



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

**ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Ανάπτυξη και Υποστήριξη δραστηριοτήτων εκπαιδευτικής
ρομποτικής σε όμιλο μαθητών της Α τάξης Γενικού Λυκείου
Βαρβακείου Σχολής**

Αθανασία Γ. Κούρτη

Επιβλέποντες: **Μαρία Γρηγοριάδου, Ομότιμη Καθηγήτρια**
Ηλίας Βεργίνης, Διδάκτωρ ΕΚΠΑ
Γεώργιος Βίλλιας, M.Sc

ΑΘΗΝΑ

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2017

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ανάπτυξη και Υποστήριξη δραστηριοτήτων εκπαιδευτικής ρομποτικής σε όμιλο μαθητών της Α τάξης Γενικού Λυκείου Βαρβακείου Σχολής

Αθανασία Γ. Κούρτη

A.M.: 1115200900223

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ: **Μαρία Γρηγοριάδου, Ομότιμη Καθηγήτρια**
Ηλίας Βεργίνης, Διδάκτωρ ΕΚΠΑ
Γεώργιος Βίλλιας, Βιολόγος M.Sc

Σεπτέμβριος 2017

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στόχος της παρούσας πτυχιακής είναι η υποστήριξη του ομίλου ρομποτικής στο ΓΕΛ Βαρβακείου Σχολής σε μαθητές της Α' Λυκείου μέσω της ανάπτυξη εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων που έχουν στόχο την επέκταση / τροποποίηση σύνθετων ρομποτικών μοντέλων.

Στο πλαίσιο αυτό υποστήριξα με εβδομαδιαία παρουσία μου τον όμιλο εκπαιδευτικής ρομποτικής του πρότυπου ΓΕΛ Βαρβακείου Σχολής. Πριν την ενασχόλησή μου με τον αντικείμενο της εργασίας, κρίθηκε απαραίτητο να ασχοληθώ με τα παρακάτω:

- ο Μελέτη του βασικού εκπαιδευτικού πακέτου που χρησιμοποιήθηκε, το οποίο είναι Lego Mindstorms EV3. Ειδικότερα, μελετήθηκαν οι προγραμματιστικές δομές που υποστηρίζονται από το προγραμματιστικό περιβάλλον της εφαρμογής, οι εντολές ελέγχου των actuators και οι εντολές διαβάσματος των αισθητήρων.
- ο Μελέτη των εναλλακτικών διδακτικών μεθόδων στο αντικείμενο της εκπαιδευτικής ρομποτικής με το προαναφερόμενο εκπαιδευτικό πακέτο και πολλά ενδεικτικά έτοιμα προγράμματα.
- ο Πειραματισμός με την ανάπτυξη εναλλακτικών προγραμμάτων και την προσθήκη επιπλέον αισθητήρων και μηχανισμών, με στόχο οι μαθητές να εργαστούν ώστε να αντιμετωπίσουν δραστηριότητες με μεγαλύτερο βαθμό πρόκλησης.
- ο Μελέτη της σχετικής βιβλιογραφίας, γύρω από το χώρο της εκπαιδευτικής ρομποτικής. Μελετήθηκαν τόσο τα οφέλη που η εκπαιδευτική ρομποτική προσφέρει, όσο και το θεωρητικό υπόβαθρο που υποστηρίζει τη χρήση της ρομποτικής ως εκπαιδευτική μέθοδο.

Στην πρώτη ενότητα παρουσιάζεται ένα γενικό πλαίσιο προβληματισμού σχετικά με την εκπαιδευτική ρομποτική, ο στόχος και η δομή της εργασίας.

Στην δεύτερη ενότητα εμφανίζονται κάποια ιστορικά στοιχεία, αναλύονται δύο από τα πιο δημοφιλή εκπαιδευτικά πακέτα, αναφέρονται οι συνηθέστεροι μέθοδοι εκπαίδευσης και τέλος γίνεται μια αναφορά στην εκπαιδευτική ρομποτική στην Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση.

Στην τρίτη ενότητα περιγράφεται η διαδικασία με βάση την οποία εργαστήκαμε στον όμιλο, αναφέρονται οι δραστηριότητες ανά ρομποτικό μοντέλο καθώς και οι ενδεικτικές τους λύσεις.

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ: Εκπαιδευτική Ρομποτική

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Lego Mindstorms, Δραστηριότητες εκπαιδευτικής Ρομποτικής

ABSTRACT

The aim of this BA thesis is to support the educational process of first year high school students attending the excellence club of educational robotics at Varvakeio model high school and to develop / extend robotic models. In order to familiarize myself with the subject matter of educational robotics, I attended the weekly classes, at Varvakeio model high school and studied:

- The Lego Mindstorms EV3 basic Core set consisting of Bricks, Curriculum, Software, Motors, Sensors and apps.
- Alternative teaching methods regarding the subject of educational robotics based on the aforementioned educational package and other sample programs.
- The development of alternative programs regarding the extension of the models supported by Lego Mindstorms by adding more sensors and mechanisms, in order to increase the model's actions.
- Bibliography related to the benefits of educational robotics in education and to the theoretical background regarding the application of robotic as educational method.

The first chapter presents the framework and the objectives of the BA thesis.

The second chapter provides an analysis of the two most popular commercial packages of educational robotics, the related teaching methods and a presentation of the (already-existing) application of educational robotics in secondary education.

The third chapter gives an outline of the curriculum of the excellence club, the developed learning activities, and suggested answers.

SUBJECT AREA: Robotics Education

KEYWORDS: robotics education, mindstorms

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	8
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
1.1 Γενικό πλαίσιο προβληματισμού	9
1.2 Στόχος της εργασίας.....	9
1.3 Δομή της εργασίας.....	9
2. Η ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ	11
2.1 Εκπαιδευτική Ρομποτική.....	11
2.1.1 Ιστορικά Στοιχεία	11
2.1.2 Δημοφιλή εκπαιδευτικά πακέτα.....	12
2.1.3 Συνηθέστεροι μέθοδοι εκπαίδευσης.....	14
2.2 Εκπαιδευτική ρομποτική στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση	15
3. ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΗΣ ΜΑΘΗΣΙΑΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΑΛΓΟΡΙΘΜΙΚΩΝ ΔΟΜΩΝ	17
3.1 Διαδικασία.....	17
3.2 Εφαρμογές εκπαιδευτικού πακέτου LEGO MINDSTORMS	17
3.2.1 Stairclimber	18
3.2.2 Sorterbot.....	25
3.2.3 Elephant	32
3.2.4 Robot Arm H25	39
3.2.5 Colour Sorter	47
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	56
ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ – ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΑ – ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ	58
ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	59

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Στοιχεία από το εκπαιδευτικό πακέτο LittleBits	12
Εικόνα 2: LEGO MINDSTORMS EV3 Educations Set (πηγή (LEGO)).....	13
Εικόνα 3: Προγραμματιστική Μονάδα LEGO MINDSTORMS (EV3 BRICK)	13
Εικόνα 4: Στιγμιότυπο προγράμματος LEGO EV3 MINDSTORMS	14
Εικόνα 5: Προγραμματιστικό περιβάλλον Scratch for Arduino.....	14
Εικόνα 6: Ηλικιακές διαβαθμίσεις στην διδασκαλία της ρομποτικής (πηγή [3]).....	15
Εικόνα 8: 1ο μέρος του αρχικού προγράμματος του Stairclimber.....	19
Εικόνα 9: 2ο μέρος του αρχικού προγράμματος του Stairclimber.....	19
Εικόνα 10: 3ο μέρος του αρχικού προγράμματος του Stairclimber.....	20
Εικόνα 11: 4ο μέρος του αρχικού προγράμματος του Stairclimber.....	20
Εικόνα 12: Ενδεικτική επίλυση δραστηριότητας A.4	22
Εικόνα 13: Ενδεικτική επίλυση δραστηριότητας A.5	23
Εικόνα 14: Ενδεικτική επίλυση δραστηριότητας A.6	23
Εικόνα 15: Ενδεικτική επίλυση δραστηριότητας B	24
Εικόνα 16: Sorterbot (πηγή [7])	25
Εικόνα 17: 1ο στιγμιότυπο αρχικού προγράμματος Sortbot	26
Εικόνα 18: 2ο στιγμιότυπο αρχικού προγράμματος Sortbot	26
Εικόνα 19: 3ο στιγμιότυπο αρχικού προγράμματος Sortbot	27
Εικόνα 20: Ενδεικτική λύση δραστηριότητας A.4	29
Εικόνα 21: Ενδεικτική λύση δραστηριότητας A.5	29
Εικόνα 22: Ενδεικτική λύση δραστηριότητας A.6	30
Εικόνα 23: Ενδεικτική λύση δραστηριότητας A.7	30
Εικόνα 24: Ενδεικτική λύση δραστηριότητας A.8	30
Εικόνα 25: Ενδεικτική λύση δραστηριότητας B	30
Εικόνα 26: Ενδεικτική λύση δραστηριότητας Γ	31
Εικόνα 27: Αρχικό μοντέλο Elephant (πηγή [6]).....	32
Εικόνα 28: Στιγμιότυπο 1ου μέρους αρχικού προγράμματος Elephant	33
Εικόνα 29: Στιγμιότυπο 2ου μέρους αρχικού προγράμματος Elephant	34
Εικόνα 30: Στιγμιότυπο 3ου μέρους αρχικού προγράμματος Elephant	34
Εικόνα 31: Το πρόγραμμα του MyBlock Reset.....	34
Εικόνα 32: Το πρόγραμμα του MyBlock Lift and Roar.....	35
Εικόνα 33: Το πρόγραμμα του MyBlock Grap	35
Εικόνα 34: Ενδεικτική λύση της δραστηριότητας A.6	37
Εικόνα 35: Ενδεικτική λύση της δραστηριότητας A.7	37
Εικόνα 36: Ενδεικτική λύση της δραστηριότητας B	38

Εικόνα 37: Ενδεικτική λύση της δραστηριότητας Γ	38
Εικόνα 38: Αρχικό μοντέλο Robot Arm H25 (πηγή [6])	39
Εικόνα 39: Στιγμιότυπο 1ου και 2ου μέρους προγράμματος Robot Arm H25.....	40
Εικόνα 40: Στιγμιότυπο 3ου και 4ου μέρους προγράμματος Robot Arm H25.....	40
Εικόνα 41: Στιγμιότυπο 5ου μέρους αρχικού προγράμματος Robot Arm H25.....	41
Εικόνα 42: Ενδεικτική λύση της δραστηριότητας Α.4	43
Εικόνα 43: Ενδεικτική λύση της δραστηριότητας Α.5.....	43
Εικόνα 44: Ενδεικτική λύση της δραστηριότητας Α.6	44
Εικόνα 45: Ενδεικτική λύση της δραστηριότητας Α.7	44
Εικόνα 46: Ενδεικτική λύση της δραστηριότητας Α.8.....	45
Εικόνα 47: Ενδεικτική λύση της δραστηριότητας Β.....	46
Εικόνα 48: Block αρχικοποίησης του μοντέλου για την δραστηριότητα Γ	46
Εικόνα 49: Ενδεικτική λύση της δραστηριότητας Γ	46
Εικόνα 60: Μοντέλο Colour Sorter (πηγή [6])	47
Εικόνα 61: 1ο στιγμιότυπο του αρχικού προγράμματος Colour Sorter	48
Εικόνα 62: 2ο στιγμιότυπο του αρχικού προγράμματος Colour Sorter	48
Εικόνα 63: 3ο στιγμιότυπο του αρχικού προγράμματος Colour Sorter	49
Εικόνα 64: 4ο στιγμιότυπο του αρχικού προγράμματος Colour Sorter	49
Εικόνα 65: 5ο στιγμιότυπο του αρχικού προγράμματος Colour Sorter	49
Εικόνα 66: 6ο στιγμιότυπο του αρχικού προγράμματος Colour Sorter	50
Εικόνα 67: 7ο στιγμιότυπο του αρχικού προγράμματος Colour Sorter	50
Εικόνα 68: 8ο στιγμιότυπο του αρχικού προγράμματος Colour Sorter	51
Εικόνα 69: Ενδεικτική λύση της δραστηριότητας Α.3	53
Εικόνα 70: Ενδεικτική λύση της δραστηριότητας Α.5.....	53
Εικόνα 71: Ενδεικτική λύση της δραστηριότητας Α.6	53
Εικόνα 72: Ενδεικτική λύση της δραστηριότητας Α.7	54
Εικόνα 73: Ενδεικτική λύση της δραστηριότητας Α.8.....	54
Εικόνα 74: Ενδεικτική λύση της δραστηριότητας Β.6.....	54
Εικόνα 75: Ενδεικτική λύση της δραστηριότητας Γ.2	55

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η ρομποτική και οι εφαρμογές αυτής κάνουν όλο και πιο έντονα αισθητή την παρουσία τους στην σημερινή καθημερινότητα μας, καθώς τις τελευταίες δεκαετίες αποτελεί πλέον κοινή τάση στην αγορά εργασίας, η αναζήτηση για στελέχη εξοικειωμένα με την τεχνολογία, με αυξημένες δεξιότητες στο αντικείμενο της Πληροφορικής και των αυτοματισμών, με δυνατότητες γρήγορης προσαρμογής στον συνεχώς εξελισσόμενο χώρο των τεχνολογιών και με οργανωτικές και συνεργατικές ικανότητες. Επιπλέον συνεισφέρει σημαντικά στην ανάπτυξη κρίσιμων για τον 21ο αιώνα δεξιοτήτων, όπως η επίλυση προβλημάτων, η καινοτομία, ο προγραμματισμός, η διαχείριση έργου κλπ. Αυτή η πραγματικότητα δεν θα μπορούσε - και σίγουρα δεν θα έπρεπε - να αφήσει ανεπηρέαστο τον χώρο της εκπαίδευσης.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία υλοποιήθηκε στο πλαίσιο των ακαδημαϊκών μου υποχρεώσεων κατά τη φοίτησή μου στο Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών της Σχολής Θετικών Επιστημών του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών (ΕΚΠΑ).

Σκοπός της εργασίας η ανάπτυξη εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων που έχουν στόχο την επέκταση / τροποποίηση σύνθετων ρομποτικών μοντέλων. Ως βασικό εκπαιδευτικό πακέτο χρησιμοποιείται το LEGO MINDSTORMS EV3 Education Set, ενώ τα μοντέλα προέρχονται από διαφορετικές πηγές που θα αναφέρονται σε κάθε περίπτωση.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται η διαδικασία ανάπτυξης και εφαρμογής εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων ρομποτικών μοντέλων που ακολουθούν τις προδιαγραφές του πακέτου Lego Mindstorms EV3 καθώς και η παράθεση των συμπερασμάτων που προέκυψαν και αφορούν την αποτελεσματικότητα της παραπάνω εκπαιδευτικής παρέμβασης. Η διάρκεια την εκπαιδευτικής παρέμβασης ήταν δέκα εβδομάδες και διεξήχθη, στο πλαίσιο του ομίλου εκπαιδευτικής ρομποτικής, κάθε Τρίτη 14:15-16:00 στο εργαστήριο Πληροφορικής στο πρότυπο ΓΕΛ Βαρβακείου Σχολής, σε συνεργασία με τους διδάσκοντες καθηγητές κ. Βεργίνη Ηλία και κ. Βίλλια Γεώργιο.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικό πλαίσιο προβληματισμού

Υπάρχουν διαφορετικές εκπαιδευτικές προσεγγίσεις που μπορούν να συνδυάσουν την εξοικείωση του μαθητή με την τεχνολογία, την ενίσχυση του πνεύματος ομαδικότητας και τη δημιουργικότητά του. Μία από τις δημοφιλέστερες και ιδιαίτερα αγαπητή από τους μαθητές τα τελευταία χρόνια, είναι η εκπαιδευτική ρομποτική.

Η ρομποτική χρησιμοποιείται στην εκπαίδευση με πολλούς διαφορετικούς τρόπους. Η καθημερινή επαφή των μαθητών με ρομποτικά συστήματα, όπως έξυπνα κινητά (smart phones), συσκευές ελεγχόμενες από το Διαδίκτυο, έξυπνες τηλεοράσεις κλπ, αποτελεί ένα φυσικό κίνητρο για τη συμμετοχή τους σε προγράμματα εκπαιδευτικής ρομποτικής και για την ενεργοποίηση του ενδιαφέροντός τους στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η διαδικασία αναζήτησης λύσεων σε πραγματικά προβλήματα με την ανάπτυξη ρομποτικών συστημάτων, εμπλέκει τους μαθητές σε πρακτικές μέσες από τον χώρο της πληροφορικής και της τεχνολογίας, καλλιεργώντας δεξιότητες που αποτελούν προϋπόθεση για την αγορά εργασίας του 21ου αιώνα. Επίσης, η εκπαιδευτική ρομποτική μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέσο για τον συνδυασμό διαφορετικών επιστημονικών χώρων, όπως η Επιστήμη, η Τεχνολογία, η Μηχανική, η Τέχνη και τα Μαθηματικά (S.T.E.A.M.) [17].

Ο εκπαιδευτικός στόχος που τίθεται σχετίζεται άμεσα με την διαδικασία που τελικά θα ακολουθήσει ο εκπαιδευτικός. Ειδικότερα στο πλαίσιο κάποιων εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων οι μαθητές:

- Υλοποιούν έτοιμα προγράμματα που συνοδεύουν τα ρομποτικά εκπαιδευτικά πακέτα
- Αναπτύσσουν απλά ρομποτικά μοντέλα
- Συμμετέχουν σε διαγωνισμούς [12]
- Επιλύουν προβλήματα

Δεν είναι πάντα εύκολη η επιλογή που θα πρέπει να κάνει ο εκπαιδευτικός, καθώς τόσο ο στόχος όσο και η διαδικασία, εξαρτώνται από πολλούς διαφορετικούς παράγοντες, όπως η προηγούμενη εμπειρία των μαθητών, η ηλικία τους, το σχολικό περιβάλλον, οικονομικοί λόγοι κλπ.

1.2 Στόχος της εργασίας

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η παρουσίαση και ανάλυση της εκπαιδευτικής ρομποτικής στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση και η ανάπτυξη εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων που έχουν στόχο την επέκταση / τροποποίηση σύνθετων ρομποτικών μοντέλων. Περιγράφονται ενδεικτικές δραστηριότητες που αναπτύχθηκαν από τους μαθητές κατά τη συμμετοχή μου στον Όμιλο Ρομποτικής του πρότυπου ΓΕΛ Βαρβακείου Σχολής (2^ο τετράμηνο σχολικού έτους 2016-17) και αναλύονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν μετά την ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων.

1.3 Δομή της εργασίας

Στην δεύτερη ενότητα παρουσιάζεται μία εισαγωγή στον χώρο της εκπαιδευτικής ρομποτικής, με ιδιαίτερη αναφορά στην εκπαίδευση στον ελληνικό χώρο. Αναφέρονται ιστορικά στοιχεία της εκπαιδευτικής ρομποτικής και περιγράφονται κάποια από τα δημοφιλέστερα ρομποτικά εκπαιδευτικά πακέτα.

Στη τρίτη ενότητα περιγράφεται η διαδικασία που ακολουθήθηκε στο πλαίσιο συμμετοχής μου στον Όμιλο Ρομποτικής του πρότυπου ΓΕΛ Βαρβακείου Σχολής και

περιγράφεται ικανός αριθμός ενδεικτικών ρομποτικών μοντέλων και δραστηριοτήτων που υποστήριξαν την εκπαιδευτική διαδικασία.

Στη τέταρτη ενότητα περιγράφονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν μετά την ολοκλήρωση των μαθημάτων, τόσο ως προς τη συμμετοχή των μαθητών στις δραστηριότητες που εκτελέστηκαν όσο και ως προς την αποτελεσματικότητα της διαδικασίας στην επίτευξη των εκπαιδευτικών στόχων. Τέλος, αναφέρονται τα προβλήματα που προέκυψαν κατά την εκπαιδευτική διαδικασία.

2. Η Ρομποτική στην Εκπαίδευση

Σύμφωνα με τον ορισμό του Ινστιτούτου Ρομπότ των ΗΠΑ [20], *"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 συγκροτείται από δύο συστήματα, το μηχανικό (στο οποίο περιλαμβάνεται το σύστημα κίνησης) και το ηλεκτρονικό (στο οποίο υπάγεται και η επαναπρογραμματιζόμενη μνήμη του).

Η λέξη ρομπότ προέρχεται από το σλαβικό *robota* (ρομπότα) [9] που σημαίνει εργασία. Καθιερώθηκε ως όρος με την σημερινή του έννοια το 1920 από τον Τσέχο θεατρικό συγγραφέα Κάρελ Τσάπεκ στο έργο του "R.U.R." (Rossum's Universal Robots), όπου σατιρίζει την εξάρτηση της κοινωνίας από τους μηχανικούς εργάτες (ρομπότ) της τεχνολογικής εξέλιξης και που τελικά εξοντώνουν τους δημιουργούς τους. Σε πολλές σύγχρονες σλαβικές γλώσσες (πχ την πολωνική) χρησιμοποιείται σαν έκφραση της καθημερινότητας με την έννοια της σκληρής δουλειάς.

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

Υπό την ευρεία έννοια του όρου ρομπότ, ως μία μηχανή που λειτουργεί αυτόνομα κατά την εκτέλεση συγκεκριμένων εργασιών, θα μπορούσαμε να εντάξουμε στον ίδιο χώρο και συστήματα με τα οποία όλοι μας βρισκόμαστε καθημερινά σε επαφή, όπως οι έξυπνες συσκευές κινητών τηλεφώνων, οι έξυπνες τηλεοράσεις, παιχνιδομηχανές, αυτόνομα αυτοκίνητα [10], συστήματα IoT κλπ.

2.1 Εκπαιδευτική Ρομποτική

2.1.1 Ιστορικά Στοιχεία

Πολλά εκπαιδευτικά συστήματα εισήγαγαν την ρομποτική σε διδακτικές και παιδαγωγικές δραστηριότητες. Πρώτος ο Jonassen [15] έδωσε το έναυσμα, το θεωρητικό υπόβαθρο και το κίνητρο για την ενσωμάτωση της ρομποτικής σε πανεπιστημιακά προγράμματα προετοιμασίας εκπαιδευτικών (Σχολές Εκπαίδευσης). Το επιχείρημά του ότι η τεχνολογία και τα διάφορα τεχνολογικά μέσα μπορούν να θεωρηθούν ως νοητικά εργαλεία ή "Mindtools", τα οποία ενισχύουν και εμπλουτίζουν την εκπαιδευτική διαδικασία, ήταν η βάση για να ξεκινήσει η ενσωμάτωση της τεχνολογίας ως εργαλείο στην εκπαιδευτική διαδικασία σε διάφορα επίπεδα [19]. Η ενσωμάτωσή τους, πραγματοποιήθηκε αρχικά στα πανεπιστήμια και αργότερα στα σχολεία χρησιμοποιώντας ολοκληρωμένα πακέτα ρομποτικής σε συνδυασμό με κατάλληλα περιβάλλοντα προγραμματισμού [13].

Τα ρομπότ, σαν φυσικά αντικείμενα, καλύπτουν την κατασκευαστική - εποικοδομητική οπτική της μάθησης και δίνουν τη δυνατότητα στους μαθητές να εργαστούν σε ένα ενεργό περιβάλλον, χτίζοντας φυσικά αντικείμενα και βιώνοντας αφηρημένες έννοιες. Η εκπαιδευτική ρομποτική εντάσσεται στο πλαίσιο της μαθησιακής προσέγγισης του εποικοδομισμού και αντιπροσωπεύει ένα παιδαγωγικό εργαλείο το οποίο είναι ικανό να οδηγήσει στην ανάπτυξη γνωστικών ικανοτήτων υψηλού επιπέδου. Πιο συγκεκριμένα, βασίζεται στη θεωρία μάθησης του εποικοδομισμού όπως την υποστηρίζει ο Piaget [14] και ακολουθεί την εποικοδομητική κατασκευαστική προσέγγιση της μάθησης,

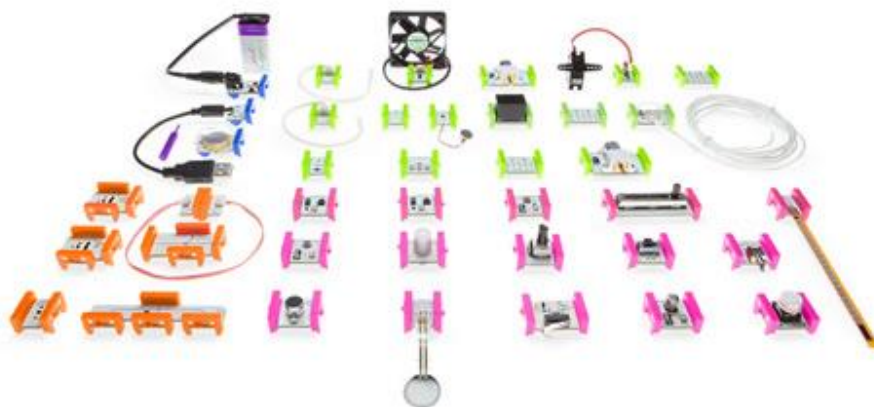
σύμφωνα με τις αρχές που διατυπώνει ο Papert [11]. Ο κατασκευαστικός εποικοδομισμός συνιστά μια πρόταση για τη μάθηση μέσα από τις κατασκευές και το χειρισμό πραγματικών και ιδεατών αντικειμένων. Κύριο εργαλείο της εκπαιδευτικής ρομποτικής αποτελεί το προγραμματιζόμενο ρομπότ. Το ρομπότ μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο σχολείο αλλά και εκτός σχολείου ως ένα αποτελεσματικό εργαλείο για την ανάπτυξη γνωστικών δομών από τα παιδιά καθώς επίσης και ως μέσο για την κατανόηση ή/και την αφομοίωση τεχνικών γνώσεων. Η Εκπαιδευτική Ρομποτική αποτελεί λοιπόν [15] ένα διδακτικό εργαλείο που μπορεί να συμπληρώσει την εκπαίδευση καθώς δίνει την δυνατότητα στους μαθητές να ασχοληθούν με κάτι χειροπιαστό, το οποίο μπορούν να τροποποιήσουν όπως αυτοί θέλουν, υλοποιώντας αφηρημένες σχεδιαστικές ιδέες που έχουν στο μυαλό τους και βλέποντας άμεσα τα αποτελέσματα αυτής τους της προσπάθειας.

2.1.2 Δημοφιλή εκπαιδευτικά πακέτα

Πριν λίγα χρόνια το κόστος ενός ρομποτικού εκπαιδευτικού πακέτου ήταν ιδιαίτερα μεγάλο, γεγονός που καθυστέρησε (και συνεχίζει να καθυστερεί) την ένταξη της ρομποτικής στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα των σχολείων. Πλέον έχουν αναπτυχθεί πολλά ρομποτικά εκπαιδευτικά πακέτα, με το κόστος τους να έχει περιοριστεί, παρόλα αυτά, το οικονομικό παραμένει το μεγάλο εμπόδιο στην ένταξη της εκπαιδευτικής ρομποτικής στο πρόγραμμα των δημόσιων σχολείων της χώρας μας.

Θα μπορούσαμε να διαχωρίσουμε τα ρομποτικά πακέτα σε δύο κατηγορίες: σε ολοκληρωμένα επώνυμα πακέτα με τα οποία οι μαθητές μπορούν να κατασκευάσουν διαφορετικά μοντέλα και να τα προγραμματίσουν σε προγραμματιστικό περιβάλλον ειδικά κατασκευασμένο για την υποστήριξή τους, καθώς και σε ρομποτικά μοντέλα που αναπτύσσονται με τη σύνθεση διαφορετικών ηλεκτρονικών ή μη εξαρτημάτων (πλατφόρμες μικροελεγκτών, κινητήρες, LEDs κλπ) και προγραμματίζονται με open source περιβάλλοντα προγραμματισμού, όπως το SrcachX.

Στην πρώτη περίπτωση συναντάμε συνήθως ακριβά προϊόντα, τα οποία όμως τις περισσότερες φορές συνοδεύονται από ολοκληρωμένα εκπαιδευτικά προγράμματα (curriculums) και οδηγίες υποστήριξης για τον εκπαιδευτικό και τον μαθητή, όπως τα δημοφιλή LEGO MINDSTORMS (τρέχουσα έκδοση το EV3), τα LittleBits (Εικόνα 1), Vex Robotic Design System, MegaBlock kits, Cubelets κλπ.



Εικόνα 1: Στοιχεία από το εκπαιδευτικό πακέτο LittleBits

Ίσως το πιο δημοφιλές εκπαιδευτικό πακέτο και σίγουρα ένα από τα πιο ολοκληρωμένα, είναι το LEGO MINDSTORMS Education Set, με τρέχουσα έκδοση (από το 2013) την EV3 [6]. Τα δομικά υλικά αποτελούνται από τουβλάκια LEGO συμβατά με γνωστά και διαδεδομένα προϊόντα της εταιρείας (π.χ. Technic), που παρέχουν μεγάλη ευελιξία στην σύνθεση μοντέλων ακόμη και από παιδιά ηλικίας 10 ετών (Εικόνα 2). Το εκπαιδευτικό

πακέτο συνοδεύεται από λογισμικό υποστήριξης που παρέχει ειδικά προσαρμοσμένο για τις ηλικίες των 10 έως 21 ετών προγραμματιστικό περιβάλλον, καθώς και εκπαιδευτικά προγράμματα (curriculums), με συγκεκριμένους εκπαιδευτικούς στόχους.



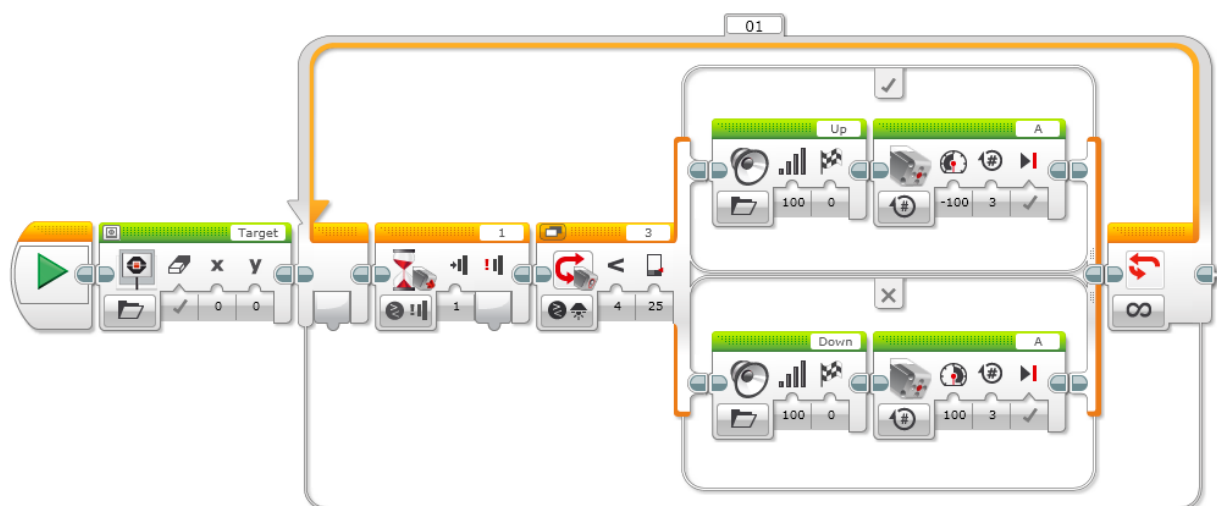
Εικόνα 2: LEGO MINDSTORMS EV3 Educations Set (πηγή (LEGO))

Η επιτυχία του παραπάνω εκπαιδευτικού πακέτου βασίζεται σε μεγάλο βαθμό και στην προγραμματιστική μονάδα που το υποστηρίζει, γνωστή ως EV3 Brick, η οποία φέρει τον επεξεργαστή ARM9 και υποστηρίζεται από λειτουργικό σύστημα τύπου LINUX (Εικόνα 3). Διαθέτει τέσσερις εισόδους (για τη σύνδεση αισθητήρων) και τέσσερις εξόδους (για τη σύνδεση κινητήρων), οθόνη για την διαχείριση της μονάδας και την προβολή μηνυμάτων - εικόνων μέσω των προγραμμάτων που αναπτύσσουν οι μαθητές, ηχείο και υποστήριξη των πιο διαδεδομένων πρωτοκόλλων σύνδεσης (θύρα USB, Bluetooth και WiFi).



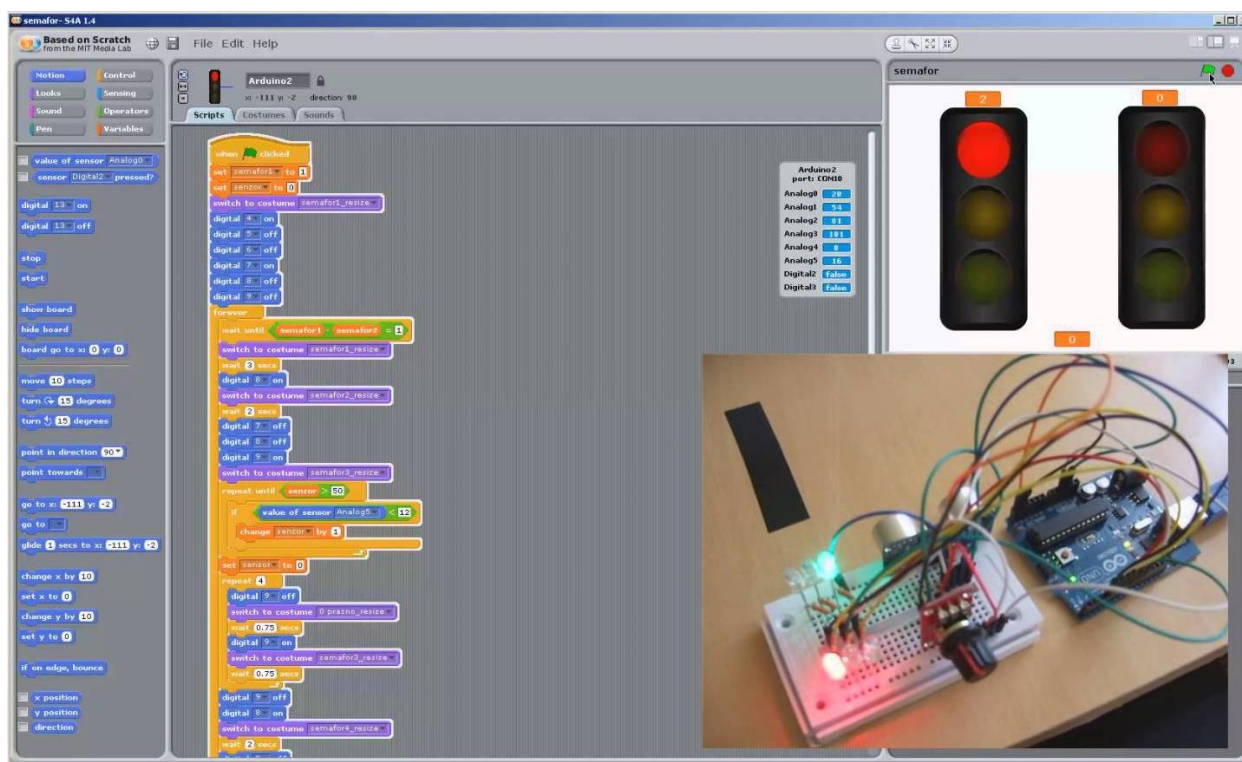
Εικόνα 3: Προγραμματιστική Μονάδα LEGO MINDSTORMS (EV3 BRICK)

Ο προγραμματισμός της μονάδας πραγματοποιείται με προγραμματιστικά μπλοκ τύπου "puzzle", τα οποία θα πρέπει να συνδυαστούν κατάλληλα, ώστε να υλοποιηθεί ο επιθυμητός αλγόριθμος (Εικόνα 4). Με τα προγραμματιστικά μπλοκ υποστηρίζεται η λειτουργία και συμπεριφορά των ηλεκτρονικών μερών του πακέτου (κινητήρες, αισθητήρες, προγραμματιστική μονάδα) καθώς και όλες οι βασικές προγραμματιστικές δομές, όπως ακολουθιακή εκτέλεση εντολών, επιλογή και επανάληψη.



Εικόνα 4: Στιγμιότυπο προγράμματος LEGO EV3 MINDSTORMS

Όπως αναφέρθηκε και στην αρχή της ενότητας, εκτός των προαναφερόμενων επώνυμων προϊόντων, συνεχώς αυξάνεται και η δημοτικότητα εκπαιδευτικών πακέτων ρομποτικής, που στηρίζονται σε ανοιχτού λογισμικού και υλικού πλατφόρμες, όπως το δημοφιλές Arduino. Με την ανάπτυξη και προσαρμογή προγραμματιστικών περιβαλλόντων τύπου "puzzle" με τα οποία είναι δυνατός ο προγραμματισμός των μικροελεγκτών ακόμη και από μικρά παιδιά (S4A, ScratchX κλπ), δίνεται η ευκαιρία ακόμη με πολύ μικρό αναλογικά κόστος, να υποστηριχθούν σχολεία που αδυνατούν να προβούν στην αγορά ενός πιο ακριβού εξοπλισμού (Εικόνα 5).



Εικόνα 5: Προγραμματιστικό περιβάλλον Scratch for Arduino

2.1.3 Συνηθέστεροι μέθοδοι εκπαίδευσης

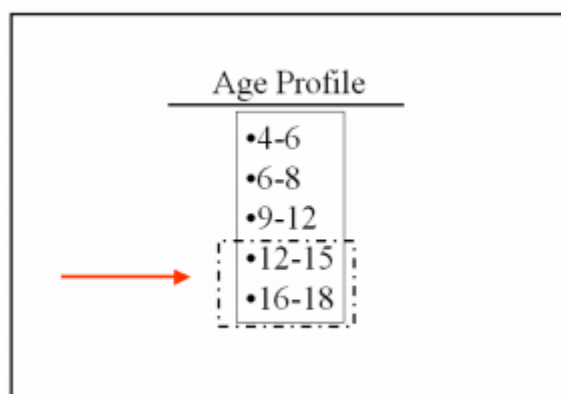
Μία από τις βασικότερες υπηρεσίες που σχετίζονται με την διδασκαλία της ρομποτικής είναι η ανάπτυξη ειδικού εκπαιδευτικού υλικού. Θα πρέπει να είναι εκπαιδευτικά ξεκάθαρο στον διδάσκοντα τι θα πρέπει να τονίσει, να εξηγήσει και ποια θα είναι η

τελική γνώση που θα αποκτήσουν οι μαθητές. Για τον σκοπό αυτό έχουν δημιουργηθεί πρότυπα μαθήματα αλλά και τρόποι διδασκαλίας, όπου οι εκπαιδευτικοί καλούνται να ακολουθήσουν. Τα πρότυπα αυτά μαθήματα και περιγράφουν όλες τις δραστηριότητες των διδασκόντων αλλά και των μαθητών, τον τρόπο αξιολόγησης των μαθητών, υποστηρικτικό υλικό όπως οδηγίες κατασκευής ρομποτικών μοντέλων, ενδεικτικά προγράμματα κλπ. Ο βασικός σκοπός των μαθημάτων αυτών είναι η εξοικείωση των παιδιών με τους όρους της ρομποτικής και εν συνεχεία η απόκτηση εμπειρίας με την συμμετοχή τους σε κάποια ρομποτική κατασκευή, βασισμένη σε συγκεκριμένα εκπαιδευτικό πακέτα (LEGO Mindstorms κλπ).

Μία νεότερη και άκρως ενδιαφέρουσα προσέγγιση στον τρόπο που οι μαθητές διδάσκονται την εκπαιδευτική ρομποτική, είναι μέσω της συμμετοχής τους σε κάποιον διαγωνισμό ρομποτικής. Στην Ελλάδα οι πιο γνωστοί διαγωνισμοί στον χώρο είναι ο [1] Ολυμπιάδα Εκπαιδευτικής Ρομποτικής (World Robotics Olympiad - WRO) και ο ετήσιος διαγωνισμός [2] First Lego League (FLL). Ειδικότερα στον διαγωνισμό FLL, η θεματική ενότητα γνωστοποιείται στις αρχές κάθε ακαδημαϊκής χρονιάς και η διαγωνιστική διαδικασία ξεκινάει τον Μάρτιο του επόμενου χρόνου, με τις ομάδες να αποτελούνται από 10 έως 12 μαθητές. Η συμμετοχή σε μία δραστήρια και διασκεδαστική διαγωνιστική διαδικασία, η ομαδικότητα, ο συναγωνισμός, ο ανταγωνισμός και η φιλοδοξία, είναι κίνητρα που ενεργοποιούν το ενδιαφέρον του μαθητή να εμβαθύνει στο αντικείμενο της ρομποτικής, προκειμένου να επιτύχει τον στόχο του.

2.2 Εκπαιδευτική ρομποτική στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση

Το αμερικάνικο σύστημα εκπαίδευσης χωρίζεται σε πολλές ηλικιακές διαβαθμίσεις, αναφορικά με τις οποίες υπάρχει μία πληθώρα μαθημάτων τεχνολογικής φύσεως, όπως η ρομποτική, με σταδιακή αύξηση της πολυπλοκότητας αυτών. Σε όλες τις ηλικιακές διαβαθμίσεις εκτός από το εκπαιδευτικό υλικό, και την εκπαίδευση των δασκάλων υπάρχουν και οι αντίστοιχοι οργανισμοί όπου συνοδεύουν την διδασκαλία των μαθημάτων, προσφέροντας συνεχή ερείσματα, διοργανώνοντας εκθέσεις, διαγωνισμούς καλύτερης εργασίας κλπ. Οι ηλικιακές διαβαθμίσεις των παιδιών παρουσιάζονται στην Εικόνα 6. Από αυτές τις ηλικιακές διαβαθμίσεις ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στις ηλικίες 12-18, όπου σε πολλές περιπτώσεις το επίπεδο της παρεχόμενης διδασκαλίας αλλά και το επίπεδο των αποτελεσμάτων από τις προσωπικές εργασίες των μαθητών είναι ιδιαίτερα εντυπωσιακά [3].



Εικόνα 6: Ηλικιακές διαβαθμίσεις στην διδασκαλία της ρομποτικής (πηγή [3])

Ειδικά στην Αμερική η εκπαίδευση των μαθητών έχει χωριστεί σε ηλικιακές βαθμίδες όπου σε κάθε μία δίνονται και λίστες με πιθανά μαθήματα ρομποτικής συνοδευόμενα από τα αντίστοιχα σύνολα ανάπτυξης απλών ρομποτικών κατασκευών, χωρίς τα παιδιά να υπεισέρχονται σε πάρα πολλά μαθηματικά και αναλύσεις του τρόπου λειτουργίας

των ρομπότ. Η έμφαση δίνεται στην πειραματική εφαρμογή της ρομποτικής και όχι τόσο στην μαθηματική ανάλυση του πώς και γιατί τα πράγματα αυτά λειτουργούν. Σε όλες τις βαθμίδες υπάρχει μία πληθώρα ρομποτικών διατάξεων πειραματισμών ανάλογα με την ηλικία που απευθύνονται, οι περισσότερες εκ των οποίων είναι αποτέλεσμα προγραμμάτων από τα αμερικάνικα πανεπιστήμια, είτε ειδικά προϊόντα εταιριών με μεγάλη ειδίκευση στη ρομποτική.

Ένα άλλο σύνηθες φαινόμενο στον χώρο της ρομποτικής είναι η δημιουργία ρομπότ που σχετίζονται με κάποιο επίκαιρο θέμα. Για παράδειγμα μετά την αποστολή της NASA στον Άρη και το διάσημο Curiosity [5], δημιουργήθηκαν πολλά πειραματικά setups με σκοπό την κατασκευή πολύ απλών ρομποτικών διατάξεων που θα ήταν παρόμοια εξωτερικά στο Curiosity. Επίσης έχουν αναπτυχθεί ειδικά εκπαιδευτικά προγράμματα που αφορούν σε δοκιμασίες στο διάστημα [4]. Οι μαθητές λειτουργούν ως νέοι επιστήμονες και μηχανικοί, βάζοντας τον εαυτό τους να δραστηριοποιηθεί στο STEM και ωθούνται στην δημιουργική επίλυση προβλημάτων, την επικοινωνία και την ομαδική εργασία. Κάθε αποστολή και έργο παρουσιάζει μια διασκεδαστική ευκαιρία μάθησης διαθέτοντας όλα τα εργαλεία που οι μαθητές χρειάζονται για να τεκμηριώσουν και να παρουσιάσουν τα ευρήματα και τα αποτελέσματα τους καθώς προχωρούν μέσα από το υλικό.

3. Διδακτική αξιοποίηση της εκπαιδευτικής ρομποτικής για την ενίσχυση της μαθησιακής διαδικασίας αλγοριθμικών δομών

3.1 Διαδικασία

Στο πλαίσιο της πτυχιακής εργασίας και της συμμετοχής μου στον Όμιλο Ρομποτικής στο πρότυπο ΓΕΛ Βαρβακείου Σχολής, η εκπαιδευτική διαδικασία που ακολουθήθηκε έθεσε εξαρχής τους εκπαιδευτικούς στόχους, στους οποίους περιλαμβάνεται η γνωριμία των μαθητών με βασικές προγραμματιστικές αρχές και τεχνικές, όπως η ακολουθιακή εκτέλεση εντολών, προγραμματιστικές δομές (επιλογή, επανάληψη κλπ), μεταβλητές, ενθυλάκωση λειτουργιών σε προγραμματιστικά μπλοκ, χρήση λογικών πράξεων κλπ. Οι μαθητές ήταν της Α' τάξης Λυκείου με βασικές γνώσεις από το Γυμνάσιο.

Η εκπαιδευτική διαδικασία αναλυτικότερα διαχωρίζεται για κάθε ρομποτικό μοντέλο στα παρακάτω στάδια:

- Στάδιο εξοικείωσης, στο στάδιο αυτό οι μαθητές οι οποίοι ήταν χωρισμένοι σε ομάδες των 3-4 ατόμων:
 - 1.Κατασκευάζουν, σύμφωνα με τις οδηγίες, το ρομποτικό μοντέλο
 - 2.Φορτώνουν και εκτελούν το αρχικό πρόγραμμα στην προγραμματιστική μονάδα του μοντέλου (Brick)
 - 3.Διαθέτουν ικανό χρόνο για πειραματισμούς - δοκιμές, με σκοπό να κατανοήσουν τη λειτουργία του μοντέλου
- Στάδιο εμβάθυνσης, στο στάδιο αυτό οι μαθητές καλούνται να ασχοληθούν με δραστηριότητες τις οποίες έφτιαξα στο πλαίσιο της πτυχιακής μου εργασίας
 1. Καλούνται να εργαστούν με δραστηριότητες που εκτείνονται σε τρία στάδια, κάθε ένα εκ των οποίων αποσκοπεί να:
 - ο Κατανοήσουν σε βάθος το αρχικό μοντέλο και πρόγραμμα, αυτή η κατηγορία δραστηριοτήτων αναφέρετε παρακάτω με τον συμβολισμό 'Δραστηριότητα Α'.
 - ο Επιλύσουν προβλήματα με την τροποποίηση ή/και επέκταση του αρχικού μοντέλου και προγράμματος, αυτή η κατηγορία δραστηριοτήτων αναφέρετε παρακάτω με τον συμβολισμό 'Δραστηριότητα Β'.
 - ο Εξασκηθούν, οι εμπειρότεροι μαθητές, με την ανάθεση πιο απαιτητικών προκλήσεων, αυτή η κατηγορία δραστηριοτήτων αναφέρετε παρακάτω με τον συμβολισμό 'Δραστηριότητα Γ'.

Η κατασκευή και διαχείριση κάθε μοντέλου χαρακτηρίζεται από διαφορετικό βαθμό δυσκολίας και εμβαθύνει σε διαφορετικούς εκπαιδευτικούς χώρους, όπως παράλληλος προγραμματισμός με νήματα, διαχείριση ρουτινών με MyBlocks, σύνθετες ροές ελέγχου, πολλαπλή μετατόπιση κίνησης κλπ. Σε κάθε όμως περίπτωση, οι δραστηριότητες δομούνται με τρόπο που να επιτρέπουν και τους πιο αδύναμους μαθητές να κατανοήσουν σε βάθος το αρχικό υλικό και να παρέχουν στους πιο έμπειρους μαθητές να εξασκηθούν σε πιο σύνθετες και απαιτητικές προκλήσεις.

3.2 Εφαρμογές εκπαιδευτικού πακέτου LEGO MINDSTORMS

Στην ενότητα αυτή έχουν αναπτυχθεί δραστηριότητες με σκοπό την τροποποίηση ή/και επέκταση συγκεκριμένων ρομποτικών μοντέλων. Εκτός από τα ρομποτικά μοντέλα που συνοδεύουν τα εκπαιδευτικά πακέτα του EV3, έχουν συμπεριληφθεί και άλλα που

αναπτύχθηκαν από τρίτους. Σε κάθε περίπτωση, η πηγή του project αναφέρεται ενώ από τις ίδιες πηγές μπορούν να ανακτηθούν οι οδηγίες σύνθεσης των ρομποτικών μοντέλων (για λόγους πνευματικών δικαιωμάτων, οι σχετικές οδηγίες δεν έχουν συμπεριληφθεί στην παρούσα εργασία).

3.2.1 Stairclimber

Όνομα μοντέλου: Stairclimber

Πηγή μοντέλου: LEGO MINDSTORMS Education EV3 - Model Expansion Set [8]



Εικόνα 7: Stairclimber [πηγή (1)]

Το συγκεκριμένο μοντέλο είναι αρκετά σύνθετο κατασκευαστικά, καθώς πέρα από το μέγεθός του και το πλήθος των βημάτων συναρμολόγησης (163 στο σύνολό τους), απαιτεί μεγάλο πλήθος δομικών στοιχείων. Στο μοντέλο συμμετέχουν δύο μεγάλοι κινητήρες, ένας μεσαίος, ένας αισθητήρας αφής, ένα γυροσκόπιο και στοιχεία LEGO προερχόμενα από το βασικό πακέτο LEGO MINDSTORMS Education EV3 Set, καθώς και το πακέτο επέκτασης Model Expansion Set.

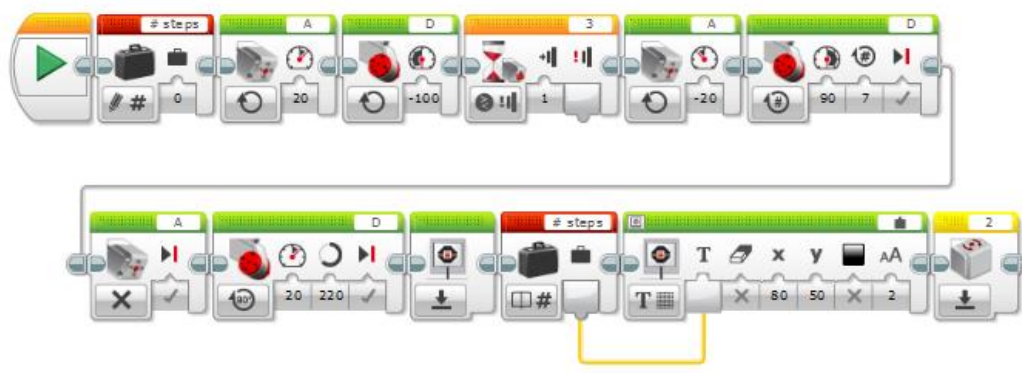
Αποστολή του μοντέλου είναι να ανεβαίνει σκαλοπάτια οποιουδήποτε πλήθους, με τον περιορισμό, το ύψος κάθε σκαλοπατιού να μην υπερβαίνει το ύψος στο οποίο μπορεί να ανυψωθεί η βάση της κατασκευής (περίπου 20 εκατοστά). Η λειτουργία του αναλυτικά είναι η εξής:

- Το μοντέλο κινείται προς τα εμπρός μέχρι να βρει εμπόδιο
- Όταν οι μπροστινές ρόδες συναντήσουν εμπόδιο, η μεγάλη τους διάμετρος προκαλεί μία μικρή ανάκληση (ανασπώνεται το μπροστινό μέρος του μοντέλου)

- Η παραπάνω κλήση του μοντέλου, γίνεται αντιληπτή από το γυροσκόπιο, οπότε και ενεργοποιείται ο μηχανισμός ανύψωσης, μέχρι η βάση να φτάσει στο μέγιστο ύψος που οριοθετείται με έναν αισθητήρα αφής
- Όταν ο αισθητήρας αφής πατηθεί, το μοντέλο επαναφέρει τον μηχανισμό ανύψωσης και κινείται προς τα εμπρός μέχρι να συναντήσει το επόμενο σκαλοπάτι
- Η παραπάνω διαδικασία επαναλαμβάνεται για όσες φορές έχει πατηθεί το πάνω κουμπί του brick κατά την έναρξη του προγράμματος

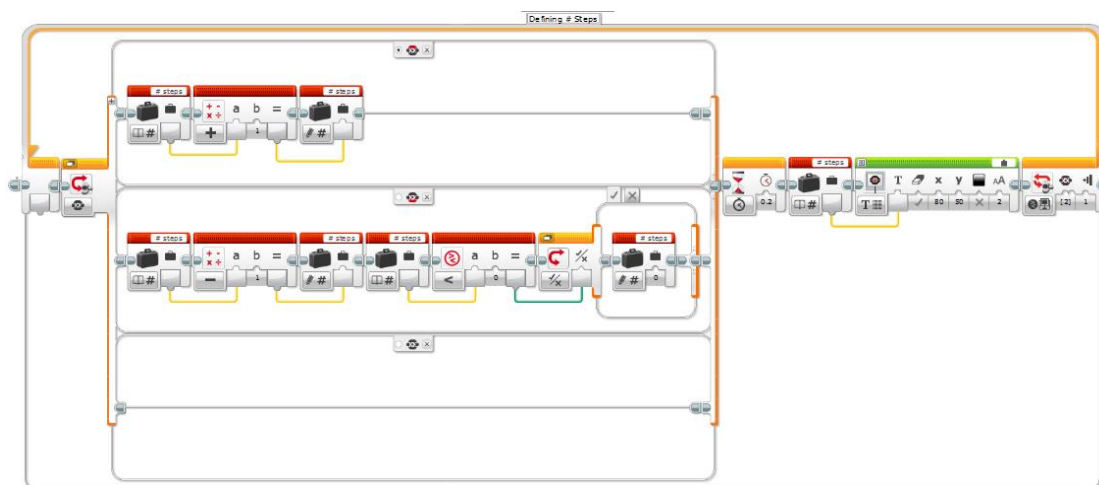
Το αρχικό πρόγραμμα, χωρίζεται σε τέσσερα μέρη, τα οποία επεξηγούνται στη συνέχεια, με σκοπό να γίνουν ευκολότερα κατανοητές οι δραστηριότητες που θα ακολουθήσουν.

Με το πρώτο μέρος του προγράμματος, που φαίνεται στην επόμενη εικόνα, ουσιαστικά γίνεται η αρχικοποίηση της μεταβλητής που μετράει το πλήθος των σκαλοπατιών, αρχικοποιούνται οι θέσεις των κινούμενων μερών με τη βοήθεια του αισθητήρα αφής και γίνεται επανεκκίνηση (reset) του γυροσκοπίου για να δηλωθεί η οριζόντια θέση του μοντέλου.



Εικόνα 8: 1ο μέρος του αρχικού προγράμματος του Stairclimber

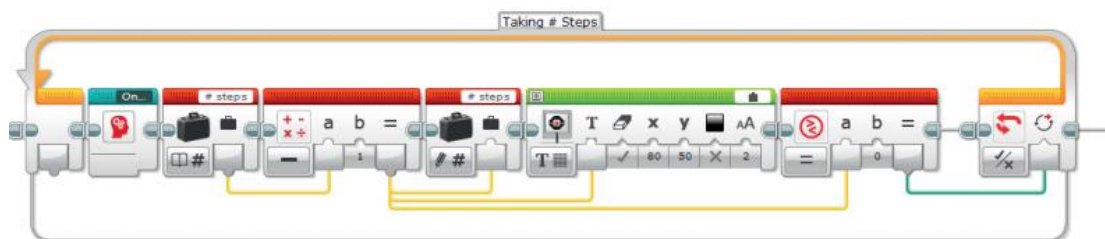
Στο δεύτερο μέρος του προγράμματος (Εικόνα 9) γίνεται η καταμέτρηση του πλήθους των σκαλοπατιών που θα ακολουθήσουν, όπου ουσιαστικά ο χρήστης με το πάτημα του πάνω κουμπιού αυξάνει το πλήθος, με το κάτω κουμπί το μειώνει και με το μεσαίο οριστικοποιεί τον αριθμό για να συνεχίσει το πρόγραμμα.



Εικόνα 9: 2ο μέρος του αρχικού προγράμματος του Stairclimber

Στο 3ο μέρος του προγράμματος υλοποιείται η βασική λειτουργία του μοντέλου, που δεν είναι άλλη από την ανάβαση σκαλοπατιών. Φυσικά στις εντολές της Εικόνα 10 είναι

διακριτή μόνο η μείωση του πλήθους των σκαλοπατιών, ενώ η λειτουργία της ανύψωσης υλοποιείται στο MyBlock One Step.



Εικόνα 10: 3ο μέρος του αρχικού προγράμματος του Stairclimber

Τέλος, στο 4ο μέρος του προγράμματος, όπως φαίνεται και στην επόμενη εικόνα, το μοντέλο κινείται για λίγο προς τα εμπρός και τα κινούμενα μέρη του μηχανισμού ανύψωσης επαναφέρονται στην αρχική τους κατάσταση.



Εικόνα 11: 4ο μέρος του αρχικού προγράμματος του Stairclimber

3.2.1.1 Προτεινόμενες επεκτάσεις – τροποποιήσεις στο πλαίσιο της πτυχιακής

Σύμφωνα με τον τρόπο ανάπτυξης των δραστηριοτήτων, που περιεγράφηκε στην αρχή της ενότητας, οι δραστηριότητες που ακολουθούν στοχεύουν αρχικά στο να βοηθήσουν τους μαθητές να κατανοήσουν τον τρόπο λειτουργίας του μοντέλου και του προγράμματος, έτσι ώστε στη συνέχεια, να είναι δυνατή η τροποποίηση ή/και η επέκτασή τους.

Δραστηριότητα Α

A.1 Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα που περιγράφει τις συνδέσεις των αισθητήρων / μοτέρ στο brick

Αισθητήρας / Μοτέρ	Port
Κίνηση μπροστινών τροχών μεγάλης διαμέτρου	
Κίνηση πίσω τροχών μεσαίας διαμέτρου	
Λειτουργία μηχανισμού αναρρίχησης	
Touch sensor	
Gyro sensor	

A.2 Ποια είναι η λειτουργία του αισθητήρα Touch;

A.3 Ποια είναι η λειτουργία του αισθητήρα Gyro;

A.4 Όπως παρατηρείτε στο τέλος του βασικού προγράμματος και στην αρχή του MyBlock "One Step", επειδή οι μπροστινοί με τους πίσω τροχούς έχουν διαφορετικό μέγεθος, για να κινηθεί το ρομπότ μπροστά η ταχύτητα στους αντίστοιχους κινητήρες που χρησιμοποιούνται είναι διαφορετική (-90 και -100). Για να γίνει πιο εύκολα κατανοητός ο κώδικας, κατασκευάστε ένα MyBlock που να προκαλεί στο ρομπότ κίνηση προς τα εμπρός, με ταχύτητα όμως που θα επιθυμεί ο χρήστης (θα πρέπει να διατηρηθεί η αναλογία ταχύτητας μεσαίου/μεγάλου κινητήρα).

A.5 Στο loop "Defining # Steps" υποστηρίζεται η λειτουργία καταχώρησης από τον χρήστη του πλήθους των σκαλοπατιών που θα ανέβει το ρομπότ. Προσθέστε στις ήδη υπάρχουσες επιλογές και τις εξής:

- Με το αριστερό πλήκτρο να γίνεται reset (μηδενισμός) του πλήθους των σκαλοπατιών
- Με το δεξί πλήκτρο αύξηση του πλήθους των σκαλοπατιών κατά τρία, με μέγιστη τιμή τα 12
- Τροποποίηση του πάνω πλήκτρου, ώστε το μέγιστο πλήθος των σκαλοπατιών να είναι 12

A.6 Τροποποιήστε το loop "Taking # Steps", ώστε σε κάθε σκαλοπάτι να ακούγεται το πλήθος των σκαλοπατιών που απομένουν (από τους προεγκατεστημένους ήχους η αρίθμηση φτάνει μέχρι το 8, για τα υπόλοιπα νούμερα μπορείτε να δημιουργήσετε τα δικά σας αρχεία ήχου).

A.7 Για ποιους από τους παρακάτω λόγους χρειάζεται η αρχικοποίηση σε ένα πρόγραμμα (επιλέξτε με ✓ όποια πρόταση θεωρείτε σωστή):

- ☐ Για να δηλωθούν οι εντολές με τις οποίες ξεκινάει το πρόγραμμα
- ☐ Για να αποθηκευτεί το πρόγραμμα και να μη κινδυνέψει να διαγραφεί σε περίπτωση απρόβλεπτου προβλήματος
- ☐ Για να καθοριστεί επακριβώς η αρχική κατάσταση των αντικειμένων που συμμετέχουν στο πρόγραμμα, προκειμένου οι εντολές να ξεκινούν πάντα από το ίδιο σημείο
- ☐ Επειδή υπάρχει η περίπτωση το πρόγραμμα να έχει σταματήσει νωρίτερα και η κατάσταση των αντικειμένων που συμμετέχουν, να μην είναι αυτή που περιμένει ότι θα συναντήσει το πρόγραμμα όταν αυτό ξεκινήσει από την αρχή
- ☐ Επειδή πρέπει πάντα να παραμετροποιούνται οι αισθητήρες που συμμετέχουν σε ένα πρόγραμμα (βαθμονόμηση), πριν χρησιμοποιηθούν από αυτό

Δραστηριότητα Β

Στο αρχικό πρόγραμμα της LEGO, το πλήθος των σκαλοπατιών που θα ανέβει το ρομπότ το καθορίζει από την αρχή ο χρήστης από το brick. Τροποποιήστε το πρόγραμμα και το μοντέλο, ώστε το ρομπότ να αποφασίζει μόνο του εάν υπάρχει μπροστά του σκαλοπάτι να ανέβει, διαφορετικά να τερματίζει τη λειτουργία του, όπως και στο αρχικό πρόγραμμα

Υπόδειξη: μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τον αισθητήρα Ultrasonic με τον οποίο το ρομπότ θα ελέγχει εάν υπάρχει μπροστά σκαλοπάτι, για μία απόσταση έως π.χ. 50 cm

Δραστηριότητα Γ

Σκοπός της δραστηριότητας είναι να αναπτύξετε ένα παρόμοιο πρόγραμμα με το οποίο το ρομπότ θα κατεβαίνει σκάλες. Φυσικά σε όλη τη διαδικασία το ρομπότ θα κινείται προς τα πίσω και θα πρέπει με κάποιον τρόπο να "βλέπει" εγκαίρως ότι υπάρχει

σκαλοπάτι ακριβώς πίσω του (ποιον αισθητήρα μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε για αυτή τη λειτουργία;).

Θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή και προσπάθεια κατά τον συντονισμό των κινητήρων, καθώς υπάρχει ο κίνδυνος, λόγω του μεγαλύτερου βάρους που έχει το brick, το κατέβασμα του βασικού κορμού του ρομπότ να γίνεται απότομα (προσοχή στο σημείο αυτό, να είστε έτοιμοι να προστατεύσετε την κατασκευή σας από πτώση). Για τον λόγο αυτό το γυροσκόπιο θα φανεί αρκετά χρήσιμο.

3.2.1.2 Ενδεικτικές λύσεις

Δραστηριότητα Α

A.1

Αισθητήρας / Μοτέρ	Port
Κίνηση μπροστινών τροχών μεγάλης διαμέτρου	B
Κίνηση πίσω τροχών μεσαίας διαμέτρου	A
Λειτουργία μηχανισμού αναρρίχησης	D
Touch sensor	3
Gyro sensor	2

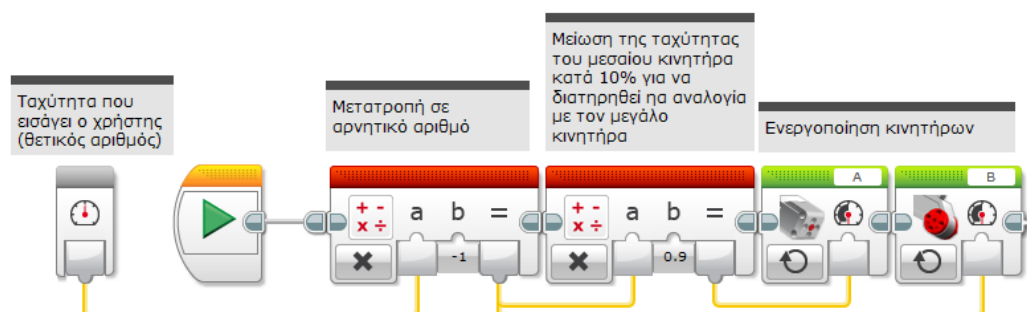
A.2

Τερματίζει τη λειτουργία της ανέλκυσης

A.3

Ενεργοποιεί τη διαδικασία της ανέλκυσης

A.4



Εικόνα 12: Ενδεικτική επίλυση δραστηριότητας A.4

23



Εικόνα 14: Ενδεικτική επίλυση δραστηριότητας Α.6



Σωστές προτάσεις: 3η και 4η

Δραστηριότητα Β



Εικόνα 15: Ενδεικτική επίλυση δραστηριότητας Β

Δραστηριότητα Γ

Η δραστηριότητα Γ απαιτεί τροποποιήσεις τόσο στο πρόγραμμα όσο και στο μοντέλο. Ως προς το μοντέλο, προκειμένου το ρομπότ να μπορεί να εντοπίσει εάν υπάρχει άλλο σκαλοπάτι για να κατέβει, μπορεί να προσαρμοστεί ο αισθητήρας Ultrasonic στο πίσω μέρος της κατασκευής και με κατεύθυνση προς τα κάτω. Όταν ο Ultrasonic, μετά από 20 εκατοστά κίνησης προς τα πίσω δεν εντοπίσει κενό (απόσταση > 15 εκατοστά), η διαδικασία θα τερματίζει, διαφορετικά θα ενεργοποιείται η διαδικασία κατάβασης.

Προγραμματιστικά η διαδικασία κατάβασης μπορεί να υλοποιηθεί με την ανάπτυξη ενός MyBlock αντίστοιχου με το One Step, στο οποίο θα αντιστραφεί η ταχύτητα των κινητήρων των τροχών, ώστε το ρομπότ να μετακινείται προς τα πίσω. Φυσικά για τη σωστή ισορροπία του ρομπότ απαιτούνται αρκετές δοκιμές και ιδιαίτερη προσοχή για την προστασία από πτώσεις και για τον λόγο αυτό η δραστηριότητα απευθύνεται σε πιο έμπειρους μαθητές, που έχουν ολοκληρώσει χωρίς προβλήματα τις προηγούμενες δραστηριότητες.

3.2.1.3 Εκπαιδευτικοί στόχοι

- Κατασκευή μοντέλου - τροποποιήσεις

Όπως αναφέρθηκε και στην περιγραφή του μοντέλου, κατασκευαστικά χαρακτηρίζεται σύνθετο, λόγω του μεγάλου πλήθους βημάτων και στοιχείων που απαιτούνται για τη σύνθεσή του, αλλά και λόγω των μηχανισμών που υλοποιούνται. Η χρήση αισθητήρων για την ρύθμιση των μηχανικών μερών (touch sensor & gyro sensor), η συμμετοχή δομικών στοιχείων με εναλλακτικές χρήσεις (ερπύστριες για την ανύψωση της βάσης) και η ανάγκη επαναφοράς των μηχανικών μερών πριν και μετά από κάθε "τρέξιμο" του προγράμματος, καθιστά τη διαδικασία ανάπτυξης αρκετά δύσκολη για άπειρους μαθητές. Εφόσον όμως κατασκευαστεί το αρχικό μοντέλο, οι κατασκευαστικές επεκτάσεις που απαιτούν οι δραστηριότητες χαρακτηρίζονται μικρής δυσκολίας, καθώς περιορίζονται (ιδιαίτερα για την τελευταία δραστηριότητα) στην προσθήκη ενός επιπλέον αισθητήρα.

- Τροποποίηση - επέκταση προγράμματος

Προγραμματιστικά οι επεμβάσεις που απαιτούνται στο αρχικό πρόγραμμα είναι πιο σύνθετες και για τον λόγο αυτό η δραστηριότητα αυτή απευθύνεται σε πιο έμπειρους μαθητές. Ακολουθούν υποδείξεις ως προς τις αλλαγές που θα πρέπει να πραγματοποιηθούν:

- Η κίνηση του ρομπότ θα πρέπει να γίνεται προς τα πίσω, οπότε θα πρέπει να αντιστραφεί το πρόσημο της ταχύτητας των κινητήρων των τροχών. Επιπλέον, με σκοπό το έγκαιρο σταμάτημα του ρομπότ πριν από κενό, θα πρέπει η κίνηση προς τα πίσω να γίνεται με χαμηλότερη ταχύτητα.

- Η διαδικασία ανύψωσης (ουσιαστικά κατάβασης) θα ενεργοποιείται από τον αισθητήρα Ultrasonic και όχι από το γυροσκόπιο.
- Θα πρέπει να αναπτυχθεί ένα νέο MyBlock όμοιο με το One Step, μόνο που στην περίπτωση κατάβασης θα πρέπει να αλλάξει η κατεύθυνση της οριζόντιας κίνησης του ρομπότ και η φορά περιστροφής του κινητήρα Α
- Η παύση της διαδικασίας κατάβασης μπορεί να ελέγχεται με δύο τρόπους: από τον αισθητήρα αφής, αν η κατάβαση φτάσει στο μέγιστο επιτρεπόμενο από τον μηχανισμό βάθος, ή από το γυροσκόπιο, του οποίου η κλήση θα μεταβάλλεται όταν το πίσω μέρος του ρομπότ φτάσει στο κάτω επίπεδο και ο μηχανισμός κατάβασης συνεχίσει να λειτουργεί.
- Το γυροσκόπιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί επικουρικά για τον έλεγχο ισορροπίας του ρομπότ, μία πρόκληση που απευθύνεται σε πολύ έμπειρους μαθητές, καθώς απαιτεί τη συνεχή ρύθμιση της ταχύτητας των κινητήρων αναλόγως των δεδομένων του γυροσκοπίου

3.2.2 Sorterbot

Όνομα μοντέλου: Sorterbot

Πηγή μοντέλου: LEGO MINDSTORMS Education EV3 - Design Engineering Projects [7]



Εικόνα 16: Sorterbot (πηγή [7])

Το Sorterbot είναι ίσως το απλούστερο κατασκευαστικό μοντέλο που περιλαμβάνεται στην παρούσα εργασία και για την κατασκευή του απαιτείται μόνο το βασικό πακέτο EV3 Education της LEGO. Το μοντέλο, οι οδηγίες κατασκευής και το αρχικό πρόγραμμα βασίζονται στον εκπαιδευτικό κύκλο Design Engineering Projects της LEGO [7] και αφορά σε πρόταση υλοποίησης ενός έξυπνου συστήματος ταξινόμησης στην έκδοση

"Teacher". Στο μοντέλο συμμετέχουν δύο μεγάλοι κινητήρες, ένας μεσαίος, ένας αισθητήρας χρώματος και ένας αισθητήρας απόστασης (Ultrasonic).

Αποστολή του μοντέλου είναι να ταξινομήει ένα πλήθος από τουβλάκια LEGO με κριτήριο το χρώμα τους. Η λειτουργία του αναλυτικά είναι η εξής:

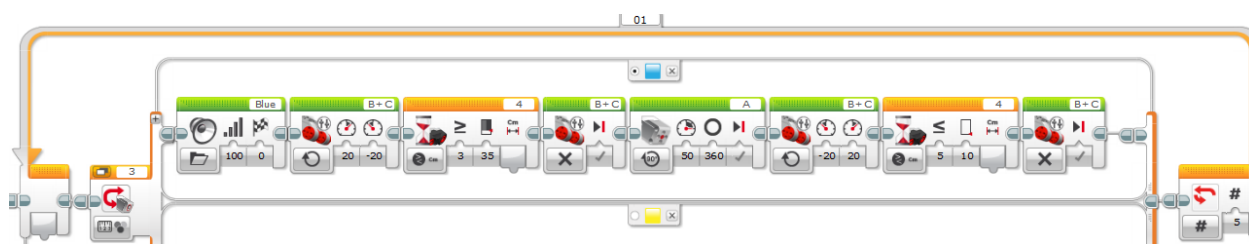
- Πριν την έναρξη του προγράμματος το μοντέλο τοποθετείται σε απόσταση 10cm από έναν τοίχο ενώ σε συγκεκριμένες αποστάσεις από τον τοίχο (20, 35 και 50 cm) έχουν οριοθετηθεί τα σημεία στα οποία θα απορρίπτονται τα χρωματιστά τουβλάκια (κίτρινο, μπλε και κόκκινο χρώμα αντίστοιχα)
- Ο αισθητήρας χρώματος διαβάζει ποιο είναι το επόμενο προς απόρριψη χρώμα και το ρομπότ οδηγείται στην αντίστοιχη θέση απόρριψης
- Ο μεσαίος κινητήρας ενεργοποιείται και απορρίπτει το τουβλάκι
- Το μοντέλο επιστρέφει στην αρχική του θέση που είναι 10cm από τον τοίχο

Το αρχικό πρόγραμμα που παρέχεται με το μοντέλο μόνο για την έκδοση Teacher της εφαρμογής, είναι αρκετά απλό, παρέχει όμως αρκετό χώρο για εξάσκηση στον προγραμματισμό. Αρχικά, εμφανίζεται μία κλεψύδρα στην οθόνη του brick και το πρόγραμμα περιμένει από τον χρήστη να πατήσει το μεσαίο κουμπί (Εικόνα 17).



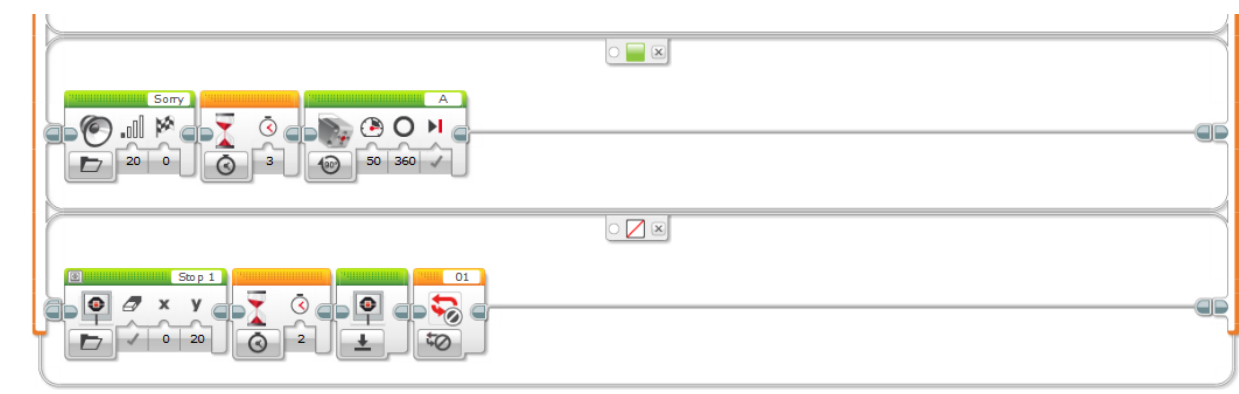
Εικόνα 17: 1ο στιγμιότυπο αρχικού προγράμματος Sortbot

Το υπόλοιπο πρόγραμμα είναι μία Switch, η οποία με τη σειρά της εκτελείται πέντε φορές μέσα σε μία επανάληψη, όσα και τα χρωματιστά τουβλάκια που χωράνε στην κατασκευή. Η Switch χρησιμοποιώντας τον αισθητήρα χρώματος, κατευθύνει την εκτέλεση του προγράμματος, αναλόγως του επόμενου προς ταξινόμηση χρώματος. Ενδεικτικά, αν το επόμενο προς ταξινόμηση χρώμα είναι το μπλε, τότε το επόμενο τουβλάκι θα πρέπει να απορριφθεί σε απόσταση 35cm από τον τοίχο, κάτι που εύκολα φαίνεται και από το επόμενο στιγμιότυπο προγράμματος.



Εικόνα 18: 2ο στιγμιότυπο αρχικού προγράμματος Sortbot

Για τα υπόλοιπα χρώματα απλώς αλλάζει η απόσταση από τον τοίχο. Επίσης, εάν το χρώμα είναι πράσινο το τουβλάκι απορρίπτεται άμεσα ενώ αν είναι άγνωστο (ουσιαστικά όταν έχουν τελειώσει όλα τα τουβλάκια) τερματίζει η επανάληψη (Εικόνα 19)



Εικόνα 19: 3ο στιγμιότυπο αρχικού προγράμματος Sortbot

3.2.2.1 Προτεινόμενες επεκτάσεις – τροποποιήσεις στο πλαίσιο της πτυχιακής

Οι δραστηριότητες που ακολουθούν είναι κλιμακωτής δυσκολίας και στοχεύουν περισσότερο στην εξάσκηση των μαθητών ως προς την οργάνωση των προγραμμάτων τους και την εξοικείωσή τους με τα MyBlocks.

Δραστηριότητα Α

A.1 Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα που περιγράφει τις συνδέσεις των αισθητήρων / μοτέρ στο brick

Αισθητήρας / Μοτέρ	Port
Κίνηση αριστερής ρόδας του ρομπότ	
Κίνηση δεξιάς ρόδας του ρομπότ	
Απορριψη στοιχείων	
Αισθητήρας χρώματος	
Αισθητήρας Ultrasonic	

A.2 Ποια είναι η λειτουργία του αισθητήρα Ultrasonic?

A.3 Ποια είναι η λειτουργία του αισθητήρα χρώματος?

A.4 Οριοθετείστε τέσσερις διακριτές θέσεις στη σειρά με ονόματα "Black", "Blue", "Yellow" & "Red", η κάθε μία εκ των οποίων θα απέχει από τον τοίχο (ή ένα άλλο αντικείμενο εντοπίσιμο από τον αισθητήρα απόστασης) 10, 20, 35 και 50 εκατοστά αντίστοιχα. Να αναπτύξετε πρόγραμμα το οποίο θα μετακινεί το ρομπότ σε κάθε μία από τις τέσσερις παραπάνω θέσεις, με αφετηρία κάθε φορά τη θέση "Black". Η θέση στην οποία θα μετακινείται το ρομπότ να ελέγχεται από τον αισθητήρα χρώματος και τη χρήση χρωματιστών στοιχείων της LEGO. Στη θέση Black να οδηγείται το ρομπότ σε όλα τα υπόλοιπα χρώματα εκτός των μπλε, κίτρινο και κόκκινο.

A.5 Να αναπτύξετε πρόγραμμα που θα απορρίπτει ένα χρωματιστό στοιχείο με χρήση του μεσαίου κινητήρα και το ρομπότ θα επιστρέφει στη θέση "Black".

A.6 Δημιουργήστε ένα καινούργιο block με όνομα discard το οποίο θα εκτελεί τον κώδικα του βήματος 5.

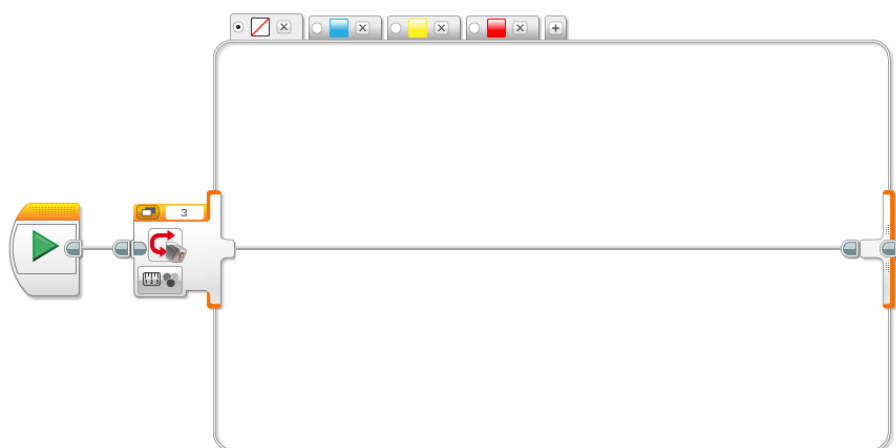
A.7 Τροποποιήστε το παραπάνω μπλοκ, ώστε κάθε φορά που απορρίπτεται ένα χρωματιστό στοιχείο, το brick να αναφέρει και το χρώμα του στα αγγλικά (σχετικά αρχεία ήχου για τα χρώματα είναι προεγκατεστημένα στη διαδρομή LEGO Sound Files/Colours).

A.8 Συνδυάστε τα προγράμματα που αναπτύξατε στα 4 και 7, ώστε το ρομπότ να απορρίπτει κάθε χρωματιστό στοιχείο στη σωστή θέση, αναφέροντας κάθε φορά και το χρώμα του. Η διαδικασία θα τερματίζει μετά από 5 το πολύ απορρίψεις χρωμάτων.

Δραστηριότητα Β

Στο έτοιμο πρόγραμμα που δίνεται καθώς και στο πρόγραμμα που αναπτύξατε στην 1η δραστηριότητα, προκειμένου το ρομπότ να μετακινηθεί σε μία θέση (π.χ. στην θέση "Red"), πρέπει να επιστρέφει πρώτα στη θέση "Black", 10cm από το αντικείμενο που εντοπίζει ο αισθητήρας απόστασης. Αναπτύξτε νέο πρόγραμμα (στο ίδιο μοντέλο), προκειμένου το ρομπότ να μετακινείται στη σωστή θέση κατευθείαν από το σημείο που βρίσκεται, χωρίς δηλαδή την επαναφορά του στην αρχική του θέση. Συγκεκριμένα:

B.1 Κατασκευάστε ένα Switch Block όπως το παρακάτω:



Η πρώτη επιλογή του Switch αντιστοιχεί στη θέση "Black" και οι υπόλοιπες στο χρώμα που αντιστοιχεί.

B.2 Μέσα σε κάθε επιλογή, αναπτύξτε κώδικα που θα κάνει τα εξής:

- Μέτρηση της τρέχουσας απόστασης
- Αν η τρέχουσα απόσταση είναι μεγαλύτερη από την επιθυμητή, μετακίνηση του ρομπότ προς τον τοίχο, μέχρι την επιθυμητή απόσταση
- Αν η τρέχουσα απόσταση είναι μικρότερη από την επιθυμητή, απομάκρυνση του ρομπότ από τον τοίχο, μέχρι την επιθυμητή απόσταση

Δραστηριότητα Γ

Σκοπός της δραστηριότητας είναι να βελτιώσετε το πρόγραμμα της προηγούμενης δραστηριότητας, με σκοπό την καλύτερη οργάνωση του κώδικα και την αυτοματοποίηση των προγραμματιστικών δομών που χρησιμοποιούνται:

Γ.1 Οργανώστε τον κώδικα που αναπτύξατε στην προηγούμενη δραστηριότητα για τη μετακίνηση του ρομπότ στη σωστή θέση, σε ένα νέο block με το όνομα "MoveToColour", το οποίο θα δέχεται ως παράμετρο την αριθμητική τιμή του χρώματος και θα μετακινεί το ρομπότ στη σωστή θέση.

Γ.2 Τροποποιείστε το πρόγραμμα της 2ης δραστηριότητας, συμπεριλαμβάνοντας σε αυτό το MyBlock "MoveToColour".

3.2.2.2 Ενδεικτικές λύσεις Δραστηριότητα Α

A.1

Αισθητήρας / Μοτέρ	Port
Κίνηση αριστερής ρόδας του ρομπότ	B
Κίνηση δεξιάς ρόδας του ρομπότ	C
Απόρριψη στοιχείων	A
Αισθητήρας χρώματος	3
Αισθητήρας Ultrasonic	4

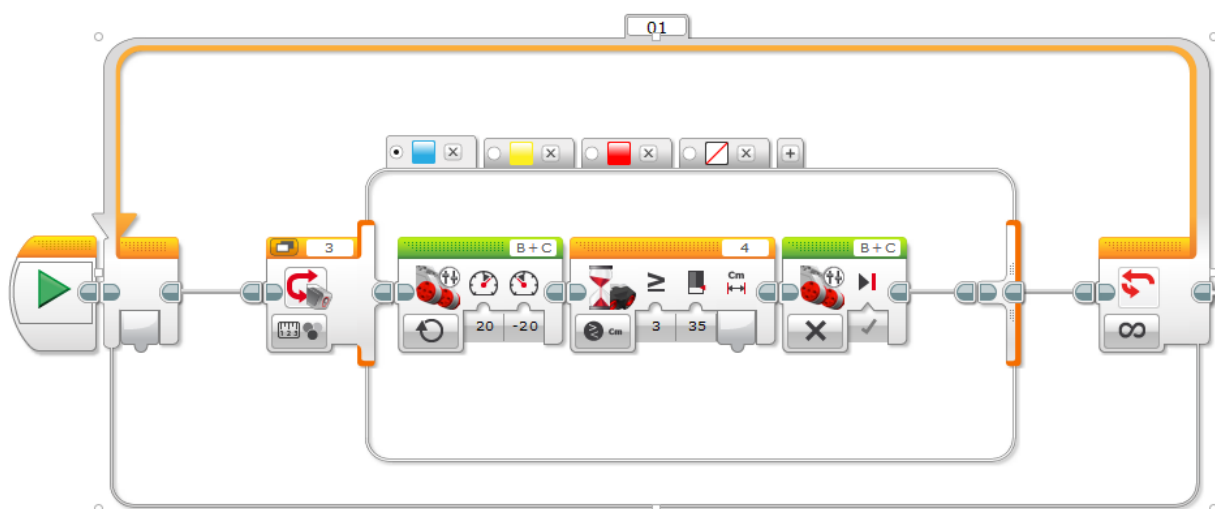
A.2

Ελέγχει συνεχώς την απόσταση του ρομπότ από τον τοίχο, ώστε να το οδηγεί είτε στην αρχική του θέση είτε σε κάποιο από τα οριοθετημένα σημεία απόρριψης.

A.3

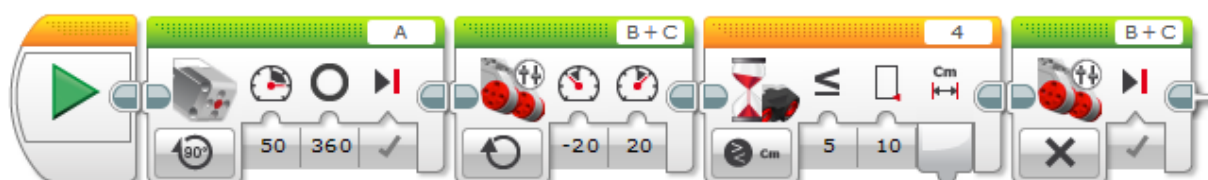
Ελέγχει το επόμενο προς απόρριψη χρώμα, έτσι ώστε να κατευθύνει στο σωστό οριοθετημένο σημείο απόρριψης το ρομπότ

A.4



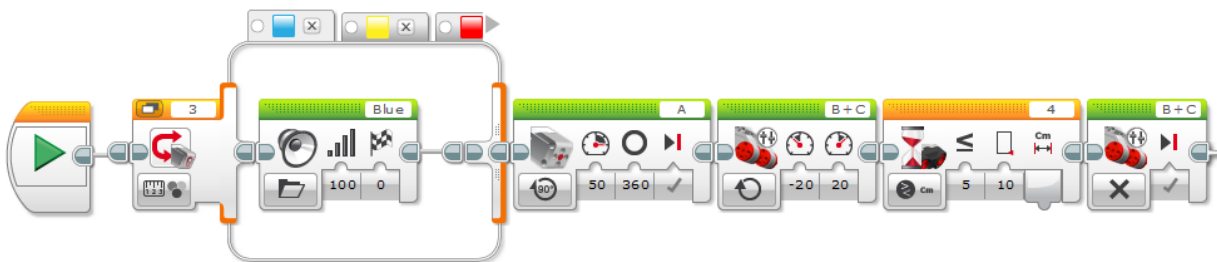
Εικόνα 20: Ενδεικτική λύση δραστηριότητας A.4

A.5



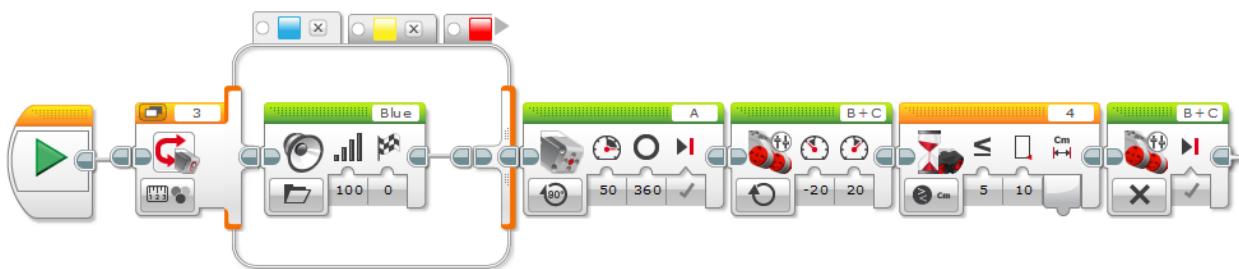
Εικόνα 21: Ενδεικτική λύση δραστηριότητας A.5

A.6



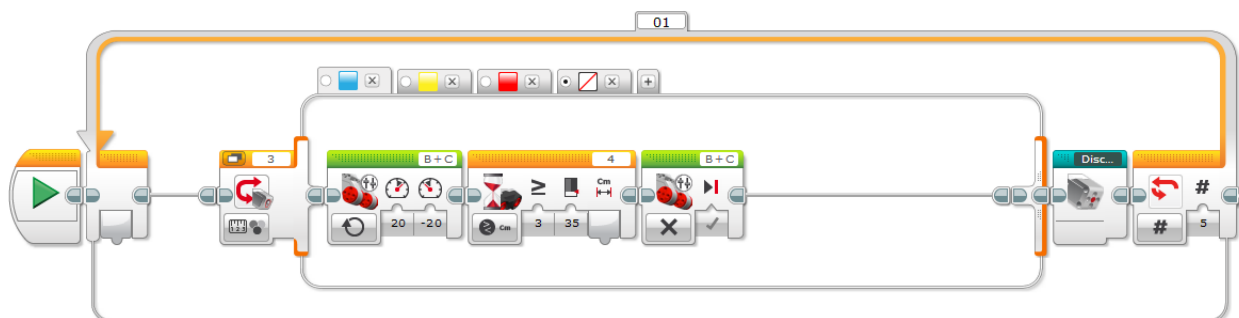
Εικόνα 22: Ενδεικτική λύση δραστηριότητας A.6

A.7



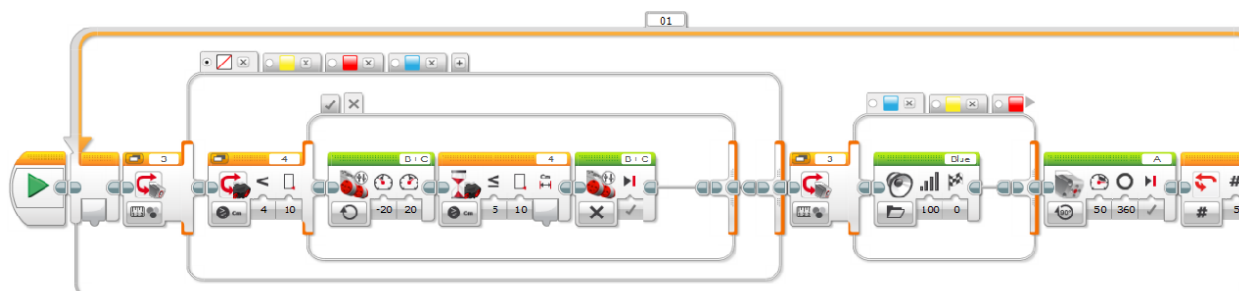
Εικόνα 23: Ενδεικτική λύση δραστηριότητας A.7

A.8



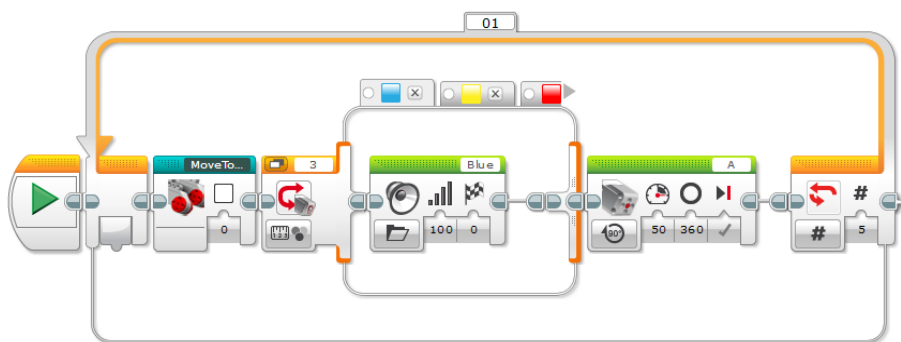
Εικόνα 24: Ενδεικτική λύση δραστηριότητας A.8

Δραστηριότητα Β



Εικόνα 25: Ενδεικτική λύση δραστηριότητας B

Δραστηριότητα Γ



Εικόνα 26: Ενδεικτική λύση δραστηριότητας Γ

3.2.2.3 Εκπαιδευτικοί στόχοι

Κατασκευαστικά το μοντέλο μπορεί να χαρακτηριστεί εύκολο, οπότε μπορούν να συμμετάσχουν και οι πιο άπειροι μαθητές, αν και ο βασικός στόχος του φύλλου εργασίας είναι να δοθεί ικανός χρόνος στο προγραμματιστικό μέρος. Για την κατασκευή όλα τα βήματα παρέχονται μόνο στην "Teacher" έκδοση του εκπαιδευτικού προγράμματος LEGO EV3 Mindstorms Education "Designing Engineering Projects", στην ενότητα "Make a System" [7].

Βασικός εκπαιδευτικός στόχος του φύλλου εργασίας είναι η εξοικείωση των μαθητών με τη διαδικασία οργάνωσης του προγράμματος και η γνωριμία με την αρχή της "ενθουλάκωσης". Οι περισσότερες δραστηριότητες κατευθύνουν τον μαθητή να περιορίσει το μέγεθος του προγράμματός του και να ενσωματώσει επαναλαμβανόμενες ή αυτόνομες λειτουργίες σε MyBlocks, ένα εργαλείο που μπορεί άριστα να χρησιμοποιηθεί για την απόκρυψη πληροφορίας και την οργάνωση ενός κατά τα άλλα σύνθετου προγράμματος.

Οι δραστηριότητες απευθύνονται σε μαθητές των πρώτων τάξεων του Λυκείου, ενώ θα μπορούσαν να λυθούν και από μαθητές Γυμνασίου, με την παροχή αναλυτικότερων υποδείξεων ή την απλούστευση των επιπλέον λειτουργιών που καλούνται να υλοποιήσουν οι εκπαιδευόμενοι.

3.2.3 Elephant

Όνομα μοντέλου: Elephant

Πηγή μοντέλου: LEGO MINDSTORMS Education EV3 - Model Expansion Set [6]



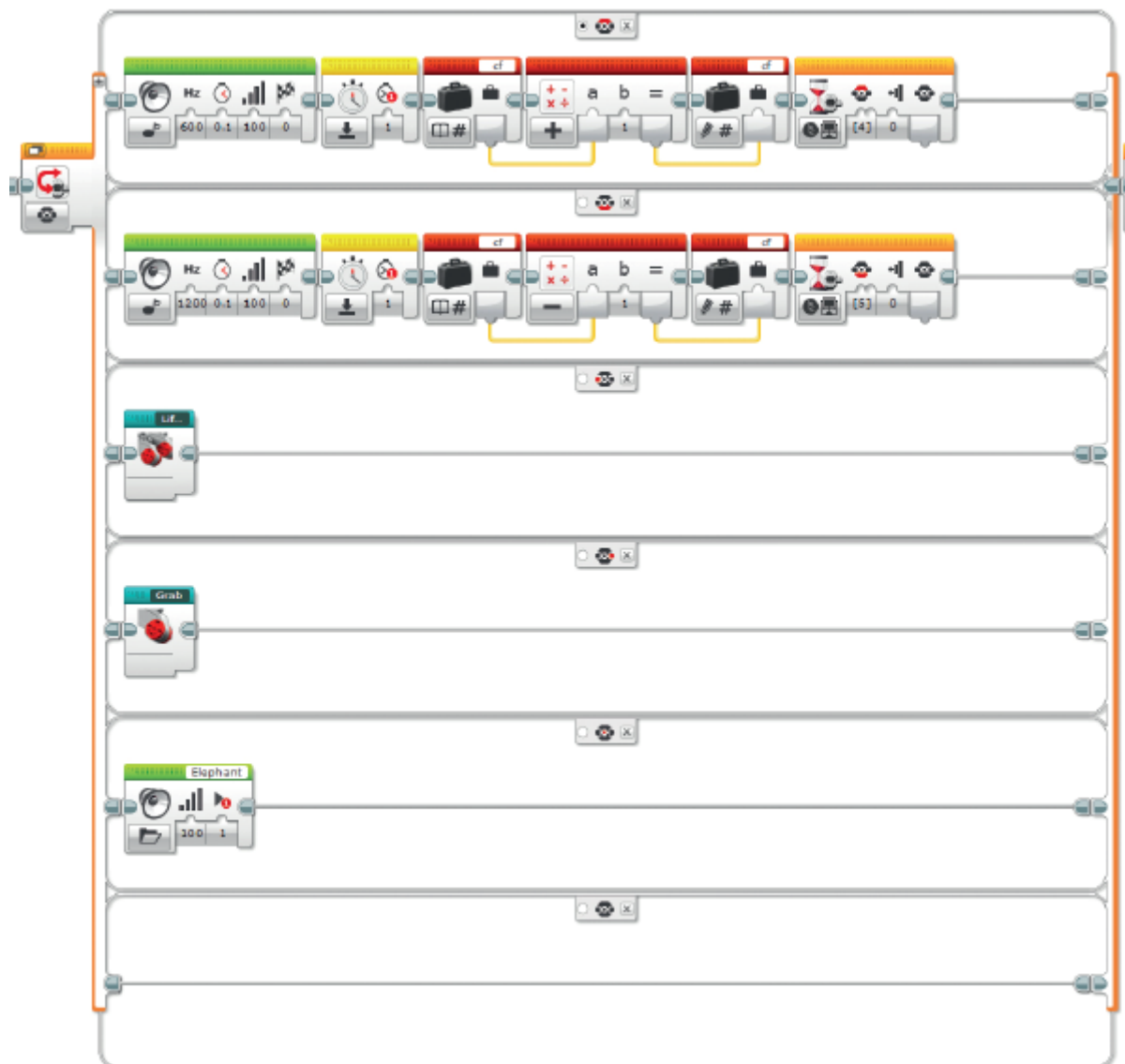
Εικόνα 27: Μοντέλο Elephant (πηγή [6])

Στην ενότητα αυτή χρησιμοποιείται ένα από τα πιο εντυπωσιακά μοντέλα της LEGO, το οποίο εμπεριέχεται και αυτό στο Model Expansion Set της LEGO EV3 Education. Στην κατασκευή συμμετέχουν δύο μεγάλοι κινητήρες, ένας μεσαίος κινητήρας, ένας αισθητήρας αφής και ένας αισθητήρας χρώματος. Η σύνθεση του ρομπότ απαιτεί 250 βήματα, γεγονός που καθιστά την κατασκευή αρκετά δύσκολη για άπειρους μαθητές. Ο έλεγχος του μοντέλου, σύμφωνα με το πρόγραμμα της LEGO που συνοδεύει την κατασκευή, γίνεται με τη χρήση των κουμπιών του Brick, και συγκεκριμένα:

- Επάνω/Κάτω κουμπί: βάδισμα του ελέφαντα, τόσα βήματα μπρός/πίσω αντίστοιχα, όσο και το πλήθος των φορών που πατήθηκε το κουμπί
- Αριστερό κουμπί: κίνηση της προβοσκίδας
- Δεξί κουμπί: ανύψωση αντικειμένου με την προβοσκίδα και κίνηση προς τα μπρος
- Μεσαίο κουμπί: παραγωγή ήχου ελέφαντα

Το αρχικό πρόγραμμα χωρίζεται σε τέσσερα μέρη, ενώ στην σύνθεσή του συμμετέχουν και τέσσερα MyBlocks για την εκτέλεση συγκεκριμένων λειτουργιών που θα

αναφερθούν στη συνέχεια. Στο πρώτο μέρος του προγράμματος (Εικόνα 28), μία δομή Switch ελέγχει τη συμπεριφορά του μοντέλου, ανάλογα με τα κουμπιά που θα πατήσει ο χρήστης στο Brick.

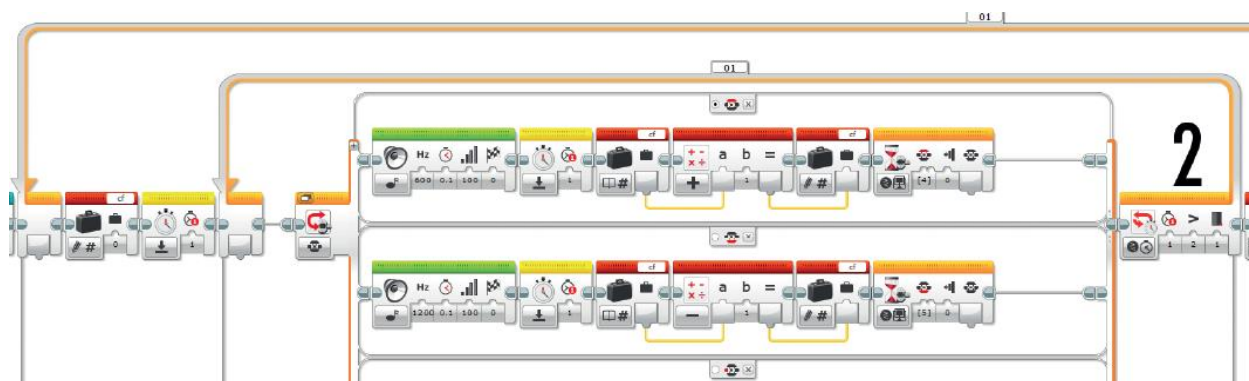


Εικόνα 28: Στιγμιότυπο 1ου μέρους αρχικού προγράμματος Elephant

Έτσι διακρίνονται οι εξής περιπτώσεις:

- Όταν πατηθεί το πάνω κουμπί, ακούγεται ένας τόνος και αυξάνεται ο μετρητής των βημάτων που θα κάνει ο ελέφαντας. Επίσης επαναφέρεται το χρονόμετρο, έτσι ώστε να δοθεί στον χρήστη η δυνατότητα μέσα σε ένα δευτερόλεπτο (κάτι που ελέγχεται στη συνέχεια) να ξαναπατήσει το πάνω ή κάτω κουμπί του Brick.
- Με το κάτω κουμπί εκτελείται η ίδια ακριβώς διαδικασία, μόνο που στην περίπτωση αυτή ο μετρητής μειώνεται.
- Με το αριστερό κουμπί εκτελείται το MyBlock LiftAndRoar, με το οποίο προκαλείται κίνηση στην προβοσκίδα.
- Με το δεξί κουμπί εκτελείται το MyBlock Grab, με το οποίο ο ελέφαντας ανυψώνει ένα αντικείμενο με την προβοσκίδα του και κινείται προς τα εμπρός.

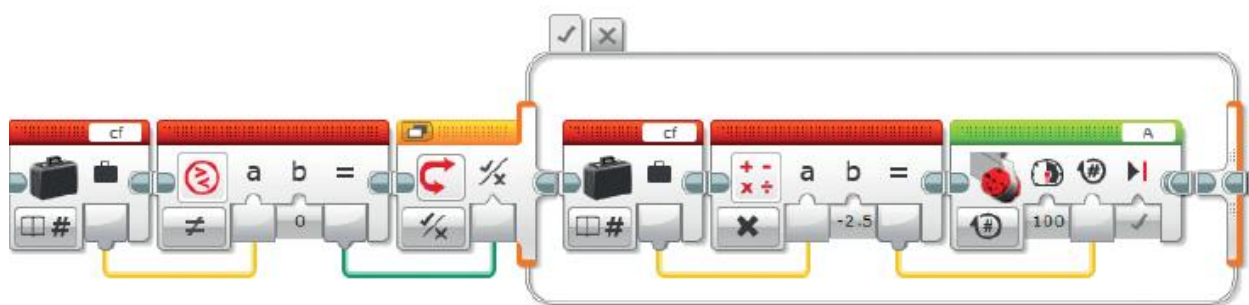
Στο 2ο μέρος του προγράμματος υπάρχει η εσωτερική επανάληψη που ελέγχει το χρονόμετρο, η οποία τερματίζει όταν περάσει ένα δευτερόλεπτο από το τελευταίο πάτημα του πάνω ή κάτω κουμπιού του Brick.



Εικόνα 29: Στιγμιότυπο 2ου μέρους αρχικού προγράμματος Elephant

Η λειτουργία αυτή επιτρέπει την αύξηση ή μείωση του μετρητή βημάτων, εφόσον τα κουμπιά πατιούνται συνεχόμενα.

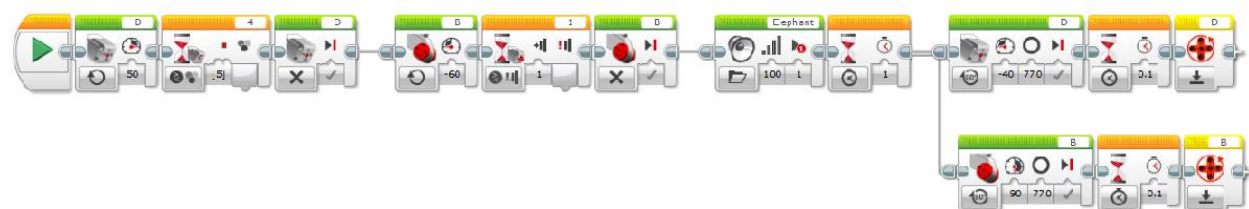
Το 3ο μέρος του προγράμματος υποστηρίζει τη λειτουργία βαδίσματος του ελέφαντα εμπρός ή πίσω, αναλόγως με το πλήθος των βημάτων που έχουν αποθηκευτεί στη μεταβλητή cf (στον μετρητή δηλαδή που αναφέρθηκε και παραπάνω).



Εικόνα 30: Στιγμιότυπο 3ου μέρους αρχικού προγράμματος Elephant

Επειδή για κάθε βήμα απαιτούνται 2.5 περιστροφές του κινητήρα A, το περιεχόμενο της μεταβλητής cf πολλαπλασιάζεται με το -2.5, πριν οδηγηθεί με Data Wire στο προγραμματιστικό μπλοκ του μεγάλου κινητήρα A.

Στο αρχικό πρόγραμμα του μοντέλου ενδιαφέρον παρουσιάζουν και τα τρία MyBlocks, δύο εκ των οποίων έχουν ήδη αναφερθεί παραπάνω. Το πρώτο MyBlock είναι το Reset (εικόνα ...) το οποίο καλείται στην αρχή του προγράμματος ή όταν ο χρήστης πατάει το αριστερό κουμπί του Brick.



Εικόνα 31: Το πρόγραμμα του MyBlock Reset

Σκοπός του Reset είναι να αρχικοποιηθούν τα μηχανικά μέρη του ρομπότ. Συγκεκριμένα ο λαιμός και η προβοσκίδα του ελέφαντα μετακινούνται μέχρι τα μέγιστα σημεία που οριοθετούνται από τους αισθητήρες Touch & Color και στη συνέχεια οι κινητήρες ελέγχου περιστρέφονται όσες μοίρες χρειάζεται για να επανέλθουν τα προαναφερόμενα μέρη του ελέφαντα σε συγκεκριμένες θέσεις.

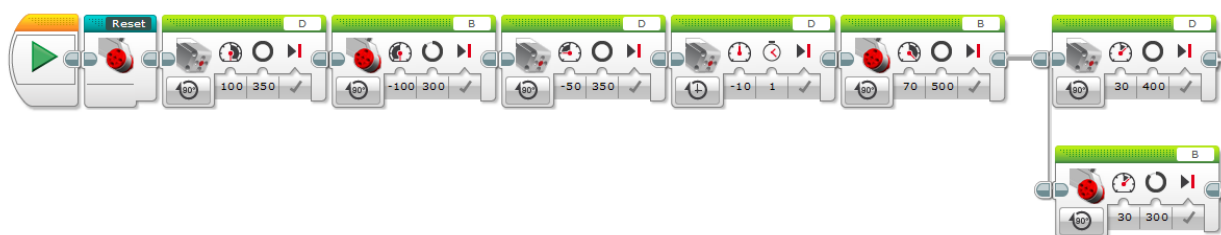
Το επόμενο MyBlock είναι το Lift and Roar, που φαίνεται στην επόμενη εικόνα.



Εικόνα 32: Το πρόγραμμα του MyBlock Lift and Roar

Αρχικά μετακινείται η προβοσκίδα του ελέφαντα μέχρι να πατηθεί ο αισθητήρας αφής και στη συνέχεια επαναφέρεται με την κλήση του MyBlock Reset.

Τέλος, το MyBlock Grap που φαίνεται στην επόμενη εικόνα, αφού επαναφέρει την προβοσκίδα στη σωστή θέση με το MyBlock Reset, υποστηρίζει τη λειτουργία ανασήκωσης ενός αντικειμένου με την προβοσκίδα του ελέφαντα.



Εικόνα 33: Το πρόγραμμα του MyBlock Grap

3.2.3.1 Προτεινόμενες επεκτάσεις – τροποποιήσεις στο πλαίσιο της πτυχιακής

Το αρχικό πρόγραμμα του μοντέλου μπορεί να αξιοποιηθεί εύκολα για την κατανόηση και εξάσκηση των μαθητών στον σχεδιασμό και ανάπτυξη MyBlocks. Και οι επόμενες όμως δραστηριότητες αρχικά στοχεύουν στη βαθύτερη κατανόηση από τους μαθητές της λειτουργίας του μοντέλου και του αρχικού προγράμματος.

Δραστηριότητα Α

A.1 Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα που περιγράφει τις συνδέσεις των αισθητήρων / μοτέρ στο brick

Αισθητήρας / Μοτέρ	Port
Κινητήρας για το βάδισμα ελέφαντα	
Κινητήρας λαιμού	
Κινητήρας προβοσκίδας	
Αισθητήρας χρώματος	
Αισθητήρας αφής	

A.2 Ποια είναι η λειτουργία του αισθητήρα χρώματος?

A.3 Ποια είναι η λειτουργία του αισθητήρα αφής?

A.4 Πόσες περιστροφές απαιτείται να κάνει ο κινητήρας για να εκτελέσει ο ελέφαντας ένα μόνο βήμα;

A.5 Έστω ότι θέλουμε να κατασκευάσουμε ένα MyBlock με το οποίο θα δίνουμε απευθείας εντολή στον ελέφαντα να κινηθεί για συγκεκριμένη απόσταση. Ποιο από τα παρακάτω MyBlock θα επιλέγατε να κατασκευάσετε:

- ☐ Move30CM: Κινείται ο ελέφαντας προς τα εμπρός για 30 cm (δεν δέχεται παραμέτρους)

- ☐ MoveCM: Κινείται ο ελέφαντας προς τα εμπρός για όσα εκατοστά γράψει ο χρήστης στο MyBlock (δέχεται μία αριθμητική παράμετρο, την απόσταση σε εκατοστά)
- ☐ MoveCMAvn: Κινείται ο ελέφαντας προς τα εμπρός για όσα εκατοστά και ταχύτητα γράψει ο χρήστης. Επίσης ο χρήστης επιλέγει στο MyBlock εάν στο τέλος ο κινητήρας φρενάρει ή όχι (coast/break). Το MyBlock θα δέχεται τρεις παραμέτρους, την απόσταση, την ταχύτητα και coast ή break.

A.6 Κατασκευάστε το MyBlock Walk, το οποίο θα υποστηρίζει τη λειτουργία βαδίσματος του ελέφαντα για συγκεκριμένο πλήθος βημάτων.

A.7 Τροποποιείστε το αρχικό πρόγραμμα, έτσι ώστε να χρησιμοποιείται το MyBlock Walk για το βάδισμα του ελέφαντα.

Δραστηριότητα Β

Για να βαδίσει ο ελέφαντας, θα πρέπει με το πάνω ή/και κάτω κουμπί του Brick να δηλώσετε πρώτα πόσα βήματα θέλετε να κάνει προς τα εμπρός ή πίσω. Έστω ότι θέλετε ο ελέφαντας να βαδίσει για μία συγκεκριμένη απόσταση οποιασδήποτε κατεύθυνσης και το μόνο που γνωρίζετε είναι το πλήθος των εκατοστών μέχρι τον προορισμό. Πως θα ξέρετε πόσα βήματα θα πρέπει να κάνει ο ελέφαντας;

Για να λύσετε το παραπάνω πρόβλημα, αναπτύξτε ένα MyBlock, το οποίο θα δέχεται ως παράμετρο μία απόσταση σε εκατοστά και ο ελέφαντας θα βαδίζει για τη συγκεκριμένη απόσταση, προς τη σωστή πάντα κατεύθυνση (μπροστά ή πίσω).

Δραστηριότητα Γ

Δίνεται η εξής αποστολή: ακριβώς 20 εκατοστά από την προβοσκίδα του ελέφαντα βρίσκεται ένα αντικείμενο. Ο ελέφαντας θα πρέπει να προχωρήσει μέχρι το αντικείμενο, να το σηκώσει με την προβοσκίδα του και να το αφήσει σε απόσταση 30 εκατοστών μακριά από το αρχικό σημείο του αντικειμένου. Στη συνέχεια ο ελέφαντας θα πρέπει να αφήσει το αντικείμενο και να επιστρέψει στην αρχική του θέση.

Αναπτύξτε πρόγραμμα που να υποστηρίζει την παραπάνω αποστολή, χρησιμοποιώντας μόνο να MyBlocks που αναπτύξατε στις προηγούμενες δραστηριότητες.

3.2.3.2 Ενδεικτικές λύσεις

Δραστηριότητα Α

A.1

Αισθητήρας / Μοτέρ	Port
Κινητήρας για το βάδισμα ελέφαντα	A
Κινητήρας λαιμού	D
Κινητήρας προβοσκίδας	B
Αισθητήρας χρώματος	4
Αισθητήρας αφής	1

A.2

Οριοθετεί την κίνηση του λαιμού του ελέφαντα, δηλαδή του κινητήρα που συνδέεται με την port D

A.3

Οριοθετεί την κίνηση της προβοσκίδας του ελέφαντα, δηλαδή του κινητήρα που συνδέεται με την port B

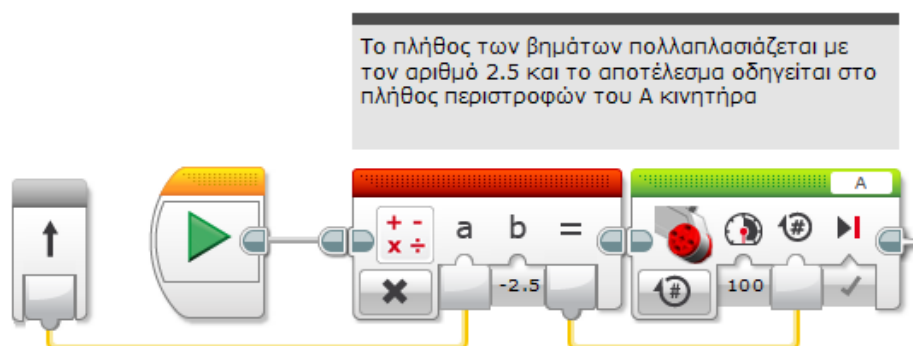
A.4

Όπως φαίνεται από το 3ο μέρος του προγράμματος, όπου το πλήθος των βημάτων πολλαπλασιάζεται με τον αριθμό 2.5, κάθε βήμα απαιτεί 2.5 περιστροφές του κινητήρα

A.5

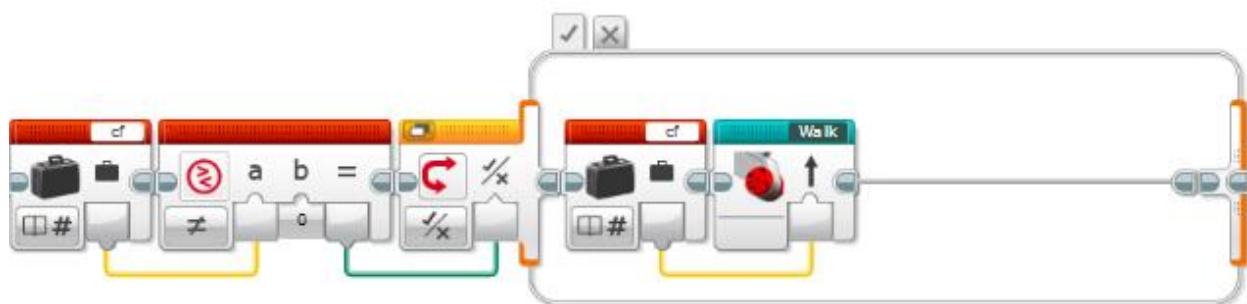
Η 1η επιλογή είναι πολύ περιοριστική, καθώς ο ελέφαντας θα βαδίζει πάντα 30cm. Η τρίτη επιλογή δέχεται παραμέτρους που ουσιαστικά δεν χρειάζονται, καθώς τόσο η ταχύτητα περιστροφής όσο και οι υπόλοιπες τιμές (φρένο κλπ) δεν απαιτούνται για το βάδισμα του ελέφαντα. Η 2η επιλογή είναι η καλύτερη, καθώς δέχεται μόνο την επιθυμητή απόσταση που πρέπει να διανύσει ο ελέφαντας (αν θέλουμε ο ελέφαντας να πάει προς τα πίσω μπορούμε να δώσουμε αρνητικό πλήθος εκατοστών)

A.6



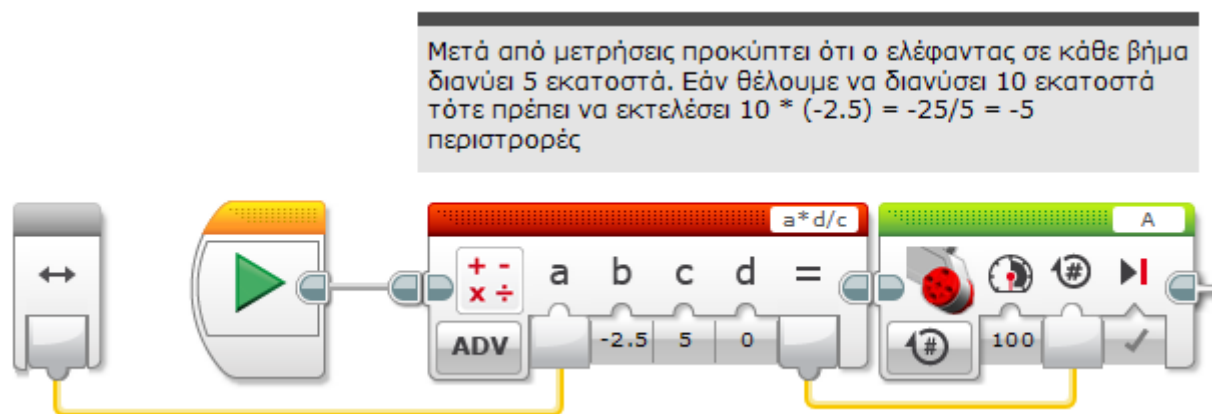
Εικόνα 34: Ενδεικτική λύση της δραστηριότητας A.6

A.7



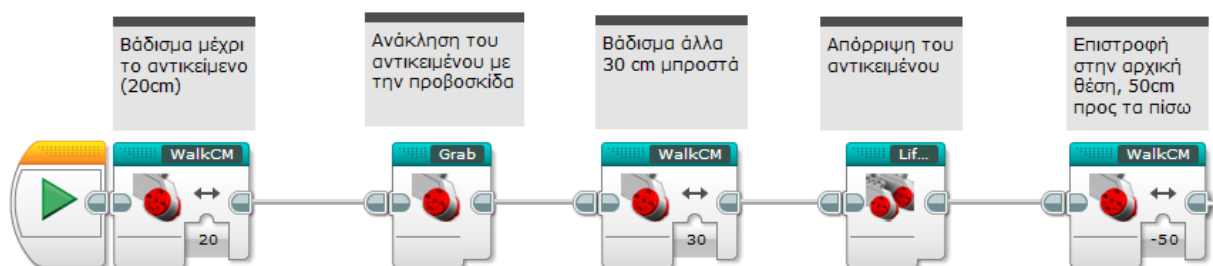
Εικόνα 35: Ενδεικτική λύση της δραστηριότητας A.7

Δραστηριότητα B



Εικόνα 36: Ενδεικτική λύση της δραστηριότητας Β

Δραστηριότητα Γ



Εικόνα 37: Ενδεικτική λύση της δραστηριότητας Γ

3.2.3.3 Εκπαιδευτικοί στόχοι

Κατασκευαστικά το μοντέλο είναι από τα πιο απαιτητικά, καθώς για τη σύνθεση χρειάζονται 261 βήματα, ενώ ιδιαίτερα οι μηχανισμοί γραναζιών που κατασκευάζονται είναι αρκετά σύνθετοι. Για τον λόγο αυτό το μοντέλο απευθύνεται σε έμπειρους μαθητές, οι οποίοι παρ' όλα αυτά, πιθανότητα θα χρειαστούν περισσότερες από τέσσερις διδακτικές ώρες για να ολοκληρώσουν την κατασκευή. Από την κατασκευή οι μαθητές όμως αποκτούν μία πολύ καλή εξοικείωση με σύνθετους μηχανισμούς γραναζιών και με τη χρήση των αισθητήρων με σκοπό την οριοθέτηση περιστροφής των κινητήρων, μία τεχνική ιδιαίτερα χρήσιμη στη ρομποτική.

Το πρόγραμμα προσφέρεται σε μεγάλο βαθμό για την εκμάθηση των MyBlocks. Ήδη υπάρχουν τρία MyBlocks ιδιαίτερα χρήσιμα, που ενθυλακώνουν σύνθετες κινήσεις, όπως το βάδισμα και η κίνηση του λαιμού και της προβοσκίδας. Οι δραστηριότητες που αναπτύχθηκαν, πέρα από το ότι βοηθούν στη βαθύτερη κατανόηση της λειτουργίας του μοντέλου, επεκτείνουν τη χρήση των MyBlocks για τον έλεγχο του ελέφαντα ανάλογα με την απόσταση που θέλουμε να διανύσει. Επιπλέον δεν περιορίζονται οι μαθητές στην ανάπτυξη των παραμετροποιήσιμων MyBlocks αλλά τα χρησιμοποιούν και στην πράξη, ώστε να διαπιστώσουν ότι μία εκ πρώτης όψεως σύνθετη αποστολή, υλοποιείται εξαιρετικά εύκολα και γρήγορα όταν αξιοποιείται αποτελεσματικά μία από τις βασικότερες αρχές του προγραμματισμού: η ενθυλάκωση.

Οι δραστηριότητες απευθύνονται σε μαθητές Λυκείου που έχουν προηγούμενη εμπειρία τόσο ως προς το κατασκευαστικό, όσο και ως προς το προγραμματιστικό μέρος των Mindstorms.

3.2.4 Robot Arm H25

Όνομα μοντέλου: Robot Arm H25

Πηγή μοντέλου: LEGO MINDSTORMS Education EV3 - Model Core Set [6]



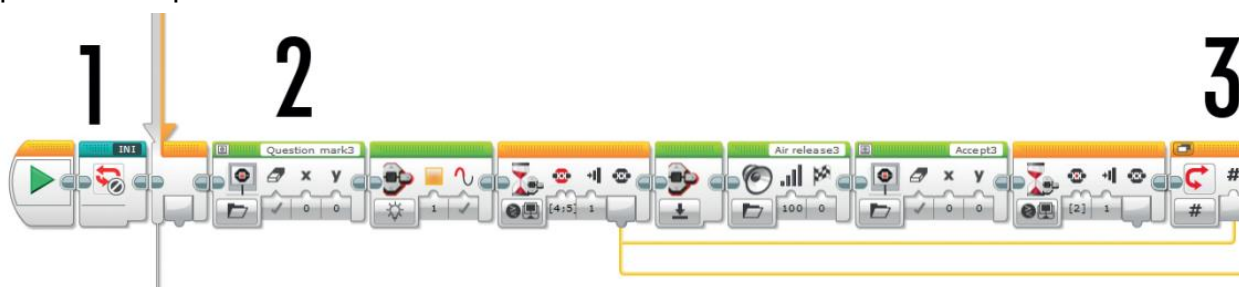
Εικόνα 38: Μοντέλο Robot Arm H25 (πηγή [6])

Το μοντέλο που αναπτύσσεται στην ενότητα αυτή, αφορά στην κατασκευή και έλεγχο ενός ρομποτικού βραχίονα, μία κατασκευή ιδιαίτερα δημοφιλή και χρήσιμη στον χώρο της ρομποτικής, το οποίο εμπεριέχεται στο Model Core Set της LEGO EV3 Education [6]. Στην κατασκευή συμμετέχουν δύο μεγάλοι κινητήρες, ένας μεσαίος κινητήρας, ένας αισθητήρας αφής και ένας αισθητήρας χρώματος. Η σύνθεση του ρομπότ απαιτεί 108 βήματα, αποκλειστικά με στοιχεία από το βασικό πακέτο (Core Set), ενώ προγραμματιστικά δεν υλοποιούνται ιδιαίτερα σύνθετες λειτουργίες, οπότε η ενότητα αυτή θα ήταν κατάλληλη και για πιο άπειρους μαθητές (μαθητές γυμνασίου). Ο έλεγχος του μοντέλου, σύμφωνα με το πρόγραμμα της LEGO που συνοδεύει την κατασκευή, γίνεται με τη χρήση των κουμπιών του Brick, και συγκεκριμένα:

- Επάνω κουμπί: με το επάνω κουμπί ο βραχίονας στρέφεται αριστερά 90 μοίρες, κατεβαίνει για να πιάσει ένα αντικείμενο συγκεκριμένων διαστάσεων και το μεταφέρει στο κέντρο
- Κάτω κουμπί: ομοίως με το προηγούμενο, μόνο που ο βραχίονας παίρνει το αριστερό αντικείμενο
- Μεσαίο κουμπί: εκτέλεση εντολής

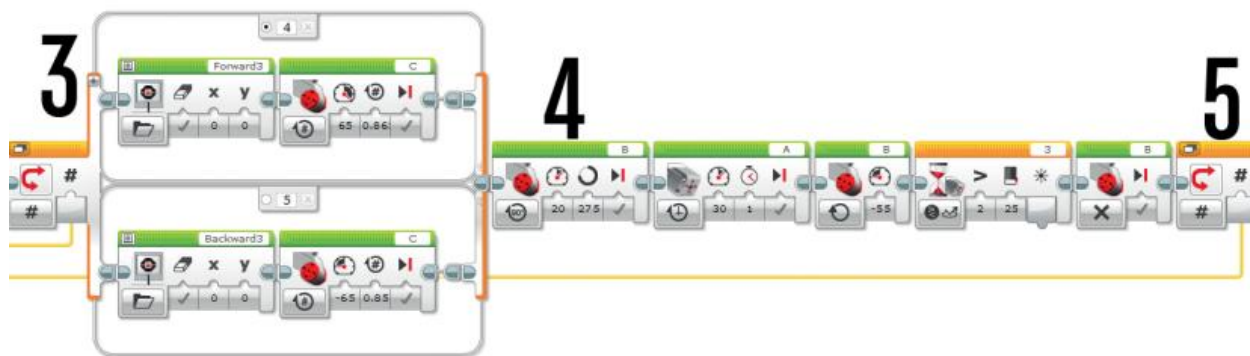
Για την οριοθέτηση των κινήσεων του βραχίονα χρησιμοποιούνται ο αισθητήρας χρώματος (οριοθετεί την κατακόρυφη κίνηση) και ο αισθητήρας αφής (οριοθετεί την οριζόντια κίνηση).

Το αρχικό πρόγραμμα χωρίζεται σε πέντε μέρη, ενώ στην σύνθεσή του συμμετέχει και το MyBlock Init, το οποίο χρησιμοποιεί τους δύο αισθητήρες του μοντέλου, για τον καθορισμό της αρχικής θέσης του βραχίονα. Στο πρώτο μέρος του προγράμματος (Εικόνα 39) απλώς καλείται το MyBlock Init, ενώ αμέσως μετά, μέσα σε μία επανάληψη, ακολουθεί το δεύτερο μέρος, στο οποίο το ρομπότ αρχικά περιμένει τον χρήστη να πατήσει το πάνω ή κάτω κουμπί της μονάδας ελέγχου και το αποτέλεσμα της πράξης του μεταφέρεται σε δύο δομές Switch που ακολουθούν. Ταυτόχρονα ένα ηχητικό σήμα και μία αλλαγή στο χρώμα του LED και στην οθόνη της μονάδας ελέγχου ενημερώνει για την αποδοχή των εντολών του χρήστη και αναμένει για την εκτέλεση το πάτημα του μεσαίου κουμπιού.



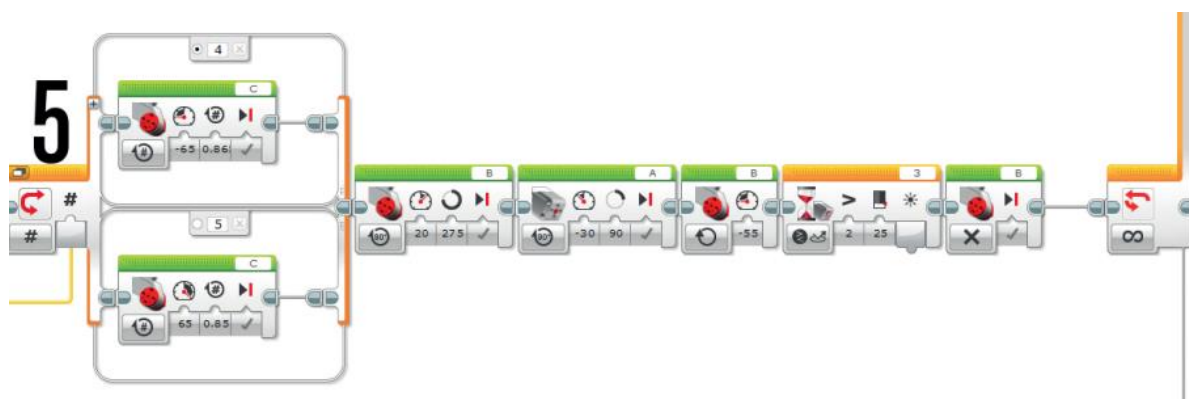
Εικόνα 39: Στιγμιότυπο 1ου και 2ου αρχικού μέρους προγράμματος Robot Arm H25

Μετά το πάτημα του μεσαίου κουμπιού ακολουθεί το 3ο μέρος του προγράμματος (Εικόνα 40), το οποίο δίνει κίνηση στον κινητήρα C ανάλογα με το κουμπί που έχει πατηθεί προηγουμένως από τον χρήστη, έτσι ώστε ο βραχίονας να περιστραφεί αριστερά ή δεξιά. Στη συνέχεια, το 4ο μέρος του προγράμματος αναλαμβάνει να ελέγξει τους κινητήρες A και B, έτσι ώστε ο βραχίονας να κατέβει, να πιάσει το αντικείμενο και να το ανεβάσει μέχρι το σημείο που οριοθετείται από τον αισθητήρα χρώματος.



Εικόνα 40: Στιγμιότυπο 3ου και 4ου μέρους αρχικού προγράμματος Robot Arm H25

Το πρόγραμμα ολοκληρώνεται με το 5ο μέρος του προγράμματος (Εικόνα 41), που αναλόγως της προηγούμενης επιλογής του χρήστη ο βραχίονας μεταφέρεται στο κέντρο, αφήνει το αντικείμενο και επιστρέφει στη θέση του.



Εικόνα 41: Στιγμιότυπο 5ου μέρους αρχικού προγράμματος Robot Arm H25

3.2.4.1 Προτεινόμενες επεκτάσεις – τροποποιήσεις στο πλαίσιο της πτυχιακής

Το ρομποτικό μοντέλο παρέχει πολλές δυνατότητες τροποποίησης και επέκτασης, καθώς μπορούν να υλοποιηθούν προγραμματιστικά και κατασκευαστικά πολλές επιπλέον λειτουργίες. Στις επόμενες δραστηριότητες αρχικά θα γίνει μία προσπάθεια εξαρχής ανάπτυξης του προγράμματος από τους μαθητές και στη συνέχεια θα δοθούν ιδέες για την επέκταση των δυνατοτήτων ελέγχου του βραχίονα, με κορύφωμα την αυτοματοποίηση αναζήτησης αντικειμένων προς μεταφορά.

Δραστηριότητα Α

A.1 Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα που περιγράφει τις συνδέσεις των αισθητήρων / μοτέρ στο brick.

Αισθητήρας / Μοτέρ	Port
Κίνηση βραχίονα δεξιά / αριστερά	
Κίνηση βραχίονα πάνω / κάτω	
Κίνηση δαγκάνας	
αισθητήρας χρώματος	
αισθητήρας αφής	

A.2 Ποια είναι η λειτουργία του αισθητήρα αφής;

A.3 Ποια είναι η λειτουργία του αισθητήρα χρώματος;

A.4 Να αναπτύξετε τον κώδικα ο οποίος θα σηκώνει τον βραχίονα το ανώτερο σημείο. Να χρησιμοποιήσετε τον αισθητήρα χρώματος για να σταματήσει η προς τα πάνω κίνηση του βραχίονα

A.5 Να αναπτύξετε κώδικα ο οποίος θα μετακινεί τον βραχίονα αριστερά μέχρι να φτάσει στον αισθητήρα αφής. Στη συνέχεια μετακινείστε στον βραχίονα έτσι ώστε να φτάσει στο κέντρο. Με τον κώδικα αυτόν θα πρέπει ανεξάρτητα από την αρχική θέση του βραχίονα η τελική θέση του να είναι η κεντρική

A.6 Δημιουργήστε ένα καινούργιο μπλοκ με όνομα `init_arm` το οποίο θα εκτελεί τον κώδικα του βήματος 5

A.7 Ανοίξτε το block `ini` (κάνετε διπλό κλικ πάνω στο μπλοκ) για να εμφανιστεί ο κώδικας και μελετήστε τα μπλοκ. Προσθέστε το κατάλληλο μπλοκ έτσι ώστε στην αρχή να εμφανίζεται η εικόνα big smile

A.8 Να μελετήσετε τον έτοιμο κώδικα κίνησης του βραχίονα και να αναπτύξετε κώδικα, ο οποίος θα εκτελεί τις παρακάτω λειτουργίες:

- Να μετακινεί τον βραχίονα δεξιά και αριστερά με τα κουμπιά 1 και 3 αντίστοιχα
- Να μετακινεί τον βραχίονα πάνω και κάτω με τα κουμπιά 4 και 5 αντίστοιχα
- Να κλίνει την δαγκάνα με το κουμπί 2
- Να ανοίγει την δαγκάνα όταν αυτή βρίσκεται στο ανώτερο σημείο της

Δραστηριότητα Β

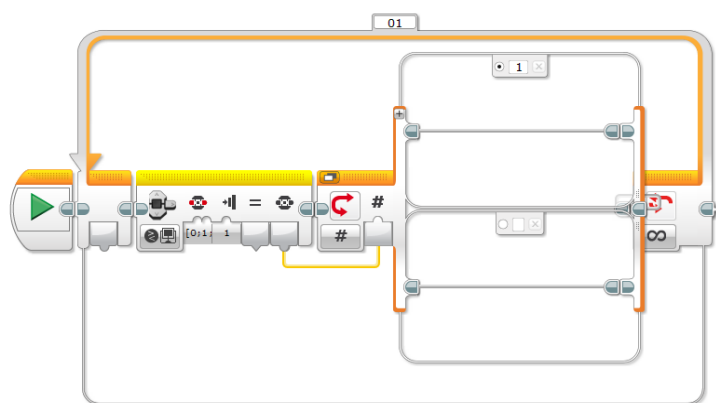
Να μελετήσετε τον έτοιμο κώδικα κίνησης του βραχίονα και να αναπτύξετε κώδικα, ο οποίος θα εκτελεί τις παρακάτω λειτουργίες:

B.1 Να μετακινεί τον βραχίονα δεξιά και αριστερά με τα κουμπιά 1 και 3 αντίστοιχα

B.2 Να μετακινεί τον βραχίονα πάνω και κάτω με τα κουμπιά 4 και 5 αντίστοιχα

B.3 Να κλίνει την δαγκάνα με το κουμπί 2

B.4 Να ανοίγει την δαγκάνα όταν αυτή βρίσκεται στο ανώτερο σημείο της



Δημιουργήστε την παραπάνω επανάληψη (Loop) μέσα στην οποία υπάρχουν

- ο αισθητήρας Brick Button
- η δομή switch που διαβάζει την τιμή του αισθητήρα Brick Button

Προσθέστε μέσα στο switch τις κατάλληλες εντολές με τις οποίες θα εκτελούνται οι αντίστοιχες κινήσεις (πχ αν έχει ο αισθητήρας την τιμή 1, τότε θα μετακινείται ο βραχίονας μερικές μοίρες προς τα αριστερά).

Δραστηριότητα Γ

Σκοπός της δραστηριότητας είναι γίνεται αυτόματη σάρωση της περιοχής που μπορεί να ελέγξει ο βραχίονας και στην περίπτωση που βρεθεί ένα αντικείμενο, να το σηκώνει με τη δαγκάνα και να το μεταφέρει σε κάποιο συγκεκριμένο σημείο

- Θα πρέπει στον βραχίονα να εγκατασταθεί ο αισθητήρας απόστασης
- Προτεινόμενα βήματα:
 - Αρχικοποίηση του βραχίονα αριστερά

- Μετακίνηση του βραχίονα προς τα δεξιά μέχρι ο αισθητήρας απόστασης να βρει το αντικείμενο
- Ενεργοποίηση δαγκάνας και μεταφοράς του αντικειμένου σε κάποιο συγκεκριμένο σημείο

Η δραστηριότητα μπορεί να επεκταθεί έτσι ώστε να υπάρχουν περισσότερα από ένα αντικείμενα, τα οποία και να μεταφέρονται σε ένα συγκεκριμένο σημείο και να τοποθετούνται το ένα πάνω από το άλλο.

3.2.4.2 Ενδεικτικές λύσεις Δραστηριότητα Α

A.1

Αισθητήρας / Μοτέρ	Port
Κίνηση βραχίονα δεξιά / αριστερά	C
Κίνηση βραχίονα πάνω / κάτω	B
Κίνηση δαγκάνας	A
αισθητήρας χρώματος	3
αισθητήρας αφής	1

A.2

Οριοθετεί την κάθετη κίνηση του βραχίονα

A.3

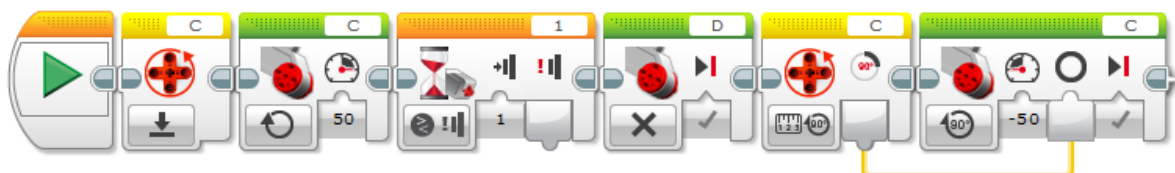
Οριοθετεί την οριζόντια κίνηση του βραχίονα

A.4



Εικόνα 42: Ενδεικτική λύση της δραστηριότητας A.4

A.5



Εικόνα 43: Ενδεικτική λύση της δραστηριότητας A.5

A.6



Εικόνα 44: Ενδεικτική λύση της δραστηριότητας A.6

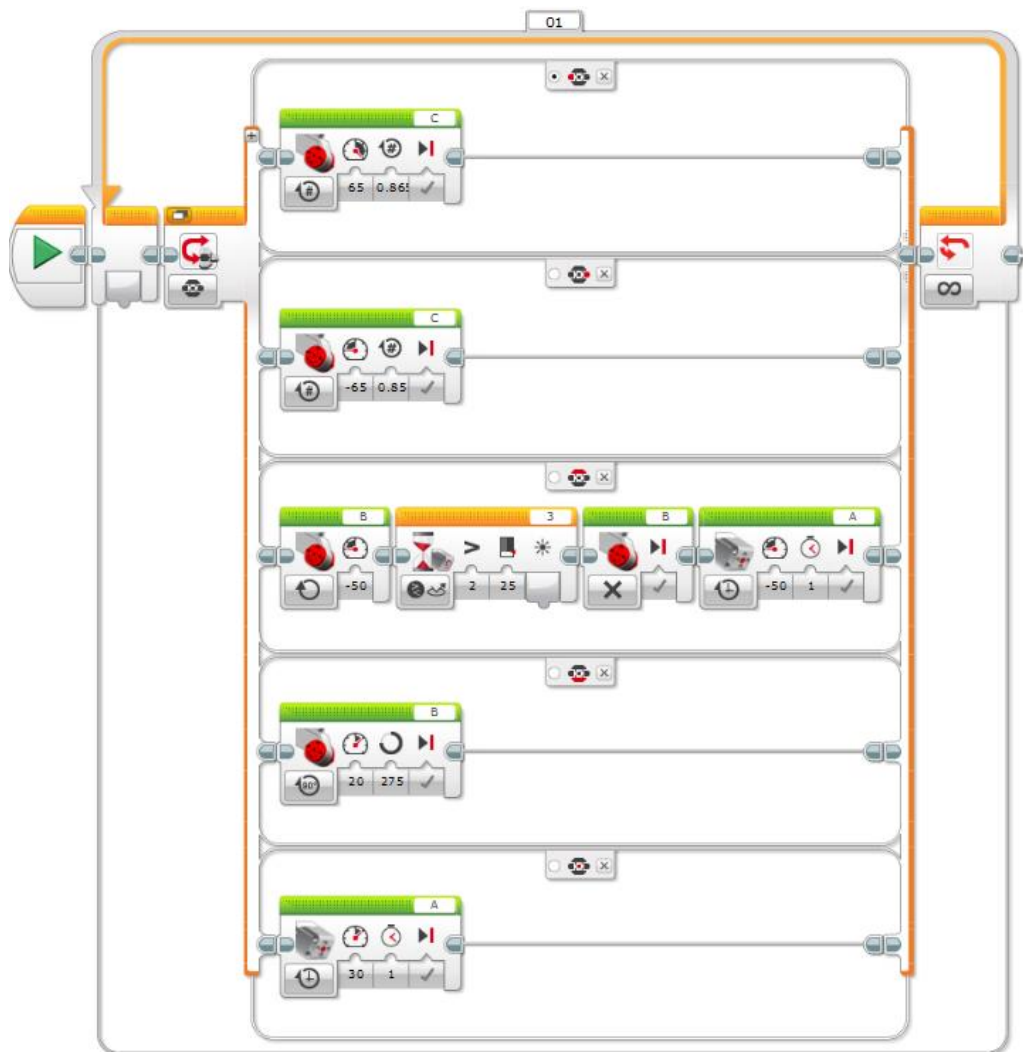
A.7

Το block ini αρχικοποιεί τη θέση του βραχίονα, χρησιμοποιώντας τους αισθητήρες του μοντέλου.



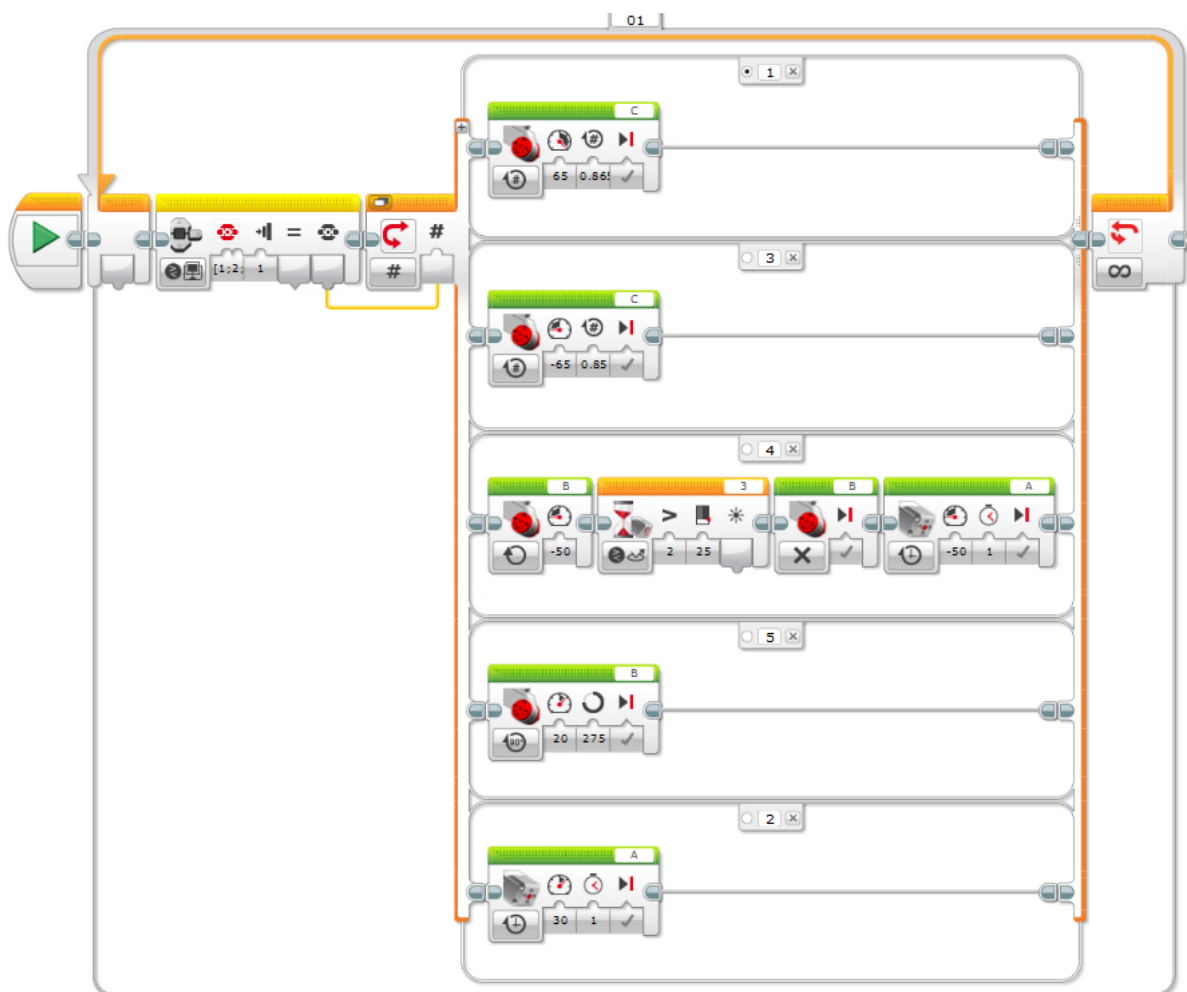
Εικόνα 45: Ενδεικτική λύση της δραστηριότητας A.7

A.8



Εικόνα 46: Ενδεικτική λύση της δραστηριότητας A.8

Δραστηριότητα Β



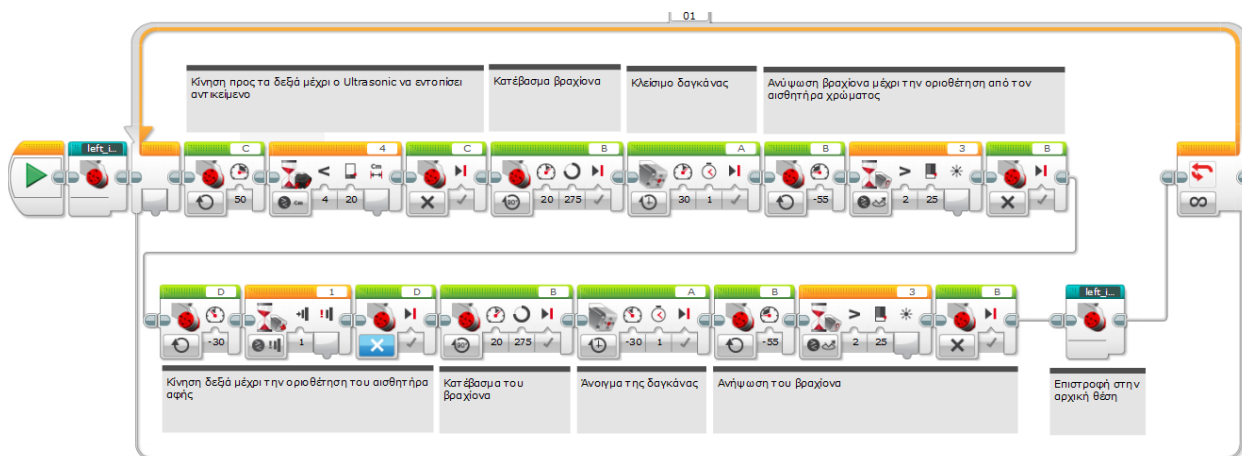
Εικόνα 47: Ενδεικτική λύση της δραστηριότητας Β

Δραστηριότητα Γ

Η αρχικοποίηση γίνεται με μετακίνηση του βραχίονα δεξιά μέχρι τον αισθητήρα αφής και εν συνεχεία περιστροφή του βραχίονα αριστερά, κατά 1,72 περιστροφές του κινητήρα C και όχι 0,86 περιστροφές που χρειάζονται μέχρι το κέντρο. Έτσι ο βραχίονας θα ξεκινάει από την αριστερή θέση.



Εικόνα 48: Block αρχικοποίησης του μοντέλου για την δραστηριότητα Γ



Εικόνα 49: Ενδεικτική λύση της δραστηριότητας Γ

3.2.4.3 Εκπαιδευτικοί στόχοι

Κατασκευαστικά το μοντέλο δεν χαρακτηρίζεται ιδιαίτερα δύσκολο, καθώς τόσο το πλήθος των βημάτων όσο και οι σαφείς οδηγίες κατασκευής της LEGO, δεν θα κουράσουν τους μαθητές. Χαρακτηρίζεται όμως ως ένα από τα σημαντικότερα ρομποτικά μοντέλα, καθώς αφενός υλοποιεί μία ιδιαίτερα δημοφιλή κατασκευή από τον χώρο της ρομποτικής (βραχίονας) και αφετέρου προσφέρει άπλετο χώρο για πειραματισμούς και τροποποιήσεις. Για τον λόγο αυτό το μοντέλο απευθύνεται τόσο σε έμπειρους μαθητές, που μπορούν με αυτό να υλοποιήσουν μέχρι και αλγόριθμους ταξινόμησης, όσο και λιγότερο έμπειρους που μπορούν να κατευθύνουν με διαφορετικούς τρόπους τον βραχίονα και να υλοποιήσουν εναλλακτικούς τρόπους κίνησης και ελέγχου του βραχίονα.

Το πρόγραμμα του αρχικού μοντέλου είναι επίσης εύκολα κατανοητό από τους μαθητές, καθώς δεν υπεισέρχεται σε ιδιαίτερα σύνθετους ελέγχους και δομές. Υπάρχει μόνο ένα MyBlock, που αρχικοποιεί τη θέση του βραχίονα ενώ μεγάλο μέρος του προγράμματος αφορά στον έλεγχο των κινητήρων.

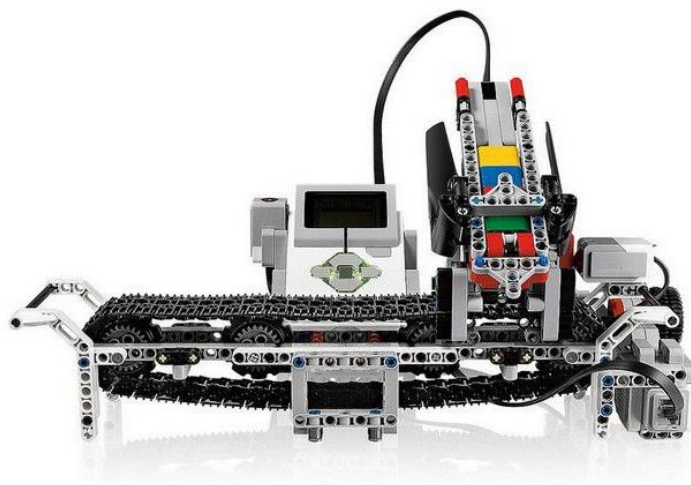
Οι δραστηριότητες βοήθησαν στη κατανόηση της λειτουργίας του μοντέλου και κυρίως στη διαδικασία οριοθέτησης των κινήσεων με τη χρήση αισθητήρων, μία διαδικασία ιδιαίτερα σημαντική στο χώρο της ρομποτικής.

Οι δραστηριότητες απευθύνονται σε μαθητές Β' Γυμνασίου έως Β' Λυκείου, που έχουν βασικές γνώσεις προγραμματισμού με τα LEGO Mindstorms.

3.2.5 Colour Sorter

Όνομα μοντέλου: Colour Sorter

Πηγή μοντέλου: LEGO MINDSTORMS Education EV3 - Model Core Set [6]



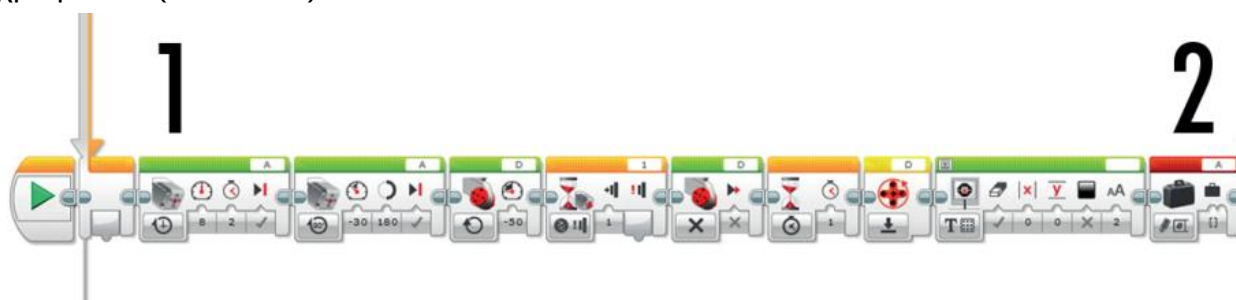
Εικόνα 50: Μοντέλο Colour Sorter (πηγή [6])

Το παραπάνω μοντέλο μοιάζει αρκετά με το προηγούμενο, καθώς και εδώ αναπτύσσεται ένα σύστημα ταξινόμησης αναλόγως του χρώματος που έχει το κάθε τουβλάκι. Η διαφοροποίηση είναι ότι έχουμε ένα πιο σύνθετο κατασκευαστικά και προγραμματιστικά μοντέλο, που απευθύνεται σε πιο έμπειρους μαθητές, ενώ η ανάγνωση των χρωμάτων από τον αισθητήρα χρώματος πραγματοποιείται πριν την τοποθέτηση του προς ταξινόμηση αντικειμένου. Το ρομποτικό μοντέλο προέρχεται από το βασικό εκπαιδευτικό πακέτο της LEGO Model Core Set [6].

Στην κατασκευή συμμετέχουν ένας μεγάλος κινητήρας, ένας μεσαίος κινητήρας, ένας αισθητήρας αφής και ένας αισθητήρας χρώματος. Η σύνθεση του ρομπότ απαιτεί 115 βήματα, αποκλειστικά με στοιχεία από το βασικό πακέτο (Core Set), ενώ προγραμματιστικά υπεισέρχεται η έννοια του πίνακα. Στο μοντέλο, πριν ξεκινήσει η εκτέλεση του προγράμματος, γίνεται η ανάγνωση των χρωμάτων από τα τουβλάκια που θα τοποθετηθούν. Οι αριθμοί κάθε χρώματος αποθηκεύονται σε έναν πίνακα με την ίδια σειρά που τοποθετούνται και στη συνέχεια ο ίδιος πίνακας χρησιμοποιείται από το πρόγραμμα, για την σωστή ταξινόμηση των χρωμάτων.

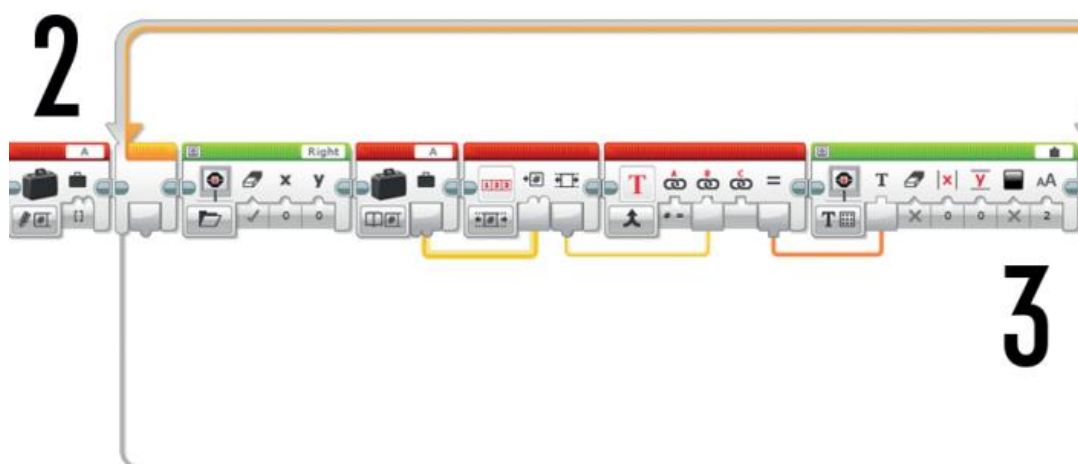
Ο αισθητήρας αφής χρησιμοποιείται για την οριοθέτηση του μηχανισμού απόρριψης και ο αισθητήρας χρώματος για το διάβασμα των χρωμάτων κατά το πρώτο στάδιο του προγράμματος.

Στο 1ο μέρος του αρχικού προγράμματος, γίνεται η αρχικοποίηση των μηχανισμών του μοντέλου και του πίνακα A που θα χρησιμοποιηθεί για την αποθήκευση των τιμών των χρωμάτων (Εικόνα 51).



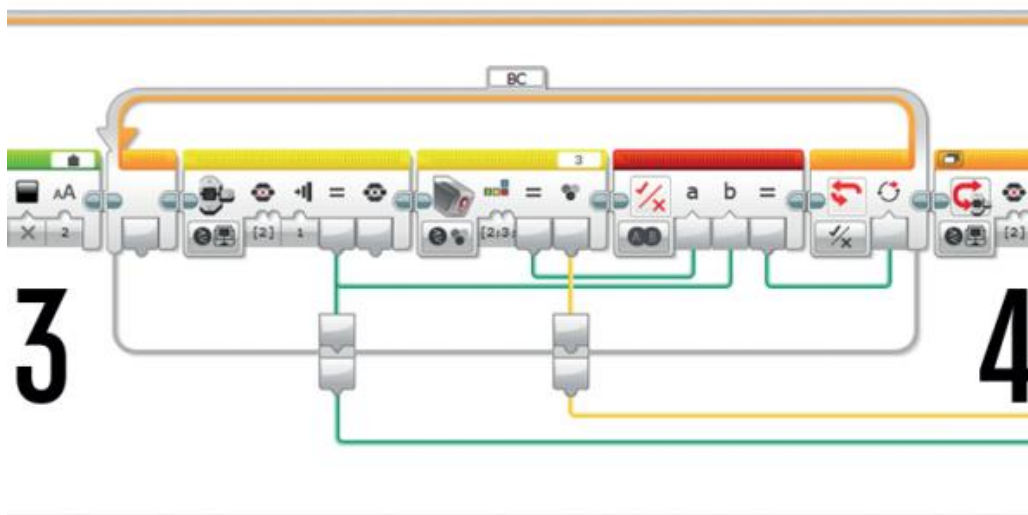
Εικόνα 51: 1ο στιγμιότυπο του αρχικού προγράμματος Colour Sorter

Στη συνέχεια, στο 2ο μέρος του προγράμματος (Εικόνα 52), ξεκινάει η διαδικασία ανάγνωσης των χρωμάτων και αποθήκευσης των τιμών τους στον πίνακα A. Για κάθε χρώμα που σαρώνεται από τον αισθητήρα χρώματος και αποθηκεύεται (η αντίστοιχη αριθμητική τιμή του) στον πίνακα A, εμφανίζεται στην οθόνη της μονάδας ελέγχου το αριθμός του τρέχοντος ευρετηρίου του πίνακα.



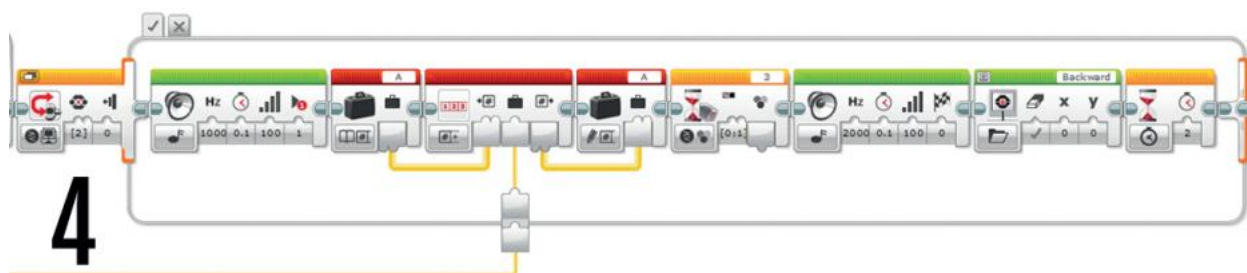
Εικόνα 52: 2ο στιγμιότυπο του αρχικού προγράμματος Colour Sorter

Στο 3ο μέρος του προγράμματος (Εικόνα 53), η επανάληψη BC συμπεριφέρεται σαν ένα διπλό Wait μπλοκ, που ελέγχει ταυτόχρονα τα κουμπιά της μονάδας ελέγχου και τον αισθητήρα χρώματος. Οι δύο αυτές συνθήκες συνδέονται με τη λογική συνθήκη OR και επομένως είτε πατηθεί το μεσαίο κουμπί είτε ο αισθητήρας διαβάσει χρώμα, η επανάληψη θα τερματίσει.



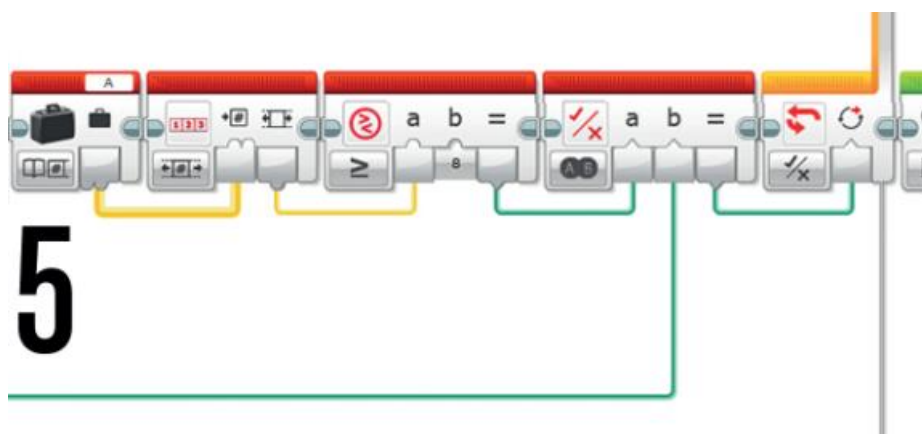
Εικόνα 53: 3ο στιγμιότυπο του αρχικού προγράμματος Colour Sorter

Εάν η επανάληψη BC τερματίσει από τον αισθητήρα χρώματος και όχι από το μεσαίο κουμπί της μονάδας ελέγχου, τότε η δομή επιλογής του 4ου μέρους του προγράμματος (Εικόνα 54) παρακάμπτεται, διαφορετικά ο αριθμός του χρώματος που διαβάστηκε από τον αισθητήρα αποθηκεύεται στον πίνακα A.



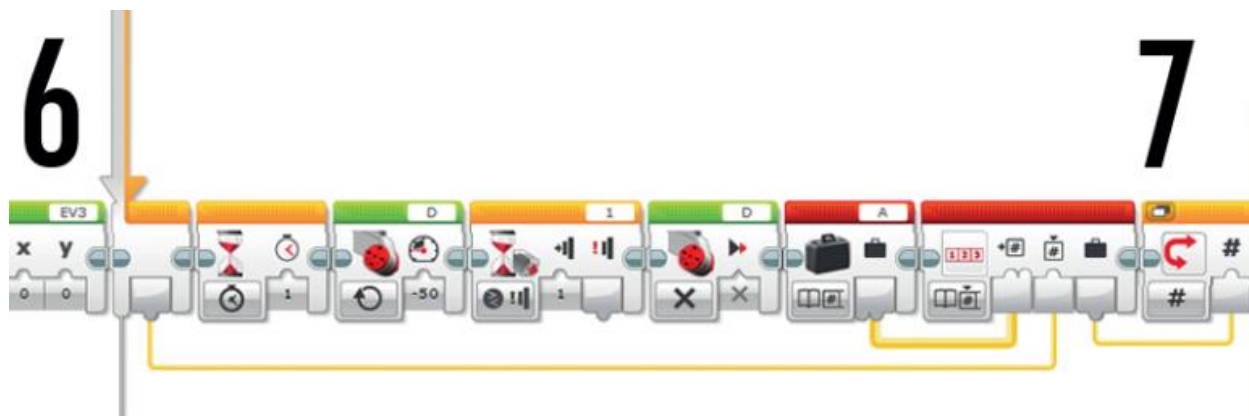
Εικόνα 54: 4ο στιγμιότυπο του αρχικού προγράμματος Colour Sorter

Στο 5ο μέρος του προγράμματος (Εικόνα 55) ελέγχονται με τη λογική πράξη OR οι δύο συνθήκες τερματισμού της επανάληψης BC (μεσαίο κουμπί μονάδας ελέγχου ή πλήθος χρωμάτων μεγαλύτερο ή ίσο των οκτώ).



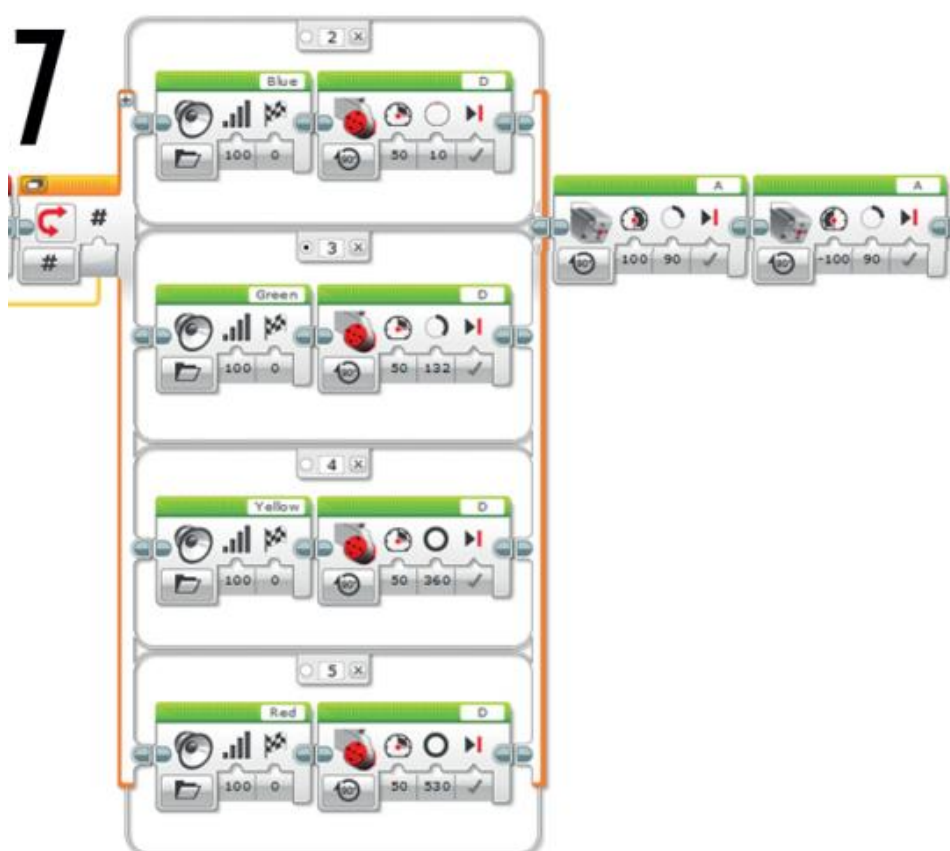
Εικόνα 55: 5ο στιγμιότυπο του αρχικού προγράμματος Colour Sorter

Στο 6ο μέρος του προγράμματος (Εικόνα 56) ξεκινάει η διαδικασία ταξινόμησης των χρωμάτων. Αρχικά ρυθμίζεται ο διάδρομος με τη βοήθεια του αισθητήρα αφής ώστε να ξεκινάει από την αρχή και συνέχεια με data wire η τιμή του επόμενου χρώματος που είναι αποθηκευμένη στον πίνακα A (καθορίζεται από τον αριθμό της επανάληψης), οδηγείται στην επόμενη δομή ελέγχου



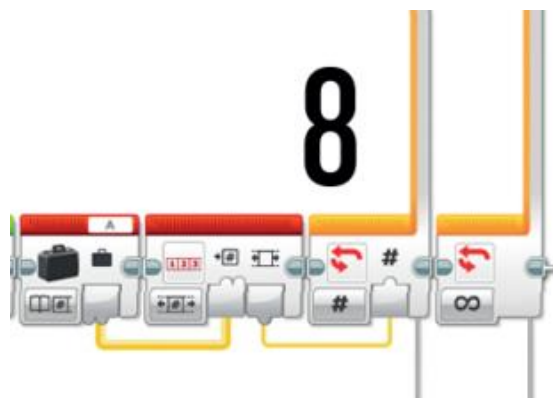
Εικόνα 56: 6ο στιγμιότυπο του αρχικού προγράμματος Colour Sorter

Η δομή επιλογής του 7ου μέρους του προγράμματος οδηγεί τον διάδρομο στο σημείο που αντιστοιχεί στο σωστό χρώμα και απορρίπτει το τουβλάκι.



Εικόνα 57: 7ο στιγμιότυπο του αρχικού προγράμματος Colour Sorter

Το τελευταίο μέρος του προγράμματος καθορίζει το πλήθος των επαναλήψεων ταξινόμησης βάσει του πλήθους των τιμών του πίνακα Α.



Εικόνα 58: 8ο στιγμιότυπο του αρχικού προγράμματος Colour Sorter

3.2.5.1 Προτεινόμενες επεκτάσεις – τροποποιήσεις στο πλαίσιο της πτυχιακής

Βασικό εκπαιδευτικό αντικείμενο του ρομποτικού μοντέλου και του αρχικού προγράμματος είναι η δημιουργία και χρήση πίνακα. Επίσης, στο αρχικό πρόγραμμα χρησιμοποιούνται έξυπνοι τρόποι ταυτόχρονου ελέγχου συνθηκών (λογική πράξη OR κλπ). Όλα τα παραπάνω θα αξιοποιηθούν και στις δραστηριότητες που αναπτύχθηκαν για την εξάσκηση των μαθητών.

Δραστηριότητα Α

A.1 Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα που περιγράφει τις συνδέσεις των αισθητήρων / κινητήρων στο brick

Αισθητήρας / Μοτέρ	Port
Κίνηση δεξιά / αριστερά	
Κίνηση δαγκάνας	
αισθητήρας χρώματος	
αισθητήρας αφής	

A.2 Ποια είναι η λειτουργία του αισθητήρα αφής;

A.3 Να αναπτύξετε τον κώδικα ο οποίος από οποιαδήποτε θέση θα αρχικοποιεί τον βραχίονα μετακινώντας τον αριστερά μέχρι να πατηθεί ο αισθητήρας αφής, οπότε και θα σταματάει.

A.4 Ποια είναι η λειτουργία του αισθητήρα χρώματος;

A.5 Δημιουργήστε ένα καινούργιο block με όνομα `init_arm` το οποίο θα εκτελεί τον κώδικα του βήματος 3.

A.6 Τοποθετήστε μερικά τουβλάκια στον βραχίονα και αναπτύξτε τον κατάλληλο κώδικα, έτσι ώστε η κάθε εκτέλεσή σου να ρίχνει το τουβλάκι που βρίσκεται πρώτο. (Να παρατηρήσετε τον τρόπο που γίνεται η διαδικασία αυτή στον έτοιμο κώδικα.

A.7 Δημιουργήστε ένα καινούργιο block με όνομα `drop_one` το οποίο θα εκτελεί τον κώδικα του βήματος 3.

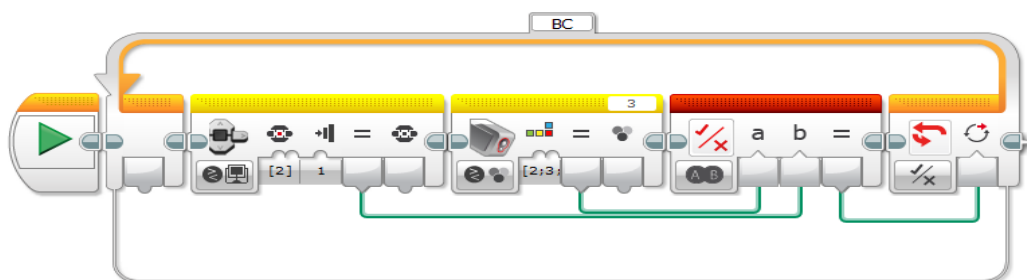
A.8 Με τα blocks που αναπτύξατε στα βήματα 4 και 6 να αναπτύξετε κώδικα ο οποίος θα εκτελεί τα παρακάτω:

- Τοποθετείστε 3 τουβλάκια στον βραχίονα
- Αρχικοποιείστε τον βραχίονα (με το block `init_arm`)

- Με το block `drop_one` ρίξτε από ένα τουβλάκι στο αριστερό, στο κεντρικό και στο δεξί μέρος του μοντέλου
- Πως μπορείτε να επεκτείνετε τον κώδικα έτσι ώστε να εκτελεί το ίδιο για 6 τουβλάκια? Μετά την εκτέλεση του κώδικα θα πρέπει να βρίσκονται από δυο τουβλάκια στο αριστερό, στο κεντρικό και στο δεξί μέρος του μοντέλου

Δραστηριότητα Β

B.1 Να αντιγράψετε την επαναληπτική διαδικασία (Loop) BC σε ένα κενό φύλλο προγράμματος.



B.2 Ποια είναι η λειτουργία του αισθητήρα Brick Button?

B.3 Ποια είναι η λειτουργία του αισθητήρα Color Sensor?

B.4 Ποια είναι η λειτουργία του Logic Operator?

B.5 Πόσες φορές εκτελείται η επαναληπτική διαδικασία?

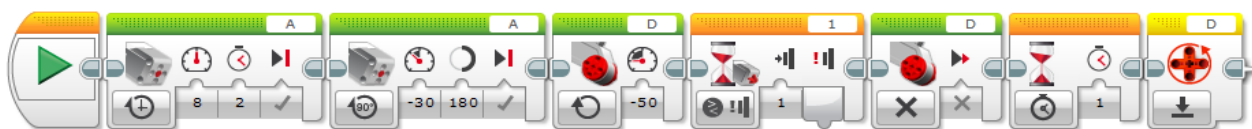
B.6 Να επεκτείνετε την επαναληπτική διαδικασία έτσι ώστε κάθε φορά που περνάει πάνω από τον αισθητήρα χρώματος ένα τουβλάκι, να ακούγεται και ένας ήχος με το όνομα του χρώματος. Όταν ο αισθητήρας έχει την τιμή 0 τότε να ακούγεται ο ήχος ready. Να λάβετε υπόψη σας τα εξής:

- Θα χρειαστεί να εισάγετε ένα switch, το οποίο θα παίρνει την τιμή που έχει ο αισθητήρας χρώματος και ανάλογα θα παίζει και το σχετικό αρχείο ήχου. Το default case του switch θα είναι ο ήχος ready
- Για να μην επαναλαμβάνεται πολύ γρήγορα το loop να εισάγετε ένα wait block έτσι ώστε να υπάρχει μια καθυστέρηση ενός δευτερολέπτου

Δραστηριότητα Γ

Γ.1 Να αντιγράψετε όλο τον κώδικα του Colour Sorter σε ένα νέο project και να το ονομάσετε `my_sort`.

Γ.2 Σε ένα καινούργιο πρόγραμμα να αντιγράψετε τις παρακάτω εντολές και να τις επεκτείνετε έτσι ώστε να εμφανίζεται επιπλέον και ένα χαμογελαστό πρόσωπο στην οθόνη για 5 δευτερόλεπτα



Γ.3 Να κατασκευάσετε ένα νέο block με όνομα `init` και να αντικαταστήσετε τις παραπάνω εντολές με το block `init` (στο συνολικό κώδικα)

3.2.5.2 Ενδεικτικές λύσεις Δραστηριότητα Α

A.1

Αισθητήρας / Μοτέρ	Port
Κίνηση δεξιά / αριστερά	D
Κίνηση δαγκάνας	A
αισθητήρας χρώματος	3
αισθητήρας αφής	1

A.2

Οριοθετεί το σημείο εκκίνησης του διαδρόμου κατά τη διαδικασία της αρχικοποίησης

A.3

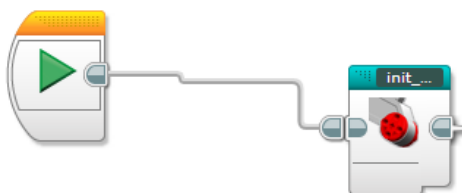


Εικόνα 59: Ενδεικτική λύση της δραστηριότητας A.3

A.4

"Διαβάζει" τα χρώματα από τα τουβλάκια που τοποθετούνται στη δαγκάνα, με την ίδια σειρά τοποθέτησης, έτσι ώστε να ενημερωθεί ο πίνακας A

A.5



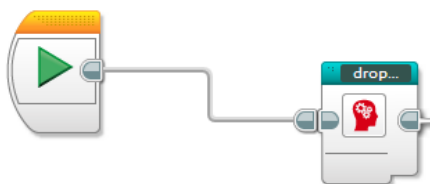
Εικόνα 60: Ενδεικτική λύση της δραστηριότητας A.5

A.6



Εικόνα 61: Ενδεικτική λύση της δραστηριότητας A.6

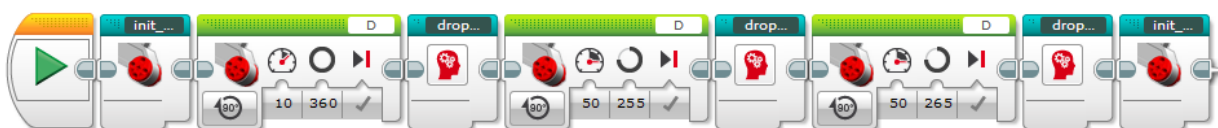
A.7



Εικόνα 62: Ενδεικτική λύση της δραστηριότητας A.7

A.8

Η ενδεικτική λύση βασίζεται στην παρατήρηση (π.χ. με τη χρήση του port view) ότι για να μετακινηθεί η δαγκάνα από την αρχή του διαδρόμου μέχρι το τέλος του, απαιτείται ο μεγάλος κινητήρας να περιστραφεί 530 μοίρες.



Εικόνα 63: Ενδεικτική λύση της δραστηριότητας A.8

Για να εκτελείται η ίδια διαδικασία με 6 τουβλάκια, αρκεί κα καλείται κάθε φορά το MyBlock drop_one δύο φορές ή να κατασκευαστεί για τον σκοπό αυτό ένα νέο MyBlock drop_two.

Δραστηριότητα B

B.2

Εάν πατηθεί το μεσαίο κουμπί της μονάδας ελέγχου, θα τερματίσει η επανάληψη.

B.3

Εάν διαβαστεί κάποιο από τα χρώματα που έχουν επιλεγεί στο προγραμματιστικό μπλοκ Colour Sensor, θα τερματίσει η επανάληψη.

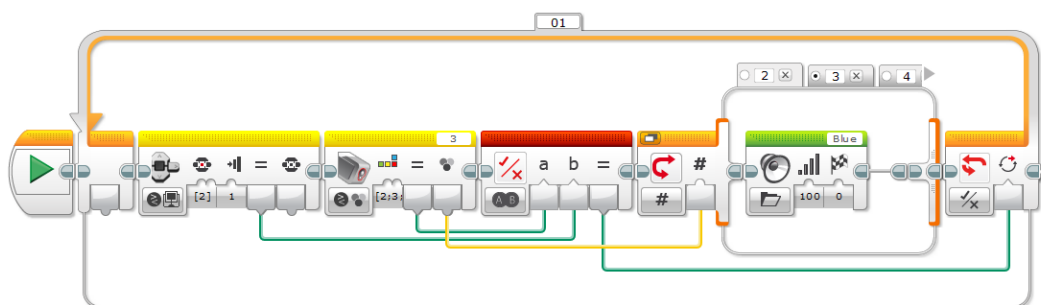
B.4

Μετατρέπει την επανάληψη σε ένα Wait Block που τερματίζει την αναμονή εάν ικανοποιηθεί μία από τις δύο συνθήκες του, δηλαδή είτε ο αισθητήρας χρώματος διαβάσει κάποιο χρώμα είτε πατηθεί το μεσαίο κουμπί της μονάδας ελέγχου.

B.5

Μέχρι ο αισθητήρας χρώματος να διαβάσει κάποιο χρώμα ή μέχρι να πατηθεί το μεσαίο κουμπί της μονάδας ελέγχου

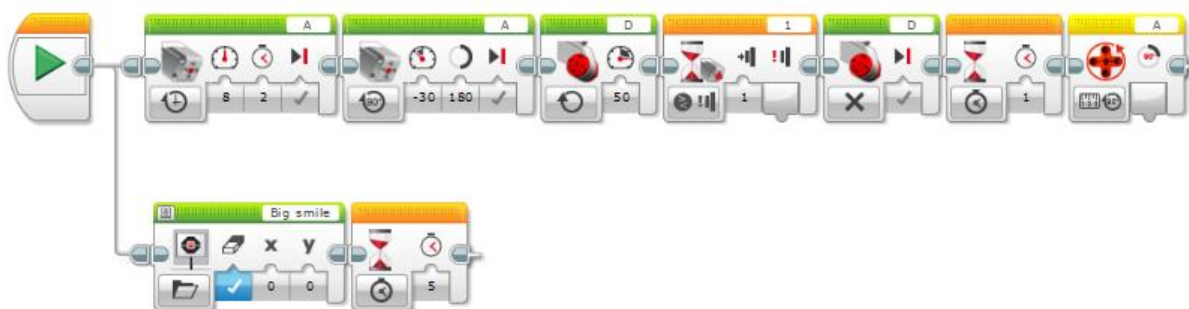
B.6



Εικόνα 64: Ενδεικτική λύση της δραστηριότητας B.6

Δραστηριότητα Γ

Γ.2



Εικόνα 65: Ενδεικτική λύση της δραστηριότητας Γ.2

3.2.5.3 Εκπαιδευτικοί στόχοι

Το ρομποτικό μοντέλο Colour Sorter και ειδικότερα η μελέτη και αξιοποίηση του αρχικού προγράμματος, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κατανόηση λειτουργίας και διαχείρισης πινάκων. Οι πίνακες στον προγραμματισμό αποτελούν μία ξεχωριστή και ιδιαίτερα σημαντική δομή, που διδάσκεται και χρησιμοποιείται σχεδόν σε όλες τις γλώσσες προγραμματισμού, η σε βάθος όμως κατανόηση του συγκεκριμένου αντικειμένου μπορεί να γίνει από μαθητές που έχουν ήδη μελετήσει και χρησιμοποιούν με ευκολία απλές μεταβλητές. Επομένως, το συγκεκριμένο ρομποτικό μοντέλο, εάν αξιοποιηθεί για την εκμάθηση πινάκων, αφορά σε μαθητές Α' έως Γ' Λυκείου.

Οι δραστηριότητες που περιλαμβάνονται στην παρούσα ενότητα, έχουν ως βασικούς εκπαιδευτικούς στόχους την εξάσκηση των μαθητών με την ανάπτυξη των δικών τους προγραμματιστικών μπλοκ για την καλύτερη οργάνωση του προγράμματος, καθώς και για την κατανόηση λειτουργίας και χρήσης των λογικών μπλοκ. Οι παραπάνω δραστηριότητες είναι κατάλληλες για μικρότερους μαθητές Α' έως και Γ' Γυμνασίου.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Κατά την εφαρμογή της προτεινόμενης εκπαιδευτικής διαδικασίας σε μαθητές Α' Λυκείου στον όμιλο εκπαιδευτικής ρομποτικής του πρότυπου ΓΕΛ Βαρβακείου Σχολής, εξήχθησαν πολύτιμα συμπεράσματα, που αφορούν τόσο στα θετικά αποτελέσματα που διαπιστώθηκαν μετά την ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων από τους μαθητές, όσο και σε προβλήματα που αντιμετωπίστηκαν από τον εκπαιδευτή και τους μαθητές. Στα αποτελέσματα της διαδικασίας θα μπορούσαν επιγραμματικά να αναφερθούν τα εξής:

- ο Η κατασκευή σύνθετων ρομποτικών μοντέλων, διατηρεί το ενδιαφέρον των μαθητών και πυροδοτεί φυσικές δεξιότητες των παιδιών αυτής της ηλικίας, όπως η περιέργεια και η διερεύνηση.
- ο Το γεγονός ότι το ρομποτικό μοντέλο είναι εκ των προτέρων γνωστό, καλλιεργεί στους μαθητές την πολύτιμη για την ηλικία αυτή δεξιότητα προσήλωσης σε έναν συγκεκριμένο στόχο, μέσα από μία χρονοβόρα αλλά δημιουργική διαδικασία σύνθεσης της κατασκευής.
- ο Η ολοκλήρωση της διαδικασίας σύνθεσης ενός δύσκολου ρομποτικού μοντέλου και η λειτουργία του μέσα από το πρόγραμμα που το συνοδεύει, διασφαλίζει την ικανοποίηση - ανταμοιβή που θα αισθανθούν οι μαθητές με την επίτευξη του στόχου τους.
- ο Η προηγούμενη μελέτη του ρομποτικού μοντέλου και του σχετικού πρότυπου προγράμματος, παρέχει στον εκπαιδευτή τη δυνατότητα να διαμορφώσει ένα πιο ολοκληρωμένο μάθημα, διασφαλίζοντας ότι το υλικό που θα προετοιμάσει μπορεί να υποστηρίξει όλους τους μαθητές.
- ο Τα προτεινόμενα ρομποτικά μοντέλα συνήθως υποστηρίζουν πολλές διαφορετικές λειτουργίες, που δίνουν χώρο για την ανάπτυξη ικανού πλήθους δραστηριοτήτων, διαβαθμισμένης δυσκολίας, έτσι ώστε να μπορούν να υποστηριχθούν μαθητές με διαφορετικές δυνατότητες και εμπειρίες.
- ο Η από κοινού προσπάθεια των μαθητών για την ολοκλήρωση των ρομποτικών μοντέλων, καλλιεργεί το πνεύμα ομαδικότητας και συνεργασίας εντός των ομάδων, προκειμένου να ολοκληρωθεί η κατασκευή και να αντιμετωπιστούν τα όποια προβλήματα αναγκαστικά προκύπτουν κατά τη διαδικασία κατασκευής.
- ο Οι μαθητές που ασχολήθηκαν πρώτη φορά με το αντικείμενο της εκπαιδευτικής ρομποτικής στον όμιλο, επέδειξαν ιδιαίτερο προθυμία και προσήλωση, κάνοντας πολλές ερωτήσεις και προσπαθώντας με επιμονή να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις των δραστηριοτήτων.
- ο Τα αγόρια που παρακολούθησαν τον όμιλο υπερερούσαν σε αριθμό σε σχέση με τα κορίτσια, κάτι που με μια πρώτη ματιά υποδεικνύει και περιορισμένο ενδιαφέρον από τα κορίτσια προς τους επιστημονικούς χώρους που κινείται η εκπαιδευτική ρομποτική. Πιο συγκεκριμένα: το όμιλο παρακολούθησαν 13 αγόρια και 6 κορίτσια.
- ο Οι μαθητές ήταν χωρισμένοι σε 6 ομάδες, 4 ομάδες που αποτελούνταν από αγόρια και 2 ομάδες από κορίτσια. Όλες οι ομάδες κατάφεραν να υλοποιήσουν όλες τις δραστηριότητες που του αναθέτονταν, κάποιες με περισσότερη βοήθεια από έμένα και κάποιες με λιγότερη.
- ο Και από τις 6 ομάδες, αυτές που έδειξαν μεγαλύτερη επιμέλεια, πειθαρχία, υπομονή και μεθοδικότητα ήταν μία ομάδα των κοριτσιών και μία των αγοριών. Είναι και αυτές που κατάφεραν να ολοκληρώσουν τις δραστηριότητες με την λιγότερη βοήθεια από έμένα.

Όπως και σε κάθε εκπαιδευτική διαδικασία, έτσι και με αυτήν αντιμετωπίστηκαν προβλήματα, τα σημαντικότερα εκ των οποίων είναι τα εξής:

- Η σύνθεση ρομποτικών μοντέλων με συγκεκριμένες οδηγίες δεν καλλιεργεί τη δημιουργικότητα των μαθητών, καθώς η διαδικασία της κατασκευής βήμα προς βήμα περιορίζει τις όποιες κατασκευαστικές πρωτοβουλίες μπορεί να πάρει ο μαθητής.
- Η ανάπτυξη δραστηριοτήτων βασιζόμενη σε συγκεκριμένα ρομποτικά μοντέλα, προκαλεί δυσκολίες στην μακροπρόθεσμη οργάνωση του εκπαιδευτικού προγράμματος (π.χ. σε ετήσια βάση), καθώς οι επιδιωκόμενοι εκπαιδευτικοί στόχοι αναγκαστικά περιορίζονται από τις δυνατότητες και λειτουργίες του εκάστοτε προς ανάπτυξη μοντέλου.
- Τα συνήθως σύνθετα προγράμματα που συνοδεύουν τα ρομποτικά μοντέλα δεν γίνονται πάντα κατανοητά από τους μαθητές, ειδικότερα τους πιο άπειρους στο προγραμματιστικό περιβάλλον των Mindstorms.

Ανεξάρτητα από τα αποτελέσματα που επιγραμματικά αναφέρονται παραπάνω, ο ενθουσιασμός των μαθητών, η προσήλωσή τους στην επίτευξη του στόχου τους και το έμφυτο πείσμα τους να ολοκληρώσουν την κατασκευή τους, είναι το συμπέρασμα που επισκίασε τα όποια προβλήματα διαπιστώθηκαν κατά τη συμμετοχή μου στον σύλλογο.

ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ – ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΑ – ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ

STEM	Science Technology Engineering and Mathematics
STEAM	Science Technology Engineering Art and Mathematics
WRO	World Robotics Olympiad
FLL	First Lego League
S4A	Scratch for Arduino
LED	Light Emitting Diode

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] «WRO,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.wroboto.org/>. [Πρόσβαση 23 4 2017].
- [2] FLL, [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.firstlegoleague.org/>. [Πρόσβαση 23 4 2017].
- [3] Γ. Ν. Αντώνιος Τζες, «Διδασκαλία της Ρομποτικής Επιστήμης στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση "Εμπειρίες από άλλα εκπαιδευτικά συστήματα και προσαρμογή στην Ελληνική πραγματικότητα"».
- [4] LEGO, «EV3 Space Challenge Missions,» 2015. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://education.lego.com/en-gb/secondary/explore/c/ev3-space-challenge-missions>. [Πρόσβαση 4 5 2017].
- [5] NASA, «Curiosity,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://mars.nasa.gov/msl/>. [Πρόσβαση 7 5 2017].
- [6] «LEGO EDUCATION,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://education.lego.com/en-us/products/lego-mindstorms-education-ev3-core-set-/5003400>. [Πρόσβαση 20 5 2017].
- [7] LEGO, «Design Engineering Projects,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://education.lego.com/en-us/middle-school/explore/c/ev3-design-engineering>. [Πρόσβαση 24 2 2017].
- [8] LEGO, «Stairclimber Description,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://le-www-live-s.legocdn.com/sc/media/files/ev3-program-descriptions/ev3-program-description-stairclimber> [Πρόσβαση 16 Φεβρουάριος 2017].
- [9] ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ, «Ρομπότ,» 2017. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://el.wikipedia.org/wiki/Ρομπότ>. [Πρόσβαση 23 4 2017].
- [10] Μ. Μόσχου, «Στους δρόμους των Τρικάλων 60 αυτοκίνητα χωρίς οδηγό,» *ΗΜΕΡΗΣΙΑ*, 25 3 2016.
- [11] H. I. Papert S., "Constructionism: research reports and essays 1985 - 1990 by the Epistemology and Learning Research Group", NJ: Massachusetts Institute of Technology, 1991.
- [12] R. Murphy, "Competing for a robotics education", τόμ. 8, IEEE, 2001.
- [13] A. S. Klassner F., *LEGO Mind Storms: Not just for K–12 anymore*, IEEE, 2003.
- [14] P. J., *To understand is to invent*, New York: Basic Books, 1974.
- [15] J. D. H., *Computers as mind tools for schools: Engaging critical thinking*, New Jersey: Prentice-Hall, 2000.
- [16] J. H. R. M. J. S. R. W. Flot, *Using Model Eliciting Activities to Engage Students in Computational Thinking Practices Presented at the High Impact Technology Exchange Conference*, Pittsburgh: Carnegie Mellon University, 2016.
- [17] J. C. Emily Hamner, *Arts & Bots: Techniques for distributing a STEAM*, Princeton, NJ: IEEE Integrated STEM Education Conference, 2013.

- [18] H. J. A. Druin A., *"Robots for kids: exploring new technologies for learning"*, 2000.
- [19] C. J. Carbonaro M., *"Using LEGO Robotics in a Project Based Learning Environment"*, τόμ. 6, 2008.
- [20] R. I. o. America, *Robot Definition*, 1979.