

Οι μαθητές εργάζονται σε περιβάλλον Arduino, σε ένα οργανωμένο παιδαγωγικό πλαίσιο και δημιουργούν τους δικούς τους «αισθητήρες»

Άνθιμος Χαλκίδης^{1,2}, Αρτεμισία Στούμπα^{1,2}, Αριστοτέλης Γκιόλμας¹, Παναγιώτης Λάζος^{1,3}, Ειρήνη Χαντζαρά¹, Ελένη-Μαρία Βαλκάνου¹, Δήμητρα-Ευθυμία Νταλούκα¹

achalkid@gmail.com, artemis.stoumpa@gmail.com, agkiolm@primedu.uoa.gr,
taklazos@gmail.com, eirini.chatzara@gmail.com, marilenaapp@gmail.com,
ntimmyy@gmail.com

¹ Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, ΕΚΠΑ, ² 2ο Πειραματικό Γυμνάσιο Αθήνας, ³ Εργαστηριακό Κέντρο Φυσικών Επιστημών (ΕΚΦΕ) Ηλιούπολης

Περίληψη

Παρουσιάζεται η πρόταση για ένα επιμορφωτικό εργαστήριο στο οποίο προτείνεται μια συγκεκριμένη διδακτική/παιδαγωγική προσέγγιση για την αξιοποίηση του μικροελεγκτή Arduino, στο πλαίσιο της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής για σχετικά μικρές ηλικίες (Γυμνάσιο και τελευταίες τάξεις Δημοτικού). Η πρόταση στηρίζεται στην προηγούμενη εφαρμογή της σε αντίστοιχες ηλικίες αλλά και στην σχετική διδασκαλία σε προπτυχιακούς και μεταπτυχιακούς φοιτητές. Παρουσιάζεται ένα γενικό παιδαγωγικό πλαίσιο ένταξης των δραστηριοτήτων και το όλο σκεπτικό της διαδοχής τους. Σκοπός είναι οι μαθητές να μπορούν να δημιουργήσουν συνεργαζόμενοι σε μικρές ομάδες, απλές κατασκευές που να έχουν προσωπικό νόημα για αυτούς, ακολουθώντας έναν οργανωμένο και με πλαίσιο τρόπο δουλειάς. Οι επιμορφούμενοι θα λειτουργήσουν ταυτόχρονα σε δυο ρόλους. Του εκπαιδευτικού που κατανοεί και συζητά το τι κρύβεται πίσω από κάθε δραστηριότητα και του μαθητή που δοκιμάζει και κατασκευάζει τα απαραίτητα (κύκλωμα, πρόγραμμα, κατασκευή) για κάθε δραστηριότητα.

Λέξεις κλειδιά: Arduino, Physical computing, Γυμνάσιο, Δημοτικό

Εισαγωγή

Η πρόταση που παρουσιάζεται στο παρόν επιμορφωτικό εργαστήριο προσπαθεί να εμβολιάσει την συνηθισμένη πρακτική που εφαρμόζεται στην αξιοποίηση του μικροελεγκτή Arduino στην εκπαιδευτική διαδικασία, με την λογική της εκπαίδευσης STEM (Martinez & Stager, 2013), με επιλεγμένα στοιχεία από την διδακτική προσέγγιση των προγραμμάτων STSE (Pedretti & Nazir, 2011; Bencze, 2011). Αναφερόμαστε στην αξιοποίηση του μικροελεγκτή Arduino, στο πλαίσιο της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής για σχετικά μικρές ηλικίες (Γυμνάσιο και τελευταίες τάξεις Δημοτικού), όπου εμφανίζονται επιπλέον ιδιαιτερότητες λόγω της ηλικίας των μαθητών (Michalopoulos et al., 2016).

Η πρόταση αυτή έχει εφαρμοστεί σε αντίστοιχες ηλικίες και η εμπειρία από τις εφαρμογές αυτές θα συζητηθεί δια ζώσης στο εργαστήριο. Η πρόταση αυτή, έχει επιπλέον διδαχτεί σε προπτυχιακούς και μεταπτυχιακούς φοιτητές του ΠΤΔΕ του ΕΚΠΑ, σε μεταπτυχιακούς φοιτητές του ΠΜΣ «Διεπιστημονική Προσέγγιση της Επιστήμης, της Τεχνολογίας, της Μηχανικής και των Μαθηματικών – STEM στην Εκπαίδευση» και σε προπτυχιακούς φοιτητές του ΠΤΔΕ του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων (Emvalotis et al., 2018).

Σκοπός είναι οι μαθητές που θα προσεγγίσουν την εκπαιδευτική ρομποτική με αυτό τον τρόπο, να μπορέσουν σταδιακά να αποκτήσουν και να ενισχύσουν δεξιότητες ώστε να

μπορούν να δημιουργήσουν συνεργαζόμενοι σε μικρές ομάδες, απλές κατασκευές που να έχουν προσωπικό νόημα για αυτούς, ακολουθώντας έναν οργανωμένο τρόπο δουλειάς που να υποστηρίζεται από ένα πλαίσιο στο οποίο οι μαθητές εντάσσουν τις δραστηριότητές τους.

Θα γίνει επίδειξη στους επιμορφούμενους (με την ενεργό συμμετοχή τους) μιας μεθοδολογίας αξιοποίησης του physical computing (O'Sullivan & Igoe, 2004) με τον μικροελεγκτή Arduino, με στόχο σχετικά μικροί μαθητές, να συγκροτήσουν μια δομημένη προσέγγιση στο χώρο του physical computing και να βελτιώσουν δεξιότητες επίλυσης προβλήματος και αλγοριθμικής σκέψης.

Σκοπός του εργαστηρίου

Σκοπός είναι οι επιμορφούμενοι (ακόμη και αν δεν έχουν καθόλου σχετική εμπειρία από την χρήση του μικροελεγκτή Arduino), αφού δουν και χρησιμοποιήσουν μια δομημένη διδακτική ακολουθία, να έχουν κατανοήσει τη λογική και τις σκοπιμότητες που οδήγησαν στη συγκρότησή της και να έχουν προβληματιστεί σε αρκετές πτυχές του σχετικού εγχειρήματος.

Εν τέλει οι συμμετέχοντες στοχεύουμε να έχουν αποκτήσει την άνεση να αναζητήσουν μόνοι τους περισσότερη πληροφόρηση -που υπάρχει άλλωστε άφθονη στο Διαδίκτυο- και να μπορούν να επιλέξουν στοιχεία από τις προτάσεις που θα εντοπίσουν ανάλογα με τις εκπαιδευτικές τους ανάγκες. Να φύγουν δηλαδή από το εργαστήριο ενδυναμωμένοι.

Χαρακτηριστικά του Εργαστηρίου

Ψηφιακό περιβάλλον/ προϊόν

Ο μικροελεγκτής Arduino Uno με τα λογισμικά IDE και S4A (Scratch for Arduino).

Εκπαιδευτική προστιθέμενη αξία

Όπως έχει φανεί και από την ενότητα «Σκοπός του εργαστηρίου» που έχει προηγηθεί δεν προτείνεται μια ακόμη εισαγωγή στην αξιοποίηση του Arduino.

Διαφοροποιά χαρακτηριστικά της πρότασης είναι η ηλικία στην οποία απευθύνονται οι δραστηριότητες (11-15 ετών), η έμφαση στην παιδαγωγική πλαισίωση των δραστηριοτήτων, η προσπάθεια για δημιουργία ενός πλαισίου εννοιών, η προσπάθεια ένταξης κοινωνικών και περιβαλλοντικών παραμέτρων, η σύγκριση δυο προγραμματιστικών περιβαλλόντων (IDE/S4A), η χρήση απλών και η επαναχρησιμοποίηση υλικών και ο σκοπός της ενδυνάμωσης των επιμορφούμενων.

Κοινό στο οποίο απευθύνεται

Εν ενεργεία εκπαιδευτικοί, πτυχιούχοι, προπτυχιακοί και μεταπτυχιακοί φοιτητές Πληροφορικής, Φυσικών Επιστημών και Παιδαγωγικής ή ερευνητές σε αντίστοιχα πεδία. Δεν απαιτείται να έχουν κάποια προηγούμενη εμπειρία στη χρήση του Arduino. Αρκεί να κατανοούν την έννοια του απλού ηλεκτρικού κυκλώματος.

Στο σχεδιασμό του εργαστηρίου προβλέπεται οι επιμορφούμενοι να λειτουργήσουν ταυτόχρονα σε δυο ρόλους. Του εκπαιδευτικού που κατανοεί και συζητά το τι κρύβεται πίσω από κάθε δραστηριότητα και του μαθητή που δοκιμάζει και κατασκευάζει τα απαραίτητα (κύκλωμα, πρόγραμμα, κατασκευή) για κάθε δραστηριότητα.

Διάρκεια

Δύο ώρες.

Οργάνωση

Εργασία σε μικρές ομάδες (προτείνεται τριών ατόμων) με καθοδηγούμενες και ελεύθερες δραστηριότητες. Σε κάθε ομάδα θα διατίθεται ένας υπολογιστής με εγκατεστημένα τα λογισμικά IDE και S4A και όποιο επιπλέον εκπαιδευτικό υλικό απαιτείται, ένας μικροελεγκτής Arduino, ένα breadboard για τη σύνδεση των κυκλωμάτων και όποια ηλεκτρονικά εξαρτήματα και άλλα υλικά απαιτούνται για τις δραστηριότητες.

Εκτιμούμε πως μπορούν να υποστηριχθούν επαρκώς τουλάχιστον έξι ομάδες των τριών ατόμων. Οι επιμορφωτές (έχει προβλεφθεί να είναι αρκετοί) θα υποστηρίζουν κάθε ομάδα στα προβλήματα που θα προκύψουν και θα συντονίζουν τη ροή των δραστηριοτήτων και του διαλόγου που είναι βασικό στοιχείο του εργαστηρίου.

Περίγραμμα Δραστηριοτήτων

Πρώτη ενότητα: Εισαγωγή

Το εργαστήριο ξεκινά με μια εισαγωγή με συζήτηση και εμπλουτισμένη παρουσίαση από τους επιμορφωτές. Μετά από μια πολύ σύντομη εισαγωγή συζητιούνται:

- το πλαίσιο των εννοιών που θα χρησιμοποιηθούν συστηματικά (Αναλογικό/ψηφιακό, Είσοδος/έξοδος, ανταπόκριση σε περιβαλλοντικά ερεθίσματα, έλεγχος μιας ή πολλών παραμέτρων παράλληλα),
- η εξέλιξη της διδακτικής προσέγγισης (από την καθοδήγηση, στην ελευθερία και πάλι πίσω στην αυτοδέσμευση),
- η παιδαγωγική προσέγγιση σε γενικές γραμμές, πως δηλαδή έχοντας στο μυαλό μας την διδασκαλία σε πλαίσιο STEM με επιρροές από την STSE προσέγγιση, καταλήγουμε σε μια πρακτική ομαδικής εργασίας σε ένα πλαίσιο Learn-Share-Build.

Ακολουθούν τρεις πολύ απλές δραστηριότητες με στόχο το ξεκαθάρισμα πολύ βασικών εννοιών και την πρώτη γνωριμία με τα υλικά:

- *Πρώτη Δραστηριότητα:* Απλό ηλεκτρικό κύκλωμα, γιατί ξεκινάμε από αυτό (οικοδομούμε ένα πλαίσιο ελέγχοντας για το δυνατόν λιγότερα κενά - γνωστικά εμπόδια).
- *Δεύτερη Δραστηριότητα:* Γνωριμία με το υλικό (Arduino, breadboard, απλά ηλεκτρονικά εξαρτήματα). Εξισορροπούμε την κλασική γνώση με το καινούριο πεδίο.
- *Τρίτη Δραστηριότητα:* Από το Απλό ηλεκτρικό κύκλωμα στο Arduino. Πέρασμα από το κλασικό στο νέο περιβάλλον.

Δεύτερη ενότητα: Από το «Hello World» στο Project

Με τις τέσσερις δραστηριότητες της δεύτερης ενότητας, οι επιμορφούμενοι θα οδηγηθούν σταδιακά από την πιο απλή κατασκευή, σε ένα ολοκληρωμένο project, χωρίς να χρησιμοποιήσουμε πολλά ηλεκτρονικά. *Θα ακολουθήσει συζήτηση για την αποσαφήνιση της διαδικασίας που ακολουθήθηκε (σταδιακή προσέγγιση, πλαίσιο εννοιών), τα πεδία που αγγίζουμε (προγραμματιστικές τεχνικές, κατασκευαστικές δεξιότητες) κ.λπ.* Οι δραστηριότητες της ενότητας είναι:

- *Πρώτη Δραστηριότητα:* Blink στη θύρα 13.
- *Δεύτερη Δραστηριότητα:* Φλας ασθενοφόρου, σήμα εγκατάλειψης πλοίου, SOS σε σύστημα Μορς.
- *Τρίτη Δραστηριότητα:* Ένα φανάρι κυκλοφορίας αυτοκινήτων.
- *Τέταρτη Δραστηριότητα:* Ένα πραγματικό πρόβλημα. Ένα φανάρι κυκλοφορίας αυτοκινήτων και πεζών.

Τρίτη ενότητα: Διαιρέτης τάσης, μια ματιά στον πραγματικό κόσμο

Σε αυτή την ενότητα εντάσσουμε δραστηριότητες αυτόματου ελέγχου με λήψη μετρήσεων από το περιβάλλον. Αυτό γίνεται με ένα πολύ απλό τρόπο χρησιμοποιώντας μόνο μια φωτοαντίσταση. Στο τέλος συζητάμε τα πλεονεκτήματα και τα όρια της προσέγγισής μας.

- *Πρώτη Δραστηριότητα:* Η φωτοαντίσταση, διερεύνηση λειτουργίας.
- *Δεύτερη Δραστηριότητα:* Η φωτοαντίσταση, έλεγχος φωτισμού με ένα διαιρέτη τάσης.
- *Τρίτη Δραστηριότητα:* Προέκταση, το βιοκλιματικό σπίτι, διερεύνηση/τι απαιτείται (γνώσεις, υλικά, ...).

Τέταρτη ενότητα: Κατασκευή «αισθητήρων»

Σε αυτή την ενότητα δίνονται ενδιαφέρουσες ιδέες για να κατασκευάσουν τα παιδιά «αισθητήρες», δηλαδή τρόπους αναγνώρισης στοιχείων από το περιβάλλον. Ξεκινώντας από την αναγνώριση του ρόλου του διαιρέτη τάσης της προηγούμενης ενότητας, υποκαθιστούμε την φωτοαντίσταση με κατασκευές των μαθητών φτάνοντας στον έλεγχο υγρασίας εδάφους κ.λπ. Σταδιακά αναγνωρίζουμε (μπαινοντας στο ρόλο των μαθητών) βασικές έννοιες όπως: οργάνωση, προετοιμασία, μετρήσεις, επιλογές, λήψη αποφάσεων, όρια κ.λπ.

- *Πρώτη Δραστηριότητα:* Ένας διαιρέτης τάσης. Είναι η ιδέα αυτή ένας απλός αισθητήρας;
- *Δεύτερη Δραστηριότητα:* Αυτόματη αναγνώριση ηλεκτρονικών εξαρτημάτων.
- *Τρίτη Δραστηριότητα:* Αυτόματη ανίχνευση υγρασίας χώματος.
- *Τέταρτη Δραστηριότητα:* Αυτόματη αναγνώριση φρούτων και λαχανικών.
- *Πέμπτη Δραστηριότητα:* Συζήτηση (όρια και περιορισμοί, επιλογές και κίνδυνοι παρερμηνείας, ποιες δεξιότητες ενισχύονται, ...).

Πέμπτη ενότητα: Άλλες εφαρμοσμένες ιδέες, με επιπλέον υλικά

Ως ολοκλήρωση προτείνουμε δραστηριότητες που είτε χρησιμοποιούν περισσότερα (νέα) υλικά είτε γίνονται αφορμή να συζητήσουμε για το ποιες κατασκευές έχουν νόημα για τους ίδιους τους μαθητές και για το πώς μπορούμε να προσθέσουμε κοινωνικό και περιβαλλοντικό χαρακτήρα στις επιλογές των κατασκευών. Καθώς προβλέπεται ότι ο χρόνος δεν θα επαρκέσει για αυτή την Πέμπτη ενότητα, αφού γίνει μια σύντομη παρουσίαση των δραστηριοτήτων κάθε ομάδα θα εργαστεί με μια από τις ακόλουθες δραστηριότητες.

- *Πρώτη Δραστηριότητα:* Κινητήρας Servo (ας ηχήσουν τα τύμπανα).
- *Δεύτερη Δραστηριότητα:* Απλός κινητήρας, από το αυτοκίνητο στο βιοκλιματικό σπίτι.
- *Τρίτη Δραστηριότητα:* Έλεγχος ενεργοβόρων συσκευών, το τρανζίστορ ως ηλεκτρονικός διακόπτης.
- *Τέταρτη Δραστηριότητα:* Έγχρωμο Led και ποτενσιόμετρα (έλεγχος RGB).
- *Πέμπτη Δραστηριότητα:* Μπορώ να συνθέσω μουσική με ένα βομβητή;
- *Έκτη Δραστηριότητα:* Αισθητήρας απόστασης (βάζοντας το κοινωνικό πλαίσιο).
- *Έβδομη Δραστηριότητα:* Πόσα servo χρειαζόμαστε για να φτιάξω έναν απλό ρομποτικό βραχίονα;

Ολοκλήρωση - Συζήτηση

Το εργαστήριο ολοκληρώνεται με μια τελική συζήτηση σχετικά με τα θετικά σημεία της προσέγγισης, τους περιορισμούς και τα όριά της.

Ακόμη η συζήτηση θα συμπεριλάβει τα προβλήματα και τις δυσκολίες που συνάντησαν οι επιμορφούμενοι, τις ιδέες τους για επιπλέον δραστηριότητες. Παράλληλα θα θιχτούν θέματα σχετικά με τις παιδαγωγικές επιρροές (ενδεικτικά Papert, 1980; 2000; Resnick, 2007; Φράγκου,

2009; Martinez & Stager, 2013; Mikropoulos & Bellou, 2013), την προσωπική στάση του εκπαιδευτικού (ενδεικτικά Drenoyianni & Bekos, 2017) την προσπάθεια για ένταξη κοινωνικής και περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης (ενδεικτικά Di Justo & Gertz, 2013) ακόμη και θεμάτων ηθικής (ενδεικτικά Steele, Brew, & Beatty, 2012).

Αναφορές

- Bencze, J. L. (2011). *STSE Education: Learning About Relationships Among Fields of Science & Technology and Societies & Environments*, Retrieved June 9, 2019, from <https://webspace.oise.utoronto.ca/~benczela/STSEEd.html>
- Di Justo, P., & Gertz, E. (2013). *Atmospheric Monitoring with Arduino*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc.
- Drenoyianni H., & Bekos, N. (2017). Investigating Greek Computing Teachers' Curriculum Ideologies, *Proceedings of the 7th ICCE (International Conference on Critical Education)* (pp. 42-56). Retrieved June 9, 2019, from [https://www.eled.auth.gr/documents19/Conference Proceedings 7th ICCE_Final.pdf](https://www.eled.auth.gr/documents19/Conference%20Proceedings%207th%20ICCE_Final.pdf)
- Emvalotis, A., Stoumpa A., Nikolou, A., & Cheilas A. (2018). *STEM Education in Primary School: Applying the Social Cognitive Approach to an Educational Programming Environment*, Εργασία που παρουσιάστηκε στο 2nd International Conference on Innovating STEM Education, Athens (Πρακτικά υπό έκδοση).
- Martinez, S. L., & Stager, G. (2013). *Invent to learn: Making, tinkering, and engineering in the classroom*. Constructing Modern Knowledge Press.
- Michalopoulos, P., Mpania, S., Karatrantou, A., & Panagiotakopoulos, C. (2016). *Introducing STEM to Primary Education Students with Arduino and S4A*, Εργασία που παρουσιάστηκε στο HiSTEM2016 Conference. Retrieved June 9, 2019, from https://stemeducation.upatras.gr/histem2016/assets/files/histem2016_submissions/histem2016_paper_47.pdf
- Mikropoulos, T. A., & Bellou, I. (2013). Educational Robotics as Mindtools. *Themes in Science & Technology Education*, 6(1), 5-14.
- O'Sullivan, D., & Igoe, T. (2004). *Physical Computing: Sensing and controlling the physical world with computers*. Boston, MA: Course Technology Press.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books.
- Papert, S. (2000). What's the Big Idea? Toward a Pedagogical Theory of Idea Power. *IBM Systems Journal*, 39(3&4), 720-729.
- Pedretti, E., & Nazir, J. (2011). Currents in STSE Education: Mapping a Complex Field, 40 Years On. *Science Education*, 95(4), 601-626.
- Resnick, M. (2007). All I Really Need to Know (About Creative Thinking) I Learned (By Studying How Children Learn) in Kindergarten, *Proceedings of the 6 ACM SIGCHI conference on Creativity & cognition*. Retrieved June 9, 2019, from <https://web.media.mit.edu/~mres/papers/kindergarten-learning-approach.pdf>
- Steele, A., Brew, C., & Beatty, B. (2012). The tower builders: A consideration of STEM, STSE and ethics in science education. *Australian Journal of Teacher Education*, 37(10), 118-133.
- Φράγκου, Σ. (2009). Εκπαιδευτική ρομποτική: παιδαγωγικό πλαίσιο και μεθοδολογία ανάπτυξης διαθεματικών συνθετικών εργασιών. στο Γρηγοριάδου, Μ., Γουλή, Ε., & Γόγουλου, Α. (επιμ.) (2009). *Διδακτικές προσεγγίσεις και εργαλεία για τη διδασκαλία της Πληροφορικής* (σσ. 475-518). Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.