

Αξιοποίηση του Arduino στη εκπαιδευτική διαδικασία. Μελέτη περίπτωσης

Δρ. Δ. Λουκάτος¹, Η. Μακρυγιάννης², Δρ. Β. Μπελεσιώτης³

¹Πρότυπο Πειραματικό Σχολείο Πανεπιστημίου Αθηνών (Π.Π.Σ.Π.Α.)
dlouka@sch.gr

²Εκπ/κος ΠΕ19 στη Διεύθυνση Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης Α' Αθήνας
eamak@sch.gr

³Σχολικός Σύμβουλος Πληροφορικής
vbelesiotis@sch.gr

Περίληψη

Στο άρθρο αυτό γίνεται μια περιγραφή περιβαλλόντων εκπαιδευτικής ρομποτικής χαμηλού κόστους και κατατίθενται προτάσεις αξιοποίησής τους στην εκπαιδευτική διαδικασία, με σκοπό την ενίσχυση των μαθησιακών αποτελεσμάτων. Η όλη ανάλυση εστιάζεται στην ρομποτική πλατφόρμα χαμηλού κόστους Arduino, μια πλατφόρμα που μπορεί να συνδράμει καθοριστικά στην υλοποίηση από τους μαθητές μιας πληθώρας έργων, σε διάφορα διδακτικά αντικείμενα και με πολλαπλά παιδαγωγικά οφέλη. Σε συνέχεια πολλών ερευνών για τα θετικά αποτελέσματα τέτοιων δράσεων, καταθέτουμε προτάσεις για καλές εκπαιδευτικές πρακτικές, με σκοπό τόσο την αντιμετώπιση των συνήθων προβλημάτων που εμφανίζονται όσο και την περαιτέρω βελτίωση του βαθμού αξιοποίησης παρόμοιων υπολογιστικών συστημάτων στη σχολική τάξη. Για λόγους καλύτερης κατανόησης παρουσιάζουμε και δύο ενδεικτικές των παραπάνω εργασίες. Η πρώτη από αυτές πραγματεύεται την παραστατική οπτικοποίηση της καταγραφής ενός «σεισμικού γεγονότος» και η δεύτερη ένα όχημα που μπορεί να κατευθύνεται με νεύματα.

Λέξεις κλειδιά: Καινοτόμες Εκπαιδευτικές Πρακτικές, Ρομποτική, Arduino, Ardublock, Scratch, Σεισμοί, Gesture Controlled Vehicle, physical computing

1. Εισαγωγή

Η Εκπαιδευτική Ρομποτική αποτελεί ένα τομέα του κλάδου της Ρομποτικής, με εφαρμογή στην εκπαιδευτική διαδικασία και αποσκοπεί στην ενίσχυση των μαθησιακών αποτελεσμάτων μιας διδασκαλίας. Οι πλατφόρμες που συναντάμε να χρησιμοποιούνται είναι πολλές και καθεμία έχει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά σχετικά με το κόστος, την πολυπλοκότητα του υλικού και του λογισμικού της, το πόσο είναι «ανοικτή» στο υλικό και στο λογισμικό της ή την κοινότητα με την οποία σχετίζεται. Δύο χαρακτηριστικές τέτοιες πλατφόρμες Εκπαιδευτικής Ρομποτικής είναι αυτή της Lego (2014) και αυτή του Arduino (2014).

Το ενδιαφέρον της εκπαιδευτικής κοινότητας εστιάζεται όλο και περισσότερο στην κατά το δυνατόν αποδοτικότερη αξιοποίηση ρομποτικών συστημάτων στην εκπαιδευτική διαδικασία και ιδιαίτερα όσων από αυτά βασίζονται σε πλατφόρμες χαμηλού κόστους. Την επίτευξη συνεργασίας και σύνδεσης του φυσικού κόσμου και του ιδεατού του υπολογιστή, κάτω από τον όρο Physical Computing (O'Sullivan, Tom Igoe, 2014).

A conversation between the physical world and the virtual world of the computer σε μια Με την ενθάρρυνση της εμπλοκής των μαθητών στη συναρμολόγηση του Υλικού και στον προγραμματισμό του Λογισμικού και κάτω από τις κατάλληλες διδακτικές μεθοδολογίες, γίνεται προσπάθεια επίτευξης θετικών μαθησιακών αποτελεσμάτων.

Είναι πολλές οι διδακτικές προτάσεις που βασίζονται στην πλατφόρμα Arduino, ακριβέστερα στην πιο διαδεδομένη του εκδοχή της, Arduino Uno, με θετικά συμπεράσματα ως προς τη συνεισφορά της στην εκπαιδευτική διαδικασία, όπως για παράδειγμα αυτές που περιγράφονται στα (Μπελεσιώτης & Κόκκινος, 2012; Λουκάτος, 2014). Την εμπλοκή στη διδασκαλία της πλατφόρμας αυτής τη συναντάμε και στα πλαίσια μαθημάτων Πληροφορικής ή θεσμοθετημένων καινοτόμων εκπαιδευτικών δράσεων (Ματσαγγούρας, 2011; ΦΕΚ-3966, 2011). Η ένταξη μιας τέτοιας πλατφόρμας στη διδασκαλία, πρέπει να συνοδεύεται από την κατάλληλη προσοχή και μεθοδολογία, καθώς ελλοχεύει ο κίνδυνος της επανάπαυσης του εκπαιδευτικού μπροστά τις «αρετές» του Arduino, της μη σωστής εκτίμησης των πρότερων γνώσεων των μαθητών ή της υπερεκτίμησης των αναμενόμενων αποτελεσμάτων. Θέματα όπως τα παραπάνω μπορεί να οδηγήσουν σε διάφορα προβλήματα και να μειώσουν σημαντικά την ωφέλεια από τη χρήση της πλατφόρμας αυτής.

Το παρόν άρθρο, σε συνέχεια άλλων ερευνών σχετικά με τη θετική συνδρομή στη μαθησιακή διαδικασία καινοτόμων εκπαιδευτικών ρομποτικών δράσεων, επιδιώκει να απαντήσει στον παραπάνω προβληματισμό. Ακριβέστερα, προσπαθεί να συνεισφέρει στην προσπάθεια ενθάρρυνσης και προτροπής της εκπαιδευτικής κοινότητας για τη διάδοση τέτοιων δράσεων και καλών πρακτικών. Έχοντας αποκτήσει επαρκή εμπειρία στο χώρο, συντονίζοντας και αποτιμώντας ανάλογες δράσεις, καταθέτουμε εμπειρίες και διδακτικές προτάσεις από εκπαιδευτικές πρακτικές με σκοπό να αντιμετωπιστούν ορισμένα συνήθη προβλήματα που εμφανίζονται και να βελτιωθεί ακόμη περισσότερο ο βαθμός αξιοποίησης συστημάτων όπως ο Arduino στη σχολική τάξη.

Το υπόλοιπο του άρθρου εξελίσσεται ως εξής: Στην ενότητα 2, τίγονται θέματα βελτιστης αξιοποίησης του Arduino στη διδασκαλία, με περιγραφή των βασικότερων προβλημάτων που σχετίζονται με τη χρήση του Arduino στην εκπαιδευτική διαδικασία και κατάθεση προτάσεων για την επίλυσή τους. Στη συνέχεια και στην ενότητα 3, για λόγους καλύτερης εμπέδωσης των προτάσεων, παρουσιάζονται δύο χαρακτηριστικά παραδείγματα εργασιών τάξης. Ακολουθούν χρήσιμα συμπεράσματα και προ-

τάσεις για περαιτέρω ανάπτυξη και αξιοποίηση των περιγραφόμενων πρακτικών και υποδομών, ενώ το άρθρο κλείνει με αναφορά σε στόχους μελλοντικής εργασίας μας.

2. Θέματα αξιοποίησης του Arduino στη διδασκαλία

Η πλατφόρμα Arduino γίνεται άμεσα αγαπητή και ενθουσιάζει έντονα μια μερίδα μαθητών και ακόμη περισσότερο μια μερίδα καθηγητών που αναζητούν δημιουργική διέξοδο από τη ρουτίνα της συμβατικής εκπαιδευτικής διαδικασίας. Το γεγονός αυτό αδιαμφισβήτητα ενέχει πολύ θετικά στοιχεία αλλά μπορεί να εγκυμονεί και κινδύνους παιδαγωγικής αστοχίας. Έτσι, η ένταξη της πλατφόρμας Arduino στη διδακτική διαδικασία πρέπει να συνοδεύεται από τον κατάλληλο σχεδιασμό της διδασκαλίας. Σημεία της όλης σχεδίασης αναφέρονται στη συνέχεια.

2.1 Θέματα σχεδίασης

Σκοπός και στόχοι

Αρχικά πρέπει να προσδιορίσουμε το σκοπό και τους στόχους της δραστηριότητας (project) που θα εξελιχθεί. Ποιο είναι το αναμενόμενο αποτέλεσμα; Ποια η σχέση του με το διδακτικό αντικείμενο που συνδέεται;

Υπάρχουσες γνώσεις των μαθητών και βαθμός δυσκολίας

Το αναμενόμενο αποτέλεσμα πρέπει να συσχετιστεί με τις πρότερες γνώσεις των μαθητών. Είναι πολύ εύκολο ένας εκπαιδευτικός, εξαντλώντας το μεράκι του, να προτρέψει τους μαθητές σε πολύ φιλόδοξα σχέδια και στην πορεία, να καταλήξει να τα υλοποιήσει το έργο σχεδόν αποκλειστικά ο ίδιος, αντί για τους μαθητές. Επίσης ενδέχεται να παγιωθεί μια κατάσταση στην οποία θα γίνεται μάθημα μόνο με μια μικρή μειοψηφία μαθητών που συμερίζονται το μεράκι του καθηγητή τους.

Προφίλ μαθητών σε σχέση με το project

Ένα ρομποτικό project παρουσιάζει συχνά μια «γοητεία» σε σχέση με άλλα θέματα, με αποτέλεσμα να το επιλέγουν οι μαθητές κρίνοντάς το αρχικά επιφανειακά. Στη συνέχεια όμως, εμβαθύνοντας σε αυτό, δεν είναι παράδοξο, ακόμα και μέσα σε μια τάξη μαθητών όπου όλοι επέλεξαν ένα έργο σχετικό με τη Ρομποτική, να παρατηρείται ένας ικανός αριθμός μαθητών που πλήττουν ή παραμένουν προσκολλημένοι σε μια οθόνη του εργαστηρίου παίζοντας παιχνίδια και αδιαφορώντας για τα δρώμενα των υπολοίπων, απλά από συνήθεια. Αυτό το φαινόμενο μπορεί να ελαττωθεί, σε πρώτο βαθμό, με την κατάλληλη ενημέρωση των μαθητών πριν την επιλογή του project.

Ρυθμός εξέλιξης του project

Η κατασκευαστική πρόκληση που ενέχει μια ρομποτική κατασκευή, ωθεί συχνά τους μαθητές να επιζητούν ανυπόμονα ένα άμεσο αποτέλεσμα. Παρατηρείται συχνά μια

ανυπομονησία να φθάσουν στο τελικό αποτέλεσμα, στην πλήρη κατασκευή, αδιαφορώντας για τα ενδιάμεσα στάδια που αυτά είναι τα πλέον διδακτικά. Έτσι, μια πορεία με το σωστό χρονικό σχεδιασμό των επί μέρους σταδίων, κάποιοι θα τη δεχθούν αλλά κάποιοι άλλοι θα τη θεωρήσουν τροχοπέδη.

Τα παραπάνω προβλήματα δεν είναι τα μόνα που μπορεί να εμφανισθούν κατά τη χρήση του Arduino στη σχολική τάξη, είναι όμως από τα πιο συνηθισμένα και για το λόγο αυτό εστιάσαμε την προσοχή μας σε αυτά και τα αντιμετωπίσαμε στην πράξη σε project που αναπτύξαμε με μεθόδους που περιγράφονται στα επόμενα και με αρκετά ενθαρρυντικά αποτελέσματα.

2.2 Προτάσεις διδακτικής αξιοποίησης

Προκειμένου να περιορίσουμε την εμφάνιση παρόμοιων αστοχιών μπορούμε να καταφύγουμε σε διάφορες πρακτικές, όπως οι ακόλουθες.

Σκοπός και στόχοι

Να θέσουμε το σκοπό και τους στόχους με απλότητα και ρεαλισμό προς τις χρονικές, τις οικονομικές, τις προγραμματιστικές και τις κατασκευαστικές τους απαιτήσεις και στα πλαίσια πάντα των στόχων του μαθήματος που εντάσσεται η δραστηριότητα. Οι στόχοι αυτοί πρέπει να αφήνουν περιθώρια διαφοροποίησης της όλης πορείας αποβλέποντας στην εμπλοκή όλων των μαθητών. Πρέπει να ενθαρρύνουν τους συμμετέχοντες μαθητές στο να δημιουργούν με το να επιτρέπουν σχετικά άμεσα αποτελέσματα, ανά στάδιο προόδου, και να σχεδιάζονται ώστε να παρέχουν τη δυνατότητα για παράλληλη εξέλιξη των διάφορων τμημάτων του έργου.

Κόστος

Να φροντίσουμε το όλο έργο να είναι κοστολογικά εφικτό, ανάλογα με τις δυνατότητες του κάθε σχολείου. Για παράδειγμα, ένα έργο με κόστος υλικών όχι πάνω από 75 € μπορεί να χαρακτηριστεί εφικτό καθώς το ποσό αυτό είναι δυνατό να εξευρεθεί. Επίσης καλό είναι να αξιοποιούνται και άλλες υποδομές ή υλικά χωρίς κόστος, όπως για παράδειγμα, εξαρτήματα από ένα παλιό παιχνίδι, κασετόφωνο ή CD, μερικά ξύλα, βίδες και χαρτόνι, μοτέρ από παλαιούς εκτυπωτές.

Δυνατότητα του μαθητή να προγραμματίζει

Κατά τη σχεδίαση ενός project πρέπει να επιλέξουμε το κατάλληλο περιβάλλον προγραμματισμού σε σχέση με τη βαθμίδα και την τάξη των μαθητών. Διότι απαιτούνται διαφορετικές γνώσεις και δεξιότητες από τους μαθητές σε σχέση με το προγραμματιστικό περιβάλλον που επιλέξαμε. Αυτό διότι μπορεί να επιλεγθεί είτε το περιβάλλον που παρέχει η πλατφόρμα του Arduino, δηλαδή το Arduino IDE που είναι C-like περιβάλλον είτε ένα εξωτερικό προγραμματιστικό περιβάλλον που συνεργάζεται με αυτήν. Ακριβώς αυτή η μεγάλη δυνατότητα επιλογής του προγραμματιστικού περιβάλλοντος κάνει την πλατφόρμα ιδιαίτερα κατάλληλη ακόμη και για παιδιά που δεν

έχουν αποκτήσει ιδιαίτερη ευχέρεια στο να προγραμματίζουν γράφοντας εντολές. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η χρήση του πρόσθετου σε JAVA για το Arduino IDE που ονομάζεται Ardublock (2014) και παρέχει περιβάλλον οπτικού προγραμματισμού με πλακίδια, καθώς και το προγραμματιστικό περιβάλλον S4A (2014) που βασίζεται στο Scratch του MIT (Scratch, 2014), αν και έχει κάποιους περιορισμούς σε σχέση με το Ardublock που θα αναλυθούν παρακάτω.

Χαρακτηριστικά διαφοροποιημένης διδασκαλίας

Οι εργασίες που αναθέτουμε πρέπει να φροντίζουμε ώστε να αποτελούνται από ένα προσεχτικά επιλεγμένο μείγμα επιμέρους δραστηριοτήτων με κάποιες να έχουν κυρίως κατασκευαστικό χαρακτήρα, ενώ άλλες κυρίως προγραμματιστικό. Έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον αν, στα πλαίσια του ίδιου έργου, ο προγραμματιστικός χαρακτήρας σχετίζεται με περισσότερα του ενός διαφορετικής φιλοσοφίας προγραμματιστικά περιβάλλοντα. Σε γενικές γραμμές, είναι πολύ αποδοτικό να ακολουθείται η διδακτική λογική υλοποίησης τεχνικών διαφοροποιημένης διδασκαλίας (Κανάκης, 1991).

Ομαδοσυνεργατική διδασκαλία

Η ανάπτυξη ενός τέτοιου project παροσφέρεται και απαιτεί την ενσωμάτωση τεχνικών Ομαδοσυνεργατικής διδασκαλίας (Ματσαγγούρας, 2011), με κατάλληλη προσοχή, μεταξύ άλλων, στην απόδοση των ρόλων στους μαθητές των ομάδων. Έτσι, πρέπει να αναθέτουμε στους μαθητές που έχουν μεγαλύτερη και ταχύτερη εξοικείωση με το περιβάλλον του Arduino το ρόλο του βοηθού εκπαιδευτή ώστε να δράσουν πολλαπλασιαστικά και να συντελέσουν στη διάχυση της γνώσης και προς τους υπόλοιπους.

Για να γίνουν πιο συγκεκριμένα και κατανοητά τα προταθέντα, θα αναφερθούμε σε δύο έργα τάξης.

3. Διδακτικές προτάσεις τάξης

Στην ενότητα αυτή θα παρουσιαστούν δύο έργα (project), με το πρώτο να αφορά την οπτικοποίηση της καταγραφής ενός «σεισμικού γεγονότος» και το δεύτερο ένα όχημα που μπορεί να κατευθυνθεί με νεύματα Gesture Controlled Vehicle (GCV). Λόγω της επιτρεπόμενης έκτασης του άρθρου, δίνεται περισσότερη έμφαση στο διδακτικό σχεδιασμό παρά στην τεχνική περιγραφή των έργων αυτών.

3.1 Η Οπτικοποίηση - Προσομοίωση ενός Σεισμικού Γεγονότος

Το έργο σχετίζεται με την καταγραφή ενός «σεισμικού γεγονότος» και αποτελεί ένα καλό παράδειγμα συνεργασίας του Arduino Uno με το περιβάλλον Scratch (2014). Η δράση αυτή εξελίχτηκε στο Πρότυπο Πειραματικό Σχολείο του Πανεπιστημίου Αθηνών (Γυμνάσιο), κατά το έτος 2013-14, ως συνεργασία ομίλου ρομποτικής και περι-

βαλλοντικού προγράμματος. Ο όμιλος εστίασε στην πλατφόρμα του Arduino Uno ενώ το περιβαλλοντικό στους σεισμούς.

Η πλατφόρμα Arduino Uno, σε επίπεδο υλικού, είναι εφοδιασμένη με έναν αναλογικό-ψηφιακό μετατροπέα των 10 bit που μπορεί να παρακολουθήσει δεδομένα από 6 το πολύ εισόδους, σχεδόν ταυτόχρονα, μέσω πολυπλεξίας (Νούσης & Νούση, 2013), υποσύστημα που δίνει στο Arduino Uno ποικίλες δυνατότητες χρήσης. Τα δεδομένα μπορούν να τροφοδοτηθούν, μέσω θύρας USB του Arduino, προς ένα υπολογιστή, για περαιτέρω επεξεργασία. Τέτοια πολύ κατατοπιστικά παραδείγματα περιέχονται στο περιβάλλον ανάπτυξης εφαρμογών του Arduino, για παράδειγμα με τις επιλογές File→Examples→Basics→ AnalogReadSerial.

Ομαδοσυνεργατικό σχήμα μαθητών

Για τη διεκπεραίωση του όλου project δημιουργήθηκαν τρεις ομάδες μαθητών. Η ομάδα Α, που ασχολήθηκε με το την κατανόηση της συμπεριφοράς του Arduino σε σχέση με το παραπάνω θέμα. Κατά τις δοκιμές, η μεταβλητή τάση εισόδου παρέχονταν από ένα ποτενσιόμετρο των 100kΩ, με τις ακριανές του ακίδες συνδεδεμένες στις «GND» και «5V» υποδοχές του Arduino και με τη μεσαία του ακίδα στην υποδοχή A0. Οι καταγραφόμενες τιμές ήταν διαθέσιμες στη οθόνη του υπολογιστή μέσω του περιβάλλοντος προγραμματισμού του Arduino. Παράλληλα, η ομάδα Β, αποτελούμενη από μαθητές με μεγάλη αγάπη για μαστορέματα, δημιούργησε μια ξύλινη βάση πάνω στην οποία στηρίζονταν, από τον άξονα ενός ποτενσιόμετρου, ένα κατακόρυφο ελαφρύ ξύλινο στέλεχος με ένα βαρύδι στο κάτω άκρο του. Το στέλεχος μπορούσε να ταλαντώνεται, όταν κουνούσαμε τη βάση του. Συνδέοντας το ποτενσιόμετρο με τον Arduino Uno, βάσει των οδηγιών της ομάδας Α, παρατηρήθηκαν οι ψηφιοποιημένες τιμές και η διακύμανσή τους.

Από τις παραπάνω καταγραφές, στο τερματικό του Η/Υ παρουσιάζεται μια ακολουθία τιμών που τελικά, μετά από την αντιγραφή της σε ένα περιβάλλον υπολογιστικών φύλλων, μπορεί να δώσει μια γραφική παράσταση παρόμοια με ένα σεισμόγραμμα. Αυτό βέβαια με σεβασμό στις μεγάλες απλοποιήσεις της όλης προσέγγισης.

Παράλληλα, η ομάδα Γ, αποτελούμενη από μαθητές με μεγάλη αγάπη για παιχνίδια στον υπολογιστή, δημιούργησε σχετική με τα παραπάνω εφαρμογή, στο γνωστό και πολύ αγαπητό περιβάλλον Scratch του MIT. Σύμφωνα με την εφαρμογή αυτή, όταν ο δείκτης του ποντικού απομακρύνονταν αρκετά από το κέντρο της ενεργής περιοχής, κατά την οριζόντια κατεύθυνση, φιγούρες ανθρώπων άρχιζαν να τρέχουν και να φωνάζουν ενώ τα κτίρια άρχιζαν να ταλαντώνονται και να εμφανίζουν γραμμές ρηγμάτωσης. Η επαναφορά του ποντικιού κοντά στο κέντρο είχε ως αποτέλεσμα οι φιγούρες των ανθρώπων και τα κτήρια να εμφανίζονται σε ηρεμία ξανά.

Στη συνέχεια, οι ομάδες Α και Γ, μελέτησαν μια εφαρμογή που μπορεί να μετατρέψει τον Arduino Uno σε πλακέτα αισθητήρων ικανών να τροφοδοτήσουν το περιβάλλον Scratch (DIY Scartch I/O Board, 2014). Για να λειτουργήσει η εφαρμογή αυτή, πρέ-

πει πρώτα να φορτώσουμε στον Arduino συγκεκριμένο κώδικα, που ομοιάζει με τον κώδικα του έτοιμου παραδείγματος AnalogReadSerial, του Arduino. Όταν ο Arduino συνδεθεί σε υπολογιστή όπου εκτελείται μια Scratch εφαρμογή, οι τιμές που στέλνει ο Arduino – αισθητήρας γίνονται διαθέσιμες μέσα στο Scratch. Ακριβέστερα, η ομάδα Α «φόρτωσε» στον Arduino το παραπάνω πρόγραμμα και στην ακίδα Α0 συνδέθηκε το ποτενσιόμετρο του σεισμόμετρου, ενώ η θύρα USB του Arduino συνδέθηκε με τον υπολογιστή. Αντίστοιχα, η ομάδα Γ άλλαξε τον κώδικα της εφαρμογής του Scratch έτσι ώστε αντί για κινήσεις ποντικιού, να αντιλαμβάνεται τις μετατοπίσεις του αισθητήρα «αντίσταση D» σε σχέση με την κεντρική τιμή. Το αποτέλεσμα της τελευταίας συνθετικής επέμβασης ήταν ότι κάθε φορά που η βάση στήριξης του αισθητήρα μετακινείται αρκετά άρχιζαν οι άνθρωποι να τρέχουν και τα κτήρια να ρηγματώνονται, προσομοιώνοντας έτσι μια σεισμική δόνηση.

Συμπερασματικά

Παρατηρήθηκε ότι όλες οι ομάδες «απόλαυσαν» το πολύ ενδιαφέρον αποτέλεσμα και στη συνέχεια η καθεμία εξήγησε στις άλλες τα τμήματα που η ίδια είχε αναλάβει, καθώς όλοι ήθελαν να γνωρίσουν πώς δουλεύει συνολικά η εφαρμογή.

Το κόστος των απαιτούμενων υλικών δεν ξεπέρασε τα 30€ ενώ ο χρόνος ανάπτυξης της εφαρμογής ήταν περίπου 8 διδακτικές ώρες.



Εικόνα 1. Διάταξη «σεισμόμετρου» και η σχετική «δραματοποίηση» σε Scratch.

3.2 Όχημα Κατευθυνόμενο με Νεύματα

Στο project αυτό, ένα μικρό ηλεκτρικό όχημα φέρει πάνω του έναν Arduino εφοδιασμένο με δύο αισθητήρες απόστασης υπέρυθρου φωτός τοποθετημένους στις δύο μπροστινές γωνίες του οχήματος, σαν φώτα.

Ο Arduino, μέσω κατάλληλου κυκλώματος οδήγησης, μπορεί να δώσει εντολές κίνησης προς τα μπροστά ή πίσω σε καθένα από τα δύο μοτέρ που αναλαμβάνουν ανεξάρτητα την κίνηση της κάθε πλευράς του οχήματος. Ανάλογα με την απόσταση και τη γωνία που σχηματίζει η παλάμη μας με το μπροστά μέρος του οχήματος, αυτό έχει δυνατότητα κίνησης προς τα εμπρός, προς τα πίσω, αριστερά, δεξιά είτε μπορεί να παραμένει ακίνητο.

Η παρούσα εργασία εξελίχθηκε στα πλαίσια ομίλου ρομποτικής, στο Πρότυπο Πειραματικό Σχολείο του Πανεπιστημίου Αθηνών, κατά το έτος 2013-14. Αποτελεί μετεξέλιξη της εργασίας «ρομποτική αράχνη», που έχει εφαρμοστεί στην τάξη από τον πρώτο των συγγραφέων (Λουκάτος, 2014), μιας αράχνης που μπορούσε να ανεβοκατεβαίνει στον ιστό της ανάλογα με την εγγύτητα του χεριού μας από αυτή.

Για την υλοποίηση της εργασίας οι μαθητές οργανώθηκαν σε τρεις ομάδες.

Η ομάδα Α, αρχικά ασχολήθηκε με την κατανόηση του παραδείγματος AnalogReadSerial του Arduino, ακριβώς όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο project. Στη συνέχεια, συνέδεσε δύο αισθητήρες απόστασης στις ακίδες A0 και A1 του Arduino και μελέτησε τη μεταβολή των παρατηρούμενων τιμών στο σύστημα για διάφορες θέσεις του χεριού μπροστά από τους αισθητήρες.

Παράλληλα, η ομάδα Β, αποτελούμενη με τους μαθητές με μεγάλη αγάπη για μαστορέματα, δημιούργησε ένα όχημα με τέσσερις ρόδες που προήλθαν από παλαιό παιχνίδι, ένα κουτί από χαρτόνι για πλαίσιο και δύο ανεξάρτητους μηχανισμούς κίνησης ένα για κάθε πλευρά του οχήματος. Στο όχημα αυτό και σε συνεργασία με την ομάδα Α, τοποθέτησαν τον Arduino, τους αισθητήρες, ενώ συνέδεσαν το σύστημα με τα το μοτέρ των μηχανισμών κίνησης.

Η ομάδα Γ, παρόμοια με την περίπτωση του σεισμού, σε συνεργασία με την ομάδα Α, εξοικειώθηκε με τη μετατροπή του Arduino σε μονάδα αισθητήρων για το περιβάλλον Scratch, με δύο αισθητήρες απόστασης. Ακολουθώντας, η ομάδα Γ ασχολήθηκε με τη δημιουργία μιας εφαρμογής που να μπορεί να κινεί ένα εικονικό ανθρωπάκι μπρος - πίσω, αριστερά - δεξιά, ανάλογα με τις τιμές των δύο αισθητήρων αλλάζαν ανάλογα με τη θέση της παλάμης του χεριού σε σχέση με αυτούς.

■ Στη συνέχεια οι ομάδες Α' και Γ' συνεργάστηκαν ώστε να βρουν έναν αποτελεσματικό αλγόριθμο για τον έλεγχο της κίνησης του οχήματος ανάλογα με τη θέση της παλάμης σε σχέση με αυτό. Ο τελικός αυτός αλγόριθμος, σε συνεχή επανάληψη, συμπεριφέρεται ως εξής:

- Διάβασε τιμή αισθητήρα C και τιμή αισθητήρα D.
- Όρισε μια ποσότητα (R) που καθορίζει πόσο μεταβάλλεται η τιμή του ενός αισθητήρα σε σχέση με τον άλλο: $R = (C-D)/(C+D)$ και μια ποσότητα (M) που καθορίζει τον μέσο όρο: $M = (C+D)/2$, οπότε:
- Εάν το $R > 0.15$ τότε στρίψε αριστερά

- Εάν το $R < -0.15$ τότε στρίψε δεξιά
- Εάν το R είναι μεταξύ -0.15 και 0.15 , τότε κριτήριο για την κίνηση τις φηγούρας είναι η τιμή του M , οπότε:
 - ο Αν το M είναι πολύ μεγάλο, τότε κινήσου μπροστά.
 - ο Αν το M είναι πολύ μικρό, τότε κινήσου πίσω.
 - ο Για για ενδιάμεσες τιμές του M , μείνε σε ακινησία.

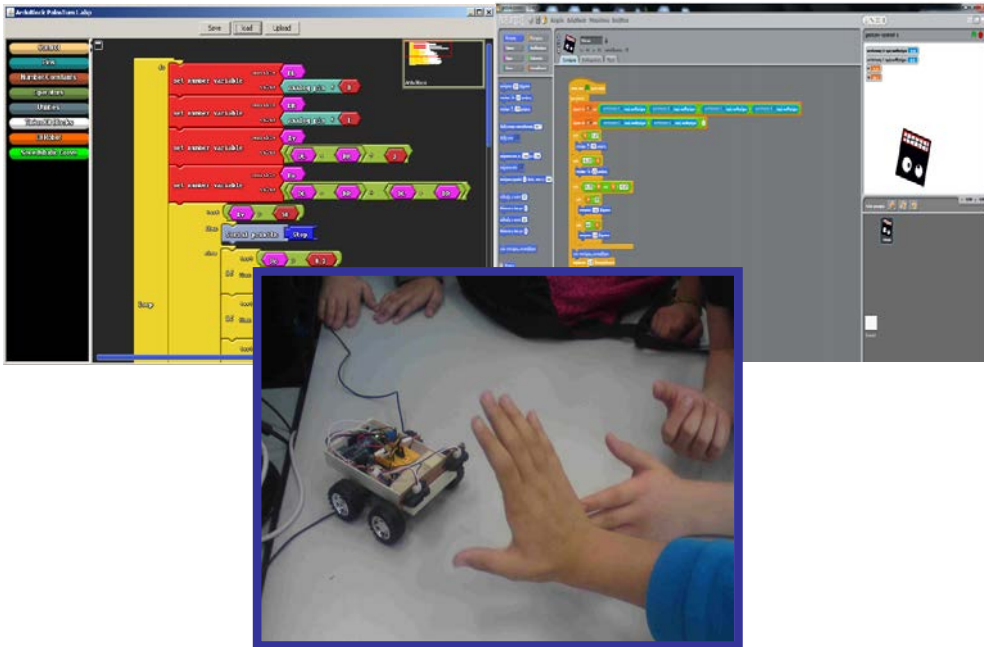
Επειδή οι ομάδες έργου αποτελούντο κυρίως από μαθητές Γυμνασίου που δεν ήταν ιδιαίτερα εξοικειωμένοι με το περιβάλλον προγραμματισμού του Arduino, οι πρώτες δοκιμές του αλγορίθμου έγιναν σε περιβάλλον συνεργασίας με το Scratch, όπου χρησιμοποιήθηκε το εικονικό ανθρωπάκι και όχι το πραγματικό όχημα. Όταν καταλήξαμε σε μια ικανοποιητική μορφή για τον αλγόριθμο κίνησης, ξεκίνησε και η μεταφορά του σε κώδικα για τον αυτόνομο Arduino (C-like περιβάλλον) που θα βρίσκονταν πάνω στο μικρό ηλεκτρικό όχημα.

Στο σημείο αυτό παρατηρήθηκαν προγραμματιστικές δυσκολίες που αντιμετωπίστηκαν με τη χρήση του εργαλείου Ardublock. Θυμίζουμε ότι το Ardublock αποτελεί ένα πρόσθετο για το περιβάλλον προγραμματισμού του Arduino που επιτρέπει τον οπτικό προγραμματισμό του με παρόμοιο τρόπο σε σχέση με το Scratch. Έτσι, με γνώμονα την υλοποίηση σε Scratch, τα παιδιά δημιούργησαν αντίστοιχες δομές σε Ardublock και στη συνέχεια τροφοδότησαν στον Arduino, μετά από μερικές μικρές αλλαγές, τον ισοδύναμο κώδικα που παρήχθη. Αντίστοιχο του Ardublock είναι το περιβάλλον Scratch For Arduino, S4A (2014). Το S4A όμως απαιτεί συνεχή σύνδεση του Arduino με τον υπολογιστή για να συνεχίσει να υπακούει ο Arduino στο πρόγραμμα και επιπλέον χρησιμοποιεί δικές του διατάξεις σερβομηχανισμών.

Αποτελέσματα

Το αποτέλεσμα από το «πάντρεμα» Arduino, Scratch και Ardublock, όπως φάνηκε πάνω στο μικρό και «έξυπνο» όχημα, ήταν διασκεδαστικό και πολύ ενδιαφέρον για τους μαθητές. Έγινε διάχυση της επιμέρους τεχνογνωσίας της κάθε ομάδας προς στους υπόλοιπους.

Το όλο κόστος δεν ξεπέρασε τα 65€, με τους αισθητήρες κίνησης στα 12€ ο καθένας, τους μηχανισμούς στα 3€ ο καθένας και το κύκλωμα οδήγησης στα 5€, ενώ ο χρόνος ανάπτυξης της εφαρμογής ήταν περίπου 12 διδακτικές ώρες.



Εικόνα 2. Το περιβάλλον Ardublock (επάνω αριστερά). Η συμπεριφορά της φιγούρας κατά τις δοκιμές σε Scratch (επάνω δεξιά). Τελικές δοκιμές με το GCV όχημα..

3.3 Αξιολόγηση

Τα δύο παραπάνω παραδείγματα που παρουσιάστηκαν εντάσσονται σε μια γενικότερη προσπάθεια για την εξεύρεση έργων που θα εναρμονίζονται με τις παραπάνω προτεινόμενες κατευθύνσεις. Κοινός παρονομαστής σε αυτά ήταν το ενθαρρυντικό του αποτελέσματος, καθώς παρατηρήσαμε ότι μεγιστοποιείται το διδακτικό όφελος από τη χρήση του Arduino. Παρατηρήθηκε ότι το ποσοστό μαθητών που συμμετείχαν ενεργά ήταν υπερδιπλάσιο αυτού που παρατηρείται χωρίς τις προτεινόμενες βελτιώσεις.

Επιπρόσθετα, οι επιδόσεις των μαθητών πάνω σε συναφή γνωστικά αντικείμενα, όπως για παράδειγμα Πληροφορική, Φυσική, Τεχνολογία, βελτιώθηκαν αισθητά ενώ, φυσικά, προέκυψε και πλήθος από εξαρτήματα που εμπλούτισαν την υλικοτεχνική υποδομή του σχολείου και αξιοποιούνται στην καθημερινή διδακτική διαδικασία.

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι η συμμετοχή μαθητών σε ρόλο «μέντορα», ώστε να βοηθήσουν τους συμμαθητές τους να καταλάβουν τις ιδιαίτερες πτυχές της κάθε κατασκευής, είχε ιδιαίτερα ενθαρρυντικό αποτέλεσμα καθώς η πλειοψηφία των μαθη-

τών ενέκρινε την όλη ιδέα και το μαθησιακό αποτέλεσμα ήταν συγκρίσιμο, αν όχι καλύτερο, από αυτό που θα επέφερε η προσπάθεια του εκπαιδευτικού μεμονωμένα.

4. Συμπεράσματα και Μελλοντικές Κατευθύνσεις

Στα πλαίσια του προβληματισμού γύρω από την αποδοτικότερη αξιοποίηση ρομποτικών διατάξεων χαμηλού κόστους, όπως ο Arduino, στη σχολική τάξη, καταθέσαμε εμπειρίες από εκπαιδευτικές πρακτικές που πιστεύουμε ότι θα μπορούσαν να συνεισφέρουν στην αντιμετώπιση προβλημάτων που συχνά εμφανίζονται. Προτάθηκαν δύο χαρακτηριστικές περιπτώσεις έργων, ρεαλιστικής δυσκολίας και προσεκτικά δομημένα. Με το πρώτο να αφορά μια οπτικοποίηση της καταγραφής ενός «σεισμικού γεγονότος» και το δεύτερο ένα όχημα που μπορεί να κατευθύνεται με νεύματα. Η παρουσίαση των έργων εστιάστηκε περισσότερο στον τρόπο οργάνωσης των ομάδων των μαθητών και λιγότερο στην τεχνική περιγραφή για το υλικό και τα συνεργαζόμενα με τον Arduino προγραμματιστικά περιβάλλοντα.

Έχοντας εφαρμόσει σε αρκετά σημεία τις περιγραφόμενες πρακτικές, παρατηρήσαμε ότι μεγιστοποιείται το διδακτικό όφελος από τη χρήση του Arduino καθώς ανταποκρινόμαστε με τον καλύτερο τρόπο στον πλουραλισμό κλίσεων και δεξιοτήτων που απαντώνται στα νέα παιδιά καθώς και στην έμφυτη έφεσή τους για ουσιαστική μάθηση. Διαπιστώσαμε ότι οι μαθητές μπορούν να παίξουν σημαντικό ρόλο στη διάχυση της γνώσης με το να ανατεθεί στους πιο εξοικειωμένους με το περιβάλλον του Arduino ρόλος βοηθού εκπαιδευτή στην τάξη.

Πιστεύουμε ότι η ενθάρρυνση της συνεργασίας του Arduino με άλλα δοκιμασμένα περιβάλλοντα μάθησης όπως το Scratch, μπορεί να δώσει εξαιρετικά μαθησιακά αποτελέσματα.

Μελλοντικά έχουμε σκοπό να ασχοληθούμε με τον εμπλουτισμό της θεματικής των εργασιών, την ανάλυση θεμάτων προσαρμογής υλικού και συνεργαζόμενων με τον Arduino προγραμματιστικών περιβαλλόντων καθώς και με έρευνα σχετικά με τα συναφή μαθησιακά αποτελέσματα. Επίσης θα μελετήσουμε τη δυνατότητα ένταξης και άλλων τύπων ρομποτικών συστημάτων χαμηλού κόστους με παραπλήσια ή και αρκετά βελτιωμένα χαρακτηριστικά όπως είναι το raspberry pi (Raspberry, 2014).

Ευχαριστίες

■ Θερμές ευχαριστίες καταρχήν προς τους μαθητές - συνεργάτες των περιγραφόμενων έργων για την πολύτιμη συνεισφορά τους. Θερμές ευχαριστίες στο συνάδελφο κύριο Δ. Μανωλά και στον Ερευνητή του Γεωδυναμικού Ινστιτούτου Αθηνών κύριο Ι. Καλογερά για τις συμβουλές τους γύρω από θέματα σεισμών και επίσης στη Διευθύντρια του Πρότυπου

Πειραματικού Σχολείου του Πανεπιστημίου Αθηνών κυρία Ε. Δανίλη, για την αμέριστη διευκόλυνση και ενθάρρυνση που παρείχε σε όλα τα στάδια διεξαγωγής των παραπάνω έργων.

Αναφορές

- Arduino (2014). <http://www.arduino.cc>, Ανακτήθηκε τον Αύγουστο του 2014
- Ardublock (2014). Ανακτήθηκε τον Αύγουστο του 2014 από <http://blog.ardublock.com/>
- DIY Scratch O/I Board. Ανακτήθηκε τον Αύγουστο του 2014 από <http://www.hive76.org/diy-scratch-io-board-using-arduino>
- Lego (2014). www.mindstorms.lego.com/, Ανακτήθηκε τον Αύγουστο του 2014
- O'Sullivan, D., Igoe, T. (2014). *Physical Computing: Sensing and Controlling the Physical World with Computers*, Thomson, ISBN-13: 008-2039503462 ISBN-10: 159200346X, Edition: 1st.
- Raspberry (2014). <http://www.raspberrypi.org>, Ανακτήθηκε τον Αύγουστο του 2014
- Scratch (2014). Ανακτήθηκε τον Αύγουστο του 2014 από <http://scratch.mit.edu>
- S4A (2014). *Scratch For Arduino*, <http://s4a.cat/> Ανακτήθηκε τον Αύγουστο του 2014.
- Κανάκης, Ι.Ν. (1991). Η εσωτερική διαφοροποίηση και η εξατομίκευση της διδασκαλίας – μάθησης. *Νεοελληνική Παιδεία*, 23, 33-49.
- Λουκάτος Δ. (2014). Εντάσσοντας Ρομποτικές Κατασκευές Χαμηλού Κόστους σε Καινοτόμες Εκπαιδευτικές Δράσεις. 8^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Καθηγητών Πληροφορικής, Βόλος, 28-30 Μαρτίου 2014.
- Ματσαγγούρας Η. (2011). Η καινοτομία των ερευνητικών εργασιών στο Νέο Λύκειο. Οργανισμός Εκδόσεως Σχολικών Βιβλίων.
- Μπελεσιώτης, Β., & Κόκκινος, Γ. (2012). Εκπαιδευτική Ρομποτική και Arduino. 4^ο Συνέδριο «Η Πληροφορική στην Εκπαίδευση (CIE2012)», Πειραιάς, 5-7 Οκτωβρίου 2012.
- Νούσης Β., Νούση Β. (2013). Ο Arduino στο Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών. 5^ο Συνέδριο «Η Πληροφορική στην Εκπαίδευση (CIE2013)», Πειραιάς, Οκτώβριος 2012.
- ΦΕΚ-3966 (2011). Θεσμικό πλαίσιο των Πρότυπων Πειραματικών Σχολείων, Ίδρυση Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής, Οργάνωση του Ινστιτούτου Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ» και λοιπές διατάξεις. Ανακτήθηκε από <http://www.iep.edu.gr/images/documents/n3966-Fek118a-11-IEP.pdf>

Abstract

According to recent research, well-known computer platforms like Arduino may assist, at a very low cost, in implementing projects (interactive or robotic ones) by school students, providing several educational benefits. As our team has acquired enough experience by coordinating or evaluating similar actions, in this article we present some good educational practices in order to tackle some of the most apparent problems and to further improve the degree of exploitation of similar systems in the classroom. In order to better understand how such practices may be applied, two characteristic projects are presented. The first one deals with a ‘fancy’ visualization of seismic event recordings while the second one focuses on the construction of a simple gesture controlled vehicle (GCV).

Keywords: Computer platforms, Robotics, Innovative Educational Practices, Arduino, Ardublock, Scratch, Earthquakes, Gesture Controlled Vehicle, physical computing