

Μαθητές δημιουργούν και προγραμματίζουν έξυπνες συσκευές

Αρβανιτάκης Ιωάννης

Πρότυπο Πειραματικό Δημοτικό Σχολείο Φλώρινας
ioarvanit@sch.gr

Περίληψη

Το παρόν άρθρο περιγράφει τον σχεδιασμό και την εφαρμογή μιας πρότασης διδασκαλίας προγραμματιστικών εννοιών και δεξιοτήτων σε μαθητές δημοτικού. Η κεντρική ιδέα στηρίζεται στην αποδόμηση του τρόπου λειτουργίας των έξυπνων συσκευών στα κύρια συστατικά τους: στον τρόπο συλλογής δεδομένων και στον προγραμματισμό και την λήψη αποφάσεων με βάση τα δεδομένα αυτά. Οι μαθητές καλούνται να κατασκευάσουν και να προγραμματίσουν μια έξυπνη συσκευή αναγνώρισης φρούτων και λαχανικών η οποία θα εμφανίζει στην οθόνη του υπολογιστή ένα σχέδιο ή μια εικόνα από το φρούτο ή λαχανικό το οποίο έχουμε συνδέσει σε αυτήν, χρησιμοποιώντας το Scratch και το Pico board. Η πρόταση διδασκαλίας εφαρμόστηκε στο πλαίσιο του Ομίλου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής που λειτουργήσε κατά το σχολικό έτος 2013-2014 στο Πρότυπο Πειραματικό Δημοτικό Σχολείο Φλώρινας.

Λέξεις κλειδιά: Υπολογιστική σκέψη, Προγραμματισμός, Δομές επιλογής, Εκπαιδευτική Ρομποτική, Αισθητήρες, Δημοτικό, Συλλογή δεδομένων, Scratch, Pico board.

1. Εισαγωγή

Οι σημερινοί μαθητές θα μεγαλώσουν, θα ζήσουν και θα δημιουργήσουν σε ένα περιβάλλον το οποίο θα είναι βαθιά επηρεασμένο από τα ψηφιακά δεδομένα, τις υπολογιστικές μηχανές και τον αυτοματισμό, ενώ πολλοί από αυτούς θα εργαστούν σε πεδία που αφορούν άμεσα ή έμμεσα την πληροφορική. Είναι ανάγκη λοιπόν να μάθουν να δουλεύουν με τον αλγοριθμικό τρόπο σκέψης και να χρησιμοποιούν μεθόδους και εργαλεία της επιστήμης υπολογιστών από μικρή ηλικία (Barr & Stephenson, 2011).

Η διδασκαλία της επιστήμης των υπολογιστών περιλαμβάνει διάφορα επιμέρους αντικείμενα. Συχνά μάλιστα παρατηρείται μια παρανόηση ακόμα και από εκπαιδευτικούς, οι οποίοι ταυτίζουν την διδασκαλία της πληροφορικής με την χρήση των ΤΠΕ γενικά ως βοηθητικό εργαλείο στην διδασκαλία άλλων μαθημάτων. Σύμφωνα με την βιβλιογραφία που προέρχεται κυρίως από επιστήμονες της πληροφορικής, ο προγραμματισμός και η υπολογιστική σκέψη (computational thinking) θεωρούνται τα πιο σημαντικά στοιχεία στην διδασκαλία της επιστήμης των υπολογιστών (Felleisen & Krishnamurthi 2009).

Η υπολογιστική σκέψη (computational thinking) αφορά τον ορισμό, την κατανόηση και την επίλυση προβλημάτων, την χρήση πολλαπλών επίπεδων αφαίρεσης, την κατανόηση και την εφαρμογή αυτοματισμών. Μοιράζεται αρκετά στοιχεία με την αλγοριθμική, την μηχανική (engineering), τον σχεδιασμό (design) και τα μαθηματικά (Lee, Martin, Denner, Coulter, Allan, Erickson & Werner, 2011).

Δεν υπάρχει ένας κοινά συμφωνημένος και στενά οριοθετημένος τρόπος ενσωμάτωσης της υπολογιστικής σκέψης στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Οι μαθητές διδάσκονται και μαθαίνουν τρόπους αντιμετώπισης και επίλυσης προβλημάτων στο πλαίσιο άλλων μαθημάτων, όπως τα μαθηματικά, η φυσική κλπ. Οι επιστήμονες πληροφορικής μπορούν να συμβάλλουν διαμορφώνοντας την διδασκαλία των εννοιών αυτών ως αλγοριθμικές, καθώς και στην αναγνώριση διαδικασιών που εμπεριέχονται στην επίλυση προβλημάτων, όπως η συλλογή και διαχείριση δεδομένων (Barr & Stephenson, 2011).

Σύμφωνα με την Wing (2006), η διδασκαλία της υπολογιστικής σκέψης εμπεριέχει τις έννοιες της αναζήτησης αλγοριθμικών προσεγγίσεων στην επίλυση προβλημάτων, της χρήσης πολλών επιπέδων αφαίρεσης και παρουσίασης των δεδομένων, της γνωριμίας με την αποδόμηση προβλημάτων σε μικρότερα και της παραγωγής σπονδυλωτών λύσεων.

Οι Lee, Martin, Denner, Coulter, Allan, Erickson και Werner (2011) προτείνουν συγκεκριμένες δράσεις που ενισχύουν την διδασκαλία της υπολογιστικής σκέψης. Αρχικά θεωρούν πολύ σημαντική την χρήση αναλυτικών υπολογιστικών περιβαλλόντων, τα οποία δεν κρύβουν τους μηχανισμούς και τα στάδια αφαίρεσης στην αντιμετώπιση ενός προβλήματος, δίνοντας την δυνατότητα στους μαθητές να τα μελετήσουν σε βάθος. Παράλληλα προτείνουν μια προσέγγιση τριών βημάτων. Στο πρώτο βήμα οι μαθητές χρησιμοποιούν μια έτοιμη λύση, στην συνέχεια την τροποποιούν και τέλος στο τρίτο βήμα δημιουργούν την δική τους.

Παράλληλα πρόσφατες τεχνολογικές εξελίξεις κάνουν πιο εφικτό τον συνδυασμό ψηφιακών περιβαλλόντων με τον φυσικό κόσμο και το περιβάλλον, παρέχοντας νέες δυνατότητες για τη μετάδοση και την παρουσίαση των πληροφοριών. Αυτή η εξέλιξη είναι ιδιαίτερα υποσχόμενη για την εκπαίδευση και την διδασκαλία της υπολογιστικής σκέψης, καθώς επιτρέπει hands-on δραστηριότητες και προσφέρει τη δυνατότητα στους μαθητές να ενεργούν και να σκέφτονται σε διαφορετικά επίπεδα αφαίρεσης (Price, Sheridan, Falcão & Roussos, 2008).

Ο όμιλος Εκπαιδευτικής Ρομποτικής για μαθητές Ε΄ και Δ΄ τάξης, ξεκίνησε την λειτουργία του το σχολικό έτος 2013-2014, στο Πρότυπο Πειραματικό Δημοτικό Σχολείο Φλώρινας. Συνολικά συμμετέχουν 16 μαθητές και μαθήτριες από διάφορα δημοτικά σχολεία της πόλης. Το πρόγραμμα σπουδών του ομίλου είναι διετές και περιλαμβάνει εβδομαδιαίες δίωρες συνεδρίες. Ο όμιλος έχει ως κύριο σκοπό να διδάξει στους μαθητές την υπολογιστική σκέψη, μέσω δραστηριοτήτων που σχετίζονται με την ρομποτική, την μηχανική και τον προγραμματισμό και είναι δομημένες με βάση

τις αρχές του εποικοδομητισμού, σύμφωνα με τις οποίες η μαθησιακή διαδικασία απαιτεί από τον εκπαιδευόμενο να κατασκευάσει την δική του προσωπική γνώση και νόημα, λαμβάνοντας υπόψη τις προηγούμενες εμπειρίες του και τις εναλλακτικές οπτικές που έχουν οι άλλοι για το ίδιο θέμα (Bednar, Cunningham, Duffy, & Perry, 1992).

Συχνά ο εποικοδομητισμός σχετίζεται με εκπαιδευτικά περιβάλλοντα επίλυσης προβλημάτων, τα οποία δίνουν ιδιαίτερη βαρύτητα στο πλαίσιο, την οικοδόμηση της γνώσης και την συνεργασία. Αρχικά δίνονται στους μαθητές τα προβλήματα σε απλοποιημένα και πρωτότυπα πλαίσια, ώστε να ενεργοποιηθούν τα εσωτερικά τους κίνητρα. Στη συνέχεια οι μαθητές οικοδομούν τη νέα γνώση καθώς εμπλέκονται ενεργά στην δραστηριότητα επίλυσης των προβλημάτων, συνεργαζόμενοι με τους συμμαθητές τους. Η παράμετρος της συνεργασίας είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς τροφοδοτεί τους μαθητές με εναλλακτικές οπτικές και ιδέες για την αντιμετώπιση του προβλήματος (Van Gorp & Grissom, 2001).

Υπάρχει περιορισμένη βιβλιογραφία και εμπειρικές μελέτες για την εφαρμογή της εποικοδομητικής θεωρίας στο γνωστικό πεδίο της επιστήμης των υπολογιστών, σε σχέση με άλλα γνωστικά πεδία όπως τα μαθηματικά (Van Gorp & Grissom, 2001). Σύμφωνα με τις μελέτες αυτές, οι εποικοδομητικές δραστηριότητες βοηθούν τους μαθητές πληροφορικής να κατανοήσουν καλύτερα τη νέα γνώση και επίσης κρατούν για περισσότερη ώρα το ενδιαφέρον τους (Van Gorp & Grissom, 2001). Ιδιαίτερα σημαντικά είναι τα αποτελέσματα για τα κορίτσια σύμφωνα με τους Gorritz και Medina (2000), καθώς επιτυγχάνουν καλύτερα γνωστικά αποτελέσματα στην πληροφορική, όταν η διαδικασίες μάθησης είναι συνεργατικές σε εποικοδομητικό πλαίσιο.

Το πρόγραμμα σπουδών του πρώτου έτους λειτουργίας του ομίλου περιλαμβάνει αρχικά δραστηριότητες με το εκπαιδευτικό πακέτο Lego WEDO, οι οποίες είναι προσανατολισμένες κυρίως στις κατασκευαστικές δεξιότητες και την μηχανική. Στην συνέχεια οι δραστηριότητες στρέφονται περισσότερο στον προγραμματιστικό τομέα, με την χρησιμοποίηση του Scratch σε συνεργασία με τα Lego WEDO και το PicoBoard (<http://goo.gl/ZFz0wb>). Η περιγραφή, το πρόγραμμα σπουδών και οι δραστηριότητες του ομίλου είναι αναρτημένες στην ιστοσελίδα του σχολείου (<http://goo.gl/XQBSuZ>).

Οι εκπαιδευτικές γλώσσες προγραμματισμού όπως το Scratch παρουσιάζουν διάφορα πλεονεκτήματα, σε σχέση με τις παραδοσιακές γλώσσες προγραμματισμού. Το πρώτο αφορά το μέγεθος τους. Το Scratch έχει μικρό σετ εντολών και αναπαριστά τις εντολές αυτές χρησιμοποιώντας οπτικά ενδιαφέροντες τρόπους, σε αντίθεση με το απλό κείμενο. Επίσης οι ενέργειες και οι επιπτώσεις των εντολών είναι πάντοτε εμφανείς στους μαθητές (Brusilovsky, Calabrese, Hvorecky, Kouchnirenko & Miller, 1997). Ο σχεδιασμός των μπλοκ εντολών του Scratch απλοποιεί την διαδικασία του προγραμματισμού, εξαλείφοντας τα συντακτικά λάθη, και δίνοντας άμεση ανατροφοδότηση

για την λειτουργία της κάθε εντολής (Maloney, Peppler, Kafai, Resnick & Rusk, 2008).

2. Σχεδιασμός

2.1 Φιλοσοφία και κεντρική ιδέα

Η συγκεκριμένη πρόταση διδασκαλίας σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε προς το τέλος του πρώτου έτους λειτουργίας του ομίλου και έχει στον πυρήνα της φιλοσοφίας της την κατασκευή και τον προγραμματισμό μιας έξυπνης συσκευής, αποδομώντας τα κύρια χαρακτηριστικά της λειτουργίας της. Με τον τρόπο αυτό εστιάζει στην μελέτη των συστατικών στοιχείων του προβλήματος, λειτουργώντας σε διαφορετικά επίπεδα αφαίρεσης.

Η αρχική ιδέα για το είδος της έξυπνης συσκευής προήλθε από το βίντεο του Chris Betcher με τίτλο "Extending Scratch with Picoboards" (<http://goo.gl/dm1vzG>). Οι μαθητές καλούνται να κατασκευάσουν και να προγραμματίσουν μια συσκευή αναγνώρισης φρούτων και λαχανικών, με την βοήθεια των αισθητήρων αντίστασης του ηλεκτρικού ρεύματος που διαθέτει το Picoboard. Το κατασκευαστικό μέρος της δραστηριότητας δεν είναι ιδιαίτερα απαιτητικό, αφού η τελική συσκευή στεγάζεται απλά σε ένα χαρτόκουτο, στο οποίο υπάρχουν τρύπες για το πέρασμα των καλωδίων.

2.2 Στόχοι

Βασικοί στόχοι της διδασκαλίας είναι η κατανόηση των σύνθετων δομών επιλογής και η αναγνώριση νέων τρόπων επικοινωνίας του υπολογιστή με το φυσικό περιβάλλον με την βοήθεια των αισθητήρων. Πιο συγκεκριμένα οι μαθητές θα πρέπει να:

- κατανοήσουν την σημασία και την χρησιμότητα της δομής επιλογής Αν... Αλλιώς,
- κατανοήσουν την σημασία και την χρησιμότητα των εμφωλευμένων δομών,
- είναι σε θέση να γράφουν προγράμματα με την χρήση εμφωλευμένων δομών επιλογής,
- αναγνωρίσουν νέους τρόπους αλληλεπίδρασης του H/Y με το περιβάλλον,
- είναι σε θέση να λαμβάνουν και να καταγράφουν μετρήσεις και δεδομένα από αισθητήρες, τα οποία θα τα χρησιμοποιούν για την συγγραφή προγραμμάτων.

2.3 Υλικοτεχνική υποδομή και προηγούμενες γνώσεις

Για την υλοποίηση της δραστηριότητας χρειάζεται η κάθε ομάδα εργασίας να έχει τα εξής διαθέσιμα υλικά και πόρους:

- έναν Η/Υ με εγκατεστημένο το Scratch 1.4 και τους οδηγούς του Picoboard,
- ένα σετ Picoboard,
- δυο καρφίτσες ή συνδετήρες,
- διάφορα φρούτα και λαχανικά,
- χαρτί και μολύβι.

Οι μαθητές του ομίλου είχαν ήδη χρησιμοποιήσει το Scratch σε προηγούμενες εργασίες τους και ήταν εξοικειωμένοι τόσο με το περιβάλλον του, όσο με την χρήση της απλής δομής επιλογής Αν. Επίσης είχαν ήδη χρησιμοποιήσει το Picoboard και είχαν δημιουργήσει εργασίες που χρησιμοποιούσαν δεδομένα και μετρήσεις από τον αισθητήρα ήχου, τον αισθητήρα φωτός και την μεταβλητή αντίστασης.

2.4 Σχεδιασμός πορείας διδασκαλίας

Στην φάση της εισαγωγής (15 λεπτά) γίνεται σύνδεση με τις προηγούμενες εργασίες των μαθητών, που είχαν χρησιμοποιηθεί αισθητήρες από το Picoboard για την συλλογή δεδομένων (ήχος, φως) και τον προγραμματισμό σε Scratch. Επίσης γίνεται και η αναλυτική παρουσίαση του προβλήματος, δηλαδή η δημιουργία μιας συσκευής που θα αναγνωρίζει ποια φρούτα συνδέουμε σε αυτήν και θα εμφανίζει κατάλληλο μήνυμα στην οθόνη του Η/Υ.

Στην φάση της προετοιμασίας - καταγραφής μετρήσεων (35 λεπτά) γίνεται η συλλογή και η καταγραφή των δεδομένων που απαιτούνται για την επίλυση του προβλήματος. Αρχικά γίνεται μια μικρή εισαγωγή στην έννοια της αντίστασης του ηλεκτρικού ρεύματος. Στο κεφάλαιο 6 του σχολικού βιβλίου της Φυσικής της Ε' τάξης οι μαθητές έρχονται σε επαφή με τις έννοιες του ηλεκτρισμού, του ηλεκτρικού κυκλώματος, των αγωγών, των μονωτών και των ημιαγωγών. Στη συγκεκριμένη χρονική στιγμή δεν μας ενδιαφέρει να εμβαθύνουμε στην έννοια της αντίστασης. Κύριος στόχος είναι να αντιληφθούν οι μαθητές πως είναι ένα μετρήσιμο μέγεθος το οποίο διαφέρει ανάλογα με το υλικό που τοποθετούμε στο ηλεκτρικό κύκλωμα.

Παρουσιάζεται στους μαθητές η λειτουργία των 4 θυρών μέτρησης αντίστασης που έχει το Picoboard, χρησιμοποιώντας τα συνοδευτικά καλώδια του σετ και το Scratch. Όταν συνδέουμε το καλώδιο με τις 2 απολήξεις στην θύρα δημιουργείται ένα κύκλωμα και το picoboard μπορεί να μετρήσει την αντίσταση του κυκλώματος στην κλίμακα από 0 έως 100. Γίνεται επίδειξη της μέτρησης της αντίστασης του αέρα (κρατώντας το κύκλωμα ανοιχτό), η οποία θα πάρει τιμή 100 και της μέτρησης της αντίστασης όταν τα καλώδια είναι ενωμένα μεταξύ τους η οποία θα είναι 0. Επίσης ζητείται από τους μαθητές να δοκιμάσουν να κάνουν τις ίδιες μετρήσεις με το δικό τους σετ και να επαληθεύσουν τα αποτελέσματα. Τέλος οι ομάδες να μετρούν και να καταγράφουν σε χαρτί τις τιμές αντίστασης που παρουσιάζουν τα φρούτα που έχουν στη διάθεσή τους. Επίσης ταξινομούν τις τιμές αυτές από την μεγαλύτερη στην μικρότερη.

Στην φάση του προγραμματισμού (70 λεπτά) γίνεται η υλοποίηση του προγράμματος που θα λύνει το αρχικό πρόβλημα, βασιζόμενο στα δεδομένα που έχουν συλλεχθεί κατά την προηγούμενη φάση.

Αρχικά ζητείται από τα μέλη των ομάδων να συζητήσουν και να αποφασίσουν μια στρατηγική επίλυσης, στην οποία να φαίνεται ποια τιμή θα πρέπει να διαβάξει το πρόγραμμα μας και τι αποφάσεις να παίρνει με βάση τις καταγραφές που έχουμε ήδη κάνει. Οι ιδέες των ομάδων παρουσιάζονται στην ολομέλεια και καταγράφονται στον πίνακα του εργαστηρίου. Το επιθυμητό αποτέλεσμα είναι να προκύψει ένας βασικός αλγόριθμος που θα χρησιμοποιεί εμφωλευμένες δομές επιλογής Αν...Αλλιώς, οι οποίες θα εμφανίζουν στην οθόνη του H/Y το φρούτο που αντιστοιχεί στην τιμή της αντίστασης, σύμφωνα με τις καταγραφές των μαθητών.

Υπάρχουν διάφορες προσεγγίσεις που μπορεί να προταθούν από τους μαθητές για τον τρόπο με τον οποίο θα εμφανίζονται τα φρούτα στην οθόνη του H/Y. Για παράδειγμα κάποιες ομάδες μπορεί να σχεδιάσουν τα φρούτα στο Scratch ως μορφές ενώ άλλες ως υπόβαθρα. Ανάλογα με τον τρόπο σχεδιασμού των φρούτων γίνεται και ο προγραμματισμός του σεναρίου που θα ελέγχει την εφαρμογή. Το βασικό στοιχείο του σεναρίου είναι η δομή επιλογής Αν..αλλιώς, η οποία χρησιμοποιείται εμφωλευμένη. Ιδιαίτερη σημασία για την σωστή εφαρμογή της δομής παίζει και η ταξινόμηση των τιμών αντίστασης που κατέγραψαν οι ομάδες.

Οι ομάδες αφού ολοκληρώσουν το πρόγραμμα τους, δοκιμάζουν την λειτουργία του συνδέοντας τα διαθέσιμα φρούτα και λαχανικά στους ακροδέκτες και παρατηρώντας την συμπεριφορά του και προβαίνουν στις απαραίτητες διορθώσεις. Επισημαίνουμε στις ομάδες να έχουν πάντα εμφανή την τιμή της αντίστασης που δέχεται το Scratch από το Picoboard, ώστε να είναι πιο εύκολη η αποσφαλμάτωση του προγράμματος τους.

Ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι καθαρά συμβουλευτικός καθ' όλη την διάρκεια της συνεδρίας. Ενθαρρύνει την συνεργασία τόσο μεταξύ των μελών της κάθε ομάδας, όσο και μεταξύ των ομάδων μεταξύ τους.

3. Υλοποίηση

Η πρόταση διδασκαλίας υλοποιήθηκε σε μία δίωρη συνεδρία του ομίλου (120 λεπτά) τον Μάρτιο του 2014. Σε κάθε ομάδα μαθητών μοιράστηκε ο απαραίτητος εξοπλισμός καθώς και τα εξής φρούτα: Μήλο, πορτοκάλι, λεμόνι, ακτινίδιο, μπανάνα.



***Εικόνα 1** Στιγμιότυπο από την υλοποίηση στο εργαστήριο*

Όλες οι ομάδες κατάφεραν να προγραμματίσουν με επιτυχία την συσκευή χωρίς ιδιαίτερη δυσκολία. Το μόνο σημείο που δυσκόλεψε τους μαθητές ήταν οι μεταβαλλόμενες τιμές της αντίστασης των φρούτων και λαχανικών στο ηλεκτρικό ρεύμα. Η τιμή της αντίστασης εξαρτάται πέρα από το είδος του φρούτου και από το μέγεθος και κυρίως από την απόσταση των συνδετήρων που καρφώνονται σε αυτό. Για τον λόγο αυτό δόθηκαν οδηγίες σε κάθε ομάδα να τοποθετεί τους συνδετήρες και τις καρφίτσες στα άκρα του κάθε φρούτου και λαχανικού.



***Εικόνα 2** Από την παρουσίαση της συσκευής στις εκδηλώσεις για την παγκόσμια ημέρα περιβάλλοντος*

Στο πλαίσιο των εκδηλώσεων για την παγκόσμια ημέρα περιβάλλοντος που διοργανώθηκαν στην Φλώρινα στις 5 Ιουνίου 2014, οι μαθητές του ομίλου ρομποτικής παρουσίασαν στο κοινό την συσκευή αναγνώρισης φρούτων και λαχανικών, μαζί με άλλη μια από τις εργασίες τους. Για την συγκεκριμένη παρουσίαση κατασκεύασαν και διακόσμησαν ένα χαρτόκουτο, στο οποίο βρίσκονταν στεγασμένο το Picoboard με τα καλώδια σύνδεσης για τα φρούτα και τον Η/Υ.



Εικόνα 3. Από την παρουσίαση της συσκευής στις εκδηλώσεις για την παγκόσμια ημέρα περιβάλλοντος

4. Συζήτηση

Η πρόταση που παρουσιάζεται στο παρόν άρθρο αφορά την διδασκαλία εννοιών της υπολογιστικής σκέψης (computational thinking), στα πλαίσια ενός απογευματινού ομίλου εκπαιδευτικής ρομποτικής. Οι μαθητές έρχονται αντιμέτωποι με ένα πρόβλημα που απαιτεί να εργαστούν σε ομάδες, μέσα σε ένα εποικοδομητικό πλαίσιο και να αποδομήσουν το πρόβλημα λειτουργώντας σε διάφορα επίπεδα αφαίρεσης, με κύριο σκοπό την οικοδόμηση γνώσεων και δεξιοτήτων που αφορούν τον προγραμματισμό, την συλλογή και ταξινόμηση δεδομένων.

Η εφαρμογή της έδειξε πως παρά την μικρή τους ηλικία, οι μαθητές δεν αντιμετώπισαν ιδιαίτερα προβλήματα και όλες οι ομάδες κατάφεραν να ολοκληρώσουν την εργασία τους, δουλεύοντας σε ένα πλαίσιο συνεργασίας ψηφιακού και αναλογικού περιβάλλοντος. Η επιλογή των φρούτων και των λαχανικών για την μέτρηση της αντίστασης τους στο ηλεκτρικό ρεύμα αποδείχθηκε προβληματική λόγω της αλλαγής των ιδιοτήτων τους που επηρεάζουν αυτή τη τιμή.

Αναφορές

- Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: what is Involved and what is the role of the computer science education community?. *ACM Inroads*, 2(1), 48-54.
- Bednar, A.K., Cunningham, D., Duffy, T.M., & Perry, J.D. (1992). Theory into practice: How do we link? In T.M. Duffy & D.H. Jonassen (Eds.), *Constructivism and the technology of instruction: A conversation* (pp. 17±34). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- Brusilovsky, P., Calabrese, E., Hvorecky, J., Kouchnirenko, A., & Miller, P. (1997). Mini-languages: a way to learn programming principles. *Education and Information Technologies*, 2(1), 65-83.
- Felleisen, M., & Krishnamurthi, S. (2009). Viewpoint Why computer science doesn't matter. *Communications of the ACM*, 52(7), 37-40.
- Gorritz, C. M., & Medina, C. (2000). Engaging girls with computers through software games. *Communications of the ACM*, 43(1), 42-49.
- Lee, I., Martin, F., Denner, J., Coulter, B., Allan, W., Erickson, J., ... & Werner, L. (2011). Computational thinking for youth in practice. *ACM Inroads*, 2(1), 32-37.
- Maloney, J. H., Peppler, K., Kafai, Y., Resnick, M., & Rusk, N. (2008, March). Programming by choice: urban youth learning programming with scratch. In *ACM SIGCSE Bulletin* (Vol. 40, No. 1, pp. 367-371). ACM.
- Price, S., Sheridan, J. G., Falcão, T. P., & Roussos, G. (2008). Towards a framework for investigating tangible environments for learning. *International Journal of Arts and Technology*, 1(3), 351-368.
- Van Gorp, M. J., & Grissom, S. (2001). An empirical evaluation of using constructive classroom activities to teach introductory programming. *Computer Science Education*, 11(3), 247-260.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.

Abstract

This paper describes the design and implementation of a lesson plan aimed at teaching computational thinking skills to elementary students. The main idea depends on the analysis of the way a "smart device" operates to its fundamental elements: data collection, programming and decision making based on the data. Students are asked to construct and program a "smart device" that can identify which fruit or vegetable we connect to it, by showing an image of that fruit or vegetable on the computer screen, using Scratch and Picoboard. This lesson plan was implemented during the activities of an evening educational robotics club, that took place in the Model Experimental Elementary School of Florina during the school year 2013-2014.

Keywords: Computational thinking, Programming, Education, K-12, Educational Robotics, Sensors, Data collection, Scratch, Picoboard.