



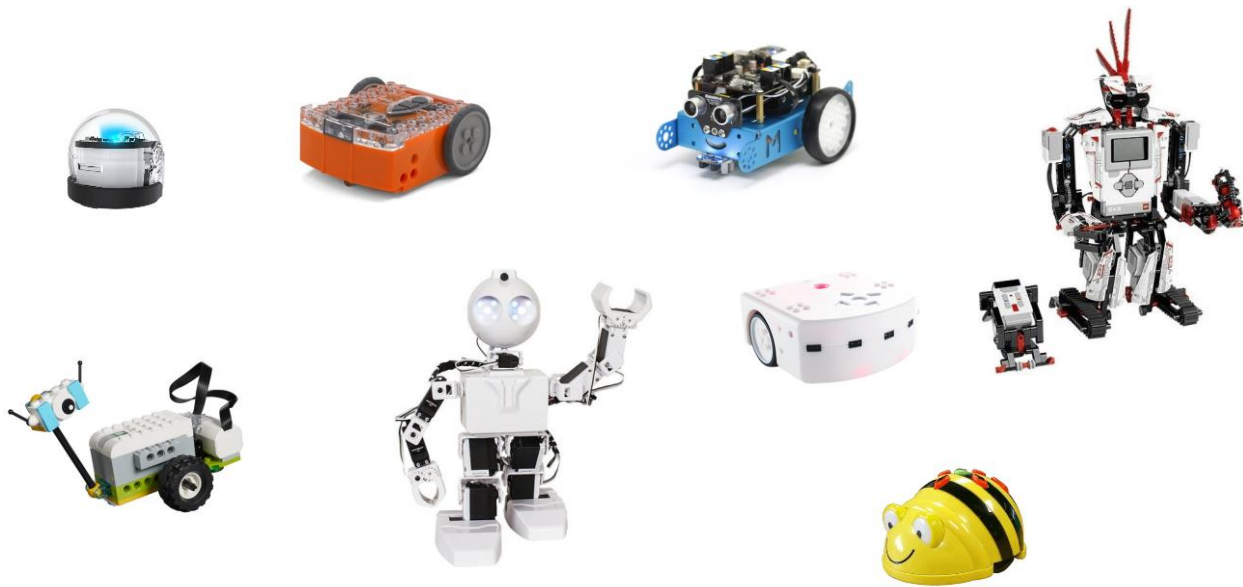
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΘΕΜΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

"ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΛΑΤΦΟΡΜΩΝ ΓΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ"



ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΗ:

ΤΣΟΜΠΙΑΝΟΓΛΟΥ ΟΡΕΣΤΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΧΑΤΖΟΠΟΥΛΟΣ ΑΒΡΑΑΜ

ΑΙΓΑΛΕΩ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2020

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Τσομπάνογλου Ορέστης , του Χαρίτων, φοιτητής του Τμήματος ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

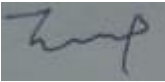
«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε, ο οποίος φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα, σε περίπτωση που το Ίδρυμα του έχει απονείμει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφασή της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση Π.Ε με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού βμήνου από την ημερομηνία ανάθεσής της.

Ο Δηλών

Ημερομηνία 20/8/2020



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή έχει σαν σκοπό να αξιολογήσει τις οκτώ (8) από πιο δημοφιλείς πλατφόρμες ρομποτικής STEM. Στην αγορά υπάρχουν πολλές εκπαιδευτικές πλατφόρμες οι οποίες έχουν σαν κύριο στόχο να εντάξουν παιδιά προσχολικής και σχολικής ηλικίας (3+) στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, στον χώρο της ρομποτικής και του προγραμματισμού. Οι συγκεκριμένες πλατφόρμες μπορεί να έχουν φαινομενικά διαφορετικά χαρακτηριστικά και δυνατότητες, όμως κινούνται γύρω από κάποιους κοινούς άξονες. Αυτό δεν σημαίνει ότι όλες οι πλατφόρμες ρομποτικής είναι ίδιες ή ότι δεν έχουν να προσφέρουν κάτι μοναδικό. Οι ιδιαιτερότητες και οι δυνατότητες που κάνουν την μία πλατφόρμα ξεχωριστή από την άλλη, δεν είναι τόσο εύκολο να γίνουν κατανοητές από κάποιον που δεν έχει εμπειρία στον συγκεκριμένο τομέα, αφού τα περισσότερα από τα μοναδικά χαρακτηριστικά που έχουν να προσφέρουν στον χρήστη περιγράφονται με ορολογίες που μπορεί να μην είναι ευρέως γνωστές. Αυτός είναι και ο λόγος που πολλοί γονείς ή εκπαιδευτικοί μπορεί να δυσκολευτούν στην εύρεση της κατάλληλης πλατφόρμας η οποία να ανταποκρίνεται στις προσδοκίες και τους στόχους τους. Οι πλατφόρμες ρομποτικής οι οποίες θα δούμε παρακάτω, διακυμαίνονται με βάση την τιμή τους, από οικονομική σε πιο ακριβή. Η τιμή είναι ένας σημαντικός παράγοντας για το πόσο μεγάλη ‘επένδυση’ θέλει να κάνει κάποιος, καθώς υπάρχει η πιθανότητα ο τομέας της ρομποτικής ή του προγραμματισμού να μην κεντρίσει το ενδιαφέρον ενός μικρού παιδιού. Επιπλέον, ερευνάται ξεχωριστά η κάθε πλατφόρμα, αναλύεται σε βάθος και αφού βγουν συμπεράσματα για τα θετικά και τα αρνητικά της κάθε μίας, βαθμολογείται. Αξίζει να σημειωθεί όμως, ότι οι βαθμολογίες έχουν σαν στόχο να βοηθήσουν τον χρήστη να κατανοήσει το βαθμό στον οποίο καταφέρνει η κάθε πλατφόρμα να καλύψει τα βασικά κριτήρια με τα οποία αξιολογούνται. Αυτό σημαίνει ότι μια πλατφόρμα η οποία προσφέρει πολλές δυνατότητες αλλά είναι ακριβή παρά την υψηλή της βαθμολογία, μπορεί να μην απευθύνεται σε κάποιον χρήστη που θέλει να πειραματιστεί σε απλές εφαρμογές και δεν ενδιαφέρεται για πιο περιπλοκές.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Εκπαιδευτική Ρομποτική, Εκπαιδευτική πλατφόρμα Ρομποτικής , Ρομπότ, STEM

ABSTRACT

This dissertation aims to evaluate eight (8) of the most popular STEM robotics platforms. There are many educational platforms on the market which have as their main goal to integrate preschool and school children (3+) in primary education, in the field of robotics and programming. These platforms may have seemingly different characteristics and capabilities, but they move around some common axes. This does not mean that all robotics platforms are the same or that they do not have to offer something unique. The peculiarities and capabilities that make one platform stand out from the other are not so easy to understand by someone who has no experience in this field, as most of the unique features they have to offer the user are described in terms that can be are not widely known. This is why many parents or educators may find it difficult to find the right platform to meet their expectations or goals. The robotics platforms that we will see below, vary based on their price, from economical to more expensive. Price is an important factor in how much investment one wants to make, as there is a possibility that the field of robotics or programming will not pique the interest of a young child. In addition, each platform is researched separately, analyzed in depth and after drawing conclusions about the pros and cons of each, it is scored. It is worth noting, however, that the ratings are intended to help the user understand the degree to which each platform manages to meet the basic criteria by which they are evaluated. This means that a platform that offers many features but is expensive, although it may have a high score, may not be aimed at a user who wants to experiment with simple applications and is not interested in more complex ones.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	iii
ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ	iii
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	v
ΕΙΣΑΓΩΓΗ (σκοπός, ερευνητικοί στόχοι).....	1
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	2
ΠΛΑΤΦΟΡΜΕΣ	13
Edison Robot V2	13
Bee-bot	18
Makeblock mBot	23
Evo Educator Entry Kit – OzoBot.....	28
ΤΗΥΜΙΟ II.....	32
Lego WeDo 2.0	42
Lego Mindstorms EV3	48
EZ-Robot JD Humanoid Robot.....	57
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	66
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	69
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	70

ΑΠΟΔΟΣΗ ΟΡΩΝ

Site	Ιστοσελίδα
hardware	μηχανήματα υπολογιστών
software	λογισμικό
Block Programming	Προγραμματισμός με μπλοκ
C	Γλώσσα Προγραμματισμού
Python	Γλώσσα Προγραμματισμού
Project	Εργασία
Online	Συνδεδεμένος στο Διαδίκτυο
Manipulators	

ΕΙΣΑΓΩΓΗ (σκοπός, ερευνητικοί στόχοι)

Ο σκοπός αυτής της πτυχιακής είναι να αξιολογηθούν οκτώ (8) διαφορετικές εκπαιδευτικές πλατφόρμες ρομποτικής ως προς τη χρήση τους στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση και σε παιδιά τριών ετών και άνω (3+). Αυτές οι πλατφόρμες μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε σε περιβάλλον τάξης με την βοήθεια των εκπαιδευτικών, είτε στο σπίτι με την βοήθεια των γονέων. Ο κύριος στόχος αυτών των πλατφορμών είναι να εντάξουν τα παιδιά από μικρές ηλικίες στον χώρο της ρομποτικής και του προγραμματισμού και να τους δώσουν την δυνατότητα να επεκτείνουν τις ικανότητες τους αν και εφόσον αυτά το επιθυμούν. Αυτό το καταφέρνουν έχοντας τρία (3) στάδια τα οποία βοηθούν τον χρήστη να εξοικειωθεί από το πιο απλό πριν προχωρήσει στο πιο περίπλοκο.

Το πρώτο στάδιο: Οι περισσότερες εκπαιδευτικές πλατφόρμες έχουν από τον κατασκευαστή τους κάποιες βασικές λειτουργίες/ρουτίνες με τις οποίες μπορούν οι χρήστες να ξεκινήσουν να εξοικειώνονται κατευθείαν, χωρίς να είναι απαραίτητη τις περισσότερες φορές η σύνδεση τους στον υπολογιστή.

Το δεύτερο στάδιο: Το επόμενο στάδιο είναι να ξεκινήσει ο χρήστης τα πρώτα του βήματα στον προγραμματισμό και στην λογική της ρομποτικής με την βοήθεια της γλώσσας προγραμματισμού



Block Programming (το οποίο θα αναλυθεί σε βάθος παρακάτω), η οποία έχει έτοιμες ρουτίνες σε μορφή κύβων που συνδέει ο χρήστης μεταξύ τους για να δημιουργήσει λογικές προτάσεις.

Το τρίτο στάδιο: Στο τρίτο και τελευταίο στάδιο ξεκινάμε να αναλύουμε πιο συμβατικές γλώσσες προγραμματισμού, όπως η C ή Python, οι οποίες χρησιμοποιούνται στο προγραμματισμό ακόμα και σε εργασιακό επίπεδο. Από εδώ και πέρα, το κατά πόσο μπορούν να εξελιχθούν οι ικανότητες και η γνώση του ατόμου πάνω σε αυτές τις γλώσσες, εξαρτάται από την ποικιλία και τον βαθμό περιπλοκότητας των εφαρμογών που μας επιτρέπει η εκάστοτε πλατφόρμα. Αυτό σημαίνει, ότι όσο πιο περίπλοκες θέλει ο χρήστης να είναι οι διαδικασίες/ρουτίνες που θα ακολουθεί το ρομπότ του, τόσο πιο εξειδικευμένα θα πρέπει να είναι ο κώδικας (Software) και το υλικό (Hardware) της πλατφόρμας που χρησιμοποιεί.

Τέλος, θα δούμε ξεχωριστά την κάθε εκπαιδευτική πλατφόρμα, η οποία θα αξιολογηθεί ανάλογα με το τι προσφέρει, την τιμή της και το πόσο μπορεί να βοηθήσει τον χρήστη στο να εξελίξει τις δεξιότητες του. Έπειτα, θα χρησιμοποιηθούν κάποια κριτήρια, τα οποία θα δούμε παρακάτω αναλυτικά.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

Εκπαιδευτική Ρομποτική

Ο όρος εκπαιδευτική ρομποτική είναι ένας ευρύς όρος, ο οποίος αναφέρεται σε ένα σύνολο από δραστηριότητες, εκπαιδευτικές πλατφόρμες, εκπαιδευτικούς πόρους, εκπαιδευτικά προγράμματα και παιδαγωγικές θεωρίες μάθησης. Όσο αναφορά την προσέγγιση του εκπαιδευτικού STEM, αυτός είναι ο πιο ολοκληρωμένος τρόπος προσέγγισης, εντός και εκτός του σχολείου [1]. Η εκπαιδευτική ρομποτική εμπλέκει ενεργά τους μαθητές στην μαθησιακή διαδικασία. Πρωτοεμφανίστηκε το 1960, όταν ο Seymour Papert ξεκίνησε την δημιουργία και ανάπτυξη νέων τεχνολογιών για παιδιά και στη συνέχεια την σκυτάλη πήρε ο Mitchel Resnick ο οποίος από το 1980 συμμετέχει στην σύνδεση μεταξύ μάθησης, υπολογιστών και παιχνιδιού. Μέσω αυτών, η εκπαιδευτική ρομποτική μπορεί να γίνει ένα βασικό εργαλείο στον σχεδιασμό δραστηριοτήτων STEM, δίνοντας κίνητρο στους μαθητές να εμπλακούν με την επιστήμη του STEM. Η ρομποτική είναι ένα interdisciplinary topic το οποίο εμπειρεύει τμήματα από ηλεκτρονική, ηλεκτρολογία μηχανική υπολογιστών, μηχανική, και θεωρία ελέγχου. Έτσι προσφέρει στους μαθητές την ευκαιρία να εκτεθούν σε αυτά τα επιστημονικά πεδία και είναι ένα χρήσιμο εργαλείο στην εκμάθηση φυσικής, τεχνολογιών, μαθηματικών και προγραμματισμού [2] [3]. Η ρομποτική μπορεί να χρησιμοποιηθεί με δύο τρόπους:

- Σαν αντικείμενο διδασκαλίας.
- Σαν βοήθημα διδασκαλίας.

Σαν αντικείμενο διδασκαλίας, η ρομποτική μπορεί να θεωρηθεί από μόνη της το κυρίως θέμα. Ενώ σαν βοήθημα διδασκαλίας, μπορεί να διδάξει και να μάθει στους μαθητές άλλα αντικείμενα, όπως μαθηματικά και φυσική [2] [4]. Τα Ρομπότ *«τα αντικείμενα της φυσικής μελέτης της ρομποτικής είναι ένα εξαιρετικό μέσο για τους μαθητές να επιδείξουν βασικά προβλήματα μηχανικής, καθώς τους βοηθούν να αναπτύξουν δεξιότητες όπως την επίλυση προβλημάτων, το σχεδιασμό, την ομαδική εργασία και τη δημιουργικότητα»* [3].

Σύμφωνα με τους Alimisis & Bailakhs [5], [6] υπάρχουν τρεις διαφορετικές προσεγγίσεις στην εκπαιδευτική ρομποτική:

- Προσέγγιση με βάση το θέμα, όπου η διδακτέα ύλη είναι οργανωμένη γύρω από ένα συγκεκριμένο θέμα μάθησης.
- Προσέγγιση με βάση ένα ερευνητικό σχέδιο (project), στο οποίο οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες και εξερευνούν πραγματικά προβλήματα.
- Προσέγγιση με βάση το Στόχο, όπου οι ομάδες των μαθητών ολοκληρώνουν προκλήσεις σε Διαγωνισμούς Ρομποτικής, όπως η Παγκόσμια Ολυμπιάδα Ρομποτικής. (www.wroassociation.org).

Στο ίδιο πνεύμα, οι Miller & Nourbakhsh [7] διατυπώνουν τρεις διαφορετικούς ρόλους για την εκπαιδευτική ρομποτική:

- Τα ρομπότ ως προγραμματιστικό project, όπου οι μαθητές πρέπει να υλοποιήσουν ένα πρόγραμμα για το ρομπότ.
- Τα ρομπότ ως εστίαση στη μάθηση, όπου άλλα επιστημονικά πεδία (π.χ. Μηχαντρονική) έχουν σαν στόχο, να δημιουργήσουν και να χρησιμοποιήσουν ρομπότ.
- Τα ρομπότ ως συνεργάτη εκμάθησης, με το ρομπότ να έχει τον ρόλο του βοηθού προς τους μαθητές.

Υπάρχουν πολλά πλεονεκτήματα στην εκπαιδευτική ρομποτική, με βάση άρθρα, έρευνες και μελέτες που έχουν γίνει πάνω σε αυτό το αντικείμενο [5] [7] [8] [9] [1] [10]:

1. Βελτίωση της συγκέντρωσης [10] και τη συνολική διαδικασία εκμάθησης σε όλα τα επίπεδα εκπαίδευσης, ακόμη και σε μαθητές έχουν συγκεκριμένες δυσκολίες σε αυτή [1] [8].
2. Αύξηση στα κίνητρα μάθησης [8] [11], δημιουργεί το περιβάλλον στο οποίο οι μαθητές μπορούν να κοινοποιηθούν και να κτίσουν κλίμα συνεργασίας [12].
3. Προσφέρει έκθεση σε μεγάλο εύρος θεμάτων όπως η μηχανολογία, μηχανολογία υπολογιστών και ηλεκτρολογία. Είναι επίσης χρήσιμος βοηθός στην εκμάθηση μαθηματικών, φυσικής και προγραμματισμού [3] [13].
4. Διατηρεί την προσοχή και περιέργεια των μαθητών [12], αφού οι δραστηριότητες στην ρομποτική μπορούν να είναι διασκεδαστικές και ελκυστικές. Επιπροσθέτως, μπορεί να κεντρίσει το ενδιαφέρον των μαθητών και να τους παρακινήσει να ασχοληθούν στο μέλλον με STEM [10] [14].
5. Αναπτύσσει γνωστικές και κοινωνικές δεξιότητες όπως η ομαδικότητα, η δημιουργικότητα, ο σχεδιασμός ρομπότ και η ικανότητα επίλυσης προβλημάτων [10].
6. Προσελκύει μαθητές στο τομέα των τεχνολογικών και επιστημονικών σπουδών και αναπτύσσει την απόδοσή τους σε ακαδημαϊκό επίπεδο σε διάφορα πεδία [15] αφού η αλληλεπίδραση με τα ρομπότ χρειάζεται γνώσεις σε πολλά διαφορετικά τεχνικά πεδία [13].
7. Η αλληλεπίδραση μεταξύ ρομπότ και ανθρώπου προάγει την σύνδεση μεταξύ εκπαίδευση, επιστημονικής τεχνολογίας και στις κλασικές μελέτες (humanities) [16].
8. Ενθαρρύνει τους μαθητές να βελτιώσουν τις γνώσεις τους στα Αγγλικά και να προωθήσουν τα ενδιαφέροντά τους [8].

Εκπαιδευτική πλατφόρμα για ρομποτική

Το πρώτο βήμα προς την Εκπαιδευτική Ρομποτική και τοSTEM είναι γίνει η επιλογή και χρήση μιας ρομποτικής πλατφόρμας. Βασισμένοι στον Arvin et al. [17] οι εκπαιδευτικές πλατφόρμες ρομποτικής μπορούν να χωριστούν σε τρεις κατηγορίες:

1. Manipulators (χρησιμοποιούνται σε εργοστασιακή ρομποτική).
2. Ρομπότ με πόδια.
3. Ρομπότ με τροχούς.

Οι Karim, Lemaignan, & Mondada [18] τις κατηγοριοποιούν με βάση τον σχεδιασμό τους και τον βαθμό περιπλοκότητας τους:

1. Περιπλοκές κατασκευές βασισμένες στα τουβλάκια Lego.
2. Ρομποτικά πακέτα για μικρά ρομποτικά.
3. Ρομποτικά πακέτα Manipulators.
4. Ρομπότ που είναι open-source.
5. Έτοιμα , κατασκευασμένα ρομποτικά πακέτα.
6. Σμήνος από ρομπότ 'μνιατούρες'.

Στην αγορά υπάρχουν πολλές ρομποτικές πλατφόρμες, STEM οι οποίες προσφέρουν έτοιμες για χρήση λειτουργίες από τον κατασκευαστή τους. [10] [19] [20] [21] Αυτές συνήθως περιέχουν:

- Ο μικροεπεξεργαστής που ελέγχει την μονάδα, ο οποίος είναι ο εγκέφαλος του συστήματος.
- Τα αισθητήρια τα οποία διαθέτει για τον εντοπισμό αλλαγών στο περιβάλλον (θερμοκρασία, υγρασία, κτλ.).
- Ενεργοποιητές που μετατρέπουν την ενέργεια σε κίνηση, ήχο, φως, κτλ.
- Τα μέλη της κατασκευής: Γρανάζια, καλώδια, μπαταρίες και όλα τα μηχανικά μέρη του ρομπότ.
- Το λογισμικό με το οποίο προγραμματίζεται και ελέγχεται το ρομπότ.
- Επιπρόσθετο εκπαιδευτικό υλικό.

Εκπαιδευτική πλατφόρμα STEM

Ο όρος STEM εμφανίζεται συχνά όταν γίνεται μια αναφορά σε εκπαιδευτικές πλατφόρμες ρομποτικής. Ο λόγος αυτής της συσχέτισης γίνεται κατανοητός από το ακρωνύμιο του, όπου που σημαίνει: Science, Technology, Engineering, Mathematics ή αλλιώς Επιστήμη, Τεχνολογία, Μηχανική, Μαθηματικά [22]. Η χρήση αυτών των όρων σημαίνει ότι ο σκοπός μιας πλατφόρμας STEM είναι να διδάξει και να εντάξει τον χρήστη στα πεδία αυτά, αν και χρησιμοποιείται κάποιες φορές και για εφαρμογές, πλατφόρμες ή προγράμματα που αναφέρονται σε τουλάχιστον μια πτυχή του STEM [23]. Περιλαμβάνονται ακόμη, μερικοί ορισμοί του STEM από τους, Ioannou M & Bratitsis T [24] οι οποίοι καθορίζουν ως ολοκληρωμένη προσέγγιση, τα προγράμματα εκμάθησης, τη διδασκαλία, το περιεχόμενο και τις ικανότητες να αντιμετωπίζονται σαν ένα πεδίο και όχι το καθένα ξεχωριστά. Αντίθετα οι Vasquez, Sneider and Comer [25] υποστηρίζουν ότι το STEM είναι ένας τρόπος με τον οποίο οργανώνονται και μεταφέρονται οι πληροφορίες και δεν είναι πρόγραμμα εκμάθησης από μόνο του. Γι' αυτό, το να ενσωματώνονται παράγωγα του STEM προσφέρει πολλά οφέλη στην εκπαίδευση στον κλάδο των επιστημών και των μαθηματικών [26] [27]. Οι περισσότεροι ερευνητές συμφωνούν, παρόλα αυτά, ότι το STEM προσφέρει ένα περιβάλλον μέσα από το οποίο οι μαθητές μπορούν να μάθουν μέσω της ανακάλυψης, εξερεύνησης και εφευρετικότητας τους με στόχο να λύσουν πραγματικά προβλήματα και καταστάσεις. Το STEM είναι ένα συλλογικό περιβάλλον με σκοπό να κεντρίσει το ενδιαφέρον των μαθητών, ώστε να μάθουν να αντιμετωπίζουν μεγάλες προκλήσεις μέσω της ανακάλυψης, εξερεύνησης και εφευρετικότητας τους με στόχο να λύσουν πραγματικά προβλήματα και καταστάσεις. Οι μαθητές μέσω του STEM [24] [28]:

- Ενθαρρύνονται να δημιουργήσουν και να εκφράσουν τις ιδέες τους.
- Παρακινεί την περιέργεια.
- Ενθαρρύνει τους μαθητές να σκέπτονται με διαφορετικούς τρόπους.
- Δημιουργεί την αίσθηση ότι ανήκει σε μια ομάδα.
- Συνηθίζει να μαθαίνει με και από άλλους.
- Η ανάπτυξη νέων δεξιοτήτων και μόρφωση στο τεχνολογικό πεδίο.
- Να γίνουν ικανοί να λύνουν προβλήματα, να σκέπτονται ορθά, να μην είναι ανασφαλείς και να καινοτομούν [29].

Ο M. Tucker [30] θεωρεί ότι ολόκληρο το εκπαιδευτικό σύστημα παρουσιάζει προβλήματα και γι' αυτό το STEM, όπως και άλλες νέες εκπαιδευτικές μέθοδοι δεν θα αποφέρουν τα επιθυμητά αποτελέσματα. Το Institution of Engineering and Technology [31], το 2008 παρουσίασε μια αναφορά η οποία είχε σαν σκοπό να παρουσιάσει όλα τα προβλήματα που θα εμφανίζονταν με την χρήση θεμάτων βασισμένα στο STEM. Τα προβλήματα είναι τα εξής:

- Η ανάγκη για υψηλό εκπαιδευτικό επίπεδο για να ενδιαφερθούν και να παραμείνουν αφοσιωμένοι στο STEM οι μαθητές.
- Ο βαθμός δυσκολίας των θεμάτων STEM.
- Η μετάβαση από πρωτοβάθμια σε δευτεροβάθμια εκπαίδευση.
- Το φύλο των μαθητών, αφού τα αγόρια και τα κορίτσια έχουν διαφορετικά ενδιαφέροντα και εστιάζουν σε διαφορετικά πεδία.
- Η προσδοκία για καριέρα και η μελλοντικές ευκαιρίες.
- Η αρνητική εικόνα που υπάρχει για την επιτυχία και τα αρνητικά στερεότυπα για το STEM.
- Οι παράγοντες που επηρεάζουν τους μαθητές (καθηγητές, γονείς και τα MME).

Επίσης υπάρχουν και μερικά επιπρόσθετα εμπόδια [32] για την επιτυχή εκπαίδευση μέσω STEM:

- Έλλειψη προετοιμασίας και ενθουσιασμού των μαθητών.
- Έλλειψη επικοινωνίας μεταξύ των μαθητών.
- Περιορισμένη έρευνα και συνεργασία μεταξύ των πεδίων του STEM.
- Περιορισμένοι μέθοδοι για προετοιμασία υλικού, παράδοση και αξιολόγηση.
- Περιορισμένη εμπειρία των μαθητών σε πρακτική εκπαίδευση.
- Περιορισμένα κονδύλια.
- Κακές συνθήκες και συντήρηση των εργαστηρίων.

Ρουτίνες

Ένας όρος που θα δούμε ότι εμφανίζεται πολύ συχνά είναι οι *Ρουτίνες*. Με τον όρο Ρουτίνες αναφερόμαστε σε διαδικασίες οι οποίες υπάρχουν στον προγραμματισμό και επαναλαμβάνονται συχνά κατά την διάρκεια του κώδικα. Για παράδειγμα, ένα πρόγραμμα μπορεί να χρειάζεται να υπολογίσει πολλές φορές το άθροισμα κάποιων αριθμών και στη συνέχεια να κάνει κάποιες πράξεις. Αν αντιγραφεί αυτό το κομμάτι του κώδικα πολλές φορές στο πρόγραμμα, θα έχει σαν αποτέλεσμα να γίνει πολύ πιο δύσκολο στο να διαβαστεί, λόγω του μεγάλου όγκου κειμένου που θα δημιουργηθεί. Γι' αυτό, συστήνεται να γράφεται μια φορά η διαδικασία που πρέπει να πραγματοποιηθεί και να ονοματίζεται προηγουμένως.

Στο παράδειγμα που βλέπουμε Εικόνα 1: Παράδειγμα Ρουτίνας

(<http://www.arduino.cc/en/Tutorial/Blink>) έχει δημιουργηθεί μια ρουτίνα με το όνομα *LED_BUILTIN*, η

οποία έχει ως λειτουργία να αναβοσβήνει

ένα φωτάκι LED όποτε την καλούμε. Αν

γραφτεί στο κυρίως πρόγραμμα το όνομα της

ρουτίνας, *LED_BUILTIN*, το πρόγραμμα θα

εκτελέσει όλη την διαδικασία ή οποία

περιγράφεται μέσω αυτή της ρουτίνας.

Η χρήση ρουτινών είναι ζωτικής σημασίας,

ειδικά αν σκεφτούμε ότι οι ρουτίνες δεν

έχουν μικρό μέγεθος (πέντε – έξι γραμμών)

αλλά συνήθως αποτελούνται από δεκάδες

εντολές, ακόμα και σελίδες, ανάλογα με την

περιπλοκότητα του προγράμματος.

```
/*  
  Blink  
*/  
  
void setup() {  
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);  
}  
  
void loop() {  
  digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)  
  // ...  
  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); // turn the LED off (LOW is the voltage level)  
  // ...  
}
```

Εικόνα 1: Παράδειγμα Ρουτίνας (<http://www.arduino.cc/en/Tutorial/Blink>)

Γλώσσα προγραμματισμού Block Programming

Η γλώσσα προγραμματισμού Block Programming είναι μια πολύ απλή γλώσσα, η οποία έχει σαν σκοπό να εντάξει το χρήστη στο χώρο του προγραμματισμού. Αυτό επιτυγχάνεται μετατρέποντας τον κώδικα από εντολές γραμμένες με λόγια σε κουτάκια (blocks), όπου το καθένα έχει μία συγκεκριμένη λειτουργία π.χ. Εικόνα 2: Παράδειγμα Block προγραμματισμού (https://www.researchgate.net/figure/Three-examples-of-block-based-programming-environments-a-Scratch-b-Alice-and-c_fig2_331296366):



Εικόνα 2: Παράδειγμα Block προγραμματισμού (https://www.researchgate.net/figure/Three-examples-of-block-based-programming-environments-a-Scratch-b-Alice-and-c_fig2_331296366)

Αν θέλαμε να γράψουμε το ακόλουθο πρόγραμμα σε Block Programming θα είχε την εξής μορφή:

Όταν κάνω click με το ποντίκι, η μεταβλητή c θα γίνεται μηδέν (0). Η μεταβλητή c μετά θα αυξάνεται κατά έναν βαθμό και θα εμφανίζεται στην οθόνη η τιμή της μεταβλητής για δυο δευτερόλεπτα. Αυτό θα επαναλαμβάνεται έως η μεταβλητή c να είναι πιο μεγάλη από τον αριθμό δέκα (10). Σε αυτό το σημείο θα εμφανιστεί ένα μήνυμα που θα λέει: 'All Done' για δυο δευτερόλεπτα και μετά θα τελειώνει η εφαρμογή.

Γλώσσα προγραμματισμού C++

Η C++ είναι μια γλώσσα προγραμματισμού η οποία χρησιμοποιείται σε πολλές πλατφόρμες και εφαρμογές ως βάση. Αυτό συμβαίνει γιατί θεωρείται μέσου επιπέδου γλώσσα, καθώς περιλαμβάνει έναν συνδυασμό χαρακτηριστικών από γλώσσες υψηλού και χαμηλού επιπέδου, πράγμα που την κάνει φιλική σε αρχάριους χρήστες αλλά και χρήσιμη σε έμπειρους. Είναι μια μεταγλωττιζόμενη γλώσσα που υποστηρίζει δομημένο, αντικειμενοστραφή και γενικό προγραμματισμό.

Γλώσσα προγραμματισμού Python


Η Python είναι από τις πιο γνωστές γλώσσες προγραμματισμού υψηλού επιπέδου. Υποστηρίζει τόσο το αντικειμενοστραφές όσο και το διαδικαστικό προγραμματιστικό αφού ανήκει στις γλώσσες προστακτικού προγραμματισμού. Η ευκολία στην χρήση της και η αναγνωσιμότητα του κώδικά της είναι ο κύριος στόχος της. Επιτρέπει, μέσω του συντακτικού της, στους προγραμματιστές να εκφράσουν έννοιες σε μικρότερο αριθμό εντολών από ότι προσφέρει η C++ . Ένα μεγάλο πλεονέκτημα είναι ότι έχει πολλές βιβλιοθήκες που διευκολύνουν ιδιαίτερα τις πιο συνηθισμένες εργασίες και ένα ακόμη είναι η ταχύτητα εκμάθησής της. Παρόλα αυτά δεν είναι κατάλληλη για τον προγραμματισμό λειτουργικών συστημάτων αφού είναι πιο αργή από την C και C++ λόγω του ότι είναι διερμηνευόμενη.

ΟΡΙΣΜΟΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ Ή ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΠΛΑΤΦΟΡΜΩΝ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ

Υπάρχουν πολλές πλατφόρμες ρομποτικής STEM στην αγορά, κάτι το οποίο δυσκολεύει την εύρεση της κατάλληλης με βάση τις ανάγκες του κάθε χρήστη. Η μεγάλη ποικιλία, σε συνδυασμό με την έλλειψη γνώσεων στον τομέα της ρομποτικής και του προγραμματισμού είναι οι συνήθεις λόγοι που οι αρχάριοι χρήστες απωθούνται από αυτόν τον τομέα. Παρά την μεγάλη ποικιλία που υπάρχει στις πλατφόρμες ρομποτικής STEM, δεν υπάρχουν πολλές αξιολογήσεις οι οποίες να τις αναλύουν ώστε να μπορέσει να τις κατανοήσει ένας αρχάριος χρήστης. Αυτή η έλλειψη, έχει σαν αποτέλεσμα ο τομέας της ρομποτικής να αντιμετωπίζεται σαν μια περίπλοκη εξειδίκευση, χωρίς κάτι τέτοιο να υφίσταται. Ο σκοπός αυτής της εργασίας είναι να καταρρίψουμε αυτόν τον τρόπο σκέψης και να αποδείξουμε ότι ο τομέας της ρομποτικής δεν είναι παρά ένα ακόμα παρακλάδι των θετικών επιστημών, το οποίο μπορεί ο καθένας να κατακτήσει εφόσον τον ενδιαφέρει και είναι πρόθυμος να προσπαθήσει. Για να επιτευχθεί αυτό, θα πραγματοποιηθεί μια αξιολόγηση οκτώ (8) πλατφορμών ρομποτικής με βάση έξι (6) κύρια κριτήρια μέσω των οποίων θα προκύψει τη τελική βαθμολογία για την κάθε πλατφόρμα. Έτσι, θα μπορεί ένας χρήστης ο οποίος δεν έχει γνώσεις στον τομέα αυτό, να κατανοήσει τις δυνατότητες της κάθε πλατφόρμας, το τι προσφέρει, τα θετικά και τα αρνητικά της έτσι ώστε να μπορέσει στο μέλλον να επιλέξει την πλατφόρμα που τον εξυπηρετεί καλύτερα. Η τελική βαθμολογία θα είναι η βάση πάνω στην οποία θα γίνει η σύγκριση μεταξύ των πλατφορμών, αλλά θα πρέπει να επισημανθεί ότι δεν είναι απόλυτη. Οι ανάγκες και τα χρήματα που μπορεί να διαθέσει ο κάθε χρήστης διαφέρουν, άρα είναι λογικό και ο βαθμός βαρύτητας του κάθε κριτηρίου να διαφέρει ανάλογα με τον χρήστη. Αυτός είναι και ο λόγος που γίνεται ξεχωριστή ανάλυση του κάθε κριτηρίου.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Σε αυτό το κομμάτι, παρουσιάζονται ξεχωριστά τα κριτήρια τα οποία δομούν τον πίνακα, μέσω του οποίου προκύπτει η βαθμολογία της κάθε πλατφόρμας. Παράλληλα, επεξηγείται η σημασία του κάθε κριτηρίου και ο σκοπός του. Η κλίμακα της βαθμολογίας είναι από ένα έως πέντε (1-5) αστέρια,  .

1. Τιμή του Ρομπότ

Η τιμή είναι ένας σημαντικός παράγοντας ο οποίος καθορίζει το πόσο προσιτό είναι το προϊόν στον καταναλωτή. Ο λόγος είναι ότι αν η πλατφόρμα ρομποτικής STEM δεν καταφέρει να κεντρίσει το ενδιαφέρον του παιδιού, θα καταλήξει ως μια άσκοπη χρηματική επένδυση. Η τιμή των πενήντα ευρώ (50 €) μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν βάση [33] η οποία θα αντιστοιχεί στην μεγαλύτερη βαθμολογία.

Η χαμηλότερη τιμή ρομποτικής πλατφόρμας STEM είναι εξήντα ευρώ (60€) με την ακριβότερη να φτάνει τα τετρακόσια ενενήντα ευρώ (490 €). Βάση αυτών των δεδομένων, η κλίμακα των τιμών θα είναι ή εξής:

Πενήντα 50€	
Εκατόν πενήντα 150€	
Διακόσια πενήντα 250€	
Τριακόσια 350€	
Τετρακόσια πενήντα 450€	

2. Τεκμηρίωση / Κατανόηση

Το συγκεκριμένο κομμάτι, αναφέρεται στο πόσο καλά είναι οργανωμένες και κατανοητές όλες οι πληροφορίες που μπορεί να χρειαστεί ο χρήστης για να ξεκινήσει την διαδικασία του να κατασκευάσει, να εγκαταστήσει οποιοδήποτε απαραίτητο λογισμικό και να ξεκινήσει να χρησιμοποιεί την εν λόγω πλατφόρμα. Οι πληροφορίες αυτές, μπορούν να έχουν την μορφή εγχειριδίου ή ηλεκτρονική μορφή, καθώς ο χρήστης μπορεί να τις εντοπίσει στο site της κάθε πλατφόρμας ή στην εφαρμογή της [34].

3. Κατασκευή του Ρομπότ/ Εγκατάσταση του Ρομπότ

Η κατασκευή του ρομπότ είναι μια διαδικασία η οποία γίνεται μια φορά, αλλά μπορεί να απωθήσει κάποιους χρήστες σε περίπτωση που αυτή είναι πολύ περίπλοκη ή δεν παρέχεται καλή επεξήγηση. Μπορεί να ολοκληρωθεί όμως με την βοήθεια από τον εκπαιδευτικό ή τον γονιό [34]. Ένας ακόμη παράγοντας, είναι η αντοχή της εκάστοτε πλατφόρμας στα χτυπήματα αφού το κοινό στο οποίο απευθύνεται είναι παιδιά μικρής ηλικίας. Παρότι όλες οι πλατφόρμες έχουν ένα ή παραπάνω βασικά προγράμματα από τον κατασκευαστή τους, για να μπορεί ο χρήστης να τις ελέγξει είναι απαραίτητο να εγκαταστήσει σε κάποια συσκευή (smart phone, tablet ή υπολογιστή) το αντίστοιχο λογισμικό ή εφαρμογή. Η δυσκολία αυτής της διαδικασίας μπορεί να αποτρέψει τον χρήστη από το να επενδύσει χρόνο στην εν λόγω πλατφόρμα ρομποτικής [34].

4. Εκμάθηση του Ρομπότ

Ο βαθμός δυσκολίας του να μάθει ο χρήστης να χρησιμοποιεί την κάθε πλατφόρμα ρομποτικής STEM παίζει εξίσου σημαντικό ρόλο στην βαθμολογία. Είναι απαραίτητο να μπορεί ο χρήστης να κατανοήσει και να ξεκινήσει να πειραματίζεται με την πλατφόρμα άμεσα και χωρίς εμπόδια τα οποία προέρχονται από το περιβάλλον του προγράμματος. Είναι απαραίτητο οι πλατφόρμες να προσφέρουν στον χρήστη ένα περιβάλλον προγραμματισμού το οποίο να είναι φιλικό προς τους άπειρους χρήστες και να κάνει χρήση εικονιδίων μέσω προγραμμάτων όπως: Block programming/ Scratch [35].

5. Γνώση / Ικανότητες

Ο κύριος λόγος για την απόκτηση και χρήση μιας πλατφόρμας ρομποτικής STEM, είναι η εκμάθηση και εξοικείωση στις βασικές αρχές στη ρομποτικής και στον προγραμματισμό. Επίσης, μέσω της πλατφόρμας, θα πρέπει ο χρήστης να κατανοήσει και εμπεδώσει υπολογιστικές έννοιες όπως: Ακολουθίες, Συμβάντα, Βρόχους, Εξαρτώμενους όρους, Χειριστές και Δεδομένα. Επιπλέον, είναι απαραίτητο για το χρήστη να αποκτήσει γνώσεις σε υπολογιστικές πρακτικές όπως: Να προχωράει σταδιακά, να ελέγχει και να εντοπίζει σφάλματα στον κώδικα, να ξαναχρησιμοποιεί πόρους και να τους συνδυάζει, να μπορεί να σκέφτεται αφαιρετικά και να κάνει διαμορφώσεις στον κώδικα [36] [37] [38].

6. Επίπεδα Ικανότητας

Το σημαντικότερο κριτήριο απευθύνεται στο βαθμό που μια πλατφόρμα ρομποτικής STEM μπορεί να βοηθήσει τον χρήστη στην εξέλιξη των ικανοτήτων του και των γνώσεων του χρησιμοποιώντας την εκάστοτε πλατφόρμα [37] [38]. Η αξιολόγηση αυτού του κριτηρίου γίνεται μέσω των εξής παραγόντων:

- Τον αριθμό των Projects που μπορεί να εκτελέσει η πλατφόρμα STEM.
- Τον βαθμό δυσκολίας των Project.
- Το υλικό που προσφέρει η κάθε πλατφόρμα ρομποτικής STEM, σε σχέση με την ποικιλία και την ποιότητα.

Επιπροσθέτως, υπάρχουν δύο επιπλέον κριτήρια τα οποία δεν επηρεάζουν απευθείας την λειτουργία των πλατφορμών ρομποτικής STEM, αλλά η ύπαρξή τους συνεισφέρει θετικά στη γενική βαθμολογία.

7. Κοινότητα του Ρομπότ

Κάποιες πλατφόρμες ρομποτικής διαθέτουν στο επίσημο site της εταιρίας τους, ειδικούς τομείς στους οποίους οι χρήστες μπορούν να επιδράσουν μεταξύ τους ή να μοιραστούν τις όποιες απορίες ή κατασκευές τους [34].

8. Προσιτότητα το Site

Ο βαθμός ευκολίας περιήγησης στο site των εταιριών, είναι κύριος παράγοντας για την εύρεση πληροφοριών που μπορεί να χρειαστεί ο χρήστης για την εκάστοτε πλατφόρμα ρομποτικής STEM [39].

Μέσος όρος $X = (\text{Σύνολο πόντων} / 6)$

Π.χ. $X = (4+4+3+5+3+5)/6 \Rightarrow X=4$ αστεράκια τελικό Score

Η μορφή του πίνακα για την κάθε αξιολόγηση θα έχει την παρακάτω μορφή:

Τιμή:

Τεκμηρίωση / Κατανόηση:

Κατασκευή/Εγκατάσταση του Ρομπότ:

Εκμάθηση του Ρομπότ:

Γνώση / Ικανότητες:

Επίπεδα Ικανότητας:

Κύρια Κριτήρια Αξιολόγησης	
Τιμή	
Τεκμηρίωση / Κατανόηση	
Κατασκευή/Εγκατάσταση του Ρομπότ	
Εκμάθηση του Ρομπότ	
Γνώση / Ικανότητες	
Επίπεδα Ικανότητας	
Τελική Βαθμολογία	X
Bonus Πόντοι	
Κοινότητα του Ρομπότ	
Προσιτότητα το Site	

ΠΛΑΤΦΟΡΜΕΣ

Edison Robot V2



Εικόνα 3: Edison Robot V2 (<https://meetiedison.com/wp-content/uploads/2016/09/Edison-V2.0-Educational-robot.jpg>)

Τιμή πλατφόρμας:	60 €
Ηλικιακός στόχος:	5+

Χαρακτηριστικά:

Η πλατφόρμα Edison έχει τις εξής ικανότητες:

- Μπορεί να προγραμματιστεί μέσω καλωδίου, βύσματος ακουστικού ,μέσω υπολογιστή ή tablet
- Αισθητήρα ήχου
- Αισθητήρα Φωτός
- Αισθητήρας Ακολουθούσης Γραμμικής Πορείας
- Κουμπιά έλεγχου επάνω στην ίδια την πλατφόρμα
- LED φώτα
- Εγκοπές για να μπαίνουν τουβλάκια Lego

Περιγραφή:

Το Ρομπότ **Edison** αποτελεί μια πλατφόρμα εκμάθησης STEM η οποία δίνει τη δυνατότητα σε παιδιά από πέντε και άνω (5+) ετών , να κάνουν τα πρώτα τους βήματα στο προγραμματισμό ρομποτικών πλατφορμών εύκολα και διασκεδαστικά. Η πλατφόρμα Edison έχει πολλές δυνατότητες, λόγω του ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί με πολλούς διαφορετικούς τρόπους. Μπορεί δηλαδή να χρησιμοποιηθεί σαν ατομική πλατφόρμα ή να συνδυαστεί με άλλη μια πλατφόρμα Edison, με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν πιο περίπλοκες



Εικόνα 4: Εναλλακτικές κατασκευές (<https://meetiedison.com/edcreate/#EdCreate-resources>)

κατασκευές. Εικόνα 4: Εναλλακτικές κατασκευές (<https://meetiedison.com/edcreate/#EdCreate-resources>) [40]. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατευθείαν αφού έρχεται μαζί με ένα τηλεχειριστήριο και είναι ήδη προγραμματισμένη με κάποιες βασικές ρουτίνες, τις οποίες θα δούμε παρακάτω. Υπάρχει η δυνατότητα να εκμεταλλευτεί ο χρήστης το περιβάλλον του Block Programming ή αλλιώς EdBlocks για να ξεκινήσει να φτιάχνει τα πρώτα προγράμματα του. Αυτό όμως δεν σημαίνει ότι δεν μπορεί να τα κάνει περίπλοκα είτε χρησιμοποιώντας τα EdBlocks είτε χρησιμοποιώντας την γλώσσα προγραμματισμού Python, η οποία βέβαια απευθύνεται σε μεγαλύτερες ηλικίες [40] [41] [42].

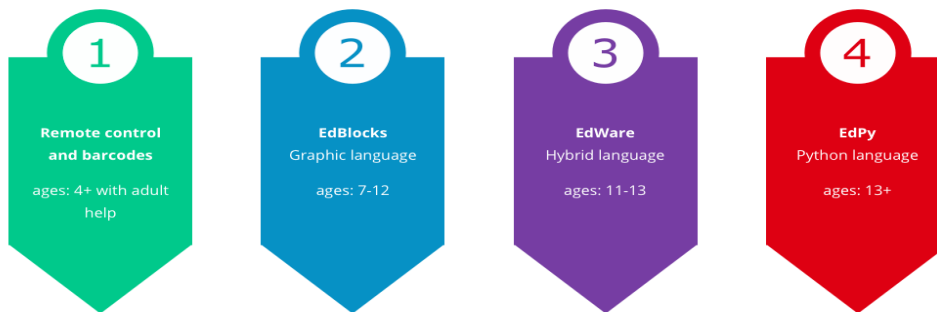
Δυνατότητες:

Εφαρμογή / APP

Η πλατφόρμα Edison μπορεί να συνδεθεί μέσω καλωδίου με βύσμα παρόμοιο με αυτό των ακουστικών ή μέσω USB σε υπολογιστή ή tablet πολύ εύκολα. Ωστόσο, δεν υπάρχει κάποια εφαρμογή στα κινητά τηλέφωνα μέσω της οποίας να μπορούν να περαστούν τα προγράμματα των χρηστών στην πλατφόρμα. Επιπλέον, η πλατφόρμα η ίδια δεν έχει την δυνατότητα επικοινωνίας μέσω Bluetooth [40].

Βασικές Λειτουργίες

Ένα επιπρόσθετο θετικό αυτής της πλατφόρμας, είναι ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί μαζί με τουβλάκια LEGO, δίνοντας έτσι περεταίρω κίνητρο σε μικρά παιδιά να επενδύσουν χρόνο παίζοντας μαζί της και να φτιάξουν τη δική τους μοναδική πλατφόρμα. Η πλατφόρμα **Edison** έχει μια μεγάλη ποικιλία απλών προγραμμάτων που δίνουν τη δυνατότητα στους χρήστες να ξεκινήσουν να προγραμματίζουν και να παίζουν, χωρίς να απαιτείται πολύς χρόνος στην εξοικείωση με το προγραμματιστικό περιβάλλον της πλατφόρμας. Υπάρχουν συνολικά τέσσερα επίπεδα με δραστηριότητες [42] τα οποία χωρίζονται κατά κύριο λόγο ηλικιακά. Εικόνα 5: Τα τέσσερα επίπεδα προγραμματισμού (<https://teachyourkidscode.com/wp-content/uploads/2018/06/Edison-Robot-Teach-Your-Kids-Code.png>):



Εικόνα 5: Τα τέσσερα επίπεδα προγραμματισμού (<https://teachyourkidscode.com/wp-content/uploads/2018/06/Edison-Robot-Teach-Your-Kids-Code.png>)

Στο πρώτο επίπεδο το ρομπότ **Edison** μπορεί να προγραμματιστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να εκτελεί κάποιες απλές ρουτίνες (προγράμματα) χρησιμοποιώντας **Barcodes** για το προγραμματισμό. Μερικές από αυτές είναι: να ακολουθεί το φως μιας φωτεινής πηγής (π.χ. φακός), να ακολουθεί μια μαύρη γραμμή, να κινείται όταν χτυπά κάποιος παλαμάκια και να αποφεύγει εμπόδια. Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα να προγραμματιστεί έτσι ώστε να λειτουργεί σαν τηλεκατευθυνόμενο, χρησιμοποιώντας ένα τηλεκοντρόλ από οποιαδήποτε τηλεόραση.

Στο δεύτερο επίπεδο το ρομπότ Edison μπορεί να προγραμματιστεί με τη βοήθεια **EdBlocks**. Εικόνα 6: EdBlocks Προγραμματισμός (<https://meetiedison.com/edblocks-block-based-programming-language-edison-robot/>) Διατίθεται η δυνατότητα δημιουργίας προκλήσεων, όπως λαβύρινθοι και διαδρομές με εμπόδια, με σκοπό να προγραμματιστεί το ρομπότ να φτάσει επιτυχώς στο τέρμα. Εδώ, δίνεται ένα παράδειγμα για το πώς γίνεται ο προγραμματισμός σε περιβάλλον **EdBlocks**.

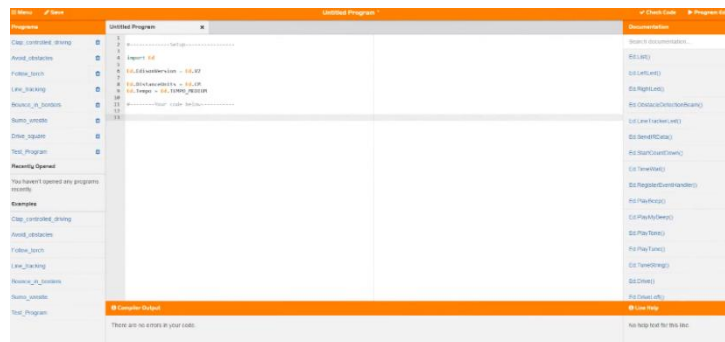


Εικόνα 6: EdBlocks Προγραμματισμός (<https://meetiedison.com/edblocks-block-based-programming-language-edison-robot/>)

Στο τρίτο επίπεδο το ρομπότ Edison μπορεί να προγραμματιστεί χρησιμοποιώντας **EdWare**. Το **EdWare** είναι παρόμοιο με τα **EdBlocks**: χρησιμοποιούνται ‘τουβλάκια’ εντολών για να προγραμματιστούν οι εντολές που επιθυμεί ο χρήστης. Παρ’ όλα αυτά υπάρχουν πιο περίπλοκες εντολές και μεγαλύτερη ποικιλία, δίνοντας τη δυνατότητα προγραμματισμού περιπλοκότερων ρουτινών.

Στο τέταρτο επίπεδο ο χρήστης δύναται να προγραμματίσει, χρησιμοποιώντας τη γλώσσα προγραμματισμού **EdPy**. Η **EdPy** βασίζεται κατά κύριο λόγο στη γνωστή γλώσσα προγραμματισμού Python.

Εικόνα 7: Περιβάλλον προγραμματισμού Python (<https://meetiedison.com/robot-programming-software/edpy/>) Αυτό δίνει τη δυνατότητα στα παιδιά να ξεκινήσουν το νωρίτερο, από την ηλικία των δεκατριών (13) ετών, με αποτέλεσμα να



μαθαίνουν και να εξασκούνται σε μια γλώσσα προγραμματισμού η οποία εκτός από τη δημοτικότητα της, θα γίνει

Εικόνα 7: Περιβάλλον προγραμματισμού Python (<https://meetiedison.com/robot-programming-software/edpy/>)

η βάση για μελλοντικές έρευνες στο κόσμο του προγραμματισμού και της ρομποτικής [40] [41] [42].

Συμπέρασμα:

Καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η πλατφόρμα Edison, έχει μεγάλη ποικιλία εφαρμογών και δίνει στον χρήστη μεγάλη ευελιξία σαν αποτέλεσμα. Τα τέσσερα επίπεδα δραστηριοτήτων της, δίνουν μεγάλη απήχηση προς άπειρους και έμπειρους χρήστες. Επιπροσθέτως, το μεγάλο πλεονέκτημα του Edison είναι ότι εφόσον αποφασίσει ο χρήστης να ασχοληθεί με το κομμάτι της ρομποτικής ή του προγραμματισμού, η δυνατότητα να προγραμματίσει στη γλώσσα προγραμματισμού Python κάνει την πλατφόρμα Edison μια πολύ δελεαστική επιλογή. Τέλος, το χαμηλό κόστος της, την κάνει προσιτή στους καταναλωτές.

Αξιολόγηση:

Χρησιμοποιώντας τα κριτήρια που έχουμε θέσει η πλατφόρμα **Edison Robot V2** βαθμολογείται ως:

Τιμή: Η τιμή της πλατφόρμας είναι άριστη με βάση τα βασικά κριτήρια [41].

Τεκμηρίωση / Κατανόηση: Όλες οι απαραίτητες πληροφορίες για την κατασκευή της πλατφόρμας είναι γραμμένες στην εσωτερική μεριά της συσκευασίας. Επίσης, όλα τα εγχειρίδια για τον προγραμματισμό και τις λειτουργίες της πλατφόρμας Edison είναι στο site της εταιρίας και όχι στο κουτί [41] [43].

Κατασκευή/Εγκατάσταση του Ρομπότ: Η κατασκευή του Edison είναι πολύ εύκολη και το ίδιο το ρομπότ είναι πολύ ανθεκτικό. Η εγκατάσταση και ο προγραμματισμός της πλατφόρμας γίνονται πολύ απλά και με την βοήθεια των online εγχειριδίων. Χρειάζεται να γίνει η χρήση καλωδίου για να γίνει η σύνδεση από υπολογιστή σε Edison [41] [44] [45].

Εκμάθηση του Ρομπότ: Η πλατφόρμα ρομποτικής Edison κάνει χρήση των γλωσσών προγραμματισμού Block και Scratch, δύο από τις καλύτερες γλώσσες, έτσι ώστε ο χρήστης να μπορεί να πειραματιστεί και να ξεκινήσει την εξοικείωση του με το προγραμματιστικό περιβάλλον την πλατφόρμας και την ίδια την πλατφόρμα [45] [44] [46] [42] [41].

Γνώση / Ικανότητες: Όπως προαναφέρθηκε το περιβάλλον προγραμματισμού της πλατφόρμας Edison περιλαμβάνει τις γλώσσες προγραμματισμού Block και Scratch. Δεν περιορίζεται όμως μόνο σε αυτές τις δύο γλώσσες, οι οποίες είναι για πιο αρχάριους χρήστες, αλλά δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να προγραμματίσει στη γλώσσα προγραμματισμού Python [42] [41] [45] [43] [44].

Επίπεδα Ικανότητας: Υπάρχουν πολλά προγράμματα και δραστηριότητες, στο site της εταιρίας, με τις οποίες μπορεί ο χρήστης να εξελίξει τις ικανότητες και γνώσεις του στο χώρο της ρομποτικής [42]. Το αρνητικό όμως είναι ότι για πολλές από τις δραστηριότητες γίνεται ή χρήση δύο πλατφορμών Edison και ο αριθμός δραστηριοτήτων για μια μόνο πλατφόρμα είναι αρκετά περιορισμένος [45].

Κοινότητα του Ρομπότ: Παρότι υπάρχουν αρκετά βίντεο σε διάφορες πλατφόρμες, όπως το YouTube, τα περισσότερα περιέχουν υλικό το οποίο υπάρχει ήδη στο site της εταιρίας.

Προσιτότητα το Site: Το site της εταιρίας είναι πολύ οργανωμένο και εύχρηστο, δίνοντας στο χρήστη το υλικό που ψάχνει χωρίς εύκολα και γρήγορα.

Κύρια Κριτήρια Αξιολόγησης	
Τιμή	★★★★★
Τεκμηρίωση / Κατανόηση	★★★★☆
Κατασκευή/ Εγκατάσταση του Ρομπότ	★★★★☆
Εκμάθηση του Ρομπότ	★★★★★
Γνώση / Ικανότητες	★★★★☆
Επίπεδα Ικανότητας	★★★★☆
Τελικό Score	
	★★★★☆
Bonus Πόντοι	
Κοινότητα του Ρομπότ	★★☆☆☆
Προσιτότητα το Site	★★★★★

Bee-bot



Εικόνα 8 Beebot: <https://www.robotcenter.co.uk/products/bee-bot>

Τιμή πλατφόρμας:	78 €
Ηλικιακός στόχος:	3+

Χαρακτηριστικά:

- Ανθεκτική κατασκευή παρότι μικρή στο μέγεθος
- Πλήκτρα πλοήγησης της πλατφόρμας
- Η πλατφόρμα μπορεί να αποθηκεύσει στη μνήμη της έως και 40 βήματα
- Εύκολη στο προγραμματισμό της
- Παράγει ήχο και αναβοσβήνουν τα μάτια για την επιβεβαίωση εντολών
- Μεγάλη ποικιλία σεναρίων για την πλατφόρμα
- Κινείται με βήμα 15 εκατοστών τη φορά και στρέφεται κατά 90° με ακρίβεια
- Διαστάσεις: (Μήκος) 13cm (Πλάτος) 10cm (Ύψος) 7cm

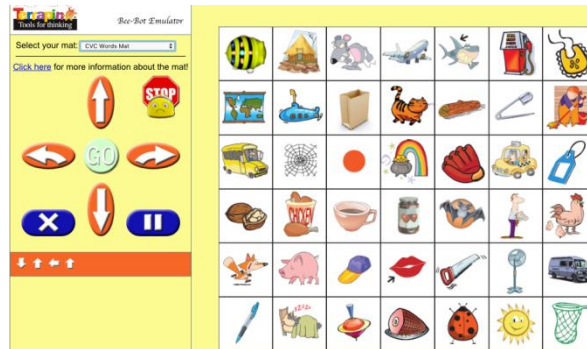
Περιγραφή:

Η ρομποτική πλατφόρμα BeeBot, ή αλλιώς “έξυπνη μέλισσα”, είναι ένα προγραμματιζόμενο ρομπότ δαπέδου, το οποίο έχει σχεδιαστεί για να χρησιμοποιείται τόσο από παιδιά προσχολικής ηλικίας όσο και από παιδιά που φοιτούν στις πρώτες τάξεις του δημοτικού σχολείου. Η συγκεκριμένη πλατφόρμα, προγραμματίζεται μέσω των πλήκτρων που βρίσκονται πάνω της. Οι κινήσεις που μπορεί να κάνει είναι μπροστά και πίσω, καθώς και να στρίψει δεξιά και αριστερά. Συνεπώς, μέσω του απλού και φιλικού προς το παιδί σχεδιασμού του, το BeeBot αποτελεί ένα τέλειο σημείο έναρξης για τη διδασκαλία του ελέγχου, της κατεύθυνσης και της γλώσσας προγραμματισμού για τα μικρά παιδιά [47] [48].

Δυνατότητες:

Εφαρμογή / APP

Η πλατφόρμα Beebot δεν έχει κάνει χρήση κάποιας εφαρμογής Android ή IOS. Αυτό συμβαίνει γιατί η συγκεκριμένη πλατφόρμα πραγματοποιεί όλες τις κινήσεις της μέσω των πλήκτρων που έχει επάνω της και δεν απαιτεί τη σύνδεση σε κάποια smart συσκευή (smartphone, tablet). Παρ’όλα αυτά υπάρχει μία εφαρμογή και για τα δύο λειτουργικά συστήματα που προαναφέρθηκαν, η οποία προσομοιώνει τις κινήσεις του Beebot και μπορεί ο χρήστης να το χρησιμοποιήσει για εξάσκηση χωρίς να χρειάζεται την παρουσία της πλατφόρμας.



Εικόνα 9 Περιβάλλον προσημείωσης του Beebot: <https://tinker-studio.weebly.com/bee-bot.html>



Εικόνα 10 Περιβάλλον προσημείωσης του Beebot: <https://www.programoergosum.com/cursos-online/robotica-educativa/199-robotica-educativa-con-bee-bot-para-maestros-desde-infantil/bee-bot-app>

Βασικές Λειτουργίες

Το προγραμματιζόμενο ρομπότ δαπέδου έχει κατασκευαστεί ειδικά για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί κυρίως από μαθητές που βρίσκονται στις πρώτες τάξεις του δημοτικού, αλλά και από μαθητές προσχολικής ηλικίας. Ο προγραμματισμός του γίνεται με πλήκτρα που βρίσκονται επάνω του και μπορεί να προγραμματιστεί για να κινείται με ακρίβεια στο χώρο. Μπορεί να κινηθεί σε λείες επίπεδες και ελαφρά επικλινείς επιφάνειες διαφόρων υλικών όπως: χαρτί, μουσαμά, τσιμέντο, πλακάκι, ξύλο, πλαστικό, χαλί [47] [48]. Η πλατφόρμα Beebot, μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς περιφερειακά βοηθήματα, αλλά για να αξιοποιήσει ο χρήστης τις δυνατότητες της πλατφόρμας στο μέγιστο, θα πρέπει να κατασκευάσει μία πίστα, να αγοράσει ένα χαλί/ πίστα από την εταιρεία, ή να κατεβάσει και να εκτυπώσει πίστες και διαδρομές που υπάρχουν στο site της εταιρείας και σε άλλα συνεργαζόμενα site. Οι πίστες αυτές έχουν διαφορετικούς βαθμούς δυσκολίας και είναι κατασκευασμένες με σκοπό αρχικά να εντάξουν τους μαθητές και να τους εξοικειώσουν στη χρήση της πλατφόρμας. Στη συνέχεια τους βοηθούν στο να αναπτύξουν και να εξασκήσουν την αναλυτική τους σκέψη και την επίλυση όλο και περισσότερο περίπλοκων προβλημάτων.



Εικόνα 11 Παράδειγμα πίστας για το Beebot: https://www.researchgate.net/figure/Carpet-or-stage-with-the-labyrinth-challenge-to-make-programming-sequences-with-Bee-Bot_fig2_321356063



Εικόνα 12 Παράδειγμα πίστας για το Beebot: https://www.researchgate.net/figure/Carpet-or-stage-with-the-labyrinth-challenge-to-make-programming-sequences-with-Bee-Bot_fig2_321356063

Συμπέρασμα:

Η πλατφόρμα Beebot απευθύνεται σε παιδιά μικρών ηλικιών με σκοπό να τα βοηθήσει να αναπτύξουν και να εξασκήσουν την αναλυτική τους σκέψη, την μνήμη τους και την ικανότητα να λύνουν προβλήματα [49]. Είναι πολύ εύχρηστο, χωρίς να χρειάζεται περεταίρω προγραμματισμό από τον εκάστοτε, γονιό ή εκπαιδευτικό. Ο σχεδιασμός του είναι τέτοιος ώστε να τραβάει την προσοχή και το ενδιαφέρον του παιδιού. Ο μοναδικός περιορισμός του είναι ότι δεν μπορεί να συνδεθεί σε υπολογιστή για να μπορέσει ο χρήστης να πειραματιστεί περεταίρω με την πλατφόρμα. Εν κατακλείδι, η πλατφόρμα STEM Beebot είναι μια άριστη επιλογή για την ένταξη ενός παιδιού στον κόσμο της ρομποτικής και του προγραμματισμού [50].

Αξιολόγηση:

Χρησιμοποιώντας τα κριτήρια που έχουν τεθεί, η πλατφόρμα Beebot βαθμολογείται ως [47] [48] [49] [50]:

Τιμή: Η τιμή του καλή στα 78€.

Τεκμηρίωση / Κατανόηση: Παρά την απλότητα στη χρήση της πλατφόρμας, η έλλειψη πληροφοριών που υπάρχουν στο site της εταιρίας μπορεί να αποθαρρύνουν κάποιους χρήστες που δεν γνωρίζουν πολλά για την συγκεκριμένη πλατφόρμα.

Κατασκευή/Εγκατάσταση του Ρομπότ: Το Beebot έρχεται συναρμολογημένο από τον κατασκευαστή και είναι πολύ ανθεκτικό και καλοφτιαγμένο παρά το μικρό του μέγεθος.

Εκμάθηση του Ρομπότ: Η εκμάθηση της πλατφόρμας Beebot είναι πολύ απλή αφού περιορίζεται στα πλήκτρα που υπάρχουν επάνω στην ίδια την πλατφόρμα, με κατανοητά και ευανάγνωστα σύμβολα.

Γνώση / Ικανότητες: Ο σκοπός της συγκεκριμένης πλατφόρμας είναι να εντάξει και να κινηθεί την περιέργεια και το ενδιαφέρον παιδιών μικρής ηλικίας και το καταφέρνει με την απλότητα στον χειρισμό της και την ευκολία στην εκμάθηση της.

Επίπεδα Ικανότητας: Το Beebot δεν προσφέρει περεταίρω δυνατότητα για εξοικείωση σε πιο περίπλοκα περιβάλλοντα ή γλώσσες προγραμματισμού, πράγμα που το περιορίζει στη χρήση του. Ο στόχος αυτής της πλατφόρμας είναι η ένταξη στον χώρο του STEM.

Κοινότητα του Ρομπότ: Υπάρχει μια μικρή κοινότητα η οποία παράγει καινούριο υλικό αλλά είναι περιορισμένο.

Προσιτότητα το Site: Στο site της εταιρίας υπάρχει υλικό το οποίο θα πρέπει να αγοράσει ο χρήστης και δεν προσφέρει πολύ ελεύθερο υλικό.

Κύρια Κριτήρια Αξιολόγησης	
Τιμή	★★★★☆
Τεκμηρίωση / Κατανόηση	★★★★☆
Κατασκευή/Εγκατάσταση του Ρομπότ	★★★★★
Εκμάθηση του Ρομπότ	★★★★★
Γνώση / Ικανότητες	★★★★☆
Επίπεδα Ικανότητας	★☆☆☆☆
Τελική Βαθμολογία	
	★★★★☆
Βonus Πόντοι	
Κοινότητα του Ρομπότ	★★★★☆
Προσιτότητα το Site	★★☆☆☆

Makeblock mBot

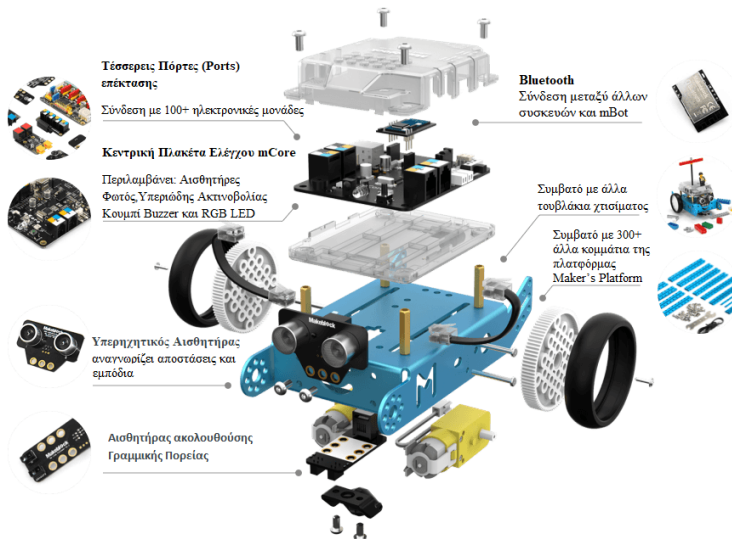


Εικόνα 13: Πλατφόρμα mBot (<https://bestbabykit.com/wp-content/uploads/2019/03/mBot.jpg>)

Τιμή πλατφόρμας:	100 €
Ηλικιακός στόχος:	8+

Χαρακτηριστικά:

- Σύνδεση μέσω Bluetooth
- Υπερηχητικός Αισθητήρας
- Αισθητήρας Ακολουθούσης Γραμμικής Πορείας
- Η Κεντρική Πλακέτα Ελέγχου περιλαμβάνει: Αισθητήρας Φωτός, Υπεριώδης Ακτινοβολίας Κουμπί Buzzer και RGB LED
- Τέσσερις Πόρτες (Ports) επέκτασης
- Συμβατό με άλλα τουβλάκια χτισίματος
- Συμβατό με 300+ άλλα κομμάτια της πλατφόρμας Maker's Platform
- Έλεγχός μέσω τηλεχειριστήριου



Εικόνα 14 Χαρακτηριστικά mBot (<https://www.makeblock.com/steam-kits/mbot>)

Περιγραφή

Το ρομπότ mBot είναι μια πλατφόρμα ρομποτικής STEM, η οποία απευθύνεται σε παιδιά άνω των 8+ ετών. Δίνει τη δυνατότητα στα παιδιά να μάθουν να προγραμματίζουν με απλό και διασκεδαστικό τρόπο. Το mBot κατασκευάζεται εύκολα με τη βοήθεια του εγχειριδίου και του κατασαβιδιού που περιλαμβάνεται στη συσκευασία. Ο χρήστης μπορεί να ξεκινήσει να το προγραμματίζει αμέσως μετά την κατασκευή του, αλλά το εγχειρίδιο έχει κάποιες ασάφειες όπως για παράδειγμα ότι το κατασαβίδι έχει δύο όψεις για τους δύο διαφορετικούς τύπους βίδας. Το mBot περιλαμβάνει κάποια βασικά προγράμματα που έχουν από τον κατασκευαστή τους οι ρομποτικές πλατφόρμες με εκπαιδευτικό σκοπό, όπως το να αποφεύγει εμπόδια ή το να ακολουθεί μια γραμμή, κάνοντας χρήση του αισθητήρα γραμμικής πορείας. Το δυνατό στοιχείο του mBot είναι ότι μπορεί να προγραμματιστεί, όχι μόνο μέσω Block programming, αλλά απευθείας μέσω του ελεγκτή arduino που έχει [51] [52]. Αυτό, δίνει την δυνατότητα δημιουργίας πιο περίπλοκων και εξειδικευμένων προγραμμάτων, στα οποία μπορεί να περιορίσει η χρήση μόνο του block programming. Το δυνατότερο του στοιχείο όμως, είναι ότι μπορεί να προγραμματιστεί ταυτόχρονα και στις δύο γλώσσες, δηλαδή να προγραμματίζει ο χρήστης σε Block Programming και να βλέπει δίπλα στο πρόγραμμα του, πως θα ήταν ο συγκεκριμένος κώδικας στο Arduino και αντίστροφα [53] [54].

Δυνατότητες:

Εφαρμογή / APP

Για να μπορέσει ο χρήστης να χρησιμοποιήσει τις βασικές λειτουργίες που έχει συμπεριλάβει ο κατασκευαστής στο mBot, θα πρέπει να χρησιμοποιήσει την εφαρμογή του, μέσω της οποίας θα συνδέσει το mBot με το κινητό ή το tablet με Bluetooth [53].

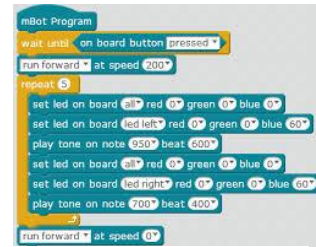
Βασικές Λειτουργίες

Το mBot όπως προαναφέρθηκε, έχει μια σειρά από προγράμματα, από τον κατασκευαστή, τα οποία περιλαμβάνουν :

- Αποφυγή εμποδίων με την χρήση του υπερηχητικού αισθητήρα.
- Το να ακολουθεί μια γραμμή κάνοντας χρήση του αισθητήρα ακολουθούσης γραμμικής πορείας.
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν τηλεκατευθυνόμενο, με την χρήση του τηλεχειριστηρίου που εμπεριέχεται μέσα στο πακέτο ή με τη χρήση της εφαρμογής.
- Μπορεί ο χρήστης να παίζει μουσική μέσω της εφαρμογής, κάνοντας χρήση του Buzzer του mBot.
- Μπορεί ο χρήστης να σχεδιάσει, χωρίς τη χρήση κώδικά, μέσω της εφαρμογής διάφορες διαδρομές που θέλει να ακολουθήσει το mBot.

Block Programming

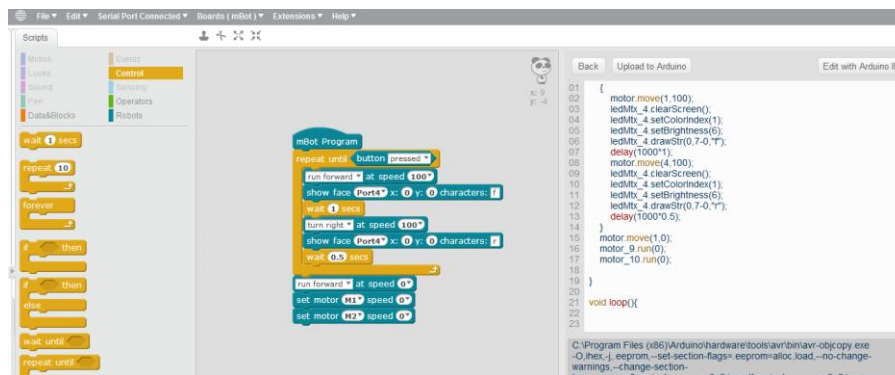
Η πλατφόρμα mBot δίνει την δυνατότητα στο χρήστη να προγραμματίσει σε μορφή Block Programming, Εικόνα 15: Παράδειγμα Block Programming (<http://www.mblock.cc/wp-content/uploads/2017/11/17.png>) κάτι το οποίο είναι πολύ θετικό μιας και η συγκεκριμένη γλώσσα προγραμματισμού είναι κατάλληλη για μικρές ηλικίες που κάνουν τα πρώτα τους βήματα στο κόσμο του προγραμματισμού και της ρομποτικής [53] [55].



Εικόνα 15: Παράδειγμα Block Programming (<http://www.mblock.cc/wp-content/uploads/2017/11/17.png>)

Arduino/Scratch Programming

Το mBot δίνει την δυνατότητα να προγραμματιστεί, είτε με απευθείας κώδικα μέσω του περιβάλλοντος του arduino είτε μέσω του περιβάλλοντος του mBot. Σε αντίθεση με άλλα περιβάλλοντα προγραμματισμού το mBot δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να γράφει παράλληλα τον Scratch και C κώδικα, Εικόνα 16: Παράδειγμα Arduino/Scratch Programming <http://robotsandphysicalcomputing.blogspot.com/2015/07/mbots-graphical-programming-and-arduino.html> κάτι το οποίο μπορεί να φανεί πολύ χρήσιμο ειδικά για κάποιον που θέλει να κάνει τα πρώτα του βήματα στον χώρο του προγραμματισμού έχοντας μια απεικόνιση του κώδικα σε μια πιο απλή μορφή. Επίσης, ένα ακόμα δυνατό σημείο της πλατφόρμας Makeblock είναι ότι ο επεξεργαστής Arduino είναι open-source, γεγονός το οποίο δίνει στην πλατφόρμα μεγάλη ποικιλία στις εφαρμογές στις οποίες μπορεί να χρησιμοποιηθεί [54] [55].



Εικόνα 16: Παράδειγμα Arduino/Scratch Programming <http://robotsandphysicalcomputing.blogspot.com/2015/07/mbots-graphical-programming-and-arduino.html>

Συμπέρασμα:

Συνοψίζοντας, το mBot είναι μια καλή και οικονομική πλατφόρμα ρομποτικής STEM για χρήστες που θέλουν να κάνουν τα πρώτα τους βήματα στον προγραμματισμό και τη ρομποτική. Χρησιμοποιώντας τις γλώσσες προγραμματισμού Scratch και Block programming ένας άπειρος χρήστης μπορεί να ξεκινήσει να εξοικειώνεται με τις βασικές έννοιες και την λογική του προγραμματισμού και ελέγχου μια ρομποτικής πλατφόρμας. Η δυνατότητα του mBot να προγραμματιστεί σε Scratch και να μπορεί ο χρήστης να δει το αντίστοιχο αποτέλεσμα σε C++, σε συνδυασμό με την open-source φύση του επεξεργαστή Arduino, είναι το μεγαλύτερο πλεονέκτημα αυτής της πλατφόρμας [55] [54] [56].

Μερικά από τα αρνητικά χαρακτηριστικά της όμως, είναι ότι εμφανίζει αρκετά προβλήματα κατά τον προγραμματισμό της. Χρειάζεται καλώδιο για την επικοινωνία της με τον υπολογιστή και δεν προσφέρει κάποια ανώτερη γλώσσα προγραμματισμού από την C++ (όπως συμβαίνει με την Python). Τέλος, ο χρήστης θα πρέπει να αγοράσει περεταίρω εξαρτήματα αν θέλει να επεκτείνει τις δυνατότητες του mBot [57].

Αξιολόγηση:

Χρησιμοποιώντας τα κριτήρια που έχουμε θέσει η πλατφόρμα **mBot** βαθμολογείται ως [55] [53] [54] [58] [57]:

Τιμή: Πολύ καλή γι' αυτά που προσφέρει αφού είναι μεταξύ των 50€ - 150€.

Τεκμηρίωση / Κατανόηση: Υπάρχει εγχειρίδιο για την κατασκευή του μέσα στο κουτί καθώς και βίντεο στο site της εταιρίας. Τα βίντεο αυτά, έχουν εξαιρετική ποιότητα αλλά δεν αναπαριστώνται σε μορφή εγχειρίδιου.

Κατασκευή/Εγκατάσταση του Ρομπότ: Οι οδηγίες κατασκευής του mBot είναι σαφείς και απλές αλλά το πέραςμα προγραμμάτων από τον υπολογιστή στον επεξεργαστή Arduino παρουσιάζει μερικές φορές προβλήματα.

Εκμάθηση του Ρομπότ: Στην εφαρμογή του mBot υπάρχουν project και προκλήσεις κλιμακούμενης δυσκολίας για αρχάριους και έμπειρους χρήστες.

Γνώση / Ικανότητες: Ο χρήστης μπορεί να μάθει να προγραμματίζει στις γλώσσες Block, Scratch και C++.

Επίπεδα Ικανότητας: Προσφέρει πολυάριθμα project και προκλήσεις σε συνδυασμό με την δυνατότητα να προγραμματίζει ο χρήστης παράλληλα σε Scratch και C++ και την open-source φύση του Arduino.

Κοινότητα του Ρομπότ: Η εταιρία παρέχει πολύ υλικό για την πλατφόρμα της.

Προσιτότητα το Site: Είναι σχετικά εύκολη η εύρεση πληροφοριών στο site του mBot.

Κύρια Κριτήρια Αξιολόγησης	
Τιμή	★★★★☆
Τεκμηρίωση / Κατανόηση	★★★★☆
Κατασκευή/Εγκατάσταση του Ρομπότ	★★★★☆
Εκμάθηση του Ρομπότ	★★★★★
Γνώση / Ικανότητες	★★★★☆
Επίπεδα Ικανότητας	★★★★☆
Τελική Βαθμολογία	
	★★★★☆
Bonus Πόντοι	
Κοινότητα του Ρομπότ	★★★★☆
Προσιτότητα το Site	★★★★☆

Evo Educator Entry Kit – OzoBot

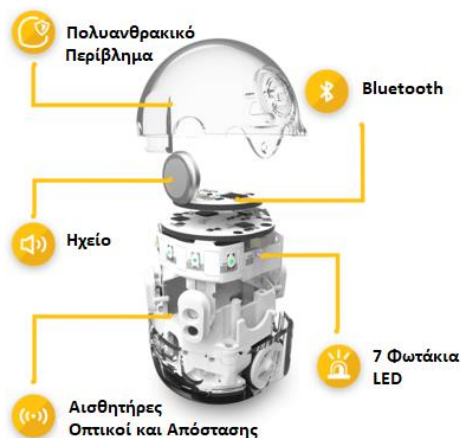


Εικόνα 17: Πλατφόρμα OzoBot

Τιμή πλατφόρμας:	110 €
Ηλικιακός στόχος:	5+

Χαρακτηριστικά:

- Σύνδεση μέσω Bluetooth®
- Αισθητήρας Απόστασης (4), δύο μπροστά και δύο πίσω
- Οπτικούς Αισθητήρες
- Ηχείο
- Λαμπάκια LED (7),
- Πολυανθρακικό (Polycarbonate) Περιβλήμα



Εικόνα 18: Χαρακτηριστικά του Evo
(https://cdn.shopify.com/s/files/1/1059/8266/products/Evo_Educator_Entry_Kit_720x.png?v=1562874166)

Περιγραφή:

Το ρομπότ Ozobot / Eno είναι μια πλατφόρμα η οποία απευθύνεται σε παιδιά άνω των 5+ ετών. Έρχεται προγραμματισμένο με μια πληθώρα εφαρμογών και 'κόλλων' για παιδιά μικρής ηλικίας, παραδείγματος χάρι το να ακολουθά ένα αντικείμενο όπως ένα δάχτυλο. Όμως δεν περιορίζεται μόνο σε αυτά, αφού μπορεί να προγραμματιστεί να κάνει αρκετά πολύπλοκες διεργασίες [59].

Δυνατότητες:

Εφαρμογή / APP

Αρχικά, για να μπορέσει κάποιος να χρησιμοποιήσει όλες τις δυνατότητες του Eno, θα πρέπει να κατεβάσει και να κάνει εγγραφή στην εφαρμογή, μέσω της οποίας θα μπορεί να δει τις ρυθμίσεις και το λογισμικό του. Η εφαρμογή έχει διάφορες προκλήσεις που μπορούν να ολοκληρωθούν μέσω του Eno, οι οποίες δίνουν πόντους για να ξεκλειδωθούν καινούρια αντικείμενα σε αυτήν. Επιπλέον, δίνει και άλλες δυνατότητες όπως η οδήγηση του Eno σαν τηλεκατευθυνόμενο. Τέλος, περιέχει καινούριες ιδέες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν επιπλέον υλικό [59] [60].

Βασικές Λειτουργίες

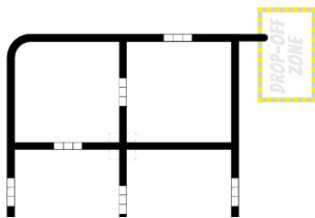
Το ρομπότ περιέχει κάποια προγράμματα από τον κατασκευαστή του, με τα οποία μπορεί ο χρήστης να ξεκινήσει να πειραματίζεται κατευθείαν μετά την αγορά του. Μερικά από αυτά είναι [61]:

1. Το Eno μπορεί να ακολουθεί την κίνηση του ανθρώπινου δαχτύλου, ή οποιουδήποτε αντικειμένου τοποθετηθεί μπροστά του.
2. Οι χρήστες, μπορούν να χρησιμοποιήσουν το Eno για να παίξουν 'μουσική' μέσω των τεσσάρων αισθητήρων απόστασης του.
3. Χρησιμοποιώντας πάλι το ανθρώπινο χέρι ή κάποιο άλλο αντικείμενο, οι χρήστες μπορούν να κάνουν το Eno να προσπαθεί να ξεφύγει μακριά τους.

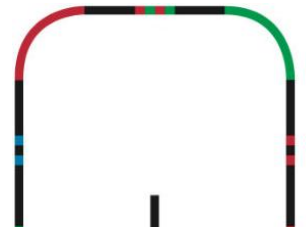
Ακολουθή την Γραμμή

Το Eno μπορεί να προγραμματιστεί έτσι ώστε να ακολουθεί μια γραμμή την οποία φτιάχνει το άτομο, με τους μαρκαδόρους που περιέχονται στο πακέτο. Αυτή η γραμμή μπορεί να είναι όσο περίπλοκη επιθυμεί ο χρήστης. Μπορεί δηλαδή, να φτιάξει διαδρομές με τη μορφή δρόμων ή λαβυρίνθων. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα, να χρησιμοποιήσει διαφορετικά χρώματα για να δώσει διαφορετικές εντολές, μέσω αυτών στο Eno, ή μπορεί να χρησιμοποιήσει συνδυασμό

χρωμάτων, όπως κόκκινο-πράσινο-κόκκινο-πράσινο δίνει την εντολή 'τυφώνα' στο Eno το οποίο κάνει τρεις κύκλους. Στο Site της εταιρίας υπάρχουν όλοι οι κωδικοί χρωμάτων [62].



Εικόνα 20: Παράδειγμα Ρουτίνας ακολουθίας γραμμής (<https://ozobot.com/play/construction-kit-games>)



Εικόνα 19: Παράδειγμα Ρουτίνας ακολουθίας γραμμής (<https://portal.ozobot.com/lessons/detail/ozobot-workshop-3>)

OzoBlockly

Το πρώτο στάδιο έναρξης προγραμματισμού του Eno είναι μέσω του OzoBlockly το οποίο βρίσκεται στο site [ozoblockly.com](https://www.ozoblockly.com) και δίνει πρόσβαση στο χρήστη σε ένα block programming περιβάλλον. Εκεί βρίσκονται όλοι οι απαραίτητοι πόροι για τον προγραμματισμό του Eno. Όταν ολοκληρωθεί το πρόγραμμα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν δύο απλοί και εύχρηστοι τρόποι για να περαστεί το πρόγραμμα που



μόλις γράφτηκε στο Eno.

Ο πρώτος είναι μέσω της ίδιας της εφαρμογής, ενώ είναι

συνδεδεμένο το Eno. Ο δεύτερος είναι απευθείας μέσω της οθόνης, μέσω των οπτικών αισθητήρων που βρίσκονται στο κάτω μέρος του Eno [60] [62].

Εικόνα 21: Περιβάλλον προγραμματισμού του OzoBlockly (https://www.mentis.co.nz/media/wysiwyg/Electronics/Robotics/Ozobot/OzoBlockly_LR.jpg)

Συμπέρασμα:

Η πλατφόρμα Eno έχει αρκετά καλά στοιχεία, όπως το πόσο καλοφτιαγμένη είναι, το γεγονός ότι είναι ανθεκτική σε πτώσεις και χτυπήματα, παρ' ότι μιλάμε για μια ρομποτική πλατφόρμα. Επίσης, μέσα στα θετικά συγκαταλέγεται το γεγονός ότι είναι έτοιμη από την συσκευασία της για χρήση και είναι προγραμματισμένη από τον κατασκευαστή με κάποιες βασικές ρουτίνες.

Παρά τα θετικά χαρακτηριστικά που παρουσιάζει η πλατφόρμα Eno, μπορεί να διακριθεί και ένα αρνητικό. Εκτός από το Block Programming που έχουν όλες οι πλατφόρμες ρομποτικής που απευθύνονται σε παιδιά σε μικρές ηλικίες, δεν προσφέρει κάτι παραπάνω στο κομμάτι εξέλιξης στον προγραμματισμό, κάτι το οποίο παρέχουν άλλες πλατφόρμες σε πιο χαμηλές τιμές.

Εν κατακλείδι, η πλατφόρμα Eno απευθύνεται σε χρήστες που επιθυμούν μια εύχρηστη πλατφόρμα, που δεν χρειάζεται προετοιμασία, κατασκευή ή εγκατάσταση. Επιπλέον, είναι κατασκευασμένη για χρήστες που η τιμή δεν είναι βασικό κριτήριο αγοράς, παρά την έλλειψη της δυνατότητας να προγραμματιστεί με κώδικα όπως C++ ή Python. Τέλος, είναι για όσους χρειάζονται μία ανθεκτική πλατφόρμα σε σχέση με τις υπόλοιπες.

Αξιολόγηση:

Χρησιμοποιώντας τα κριτήρια που έχουν τεθεί, η πλατφόρμα Eno βαθμολογείται ως

[61] [60]:

Τιμή: Η τιμή του είναι πολύ καλή αφού είναι κοντά στα 150€.

Τεκμηρίωση / Κατανόηση: Το εγχειρίδιο έχει περιορισμένες πληροφορίες με αποτέλεσμα να πρέπει ο χρήστης να κατεβάσει την εφαρμογή για να ξεκινήσει. Παρ' όλα αυτά, παρέχεται βασικό υλικό, όπως κομμάτια διαδρομής και μαρκαδόροι ώστε να ξεκινήσει ο χρήστης.

Κατασκευή/Εγκατάσταση του Ρομπότ: Το Eno είναι κατασκευασμένο από την αρχή και το πέρασμα προγραμμάτων σε αυτό δεν παρουσιάζει δυσκολίες. Δεν είναι όμως πολύ ανθεκτικό.

Εκμάθηση του Ρομπότ: Στην εφαρμογή και στο site της εταιρίας υπάρχει αρκετό υλικό για να ξεκινήσει ο χρήστης να εξοικειώνετε με το Eno.

Γνώση / Ικανότητες: Οι γνώσεις που προσφέρει το Eno περιορίζονται σε απλές εφαρμογές όπως το να ακολουθά μια γραμμή και Block προγραμματισμό.

Επίπεδα Ικανότητας: Δεν έχει να προσφέρει πολλά σε έμπειρους χρήστες.

Κοινότητα του Ρομπότ: Η εταιρία έχει πολλές διαδρομές που μπορεί να εκτυπώσει ο χρήστης και να βάλει το Eno να 'τρέξει' σε αυτές, όπως επίσης αρκετές δημιουργίες από άλλους χρήστες.

Προσιτότητα το Site: Στο site υπάρχουν πολλά παραδείγματα και μαθήματα.

Κύρια Κριτήρια Αξιολόγησης	
Τιμή	★★★★☆
Τεκμηρίωση / Κατανόηση	★★★★☆
Κατασκευή/Εγκατάσταση του Ρομπότ	★★★★☆
Εκμάθηση του Ρομπότ	★★★★★
Γνώση / Ικανότητες	★★★☆☆
Επίπεδα Ικανότητας	☆☆☆☆☆
Τελική Βαθμολογία	
	★★★★☆
Bonus Πόντοι	
Κοινότητα του Ρομπότ	★★★★★
Προσιτότητα το Site	★★★★★

THYMIO II

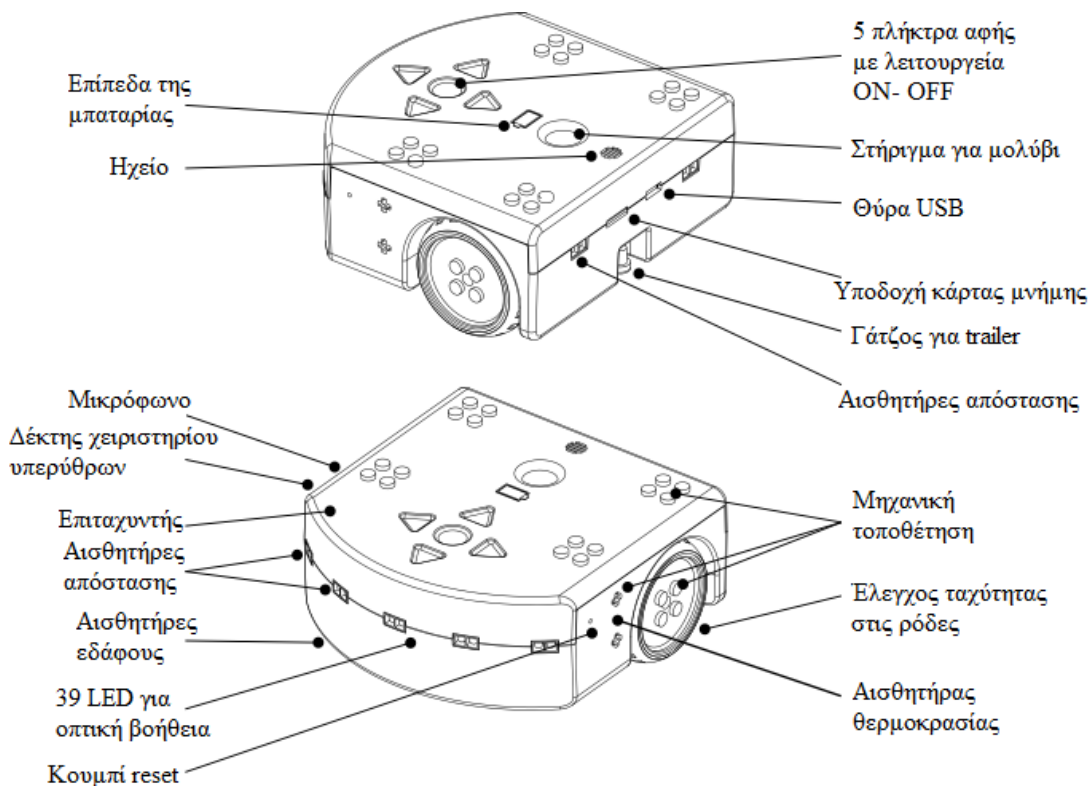


Εικόνα 22 Πλατφόρμα Thymio II: <https://www.generationrobots.com/en/401213-mobile-robot-thymio-2.html>

Τιμή πλατφόρμας:	139€
Ηλικιακός στόχος:	6+

Χαρακτηριστικά:

- Μπαταρία: Li-Po Battery: 3.7 V, 1,500 m Ah
- Αυτονομία πάνω από δύο ώρες
- Μέγιστη ταχύτητα: 14 cm/s
- Το Thymio Suite μπορεί να εγκατασταθεί σε λογισμικό: Linux, Mac OS και Windows
- 9 Αισθητήρες Υπερύθρων
- 5 Πλήκτρα αφής
- Επιταχυνσιόμετρο τριών αξόνων
- Θερμόμετρο
- Αισθητήρας υπερύθρων για το χειριστήριο
- 39 LED
- Μικρόφωνο
- Δύο DC κινητήρες



Εικόνα 23 Χαρακτηριστικά του Thymio II: <https://www.robot-advance.com/EN/art-thymio-1194.htm>

Περιγραφή:

Ο κύριος στόχος του Thymio II είναι να παρέχει ένα ρομπότ σε ένα ευρύ κοινό, να κάνει την εξερεύνηση της τεχνολογίας προσιτή σε όλους και να επιτρέψει την ενσωμάτωση της ρομποτικής τεχνολογίας στη διδακτική διαδικασία. Γι 'αυτό το Thymio II είναι πλήρως Open-Source και σε επίπεδο υλικού και σε επίπεδο λογισμικού. Αναπτύχθηκε σε συνεργασία με το Ελβετικό Ομοσπονδιακό Ινστιτούτο Τεχνολογίας στη Λωζάνη (EPFL) και την Καντονική Σχολή Τέχνης της Λωζάνης (écal). Στόχος τους είναι να παρέχουν ένα εκπαιδευτικό κινητό ρομπότ σε χαμηλή τιμή. Το ρομπότ Thymio II είναι εύκολο στο χειρισμό, χάρη στο μικρό του μέγεθος και το βάρος του και είναι πολύ ελκυστικό χάρη στα χωρητικά του κουμπιά και στα χρωματιστά led. Περιέχει πολλούς αισθητήρες (μικρόφωνο, δέκτης υπερύθρων, θερμοκρασία, εγγύτητα, επιταχυνσιόμετρο 3 αξόνων, αισθητήρες γείωσης για ακολουθία γραμμής), ενεργοποιητές (κινητήρες, ηχεία, LED) και συνδεσιμότητα (USB, κάρτα μνήμης). Επίσης, μπορεί ο χρήστης να προσθέσει ένα στύλο στο ρομπότ και να το προγραμματίσει ώστε να δημιουργεί σχέδια. Τέλος, είναι συμβατό με τα τουβλάκια Lego, πράγμα που δίνει στην πλατφόρμα μεγάλη ευελιξία στον αριθμό των εφαρμογών στις οποίες μπορεί να χρησιμοποιηθεί [63] [64].

Δυνατότητες:

Οι δυνατότητες της πλατφόρμας ρομποτικής Thymio II χωρίζονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες με βάση τον βαθμό δυσκολίας τους και την γνώση που πρέπει να έχει ο χρήστης για να μπορέσει να αποδώσει σε αυτές.

1. Η πρώτη κατηγορία είναι και η πιο βασική και είναι εγκατεστημένη από τον κατασκευαστή. Το Thymio II έχει έξι διαφορετικές «συμπεριφορές» με την κάθε μια να έχει μοναδικές λειτουργίες και χρωματισμούς για να ξεχωρίζουν.
2. Το Thymio II μπορεί να προγραμματιστεί συνδέοντας το με έναν υπολογιστή από τον χρήστη μέσω του:
 - Προγραμματισμού Scratch
 - Blockly προγραμματισμού
 - Μέσω text με την γλώσσα προγραμματισμού Aseba

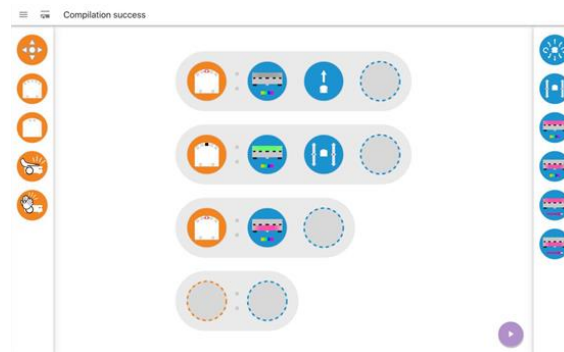
3. Χάρη στην δυνατότητα του Thymio II να προσαρμόσει τουβλάκια και άλλα εξαρτήματα Lego, μπορεί ο χρήστης να πειραματιστεί και να δημιουργήσει δικές του μοναδικές κατασκευές. Μπορεί επίσης να το μετατρέψει με την βοήθεια υλικού της εταιρίας σε διάφορες κατασκευές, όπως ζώα, φαντάσματα ή ιππότες. Εικόνα 24 Παράδειγμα με ιππότη:
<http://wiki.thymio.org/creations-en:thymio-the-knight>



Εικόνα 24 Παράδειγμα με ιππότη:
<http://wiki.thymio.org/creations-en:thymio-the-knight>

Εφαρμογή / APP

Η εφαρμογή του Thymio II μπορεί να εγκατασταθεί σε περιβάλλον Linux, Mac OS και Windows άλλα και σε IOS (iPad) ή smart συσκευές όπως κινητό/ tablet. Η πλατφόρμα μπορεί να ελεγχθεί μέσω της εφαρμογής και είναι απαραίτητη για μπορέσει ο χρήστης να την προγραμματίσει με τον δικό του κώδικα.



Εικόνα 25 Περιβάλλον της εφαρμογής: <https://apkpure.com/thymio-vpl-mobile-preview-unsupported/org.mobsya.thymiovp12>

Βασικές Λειτουργίες

Όπως προαναφέρθηκε οι λειτουργίες της πλατφόρμας STEM Thymio II χωρίζονται σε τρεις βασικές κατηγορίες:

1. Συμπεριφορές

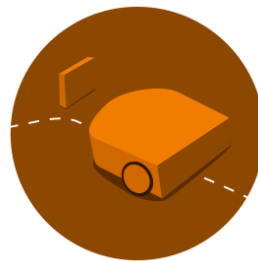
Το Thymio έχει έξι διαφορετικές συμπεριφορές που μπορεί να πάρει, οι οποίες αντιστοιχούν σε ένα διαφορετικό χρώμα η κάθε μια και αλλάζουν τον τρόπο που συμπεριφέρεται το ρομπότ.

- **Φιλική (πράσινο χρώμα)** : Τοποθετεί ο χρήστης το χέρι του ή κάποιο αντικείμενο σε απόσταση 20 εκατοστών (cm) μπροστά από τον αισθητήρα. Στη συνέχεια πλησιάζει το χέρι του προς τον αισθητήρα και όταν το εντοπίσει θα αρχίσει να κινείται μπροστά. Αν πλησιάσει το χέρι του ο χρήστης προς το Thymio αυτό κάνει πίσω, αν αλλάξει την θέση του χεριού του, το Thymio θα γυρίσει προς την μεριά που κινήθηκε το χέρι του χρήστη. Τέλος αν φτάσει στην άκρη του τραπέζιού, εκείνο θα σταματήσει αυτόματα.



Εικόνα 26 Συμπεριφορές του Thymio II: <https://www.thymio.org/basic-behaviours/>

- **Εξερευνητής (πορτοκαλί χρώμα):** Το Thymio κινείται μπροστά και αποφεύγει εμπόδια. Αν εντοπίσει εμπόδιο μπροστά θα κινηθεί προς τα πίσω. Αν εντοπίσει ένα εμπόδιο δεξιά ή αριστερά, θα κινηθεί προς την αντίθετη κατεύθυνση έως να μην το εντοπίζει πλέον και συνεχίζει να κινείται μπροστά. Αν φτάσει στην άκρη του τραπέζιού, αυτό θα σταματήσει αυτόματα. Με τα πλήκτρα αφής του Thymio, μπορεί ο χρήστης να ελέγξει την ταχύτητα που κινείται το ρομπότ ή να το κάνει να κινηθεί ανάποδα. Όταν κινείται ανάποδα, θα συνεχίσει να αποφεύγει εμπόδια με τους πίσω αισθητήρες του.



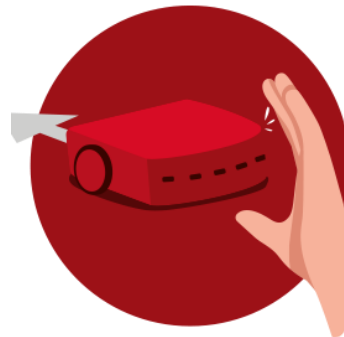
Εικόνα 27 Συμπεριφορές του Thymio II: <https://www.thymio.org/basic-behaviours/>

- **Προσεκτικός (μπλε χρώμα):** Το Thymio ανταποκρίνεται σε παλαμάκια:
 - Ένα παλαμάκι: Άμα το ρομπότ κινείται προς τα μπροστά με ένα παλαμάκι θα αρχίσει να στρίβει δεξιά ή θα κινηθεί ευθεία αν στρίβει . Ένα κίτρινος κύκλος Led θα είναι αναμμένος.
 - Δύο παλαμάκια: Το ρομπότ ξεκινά να κινείται αν είναι ακίνητο και σταματά αν κινείται. Τρεις κίτρινοι κύκλοι Led θα είναι αναμμένοι.
 - Τρία παλαμάκια: Το Thymio θα αρχίσει να κάνει κύκλο μπρος την φορά του ρολογιού. Πέντε κίτρινοι κύκλοι Led θα είναι αναμμένοι.



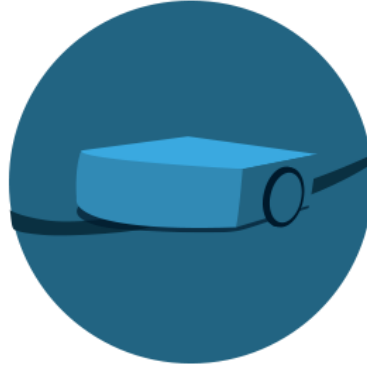
Εικόνα 28 Συμπεριφορές του Thymio II: <https://www.thymio.org/basic-behaviours/>

- **Τρομαγμένο (κόκκινο χρώμα):** Χτυπώντας απαλά το Thymio, αυτό θα βγάλει ένα ήχο σαν τιτίβισμα. Αν εντοπίσει κάποιο αντικείμενο, το ρομπότ θα στρίψει να το αποφύγει και θα τιτίβισει. Επίσης αν φτάσει στην άκρη του τραπεζιού, θα σταματήσει. Αν το ακουμπήσει ο χρήστης πλαγιαστά, το Thymio θα ανάψει το κίτρινό Led που είναι πιο κοντά στο έδαφος.



Εικόνα 29 Συμπεριφορές του Thymio II: <https://www.thymio.org/basic-behaviours/>

- **Ερευνητής (γαλάζιο χρώμα):** Το Thymio ακολουθεί μια μαύρη γραμμή. Αν η γραμμή είναι κυκλική, τότε αυτό θα το ακολουθεί επ' άοριστο. Αν η γραμμή τελειώσει το ρομπότ θα τρίζει για να βρει την γραμμή, αν την βρει θα συνεχίσει να την ακολουθεί.



Εικόνα 30 Συμπεριφορές του Thymio II: <https://www.thymio.org/basic-behaviours/>

- **Υπάκουος (μωβ χρώμα):** Το Thymio ανταποκρίνεται στα κουμπιά που έχει επάνω του ή στο χειριστήριο του. Τα κουμπιά, μπροστά και πίσω, αυξάνουν και ελαττώνουν την ταχύτητα του ρομπότ αντίστοιχα, ενώ τα δεξιά και αριστερά το κάνουν να στρίψει.

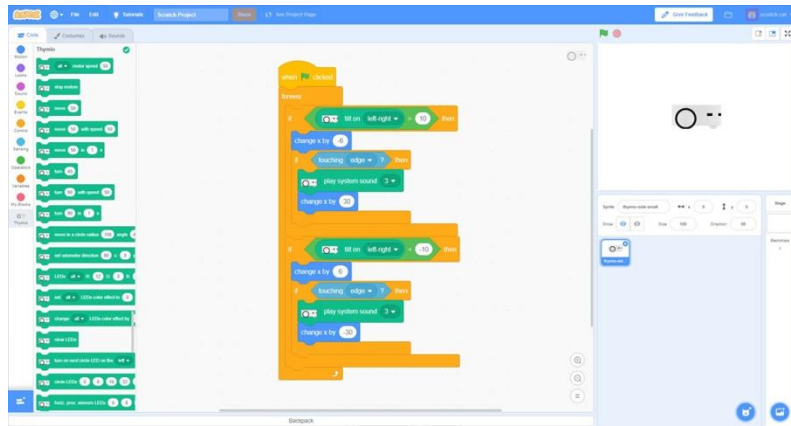


Εικόνα 31 Συμπεριφορές του Thymio II: <https://www.thymio.org/basic-behaviours/>

2. Προγραμματισμός

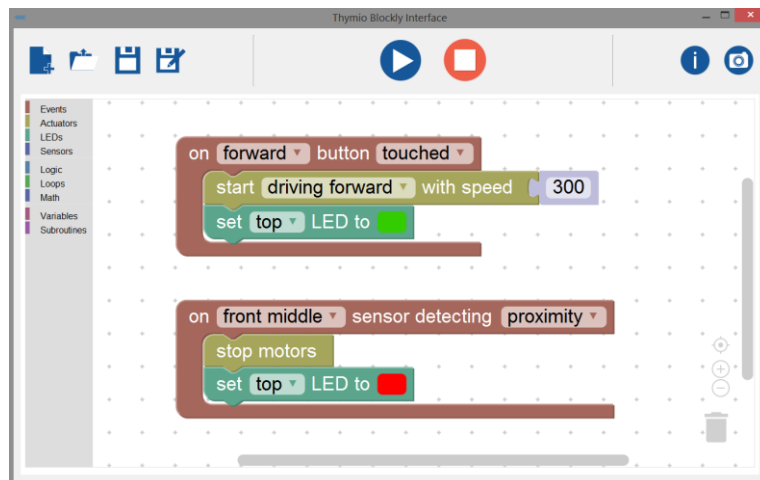
Το Thymio μπορεί να προγραμματιστεί μέσω υπολογιστή ή κάποιας smart συσκευής με τρεις διαφορετικούς τρόπους:

- **Scratch προγραμματισμό**, με τον οποίο μπορεί να ξεκινήσει να εξοικειώνεται κάποιος χρήστης με την πλατφόρμα Thymio ή να κάνει τα πρώτα του βήματα. Το περιβάλλον είναι φτιαγμένο, έτσι ώστε να είναι φιλικό και προς άπειρους και έμπειρους χρήστες.



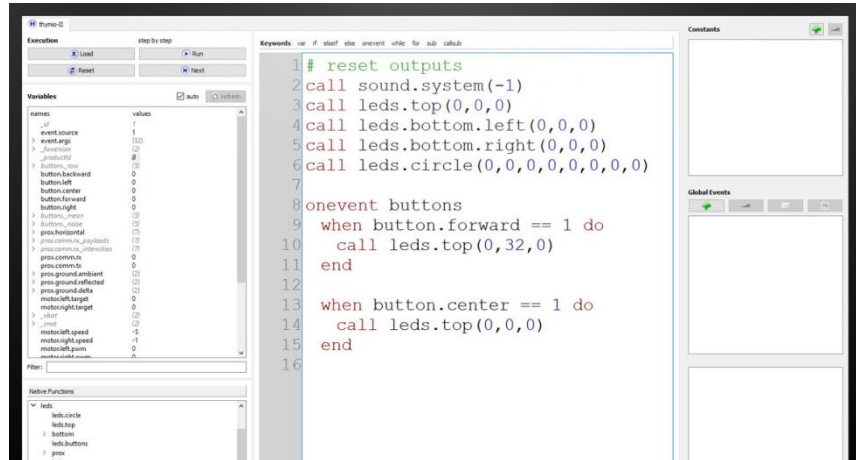
Εικόνα 32 Περιβάλλον προγραμματισμού Scratch: <https://www.thymio.org/program/scratch/>

- **Block προγραμματισμό**, ο οποίος είναι χρήσιμος για χρήστες που έχουν μερικές γνώσεις στο χώρο του προγραμματισμού αλλά θέλουν να εξασκηθούν. Αυτό επιτυγχάνεται με την απειθεια 'μετάφραση' των block του κώδικα σε προγραμματισμό με κείμενο (text) για την εξοικείωση του χρήστη σε μορφές προγραμματισμού χωρίς οπτικά βοηθήματα.
-



Εικόνα 33 Περιβάλλον προγραμματισμού Blockly: <http://wiki.thymio.org/en:blocklyprogramming>

- **Προγραμματισμός με κείμενο (Text)**, χρησιμοποιώντας την γλώσσα προγραμματισμού Aseba text language μπορεί ο χρήστης να ξεκινήσει να προγραμματίζει το Thymio η οποία θα του δώσει μεγαλύτερη ελευθερία στο πως θα προγραμματίσει και το τι θα κάνει η συγκεκριμένη πλατφόρμα.



Εικόνα 34 Περιβάλλον προγραμματισμού Κειμένου (Text): <https://www.thymio.org/program/aseba/>

3. Δημιουργία

Η πλατφόρμα STEM Thymio II μπορεί όμως να τροποποιηθεί με την βοήθεια κομματιών Lego. Η συγκεκριμένη δυνατότητα μετατρέπει το Thymio σε ένα ρομπότ το οποίο μπορεί να πραγματοποιήσει μια τεράστια ποικιλία εφαρμογών και προκλήσεων αφού μπορεί να προσαρμοστεί κατασκευαστικά σε όλες τις ανάγκες του χρήστη. Σε συνδυασμό με τις δυνατότητες των τριών διαφορετικών λογισμικών του, το Thymio II δεν περιορίζει την φαντασία και δημιουργικότητα του χρήστη.



Εικόνα 35 Πλατφόρμα Thymio II σε συνδυασμό με Lego: <https://www.thymio.org/creations/>

Συμπέρασμα:

Η ρομποτική πλατφόρμα STEM Thymio II είναι μια από τις πιο εύχρηστες, καλοφτιαγμένες και προσιτές πλατφόρμες που υπάρχουν στην αγορά [65]. Το περιβάλλον προγραμματισμού είναι πολύ εύχρηστο λόγω της χρήσης εικονικών βοηθημάτων [66]. Τα βασικά θετικά του Thymio II αποτελούν τα εξής: Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέσο για μεγάλη ποικιλία δραστηριοτήτων, μπορεί να πραγματοποιήσει απλές δραστηριότητες έτσι ώστε να ενθαρρύνει τους νεότερους χρήστες, καθώς και περίπλοκες δραστηριότητες ανάλογα τον χρήστη. Επιπλέον, παρέχει διαφορετικές μορφές ελέγχου που έχουν δοκιμαστεί στις ηλικιακές ομάδες-στόχους, δίνει στους χρήστες την αίσθηση ότι έμαθαν κάτι χρήσιμο και τέλος απευθύνεται σε ένα ευρύ φάσμα ηλικιών και στα δύο φύλα [67].

Αξιολόγηση:

Χρησιμοποιώντας τα κριτήρια που έχουν τεθεί, η πλατφόρμα Thymio II βαθμολογείται ως:

Τιμή: Η τιμή του είναι άριστη σε συνδυασμό με το τι προσφέρει.

Τεκμηρίωση / Κατανόηση: Πολύ καλή επεξήγηση των δυνατοτήτων του από το site της εταιρίας και από τρίτες πηγές.

Κατασκευή/Εγκατάσταση του Ρομπότ: Η πλατφόρμα είναι προκατασκευασμένη και η επικοινωνία με υπολογιστή ή smart συσκευή γίνεται πολύ εύκολα.

Εκμάθηση του Ρομπότ: Υπάρχουν πολλά προγράμματα εκμάθησης από την εταιρία, με διάφορες προκλήσεις για να γίνει το ξεκίνημα της εκμάθησης εύκολο και κατανοητό.

Γνώση / Ικανότητες: Μέσω αυτής της πλατφόρμας STEM μπορεί ο χρήστης να μάθει τις βασικές αρχές του προγραμματισμού εύκολα και απλά, έχοντας την δυνατότητα να προχωρήσει σε όλο και πιο περίπλοκα περιβάλλοντα προγραμματισμού.

Επίπεδα Ικανότητας: Το πιο περίπλοκο λογισμικό, προγραμματισμός κειμένου (text) , σε συνδυασμό με την ικανότητα του Thymio II να προσαρμόζετε με την βοήθεια κομματιών Lego δίνει στον χρήστη την δυνατότητα να δημιουργήσει χωρίς φραγμούς. Επίσης ένα πολύ μεγάλο θετικό είναι ή Open-Source φύση του.

Κοινότητα του Ρομπότ: Η κοινότητα του Thymio είναι πολύ ικανοποιητική.

Προσιτότητα το Site: Στο site της εταιρίας υπάρχει πάρα πολύ υλικό, με σκοπό την διευκόλυνση και την εκμάθηση της πλατφόρμας.

Κύρια Κριτήρια Αξιολόγησης	
Τιμή	★★★★★
Τεκμηρίωση / Κατανόηση	★★★★★
Κατασκευή/Εγκατάσταση του Ρομπότ	★★★★★
Εκμάθηση του Ρομπότ	★★★★★
Γνώση / Ικανότητες	★★★★★
Επίπεδα Ικανότητας	★★★★★
Τελική Βαθμολογία	
Βonus Πόντοι	★★★★★
Κοινότητα του Ρομπότ	★★★★★
Προσιτότητα το Site	★★★★★

Lego WeDo 2.0



Εικόνα 36 Πακέτο Πλατφόρμας Lego WeDo 2.0 (<https://educational.lego.com/en-us/elementary/shop/wedo-2>)

Τιμή πλατφόρμας:	190 €
Ηλικιακός στόχος:	7-9+

Χαρακτηριστικά:

- **Lego USB Hub:**

Εξάρτημα στο οποίο συνδέεται το καλώδιο USB και επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ κατασκευής και υπολογιστή.



Εικόνα 2: Lego USB Hub ([https://www-live-s.lego.com](https://www.live-s.lego.com))

- **Lego Motor (κινητήρας):**

Ο κινητήρας της κατασκευής που του επιτρέπει να κινεί τα μηχανικά του μέλη.



Εικόνα 3: Lego Motor (<http://www.mooreed.com.au/>)

- **Lego Motion Sensor:**

Αισθητήρας κίνησης για τον εντοπισμό αντικειμένων.



Εικόνα 4 Lego Motion Sensor (<https://grobotronics.com>)

- **Lego Tilt Sensor:**

Αισθητήρας Κλίσης εντοπίζει την αλλαγής στη κλίση του εδάφους.



Εικόνα 5 Lego Tilt Sensor (<https://www.robot-advance.com>)

- **Τουβλάκια:**

Το Lego WeDo 2.0 αποτελείται από 280 διαφορετικά κομμάτια

Περιγραφή:

Το Lego WeDo είναι μια από τις πιο απλές πλατφόρμες ρομποτικής της Lego, μέσω της οποίας μπορούν να ενταχθούν στον τομέα της ρομποτικής και του προγραμματισμού, παιδιά ηλικίας από επτά έως εννιά ετών και άνω (7-9+). Η πλατφόρμα Lego WeDo έχει το πλεονέκτημα ότι αποτελείται εξ' ολοκλήρου από τουβλάκια Lego, πράγμα που βοηθάει στην εξοικείωση των παιδιών σε αυτή και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως παιχνίδι που συνδυάζει την διασκέδαση με την εκπαίδευση. Συνεπώς, τα παιδιά κάνουν τα πρώτα τους βήματα στη ρομποτική μέσω ενός γνωρίμου περιβάλλοντος. Δίνει επίσης, στα παιδιά περεταίρω κίνητρο να εξασκήσουν και να εξελίξουν τις ικανότητες και τις γνώσεις τους στη ρομποτική, αφού όσο πιο πολύ εμβαθύνουν σε αυτό, τόσο μεγαλώνει ο αριθμός των αυτόνομων και αυτόματων εφαρμογών/παιχνιδιών που θα μπορούν να φτιάχνουν και να παίζουν [68] [69].

Δυνατότητες:

Το Lego WeDo μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν ένα απλό παιχνίδι Lego, αφού αποτελείται από τουβλάκια Lego. Χρειάζονται, το Lego USB Hub/Bluetooth και Lego Motor για να το συνδεθεί σε έναν υπολογιστή ή Tablet και ο κινητήρας για να αποκτήσει κίνηση, ανάλογα με το τι θα το προγραμματιστεί να κάνει. Από εκεί και πέρα, μπορούν οι χρήστες να πειραματιστούν, να δημιουργήσουν και να προγραμματίσουν όσο θέλουν [70].

Εφαρμογή / APP

Η πλατφόρμα Lego WeDo χρειάζεται την εφαρμογή της, αφού δεν έρχεται προγραμματισμένη με κάποιες απλές ρουτίνες (προγράμματα) όπως για παράδειγμα να ακολουθά μια μαύρη γραμμή ή να αποφεύγει εμπόδια. Αυτό όμως, είναι λογικό αφού οι εφαρμογές που μπορούν να δημιουργηθούν, από ανεμόμυλο σε αμαξίδιο σε ρομπότ, είναι τόσο διαφορετικές που καθιστούν ανούσιο για τον κατασκευαστή να προσθέσει αντίστοιχα προγράμματα όπως με τα προαναφερθέντα [68] [69].

Βασικές Λειτουργίες

Το Lego WeDo μέσα στην εφαρμογή του έχει ενδεικτικές εφαρμογές που μπορούν να φτιαχτούν, οι οποίες αποτελούνται από τον κώδικά τους και το σχέδιο για το πώς να κατασκευαστεί με τα τουβλάκια Lego. Το Lego WeDo περιλαμβάνει μια πληθώρα από αισθητήρες μέσω των οποίων μπορούν να ελεγχθούν οι κατασκευές των χρηστών [68]:

- **Αισθητήρας Κίνησης:**

Εικόνα 4: Lego Motion Sensor (<https://grobotronics.com>) **Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε.**

Με αυτόν τον αισθητήρα, μπορούν να προγραμματιστούν οι κατασκευές των χρηστών, έτσι ώστε να αντιδρούν όταν εμφανίζεται ένα αντικείμενο μπροστά τους. Ο τρόπος αντίδρασης διαφέρει από εφαρμογή σε εφαρμογή, αφού εξαρτάται από το άτομο και το τι θα το προγραμματίσει να κάνει. *Π.χ. Θα μπορούσε με το που εντοπίσει ένα εμπόδιο να σταματήσει ή να αλλάζει πορεία ή να αλλάζει πορεία όποτε αλλάζει ο χρήστης μετά από μια χρονοκαθυστέρηση.*

- **Αισθητήρας Κλίσης:**

Εικόνα 5 Lego Tilt Sensor (<https://www.robot-advance.com>)

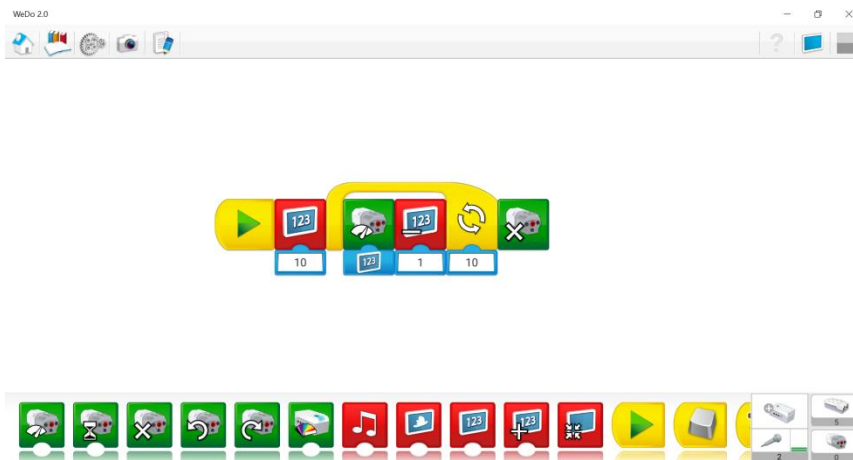
Με αυτόν τον αισθητήρα, μπορεί το Lego WeDo να εντοπίσει αλλαγή στην κλίση. Ο συγκεκριμένος αισθητήρας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για προγραμματισμό της εφαρμογής έτσι ώστε, *Π.χ. να αντιδράει ανάλογα με την κλίση της επιφάνειας πάνω στην οποία βρίσκεται ή ακόμα και στην κατασκευή ενός χειροποίητου χειριστηρίου για να ελέγχεται η εφαρμογή σαν τηλεκατευθυνόμενο.*

Block Programming

Η πλατφόρμα Lego WeDo προγραμματίζεται αποκλειστικά μέσω block προγραμματισμού. Αυτό δεν σημαίνει ότι οι δυνατότητες της είναι περιορισμένες, αντιθέτως, ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει τα τουβλάκια Lego και να κατασκευάσει δικές του κατασκευές και να πειραματιστεί. Το προγραμματιστικό περιβάλλον της πλατφόρμας WeDo είναι κατασκευασμένο με αυτό το σκοπό [69].



Εικόνα 6: Περιβάλλον Block Programming της Lego (<https://edshelf.com/wp-content/uploads/2017/06/screenshot-legoeducationwedo20-6-512x320.jpg>)



Εικόνα 7 : Περιβάλλον Block Programming της Lego με παράδειγμα <https://stemshare.com.au/coding-wedo-2-0/>

Συμπέρασμα:

Μπορούμε να καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι η πλατφόρμα Lego WeDo, είναι μια εξαιρετική πλατφόρμα για αρχικά στάδια στη ρομποτική και τον προγραμματισμό. Το λογισμικό είναι εύχρηστο και προσιτό, αλλά παρουσιάζει μερικά μικρά προβλήματα. Τα τουβλάκια της Lego δίνουν στο χρήστη μεγάλη ευελιξία στις κατασκευές του και δεν τον περιορίζουν, με αποτέλεσμα να κεντρίζει το ενδιαφέρον παιδιών μικρής ηλικίας [71] [70].

Το κύριο μειονέκτημα της συγκεκριμένης πλατφόρμας είναι η τιμή της αν αναλογιστούμε ότι υπάρχουν και άλλες πλατφόρμες με πιο προσιτές τιμές, οι οποίες προσφέρουν τις αντίστοιχες δυνατότητες. Τέτοιες δυνατότητες είναι η ελευθερία στον προγραμματισμό τους και η μελλοντική βελτίωση των ικανοτήτων του χρήστη [72].

Αξιολόγηση:

Χρησιμοποιώντας τα κριτήρια που έχουμε θέσει η πλατφόρμα Lego WeDo βαθμολογείται ως:

Τιμή: Η τιμή το είναι καλή αφού είναι κάτω των 250€.

Τεκμηρίωση / Κατανόηση: Το εγχειρίδιο που υπάρχει μέσα στην συσκευασία περιέχει βασικές πληροφορίες, συνεπώς, ο χρήστης είναι απαραίτητο να επισκεφτεί το site της εταιρίας για να ξεκινήσει.

Κατασκευή/Εγκατάσταση του Ρομπότ: Η κατασκευή του Lego WeDo είναι πολύ εύκολη χάρη στα τουβλάκια Lego, παρ' όλα αυτά το λογισμικό παρουσιάζει αρκετά προβλήματα.

Εκμάθηση του Ρομπότ: Γίνεται χρήση της γλώσσας προγραμματισμού Block.

Γνώση / Ικανότητες: Η φύση του Block programming σε συνδυασμό με την ευελιξία που προσφέρουν τα τουβλάκια Lego, δίνει την δυνατότητα στο χρήστη να δημιουργήσει πολύ εξειδικευμένες και προσωπικές κατασκευές.

Επίπεδα Ικανότητας: Ο αριθμός των project είναι περιορισμένος.

Κοινότητα του Ρομπότ: Δεν υπάρχει μεγάλη κοινότητα στην συγκεκριμένη πλατφόρμα πέρα από μερικές βασικές κατασκευές στο site της εταιρίας.

Προσιτότητα το Site: Οι πληροφορίες στο site της Lego είναι προσιτές στους χρήστες.

Κύρια Κριτήρια Αξιολόγησης	
Τιμή	★★★★☆
Τεκμηρίωση / Κατανόηση	★★★★☆
Κατασκευή/Εγκατάσταση του Ρομπότ	★★★★☆
Εκμάθηση του Ρομπότ	★★★★☆
Γνώση / Ικανότητες	★★★★☆
Επίπεδα Ικανότητας	★☆☆☆☆
Τελική Βαθμολογία	
	★★★★☆
Bonus Πόντοι	
Κοινότητα του Ρομπότ	★★☆☆☆
Προσιτότητα το Site	★★★★★

LEGO Mindstorms EV3



Εικόνα 37 LEGO Mindstorms EV3 (<https://education.lego.com/en-us/shop/mindstorms-ev3>)

Τιμή πλατφόρμας:	320 €
Ηλικιακός στόχος:	10+

Χαρακτηριστικά:

- Η καρδιά του Mindstorm είναι το Intelligent EV3 Brick με έναν πολύ δυνατό επεξεργαστή ARM9, USB θύρες για συνδεσιμότητα στο Wi-Fi και Internet, δυνατότητα ανάγνωσης καρτών Micro SD, κουμπιά και τέσσερις (4) πόρτες για τους κινητήρες.
- Περιέχει τρεις (3) διαδραστικούς κινητήρες servo.

- Αισθητήρας Χρωμάτων.



Αισθητήρας Αφής



Αισθητήρας Χρωμάτων

- Αισθητήρας Αφής.

- Αισθητήρας Υπέρυθρων.



Αισθητήρας Υπέρυθρων

Εικόνα 38 Αισθητήρες του Mindstorm EV3 (<https://grobotronics.com/platform/lego-education/mindstorms-education-ev3/>)

- Πεντακόσια πενήντα (550+) τεχνικά στοιχεία LEGO®
- Έλεγχος της πλατφόρμας με τηλεχειριστήριο ή μέσω της εφαρμογής που μπορεί να κατεβάσει ο χρήστης στην smart συσκευή του.
- Οδηγίες μίας (1) κατασκευής εμπεριέχονται , με την δυνατότητα να κατεβάσει ο χρήστης τέσσερεις (4) ακόμα από το site της Lego και άλλες δημιουργίες από χρήστες που υποστηρίζει η Lego.

Περιγραφή:

Η πλατφόρμα ρομποτικής STEM της Lego, Lego Mindstorms EV3 εκμεταλλεύεται τις δυνατότητες που έχουν τα τουβλάκια Lego και τις συνδυάζει με την πιο προηγμένη τεχνολογία της, για να δημιουργήσει μια νέα πλατφόρμα ρομποτικής η οποία έχει τη δυνατότητα να περπατήσει, να ‘μιλήσει’, να ‘σκεφτεί’ και να κάνει ό,τι επιθυμεί ο χρήστης. Η Lego έχει μια σειρά από προκλήσεις και αποστολές που μπορεί να πραγματοποιήσει η κάθε κατασκευή, TRACK3R, R3PTAR, SPIK3R, EV3RSTORM και GRIPP3R , και πρέπει ο χρήστης να δημιουργήσει το κατάλληλο πρόγραμμα, ώστε να ανταπεξέρχεται στην κάθε περίπτωση. Η επικοινωνία μεταξύ ρομποτικής πλατφόρμας και Smart συσκευής, καθώς και ο σχεδιασμός των προγραμμάτων, γίνονται μέσω της εφαρμογής της Lego. Επίσης, η κοινότητα του Lego Mindstorms δημιουργεί καινούργιες κατασκευές και προκλήσεις, τις οποίες υποστηρίζει και η ίδια η Lego [73] [74].

Δυνατότητες:

Η πλατφόρμα ρομποτικής Lego Mindstorms EV3 απευθύνεται σε παιδιά ηλικίας δέκα χρονών και άνω (10+). Η πλατφόρμα Mindstorms EV3 είναι κατασκευασμένη έτσι ώστε να κάνει την εισαγωγή στον χώρο της ρομποτικής και του προγραμματισμού εύκολη και προσιτή. Η πλατφόρμα αυτή, έχει ένα πρόγραμμα το οποίο είναι ρυθμισμένο να ρίχνει κάτω κάποια λάστιχα που περιέχονται στη συσκευασία, τα οποία τοποθετεί ο χρήστης πάνω σε ένα ειδικό ‘χαλάκι’ για να τρέξει το πρόγραμμα. Ο βαθμός πολυπλοκότητας της, είναι τέτοιος ώστε να μην ενδείκνυται για πιο μικρά παιδιά, χωρίς την βοήθεια των γονέων τους [75]. Αυτό όμως δεν σημαίνει σε καμία περίπτωση ότι η πλατφόρμα Mindstorms EV3 είναι υποδεέστερη σε σχέση με τις άλλες πλατφόρμες, αφού το λογισμικό της Lego, το οποίο είναι τύπου Block Programming, είναι ένα από τα πιο εξελιγμένα και φιλικά προς τον χρήστη. Επιπλέον, παρέχει βοήθεια είτε στο site της Lego, είτε εντός του προγράμματος. Κύριο μέλημα τους είναι να βοηθούν τον χρήστη έτσι ώστε να μην δυσκολευτεί και χάσει το ενδιαφέρον του.

Το δυνατότερο χαρακτηριστικό της πλατφόρμας Lego Mindstorms EV3 είναι η πληθώρα των κατασκευών που μπορεί να φτιάξει ο χρήστης. Αυτό δίνει στην πλατφόρμα μακροζωία αφού ακόμα και αν εξαιρέσουμε τον αριθμό των δημιουργιών άλλων χρηστών και των κατασκευών που υπάρχουν στο site της Lego, τα κομμάτια του Mindstorms EV3 είναι κατασκευασμένα έτσι ώστε να δίνουν τη δυνατότητα στον κάθε χρήστη να αυτοσχεδιάσει και να κατασκευάσει τις δικές του μοναδικές δημιουργίες [74].

Εφαρμογή / APP

Η εφαρμογή η οποία χρησιμοποιεί το Lego Mindstorms EV3είναι διαθέσιμη τόσο σε υπολογιστές (Windows/ MAC) όσο και σε Smart συσκευές όπως κινητά ή tablet. Στο τέλος των οδηγιών υπάρχει ένα υπόδειγμα που παραπέμπει τον χρήστη στο site της Lego στο οποίο μπορεί να βρει όλες τις κατασκευές της ίδιας της Lego ή άλλων χρηστών. Επιπλέον, το κατέβασμα και η εγκατάσταση της εφαρμογής δεν παρουσιάζουν δυσκολίες στο χρήστη.

Ακόμη, υπάρχουν εγχειρίδια μέσα στην εφαρμογή που εξηγούν τον τρόπο με τον οποίο κατασκευάζονται τα πέντε (5) βασικά ρομπότ της Lego (EV3RSTORM, SPIK3R, R3PTAR, GRIPP3R, TRACK3R). Επιπροσθέτως, περιλαμβάνεται βοηθητικό υλικό για το πώς θα προγραμματιστούν, σε περίπτωση που ο χρήστης συναντήσει δυσκολίες. Το πρόγραμμα το οποίο είναι εγκατεστημένο από την εταιρία αντιστοιχεί στην κατασκευή TRACK3R. Μαζί με όλα αυτά η κάθε κατασκευή έχει πολλές διαφορετικές ‘αποστολές’ όπου η κάθε μια δίνει έναν στόχο στον χρήστη. Η κάθε ‘αποστολή’ περιλαμβάνει ένα παράδειγμα σε μορφή βίντεο για το τι αναμένεται να κάνει η κατασκευή αν προγραμματιστεί σωστά, αφήνοντας έτσι τον χρήστη να βρει μόνος του τη λύση. Αυτή είναι η μέθοδος που χρησιμοποιεί η πλατφόρμα Lego Mindstorms EV3ώστε ο χρήστης να αποκτήσει και να εξελίξει τις γνώσεις του στη ρομποτική και τον προγραμματισμό [74] [75].

Βασικές Λειτουργίες

Όπως προαναφέρθηκε, οι λειτουργίες του Lego Mindstorms EV3 δεν περιορίζονται σε έναν σχεδιασμό, αφού η βάση της συγκεκριμένης πλατφόρμας στηρίζεται στο ότι η κάθε κατασκευή έχει κάτι μοναδικό να προσφέρει. Επιπρόσθετα, δίνει στο χρήστη τη δυνατότητα να πειραματιστεί στο έπακρο μέσω αυτής της πλατφόρμας [74].

Οι πέντε βασικές κατασκευές της πλατφόρμας είναι οι:

- EV3RSTORM

Η βασική κατασκευή από την οποία πήρε το όνομά της η συγκεκριμένη πλατφόρμα ρομποτικής, έχοντας την ικανότητα περπατήματος και κίνησης των χεριών της.



Εικόνα 39 EV3RSTORM (<https://www.lego.com/en-gr/product/lego-mindstorms-ev3-31313>)

- SPIK3R

Έχει τη δυνατότητα να κινείται σαν σκορπιός, διαθέτει δαγκάνες που ανοιγοκλείνουν και η ουρά του είναι κατασκευασμένη έτσι ώστε να πυροβολεί βλήματα.



Εικόνα 40 SPIK3R (<https://www.lego.com/en-gr/product/lego-mindstorms-ev3-31313>)

- R3PTAR

Το R3PTAR μπορεί να σέρνεται σαν κόμπρα και να 'επιτίθεται' με αστραπιαία ταχύτητα.



Εικόνα 41 R3PTOR (<https://www.lego.com/en-gr/product/lego-mindstorms-ev3-31313>)

- GRIPP3R

Έχει κατασκευαστεί έτσι ώστε να μπορεί να σηκώσει και να ρίξει αντικείμενα που ζυγίζουν όσο ένα κουτάκι σόδας.



Εικόνα 42 GRIPP3R (<https://www.lego.com/en-gr/product/lego-mindstorms-ev3-31313>)

- TRACK3R

Το TRACK3R είναι ένα όχημα ικανό να κινηθεί σε όλα τα εδάφη και διαθέτει 'bazooka', αρπάγη που ανοιγοκλείνει και σφυρί.



Εικόνα 43 TRAK3R (<https://www.lego.com/en-gr/product/lego-mindstorms-ev3-31313>)

Υπάρχουν επίσης, αρκετές κατασκευές οι οποίες έχουν δημιουργηθεί από άλλους χρήστες και συνοδεύονται από οδηγίες που επεξηγούν τον τρόπο που μπορεί ένας τρίτος να φτιάξει την εν λόγω κατασκευή μαζί με προκλήσεις και ‘αποστολές’ που έχουν δημιουργήσει. Ο σκοπός τους είναι να εκμεταλλευτεί ο χρήστης πλήρως τις δυνατότητες της κατασκευής για να καταφέρει να ολοκληρώσει την εκάστοτε αποστολή[76] [77] [78] [79]. Μερικά παραδείγματα είναι τα εξής:



Εικόνα 44 EV3D4 <https://www.lego.com/el-gr/service/buildinginstructions/31313>



Εικόνα 45 EL3CTRIC GUITAR <https://www.lego.com/el-gr/service/buildinginstructions/31313>



Εικόνα 46 BOBB3E <https://www.lego.com/el-gr/service/buildinginstructions/31313>

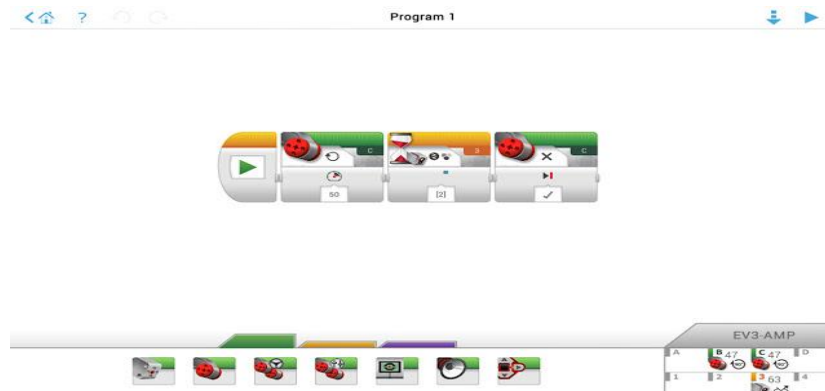


Εικόνα 47 ROBODOZ3R <https://www.lego.com/el-gr/service/buildinginstructions/31313>

Block Programming

Το Mindstorms EV3 μπορεί να προγραμματιστεί μέσω καλωδίου USB, ωστόσο η δυνατότητα του να μεταφερθεί μέσω της κάρτας μνήμης micro SD ή Bluetooth σε συνδυασμό με την φύση του Block προγραμματισμού, το καθιστά ευκολότερο στο να προγραμματιστεί μέσω smart phone [75].

Παράλληλα, το ίδιο το πρόγραμμα έχει μέσα εγχειρίδια για την κάθε κατασκευή, ώστε να διευκολύνονται οι χρήστες. Μέσω της συγκεκριμένης εφαρμογής, ο χρήστης μπορεί να κατασκευάσει το δικό του πρόγραμμα από το μηδέν, κάτι που ίσως φαίνεται δύσκολο στην αρχή, όμως παρ' όλα αυτά, το πρόγραμμα έχει αρκετά εργαλεία για την διευκόλυνση του χρήστη. Επίσης, το κάθε στοιχείο του προγράμματος, όπως για παράδειγμα οι κινητήρες ή οι αισθητήρες, έχει διαφορετικά σύμβολα και χρώματα ανάλογα με τις μεταβλητές του, πράγμα που βοηθά στο να μειωθεί η πολυπλοκότητα του [74] [75] [80].



Εικόνα 48 Block Programming (https://lh3.googleusercontent.com/bWZG8ADGjH_MkraKSrweIzG-ln01QLbU4jYCPeE8hQIRx3agMS91W2HJW7Z-KhOZRAnDVSwxceaQ=w640-h400-e365)

Συμπέρασμα:

Συνοψίζοντας, η πλατφόρμα ρομποτικής STEM Lego Mindstorms EV3 είναι μια από τις καλύτερες και καλό-κατασκευασμένες πλατφόρμες τόσο από μεριά λογισμικού, όσο και κατασκευής. Επιπλέον, δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να αυτοσχεδιάσει και να κατασκευάσει δικές του δημιουργίες, πέρα από την τεράστια ποικιλία κατασκευών που προέρχονται από την ίδια την Lego ή από τις δημιουργίες άλλων χρηστών [81].

Παρ' όλα αυτά, το κύριο αρνητικό της συγκεκριμένης πλατφόρμας είναι ότι η μεγαλύτερη βαθμίδα εξοικείωσης που προσφέρει σε επίπεδο προγραμματισμού, είναι το Block programming. Αυτό σε συνδυασμό με την υψηλή τιμή της μπορεί να απωθήσει κάποιον από την αγορά του προϊόντος, εφόσον επιθυμεί να εξελίξει περαιτέρω τις ικανότητες σε προχωρημένο επίπεδο προγραμματισμού [80] [82].

Αξιολόγηση:

Χρησιμοποιώντας τα κριτήρια που έχουμε θέσει η πλατφόρμα *Lego Mindstorms EV2* βαθμολογείται ως [74] [75] [80] [81] [82]:

Τιμή: Η πλατφόρμα είναι αρκετά ακριβή αφού πλησιάζει τα 350€.

Τεκμηρίωση / Κατανόηση: Υπάρχουν πληροφορίες σε μορφή εγχειριδίου για την πρώτη κατασκευή ενώ οι υπόλοιπες υπάρχουν στο site ή στην εφαρμογή της πλατφόρμας.

Κατασκευή/Εγκατάσταση του Ρομπότ: Εύκολη κατασκευή, χάρη στα στα τουβλάκια Lego και άριστο προγραμματιστικό περιβάλλον με μια μικρή έλλειψη στα αισθητήρια.

Εκμάθηση του Ρομπότ: Υπάρχουν πολλά project και προκλήσεις τις οποίες μπορεί να κάνει ο χρήστης για να εξοικειωθεί με την πλατφόρμα.

Γνώση / Ικανότητες: Μέσω των πολυαρίθμων προκλήσεων ο χρήστης μαθαίνει να χρησιμοποιεί και να κάνει κτήμα του τις βασικές έννοιες του STEM.

Επίπεδα Ικανότητας: Ο χρήστης μπορεί να εξελίξει τις γνώσεις του σε μεγάλο βαθμό λόγω του καλό-κατασκευασμένου προγραμματιστικού περιβάλλοντος του Mindstorms αλλά περιορίζεται από την ύπαρξη μόνο Block προγραμματισμού.

Κοινότητα του Ρομπότ: Υπάρχει μεγάλη ποικιλία από κατασκευές άλλων χρηστών.

Προσιτότητα το Site: Το site της Lego είναι πολύ εύχρηστο.

Κύρια Κριτήρια Αξιολόγησης	
Τιμή	★★☆☆☆
Τεκμηρίωση / Κατανόηση	★★★★☆
Κατασκευή/ Εγκατάσταση του Ρομπότ	★★★★☆
Εκμάθηση του Ρομπότ	★★★★★
Γνώση / Ικανότητες	★★★★★
Επίπεδα Ικανότητας	★★★☆☆
Τελική Βαθμολογία	
	★★★★☆
Bonus Πόντοι	
Κοινότητα του Ρομπότ	★★★★★
Προσιτότητα το Site	★★★★★

EZ-Robot JD Humanoid Robot



Εικόνα 49: EZ-Robot JD Humanoid Robot (<https://www.robotshop.com/en/ez-robot-jd-humanoid-robot.html>)

Τιμή πλατφόρμας:	490 €
Ηλικιακός στόχος:	12+

Χαρακτηριστικά:

- Κεντρικό επεξεργαστή Wi-Fi EZ-B v4
- Κάμερα και LED (RGB) για μάτια
- Έξι (6) κινητήρες Servo
- Δύο (2) αρπάγες με έναν (1) κινητήρα servo η κάθε μία
- Δύο (2) πόδια με δύο (2) κινητήρες servo το κάθε ένα
- Μπαταρία LiPo 7.4v 1300mAh
- Φορτιστής μπαταρίας
- Σπιράλ για δέσιμο καλωδίων
- Βάρος: 1.324 Kg



Εικόνα 50: Χαρακτηριστικά του JD Humanoid Robot (<https://humanoidslabs.blogspot.com/2017/01/jd-humanoid-apps.html>)

Περιγραφή:

Το EZ-Robot JD Humanoid Robot είναι μια πλήρως λειτουργική πλατφόρμα ρομποτικής STEM η οποία είναι κατασκευασμένη με κομμάτια EZ-Bits. Το συγκεκριμένο ρομπότ προσφέρει 16 βαθμούς ελευθερίας με 12 δυνατούς κινητήρες servo που του δίνουν την μεγάλη ελευθερία και δύναμη κινήσεων. Το κεφάλι του JD Humanoid robot περιέχει μια κάμερα, την οποία χρησιμοποιεί για να εντοπίζει και να ακολουθεί αντικείμενα, κίνηση, πρόσωπα, χρώματα και κωδικούς QR Εικόνα 51: Παράδειγμα κωδικού QR (https://en.wikipedia.org/wiki/QR_code). Τα μάτια του ρομπότ έχουν



συνολικά δέκα οκτώ (18) LED, εννιά (9) στο κάθε μάτι και το κάθε ένα μπορεί να πάρει 1 εκατομμύριο διαφορετικούς συνδυασμούς χρωμάτων.

Εικόνα 51: Παράδειγμα κωδικού QR (https://en.wikipedia.org/wiki/QR_code)

Ο κεντρικός επεξεργαστής ή αλλιώς ο εγκέφαλος του JD Humanoid Robot είναι ο δυνατότερος και συμπαγέστερος επεξεργαστής ρομπότ στον κόσμο. Ο επεξεργαστής EZ-B v4 αποτελείται από δύο PCB's μαζί στο ίδιο πακέτο 2x2, είναι φιλικός προς αρχάριους και προχωρημένους χρήστες. Τέλος, οι προχωρημένοι χρήστες μπορούν να βγάλουν το κάλυμμα του EZ-B και να τον τοποθετήσουν κατευθείαν σε οποιαδήποτε ρομποτική κατασκευή επιθυμούν [83].

Δυνατότητες:

Η ρομποτική πλατφόρμα EZ-Robot JD Humanoid Robot, έχει πολλές διαφορετικές λειτουργίες και δυνατότητες οι οποίες προσφέρουν διαφορετικές βαθμίδες δυσκολίας για αρχάριους και για έμπειρους [84]. Μια από αυτές τις λειτουργίες είναι, η δυνατότητα να ακολουθεί πρόσωπα ή χρώματα μέσω της κάμερας που έχει στο κεφάλι του. Αυτό το καταφέρνει μέσω των προγραμμάτων που υποστηρίζουν τις διάφορες λειτουργίες του JD Robot, προσφέροντας οδηγίες και έτοιμα μικρό-προγράμματα/ ρουτίνες τα οποία βοηθάνε στην εξοικείωση με την πλατφόρμα και το περιβάλλον της εφαρμογής.

Παίρνοντας σαν παράδειγμα το προαναφερθέν πρόγραμμα που ακολουθάει πρόσωπα μέσω της κάμερας, ένας άπειρος χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει τις πολλές έτοιμες εντολές που έχει το πρόγραμμα από μόνο του. Όταν αναφερόμαστε όμως σε έναν έμπειρο χρήστη, μπορεί να προγραμματιστεί απευθείας μέσω κώδικά. Αυτή η ικανότητα δίνει μεγάλη ελευθερία στον χρήστη να χειριστεί το JD Humanoid Robot χρησιμοποιώντας την ίδια πλατφόρμα [83] [85].

Εφαρμογή/APP

Η πλατφόρμα JD humanoid Robot μπορεί να ελεγχθεί μέσω τηλεχειριστηρίου, το οποίο εμπεριέχεται μέσα στην συσκευασία του ρομπότ. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω εφαρμογή της EZ-Robot η οποία μπορεί να εγκατασταθεί σε smart κινητά τηλέφωνα ή tablet και υπολογιστή [83].



Εικόνα 52: Εφαρμογή στο Smart Phone για τον έλεγχο του JD Humanoid Robot (<https://www.brainaryinteractive.com/ez-robot>)

Βασικές Λειτουργίες

Οι λειτουργίες της πλατφόρμας JD Humanoid Robot είναι πολλές και θα γίνει εκτενής ανάλυση παρακάτω. Αξίζει να αναφερθεί ότι η σημαντικότερη δυνατότητα αυτής της πλατφόρμας είναι ότι όλες οι λειτουργίες που μπορεί να πραγματοποιήσει το JD μέσω των εφαρμογών του, μπορούν να ελεγχθούν μέσω κώδικα από έναν έμπειρο χρήστη. Αυτό σημαίνει ότι, ότι ικανότητες και δεξιότητες αποκτήσει, δεν θα περιορίζονται σε αυτή την πλατφόρμα. Συνεπώς, θα μπορεί να προσαρμοστεί και σε άλλες εξειδικευμένες και περίπλοκες πλατφόρμες ρομποτικής, ακόμα και σε ερευνητικό ή εργασιακό επίπεδο [85] [86].

1. Έλεγχος κίνησης:

Μπορεί ο χρήστης μέσω του προγράμματος να ελέγξει κάθε κινητήρα ξεχωριστά και να κινήσει το JD. Εναλλακτικά, μπορεί να χρησιμοποιήσει έτοιμες εντολές και να το βάλει στη διαδικασία για παράδειγμα: να κάνει Push Ups. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιήσει το ψηφιακό τηλεχειριστήριο μέσα στην εφαρμογή. **Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε.. Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε..** Εικόνα 53: Περιβάλλον λογισμικού του EZ-Robot JD Humanoid Robot (<https://www.touchofmodern.com/sales/ez-robot/humanoid-jd?open=1>)

2. Έλεγχος της κάμερας:

Ο χρήστης μπορεί να χειριστεί την κάμερα χειροκίνητα, με την βοήθεια ενός αναλογικού μοχλού μέσα στην εφαρμογή ή να χρησιμοποιήσει τις αυτόματες λειτουργίες της κάμερας. Εικόνα 53:Περιβάλλον λογισμικού του EZ-Robot JD Humanoid Robot (<https://www.touchofmodern.com/sales/ez-robot/humanoid-jd?open=1>)

- Αυτές είναι:
- a. Μπορεί να αναγνωρίζει και να ακολουθεί πρόσωπα.
 - b. Μπορεί να ξεχωρίζει και να ακολουθεί χρώματα.
 - c. Μπορεί να αναγνωρίζει και να ακολουθεί διάφορα αντικείμενα, όπως για παράδειγμα, ένα στυλό.

3. Χρήση του Μικροφώνου:

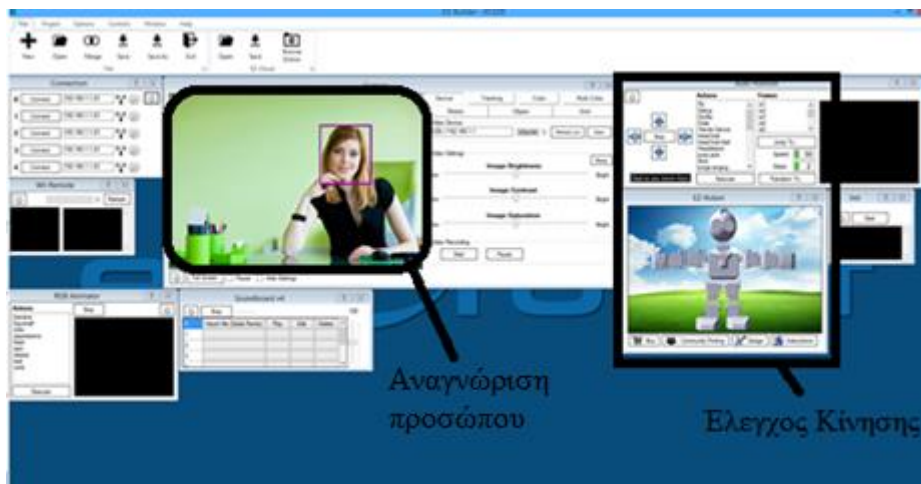
Μπορεί να χρησιμοποιήσει ο χρήστης τους ήχους που υπάρχουν ήδη στο πρόγραμμα και να τους συνδυάσει με συγκεκριμένες κινήσεις που θέλει, ή να καταγράψει δικούς του ήχους. Έχει επίσης την δυνατότητα να αναγνωρίζει φωνητικές εντολές και να αντιδράει αντίστοιχα.

4. Έλεγχος των LED των ματιών:

Μπορεί ο χρήστης να χρησιμοποιήσει τους χρωματιστούς συνδυασμούς στα LED για να φτιάξει την απόχρωση που θέλει και το 'ύφος' του JD που θέλει, για παράδειγμα χαρούμενο ή νευριασμένο.

5. Stream

Ο χρήστης μπορεί να κάνει να κάνει live stream μέσω της εφαρμογής.



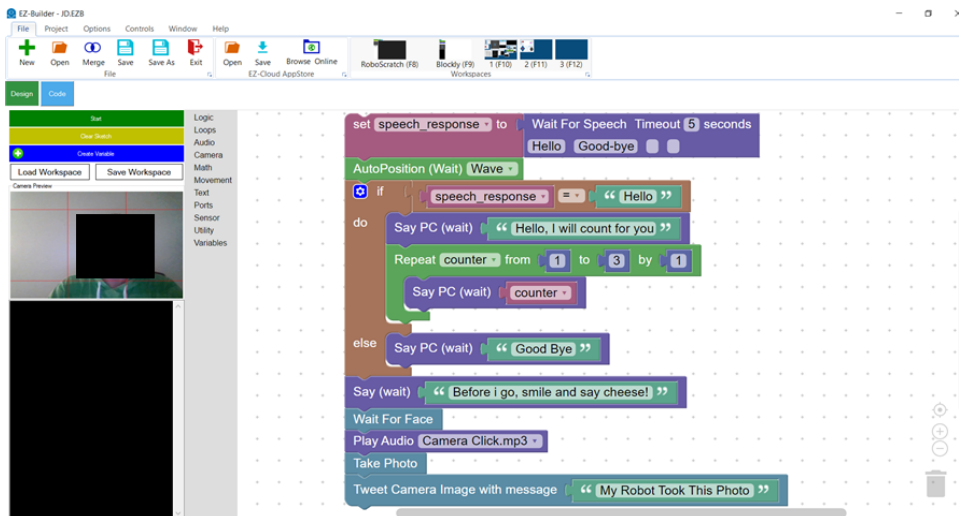
Εικόνα 53:Περιβάλλον λογισμικού του EZ-Robot JD Humanoid Robot (<https://www.touchofmodern.com/sales/ez-robot/humanoid-jd?open=1>)

Προγραμματισμός

Η πλατφόρμα ρομποτικής EZ-Robot JD Humanoid Robot όπως προαναφέρθηκε, μπορεί να ελεγχθεί μέσω έτοιμων εντολών. Η πλατφόρμα αυτή όμως δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να την χειριστεί με δύο πιο προγραμματιστικούς τρόπους, μέσω του Roboscratch ή του Block programming, όπου και οι δύο μετατρέπονται αυτόματα και σε μορφή κώδικα C++. Επίσης ο χρήστης μπορεί να προγραμματίσει απευθείας σε C++ [80].

- **Block programming**

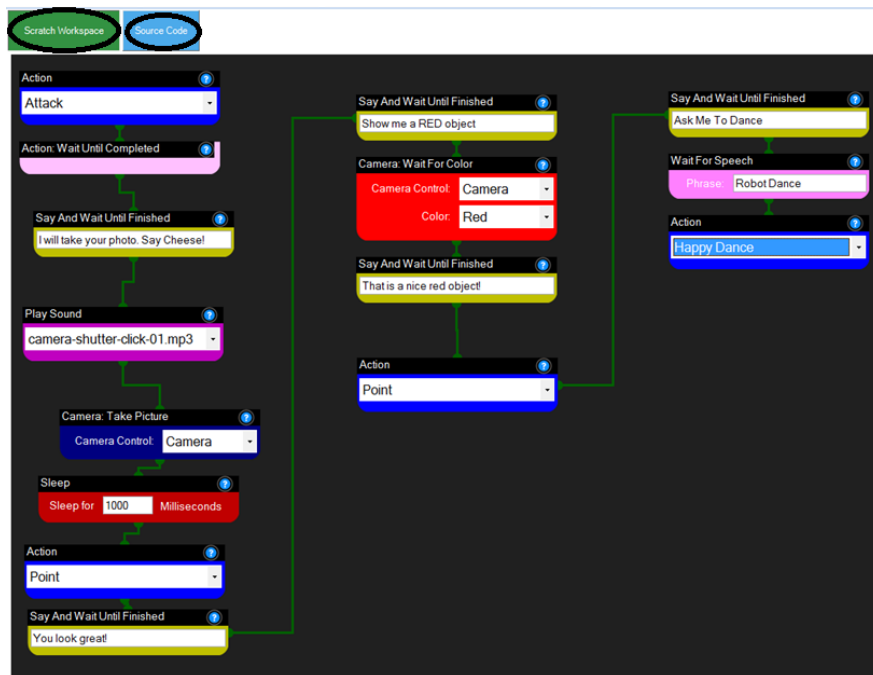
Ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει block προγραμματισμό με σκοπό να κατασκευάσει τις δικές του ρουτίνες. Σε αυτές μπορεί να προσθέσει ήχους στις κινήσεις της ρομποτικής πλατφόρμας, του κατασκευαστή ή δικούς του, να εκμεταλλευτεί την κάμερα στο κεφάλι του JD ή να το προγραμματίσει να κινείται όπως αυτός επιθυμεί. Εικόνα 54: Προγραμματιστικό Περιβάλλον του Block Programming (<https://www.ez-robot.com/Tutorials/Lesson/75>)



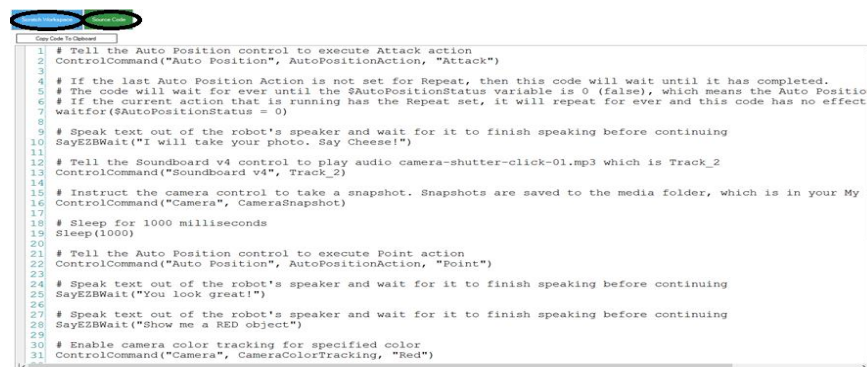
Εικόνα 54: Προγραμματιστικό Περιβάλλον του Block Programming (<https://www.ez-robot.com/Tutorials/Lesson/75>)

- **Roboscratch**

Στο Roboscratch ο χρήστης μπορεί να κάνει πανομοιότυπα τις λειτουργίες και να δημιουργήσει τις ρουτίνες που θα ήθελε με τον block προγραμματισμό, με μια σημαντική διαφορά. Το Roboscratch δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να προγραμματίσει χρησιμοποιώντας και συνδέοντας αντίστοιχα block χρησιμοποιώντας το Scratch Workspace Εικόνα 55:Προγραμματιστικό Περιβάλλον Scratch Workspace (<https://www.ez-robot.com/Tutorials/Lesson/73?courseId=1>), να προγραμματίσει απευθείας με τον κώδικα των εντολών μέσω του Source Code Εικόνα 56:Προγραμματιστικό Περιβάλλον Source Code (<https://www.ez-robot.com/Tutorials/Lesson/73?courseId=1>) ή να τοποθετήσει τα block και να φτιάξει το πρόγραμμα που θέλει με αυτά και μετά να δει, ποιο θα ήταν το αντίστοιχο πρόγραμμα σε κώδικα.



Εικόνα 55:Προγραμματιστικό Περιβάλλον Scratch Workspace (<https://www.ez-robot.com/Tutorials/Lesson/73?courseId=1>)



Εικόνα 56:Προγραμματιστικό Περιβάλλον Source Code (<https://www.ez-robot.com/Tutorials/Lesson/73?courseId=1>)

Συμπεράσματα:

Η πλατφόρμα ρομποτικής STEM, EZ Robot JD Humanoid Robot μπορεί εύκολα να θεωρηθεί μια από τις καλύτερες πλατφόρμες στην αγορά. Είναι καλό- κατασκευασμένη, με προσιτή εφαρμογή για χρήστες όλων των επιπέδων και δίνει πολύ υλικό για να βοηθήσει αυτούς που θέλουν να διευρύνουν τους ορίζοντες τους και να εξασκήσουν τις ικανότητες στο τομέα της ρομποτικής. Το λογισμικό του σε συνδυασμό με τις πολυάριθμες λειτουργίες του, όπως φωνητικές εντολές, της δίνει την ικανότητα να χρησιμοποιηθεί σε μεγάλη ποικιλία εφαρμογών [87] [88] [89] [80].

Το μεγαλύτερο μειονέκτημα της πλατφόρμας JD Humanoid Robot είναι η τιμή, αφού είναι μια μεγάλη οικονομική επένδυση για οποιοδήποτε τον χρήστη. Επίσης το εγχειρίδιο που εμπεριέχεται μέσα στην συσκευασία δεν είναι πολύ αναλυτικό.

Αξιολόγηση:

Χρησιμοποιώντας τα κριτήρια που έχουμε θέσει η πλατφόρμα *EZ-Robot JD Humanoid Robot* βαθμολογείται ως [87] [86] [88] [89] [80]:

Τιμή: Η πλατφόρμα είναι πολύ ακριβή με την τιμή να φτάνει τα 490€

Τεκμηρίωση / Κατανόηση: Υπάρχουν οδηγίες στο site της πλατφόρμας ή στην εφαρμογή. Δεν έχει εγχειρίδιο στην συσκευασία.

Κατασκευή/Εγκατάσταση του Ρομπότ: Η κατασκευή και η σύνδεση με τον υπολογιστή είναι πολύ εύκολη και χωρίς προβλήματα.

Εκμάθηση του Ρομπότ: Υπάρχουν πολλά μαθήματα στο site της εταιρίας μέσω των οποίων ο χρήστης εξοικειώνεται με όλες τις λειτουργίες της πλατφόρμας.

Γνώση / Ικανότητες: Η ποικιλία των εφαρμογών του EZ-Robot το κάνει να είναι άριστη επιλογή για την εκμάθηση των εννοιών του STEM.

Επίπεδα Ικανότητας: Το λογισμικό, ο επεξεργαστής, τα αισθητήρια και οι γλώσσες προγραμματισμού που προσφέρει αυτή η πλατφόρμα ρομποτικής STEM είναι ασυναγώνιστα.

Κοινότητα του Ρομπότ: Η κοινότητα που υπάρχει είναι ικανοποιητική.

Προσιτότητα το Site: Το site του EZ-Robot είναι ευκολόχρηστο και καλοφτιαγμένο.

Κύρια Κριτήρια Αξιολόγησης	
Τιμή	★☆☆☆☆
Τεκμηρίωση / Κατανόηση	★★★★☆
Κατασκευή/ Εγκατάσταση του Ρομπότ	★★★★★
Εκμάθηση του Ρομπότ	★★★★★
Γνώση / Ικανότητες	★★★★★
Επίπεδα Ικανότητας	★★★★★
Τελική Βαθμολογία	
Τελική Βαθμολογία	★★★★☆
Bonus Πόντοι	
Κοινότητα του Ρομπότ	★★★☆☆
Προσιτότητα το Site	★★★★★













ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ





Σε αυτή την πτυχιακή εργασία εξετάστηκαν οκτώ (8) διαφορετικές πλατφόρμες ρομποτικής STEM. Αυτές οι πλατφόρμες έχουν αρκετές ομοιότητες μεταξύ τους αλλά και αρκετές διαφορές που τις κάνουν να ξεχωρίζουν η μια από την άλλη.

Η πιο συχνή ομοιότητα μεταξύ των πλατφορμών, είναι ότι χρησιμοποιούν την γλώσσα προγραμματισμού Block programming και Scratch σαν πρώτο στάδιο, έτσι ώστε να βοηθήσουν τον χρήστη στο να ξεκινήσει να εξοικειώνεται στο χώρο του προγραμματισμού και της ρομποτικής. Συνήθως οι πλατφόρμες οι οποίες απευθύνονται σε παιδιά μικρής ηλικίας έχουν μερικές βασικές ρουτίνες, όπως το να ακολουθάει μια γραμμή, να αποφεύγει εμπόδια και να αντιδρά σε ήχους όπως παλαμάκια. Ο σκοπός αυτών των εφαρμογών είναι να προσελκύσουν το ενδιαφέρον των μικρών παιδιών προσφέροντας διασκέδαση, χωρίς να απαιτείται καθόλου προγραμματισμός.

Το σημείο στο οποίο αρχίζουν οι διαφορές των πλατφόρμα STEM είναι ο τρόπος και ο βαθμός στον οποίο επιλέγει η κάθε μια στο να εξελίξει και διδάξει περειαίρω τους χρήστες της. Παράλληλα, ο σκοπός μιας πλατφόρμας ρομποτικής STEM, είναι να εντάξει τον χρήστη στον χώρο της ρομποτικής και του προγραμματισμού, μαθαίνοντας του βασικές έννοιες και λειτουργίες όπως: *Ακολουθίες, Συμβάντα, Βρόχους*. Αυτό, το καταφέρνει έχοντας project και προκλήσεις, με κλιμακούμενο βαθμό δυσκολίας και ένα προγραμματιστικό περιβάλλον το οποίο δεν παρέχει διευκολύνσεις και ευκολίες όπως ο Block προγραμματισμός. Παρ' όλα αυτά ο χρήστης, αφού έχει κατακτήσει τις έννοιες, λειτουργίες και λογική του προγραμματισμού και της ρομποτικής θα μπορεί να συνεχίσει να εξελίσσεται και να μαθαίνει.

Από τις Αξιολογήσεις βλέπουμε ότι οι πλατφόρμες ρομποτικής κατατάσσονται ως εξής:

 <p>Edison</p>	
 <p>Bee-Bot</p>	
 <p>mBot</p>	
 <p>Evo</p>	
 <p>Sphero</p>	
 <p>Lego WeDo</p>	

 <p>Lego Mindstorms EV3</p>	
 <p>EZ-Robot</p>	

Από τον παραπάνω πίνακα βλέπουμε ότι οι πλατφόρμες οι οποίες έχουν τις υψηλότερες βαθμολογίες είναι οι: Edison, Beebot, mBot, Thymio II, Mindstorms και EZ-Robot. Αυτές θα μπορούν να χωριστούν σε τέσσερις ακόμα υποκατηγορίες αναλογικά με την τιμή τους.

- Οι πλατφόρμες ρομποτικής Edison και Beebot είναι οι δύο οικονομικότερες πλατφόρμες από τις οκτώ (8) που εξετάστηκαν, οι οποίες όμως έχουν να προσφέρουν στον χρήστη αρκετό υλικό, όσον αφορά το προγραμματιστικό και το κατασκευαστικό κομμάτι. Παρουσιάζονται όμως προβλήματα όσον αφορά τον προγραμματισμό τους και λόγω της χαμηλής τιμής τους έχουν περιορισμένα αισθητήρια.
- Οι Thymio και mBot είναι οι πιο ισορροπημένες πλατφόρμες όσο αναφορά την τιμή τους και το τι προσφέρουν. Μπορεί, δηλαδή ο χρήστης χωρίς να χρειαστεί να επενδύσει πολλά χρήματα να αποκτήσει μια ρομποτική πλατφόρμα η οποία δεν θα τον περιορίσει.
- Τα Mindstorms και EZ-Robot είναι οι πιο ακριβές πλατφόρμες, οι οποίες όμως προσφέρουν το περισσότερο υλικό από μεριάς ποσότητας και ποιότητας. Έχουν το προγραμματιστικό περιβάλλον για να μάθουν και να καθοδηγήσουν τον χρήστη στον χώρο της ρομποτικής και να του δώσουν την δυνατότητα να πειραματιστεί και να δημιουργήσει δικές του κατασκευές.
- Τέλος αναφέρονται και οι πλατφόρμες Lego WeDo και Evo. Οι συγκεκριμένες πλατφόρμες, παρότι είναι εξίσου καλοφτιαγμένες και ικανές να διδάξουν σε έναν χρήστη βασικές έννοιες της ρομποτικής STEM, χάνουν βαθμούς διότι το προγραμματιστικό περιβάλλον τους είναι πολύ περιορισμένο και δεν μπορούν να προσφέρουν σε προχωρημένους χρήστες.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι, η εργασία αυτή καταφέρνει να δημιουργήσει μια αξιολόγηση μεταξύ των έξι πλατφορμών ρομποτικής STEM: Edison, mBot, Lego WeDo, Evo, Mindstorms και EZ-Robot. Έτσι, μπορεί ο εκάστοτε ενδιαφερόμενος μέσω αυτής να κατανοήσει τις βασικές διαφορές των πλατφορμών και βάσει τα κριτήρια που τέθηκαν, σε συνδυασμό με τα δικά του να επιλέξει την πλατφόρμα που θα ταιριάζει στις προσδοκίες και τις ανάγκες του. Το θετικό της συγκεκριμένης εργασίας, είναι ότι ο συντάκτης της έχει γνώσεις και εμπειρία στο τμήμα του προγραμματισμού και της ρομποτικής, καθώς έχει εργαστεί εντός της σχολής του σε διάφορες πλατφόρμες ρομποτικής STEM

Υπήρχαν δύο περιορισμοί σε αυτή την εργασία:

Ο πρώτος περιορισμός ήταν ότι η αξιολόγηση όλων των πλατφορμών έγινε βασισμένη σε πληροφορίες από Αξιολογήσεις στο διαδίκτυο, Άρθρα καθώς και από άλλες εργασίες (Papers) οι οποίες αναφέρονταν στις συγκεκριμένες πλατφόρμες ρομποτικής. Αυτό έχει σαν αρνητικό ότι υπάρχει η πιθανότητα κάποια από τα στοιχεία, πηγές και πληροφορίες από τις οποίες αντλήθηκε το υλικό να είναι παλιά ή να μην είναι ακριβή. Ο δεύτερος είναι ότι για την αξιολόγηση δεν υπήρχε η δυνατότητα αξιολόγησης με την βοήθεια παιδιών ανάλογων ηλικιών, έτσι ώστε να γίνει καταγραφή της αποτελεσματικότητας της κάθε πλατφόρμας. Αξίζει να σημειωθεί ότι, η χρηματοδότηση μιας τέτοιας εργασίας θα μπορούσε να βοηθήσει στην απόκτηση των πλατφορμών ρομποτικής έτσι ώστε να μπορεί να γίνει μια εκτενέστερη αξιολόγηση. Κάτι τέτοιο θα είχε σαν αποτέλεσμα μεγαλύτερη ακρίβεια στην τελική και επιμέρους αξιολόγηση της κάθε πλατφόρμας STEM με την δυνατότητα πειραματισμού χωρίς να γίνεται χρήση από όχι τόσο αξιόπιστες πηγές όπως Αξιολογήσεις στο διαδίκτυο.

Τέλος, η παρουσία παιδιών με ηλικίες αντίστοιχες με αυτές που προτείνει η κάθε πλατφόρμα θα έδινε περισσότερο κύρος στην εργασία αφού θα μπορούν να γίνουν συγκεκριμένες ερωτήσεις, να δοθούν ερωτηματολόγια και να παρακολουθηθεί η αποτελεσματικότητα της κάθε πλατφόρμας από κατάλληλο προσωπικό με γνώσεις εκπαιδευτικού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] M. D. L. L. Daniela, Educational Robotics for Inclusive Education, τόμ. 0123456789, Technol. Knowl. Learn, 2018.
- [2] A. Khanlari, Effects of educational robots on learning STEM and on students' attitude toward STEM, τόμ. 1, IEEE 5th Int. Conf. Eng. Educ. Aligning Eng. Educ. with Ind. Needs Nation Dev. ICEED 2013, 2014, pp. 62-66.
- [3] P. H. U. G. a. C. B. B. Wagner, Technical Framework for Robot Platforms in Education, International Conference on Engineering Education and Research "Progress Through Partnership, 2004, p. 699–703.
- [4] D. Alimisis, Teacher education on robotics-enhanced constructivist pedagogical methods, 2009.
- [5] D. Alimisis, Educational robotics: Open questions and new challenges, τόμ. 1, Themes Sci. Technol. Educ., 2013, p. 63–71.
- [6] D. Bailakhs, Evaluation of Educational Information Systems : The case of MIXATRON in mechatronic education, 2018.
- [7] D. P. Miller and I. Nourbakhsh, Robotics for Education, Springer Handb. Robot., 2016, p. 2115–2134.
- [8] Z. W. H. a. Y. L. C. K. Y. Chin, Impact of using an educational robot-based learning system on students' motivation in elementary education, τόμ. 7, IEEE Trans. Learn. Technol., 2014, p. 333–345.
- [9] A. S. a. M. U. Bers, Dancing robots: integrating art, music, and robotics in Singapore's early childhood centers, τόμ. 2, Int. J. Technol. Des. Educ., 2018, p. 325–346.
- [10] S. K. a. B. Sisman, Behavioral patterns of elementary students and teachers in one-to-one robotics instruction, τόμ. 111, Comput. Educ, 2017, pp. 31-43.
- [11] F. M. e. al., The e-puck , a Robot Designed for Education in Engineering, τόμ. 1, 9th Conf. Auton. Robot Syst. Compet., 2006, p. 59–65.

- [12] A. B. V. G. C. I. a. S. C. G. B. Ronsivalle, How to Implement Educational Robotics' Programs in Italian Schools: A Brief Guideline According to an Instructional Design Point of View, Technol. Knowl. Learn., 2018.
- [13] M. P. a. G. C. A. Xatzopoulos, Mobile Robotic Platforms as Educational Tools in Mechatronics Engineering, International Scientific Conference eRA – 8, 2013, pp. 41-51.
- [14] C. Chalmers, Robotics and computational thinking in primary school, τόμ. 17, Int. J. Child-Computer Interact., 2018, p. 93–100.
- [15] A. S. A. N. D. G. I. S. A. C. X. a. D. V. N. C. Zygoris, The use of LEGO mindstorms in elementary schools, IEEE Glob. Eng. Educ. Conf. EDUCON, 2017, p. 514– 516.
- [16] P. F.-D. a. D. P. L. Armesto, Low-cost Printable Robots in Education, τόμ. 1, J. Intell. Robot. Syst., 2015, pp. 5-24.
- [17] J. E. B. B. A. W. S. W. a. B. L. F. Arvin, Mona: an Affordable Open-Source Mobile Robot for Education and Research, J. Intell. Robot. Syst. Theory Appl., 2018, pp. 1-15.
- [18] S. S. L. a. F. M. M. E. Karim, A review: Can robots reshape K-12 STEM education? - 2015_ehsan_CanRobotsReshapeStemEducation.pdf, IEEE Int. Work., 2015, p. 8.
- [19] H. C. a. C. Neves, Technical database on robotics-based educational platforms for K-12 students, 18th IEEE Int. Conf. Auton. Robot Syst. Compet. ICARSC 2018, 2018, pp. 167-172.
- [20] A. C. M. P. a. D. P. V. Mavrounioti, Implementation of an 2-wheel Educational Platform for STEM Applications, τόμ. 5, J. Multidiscip. Eng. Sci. Technol, 2018, pp. 8944-8948.
- [21] F. A. L. F. a. O. R. L. Payá, An educational software to develop robot mapping and localization practices using visual information, τόμ. 10, IFAC, 2013.
- [22] H. B. G. a. J. J. Kuenzi, «“Science, technology, engineering, and mathematics (STEM): A Primer,”» 2012.
- [23] F. Wikipedia, «“Science, technology, engineering, and mathematics,”» wikipedia.org, 2018. [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Science,_technology,_engi neering,_](https://en.wikipedia.org/wiki/Science,_technology,_engineering,_)

and_mathematics.. [Πρόσβαση 2 7 2020].

- [24] I. M. a. B. T, «Utilizing Sphero for a speed related STEM activity in Kindergarten,» *Hellenic Conference on Innovating STEM Education*, 2016.
- [25] M. C. a. C. S. J. A. Vasquez, *STEM Lesson Essentials, Grades 3-8: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics*, 1st επιμ., Heinemann, 2013.
- [26] S. Psycharis, «STEAM in educations: A literature review on the role of Computational Thinking, Engineering Epistemology and Computational Science. Computational STEAM Pedagogy (CSP),» τόμ. 4, αρ. 2, pp. 51-72, 2018.
- [27] S. Heilig, «K-12 STEM Education,» τόμ. 1, αρ. 2, p. 112, 2015.
- [28] *English Learners in STEM Subjects: Transforming Classrooms, Schools, and Lives* (2018, Washington, DC: National Academy of Science, 2018.
- [29] J. M. a. R. V. Bartlett, « “STEM as a Curriculum, ” Education Week, » 2009. [Ηλεκτρονικό]. Available: papers3://publication/uuid/48C36DF6-30CA-42ED876D-0D4214A1F890.. [Πρόσβαση 4 5 2020].
- [30] M. Tucker, «Editorial Projects in Education,» 2012. [Ηλεκτρονικό]. Available: http://blogs.edweek.org/edweek/top_performers/2012/06/stem_why_it_makes_no_sense.html. [Πρόσβαση 27 Mar 2019].
- [31] L. Haynes, *Studying Stem: what are the barriers? The Institution of Engineering and Technology Enquiries*, The Institution of Engineering and Technology (IET), 2008, p. 18.
- [32] J. A. Ejiwale, “Barriers to Successful Implementation of STEM Education, 2 επιμ., τόμ. 7, *J. Educ. Learn*, 2013, pp. 63-74.
- [33] M. P. M. K. S. P. Avraam Chatzopoulos, «Innovative Robot for Educational Robotics and STEM,» σε *Lecture Notes in Computer Science*, τόμ. 12149, Springer, Cham, 2020, pp. 95 - 104.
- [34] S. C. a. R. B. Mike Jackson, «software.ac.uk,» 11 2011. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://software.ac.uk/sites/default/files/SSI-SoftwareEvaluationCriteria.pdf>. [Πρόσβαση 5 6 2020].
- [35] V. Dimitrios, «ir.lib.uth.gr,» 2018. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://ir.lib.uth.gr/xmlui/handle/>

- 11615/49827;jsessionid=40362FBB3557DD3611640218C5AC5C45. [Πρόσβαση 12 6 2020].
- [36] M. R. Karen Brennan, *New frameworks for studying and assessing the*, Vancouver, BC, Canada: MIT Media Lab, 2012.
- [37] V. J. J. L. F. A. N. K. Boriss Misnevs, «sciencedirect.com,» *Procedia Computer Science*, 2017. [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050917300480>. [Πρόσβαση 19 5 2020].
- [38] R. R. Junnan Yu, «dl.acm.org,» 19-22 June 2018. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/3202185.3202738?download=true>. [Πρόσβαση 15 6 2020].
- [39] Mediative, «mediative.com,» Mediative, 2017. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.linkedin.com/company/mediative/>. [Πρόσβαση 5 4 2020].
- [40] Edison, «meet Edison.com,» Edison, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://meet Edison.com/edcreate/#EdCreate-resources>. [Πρόσβαση 2020 6 20].
- [41] Tracy, «techagekids.com,» 7 October 2016. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.techagekids.com/2016/10/edison-mini-robot-review-and-new-20.html>. [Πρόσβαση 5 6 2020].
- [42] K. Victoria, 18 June 2018. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://teachyourkidscode.com/edison-robot-review/>. [Πρόσβαση 9 6 2020].
- [43] M. Edison, Σκηνοθέτης, *Getting started with Edison robots*. [Φίλμ]. Meet Edison, 2020.
- [44] M. Edison, Σκηνοθέτης, *How to program Edison robots*. [Φίλμ]. Meet Edison, 2020.
- [45] M. Edison, Σκηνοθέτης, *Edison - Fun robotics for tomorrow's inventors*. [Φίλμ]. Meet Edison, 2014.
- [46] S. Supplies, Σκηνοθέτης, *Edison v2 Robot - Getting Started with EdBlocks - STEM Supplies*. [Φίλμ]. STEM Supplies, 2017.
- [47] Why, «why.gr,» Why, 2020. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.why.gr/%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1/%CE%B5%CE%BA%CF%80%CE%B1%CE%B9%CE%B4%CE%B5%CF%85%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC-%CF%80%CF%81%>

CE%BF%CF%8A%CF%8C%CE%BD%CF%84%CE%B1/%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%83%
CF%87%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CE%A. [Πρόσβαση 17 8 2020].

- [48] eduk8, «eduk8.gr,» eduk8, 2020. [Ηλεκτρονικό]. Available: https://eduk8.gr/product/rechargeable-bee-bot/?dTribeID=be416045978f1062e07cc3bc5b84ff5d%7C4978&utm_source=Google%20Shopping&utm_campaign=Edu%20GShop&utm_medium=cpc&utm_term=4978&gclid=EAIAIQobChMI9tDCndek6wIVhtGyCh3uNgNzEAQYASABEgIuvD_BwE. [Πρόσβαση 17 8 2020].
- [49] L. T. , A. H. , N. K. David Messer, «Evaluating the effectiveness of an educational programming intervention on children’s mathematics skills, spatial awareness and working memory,» *Educ Inf Technol*, 2018.
- [50] N. K.-w. L. J.-h. Kwon Un-jou, «Exploring the effects of unplugged play for children aged 3, 4 and 5,» σε *Chung-ang University, 84 Heukseok-ro, Dongjak-gu, Seoul, Korea , Korea , 2020*.
- [51] Arduino.cc, «Arduino Reference,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/digital-io/digitalread/>. [Πρόσβαση 3 12 2018].
- [52] «SPOOKY TEDDY - ARDUINO POWERED SELF-ROCKING CHAIR & ROTATING HEAD,» 7 11 2018. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.instructables.com/id/Spooky-Teddy-Arduino-Powered-Self-rocking-Chair-Ro/>.
- [53] Makeblock, «www.makeblock.com,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.makeblock.com/mbot/>. [Πρόσβαση 10 6 2020].
- [54] Tracy, «techagekids.com,» 26 October 2015. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.techagekids.com/2015/10/makeblock-mbot-robot-for-kids-review.html>. [Πρόσβαση 10 6 2020].
- [55] J. Pisarov, *Experience with mBot – Wheeled Mobile Robot*, 2019.
- [56] S. R. Review, Σκηνοθέτης, *mBot Educational STEM Robot - Smart Robots Review*. [Φίλμ]. *Smart Robots Review*, 2019.
- [57] L. T. Tips, Σκηνοθέτης, *mBot S.T.E.M. Educational Robot - Great intro to robotics?*. [Φίλμ]. *Linus Tech Tips*, 2015.

- [58] Craighisett, «www.robotshop.com,» August 2015. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.robotshop.com/community/forum/t/review-makeblock-mbot/13683>. [Πρόσβαση 10 6 2020].
- [59] Stemfinity, «stemfinity.com,» Stemfinity, 2020. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.stemfinity.com/Ozobot-Evo-Educator-Entry-Kit>. [Πρόσβαση 9 6 2020].
- [60] S. Segan, «pcmag.com,» pcmag, 14 November 2016. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.pcmag.com/reviews/ozobot-evo>. [Πρόσβαση 6 6 2020].
- [61] C. NULL, «wired.com,» Wired, 12 4 2016. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.wired.com/2016/12/review-ozobot-evo/>. [Πρόσβαση 8 6 2020].
- [62] Ozobot, Σκηνοθέτης, *Evo How To: Unboxing and Getting Started*. [Φίλμ]. Ozobot, 2018.
- [63] Generationrobots, «<https://www.generationrobots.com>,» Generationrobots, 2020. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.generationrobots.com/en/401213-mobile-robot-thymio-2.html>. [Πρόσβαση 19 8 2020].
- [64] Robot-advance, «<https://www.robot-advance.com/>,» Robot-advance, 2020. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.robot-advance.com/EN/art-thymio-1194.htm>. [Πρόσβαση 19 8 2020].
- [65] R. P. B. L. N. N. M. F. Riedo F., A Two Years Informal Learning Experience Using the Thymio Robot, Springer, Berlin, Heidelberg.: Rückert U., Joaquin S., Felix W. (eds) *Advances in Autonomous Mini Robots*, 2012.
- [66] J. Shin, R. Siegwart και S. Magnenat, «Visual Programming Language for Thymio II Robot,» σε *Research Collection*, Zurich, 2014.
- [67] M. C. S. M. a. F. M. Fanny Riedoa, ThymioII, a robot that grows wiser with children, Japan: 2013 IEEE Workshop on Advanced Robotics and its Social Impacts (ARSO) Shibaura Institute of Technology, 2013, p. 7.
- [68] Lego, «education.lego.com/,» Lego, 2020. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://education.lego.com/en-us/products/lego-education-wedo-2-0-core-set/45300>. [Πρόσβαση 1 7 2020].
- [69] A. Syrocka, «robocamp.eu,» 10 3 2016. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.robocamp.eu/en/blog/>

lego-education-wedo2-review/. [Πρόσβαση 2 7 2020].

- [70] M. & D. Y. Romero, EDUCATIONAL ROBOTICS: FROM PROCEDURAL LEARNING TO CO-CREATIVE PROJECT ORIENTED CHALLENGES WITH LEGO WEDO, 2016, pp. 6159-6163.
- [71] K. M. Michaela Veselovská, LEGO WeDo Curriculum for Lower Secondary School, Springer Nature, 2018.
- [72] S. Coxon, «Design to Succeed in LEGO WeDo Robotics Challenges,» Steve Coxon, 2010.
- [73] Lego, «lego.com,» Lego, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.lego.com/en-gr/product/lego-mindstorms-ev3-31313>.
- [74] W. Greenwald, «pcmag.com,» PC MAGAZINE, 19 August 2013. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.pcmag.com/reviews/lego-mindstorms-ev3>.
- [75] C. Cawley, «makeuseof.com,» Makeuseof, 8 November 2016. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.makeuseof.com/tag/lego-mindstorms-ev3-review-giveaway/>.
- [76] D. Benedettelli, «lego.com,» Lego, 2013. [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.lego.com/cdn/product-assets/product.bi.additional.pdf/31313_X_EL3CTRIC%20GUITAR.pdf.
- [77] K. R. Madsen, «lego.com,» Lego, 2013. [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.lego.com/cdn/product-assets/product.bi.additional.pdf/31313_X_BOBB3E.pdf.
- [78] P. P. H. Mark Crosbie, «lego.com,» Lego, 2013. [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.lego.com/cdn/product-assets/product.bi.additional.pdf/31313_X_ROBODOZ3R.pdf.
- [79] P. ". H. Vassilis Chryssanthakopoulos, «lego.com,» Lego, 2013. [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.lego.com/cdn/product-assets/product.bi.additional.pdf/31313_X_EV3D4.pdf.
- [80] P. N. K. ., V. C. M. Nikos A. Aspragathos, Advances in Service and Industrial Robotics, τόμ. 67, Switzerland: Springer, Cham, 2018.
- [81] J. V. R. ., C. D. K. Carmen Fernández Panadero, Impact of learning experiences using LEGO Mindstorms® in engineering courses, Madrid: IEEE, 2010, pp. 503-512.
- [82] S. A. F. Klassner, «LEGO MindStorms: not just for K-12 anymore,» *IEEE Robotics & Automation*

Magazine, τόμ. 10, αρ. 2, pp. 12-18, 22 June 2003.

- [83] EZ-Robot, «ez-robot.com,» EZ-Robot, 2020. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.ez-robot.com/Shop/AccessoriesDetails.aspx?prevCat=101&productNumber=31>.
- [84] I. Brainary, «brainaryinteractive.com,» Interactive Brainary, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.brainaryinteractive.com/ez-robot>.
- [85] EZ-Robot, «robotshop.com,» RobotShop, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.robotshop.com/en/ez-robot-jd-humanoid-robot.html>.
- [86] T. Andrew, «makezine.com,» Make:, 9 December 2014. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://makezine.com/2014/12/09/review-ez-robot-six-and-the-ez-builder-software/>.
- [87] Thomas, «robots-and-robots.com,» Robots and Androids, [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.robots-and-robots.com/EZ-Robot-Review.html>.
- [88] A. & R. R. & N. L. & B. P. & O. I. & B. G. I. & M. M. C. Manuel, «researchgate.net,» 11 2019. [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.researchgate.net/publication/341763727_Characterizacion_del_ez-robot_para_su_utilizacion_en_la_robotica_educativa_Characterization_of_ez-robot_for_use_in_educational_robotics. [Πρόσβαση 4 7 2020].
- [89] R. C. J. H. a. Y. S. G. Huang, «semanticscholar.org,» 2016. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.semanticscholar.org/paper/Collaborative-Robotic-Navigation-Using-EZ-Robots-Huang-Childers/67d7626a61b8c63268a9c88bd54ca5de3464061c#references>. [Πρόσβαση 8 7 2020].
- [90] M. Planchard, «West Virginia University wins NASA Robot Competition,» solidworks.com, 22 6 2015. [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.google.gr/url?sa=i&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjG5M7_yY3fAhULUIAKHW01B7MQjRx6BAgBEAU&url=https%3A%2F%2Fblogs.solidworks.com%2Fteacher%2F2015%2F06%2Fwest-virginia-university-wins-nasa-robot-competition.html&psig=AOvVaw1Z8LeN5wSR. [Πρόσβαση 7 12 2018].