



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

**Τυπολογία εργαλείων εκπαιδευτικής ρομποτικής: ιδιαίτερα
χαρακτηριστικά κι ενδεικτικές εφαρμογές. Μια επισκόπηση
πεδίου**

Διπλωματική Εργασία

Χατζηκωνσταντίνος Μιχαήλ

Επιβλέποντες Καθηγητές: Βάβαλης Εμμανουήλ

Τσαλαπάτα Χαρίκλεια

Βόλος 2019



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

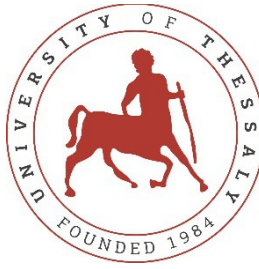
**Τυπολογία εργαλείων εκπαιδευτικής ρομποτικής: ιδιαίτερα
χαρακτηριστικά κι ενδεικτικές εφαρμογές. Μια επισκόπηση
πεδίου**

Διπλωματική Εργασία

Χατζηκωνσταντίνος Μιχαήλ

**Επιβλέποντες Καθηγητές: Βάβαλης Εμμανουήλ
Τσαλαπάτα Χαρίκλεια**

Βόλος 2019



UNIVERSITY OF THESSALY

SCHOOL OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF ELECTRICAL AND COMPUTER ENGINEERING

**Typography of educational robotics tools: special features and
indicative applications. A field overview**

Diploma Thesis

Chatzikonstantinos Michail

Supervisors: Vavalis Emmanouil

Tsalapata Charikleia

Volos 2019

Στην οικογένειά μου και στους φίλους μου

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την καθηγήτρια Τσαλαπάτα Χαρίκλεια και τον καθηγητή Βάβαλη Εμμανουήλ για την βοήθεια και την καθοδήγησή τους καθ' όλη την διάρκεια της διπλωματικής. Επίσης ευχαριστώ τον μεταπτυχιακό φοιτητή Σπύρο Κούρια για το υλικό που μου πρόσφερε πάνω στον τομέα της εκπαιδευτικής ρομποτικής. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους γονείς μου για την υλική και ψυχολογική υποστήριξη που μου παρείχαν κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΠΕΡΙ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΗΣ ΔΕΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΩΝ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ

«Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, δηλώνω ρητά ότι η παρούσα διπλωματική εργασία, καθώς και τα ηλεκτρονικά αρχεία και πηγαίοι κώδικες που αναπτύχθηκαν ή τροποποιήθηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας, αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο, αρχεία ή/και πηγές άλλων συγγραφέων, αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή. Αναλαμβάνω πλήρως, ατομικά και προσωπικά, όλες τις νομικές και διοικητικές συνέπειες που δύναται να προκύψουν στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μου ανήκει διότι είναι προϊόν λογοκλοπής».

Ο Δηλών

Χατζηκωνσταντίνος Μιχαήλ

7/10/2019

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική αποτελεί μια έρευνα, μελέτη πάνω στα διάφορα εργαλεία εκπαιδευτικής ρομποτικής. Αρχικά γίνεται μια εισαγωγή στο πεδίο της εκπαιδευτικής ρομποτικής. Κάνουμε μια ιστορική αναδρομή και παρουσιάζουμε το ερευνητικό της υπόβαθρο. Στη συνέχεια γίνεται μια σύντομη αναφορά στα πακέτα εκπαιδευτικής ρομποτικής που αναλύονται κατά τη διάρκεια της διπλωματικής. Επίσης θα αναφερθούμε στο καθένα πακέτο ξεχωριστά και θα αναλύσουμε τα χαρακτηριστικά του (υλικό, λογισμικό). Κατόπιν θα παραθέσουμε τα πλεονεκτήματα που προσφέρονται τόσο στους μαθητές όσο και στους καθηγητές, κάποια αδύναμα σημεία όπως και τρόπους βελτίωσης. Εν συνεχεία θα παρουσιάσουμε κάποιες ενδεικτικές εφαρμογές του κάθε πακέτου. Έπειτα θα εξετάσουμε δυο είδη μάθησης την προβληματοκεντρική και την παιχνιδοκεντρική και κατά πόσο η ρομποτική συνεισφέρει στην εδραίωσή τους. Τέλος η διπλωματική κλείνει με συμπεράσματα καθώς και μερικές προτάσεις σχετικά με την εφαρμογή της ρομποτικής στα εκπαιδευτικά ιδρύματα.

ABSTRACT

This thesis is a research, study on the various tools of educational robotics. An introduction to the field of educational robotics is firstly presented. We make a historical overview and present its research background. A brief reference is then made to the educational robotic packages analyzed during the thesis. We will also refer to each package separately and analyze its features (hardware, software). Then we will list the advantages offered to both students and teachers, some weaknesses and ways to improve them. We will then present some indicative applications of each package. Then we will look at two types of learning: problem-centered and game-centered and whether robotics contributes to their consolidation. Finally, the thesis concludes with conclusions as well as some suggestions on the adjustment of robotics in educational institutions.

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	9
ABSTRACT.....	10
Κεφάλαιο 1.....	18
Εισαγωγή.....	18
Ιστορική Αναδρομή.....	18
Ερευνητικό Υπόβαθρο.....	19
Πακέτα Εκπαιδευτικής Ρομποτικής.....	19
Lego Mindstorms EV3.....	19
Scratch.....	20
Arduino	20
Κεφάλαιο 2.....	21
Ανάλυση Πακέτων Εκπαιδευτικής Ρομποτικής.....	21
Περιγραφή Lego Mindstorms EV3.....	21
Hardware.....	21
EV3 Brick.....	21
Κινητήρας.....	22
Αισθητήρας.....	22
Αισθητήρας Αφής.....	23
Αισθητήρας Χρώματος.....	23
Αισθητήρας Υπερύθρων.....	24
Αισθητήρας Υπερήχων.....	25
Γυροσκοπικός Αισθητήρας.....	26
Δευτερεύοντα εξαρτήματα.....	27
Software.....	27
LabView.....	27
Lego Mindstorms EV3 Home Edition.....	27
Προγραμματισμός των Ρομπότ.....	28
RobotC.....	29
GO.....	29
Άλλες γλώσσες προγραμματισμού.....	30

Περιγραφή Arduino Uno.....	30
Hardware.....	30
Arduino Shields.....	30
Μνήμη.....	32
Τροφοδοσία.....	32
Ακροδέκτες.....	33
Software.....	34
Arduino IDE.....	34
Wiring	35
Arduino Simulators.....	35
SimulIDE.....	35
Περιγραφή Scratch.....	37
Hardware.....	37
Μικρόφωνο.....	37
Joystick.....	37
Finch and Hummingbird.....	37
Webcam.....	37
Micro:bit.....	37
Software.....	38
Squeak.....	38
Scratch.....	38
Κεφάλαιο 3.....	40
Πλεονεκτήματα.....	40
Πλεονεκτήματα (από την πλευρά των μαθητών).....	40
Πλεονεκτήματα (από την πλευρά των καθηγητών)	41
Μειονεκτήματα.....	41
Συστάσεις για βελτίωση.....	41
Εκπαιδευτική Ρομποτική στο Διαδίκτυο.....	42
Διαδικτυακά Site Εκπαιδευτικής Ρομποτικής.....	43
Κεφάλαιο 4.....	45
Ενδεικτικές Εφαρμογές.....	45

Scratch.....	45
Arduino.....	49
Lego Mindstorms EV3.....	51
Κεφάλαιο 5.....	54
Μέθοδοι Μάθησης.....	54
Προβληματοκεντρική Μάθηση.....	54
Παιχνιδοκεντρική Μάθηση.....	55
Κεφάλαιο 6.....	57
Επίλογος.....	57
Αναφορές.....	58

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 2.1 - "έξυπνο" τούβλο EV3 (retrieved from https://www.lego.com/en-us/product/ev3-intelligent-brick-45500).....	21
Εικόνα 2.2 - μεγάλος κινητήρας (retrieved from https://www.lego.com/en-us/product/ev3-large-servo-motor-45502).....	22
Εικόνα 2.3 - μεσαίος κινητήρας (retrieved from https://www.lego.com/en-us/product/ev3-medium-servo-motor-45503).....	22
Εικόνα 2.4 - αισθητήρας αφής (retrieved from https://www.lego.com/en-us/product/ev3-touch-sensor-45507).....	23
Εικόνα 2.5 - αισθητήρας χρώματος (retrieved from https://www.lego.com/en-us/product/ev3-color-sensor-45506).....	24
Εικόνα 2.6 - αισθητήρας υπέρυθρων (retrieved from https://www.lego.com/en-us/product/ev3-infrared-sensor-45509).....	25
Εικόνα 2.7 - Απομακρυσμένος Υπέρυθρος Φάρος (retrieved from https://www.lego.com/en-us/product/ev3-infrared-beacon-45508).....	25
Εικόνα 2.8 - αισθητήρας υπερήχων (retrieved from https://www.lego.com/en-us/product/ev3-ultrasonic-sensor-45504).....	26
Εικόνα 2.9 - γυροσκοπικός αισθητήρας (retrieved from https://www.lego.com/en-us/product/ev3-gyro-sensor-45505).....	26
Εικόνα 2.10 - δευτερεύοντα εξαρτήματα (retrieved from http://hellanicus.lib.aegean.gr/bitstream/handle/11610/17199/%20%20%20%20%20%20%20%20%20-%20%20%20%20%20%20%20%20-%20%20%20%20%20%20%20%20%20.pdf?sequence=4).....	27
Εικόνα 2.11 - Το λογισμικό Lego Mindstorms EV3 Home Edition.....	28
Εικόνα 2.12 - Το περιβάλλον προγραμματισμού του λογισμικού Lego Mindstorms EV3 Home Edition.....	29
Εικόνα 2.13 - Οι ακροδέκτες τροφοδοσίας (retrieved from https://arch.icte.uowm.gr/mdasyg/pdfs/dimitriou_thesis.pdf).....	33
Εικόνα 2.14 - Οι ψηφιακοί ακροδέκτες (retrieved from https://arch.icte.uowm.gr/mdasyg/pdfs/dimitriou_thesis.pdf).....	33
Εικόνα 2.15 - Οι έξι ακροδέκτες (retrieved from https://arch.icte.uowm.gr/mdasyg/pdfs/dimitriou_thesis.pdf).....	34
Εικόνα 2.16 - Η γραμμή εντολών (retrieved from https://arch.icte.uowm.gr/mdasyg/pdfs/dimitriou_thesis.pdf).....	34
Εικόνα 2.17 - Arduino IDE.....	35
Εικόνα 2.18 - SimulIDE.....	36
Εικόνα 2.19 - Το περιβάλλον προγραμματισμού του Scratch.....	39

Εικόνα 4.1 - Το υπόβαθρο.....	45
Εικόνα 4.2 - Ο κάβουρας.....	45
Εικόνα 4.3 - Το ψάρι.....	45
Εικόνα 4.4 - το χταπόδι.....	45
Εικόνα 4.5 - Το κουμπί τερματισμού.....	46
Εικόνα 4.6 - Ο κώδικας για τον κάβουρα.....	46
Εικόνα 4.7 - Ο κώδικας για το ψάρι.....	46
Εικόνα 4.8 - Ο κώδικας για το χταπόδι.....	47
Εικόνα 4.9 - Το καινούργιο υπόβαθρο.....	47
Εικόνα 4.10 - Ο κώδικας για τη γάτα.....	48
Εικόνα 4.11 - Ο κώδικας για το ποντίκι.....	48
Εικόνα 4.12 - Arduino Uno.....	49
Εικόνα 4.13 - Blink.ino.....	49
Εικόνα 4.14 - Ο κινητήρας servo.....	50
Εικόνα 4.15 - sweep.ino.....	51
Εικόνα 4.16 - rotacion.ev3.....	51
Εικόνα 4.17 - swing.c.....	52
Εικόνα 4.18 - drive.ev3.....	52
Εικόνα 4.19 - drive.c.....	53

Κατόλογος Πινάκων

Πίνακας 2.1 : Arduino Shields (pictures retrieved from https://store.arduino.cc/).....	31
---	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Εισαγωγή

Σύμφωνα με τον ορισμό του Ινστιτούτου Ρομπότ των ΗΠΑ, ρομπότ είναι μια επαναπρογραμματιζόμενη πολυλειτουργική χειριστική διάταξη, σχεδιασμένη για τη μετακίνηση υλικών, εξαρτημάτων, εργαλείων και εξειδικευμένων διατάξεων, μέσω μεταβλητών, προγραμματισμένων κινήσεων για την εκτέλεση μιας σειράς εργασιών. Ένα ρομπότ αποτελείται από δύο συστήματα το μηχανικό και το ηλεκτρονικό. Το μηχανικό μέρος περιλαμβάνει το σύστημα κίνησής του δηλαδή τους κινητήρες που του επιτρέπουν να κινείται στο χώρο ενώ το ηλεκτρονικό αποτελείται από τον εγκέφαλό του. Το ηλεκτρονικό μέρος παίρνει ως είσοδο διάφορα δεδομένα από τους αισθητήρες τα επεξεργάζεται και παράγει κάποια αποτελέσματα τα οποία στη συνέχεια στέλνονται στους κινητήρες καθώς και σε άλλες μονάδες εξόδου.

Η ρομποτική είναι ένας σύγχρονος τεχνολογικός κλάδος της αυτοματοποίησης και το αντικείμενο της είναι η μελέτη, ο σχεδιασμός, η λειτουργία καθώς και η περαιτέρω ανάπτυξη των ρομπότ. Αποτελεί μια σχετικά καινούργια επιστήμη και ουσιαστικά συνδυάζει μια πληθώρα στοιχείων όπως για παράδειγμα ανάπτυξη λογισμικού, τεχνητή νοημοσύνη, μελέτη της ανθρώπινης συμπεριφοράς. Οι εφαρμογές της ρομποτικής χρησιμοποιούνται σε πολλούς τομείς της καθημερινής ζωής όπως ιατρική, αεροπολία, βιομηχανία και εκπαίδευση επηρεάζοντας έτσι ένα μεγάλο μέρος του παγκόσμιου πληθυσμού.

Η εκπαιδευτική ρομποτική όπως προαναφέραμε αποτελεί την εισαγωγή της επιστήμης της ρομποτικής στην εκπαίδευση και είναι ένα πρωτοπόρο διδακτικό εργαλείο το οποίο έχει καθιερωθεί σε αρκετές χώρες ως ένας εναλλακτικός τρόπος μάθησης. Τα τελευταία χρόνια έχει εισχωρήσει στην πρωτοβάθμια και στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση όπως και σε πανεπιστήμια. Τα εκπαιδευτικά πακέτα που χρησιμοποιούνται σε κάθε περίπτωση ποικίλλουν ανάλογα με την ηλικία των μαθητών, την πολυπλοκότητα των εφαρμογών καθώς και άλλους παράγοντες. Οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να υλοποιήσουν τις ιδέες τους και να κάνουν καταγραφή και ανάλυση των αποτελεσμάτων ενισχύοντας έτσι την δημιουργικότητά τους και την ικανότητα να επιλύουν προβλήματα.

Ιστορική Αναδρομή

Η εκπαιδευτική ρομποτική έχει τις ρίζες της στη δεκαετία του 1960 όταν ο καθηγητής Seymour Papert πρότεινε τα παιδιά να χρησιμοποιούν τους υπολογιστές ως εργαλεία μάθησης. Αυτό θα είχε ως αποτέλεσμα την ενίσχυση της δημιουργικότητας, της καινοτομίας, όπως και την "συγκεκριμενοποίηση" της υπολογιστικής σκέψης. Το φθινόπωρο του 1984 ο τότε διευθύνων σύμβουλος της εταιρίας Lego Kjeld Kirk Kristiansen παρακολούθησε μια τηλεοπτική συνέντευξη του καθηγητή του MIT Seymour Papert. Ο Seymour παρουσίασε έναν τρόπο με τον οποίο τα παιδιά μπορούν να ελέγξουν ρομπότ-χελώνες χρησιμοποιώντας την γλώσσα προγραμματισμού LOGO, την οποία είχε αναπτύξει ο ίδιος, μετακινώντας έτσι τα ρομπότ σε συγκεκριμένες κατευθύνσεις. Στη συνέχεια ο Kristiansen επισκέφτηκε τον Papert στα εργαστήρια του MIT ξεκινώντας έτσι την μακροχρόνια συνεργασία της εταιρίας Lego με το MIT Media Lab. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία του πρώτου εκπαιδευτικού ρομπότ, του LEGO TC Logo (1988) καθώς και την εισαγωγή της εκπαιδευτικής ρομποτικής στα σχολεία.

Επίσης σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της εκπαιδευτικής ρομποτικής έπαιξε ο Jonassen ο οποίος έδωσε το έρεισμα όπως και τις θεωρητικές υποδομές για την ενσωμάτωση της ρομποτικής σε πανεπιστημιακά προγράμματα που είχαν ως στόχο την προετοιμασία εκπαιδευτικών. Πιο συγκεκριμένα ο Jonassen το 1996 έδωσε τον ορισμό των Mindtools ως

εφαρμογές ηλεκτρονικών υπολογιστών που όταν χρησιμοποιούνται από τους μαθητές τους εμπλέκουν σε κριτική σκέψη. Η ενσωμάτωση των Mindtools πραγματοποιήθηκε αρχικά στα πανεπιστήμια και στη συνέχεια στα σχολεία κάνοντας χρήση πακέτων εκπαιδευτικής ρομποτικής μαζί με κατάλληλα περιβάλλοντα προγραμματισμού.

Ερευνητικό Υπόβαθρο

Σύμφωνα με κάποιες έρευνες αν η εκπαιδευτική ρομποτική αξιοποιηθεί αποδοτικά σε διάφορους τομείς της εκπαίδευσης, οι μαθητές αποκτούν κοινωνικές, γνωστικές και μεταγνωστικές δεξιότητες (Benitti, 2012). Για παράδειγμα έχουν τη δυνατότητα να επιλύουν προβλήματα με κριτική σκέψη (Petre & Price, 2004; Blanchard et al., 2010; Atmatzidou & Demetriadis, 2012) όπως και να μάθουν πιο εύκολα γλώσσες προγραμματισμού (Nourbakhsh et al., 2005; Atmatzidou et al., 2008; Alimisis, 2009). Αποτελέσματα άλλων ερευνών προτείνουν ότι η εκπαιδευτική ρομποτική δίνει έρεισμα στους μαθητές να ασχοληθούν τόσο σε ερευνητικό όσο και σε επαγγελματικό επίπεδο με ακαδημαϊκούς κλάδους όπως οι φυσικές επιστήμες, η τεχνολογία, η μηχανική, τα μαθηματικά (π.χ. Vollstedt et al., 2007; Mataric et al. 2007; Mead et al., 2012; Eguchi 2014; Kubilinskiene et al.,2017). Επίσης όσον αφορά την ειδική αγωγή η ρομποτική καθιστά ευκολότερη την εκπαίδευση ατόμων με ειδικές ανάγκες μέσω προγραμμάτων και ειδικών συστημάτων. Τα προγράμματα αυτά υποστηρίζουν την άμεση εμπειρία, τον πειραματισμό, την ενεργή συμμετοχή όπως και την αυτενέργεια οι οποίες αποτελούν σημαντικές παραμέτρους για την εκπαίδευση ατόμων με ειδικές ανάγκες.

Παρ' όλα αυτά υπάρχουν και μερικές έρευνες που υποστηρίζουν ότι η εκπαιδευτική ρομποτική δεν συμβάλλει απαραίτητα στην ανάπτυξη κοινωνικών δεξιοτήτων (Hussain et al.; 2006; Williams et al.; 2007; Sullivan, 2008; Benitti, 2012) καθώς και ότι τα οφέλη που αναφέραμε παραπάνω είναι χαμηλής σημαντικότητας (Turner & Hill, 2007; McWhorter, 2008; Gaudiello & Zibetti, 2013). Επίσης υπάρχουν και κάποιοι ερευνητές όπως ο Δρ Αλιμήσης και η επιστήμονας πληροφορικής Mataric που υποστηρίζουν ότι παρ' όλο που η ρομποτική είναι ένα σπουδαίο εργαλείο για τη μετάδοση της γνώσης και προτιμάται από μαθητές κάθε ηλικίας από μόνη της δεν αρκεί για να αυξήσει την αποδοτικότητα των μαθητών και το παιδαγωγικό της υπόβαθρο χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση.

Πακέτα Εκπαιδευτικής Ρομποτικής

Στο σημείο αυτό θα αναφερθούμε εν συντομία στα πακέτα εκπαιδευτικής ρομποτικής που θα αναλύσουμε στην παρούσα διπλωματική. Τα πακέτα αυτά είναι η πλατφόρμα Lego Mindstorms EV3, η γλώσσα προγραμματισμού Scratch, η πλατφόρμα Arduino.

Lego Mindstorms EV3

Η πλατφόρμα Lego Mindstorms EV3 κυκλοφόρησε το 2013 και αποτελεί την τρίτη έκδοση των Lego. Αποτελείται από ένα σύνολο ηλεκτρομηχανολογικών εξαρτημάτων όπως για παράδειγμα αισθητήρες, κινητήρες τα οποία είναι υπεύθυνα για τις διάφορες λειτουργίες του ρομπότ. Μερικά από αυτά συμμετέχουν στην κίνηση του ενώ κάποια άλλα παίζουν ρόλο στην αναγνώριση του χώρου. Επίσης οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να προγραμματίσουν τα ρομπότ να τα κάνουν δηλαδή να κινηθούν καθώς και να πραγματοποιήσουν διάφορες ενέργειες όπως να σηκώσουν κάποια αντικείμενα. Αυτό είναι δυνατό μέσω του λογισμικού Lego Mindstorms EV3 Home Edition.

Scratch

Η Scratch είναι μια οπτική δυναμική γλώσσα προγραμματισμού υλοποιημένη σε Squeak. Απευθύνεται κυρίως σε νεαρούς χρήστες, οι οποίοι έχουν τη δυνατότητα να δημιουργήσουν διαδραστικές ιστορίες και παιχνίδια καθώς και να τις μοιραστούν με άλλους. Χρησιμοποιείται παγκοσμίως σε σχολεία όπως και σε διάφορους εκπαιδευτικούς οργανισμούς. Η πρώτη έκδοση κυκλοφόρησε το 2002 από μια ομάδα ερευνητών στο MIT Media Lab με επικεφαλής τον Mitchel Resnick. Η πιο πρόσφατη έκδοση είναι η Scratch 3.0 και κυκλοφόρησε το 2019. Επίσης οι χρήστες μπορούν να κάνουν αλλαγές στον κώδικα ακόμα και τη στιγμή που εκτελούνται τα προγράμματα. Στην παρούσα διπλωματική χρησιμοποιήθηκε η δεύτερη έκδοση της γλώσσας Scratch.

Arduino

Η πλατφόρμα Arduino αποτελείται από μια μητρική πλακέτα με ενσωματωμένο μικροεπεξεργαστή και θύρες εισόδου, εξόδου καθώς και περιβάλλον ανάπτυξης προγραμμάτων. Επίσης αλληλεπιδρά με το περιβάλλον μέσω αισθητήρων οι οποίοι λαμβάνουν σήματα ενεργοποιώντας έτσι τις εξόδους. Ιδρύθηκε το 2005 από τους Massimo Banzi και David Cueartielles οι οποίοι είχαν την ιδέα μιας συσκευής που θα χρησιμοποιείται από μαθητές για την κατασκευή προγραμμάτων διαδραστικών σχεδίων. Η πλατφόρμα Arduino είναι χαμηλού κόστους σε σχέση με άλλα ηλεκτρονικά κυκλώματα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε λειτουργικά συστήματα όπως Windows, Linux και Mac. Επιπλέον είναι ανοιχτού κώδικα που σημαίνει ότι τα ηλεκτρολογικά σχέδια των κυκλωμάτων όπως και οι κώδικες διατίθενται δωρεάν για χρήση. Να σημειωθεί ότι υπάρχουν πολλά μοντέλα Arduino που κυκλοφορούν στην αγορά αλλά στην παρούσα διπλωματική θα ασχοληθούμε με το μοντέλο Arduino Uno.

Κεφάλαιο 2

Ανάλυση Πακέτων Εκπαιδευτικής Ρομποτικής

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναλύσουμε το καθένα πακέτο εκπαιδευτικής ρομποτικής ξεχωριστά. Θα καταγράψουμε τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους όπως τα εξαρτήματα από τα οποία αποτελούνται (hardware) και τα πακέτα λογισμικού (software) που χρησιμοποιούνται για τον προγραμματισμό τους.

Περιγραφή Lego Mindstorms EV3

Hardware

Στην ενότητα αυτή θα ασχοληθούμε με τα εξαρτήματα από τα οποία αποτελούνται τα Lego Mindstorms Ev3. Θα αναλύσουμε το κάθε ένα όπως και τις δυνατότητες που προσφέρει στο ρομπότ.

EV3 Brick

Το "έξυπνο" τούβλο EV3 (Εικόνα 2.1) είναι το βασικότερο κομμάτι του ρομπότ αφού αποτελεί τον εγκέφαλό του. Λειτουργεί δηλαδή ως κέντρο ελέγχου και σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Αποτελείται από 4 θύρες εισόδου (A,B,C,D) οι οποίες χρησιμοποιούνται για την σύνδεση του "έξυπνου" τούβλου με τους κινητήρες καθώς και από 4 θύρες εξόδου (1,2,3,4) για την σύνδεσή του με τους αισθητήρες. Να σημειωθεί ότι το έξυπνο τούβλο μπορεί να συνδεθεί σε ηλεκτρονικό υπολογιστή μέσω μιας μικρής USB θύρας. Επιπλέον μέσω δύο ακόμα θυρών (USB Host Port και SD Card Port) το EV3 Brick έχει τη δυνατότητα να συνδεθεί σε ασύρματο δίκτυο καθώς και να αποκτήσει περισσότερη μνήμη. Επίσης διαθέτει πλήκτρα για να κινεί και να κατευθύνει το ρομπότ στο περιβάλλον του τα οποία λειτουργούν και ως ενεργοποιητές. Επιπροσθέτως λειτουργεί με επαναφορτιζόμενες μπαταρίες λιθίου ή έξι AA μπαταρίες. Πέραν αυτού περιλαμβάνει ένα ηχείο μέσω του οποίου εξέρχονται όλοι οι ήχοι που παράγονται από το τούβλο καθώς και τα ηχητικά εφέ που χρησιμοποιούνται στον προγραμματισμό των ρομπότ. Η οθόνη του είναι μονόχρωμη LCD 178x128 pixel. Τέλος να αναφέρουμε πως έχει διαθέσιμη μνήμη RAM 64 MB καθώς και μνήμη Flash 16 MB.



Εικόνα 2.1 - "έξυπνο" τούβλο EV3 (retrieved from <https://www.lego.com/en-us/product/ev3-intelligent-brick-45500>)

Κινητήρας

Τα ρομπότ αποτελούνται από κινητήρες ή αλλιώς μοτέρ οι οποίοι μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια σε μηχανική δίνοντας έτσι τη δυνατότητα στο ρομπότ να μετακινηθεί ή να κινήσει διάφορα αντικείμενα. Συνολικά αποτελούνται από τρεις κινητήρες δύο μεγάλους και ένα μεσαίο.

Ο Μεγάλος Κινητήρας (Εικόνα 2.2) είναι ένας ισχυρός "έξυπνος" κινητήρας με ενσωματωμένη περιστροφή. Αποτελεί την κινητήρια βάση στο ρομπότ εξ' αιτίας ορισμένων βελτιστοποιήσεων. Επίσης πραγματοποιεί 160-170 κύκλους το λεπτό (rpm- rounds per minute) έχει ροπή στρέψης 20 N*cm και ροπή βραχίονα 40 N*cm. Αυτό σημαίνει ότι οι μεγάλοι κινητήρες είναι μεν αργοί αλλά ισχυροί.

Ο Μεσαίος κινητήρας (Εικόνα 2.3) περιλαμβάνει και αυτός ενσωματωμένο αισθητήρα περιστροφής αλλά σε αντίθεση με τον Μεγάλο είναι μικρότερος και ελαφρύτερος. Πραγματοποιεί 240-250 κύκλους το λεπτό έχει ροπή στρέψης 8 N*cm και ροπή βραχίονα 12 N*cm. Άρα οι μεσαίοι κινητήρες είναι γρήγοροι αλλά λιγότερο ισχυροί.



Εικόνα 2.2 - μεγάλος κινητήρας (retrieved from <https://www.lego.com/en-us/product/ev3-large-servo-motor-45502>)



Εικόνα 2.3 - μεσαίος κινητήρας (retrieved from <https://www.lego.com/en-us/product/ev3-medium-servo-motor-45503>)

Αισθητήρας

Με τον όρο αισθητήρας εννοούμε μια συσκευή η οποία μετράει μια φυσική ποσότητα όπως για παράδειγμα τη μάζα, τη θέση, το ρεύμα και στη συνέχεια τη μετατρέπει σε ηλεκτρικό σήμα. Ένας αισθητήρας επιτρέπει στο ρομπότ να κάνει διάφορες κινήσεις. Τα Lego Mindstorms έχουν πολλών ειδών αισθητήρες οι οποίοι επιτελούν διάφορες λειτουργίες και στη συνέχεια παράγουν κάποιο αποτέλεσμα.

Αισθητήρας Αφής

Ο αισθητήρας αφής (Εικόνα 2.4) είναι ένα αναλογικό εργαλείο το οποίο κάνει το ρομπότ να λειτουργεί σαν ένα τυφλό άτομο που ανταποκρίνεται κάθε φορά που αγγίζει κάποιο αντικείμενο. Αποτελείται από ένα κόκκινο κουμπί στο μπροστινό μέρος και από έναν ολοκληρωμένο μετρητή στο πίσω μέρος. Ο αισθητήρας αφής μπορεί να ανιχνεύσει πότε το κόκκινο κουμπί πιέζεται και πότε απελευθερώνεται. Οι καταστάσεις που μπορεί να βρίσκεται ο αισθητήρας είναι συνολικά τρεις. Η πρώτη κατάσταση είναι η πίεση και συμβαίνει όταν το ρομπότ έρχεται σε επαφή με κάτι από το γύρω περιβάλλον του. Η δεύτερη είναι η απελευθέρωση και συμβαίνει όταν το ρομπότ σταματά να βρίσκεται σε επαφή. Τέλος έχουμε το στιγμιαίο χτύπημα το οποίο αποτελεί μια μίξη των δύο πρώτων καταστάσεων. Για παράδειγμα όταν το ρομπότ συγκρουστεί με κάποιο εμπόδιο και στη συνέχεια απελευθερωθεί τότε έχει συμβεί η τρίτη κατάσταση. Ο αισθητήρας αφής διαθέτει υποδοχή άξονα για προέκταση καθώς και AutoID.



Εικόνα 2.4 - αισθητήρας αφής (retrieved from <https://www.lego.com/en-us/product/ev3-touch-sensor-45507>)

Αισθητήρας Χρώματος

Ο αισθητήρας χρώματος (Εικόνα 2.5) ανιχνεύει το χρώμα ή την ένταση του φωτός η οποία εισέρχεται στο μικρό παράθυρο που βρίσκεται στην όψη του αισθητήρα. Ένας αισθητήρας χρώματος μπορεί να μετρήσει το χρώμα, την ένταση του φωτός που αντανακλάται καθώς και την ένταση φωτός του περιβάλλοντος χώρου. Όταν ο αισθητήρας βρίσκεται στην λειτουργία χρώματος μπορεί να αναγνωρίζει συνολικά επτά χρώματα το κόκκινο, το άσπρο, το μπλε, το πράσινο, το μαύρο, το κίτρινο καθώς και το γεγονός ότι δεν υπάρχει καθόλου χρώμα. Στη λειτουργία αντανάκλασης ο αισθητήρας μετράει την ένταση του φωτός που αντανακλάται από μια λάμπα που εκπέμπει κόκκινο φως. Τέλος στην τρίτη λειτουργία ο αισθητήρας μετράει την ένταση του φωτός από το γύρω περιβάλλον. Η ένταση του φωτός μπορεί να μετρηθεί με μια κλίμακα από το 0 (πολύ σκοτεινή) έως το 100 (πολύ φωτεινή). Ο ρυθμός δειγματοληψίας του είναι 1 kHz / sec. Να σημειωθεί ότι για την αύξηση της αποδοτικότητας όταν ο αισθητήρας βρίσκεται στις δυο πρώτες λειτουργίες θα πρέπει να βρίσκεται σε ορθή γωνία κοντά στην επιφάνεια που εξετάζει αλλά να μην την αγγίζει.



Εικόνα 2.5 - αισθητήρας χρώματος (retrieved from <https://www.lego.com/en-us/product/ev3-color-sensor-45506>)

Αισθητήρας Υπερύθρων

Ο αισθητήρας υπερύθρων (Εικόνα 2.6) είναι ένας ψηφιακός αισθητήρας που ανιχνεύει το υπέρυθρο φως που ανακλάται από μια στερεή επιφάνεια καθώς και τα φωτεινά σήματα που αποστέλλονται από τον Απομακρυσμένο Υπέρυθρο Φάρο (Εικόνα 2.7). Ο παραπάνω αισθητήρας χρησιμοποιείται σε τρεις διαφορετικές λειτουργίες τη λειτουργία εγγύτητας, τη λειτουργία φάρου και τέλος τη λειτουργία τηλεχειρισμού.

Στη λειτουργία εγγύτητας ο αισθητήρας ανιχνεύει την ένταση της ανακλώμενης υπέρυθρης ακτινοβολίας για να μετρήσει την απόσταση μεταξύ αυτού και ενός αντικειμένου. Είναι φανερό πως όσο πιο κοντά είναι το αντικείμενο τόσο πιο μεγάλη είναι η ένταση της ακτινοβολίας. Να σημειωθεί πως η απόσταση δεν μετريέται σε κάποια μονάδα μέτρησης για παράδειγμα εκατοστά, μέτρα αλλά χρησιμοποιείται μια κλίμακα με τιμές μεταξύ 0 (πολύ κοντά) και 100 (μακριά). Ο αισθητήρας μπορεί να ανιχνεύσει αντικείμενα που βρίσκονται έως και 70 cm μακριά του αλλά αυτό εξαρτάται από το μέγεθός τους καθώς και από το σχήμα τους.

Ο φάρος είναι μια ξεχωριστή συσκευή η οποία μπορεί να είναι φορητή ή ενσωματωμένη σε κάποιο άλλο μοντέλο Lego. Για να λειτουργήσει χρειάζεται δυο AAA αλκαλικές μπαταρίες. Ο χρήστης μπορεί να το ενεργοποιήσει πατώντας το κουμπί "λειτουργία φάρου" που βρίσκεται στο πάνω μέρος της συσκευής. Μια πράσινη λυχνία θα ενεργοποιηθεί υποδεικνύοντας ότι η συσκευή είναι ενεργή και εκπέμπει συνεχώς. Ένα ακόμα πάτημα στο κουμπί και η συσκευή θα απενεργοποιηθεί από μόνη της μετά από μια ώρα αδράνειας. Να αναφέρουμε πως σ αυτήν την λειτουργία ο αισθητήρας ανιχνεύει την γειτνίαση του φάρου δηλαδή την σχετική τους απόσταση, για την μέτρηση της χρησιμοποιείται η παραπάνω κλίμακα, καθώς και την επικεφαλίδα του δηλαδή την γωνία από την κατεύθυνση που δείχνει ο αισθητήρας. Η επικεφαλίδα παίρνει τιμές μεταξύ -25 και 25 με το 0 να υποδηλώνει πως ο φάρος βρίσκεται ακριβώς μπροστά από τον αισθητήρα.

Τέλος στην τρίτη λειτουργία ο φάρος χρησιμοποιείται ως τηλεχειριστήριο για το ρομπότ. Όταν λοιπόν βρισκόμαστε σε απομακρυσμένη λειτουργία ο αισθητήρας μπορεί να ανιχνεύσει ποια κουμπία είναι πατημένα στο φάρο.



Εικόνα 2.6 - αισθητήρας υπερύθρων (retrieved from <https://www.lego.com/en-us/product/ev3-infrared-sensor-45509>)



Εικόνα 2.7 - Απομακρυσμένος Υπέρυθρος Φάρος (retrieved from <https://www.lego.com/en-us/product/ev3-infrared-beacon-45508>)

Αισθητήρας Υπερήχων

Ο αισθητήρας υπερήχων (Εικόνα 2.8) είναι ένας ψηφιακός αισθητήρας που μετράει την απόσταση του ρομπότ από διάφορα αντικείμενα με τον εξής τρόπο. Παράγει ηχητικά κύματα και με βάση την ηχώ τους εντοπίζει τη θέση ενός αντικειμένου σε σχέση με το ρομπότ. Επίσης τα κύματα που στέλνονται χρησιμεύουν και ως σόναρ, για τον εντοπισμό δηλαδή άλλων ηχητικών κυμάτων. Όταν ανιχνευθεί άλλος υπέρηχος τότε επιστρέφεται true. Η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιείται σε αυτοκίνητα, αυτόματες πόρτες καθώς και συστήματα παραγωγής επομένως οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να παρατηρήσουν και να σχεδιάσουν εφαρμογές που χρησιμοποιούνται στην καθημερινή ζωή. Ο αισθητήρας υπερήχων μετράει αποστάσεις μεταξύ ενός και 250 εκατοστών με ακρίβεια (+-1) cm. Ο αισθητήρας υπερήχων διαθέτει Auto-ID όπως και σταθερό μπροστινό φωτισμό ο οποίος αναβοσβήνει όταν βρίσκεται σε λειτουργία.



Εικόνα 2.8 - αισθητήρας υπερήχων (retrieved from <https://www.lego.com/en-us/product/ev3-ultrasonic-sensor-45504>)

Γυροσκοπικός Αισθητήρας

Ο γυροσκοπικός αισθητήρας (Εικόνα 2.9) μετράει την περιστροφική κίνηση του ρομπότ και τις αλλαγές στον προσανατολισμό του. Οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να έρθουν σε επαφή με εργαλεία που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία όπως το Segway, συστήματα πλοήγησης, ελεγκτές. Μετράει τις γωνίες με ακρίβεια (+-3) βαθμούς και έχει ισχύ 440 μοίρες το δευτερόλεπτο. Τέλος έχει συχνότητα δειγματοληψίας 1 kHz και διαθέτει Auto-ID.



Εικόνα 2.9 - γυροσκοπικός αισθητήρας (retrieved from <https://www.lego.com/en-us/product/ev3-gyro-sensor-45505>)

Δευτερεύοντα εξαρτήματα

Εκτός από τα εργαλεία που περιγράψαμε παραπάνω τα Lego Mindstorms αποτελούνται και από κάποια δευτερεύοντα εξαρτήματα (Εικόνα 2.10). Μερικά από αυτά είναι τουβλάκια, ρόδες, γρανάζια, πλακίδια, διακοσμητικά τεμάχια.



Εικόνα 2.10 - δευτερεύοντα εξαρτήματα (retrieved from

<http://hellanicus.lib.aegean.gr/bitstream/handle/11610/17199/%20%20%20%20%20%20%20%20%20-%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20-%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20.pdf?sequence=4>)

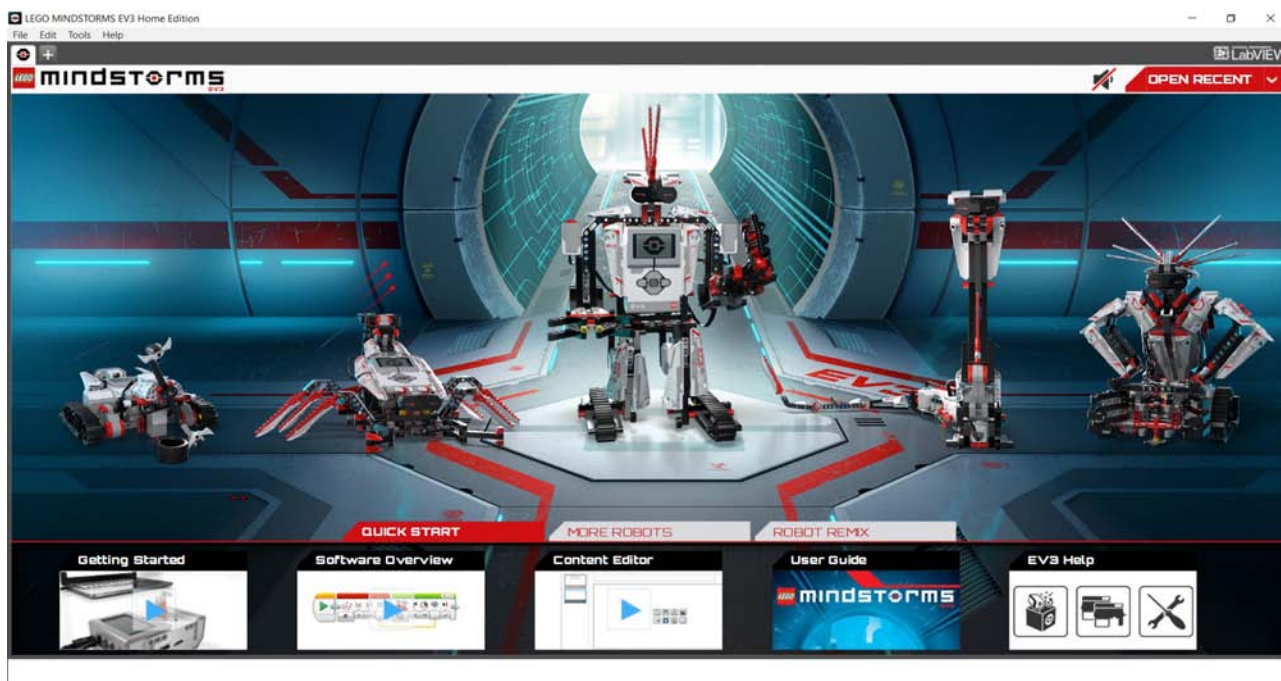
Software

LabView

Η LabView είναι μια πλατφόρμα που χρησιμοποιείται για τον σχεδιασμό συστημάτων και αποτελεί περιβάλλον για οπτικές γλώσσες προγραμματισμού. Έχει γραφτεί σε C, C++ και .NET. Τρέχει σε διάφορα λειτουργικά συστήματα όπως Windows, Linux, macOS όπως και σε αρκετές εκδόσεις των Unix. Αποτελεί μια από τις πιο δημοφιλείς γλώσσες για τον προγραμματισμό των Lego Mindstorms EV3.

Lego Mindstorms EV3 Home Edition

Το λογισμικό Lego Mindstorms EV3 Home Edition είναι μια διεπαφή προγραμματισμού βασισμένη στα εικονίδια. Το λογισμικό αυτό είναι εύκολο διαισθητικό, απευθύνεται σε άτομα κάθε ηλικίας και είναι προϊόν της LabView. Η παρακάτω εικόνα δείχνει το γραφικό περιβάλλον του λογισμικού Lego Mindstorms EV3 Home Edition. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να προγραμματίσει τα πέντε κύρια μοντέλα (tracker, spiker, everstorm, reptar, gripper) που βρίσκονται στο αρχικό μενού, να προγραμματίσει τα δικά του ρομπότ καθώς και να αναζητήσει περισσότερα μοντέλα στο Internet. Να σημειωθεί ότι τα κύρια μοντέλα έχουν δημιουργηθεί από σχεδιαστές των Lego με σκοπό να επιδείξουν πως μπορεί να προγραμματίσει κανείς χρησιμοποιώντας την εφαρμογή. Το περιβάλλον είναι αρκετά φιλικό προς άτομα κάθε ηλικίας καθώς περιέχει βίντεο και οδηγίες που εξηγούν αναλυτικά πως μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Επίσης οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να δώσουν όνομα στις εργασίες τους όπως και να εισάγουν βίντεο και εικόνες που θα εμφανίζονται κατά την προβολή των έργων τους. Στην Εικόνα 2.11 φαίνεται το αρχικό μενού της εφαρμογής.

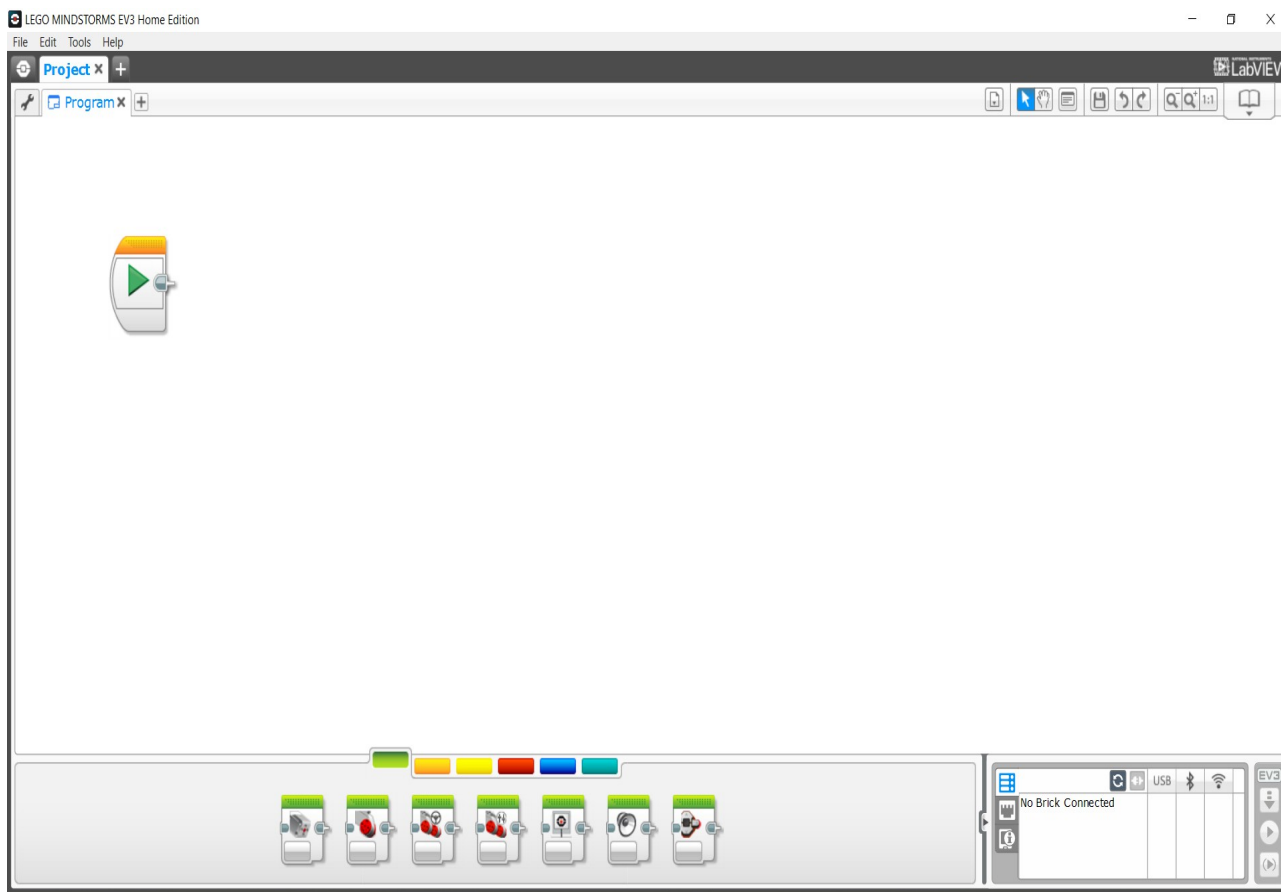


Εικόνα 2.11 - Το λογισμικό Lego Mindstorms EV3 Home Edition

Προγραμματισμός των Ρομπότ

Στην Εικόνα 2.12 φαίνεται η περιοχή στην οποία οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να δημιουργήσουν τα προγράμματά τους συνδέοντας τα blocks από τις παλέτες. Οι παλέτες χωρίζονται σε κατηγορίες ανάλογα με τη λειτουργία που επιτελούν. Κάθε κατηγορία έχει και από ένα διαφορετικό χρώμα. Κάποια μπλοκ ενεργοποιούν ορισμένες δυνατότητες των ρομπότ όπως κίνηση, ήχος (action blocks) ενώ άλλα τροποποιούν τις δυνατότητες των άλλων μπλοκ (flow blocks). Για παράδειγμα το ρομπότ μπορεί να αρχίσει να κινείται σε ευθεία γραμμή για κάποιο χρόνο και στη συνέχεια να σταματήσει.

Επίσης υπάρχουν και μερικά μπλοκ που θέτουν σε λειτουργία και διάφορα εξαρτήματα των ρομπότ όπως το έξυπνο τούβλο, τους αισθητήρες (sensor blocks). Μια άλλη κατηγορία είναι τα μπλοκ που χειρίζονται δεδομένα (data blocks). Αυτά πραγματοποιούν διάφορες λειτουργίες όπως για παράδειγμα αρχικοποιήσεις μεταβλητών, δηλώσεις σταθερών, συγκρίσεις μεταξύ μεταβλητών, λογικές πράξεις, πράξεις μεταξύ πινάκων. Επιπλέον υπάρχουν και κάποια μπλοκ για πιο προχωρημένους χρήστες τα οποία διαχειρίζονται αρχεία, σταματάνε τα προγράμματα που τρέχουν και επιτρέπουν τη σύνδεση με Bluetooth.



Εικόνα 2.12 - Το περιβάλλον προγραμματισμού του λογισμικού Lego Mindstorms EV3 Home Edition

RobotC

Η RobotC είναι μια γλώσσα προγραμματισμού βασισμένη στη C. Αναπτύχθηκε για εκπαιδευτικούς σκοπούς και αποτελεί την πρώτη γλώσσα στο πεδίο της ρομποτικής που ειδικεύεται στον τομέα της εκπαίδευσης. Η σύνταξη της είναι παρόμοια με αυτή άλλων γλωσσών όπως της C++ ή της Python. Είναι η μόνη γλώσσα προγραμματισμού σε αυτό το επίπεδο που διαθέτει ολοκληρωμένο πρόγραμμα εντοπισμού σφαλμάτων που υποστηρίζει μια σειρά διαφορετικών πλατφόρμων υλικού. Απεθύνεται τόσο σε προχωρημένους όσο και αρχάριους χρήστες καθώς και σε καθηγητές που διδάσκουν ρομποτική. Η πλατφόρμα RobotC μπορεί να εγκατασταθεί σε Windows αλλά όχι σε Linux. Να σημειωθεί ότι γίνονται προσπάθειες για την εγκατάσταση της πλατφόρμας σε MacOSX χωρίς όμως επιτυχία. Επίσης διαθέτει σύγχρονο γραφικό περιβάλλον βασισμένο στα Windows. Επιπλέον οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να παρακολουθήσουν δωρεάν διαδικτυακά σεμινάρια, εκπαιδευτικά βίντεο καθώς και να διαβάσουν λεπτομερή βοηθητικά αρχεία για την εκμάθηση προγραμμάτων.

GO

Η Go είναι μια γλώσσα προγραμματισμού ανοιχτού κώδικα που έχει σαν στόχο να κάνει τους προγραμματιστές πιο παραγωγικούς. Αναπτύχθηκε το 2007 από τη Google Inc. από τους

Robert Griesemer, Rob Pike και Ken Thompson αλλά ξεκίνησε το 2009 ως γλώσσα προγραμματισμού. Είναι μια γλώσσα διαδικαστικού προγραμματισμού, μεταγλωττίζεται γρήγορα στον κώδικα του μηχανήματος και έχει τη δυνατότητα συλλογής απορριμάτων. Σύμφωνα με την Google, ακόμα και μεγάλες βιβλιοθήκες έχουν τη δυνατότητα να μεταγλωττίζονται σε λίγα δευτερόλεπτα. Υποστηρίζει το περιβάλλον που υιοθετεί μοτίβα σε δυναμικές γλώσσες. Η σύνταξη της είναι σε γενικές γραμμές ίδια με εκείνη της C. Επίσης περιλαμβάνει στοιχεία και από άλλες γλώσσες προγραμματισμού όπως την Python. Τέλος να αναφέρουμε πως οι χρήστες δεν χρειάζεται να εγκαταστήσουν εργαλεία για μεταγλώττιση καθώς η Go έχει το δικό της ενσωματωμένο μεταγλωττιστή.

Άλλες γλώσσες προγραμματισμού

Υπάρχουν πολλές γλώσσες προγραμματισμού όπως και πακέτα λογισμικού για τον προγραμματισμό των Lego Mindstorms EV3. Εκτός από αυτές που προαναφέραμε τα Lego μπορούν να προγραμματιστούν και με τις γνωστές σε όλους γλώσσες όπως C, C++, Java, Python.

Περιγραφή Arduino Uno

Hardware

Η πλατφόρμα Arduino Uno αποτελείται από ένα σύνολο εξαρτημάτων τα οποία είναι υπεύθυνα για τις διάφορες λειτουργίες της ή επεκτείνουν τις δυνατότητες του. Εν συνεχεία θα αναλύσουμε το καθένα από αυτά τα εξαρτήματα.

Arduino Shields

Τα Arduino Shields είναι πλακέτες που συνδέονται στην πλατφόρμα Arduino Uno και της προσφέρουν επιπλέον λειτουργίες κυρίως σε θέματα επικοινωνίας. Ουσιαστικά λαμβάνουν όλη την πολυπλοκότητα που θα μπορούσε να έχει η πλατφόρμα και την μετατρέπουν σε μια απλή διεπαφή. Ο χρήστης έτσι υλοποιεί την ιδέα του γρήγορα και αποτελεσματικά.

Η πλακέτα Arduino WiFi Shield συνδέει την πλατφόρμα ασύρματα στο διαδίκτυο. Φυσικά μπορεί να επιτευχθεί και ενσύρματη επικοινωνία με το διαδίκτυο μέσω του Arduino Ethernet Shield. Στην περίπτωση αυτή απαιτείται η χρήση δρομολογητή (router) για την εισαγωγή ενός RJ45 καλωδίου. Να σημειωθεί ότι και στις δύο περιπτώσεις περιλαμβάνεται θύρα υποδοχής SD.

Επίσης υπάρχει και η δυνατότητα ασύρματης επικοινωνίας της πλατφόρμας με μια μονάδα. Η εμβέλεια της επικοινωνίας ορίζεται στα 100 πόδια σε εξωτερικούς χώρους και μέχρι 300 πόδια σε εσωτερικούς χώρους. Η μονάδα μπορεί να περιλαμβάνει θύρα υποδοχής SD (Wireless SD Shield) ή να μην περιλαμβάνει (Wireless Proto Shield).

Μια άλλη πλακέτα είναι η Arduino Motor Shield η οποία επιτρέπει την οδήγηση δύο DC κινητήρων από την ίδια συσκευή, ελέγχοντας την ταχύτητα και την κατεύθυνση του καθενός ξεχωριστά. Τέλος υπάρχει και η Arduino MKRS GPS Shield η οποία έχει σχεδιαστεί για να λειτουργεί χρησιμοποιώντας υπηρεσίες εντοπισμού θέσης. Λαμβάνει και επεξεργάζεται σήματα GPS, GLONASS, Galileo. Μπορεί να συνδεθεί με την πλακέτα Arduino είτε μέσω σειριακής διεπαφής είτε μέσω διεπαφής I2C και καλωδίου ESLOV που παρέχεται ως δέσμη. Όλες οι πλακέτες που προαναφέραμε απεικονίζονται στον παρακάτω πίνακα.

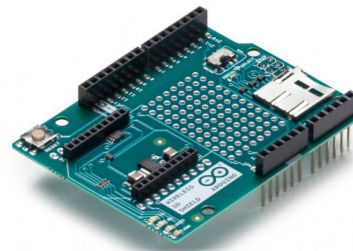
Arduino WiFi Shield



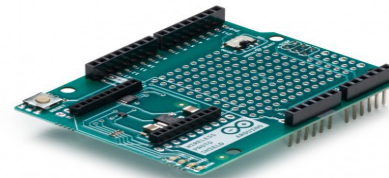
Arduino Ethernet Shield



Wireless SD Shield




Wireless Proto Shield



Arduino Motor Shield



<p>Arduino MKR GPS Shield</p>	
-------------------------------	--

Πίνακας 2.1 : Arduino Shields (pictures retrieved from <https://store.arduino.cc/>)

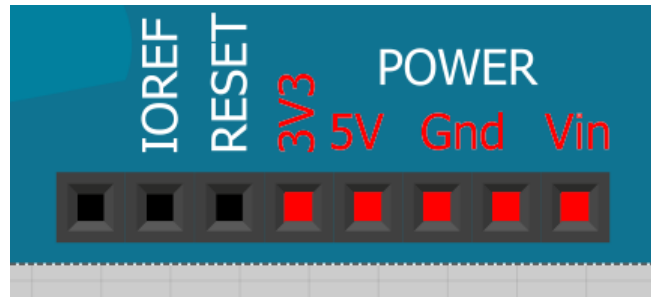
Μνήμη

Η πλατφόρμα Arduino Uno διαθέτει επεξεργαστή ATmega328 ο οποίος αποτελείται από τρεις ομάδες μνήμης. Διαθέτει μνήμη SRAM 2 KB την οποία χρησιμοποιούν τα προγράμματα για να αποθηκεύσουν διάφορα δεδομένα όπως μεταβλητές, πίνακες. Τα δεδομένα αυτά χάνονται όταν σταματήσει η παροχή ρεύματος ή πατηθεί το κουμπί της επανεκκίνησης. Επίσης διαθέτει μνήμη EEPROM 1 KB η οποία χρησιμοποιείται για εγγραφή ή ανάγνωση δεδομένων από προγράμματα. Σε αντίθεση με την SRAM τα δεδομένα δεν χάνονται σε περίπτωση απώλειας τροφοδοσίας ή επανεκκίνησης. Τέλος ο επεξεργαστής αποτελείται και από μνήμη FLASH 32 KB. Τα 2 KB χρησιμοποιούνται από το firmware για την εγκατάσταση των προγραμμάτων μέσω της θύρας USB, ενώ τα υπόλοιπα 30 KB για την αποθήκευση των προγραμμάτων αφού πρώτα γίνει η μεταγλώττιση τους. Ούτε η μνήμη FLASH χάνει τα δεδομένα της με απώλεια τροφοδοσίας ή επανεκκίνησης.

Τροφοδοσία

Η πλατφόρμα Arduino Uno τροφοδοτείται με ρεύμα είτε μέσω θύρας USB από τον υπολογιστή είτε μέσω υποδοχής φισ των 2,1 mm από κάποια εξωτερική τροφοδοσία η οποία θα πρέπει να είναι μεταξύ 7 και 12 Volt. Στη συνέχεια θα αναλύσουμε τους ακροδέκτες τροφοδοσίας που έχει το κύκλωμα (Εικόνα 2.13).

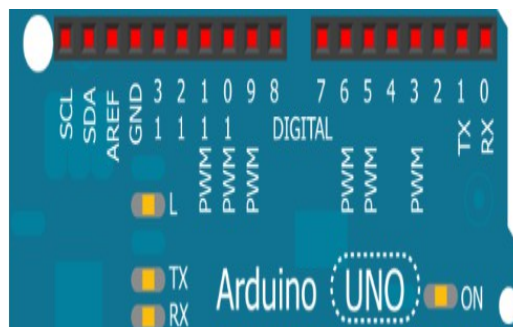
- Μέσω του ακροδέκτη **Vin** τροφοδοτείται η πλακέτα όταν χρησιμοποιείται εξωτερική πηγή ενέργειας.
- Οι δύο ακροδέκτες **GND** είναι οι είσοδοι γείωσης.
- Η τάση **3,3 V** παράγεται από το ολοκληρωμένο κύκλωμα FTDI και έχει όριο άντλησης ρεύματος 50mA.
- Η τάση των **5 V** χρησιμοποιείται από διάφορα μέρη της πλακέτας όπως και το μικροελεγκτή. Η τάση του ακροδέκτη είναι είτε των 5V η οποία δίνεται από τη σύνδεση USB είτε η ρυθμισμένη τάση που δίνεται μέσω του Vin.



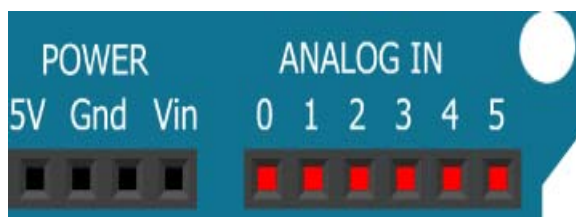
Εικόνα 2.13 - Οι ακροδέκτες τροφοδοσίας (retrieved from https://arch.icte.uowm.gr/mdasyg/pdfs/dimitriou_thesis.pdf)

Ακροδέκτες

Η πλατφόρμα Arduino Uno διαθέτει 16 ψηφιακούς ακροδέκτες (Εικόνα 2.14). Οι **ακροδέκτες 0 και 1** λειτουργούν ως δέκτης (Rx) και εκπομπός (Tx) της σειριακής θύρας όταν αυτή ενεργοποιείται. Έτσι όταν η σειριακή θύρα λάμβάνει δεδομένα τότε αυτά προωθούνται στον ακροδέκτη 0 και στη θύρα USB μέσω του ελεγκτή Serial-Over-USB, για να τα διαβάσει κάποια άλλη συσκευή. Αυτό σημαίνει ότι η πλατφόρμα χάνει 2 ακροδέκτες όταν ενεργοποιείται το σειριακό interface. Οι **ακροδέκτες 2 και 3** λειτουργούν ως εξωτερικά interrupt (0 και 1 αντίστοιχα). Οι ψηφιακές εισοδοι μετά από ρυθμίσεις λειτουργούν έτσι ώστε όταν συμβούν συγκεκριμένες αλλαγές η κανονική ροή του προγράμματος σταματάει και εκτελείται μια συγκεκριμένη συνάρτηση. Οι **ακροδέκτες 3, 5, 6, 9, 10 και 11** μπορούν να λειτουργήσουν και ως ψευδόαναλογικές έξοδοι με το σύστημα PWM (Pulse Width Modulation). Όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.15 στη κάτω πλευρά του Arduino Uno υπάρχει μια σειρά από 6 ακροδέκτες από 0 έως 5 με τη σήμανση ANALOG IN. Η τάση αναφοράς μπορεί να ρυθμιστεί με μια εντολή στο 1.1V τροφοδοτώντας εξωτερικά με αυτή την τάση το pin με τη σήμανση AREF που βρίσκεται στην απέναντι πλευρά της πλακέτας.



Εικόνα 2.14 - Οι ψηφιακοί ακροδέκτες (retrieved from https://arch.icte.uowm.gr/mdasyg/pdfs/dimitriou_thesis.pdf)









Εικόνα 2.15 - Οι έξι ακροδέκτες (retrieved from https://arch.icte.uowm.gr/mdasyg/pdfs/dimitriou_thesis.pdf)

Software

Arduino IDE

Η πλατφόρμα Arduino Uno διαθέτει ενσωματωμένο περιβάλλον ανάπτυξης, το οποίο ονομάζεται Arduino IDE (Εικόνα 2.17) και είναι μια εφαρμογή μεταξύ των πλατφόρμων γραμμένη σε Java. Διαθέτει ένα πρόγραμμα επεξεργασίας κειμένου στο οποίο οι χρήστες συντάσσουν τον κώδικά τους, μια περιοχή όπου εμφανίζονται τα διάφορα μηνύματα, μια κονσόλα κειμένου και μια γραμμή εντολών η οποία αποτελείται από κουμπιά τα οποία επιτελούν διάφορες λειτουργίες (Εικόνα 2.16). Το Arduino IDE συνδέεται με το υλικό (hardware) της πλατφόρμας και φορτώνει προγράμματα για να επικοινωνήσει μαζί τους. Τα προγράμματα αυτά ονομάζονται sketch. Επίσης περιέχει ένα compiler για τη μεταγλώττιση των προγραμμάτων καθώς και έτοιμες βιβλιοθήκες. Εκτός αυτού οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να ανεβάζουν τα μεταγλωττισμένα προγράμματα στο Arduino. Στην Εικόνα 2.17 φαίνεται το περιβάλλον προγραμματισμού της πλατφόρμας Arduino Uno.

	Verify	Ελέγχει για συντακτικά λάθη στον κώδικα.
	Upload	Μεταγλωττίζει τον κώδικα και τον φορτώνει στο Arduino.
	New	Δημιουργεί ένα νέο sketch.
	Open	Παραθέτει ένα μενού με όλα τα sketch. Κάνοντας κλικ σε ένα από αυτά, θα ανοίξει αυτόματα στο τρέχον παράθυρο.
	Save	Αποθηκεύει ένα sketch.
	Serial Monitor	Ανοίγει την σειριακή οθόνη.

Εικόνα 2.16 - Η γραμμή εντολών (retrieved from https://arch.icte.uowm.gr/mdasyg/pdfs/dimitriou_thesis.pdf)



Εικόνα 2.17 - Arduino IDE

Wiring

Η γλώσσα που χρησιμοποιείται στο περιβάλλον του Arduino Uno βασίζεται στη γλώσσα Wiring η οποία είναι μια παραλλαγή της C. Υποστηρίζει όλες τις βασικές δομές της C καθώς και μερικά χαρακτηριστικά της C++ επομένως μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι ίδιες εντολές, συναρτήσεις και δομές δεδομένων όπως και στη C. Παρ' όλα αυτά υπάρχουν και μερικές ειδικές εντολές, συναρτήσεις για διαχείριση του ειδικού υλικού (hardware) του Arduino. Για τη μεταγλώττιση των προγραμμάτων χρησιμοποιείται ο compiler AVR gcc και ως βασική βιβλιοθήκη C χρησιμοποιείται η AVR libc. Τα προγράμματα αποτελούνται από τρία μέρη τη δομή, τις τιμές και τις συναρτήσεις.

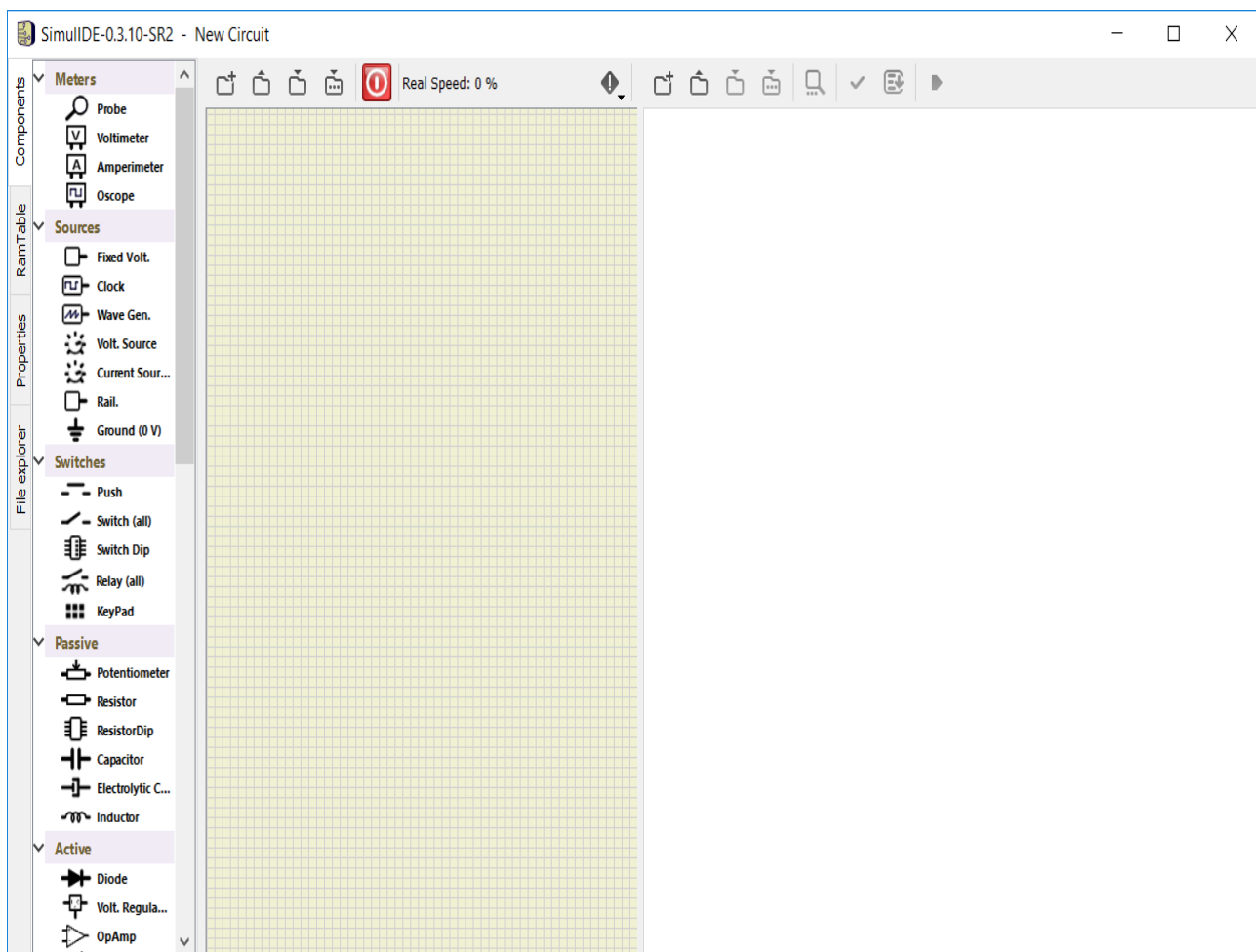
Arduino Simulators

Οι προσομοιωτές Arduino καθιστούν εφικτή την κατασκευή κυκλωμάτων τόσο από αρχάριους όσο και από προχωρημένους χρήστες. Είναι αποτελεσματικά εργαλεία και απευθύνονται σε προγραμματιστές, σχεδιαστές όπως και σπουδαστές οι οποίοι επιθυμούν να μάθουν βασικές σχεδιαστικές τεχνικές, να πειραματιστούν χωρίς τον φόβο ότι θα καταστρέψουν τον ηλεκτρονικό εξοπλισμό τους καθώς και χωρίς την σπατάλη χρημάτων. Υπάρχουν πολλές μορφές προσομοιωτών και έχουν κατασκευαστεί με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να είναι συμβατοί με τα περισσότερα λειτουργικά συστήματα. Στην παρούσα διπλωματική χρησιμοποιήθηκε ο προσομοιωτής SimulIDE.

SimulIDE

Η πλατφόρμα SimulIDE είναι ένας προσομοιωτής ηλεκτρονικών κυκλωμάτων. Προορίζεται για τον σχεδιασμό κυκλωμάτων γενικής χρήσης καθώς και για την προσομοίωση μικροελεγκτών, υποστηρίζοντας PIC και AVR. Η μέθοδος PIC (Particle In Cell) είναι μια τεχνική που αναπαριστά την τροχιά φορτισμένων σωματιδίων σε ηλεκτροστατικά πεδία και υποστηρίζεται από τον προσομοιωτή gsim. Η AVR είναι μια σειρά μικροελεγκτών που αναπτύχθηκε από την εταιρία Atmel το 1996 και ουσιαστικά πρόκειται για τροποποιημένους μικροελεγκτές RISC των 8-bit. Η AVR υποστηρίζεται από τον προσομοιωτή simavr.

Στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 2.18) φαίνεται το γραφικό περιβάλλον της πλατφόρμας SimulIDE. Στην περιοχή με τα τετραγωνάκια οι χρήστες εισάγουν και ενώνουν τα εξαρτήματα των κυκλωμάτων που επιθυμούν να κατασκευάσουν. Τα εξαρτήματα χωρίζονται σε κατηγορίες ανάλογα με τις λειτουργίες που επιτελούν. Υπάρχουν μετρητές (βολτόμετρα, αμπερόμετρα), πηγές (τάσης, ρεύματος), διακόπτες, παθητικά στοιχεία (πυκνωτές, αντιστάσεις), ενεργητικά στοιχεία (τρανζίστορ, δίοδοι), λογικές πύλες (AND, OR, NOT) όπως και μικροελεγκτές (Arduino υπο). Στην λευκή περιοχή οι χρήστες εισάγουν ή δημιουργούν τον κώδικα που θέτει σε λειτουργία το κύκλωμα. Μόλις είναι έτοιμος ο κώδικας περνάει από το στάδιο της μεταγλώττισης και στη συνέχεια εκτελείται. Οι χρήστες κάνουν ένα κλικ στο κόκκινο κουμπί πάνω από την περιοχή και στη συνέχεια το κύκλωμα αντιδράει με βάση της εντολές του κώδικα.



Εικόνα 2.18 - SimulIDE

Περιγραφή Scratch

Hardware

Το Scratch είναι ένα περιβάλλον προγραμματισμού κατάλληλο για παιδιά όπως και αρχάριους προγραμματιστές κάθε ηλικίας. Οι χρήστες μπορούν να δημιουργήσουν έργα όπως αλληλεπιδράσιμες ιστορίες, εφαρμογές και στη συνέχεια να συνδέσουν το Scratch σε ηλεκτρονικές συσκευές ή ρομπότ. Στη συνέχεια θα εξετάσουμε κάποιες από αυτές τις συσκευές και τα ρομπότ. Προφανώς δεν θα αναφερθούμε στην πλατφόρμα Arduino Uno και τα Lego Mindstorms EV3.

Μικρόφωνο

Εαν συνδέσουμε ένα μικρόφωνο στον υπολογιστή το Scratch μπορεί να μετρήσει την ένταση του ήχου σε κλίμακα από το 0 μέχρι το 100. Η τιμή αποθηκεύεται σε μια μεταβλητή με όνομα Loudness. Αν δεν υπάρχει μικρόφωνο συνδεδεμένο τότε έχει συνεχώς την τιμή 0 ή -1. Η μεταβλητή Loudness έχει εφαρμογές σε εργασίες που σχετίζονται με μέτρηση της έντασης του ήχου, όπως οι ηχητικοί αναλυτές. Για παράδειγμα οι χρήστες μπορούν να τους κάνουν να αντιδρούν όταν η ένταση ανεβαίνει πάνω από κάποιο επίπεδο καθώς και να προσαρμόσουν το μέγεθος ενός μικροφώνου ανάλογα με την ένταση του ήχου.

Joystick

Οι αισθητήρες τηλεχειρισμού είναι ένα εργαλείο που επιτρέπει στο Scratch να συνδεθεί με άλλες συσκευές, προγράμματα όπως για παράδειγμα το διαδίκτυο καθώς και να πραγματοποιήσει λειτουργίες που δεν μπορεί από μόνο του. Το Joystick (τηλεχειριστήριο) διαθέτει την επέκταση Joytail με την οποία συνδέεται με το Scratch. Οι αισθητήρες τηλεχειρισμού μετατρέπουν το Scratch σε τοπικό διακομιστή στη θύρα 42001.

Finch and Hummingbird

Τα Finch και Hummingbird είναι δυο ρομπότ που κατασκευάστηκαν για εκπαιδευτικούς σκοπούς από την Birdbrain Technologies. Τροφοδοτούνται μέσω USB καλωδίου και συνδέονται με το Scratch μέσω μιας βοηθητικής εφαρμογής που ονομάζεται BirdBrain Robot Server.

Webcam

Στη δεύτερη έκδοση του Scratch (Scratch 2.0) προστέθηκε μια καινούργια δυνατότητα η οποία επιτρέπει στους χρήστες να χρησιμοποιήσουν τις λειτουργίες του Microsoft Kinect στο Scratch. Η ροή βίντεο μπορεί να εμφανιστεί στη σκηνή και η κίνηση του βίντεο μπορεί επίσης να επιτευχθεί.

Micro:bit

Ο micro:bit είναι ένας μικρός υπολογιστής, ο οποίος σχεδιάστηκε από το BBC για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Έχει δική του γλώσσα η οποία είναι συμβατή με το Scratch. Αποτελείται από ένα μικρό κύκλωμα με φώτα, κουμπιά και αισθητήρες κλίσης / κίνησης. Επίσης διαθέτει 25 εισόδους υποδοχής και οθόνη με διαστάσεις (5x5) η οποία μπορεί να εμφανίζει κείμενο καθώς και μικρές εικόνες.

Software

Squeak

Η Scratch είναι βασισμένη και υλοποιημένη σε Squeak. Η Squeak είναι μια ανοιχτού κώδικα αντικειμενοστραφής γλώσσα προγραμματισμού. Οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να κάνουν αλλαγές στον κώδικα του προγράμματος ακόμα και κατά την διάρκεια της εκτέλεσης. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας προγραμμάτων όπως και συστημάτων τα οποία εξελίσσονται.

Scratch

Στην Εικόνα 2.19 φαίνεται το περιβάλλον προγραμματισμού του Scratch. Η σκηνή είναι ο χώρος όπου ζωντανεύουν οι ιστορίες, τα παιχνίδια τα οποία αποτελούνται από αντικείμενα που λέγονται μορφές (sprites). Έχει μήκος 480 μονάδες και πλάτος 360 μονάδες. Είναι χωρισμένη σε άξονες x και y , με το κέντρο της να βρίσκεται στην αρχή των αξόνων στο σημείο $O(0,0)$. Το μέγεθος της σκηνής μπορεί να μεγαλώσει όπως και να μικρύνει ανάλογα με τις προτιμήσεις των χρηστών οι οποίοι έχουν τη δυνατότητα να παρακολουθήσουν τα έργα τους σε πλήρη οθόνη μέσω του κουμπιού Προβολή Παρουσίασης.

Κάθε φορά που ξεκινάει ένα καινούργιο έργο Scratch, αρχίζει με μια προκαθορισμένη μορφή τη γάτα. Εκτός από τη γάτα οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να προσθέσουν και άλλα αντικείμενα (Νέο αντικείμενο) καθώς και να αλλάξουν την εμφάνιση της σκηνής (Νέο υπόβαθρο). Επίσης μπορούν να προσθέσουν και ενδυμασία στους χαρακτήρες που δημιουργούν από την καρτέλα Ενδυμασία. Τα νέα αντικείμενα όπως και οι ενδυμασίες μπορούν να εισαχθούν είτε από τον υπολογιστή είτε από τη βιβλιοθήκη του Scratch είτε από το διαδίκτυο. Επίσης στις ενδυμασίες μπορούν να προστεθούν και ήχοι από την ομώνυμη καρτέλα.

Οι χαρακτήρες κινούνται και αλληλεπιδρούν πάνω στη σκηνή μέσω εντολών, που δίνονται από τους χρήστες από την καρτέλα Σενάρια, οι οποίες συνενώνονται μεταξύ τους δημιουργώντας έτσι σενάρια ενεργειών. Όλα τα σενάρια τοποθετούνται στην περιοχή Σεναρίων. Μερικές εντολές διαθέτουν πεδία εισαγωγής τιμών. Οι χρήστες μπορούν να αλλάξουν τις τιμές με ένα κλικ μέσα στην λευκή περιοχή καθώς και να προσθέσουν σχόλια στην περιοχή σεναρίων.

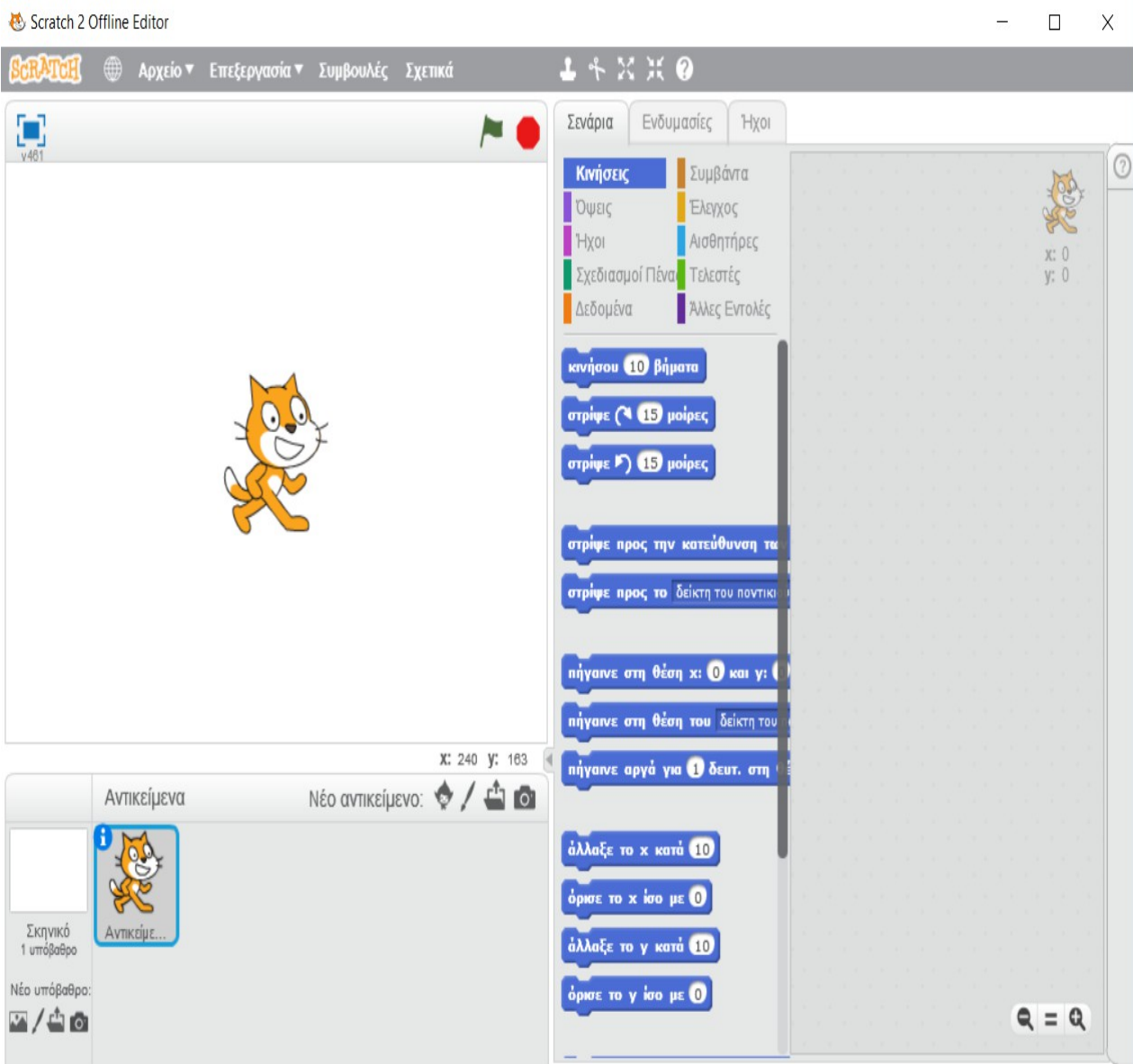
Εκτός αυτού το μενού του Scratch επιτελεί ένα σωρό λειτουργίες όπως αλλαγή της γλώσσας της επιφάνειας εργασίας. Επίσης οι χρήστες μπορούν να ανεβάσουν τις ιστορίες τους στον ιστότοπο του Scratch και να τις μοιραστούν με άλλους. Επιπλέον με ένα κλικ στην πράσινη σημαία, το εικονίδιο κάτω από το μενού, ξεκινούν πολλά σενάρια ταυτόχρονα. Επιπροσθέτως το Scratch διαθέτει και επεξεργαστή ζωγραφικής μέσω του οποίου οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να κατασκευάσουν και να επεξεργαστούν υπόβαθρα και ενδυμασίες.

Οι εντολές που δίνονται στους χαρακτήρες χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία είναι τα τουβλάκια. Οι εντολές αυτές περιέχουν μια εσοχή στο πάνω μέρος και μια προεξοχή στο κάτω μέρος έτσι ώστε να συνενώνονται με άλλες. Ορισμένες εντολές όπως προαναφέραμε διαθέτουν και πεδία εισαγωγής τιμών ενώ άλλες έχουν μια μεγάλη οριζόντια εσοχή όπου τοποθετούνται άλλες εντολές. Η δεύτερη κατηγορία είναι τα καπέλα, οι εντολές που είναι στρογγυλές στο πάνω μέρος, Αυτές περιμένουν να συμβεί ένα γεγονός όπως το πάτημα ενός οποιουδήποτε πλήκτρου και στη συνέχεια πραγματοποιείται κάποιο γεγονός.

Η τελευταία κατηγορία είναι οι ρεπόρτερ. Οι εντολές αυτές τοποθετούνται στα πεδία εισαγωγής άλλων εντολών. Κάποιες εντολές παίρνουν σαν είσοδο αριθμούς ή αλφαριθμητικά, άλλες λογικές τιμές. Υπάρχουν και κάποιες που έχουν ενσωματωμένο κουτάκι τσεκαρίσματος. Όταν τσεκαριστεί το κουτάκι, εμφανίζεται μια πινακίδα στη σκηνή η οποία περιέχει την τρέχουσα

τιμή της εντολής. Κάθε φορά που μεταβάλλεται η τιμή της εντολής, τότε ενημερώνεται και η πινακίδα.

Οι εντολές μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ανάλογα με τις λειτουργίες που επιτελούν. Ορισμένες κάνουν τους χαρακτήρες να κινούνται, να αλλάζουν κατεύθυνση, να μεταβάλλουν τις συντεταγμένες τους, να παράγουν ήχους. Άλλες πάλι διαφοροποιούν τις ενδυμασίες, το μέγεθος των χαρακτήρων ή τροποποιούν το υπόβαθρο. Μερικά μπλοκ εντολών υποστηρίζουν δομές ελέγχου (if) και επανάληψης (while). Οι χρήστες μπορούν να δημιουργήσουν δομές δεδομένων όπως μεταβλητές, λίστες να τις αρχικοποιήσουν και να πραγματοποιήσουν πράξεις μεταξύ τους όπως πρόσθεση, αφαίρεση, συγκρίσεις καθώς και λογικές πράξεις.



Εικόνα 2.19 - Το περιβάλλον προγραμματισμού του Scratch

Κεφάλαιο 3

Πλεονεκτήματα

Η ρομποτική εισχωρεί μέρα με τη μέρα σε όλους τους τομείς της εκπαίδευσης. Τόσο οι μαθητές όσο και οι εκπαιδευτικοί έρχονται σε επαφή με ένα κλάδο της τεχνολογίας που χρησιμοποιείται ευρέως σε πάρα πολλούς τομείς της καθημερινής ζωής όπως για παράδειγμα στον εργασιακό χώρο. Φυσικά όσοι εμπλέκονται στις δραστηριότητές της θα πρέπει να προχωρούν με σύνεση έτσι ώστε να αποκομίσουν τα οφέλη της. Για παράδειγμα οι μαθητές θα πρέπει να αντιμετωπίζουν τις εργασίες τους με κριτική σκέψη. Από την άλλη μεριά οι καθηγητές πρέπει να χρησιμοποιούν εργαλεία που κάνουν εύκολη καθώς και αποδοτική τη μετάδοση της γνώσης. Στη συνέχεια θα αναλύσουμε τα οφέλη που προσφέρει η εκπαιδευτική ρομποτική.

Πλεονεκτήματα (από την πλευρά των μαθητών)

Η εισαγωγή της ρομποτικής στην εκπαίδευση έχει θετικά αποτελέσματα για τους μαθητές όπως προαναφέραμε. Όσον αφορά το γνωστικό τομέα οι εκπαιδευόμενοι κατανοούν βασικές τεχνικές του προγραμματισμού (δομές ελέγχου, επανάληψης) και τις δυνατότητες των ρομπότ όπως για παράδειγμα πως ρυθμίζονται για να κινούνται αυτόνομα. Επίσης πέρα από τον κλάδο του προγραμματισμού η ρομποτική έχει εισχωρήσει και σε άλλους τομείς της εκπαίδευσης όπως τη φυσική, τα μαθηματικά. Δύσβατες έννοιες γίνονται ευκολότερα κατανοητές με τη χρήση ρομπότ καθώς συνδυάζουν τη μάθηση με τη διασκέδαση.

Επιπλέον καθημερινά όλο και περισσότερα πακέτα γίνονται διαθέσιμα μέσω του διαδικτύου. Οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να τα αποκτήσουν με ένα απλό κλικ και να πειραματιστούν πάνω σε αυτά. Έτσι οξύνουν τον τρόπο σκέψης τους, την φαντασία τους και ωθούνται να βρουν μια δικιά τους καινοτόμα και πρωτότυπη λύση. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να αναπτύσσονται κοινωνικά και συναισθηματικά (Mikropoulos & Bellou, 2006). Εκτός αυτού οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να συνεργαστούν σε ομάδες για την κατασκευή και τον προγραμματισμό των ρομπότ αξιοποιώντας έτσι τις επικοινωνιακές τους δεξιότητες.

Τα πακέτα εκπαιδευτικής ρομποτικής ουσιαστικά αποτελούν ένα υποσύνολο της τεχνολογίας που χρησιμοποιείται στην εκπαίδευση και άμεσος στόχος τους είναι η βελτίωση των επιδόσεων των μαθητών. Επιπροσθέτως το κέντρο της ρομποτικής είναι η κατασκευή. Με τον όρο κατασκευή εννοούμε τη συναρμολόγηση του ρομπότ, την ένωση των φυσικών μερών από τα οποία αποτελείται, καθώς και τον προγραμματισμό του έτσι ώστε να αντιδρά στα διάφορα ερεθίσματα. Οι μαθητές έρχονται σε επαφή με την έννοια του κατασκευαστικού εποικοδομισμού (constructionism) ο οποίος αποτέλεσε πηγή έμπνευσης για τα εργαλεία εκπαιδευτικής ρομποτικής. Σύμφωνα με τον Ackermann η εισαγωγή του εποικοδομισμού στην εκπαίδευση έχει σαν αποτέλεσμα την αξιοποίηση των τεχνολογιών πληροφορίας και εκπαίδευσης μεταβάλλοντας έτσι τον τρόπο διδασκαλίας και μάθησης. Ο Papert προωθεί την άποψη πως οι μαθητές μαθαίνουν καλύτερα και ταυτόχρονα ενισχύουν τις κοινωνικές τους δεξιότητες όταν δημιουργούν αντικείμενα τα οποία ανταποκρίνονται στα ενδιαφέροντά τους και στη συνέχεια τα ανταλλάσσουν μεταξύ τους. (Δημητριάδης, 2015).

Μεταξύ άλλων η ρομποτική μπορεί να θεωρηθεί κατάλληλη και για την εκμάθηση πεδίων όπως λογοτεχνία, θέατρο, τέχνες (Νικολός & Κόμης, 2010). Ακόμα οι μαθητές αποκτούν και ιστορικές γνώσεις σχετικά με την ρομποτική στην αρχαιότητα (Τάλως, οι αυτόματοι τρίποδες του Ηφαίστου).

Πλεονεκτήματα (από την πλευρά των καθηγητών)

Η εκπαιδευτική ρομποτική έχει οφέλη όχι μόνο για τους μαθητές αλλά και για τους καθηγητές εφόσον συμμετέχουν και αυτοί στις δραστηριότητές της. Απλοποιεί αρκετά τη διαδικασία της μετάδοσης της γνώσης αφού συνδυάζει τη μάθηση με τη διασκέδαση. Αυτό δίνει κίνητρο στους μαθητές όχι μόνο να προσέχουν αλλά και να συμμετέχουν κατά τη διάρκεια του μαθήματος. Επίσης στο διαδίκτυο υπάρχουν πολλές δωρεάν πλατφόρμες, λογισμικά ανοιχτού κώδικα όπως και εργασίες από διάφορα εκπαιδευτικά ιδρύματα.

Επιπλέον σύμφωνα με τον Fagin ο εκπαιδευτικός έχει τη δυνατότητα να διδάξει την ίδια θεωρία αλλά πιο αποτελεσματικά όπως και σε λιγότερο χρόνο. Αυτό σημαίνει ότι ο καθηγητής επιβλέπει τις επιδόσεις του κάθε μαθητή ξεχωριστά και εντοπίζει τα σημεία στα οποία υστερεί. Από την άλλη πλευρά οι μαθητές αφιερώνουν όσο χρόνο χρειάζεται στις εργασίες τους έτσι ώστε να αντιμετωπίζουν αποτελεσματικά τις δυσκολίες που συναντούν.

Άλλωστε μέσα από ένα σύστημα αλληλεπίδρασης με τα ρομπότ οι εκπαιδευτικοί μπορούν να παρατηρήσουν ένα καινοτόμο τρόπο διδασκαλίας ο οποίος είναι αρκετά αποδοτικός και τους δίνει την ευκαιρία να φρεσκάρουν τις γνώσεις τους καθώς και να μάθουν καινούργια πράγματα. Εκτός αυτού μέσω αυτού του συστήματος οι καθηγητές έχουν την ευκαιρία να δημιουργήσουν τις δικές τους εργασίες, να πειραματιστούν πάνω σ αυτές, να τις ανεβάσουν στο διαδίκτυο και να τις μοιραστούν με άλλους.

Μειονεκτήματα

Εκτός από τα πολλαπλά οφέλη που προσφέρουν τα πακέτα εκπαιδευτικής ρομποτικής έχουν και κάποια αδύναμα σημεία. Για παράδειγμα το υψηλό κόστος μερικών πακέτων σε συνδυασμό με τη δημιουργία ενός εργαστήριου με τις κατάλληλες υποδομές όπως σύνδεση στο Internet και αρκετό χώρο για πειραματισμούς καθιστά ασύμφορη την επιλογή ενός τέτοιου τρόπου εκμάθησης. Τα φυσικά υλικά από τα οποία αποτελούνται τα πακέτα έχουν περιορισμούς και όχι μόνο κόστους. Για παράδειγμα υπάρχουν μερικά συστήματα καθώς και πλατφόρμες που είναι αρκετά πολύπλοκα και η εκμάθησή τους απαιτεί πολύ χρόνο. Ειδικά στην Ελλάδα τα περισσότερα εκπαιδευτικά ιδρύματα δεν διαθέτουν τις απαιτούμενες υποδομές όπως και το κατάλληλο προσωπικό με την απαραίτητη εμπειρία για την υποστήριξη ενός τέτοιου εγχειρήματος.

Συστάσεις για βελτίωση

Η ρομποτική ως εργαλείο μάθησης έχει μειονεκτήματα η σημαντικότητα των οποίων καθιστά αβέβαιη την εισαγωγή της στην εκπαίδευση. Στη συνέχεια θα προτείνουμε τρόπους για την εξάλειψη των αρνητικών σημείων. Καθώς η εκμάθηση μιας πλατφόρμας εκπαιδευτικής ρομποτικής μπορεί να είναι χρονοβόρα εφόσον είναι πολύπλοκη η διδασκαλία της θα πρέπει να γίνεται από καταρτισμένα και πλήρως εκπαιδευμένα άτομα. Τα εργαλεία εκπαιδευτικής ρομποτικής θα πρέπει να μην έχουν μεγάλο κόστος όπως και να υπάρχουν ειδικές εκδόσεις (demo) οι οποίες προορίζονται για εκπαιδευτικούς σκοπούς και προσφέρονται δωρεάν μέσω του διαδικτύου. Τα σχολεία θα αποκτήσουν τις κατάλληλες υποδομές δηλαδή εξειδικευμένο προσωπικό και κατάλληλους χώρους για τη διεξαγωγή πειραμάτων.

Ένα μεγάλο μέρος του σχολικού ωραρίου θα αφιερώνεται έτσι ώστε οι μαθητές να έρχονται σε επαφή με αυτόν τον τομέα της τεχνολογίας να εξοικιωθούν μ' αυτόν και να αποκτήσουν τα κατάλληλα εφόδια για να μπορούν να χειριστούν μόνοι τους τα διάφορα εργαλεία της ρομποτικής. Τα βιβλία και τα τετράδια θα πρέπει να αντικατασταθούν από

υπολογιστές χειρός οι οποίοι διαθέτουν γραφικό περιβάλλον και προγράμματα της σουίτας λογισμικού Microsoft Office όπως Word, Excel. Οι εκπαιδευόμενοι θα τα χρησιμοποιούν για να κρατάνε σημειώσεις και να επιλύουν ασκήσεις. Τα μαθήματα που διδάσκονται θα έχουν ιστοσελίδες στο διαδίκτυο όπου οι καθηγητές θα ανεβάζουν την ύλη που έχουν καλύψει, ασκήσεις και βοηθητικές σημειώσεις.

Η πλατφόρμα Scratch είναι κατάλληλη για μαθητές δημοτικού και γυμνασίου οι οποίοι έχουν τη δυνατότητα να κατασκευάσουν ιστορίες, παιχνίδια και να έρθουν σε επαφή με βασικές τεχνικές προγραμματισμού. Παρομοίως και τα Lego Mindstorms EV3 στα οποία κυριαρχεί το στοιχείο της κατασκευής συνδυάζοντας έτσι τη μάθηση με τη διασκέδαση. Τέλος η πλατφόρμα Arduino απευθύνεται σε μαθητές μεγαλύτερης ηλικίας όπως και φοιτητές αφού περιέχει πολύπλοκα εργαλεία (WiFi Shield, Ethernet Shield). Οι χρήστες μαθαίνουν πως να κατασκευάζουν κυκλώματα και πως τα θέτουν σε λειτουργία έτσι ώστε να επικοινωνούν μεταξύ τους.

Εκπαιδευτική Ρομποτική στο Διαδίκτυο

Στο διαδίκτυο ανεβαίνει συνεχώς υλικό για εκμάθηση ρομποτικής με τις κατάλληλες πλατφόρμες. Οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να παρακολουθήσουν online μαθήματα, σεμινάρια, να πειραματιστούν και να ανεβάσουν τις δικές τους εργασίες. Τα site αυτά κατασκευάζονται από καθηγητές, ιδιώτες όπως και εκπαιδευτικά ιδρύματα. Φυσικά οι ιστοσελίδες αυτές θα πρέπει να πληρούν κάποιες προϋποθέσεις όσον αφορά την αρχιτεκτονική τους έτσι ώστε να προσφέρουν στους χρήστες τα απαραίτητα εφόδια. Εν συνεχεία θα αναφέρουμε τα κριτήρια που πρέπει να χαρακτηρίζουν τα site ρομποτικής.

Το πιο σημαντικό κριτήριο που πρέπει να χαρακτηρίζει μια οποιαδήποτε ιστοσελίδα είναι αυτό της προσβασιμότητας. Όλοι οι χρήστες και ειδικά άτομα με ειδικές ανάγκες θα πρέπει να μπορούν προσπελάζουν τους ιστότοπους. Για να επιτευχθεί αυτό οι ιστοσελίδες δεν θα έχουν μεγάλες απαιτήσεις σε υλικό και λογισμικό. Επίσης οι χρήστες θα μπορούν να συνδέονται εύκολα και να φορτώνουν τους ιστότοπους χωρίς προβλήματα. Καθώς η αναζήτηση πληροφοριών μπορεί να αποδειχθεί αρκετά πολύπλοκη ακόμα και σε διαδικτυακούς χώρους με καλό σύστημα πλοήγησης η εισαγωγή ενός μηχανισμού αναζήτησης μπορεί να διευκολύνει αρκετά τους χρήστες στην εύρεση πληροφοριών.

Ένα εξίσου σημαντικό κριτήριο αποτελεί η αισθητική παρουσίαση. Ένας ιστότοπος με καλή παρουσία και οργανωμένα συστατικά στοιχεία δίνει κίνητρο στους χρήστες να τον εξερευνήσουν όπως και να τον χρησιμοποιήσουν για επαγγελματικούς σκοπούς. Πέρα από την αρχιτεκτονική των ιστοσελίδων η ποιότητα του περιεχομένου του αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα για την αξιολόγησή του. Είναι ζωτικής σημασίας να διασφαλιστεί ότι οι πληροφορίες που προσφέρονται είναι αντικειμενικές. Επιπλέον είναι βέβαιο ότι οι χρήστες θα προτιμήσουν έναν ιστότοπο ο οποίος ανταποκρίνεται στο μορφωτικό τους επίπεδο. Αυτό σημαίνει ότι η πολυπλοκότητα των εκφραστικών μέσων θα πρέπει να είναι αντίστοιχη με τις ανάγκες και τις απαιτήσεις των χρηστών.

Να αναφέρουμε πως αυτό που θα ωθήσει τους εκπαιδευόμενους και τους εκπαιδευτές είναι να αντλήσουν πληροφορίες από έναν συγκεκριμένο ιστότοπο είναι η μοναδικότητά τους. Το υλικό που ανεβάζουν οι διαχειριστές στις ιστοσελίδες τους πρέπει να είναι μοναδικό, ξεχωριστό απaráμιλλο έτσι ώστε να κεντρίζει το ενδιαφέρον όπως και την προσοχή των χρηστών.

Διαδικτυακά Site Εκπαιδευτικής Ρομποτικής

Εν συνεχεία θα παρουσιάσουμε μερικά site εκπαιδευτικής ρομποτικής. Θα αναφερθούμε στα χαρακτηριστικά τους, θα δώσουμε μερικές πληροφορίες για αυτά και θα εξετάσουμε αν πληρούν τα κριτήρια που αναλύσαμε παραπάνω.

<https://wrohellas.gr>

Η WRO Hellas αποτελεί ένα μη κερδοσκοπικό οργανισμό εκπαιδευτικής ρομποτικής ο οποίος διεξάγει διαγωνισμούς στην Ελλάδα και σε χώρες της Νοτιοανατολικής Ευρώπης. Περιέχει βιβλία τα οποία παρουσιάζουν σεμινάρια εκπαιδευτικής ρομποτικής και δεν διαθέτει μηχανισμό αναζήτησης. Δεδομένου ότι η WRO Hellas είναι ο επίσημος φορέας διοργάνωσης το υλικό που υπάρχει στον ιστότοπο είναι μοναδικό και γνήσιο.

<https://www.crl.unsw.edu.au>

Πρόκειται για ένα διεπιστημονικό ερευνητικό περιβάλλον το οποίο αναλύει τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι αλληλεπιδρούν με τις τρισδιάστατες ρομποτικές μηχανές. Ιδρύθηκε το 2011 από τον αναπληρωτή καθηγητή Mari Velonaki σε συνεργασία με το Αυστραλιανό Κέντρο Ρομποτικής Πεδίου (ACFR). Οι χρήστες μπορούν να ανεβάσουν τις εργασίες τους καθώς και να επικοινωνήσουν μεταξύ τους μέσω Twitter. Απευθύνεται κυρίως σε ακαδημαϊκούς χρήστες, λόγω της πολυπλοκότητας των εργασιών.

<https://robotics-edu.gr>

Το site αυτό περιέχει υλικό για προγραμματισμό με Scratch, Arduino, Lego Mindstorms, Raspberry Pi. Οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να εγγραφούν στο site εισάγοντας το e-mail τους και να ενημερώνονται κάθε φορά που ανεβαίνει καινούργιο υλικό. Να αναφέρουμε πως οι πληροφορίες δεν χαρακτηρίζονται από το κριτήριο της μοναδικότητας καθώς οι περισσότερες αποτελούν παραπομπές σε άλλες ιστοσελίδες. Τέλος σε αντίθεση με τους παραπάνω ιστότοπους αυτός περιέχει μηχανισμό αναζήτησης ο οποίος διευκολύνει τους χρήστες να ψάξουν τις πληροφορίες που θέλουν.

<https://stem.edu.gr>

Αρχικά να ανφέρουμε πως το STEM προέρχεται από τα ακρωνύμια Επιστήμη, Τεχνολογία, Μηχανική και Μαθηματικά (Science, Technology, Engineering and Mathematics). Η ιστοσελίδα αυτή περιέχει πληροφορίες τόσο για εκπαιδευτικούς όσο και εκπαιδευόμενους όπως για παράδειγμα σεμινάρια, ειδικά τμήματα που προετοιμάζουν μαθητές για διαγωνισμούς, επισκέψεις σχολείων σε εργαστήρια εκπαιδευτικής ρομποτικής. Ο ιστότοπος διαθέτει μηχανισμό αναζήτησης και οι χρήστες μπορούν να αλλάξουν τη γλώσσα του από τα ελληνικά στα αγγλικά και αντίστροφα. Επιπλέον λαμβάνοντας υπόψη ότι η ιστοσελίδα παρέχει στοιχεία επικοινωνίας (τηλέφωνο, οδό και αριθμό) οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να επισκεφτούν τα κέντρα εκπαίδευσης STEM τα οποία βρίσκονται σε διάφορα μέρη της Ελλάδας. Η γλώσσα που χρησιμοποιεί το site απευθύνεται σε μαθητές, φοιτητές καθώς και καθηγητές.

Όπως βλέπουμε η συνεισφορά του διαδικτύου στην εκπαιδευτική ρομποτική είναι μεγάλη. Η εκμάθηση ρομποτικής από το διαδίκτυο υπερτερεί σε σχέση με τον παραδοσιακό τρόπο μάθησης (βιβλία, εγκυκλοπέδεις, περιοδικά). Αυτό συμβαίνει γιατί τα μέσα που χρησιμοποιούνται στον παγκόσμιο ιστό (βίντεο, εικόνα) παρουσιάζουν τις πληροφορίες με πιο εύμορφο τρόπο. Επιπλέον οι πληροφορίες αυτές είναι πάντα καίριες καθώς ανανεώνονται με μεγάλη ταχύτητα. Η εκπαιδευτική ρομποτική είναι ένας καινοτόμος τομέας ο οποίος εξελίσσεται ραγδαία, επομένως το διαδίκτυο μπορεί να συντελέσει πρωταρχικό ρόλο στη διάδοση του. Όπως είπε και ο Ownston αν οι εκπαιδευτικοί καθοδηγήσουν σωστά τους μαθητές να αποκωδικοποιήσουν τις πληροφορίες που υπάρχουν στο διαδίκτυο τότε εκείνοι αποκτούν κριτική σκέψη και επιλύουν τα προβλήματα αποδοτικά.

Κεφάλαιο 4

Ενδεικτικές Εφαρμογές

Scratch

Θα παρουσιάσουμε κάποιες εφαρμογές που υλοποιήσαμε κάνοντας χρήση της γλώσσας προγραμματισμού Scratch. Αρχικά θα επιλέξουμε ένα υπόβαθρο από τη βιβλιοθήκη του Scratch (Εικόνα 4.1).



Εικόνα 4.1 - Το υπόβαθρο

Έπειτα θα προσθέσουμε μερικά αντικείμενα, κάνοντας τα εισαγωγή από τη βιβλιοθήκη του Scratch. Δεδομένου ότι το υπόβαθρο απεικονίζει το βυθό της θάλασσας διαγράψαμε τη γάτα και προσθέσαμε πλάσματα που ζούνε στη θάλασσα όπως τον κάβουρα (Εικόνα 4.2), το ψάρι (Εικόνα 4.3) και το χταπόδι (Εικόνα 4.4).



Εικόνα 4.2 - Ο κάβουρας



Εικόνα 4.3 - Το ψάρι



Εικόνα 4.4 - το χταπόδι

Κατόπιν για κάθε ένα αντικείμενο που προσθέσαμε θα κατασκευάσουμε ένα σενάριο κίνησης. Όλα τα σενάρια ξεκινάνε με ένα κλικ στο εικονίδιο με την πράσινη σημαία. Οι χαρακτήρες τότε ξεκινάνε, από τις θέσεις που επιλέξαμε, να κινούνται προς την κατεύθυνση που ορίσαμε και τελικά επιστρέφουν στο αρχικό σημείο. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται μέχρι να γίνει ένα κλικ στο εικονίδιο με το κόκκινο πολύγωνο.



Εικόνα 4.5 - Το κουμπί τερματισμού

Καθώς όλα τα πλάσματα του βυθού δεν κινούνται με την ίδια ταχύτητα κάθε χαρακτήρας έλαβε διαφορετική ταχύτητα από τους άλλους. Στις εικόνες 4.6 – 4.8 φαίνονται οι κώδικες για τον κάβουρα, το ψάρι και το χταπόδι αντίστοιχα.

```
Όταν στο  γίνει κλικ  
πήγαινε στη θέση x: -150 και y: -158  
για πάντα  
  επανάλαβε ώσπου    
    άλλαξε το x κατά 3  
  επανάλαβε ώσπου    
    άλλαξε το x κατά -3
```

Εικόνα 4.6 - Ο κώδικας για τον κάβουρα

```
Όταν στο  γίνει κλικ  
πήγαινε στη θέση x: -60 και y: 19  
για πάντα  
  επανάλαβε ώσπου    
    άλλαξε το x κατά 10  
  στρίψε  180 μοίρες  
  επανάλαβε ώσπου    
    άλλαξε το x κατά -10  
  στρίψε  180 μοίρες
```

Εικόνα 4.7 - Ο κώδικας για το ψάρι



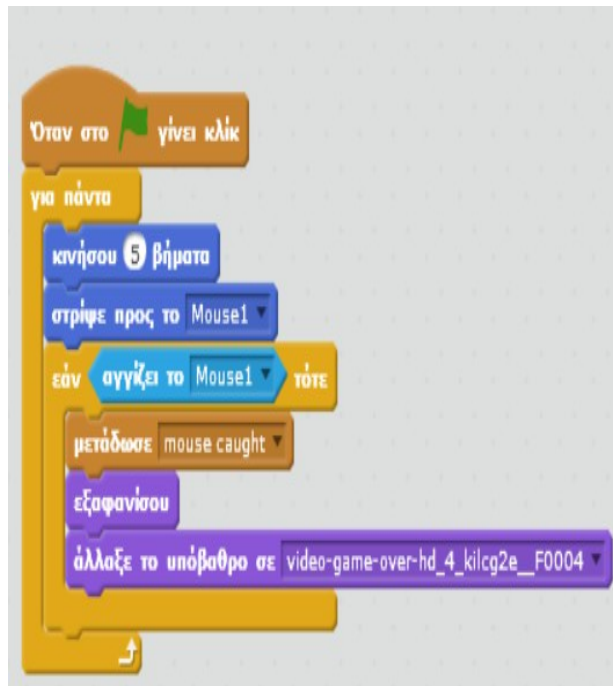
Εικόνα 4.8 - Ο κώδικας για το χαπαόδι

Στη συνέχεια θα υλοποιήσουμε ένα παιχνίδι χρησιμοποιώντας τα εργαλεία της γλώσσας Scratch. Το παιχνίδι αυτό είναι το γνωστό σε όλους της γάτας και του ποντικιού. Επιλέγουμε ένα διαφορετικό υπόβαθρο και προσθέτουμε ένα καινούργιο χαρακτήρα εκτός από τη γάτα (Εικόνα 4.9).



Εικόνα 4.9 - Το καινούργιο υπόβαθρο

Για τους παραπάνω χαρακτήρες φτιάξαμε από ένα σενάριο τα οποία απεικονίζονται στις εικόνες 4.10 για την γάτα και 4.11 για το ποντίκι. Η γάτα κινείται προς την κατεύθυνση του ποντικιού το οποίο κινείται από τον χρήστη με τα βελάκια. Μόλις η γάτα βρεθεί στην ίδια θέση με το ποντίκι το παιχνίδι τελειώνει και εμφανίζεται ένα καινούργιο υπόβαθρο με τις λέξεις GAME OVER. Όπως και πριν τα σενάρια ξεκινάνε με ένα κλικ στο εικονίδιο με την πράσινη σημαία.



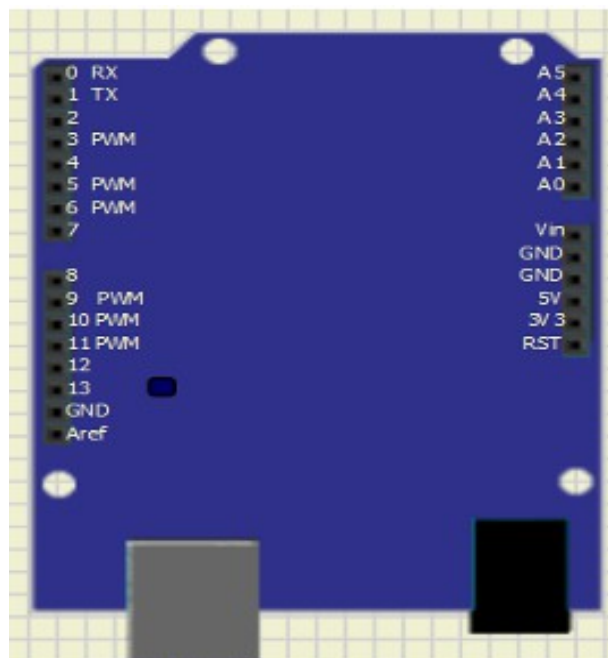
Εικόνα 4.10 - Ο κώδικας για τη γάτα



Εικόνα 4.11 - Ο κώδικας για το ποντίκι

Arduino

Η πιο απλή εφαρμογή για την πλατφόρμα Arduino περιλαμβάνει ένα πρόγραμμα το οποίο δίνει εντολή να αναβοσβήνει ένα φωτάκι (LED) στον μικροελεγκτή . Η παραπάνω διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι ο χρήστης να δώσει εντολή τερματισμού. Αρχικά ανοίγουμε το πρόγραμμα και στην περιοχή σχεδίασης εισάγουμε το κύκλωμα πάνω στο οποίο επιθυμούμε να πειραματιστούμε στην περίπτωση μας η πλακέτα Arduino Uno (Εικόνα 4.12). Κατόπιν εισάγουμε το πρόγραμμα Blink.ino (Εικόνα 4.13) το οποίο είναι γραμμένο στην γλώσσα προγραμματισμού Wiring. Ας εξετάσουμε τώρα τις λειτουργίες που επιτελεί ο κώδικας.



Εικόνα 4.12 - Arduino Uno

```
1 #include<Arduino.h>
2
3 void setup() {
4
5     Serial.begin(9600);
6     pinMode(13, OUTPUT);
7
8 }
9
10 void loop() {
11
12     delay(2000);
13     digitalWrite(13, HIGH);
14     delay(2000);
15     digitalWrite(13, LOW);
16
17 }
```

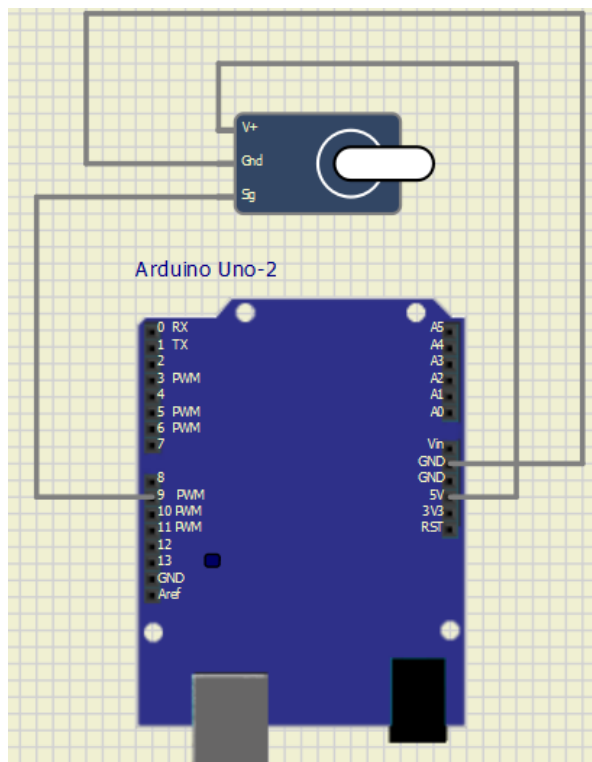
Εικόνα 4.13 - Blink.ino

Στα περισσότερα προγράμματα Arduino υπάρχουν δυο συναρτήσεις οι οποίες περιγράφονται παρακάτω.

- `setup()`: η συνάρτηση αυτή καλείται στην αρχή του προγράμματος και ουσιαστικά αρχικοποιεί τις παραμέτρους που παίρνει σαν είσοδο το πρόγραμμα.
- `loop()`: η συνάρτηση αυτή επιτελεί τις λειτουργίες που περικλείονται στο εσωτερικό της επαναληπτικά μέχρι να την τερματίσει ο χρήστης.

Στη συνέχεια θα αναλύσουμε την κάθε μια εντολή του προγράμματος ξεχωριστά. Αρχικά μέσω της συνάρτησης `begin()` ορίζουμε την ταχύτητα μετάδοσης των σειριακών δεδομένων στα 9600 bits ανά δευτερόλεπτο. Κατόπιν ενεργοποιούμε τον ακροδέκτη 13 ως έξοδο. Μόλις καλείται η συνάρτηση `loop()` με καθυστέρηση δύο δευτερολέπτων (2000 msec) ανάβει το λαμπάκι που είναι συνδεδεμένο στον ακροδέκτη 13. Το λαμπάκι αυτό θα σβήσει με καθυστέρηση δύο δευτερολέπτων. Ο ακροδέκτης ενεργοποιείται και απενεργοποιείται μέσω της συνάρτησης `digitalWrite()`.

Μια πιο σύνθετη εφαρμογή περιλαμβάνει ένα κινητήρα servo (Εικόνα 4.15), μια μικρή συσκευή η οποία περιλαμβάνει ένα μικρό άξονα ο οποίος μετακινείται σε διάφορες θέσεις μόλις ο κινητήρας λάβει ένα σήμα. Στη συνέχεια θα αναλύσουμε το Arduino Sketch `sweep.ino` (Εικόνα 4.16). Αρχικά ορίζουμε ένα κινητήρα Servo και θέτουμε τον άξονά του στη θέση (`pos = 0`). Αφού κληθεί η συνάρτηση `setup()` συνδέουμε τον κινητήρα στον ακροδέκτη 9 μέσω του οποίου θα λαμβάνει τα σήματα. Η τάση εισόδου ορίζεται στα 5 Volt. Κατόπιν καλούμε την συνάρτηση `loop()` και ο άξονας μετακινείται στη θέση που υποδηλώνει κάθε φορά η μεταβλητή `pos`. Μόλις φτάσει στη θέση 180 ο άξονας ξαναγυρίζει στη θέση 0 με καθυστέρηση 15 msec. Όταν βρεθεί στην αρχική θέση περιμένει για 15 msec και επαναλαμβάνει την ίδια διαδικασία.



Εικόνα 4.14 - Ο κινητήρας servo

```

1 #include <Servo.h>
2
3 Servo myservo;
4
5 int pos = 0;
6
7 void setup() {
8   myservo.attach(9);
9 }
10
11 void loop() {
12   for (pos = 0; pos <= 180; pos += 1) {
13
14     myservo.write(pos);
15     delay(15);
16   }
17   for (pos = 180; pos >= 0; pos -= 1) {
18     myservo.write(pos);
19     delay(15);
20   }
21 }
22
23

```

Εικόνα 4.15 - sweep.ino

Lego Mindstorms EV3

Όσον αφορά τα Lego Mindstorms θα υλοποιήσουμε μερικές εφαρμογές στη γλώσσα προγραμματισμού Robotc, καθώς και κάνοντας χρήση της διεπαφής Lego Mindstorms EV3 Home Edition. Όπως και προηγουμένως έτσι και τώρα θα αρχίσουμε με μια απλή εφαρμογή. Το παρακάτω πρόγραμμα, rotacion.ev3 (Εικόνα 4.16) , δίνει εντολή στον μεσαίο κινητήρα να πραγματοποιήσει μια περιστροφή. Η ισχύς του κινητήρα ορίζεται στα 40 Watt. Στην εφαρμογή αυτή φυσικά μπορούμε να προσθέσουμε κάποιες μετατροπές ανάλογα με τις ανάγκες των χρηστών. Για παράδειγμα μπορούμε να αλλάξουμε την ισχύ του κινητήρα κάνοντας κλικ στο εικονίδιο κάτω από το μετρητή. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα να αλλάξει ο αριθμός των στροφών. Εκτός αυτού οι χρήστες, επιλέγοντας το εικονίδιο κάτω από το μεσαίο κινητήρα, μπορούν να τον προγραμματίσουν να λειτουργεί διαφορετικά. Παραδείγματος χάριν να ορίσουν να κάνει μια στροφή όσων μοιρών θέλουν ή να περιστρέφεται για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.



Εικόνα 4.16 - rotacion.ev3

Στην Εικόνα 4.17 φαίνεται ένα απλό πρόγραμμα γραμμένο σε RobotC το swing.c. Το ρομπότ πραγματοποιεί ένα τύπο στροφής και πιο συγκεκριμένα μια ταλάντευση η οποία είναι παρόμοια με έναν άξονα μπάσκετ. Κατά τη διάρκεια αυτής της στροφής η μια πλευρά του ρομπότ πραγματοποιεί περιστροφική κίνηση, ενώ η άλλη παραμένει ακίνητη ή περιστρέφεται με μικρότερη ταχύτητα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα το ρομπότ να πραγματοποιεί κυκλική κίνηση γύρω από την πλευρά με την μικρότερη ταχύτητα. Για να γίνουν όλα αυτά που προαναφέραμε πρέπει αρχικά να ρυθμίσουμε τα επίπεδα ισχύος σε κάθενα από τους κινητήρες. Στο παράδειγμά μας το ρομπότ περιστρέφεται γύρω από τον δεξιό άξονα για τρία δευτερόλεπτα (3000 msec). Στον δεύτερο τύπο στροφής οι δύο πλευρές του ρομπότ περιστρέφονται προς αντίθετες κατευθύνσεις (πχ η μια προς τα εμπρός η άλλη προς τα πίσω). Αυτό σημαίνει ότι ο ένας κινητήρας θα λάβει μια θετική τιμή ισχύος και ο άλλος μια αρνητική.

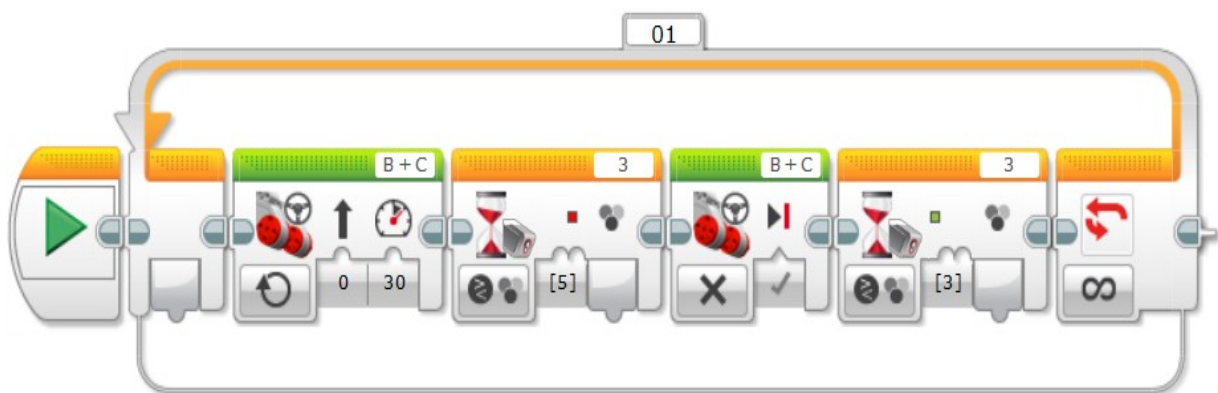
```

1  task main()
2  {
3      motor[rightMotor] = 0;
4      motor[leftMotor] = 127;
5      wait1Msec(3000);
6  }

```

Εικόνα 4.17 - swing.c

Εν συνεχεία θα ασχοληθούμε με πιο περίπλοκες εφαρμογές οι οποίες υποστηρίζουν διάφορες προγραμματιστικές τεχνικές όπως δομές ελέγχου, επανάληψης. Το παρακάτω πρόγραμμα drive.ev3 (Εικόνα 4.18) ουσιαστικά αναπαριστά την πορεία ενός αυτοκινήτου σε ένα δρόμο με φανάρια. Μόλις ξεκινήσει το πρόγραμμα ενεργοποιούνται οι κινητήρες B,C και το ρομπότ αρχίζει να κινείται προς τα εμπρός. Η ισχύς των κινητήρων ορίζεται στα 30 Watt. Μόλις ο ανιχνευτής χρώματος εντοπίσει κόκκινο φως το ρομπότ σταματάει και παραμένει ακίνητο μέχρις ότου οι ανιχνευτές χρώματος εντοπίσουν πράσινο φως όποτε και οι κινητήρες θέτονται σε λειτουργία. Η διαδικασία αυτή συνεχίζεται επ' άπειρο καθώς οι εντολές που περιγράψαμε έχουν τοποθετηθεί μέσα σε μια while(1) εντολή.



Εικόνα 4.18 - drive.ev3

Η Εικόνα 4.19 δείχνει το πρόγραμμα με τον ανιχνευτή χρώματος υλοποιημένο στην γλώσσα προγραμματισμού RobotC. Αρχικά ορίζουμε τον ανιχνευτή χρώματος όπως και τους δύο κινητήρες (motorB, motorC). Κατόπιν καλείτε η συνάρτηση main(). Οι εντολές που περιγράψαμε παραπάνω δηλαδή οι εναλλαγές στις τιμές ισχύος των κινητήρων (από 30 Watt σε 0 και αντίστροφα) βρίσκονται μέσα σε ένα while(1) το οποίο σημαίνει πως επαναλαμβάνονται για πάντα.

```
#pragma config(Sensor, S3, colorSensor, sensorEV3 Color, modeEV3Color_Color)
#pragma config(Motor, motorB, leftMotor, tmotorEV3 Large, PIDControl, driveLeft, encoder)
#pragma config(Motor, motorC, rightMotor, tmotorEV3 Large, PIDControl, driveRight, encoder)

task main() {

    while(1) {

        setMotorSpeed(motorB, 30);
        setMotorSpeed(motorC, 30);

        do {

            //robot moving

        }while(getColorName(colorSensor) != colorRed);

        setMotorSpeed(motorB, 0);
        setMotorSpeed(motorC, 0);

        do {

            //robot stops

        }while(getColorName(colorSensor) != colorGreen);

    }

}
```

Εικόνα 4.19 - drive.c

Κεφάλαιο 5

Μέθοδοι Μάθησης

Η γνώση μπορεί να μεταδοθεί με πάρα πολλούς τρόπους. Για παράδειγμα μέσω των ψηφιακών παιχνιδιών, της ενεργούς συμμετοχής των εκπαιδευόμενων και της επίλυσης προβλημάτων. Σε κάθε περίπτωση οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να επιλέξουν το είδος της μάθησης που ανταποκρίνεται καλύτερα στις ανάγκες των μαθητών. Στο κεφάλαιο αυτό θα εξετάσουμε δυο τρόπους μάθησης, την προβληματοκεντρική και την παιχνιδοκεντρική και πως η ρομποτική ενισχύει αυτά τα δυο είδη.

Προβληματοκεντρική Μάθηση

Η προβληματοκεντρική μάθηση είναι μια διαφορετική μέθοδος εκπαίδευσης η οποία πρωτοεμφανίστηκε στα τέλη της δεκαετίας του 60, εξελίσσεται με γοργούς ρυθμούς και ακόμα και σήμερα η εισαγωγή της στα εκπαιδευτικά ιδρύματα συναντάει ένα σωρό προκλήσεις. Η θεωρία αυτή περιστρέφεται γύρω από το σημείο ότι η μάθηση επέρχεται αν οι μαθητές ξεκινήσουν από ένα πρόβλημα. Παρ' όλα αυτά η ενσωμάτωση αυτής της τεχνικής εκπαίδευσης στη διδασκαλία εκτός από προκλήσεις κρύβει και πλεονεκτήματα. Παραδείγματος χάριν οι μαθητές ωθούνται να συμμετέχουν κατά τη διάρκεια των μαθημάτων, αναπτύσσουν ένα δικό τους ολοκληρωμένο τρόπο σκέψης και δουλεύουν σε ομάδες έτσι ώστε να πετύχουν τους στόχους που έχουν θέσει από κοινού. Επίσης οι εκπαιδευόμενοι έχουν τη δυνατότητα να εντοπίζουν μόνοι τους τα λάθη που κάνουν, να αξιολογούν συνεχώς τον εαυτό τους όπως και τους συμμαθητές τους χωρίς την παρέμβαση των καθηγητών αυξάνοντας έτσι την απόδοσή τους. Κάτι ακόμα είναι ότι τα εφόδια που αποκτούνται μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για επαγγελματικό σκοπό. Όπως βλέπουμε είναι μια αρκετά εξειδικευμένη τεχνική μάθησης και για να μπορέσει να εφαρμοστεί στα εκπαιδευτικά ιδρύματα απαιτεί ριζικές αλλαγές στον τρόπο διεξαγωγής των μαθημάτων καθώς και στη νοοτροπία εκπαιδευτικών και εκπαιδευόμενων.

Αυτός ο συγκεκριμένος τρόπος μάθησης χρησιμοποιείται κυρίως σε τομείς της εκπαίδευσης οι οποίοι έχουν πρακτικό υπόβαθρο όπως ιατρική, θετικές επιστήμες, μηχανική. Οι μαθητές συνεργάζονται μεταξύ τους για να εκτελέσουν τις απαραίτητες διεργασίες κάνοντας πολλές φορές χρήση του διαδικτύου. Φυσικά είναι απαραίτητη η δημιουργία ειδικά διαμορφωμένων αιθουσών μέσα στις οποίες οι εκπαιδευόμενοι συσκέφτονται και ανταλλάσσουν ιδέες (brainstorming). Κυρίως προτιμάται η επικοινωνία πρόσωπο με πρόσωπο (face to face) αλλά όταν κάτι τέτοιο δεν είναι εφικτό τότε η μάθηση επιτυγχάνεται απομακρυσμένα κάνοντας χρήση ηλεκτρονικών προηγμένων συστημάτων.

Η ιδέα της προβληματοκεντρικής μάθησης εισήχθη για πρώτη φορά στη διδακτέα ύλη της Ιατρικής Σχολής του πανεπιστημίου McMaster εξ' αιτίας της έλλειψης πρακτικού αντικρύσματος του παραδοσιακού τρόπου διδασκαλίας. Εν συνεχεία η μέθοδος αυτή υιοθετήθηκε από πάρα πολλά εκπαιδευτικά ιδρύματα όπως το πανεπιστήμιο Acadia του Καναδά, το Case Western Reserve του Ohio, το Κέντρο Διατήρησης Ειρήνης στον Καναδά καθώς και το πανεπιστήμιο του Harvard. Εκτός αυτού η προβληματοκεντρική μάθηση έχει χρησιμοποιηθεί και από τεχνικά σχολεία, προπτυχιακά ιδρύματα, σχολεία της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης όπως και τμήματα διοίκησης επιχειρήσεων. Όπως βλέπουμε λοιπόν η προβληματοκεντρική μάθηση έχει γίνει αποδεκτή από πάρα πολλά εκπαιδευτικά ιδρύματα τα οποία έχουν κατασκευάσει δικά τους μοντέλα προβληματοκεντρικής μάθησης.

Η εκπαιδευτική ρομποτική σχετίζεται με ένα πλήθος δραστηριοτήτων μέσω των οποίων οι

εκπαιδευόμενοι υλοποιούν τις ιδέες τους και εν συνεχεία καταγράφουν και αξιολογούν τα αποτελέσματα (Druin & Hendler, 2000). Σύμφωνα με τους Torp και Sage η εκπαιδευτική ρομποτική αποτελείται από ένα πλήθος δραστηριοτήτων οι οποίες ενισχύουν την προβληματοκεντρική μάθηση καθώς εστιάζουν στην ανάλυση σύνθετων προβλημάτων τα οποία προέρχονται από τον πραγματικό κόσμο. Επίσης κατασκευάζοντας και προγραμματίζοντας ένα ρομπότ να εκτελέσει ακόμα και απλές ενέργειες οι μαθητές βελτιώνουν την ευρηματικότητα τους και την ικανότητα τους να επιλύουν προβλήματα (Druin & Hendler, 2000; Tappert, 2002). Όσον αφορά την πρωτοβάθμια εκπαίδευση, ο παράγοντας του παιχνιδιού που εμπεριέχει η ρομποτική αποτελεί κίνητρο για μάθηση (Κόμης & Μικρόπουλος, 2001; Atmatzidou et al., 2008).

Όπως βλέπουμε λοιπόν η ρομποτική προσφέρει τα κατάλληλα θεμέλια για τη δημιουργία ενός εκπαιδευτικού συστήματος που βασίζεται στην προβληματοκεντρική μάθηση. Μέσω αυτού του συστήματος μαθητές και καθηγητές πειραματίζονται αξιοποιώντας τα σύγχρονα τεχνολογικά μέσα, έρχονται σε επαφή με καινοτόμες μεθόδους εκμάθουσας, αναπτύσσουν τις νοητικές και κοινωνικές τους δεξιότητες για την επίτευξη των στόχων τους.

Παιχνιδοκεντρική Μάθηση

Η παιχνιδοκεντρική μάθηση είναι μια μέθοδος εκπαίδευσης η οποία ανήκει στην ενεργό μάθηση και εστιάζει στη χρήση παιχνιδιών που εμπεριέχουν εκπαιδευτικές αξίες και κατέχουν ζωτικό ρόλο στο εκπαιδευτικό περιβάλλον. Σύμφωνα με τον Persky είναι μια ένωση της εκπαίδευσης με τα ηλεκτρονικά παιχνίδια. Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά από τα οποία αποτελείται την κάνουν να μοιάζει απaráμιλλη σε σχέση με άλλες μεθόδους μάθησης. Οι μαθητές αναπτύσσουν θετική στάση απέναντι στην εκπαιδευτική διαδικασία η οποία γίνεται διασκεδαστική. Τα παιχνίδια κατηγοριοποιούνται με βάση τα χαρακτηριστικά τους καθώς και τις δραστηριότητες που υποστηρίζουν. Υπάρχουν παιχνίδια δράσης, στρατηγικής, ρόλων, προσομοίωσης και άθλησης.

Η ένταξη του παιχνιδιού στην εκπαίδευση πηγαινει πίσω στην αρχαιότητα. Ερευνητές κατηγοριοποιούν την μαιευτική μέθοδο του Σωκράτη σαν ένα είδος λεκτικού παιχνιδιού. Επίσης η χρήση του σκακιού με σκοπό την εκμάθωση της τέχνης του πολέμου τον Μεσαίωνα αποτελεί παράδειγμα χρήσης του παιχνιδιού με σκοπό τη μάθηση. Τα έργα των Friedrich Froebel και Johan Huizinga υποδεικνύουν πως το παιχνίδι φανερώνει τα στοιχεία του κάθε πολιτισμού όπως πολιτική, θρησκεία, τέχνη και αθλητισμός. Το ψηφιακό παιχνίδι έκανε την εμφάνιση του στα τέλη της δεκαετίας του 1970. Μερικά παραδείγματα είναι το Oregon Trail και το Number Munchers. Αυτά τα παιχνίδια κατασκευάστηκαν από προγραμματιστές και μεταδίδουν στους μαθητές βασικές γνώσεις μαθηματικών, γλώσσας. Αργότερα αναπτύχθηκαν πιο εξειδικευμένα παιχνίδια (Dr. Brain Series) τα οποία περιστρέφονται γύρω από τομείς της εκπαίδευσης όπως φυσική, χημεία. Στη συνέχεια έχουμε τα Serious Games τα οποία δεν στοχεύουν στη διασκέδαση των χρηστών αλλά έχουν ως βασικό στόχο την εκπαίδευση, τον πειραματισμό, την ανάπτυξη κριτικής σκέψης. Τα Serious Games χρησιμοποιούνται και σε τομείς της καθημερινής ζωής όπως ιατρική, πολιτική στις τέχνες και στις επιχειρήσεις.

Τα εκπαιδευτικά παιχνίδια φέρνουν σε επαφή τους μαθητές με ένα σωρό οπτικές καθημερινών καταστάσεων και έτσι έχουν την ευκαιρία να εφαρμόσουν τις γνώσεις που έχουν αποκτήσει. Επιπλέον οι εκπαιδευόμενοι αναπτύσσουν κάποιες σημαντικές δεξιότητες. Για παράδειγμα μαθαίνουν να ολοκληρώνουν τις εργασίες τους μέσα σε συγκεκριμένα χρονικά πλαίσια. Κάτι πολύ σημαντικό είναι η εκμάθηση της αναζήτησης πληροφοριών όπως και η οργάνωση τους. Οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να πειραματιστούν, να λάβουν τα αποτελέσματα των πράξεών τους, να εντοπίσουν τυχόν λάθη και στη συνέχεια να προβληματιστούν βρίσκοντας την βέλτιστη λύση.

Τα ψηφιακά παιχνίδια κατέχουν σημαντική θέση στην εκπαίδευση και καθημερινά εξελίσσονται ολοένα και περισσότερο για να ανταποκρίνονται στις ανάγκες των μαθητών. Η ρομποτική αποτελείται από ένα σωρό εκπαιδευτικά πακέτα τα οποία προκαλούν το ενδιαφέρον των μαθητών μέσω ευχάριστων και διασκεδαστικών διαδικασιών. Η κατασκευή ρομπότ, η δημιουργία διασκεδαστικών ιστοριών, η συναρμολόγηση κυκλωμάτων, ο προγραμματισμός με χρήση απλών εντολών αποτελούν αγαπημένες συνήθειες των μαθητών και τους παρακινούν μέσω της ενεργούς συμμετοχής τους στις παραπάνω διαδικασίες να εμπλουτίσουν τις γνώσεις τους.

Κεφάλαιο 6

Επίλογος

Τα πακέτα εκπαιδευτικής ρομποτικής που αναλύσαμε έχουν τεράστια οφέλη για τους μαθητές τα οποία αν αξιοποιηθούν σωστά μπορούν να συμβάλουν στη δημιουργία ενός εκπαιδευτικού συστήματος βασισμένου σε σύγχρονες και επικοινωνιακές μεθόδους μάθησης. Τα σχολεία πρέπει να εξοπλιστούν με τα κατάλληλα μέσα για την εφαρμογή και την υποστήριξη της ρομποτικής. Οι εκπαιδευτικοί πρέπει να είναι άριστα καταρτισμένοι καθώς και να ενημερώνονται συνεχώς για τυχόν εξελίξεις στο πεδίο της ρομποτικής. Η δημιουργία διαδικτυακών μαθημάτων με σκοπό την απομακρυσμένη εκπαίδευση, την συνεχή επαφή και εξάσκηση με το αντικείμενο των μαθημάτων είναι απαραίτητη για την στήριξη ενός τέτοιου εγχειρήματος. Οι ιστότοποι και τα μαθήματα θα πρέπει να αξιολογούνται διαρκώς από τους εκπαιδευόμενους έτσι ώστε να εντοπίζονται τα αδύναμα σημεία τους και να βελτιώνεται το περιεχόμενό τους. Με την εφαρμογή των παραπάνω προτάσεων βελτιώνεται η ποιότητα της εκπαίδευσης, αυξάνονται τα κίνητρα των μαθητών για συμμετοχή στην τάξη καθώς και για βελτίωση της απόδοσης τους.

Αναφορές

Ackermann E. Piaget's constructivism, Papert's constructionism: What's the difference. Future of learning group publications. 2001. Volume 5. Issue 1. pp 438.

Alimisis D. Teacher Education on Robotics-Enhanced Constructivist Pedagogical Methods. School of Pedagogical and Technological Education (ASPETE). 2009.

Alimisis D. Educational robotics: Open questions and new challenges. Themes in Science and Technology Education. 2013. Volume 6. Issue 1. pp 63-71.

Atmatzidou S., Demetriadis S. Evaluating Role of Collaboration Scripts as Group Guiding Tools in Activities of Educational Robotics: Conclusions from Three Case Studies. In IEEE 12th International Conference on Advanced Learning Technologies. 7/2012. IEEE. pp 298-302.

Atmatzidou S., Markelis I., Demetriadis S. The use of LEGO Mindstorms in elementary and secondary education: game as a way of triggering learning. In Workshop Proceedings of International Conference on Simulation, Modelling, and Programming for Autonomous Robots. 2008. pp 22-30.

Benitti F.B.V. Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. Computers & Education. 3/4/2012. Elsevier Ltd. Volume 58. Issue 3. pp 978-988.

Blanchard S., Freiman V., Lirrete-Pitre N. Strategies used by elementary schoolchildren solving robotics-based complex tasks: innovative potential of technology. Procedia Social and Behavioral Sciences 2. 2010. Elsevier Ltd. Issue 2. pp 2851-2857.

Druin A., Hendler J. Robots for kids: Exploring new technologies for learning. San Diego CA : Academic Press. 2000.

Eguchi, A. Robotics as a learning tool for educational transformation. In Proceeding of 4th International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics & 5th International Conference Robotics in Education Padova. 2014.

Fagin B. Using Ada-Based Robotics To Teach Computer Science. Proceedings of the 5th Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education. 6/2000. pp 148-151.

Gaudiello I., Zibetti E. Using control heuristics as a means to explore the educational potential of robotics kits. Themes in Science and Technology Education. 2013. Volume 6. Issue 1. pp 15-28.

Hussain, S., Lindh, J., & Shukur, G. The effect of LEGO training on pupils' school performance in mathematics, problem solving ability and attitude: Swedish data. Educational Technology & Society. Volume 9. Issue 3. 1/2006. pp 182-194.

Jonassen D.H. Computers in the Classroom: Mindtools for Critical Thinking. Columbus, OH: Merrill/Prentice-Hall. 1996.

Kubilinskiene, S. et al. Applying Robotics in School Education: a Systematic Review. Baltic Journal

of Modern Computing. Volume 1. Issue 5. 3/2017 .pp 50-69.

Mataric M., Koenig N., Feil-Seifer D. Materials for Enabling Hands-On Robotics and STEM Education. In AAAI Spring Symposium: Semantic Scientific Knowledge Integration. 1/2007. pp 99-102.

Mataric M. Robotics Education for All Ages. In Proceedings, AAAI Spring Symposium on Accessible, Hands-on AI and Robotics Education, Palo Alto, CA. 2004. pp 22-24.

McWhorter, W. The effectiveness of using LEGO Mindstorms robotics activities to influence self-regulated learning in a university introductory computer programming course. 2008.

Mead R., Thomas S., Weinberg J. From Grade School to Grad School: An Integrated STEM Pipeline Model through Robotics. Robots in K-12 Education: A New Technology for Learning. 2012. pp 302-325.

Mikropoulos T.A., Bellou I. Educational robotics as mindtools. Themes in Science and Technology Education. 2013. Volume 6. Issue 1. pp 1-5.

Nourbakhsh I.R. et al. The robotic autonomy mobile robotics course: Robot design, curriculum design and educational assesment. Autonomous Robots. 1/2005. Springer US. Volume 18. Issue 1. pp 103-127.

Owston R.D. The world wide web: A technology to enhance teaching and learning. Educational Researcher. 1997. Volume 26. Issue 1. pp 27-33.

Papert S. Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas. New York Basic Books. 1980.

Peter M., Price B. Using robotics to motivate 'back door' learning. Education and Information Technologies. 6/2004. Springer US. Volume 9 Issue 2. pp 147-158.

Sullivan A., Bers M.U. Gender differences in kindergarteners' robotics and programming achievement. International Journal Technology and Design Education. 8/2012. Volume 23. Issue 3. pp 691-702.

Tappert Charles C. Student Develop Real-World Computer Information Systems. CSIS Technical Reports. Paper 5. 2002.

Torp L., Sage S. Problems as possibilities: Problem-based for K-16 education. VA: Association for Supervision and Curriculum Development. 2002.

Turner S., Hill G. Robots in problem-solving and programming. In 8th Annual Conference of the Subject Centre for Information and Computer Scienc-es. 8/2007. pp 82-85.

Vollstedt A., Robinson M., Wang E. Using Robotics to Enhance Science, Technol-ogy, Engineering, and Mathematics Curricula.In Proceedings of American Society for Engineering Education Pacific Southwest Annual Conference. 1/2007.

Williams D. C., Ma Y., Prejean L., & Ford M. J. Acquisition of physics content knowledge and scientific inquiry skills in a robotics summer camp. *Journal of Research on Technology in Education*. Volume 40. Issue 2. pp 201-216.

Αλιμήσης Δ. Το προγραμματιστικό περιβάλλον Lego Mindstorms ως εργαλείο υποστήριξης εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων ρομποτικής. 4ο Πανελλήνιο Συνεδρίο Διδακτική της Πληροφορικής. 2008. pp 273-282.

Δημητριάδης Σ. Θεωρίες Μάθησης & Εκπαιδευτικό Λογισμικό. Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα. 2015.

Κόμης Β., Μικρόπουλος Α. Πληροφορική στην Εκπαίδευση. Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο. 2002.

Νικολός Δ., Κόμης Β. Μια διδακτική πρόταση για τη γλώσσα προγραμματισμού Scratch. 4ο Πανελλήνιο Συνεδρίο Διδακτική της Πληροφορικής. 2010.