόνα 50 αισθητήρας υπέρυθρων

Πάνω του, το ρομπότ όχημα έφερε εκτός από τους αισθητήρες υπέρυθρων και το Εν3 brick, μια τύπου γέφυρα την οποία θα χρησιμοποιήσουμε στο επόμενο παράδειγμα.

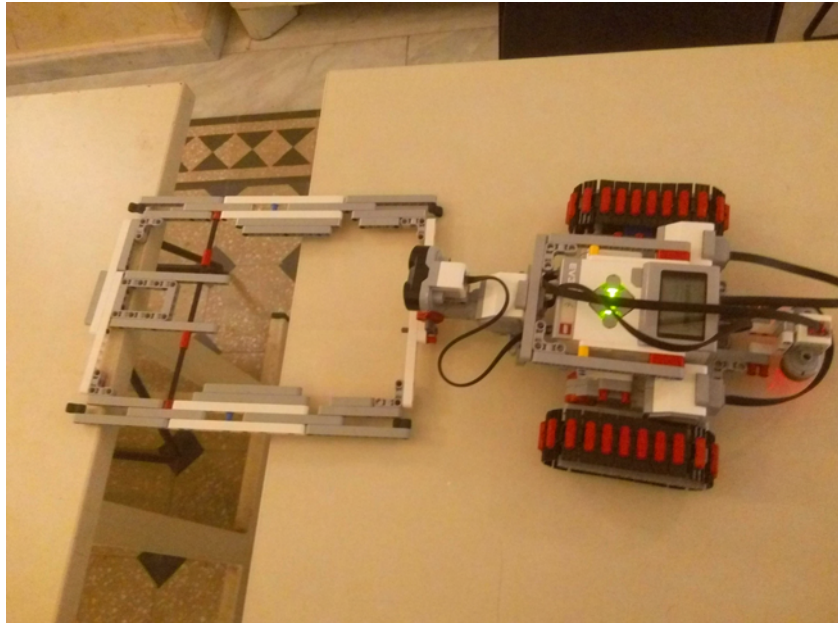


Εικόνα 51 ερπυστριοφόρο lego robot όχημα

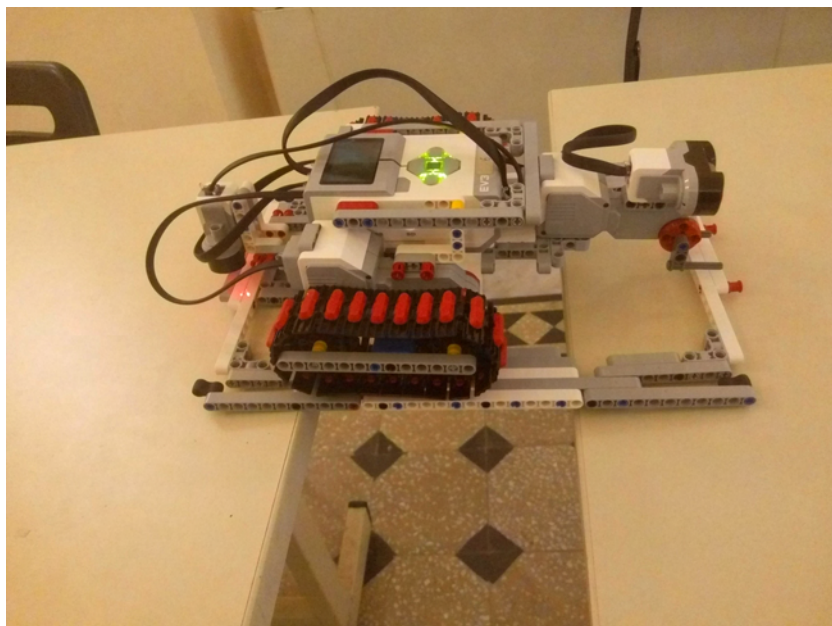
Ανάλυση παραδείγματος:

Το ρομπότ όχημα ξεκινάει και κινείται σε μια διαδρομή που έχουμε επιλέξει εμείς, μετρώντας συνεχώς το βάθος του δρόμου αλλά και την απόσταση διαφόρων αντικειμένων που υπάρχουν γύρω από αυτό.

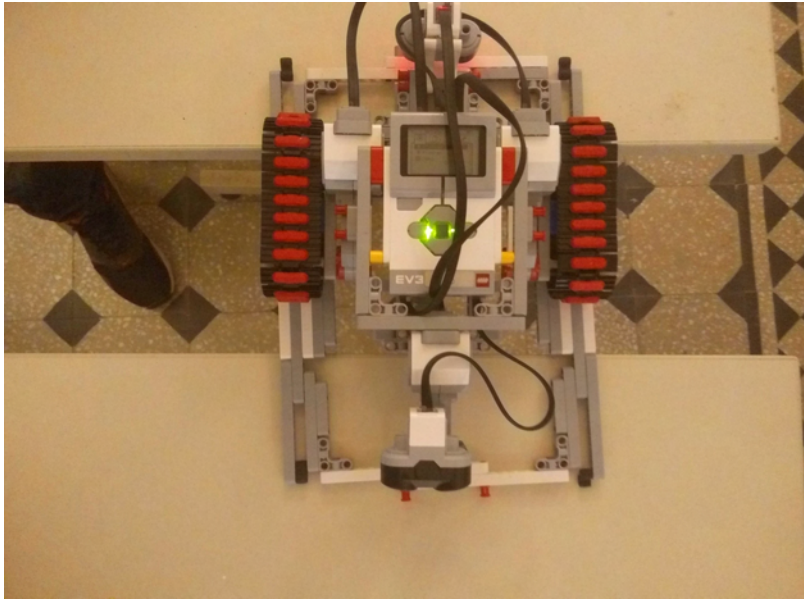
Με το που αντιληφθεί ότι υπάρχει κάποιο βάθος-κενό στην διαδρομή του αμέσως οπισθοχωρεί κάποια βήματα προς τα πίσω, κάνει αναστροφή, κατεβάζει την γέφυρα που είναι προσαρμοσμένη πάνω του, την αφήνει και στην συνέχεια περνάει πάνω από την γέφυρα όπως φαίνεται στις παρακάτω εικόνες.



Εικόνα 52 ερπυστριοφόρο lego robot όχημα



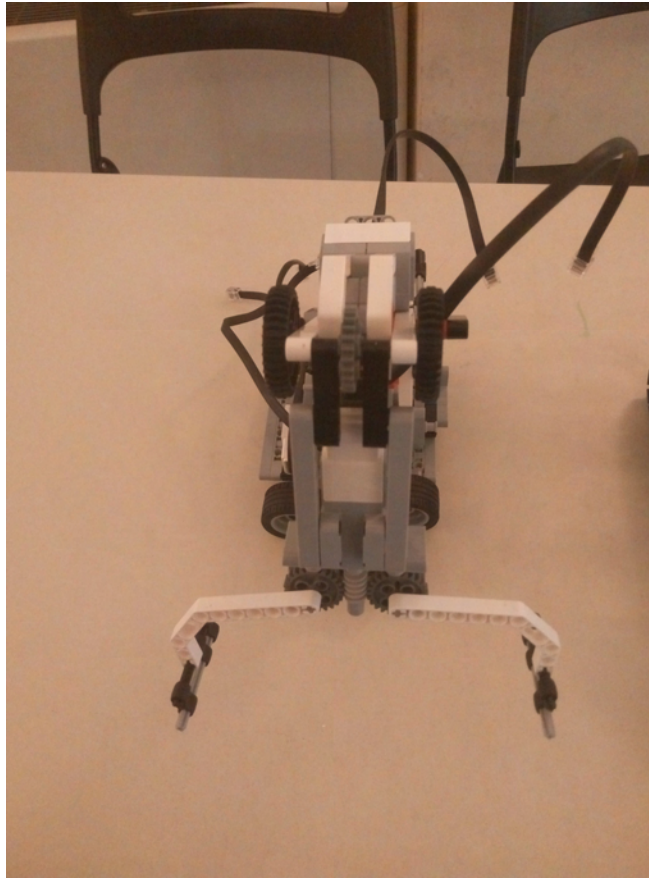
Εικόνα 53 ερπυστριοφόρο lego robot όχημα



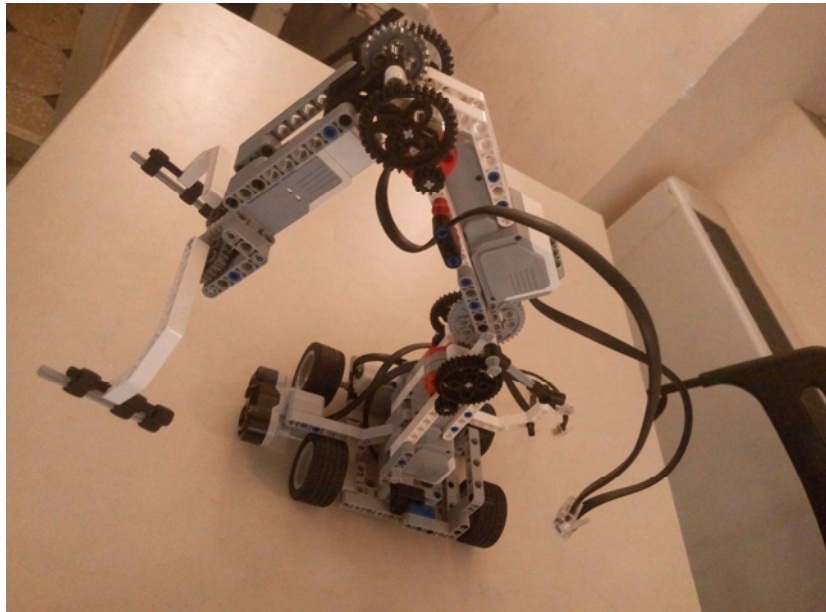
Εικόνα 54 ερπυστριοφόρο lego robot όχημα

Όπως αναδεικνύεται από τα παραπάνω παραδείγματα η εκπαιδευτική ρομποτική μπορεί να χρησιμοποιηθεί για απλούς σκοπούς και προβλήματα αλλά μπορεί να γίνει και πολύ πιο σύνθετη και να χρησιμοποιηθεί και για άλλου είδους πιο επιστημονικά θέματα και προβλήματα.

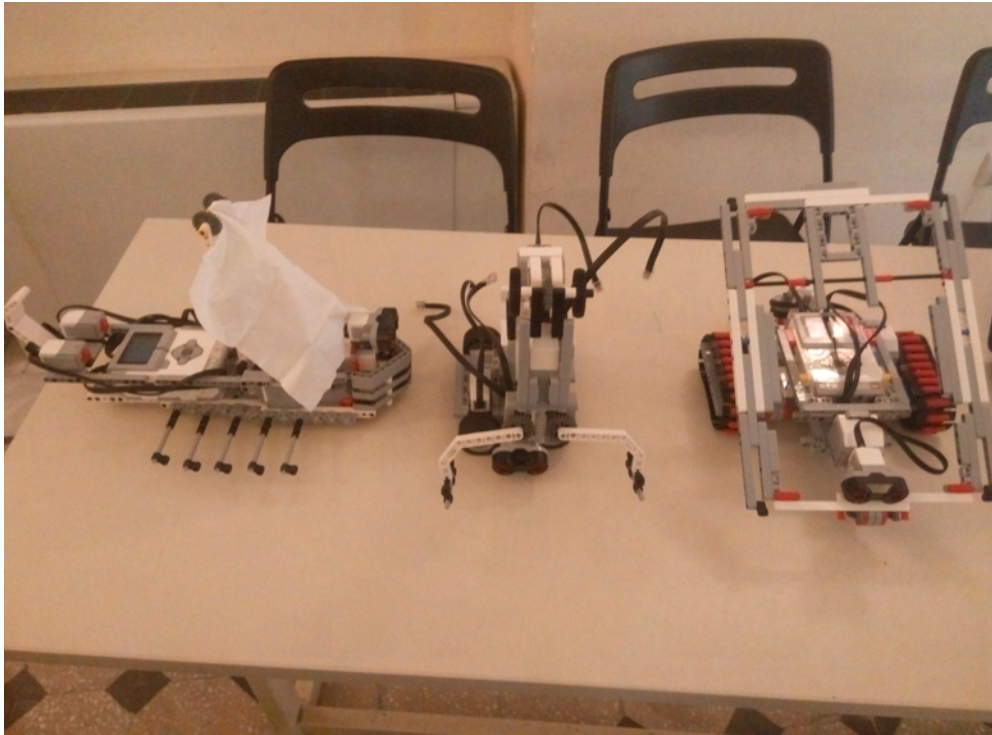
Εκτός από αυτά τα δύο Lego Robot χρησιμοποίησαμε και κάποια άλλα όπως έναν ρομποτικό βραχίονα και μια έκδοση του πλοίου της Αργώ.



Εικόνα 55 ρομποτικός βραχίονας



Εικόνα 56 ρομποτικός βραχίονας



Εικόνα 57 λέγγο ρομπότς

5. Ερωτηματολόγιο και παρατηρήσεις

5.1 Ερωτηματολόγιο

Ερωτηματολόγιο

1) Έχεις ηλεκτρονικό υπολογιστή στο σπίτι;

ΝΑΙ ΟΧΙ

2) Έχεις ίντερνετ στο σπίτι;

ΝΑΙ ΟΧΙ

3) Πόσες ώρες κατά μέσο όρο χρησιμοποιείς τον Η/Υ την εβδομάδα;

1-2 2-5 5-10 Πάνω από 10

4) Με τι ασχολείσαι τις ώρες που είσαι τον Η/Υ;

Παιχνίδια Ίντερνετ Προγραμματισμό Εργασίες Άλλο

5) Έχεις ασχοληθεί καθόλου με προγραμματισμό;

Καθόλου Λίγο Μέτρια Πολύ Δεν ξέρω τι είναι

6) Τι κάνει ένας προγραμματιστής;

Δεν ξέρω Προγραμματίζει τον υπολογιστή Άλλο

7) Έχεις ασχοληθεί στο παρελθόν με κατασκευές Lego;

ΝΑΙ ΟΧΙ

8) Αν ναι με ποια από τις κατηγορίες Lego έχεις ασχοληθεί;

Duplo Bricks & More Creator Mindstorms Άλλη

5.2 Παρατηρήσεις

Η ρομποτική έχει εξελιχθεί σε μεγάλο βαθμό απ' την γέννησή της και μετά και έτσι η εισαγωγή της σε εκπαιδευτικούς σκοπούς έχει πολλά πλεονεκτήματα. Τα νέα παιδιά στη χώρα μας έχουν μια τάση να ασχολούνται όλο και περισσότερο με τους υπολογιστές και γενικά με τον ψηφιακό κόσμο γεγονός που τους δίνει ένα επιπλέον κίνητρο να ασχοληθούν με τον προγραμματισμό αλλά και την ρομποτική και την πλατφόρμα LEGO MINDSTORM την οποία εξετάσαμε σ αυτήν την εργασία .

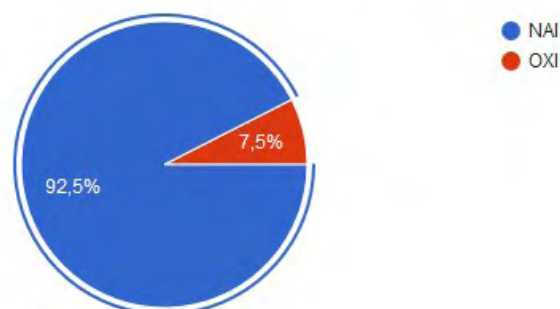
Στο τελευταίο σκέλος της εργασίας διεξάγαμε κάποιες ερωτήσεις σε μορφή ερωτηματολογίου το οποίο απάντησαν 40 παιδιά ηλικίας 11-12 χρονών. Σκοπός του ερωτηματολογίου είναι ανακαλύψουμε το ποσοστό των παιδιών που καταρχάς έχουν τη δυνατότητα να ασχοληθούν με ηλεκτρονικό υπολογιστή στο σπίτι, αν έχουν πρόσβαση στο διαδίκτυο εκεί. Επίσης ενδιαφέρον στατιστικό είναι ο χρόνος αλλά και ο τρόπος που επιλέγουν να χρησιμοποιήσουν τον ηλεκτρονικό υπολογιστή τα παιδιά αυτής της ηλικίας.

Σε δεύτερη φάση ερευνούμε πόσα παιδιά είναι εξοικειωμένα με την έννοια του προγραμματισμού και αν ποτέ έχουν ασχοληθεί με κάποιο είδος του. Ο προγραμματισμός σε περιβάλλον για την πλατφόρμα LEGO MINDSTORM είναι αρκετά απλός βέβαια ακόμα και για ένα παιδί που δεν έχει ασχοληθεί με προγραμματισμό στο παρελθόν αλλά όσο πιο κοντά στον υπολογιστή και στον προγραμματισμό τόσο το καλύτερο. Οι δυο τελευταίες ερωτήσεις αφορούν το LEGO και κατά πόσο τα παιδιά το γνωρίζουν όπως επίσης ποιο ποσοστό έχει ασχοληθεί και με κάποια πλατφόρμα ρομποτικής όπως η LEGO MINDSTORM.

Η πρώτη ερώτηση αφορά στο ποσοστό των μαθητών που διαθέτουν ηλεκτρονικό υπολογιστή στο σπίτι ώστε να μπορούν να ασχοληθούν με αυτόν σε ώρες εκτός σχολείου. Το ποσοστό σε συντριπτική πλειοψηφία απάντησε ότι διαθέτει ηλεκτρονικό υπολογιστή σπίτι έχοντας έτσι τη δυνατότητα να έχουν πρόσβαση σε προγραμματιστικά περιβάλλοντα αν το επιθυμούν.

Έχεις ηλεκτρονικό υπολογιστή στο σπίτι;

40 απαντήσεις

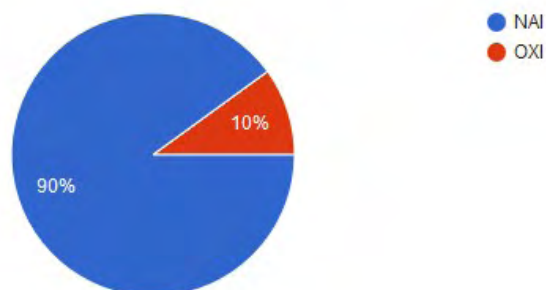


Εικόνα 58 Ερωτηματολόγιο

Στην δεύτερη ερώτηση για το κατά πόσο τα παιδιά έχουν πρόσβαση στο ίντερνετ απ το σπίτι η απάντηση ήταν επίσης ότι η συντριπτική πλειοψηφία μπορεί να συνδεθεί στο διαδίκτυο απ ' το σπίτι. Αυτές είναι δυο ερωτήσεις που στην Ελλάδα του 2017 θα πρέπει να είναι αυτονόητες αλλά η δυσκολία που αντιμετωπίζουν πολλές οικογένειες κυρίως από οικονομικής άποψης μας ώθησε να συμπεριλάβουμε αυτές τις ερωτήσεις στο ερωτηματολόγιο.

Έχεις ίντερνετ στο σπίτι;

40 απαντήσεις

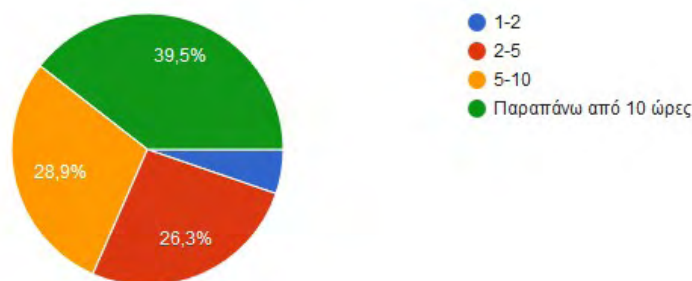


Εικόνα 59 Ερωτηματολόγιο

Στη ερώτηση για το πόσες ώρες χρησιμοποιούν ηλεκτρονικό υπολογιστή τη βδομάδα το αποτέλεσμα ήταν ότι το μεγαλύτερο ποσοστό δηλαδή το 39% χρησιμοποιεί υπολογιστή πάνω από 10 ώρες τη βδομάδα γεγονός που υποδηλώνει την όρεξη που έχουν τα παιδιά να ασχοληθούν με ψηφιακά συστήματα και το ενδιαφέρον που δείχνουν γι αυτά. Το 28,9% απάντησε ότι χρησιμοποιεί 5-10 ώρες ,το 26,3 2-5 ώρες ενώ ένα μικρό ποσοστό 1-2 ώρες.

Πόσες ώρες κατά μέσο όρο χρησιμοποιείς τον Η/Υ την εβδομάδα;

38 απαντήσεις

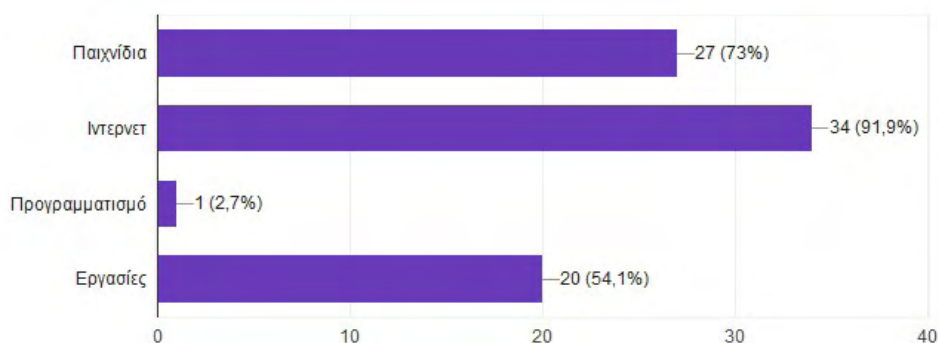


Εικόνα 60 Ερωτηματολόγιο

Όσον αφορά τον σκοπό για τον οποίο χρησιμοποιούν υπολογιστή το 91,9% απάντησε όπως αναμενόταν ότι το πρώτη ασχολία είναι το Internet ,ενώ ακολουθούν σε ποσοστό 73% τα παιχνίδια και οι εργασίες με 54%. Το ενδιαφέρον στοιχείο είναι ότι μόνο ένα παιδί απάντησε ότι τον χρησιμοποιεί για να προγραμματισμό στο σπίτι.

Με τι ασχολείσαι τις ώρες που είσαι στον Η/Υ;

37 απαντήσεις

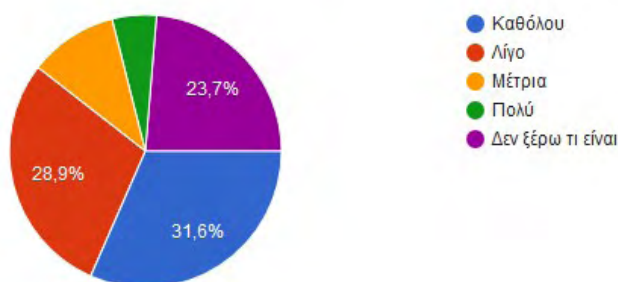


Εικόνα 61 Ερωτηματολόγιο

Η επόμενη ερώτηση σχετικά με τον αν έχουν ασχοληθεί κάποια στιγμή γενικά με ένα είδος προγραμματισμού το 31,6% είπε ότι δεν έχει ασχοληθεί καθόλου, ενώ το 28,9% ότι έχει ασχοληθεί λίγο. Το 23,7% μας απάντησε ότι δεν ξέρει καν τι είναι προγραμματισμός. Όσο για το αν γνωρίζουν τι κάνει ένας προγραμματιστής το 48,5% είπε ότι δεν έχει ιδέα ενώ το 51,5% ότι προγραμματίζει τον υπολογιστή.

Έχεις ασχοληθεί καθόλου με προγραμματισμό;

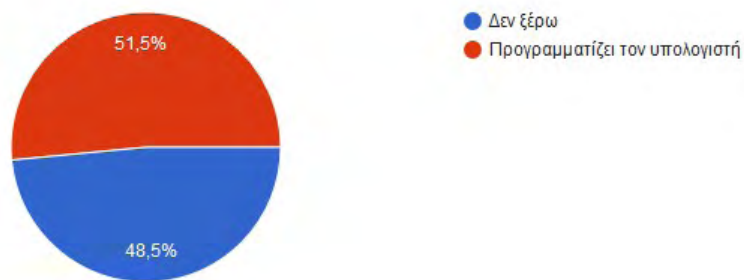
38 απαντήσεις



Εικόνα 62 Ερωτηματολόγιο

Τι κάνει ένας προγραμματιστής;

33 απαντήσεις

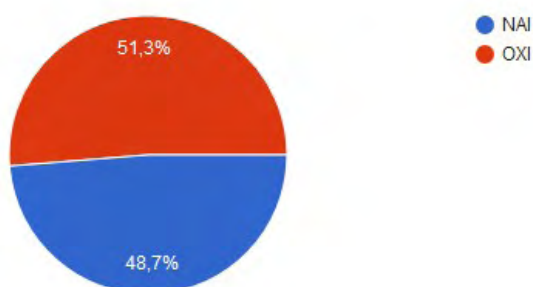


Εικόνα 63 Ερωτηματολόγιο

Τέλος, το 51,3% απάντησε ότι δεν έχει ασχοληθεί με LEGO στο παρελθόν ενώ το 48,7% ότι έχει εμπειρίες με LEGO. Όσο για το με ποιες κατηγορίες LEGO έχουν ασχοληθεί το μεγαλύτερο ποσοστό απάντησε το LEGO MINDSTORMS και σε μικρότερα ποσοστά το DUPLO, TO BRICKS & MORE ΚΑΙ TO CREATOR.

Εχεις ασχοληθεί στο παρελθόν με κατασκευές Lego;

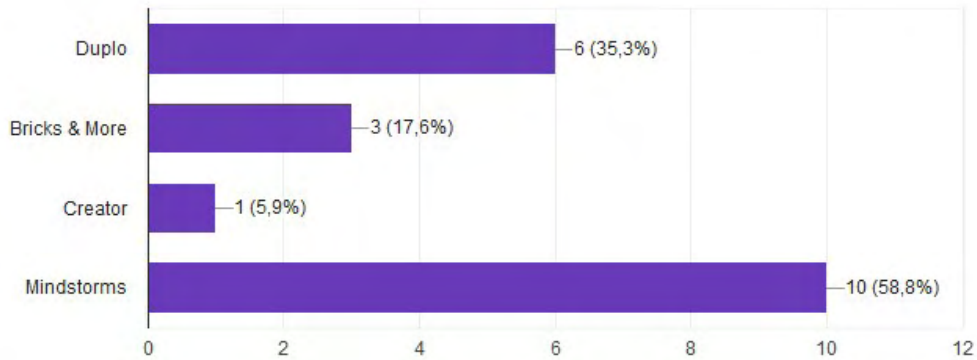
39 απαντήσεις



Εικόνα 64 Ερωτηματολόγιο

Αν ναι με ποιές από τις κατηγορίες Lego έχεις ασχοληθεί;

17 απαντήσεις



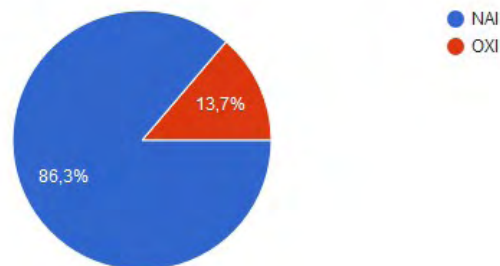
Εικόνα 65 Ερωτηματολόγιο

Επιπλέον το ίδιο ερωτηματολόγιο δόθηκε και σε παιδιά της Πέμπτης και Έκτης δημοτικού που διδάσκονται την εκπαιδευτική ρομποτική στους χώρους εκμάθησής τους. Η έρευνα αφορούσε τον αριθμό 58 παιδιών και παρακάτω είναι τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου:

Στην πρώτη ερώτηση αν έχεις υπολογιστή στο σπίτι το 86,3% δήλωσε ότι έχει.

Έχεις ηλεκτρονικό υπολογιστή στο σπίτι;

51 απαντήσεις

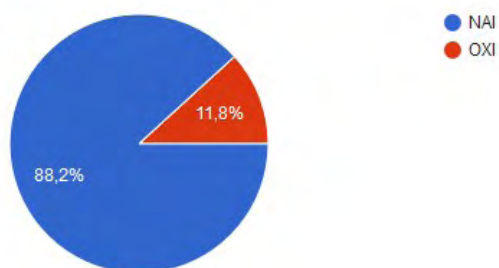


Εικόνα 66 Ερωτηματολόγιο

Στην δεύτερη ερώτηση αν έχεις ίντερνετ στο σπίτι και εδώ η απάντηση ήταν αναμενόμενη με το 88,2% των παιδιών να απαντάει θετικά.

Έχεις ίντερνετ στο σπίτι;

51 απαντήσεις

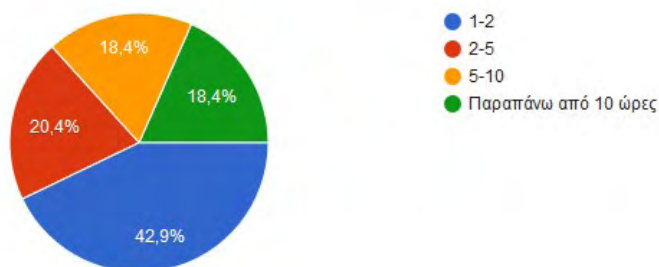


Εικόνα 67 Ερωτηματολόγιο

Στην ερώτηση πόσες ώρες κατά μέσο όρο χρησιμοποιείς τον Η/Υ την εβδομάδα το 42,9 απάντησε 1-2 ώρες ενώ οι υπόλοιπες απαντήσεις ήταν μοιρασμένες.

Πόσες ώρες κατά μέσο όρο χρησιμοποιείς τον Η/Υ την εβδομάδα;

49 απαντήσεις

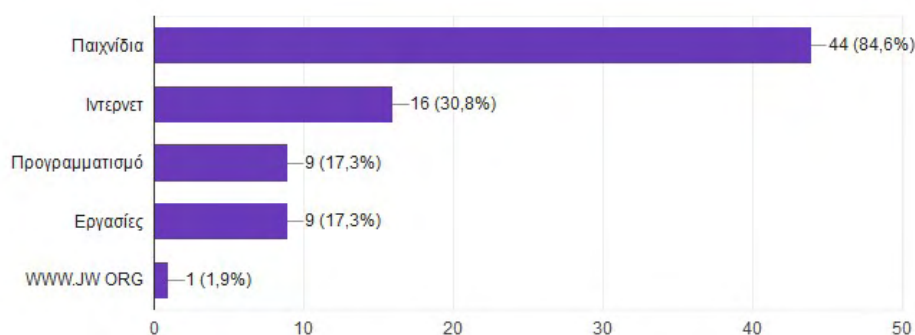


Εικόνα 68 Ερωτηματολόγιο

Εντύπωση προκαλεί η απάντηση της επόμενης ερώτησης καθώς όταν τα παιδιά ρωτήθηκαν με τι ασχολούνται τις ώρες που είναι στον Η/Υ η συντριπτική πλειοψηφία και συγκεκριμένα το 84,6% απάντησε με παιχνίδια (video games) ενώ στην δεύτερη θέση ήρθε το ίντερνετ.

Με τι ασχολείσαι τις ώρες που είσαι στον Η/Υ;

52 απαντήσεις

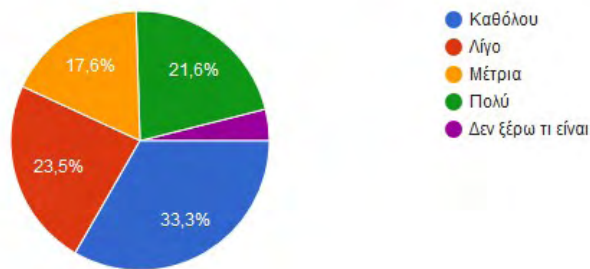


Εικόνα 69 Ερωτηματολόγιο

Στην Πέμπτη ερώτηση για το αν έχουν ασχοληθεί καθόλου με προγραμματισμό οι απαντήσεις ήταν μοιρασμένες με την πλειοψηφία να απαντάει ότι δεν έχει ασχοληθεί καθόλου.

Εχεις ασχοληθεί καθόλου με προγραμματισμό;

51 απαντήσεις

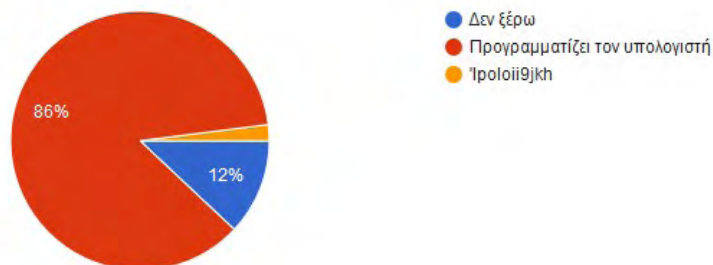


Εικόνα 70 Ερωτηματολόγιο

Στην ερώτηση τι κάνει ένας προγραμματιστής η απάντηση ήταν ξεκάθαρη με το 86% να δηλώνει το αναμενόμενο ότι δηλαδή προγραμματίζει έναν υπολογιστή.

Τι κάνει ένας προγραμματιστής;

50 απαντήσεις

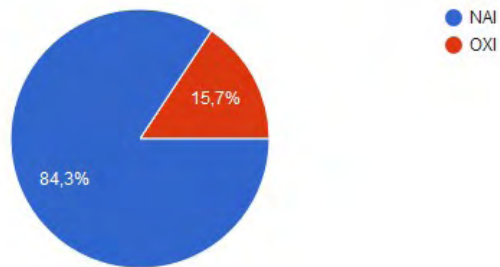


Εικόνα 71 Ερωτηματολόγιο

Στην ερώτηση αν έχεις ασχοληθεί στο παρελθόν με κατασκευές Lego και εδώ η απαντήσεις ήταν αναμενόμενες με το 84,3% να απαντάει καταφατικά.

Έχεις ασχοληθεί στο παρελθόν με κατασκευές Lego;

51 απαντήσεις

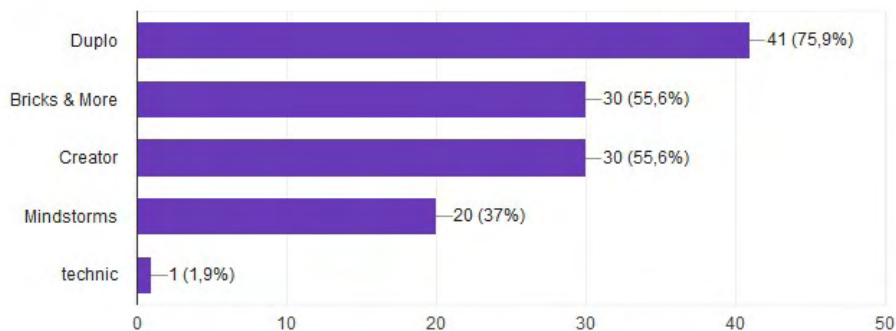


Εικόνα 72 Ερωτηματολόγιο

Τέλος στην ερώτηση με ποιές από τις κατηγορίες Lego έχεις ασχοληθεί το 75,9% απάντησε ότι έχει ασχοληθεί με τα κλασσικά Duplo Lego.

Αν ναι με ποιές από τις κατηγορίες Lego έχεις ασχοληθεί;

54 απαντήσεις



Εικόνα 73 Ερωτηματολόγιο

Βιβλιογραφία

- [1]Κόμης Β., Μικρόπουλος Α. (2001). Πληροφορική στην Εκπαίδευση, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.
- [2]Κόμης, Β. (2005). Εισαγωγή στη Διδακτική της Πληροφορικής, Εκδόσεις Κλειδάριθμος
- [3]Kelleher, C. (2012). Reading, Writing, Arithmetic and Programming?. 6ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτική της Πληροφορικής, Φλώρινα.
- [4]Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernandez, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., Millner, A., Rosenbaum, E., Silver, J., Silverman, B., & Kafai, Y. (2009). Scratch: Programming for All. Communications of the ACM.
- [5]Dufoyer, J.-P. (1988). Informatique, éducation et psychologie de l'enfant. Paris : PUF.
- [6]Γρηγοριάδου, Μ., Γόγουλου, Α., Γουλή, Ε. (2002). Εναλλακτικές Διδακτικές Προσεγγίσεις σε Εισαγωγικά Μαθήματα Προγραμματισμού: Προτάσεις Διδασκαλίας. Στο: Α. Δημητρακοπούλου (Επιμ.), Πρακτικά Εισηγήσεων 3ου Συνεδρίου ΕΤΠΕ «Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση», α' τόμος. Αθήνα: Εκδόσεις Καστανιώτη.
- [7]Σολομωνίδου, Χ. (2006). Νέες τάσεις στην εκπαιδευτική τεχνολογία. Εποικοδομητισμός και σύγχρονα περιβάλλοντα μάθησης. Αθήνα: Μεταίχμιο.
- [8]Saeli, M., Perrenet, J., Jochems, W., Zwaveveld, B., (2011). Teaching Programming in Secondary School: A Pedagogical Content Knowledge Perspective. Informatics in Education, 10 (1), 73-78.
- [9]Brusilovski, P., Calabrese, E., Hvorecky, J., Kouchnirenko, A. & Miller, P. (1997). Mini-languages: a way to learn programming principles. Education and Information Technologies, 2, 65-83.

[10]Τζιμογιάννης, Α., Κόμης Β. (2004). Μελέτη των αναπαραστάσεων μαθητών του Ενιαίου Λυκείου για τη ροή δεδομένων και το ρόλο των βασικών μονάδων του υπολογιστή. Πρακτικά 2ης Διημερίδας “Διδακτική της Πληροφορικής”, 73-85, Βόλος.

[11]Κολοκοτρώνης, Δ., Καρακίζα, Τ., Θεοφανέλλης, Τ., Ναλπάντη Θ. (2010). Ποσοτική και ποιοτική αξιολόγηση των επιδόσεων και των κυριότερων λαθών των μαθητών στο μάθημα “Ανάπτυξη εφαρμογών σε προγραμματιστικό περιβάλλον” - Γενικές εξετάσεις 2009. Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου Καθηγητών Πληροφορικής, Σέρρες.

[12]Λαμπροπούλου, Κ. , Ξυνόγαλος, Σ. (2011). Σχεδίαση και Ανάπτυξη ενός Δικτυακού Τόπου για την Εκμάθηση του Διαδικαστικού Προγραμματισμού με τη χρήση Πολλαπλών Αναπαραστάσεων. Στο Κ Γλέζου & Ν. Τζιμόπουλος (Επιμ.), Πρακτικά Εισηγήσεων 6ου Πανελληνίου Συνεδρίου “Αξιοποίηση των ΤΠΕ στη Διδακτική Πράξη”. Ερμούπολη: Αυτοέκδοση.

[13]Νάκος, Θ., Κόρδα, Κ. (2011). Πιλοτικό Πρόγραμμα Ρομποτικής στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση - Διαθεματική Εφαρμογή στη Δευτέρα Δημοτικού. Στο: Κ. Γλέζου & Ν. Τζιμόπουλος (Επιμ.), Πρακτικά Εισηγήσεων 6ου Πανελληνίου Συνεδρίου “Αξιοποίηση των ΤΠΕ στη Διδακτική Πράξη”. Ερμούπολη: Αυτοέκδοση.

[14]Φεσάκης, Γ., Καρακίζα, Τ., Κλαδογένης, Δ., Μαρκούζης, Δ., Ντόβα Β., Σαμίου Μ., Στέργου Σ., Χατζηκύργιος Γ., Αναγνωστάκης Ε. (2011). Επιμόρφωση εκπαιδευτικών και μαθητών στην εκπαιδευτική ρομποτική με το μοντέλο του Studio. Αξιολόγηση από τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές. Στο Κ. Γλέζου & Τζιμόπουλος (Επιμ.), Πρακτικά Εισηγήσεων 6ου Πανελληνίου Συνεδρίου "Αξιοποίηση των ΤΠΕ στη Διδακτική Πράξη". Ερμούπολη: Αυτοέκδοση.

[15]Δαγδιλέλης, Β. (1996), Διδακτική της πληροφορικής. Η διδασκαλία του προγραμματισμού: αντιλήψεις των σπουδαστών για την κατασκευή κι επικύρωση προγραμμάτων και διδακτικές καταστάσεις για τη διαμόρφωσή τους, Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Εφ. Πληροφορικής Πανεπιστήμιο Μακεδονίας.

[16]Φεσάκης, Γ., Δημητρακοπούλου, Α. (2006). Επισκόπηση των εκπαιδευτικών περιβαλλόντων προγραμματισμού Η/Υ. 5ο Συνέδριο ΕΤΠΕ, Θεσσαλονίκη.

- [17]Papert, S. (1991). Νοητικές θύελλες: Παιδιά, ηλεκτρονικοί υπολογιστές και δυναμικές ιδέες. Αθήνα: Εκδόσεις Οδυσσέας.
- [18]Resnick M. (1994). Turtles, Termites, and Traffic Jams. MIT Press.
- [19]Kafai, Y., Resnick, M. (1996). Constructionism in Practice: Designing, Thinking, and Learning in a Digital World. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- [20]Κόμης, Β. (2004), Επιμόρφωση των Εκπαιδευτικών στις Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών: από την τεχνολογική ευχέρεια στο εργαλείο επαγγελματικής ανάπτυξης. Στο Γ. Μπαγάκης (επιμέλεια) Επιμόρφωση και επαγγελματική ανάπτυξη του εκπαιδευτικού, 6ο ετήσιο συνέδριο με διεθνή συμμετοχή της Μονάδας Μεθοδολογίας και Προγραμμάτων Εκπαίδευσης του Παιδαγωγικού Τμήματος Νηπιαγωγών του Πανεπιστημίου Πατρών, Αθήνα: Μεταίχμιο.
- [21]Ετεοκλέους – Γρηγορίου, Ν., Ψωμάς Χ. (2012). Ενσωμάτωση ρομποτικής ως εκπαιδευτικό-διαθεματικό εργαλείο από μαθητές πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. 8ο Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή "Τεχνολογίες της Πληροφορίας & Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση", Βόλος.
- [22]Williams, D., Ma, Y., Prejean, L. (2010). A Preliminary Study Exploring the Use of Fictional Narrative in Robotics Activities. Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching, 29(1), 51-71. Chesapeake, VA: AACE.
- [23]Papert, S. (1993). Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas (2ndEd.). Basic Books, Inc.
- [24]Καρατράντου, Α., Τάχος, Ν., Αλιμήσης, Δ. (2005). Εισαγωγή σε Βασικές Αρχές και Δομές Προγραμματισμού με τις Ρομποτικές Κατασκευές LEGO Mindstorms. 3ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτική της Πληροφορικής, Κόρινθος.
- [25]Φράγκου, Σ., Γρηγοριάδου, Μ. (2009). Μεταγνωστικές δεξιότητες στα πλαίσια ανάπτυξης συνθετικών εργασιών. 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Γνωσιακής Επιστήμης, Πάρος.
- [26]Νικολός, Δ., Κόμης, Β. (2010). Μια διδακτική πρόταση για τη γλώσσα προγραμματισμού Scratch. 5ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής της Πληροφορικής, Αθήνα.

- [27]Alimisis, D. (2009). Teacher Education on Robotics-Enhanced Constructivist Pedagogical Methods, School of Pedagogical and Technological Education (ASPETE), Athens.
- [28]Sotiriou, S., Xanthoudaki, M., Calcagnini, S., Zervas, P., Sampson, D.G., Bogner, F.X. (2012). The PATHWAY to Inquiry-Based Science Teaching. EPINOIA S.A, Athens.
- [29]Κολοκοτρώνης, Δ., Μπαράς, Γ. (2014). Εκπαιδευτική Ρομποτική: Διδασκαλία βασικών δομών προγραμματισμού με τη χρήση της γλώσσας Enchanting (Scratch like). 8ο Πανελλήνιο Συνέδριο Καθηγητών Πληροφορικής, Βόλος.
- [30]Druin, A., Hendler, J. (2000). Robots for kids: exploring new technologies for learning experiences. Morgan Kaufman/Academic Press, San Francisco.
- [31]Arlegui, J., Menegatti, E., Moro, M., Pina, A. (2008). Robotics, Computer Science curricula and Interdisciplinary activities, In Proceedings of the TERECoP Workshop “Teaching with robotics, Conference SIMPAR 2008”, Venice.
- [32]Τσοβόλας, Σ., Κόμης, Β. (2010). Ρομποτικές κατασκευές μαθητών δημοτικού: μια ανάλυση με βάση τη Θεωρία της Δραστηριότητας. 5ο Συνέδριο Διδακτικής Πληροφορικής, Αθήνα.
- [33]Palumbo, D. and Palumbo, D. 1993. A Comparison of the Effects of LEGO TC Logo and Problem Solving Software on Elementary Students’ Problem Solving Skills. *Journal of Computing in Childhood Education* 4(4): 307-323.
- [34]Καγκάνη Κ., Δαγδιλέλης Β., Σατρατζέμη Μ., Ευαγγελίδης Γ. (2006). Μία Μελέτη Περίπτωσης της Διδασκαλίας του Προγραμματισμού στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση με τα LEGO Mindstorms. 3ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτική της Πληροφορικής, Κόρινθος.
- [35]Ξυνόγαλος, Σ., Σατρατζέμη, Μ., Δαγδιλέλης, Β. (2000). Η εισαγωγή στον προγραμματισμό: Διδακτικές Προσεγγίσεις και Εκπαιδευτικά Εργαλεία. 2ο Συνέδριο ΕΤΠΕ, Πάτρα.
- [36]<https://el.wikipedia.org/wiki/Ρομπότ>
- [37]Ιλιάδα (Ραψωδία Σ, στίχοι 410-426) (μετάφραση Ι.Πολυλά)