

Διερεύνηση της Υπολογιστικής Σκέψης μέσα από διαδικασίες Μηχανικής μάθησης: Μάθηση μέσω παραδειγμάτων με τη χρήση της πλατφόρμας Machine Learning for Kids

Φωτεινή Παπαδοπούλου¹, Σαράντος Ψυχάρης²
fapapado@hotmail.com, spsycharis@gmail.com

¹ Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Πατρών, ² Παιδαγωγικό Τμήμα, ΑΣΠΑΙΤΕ

Περίληψη

Η μηχανική μάθηση είναι μια τεχνολογία η οποία επιτρέπει στους Η/Υ να εκτελούν συγκεκριμένα καθήκοντα με «έξυπνο» τρόπο, να μαθαίνουν από παραδείγματα και να «εκπαιδεύουν» αλγορίθμους ώστε να «μαθαίνουν» μέσω αξιοποίησης προτύπων. Η μηχανική μάθηση μπορεί να εισαχθεί στην διδακτική και μαθησιακή ακολουθία- ακόμη και σε επίπεδο πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης- και να συνδεθεί με τις διαστάσεις της Υπολογιστικής Σκέψης και την επιστημολογία του STEM. Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται μια πλατφόρμα μηχανικής μάθησης, όπου οι συμμετέχοντες εμπλέκονται στη δημιουργία ενός συστήματος μηχανικής μάθησης, -μέσω της καθοδηγούμενης (supervised) μάθησης- προγραμματίζοντας στο Scratch, ενώ αναδεικνύεται και η διάσταση του Physical Computing. Τα αποτελέσματα της έρευνας εστιάζονται στην ανάπτυξη των διαστάσεων της Υπολογιστικής Σκέψης, όταν οι συμμετέχοντες δημιουργούν δραστηριότητες μηχανικής μάθησης και αναπτύσσουν «έμπειρα συστήματα». Η εργασία αυτή είναι από τις πρώτες εργασίες διεθνώς για την σύνδεση της μηχανικής μάθησης με την Υπολογιστική Σκέψη και την Επιστημολογία του STEM.

Λέξεις κλειδιά: Μηχανική μάθηση, Έμπειρο σύστημα, Physical Computing, Υπολογιστική Σκέψη, STEM

Εισαγωγή

Η παρουσία των υπολογιστών και των έξυπνων συσκευών έχει παγιωθεί, εδώ και αρκετά χρόνια, στην καθημερινότητα της πλειοψηφίας του κόσμου. Διαρκώς εξελισσόμενες τεχνολογίες κάνουν την εμφάνισή τους σε όλους τους τομείς της προσωπικής και επαγγελματικής ζωής μας, αυτοματοποιώντας και διευκολύνοντας ενέργειες που παλαιότερα ήταν πιθανώς πιο χρονοβόρες ή/και απαιτούσαν περισσότερη προσπάθεια από τον άνθρωπο (Caballero-González & García-Valcárcel, 2017). Έτσι, πλέον μία μικρή φορητή συσκευή μας δίνει πάρα πολλές δυνατότητες επικοινωνίας και όχι μόνο. Τίθεται, λοιπόν, το ζήτημα της σωστής εκπαίδευσης των χρηστών όλης αυτής της τεχνολογίας και κυρίως της κατανόησης (σε έναν βαθμό) των συστημάτων που εμπεριέχονται σε αυτά τα τεχνολογικά επιτεύγματα.

Σε αυτά τα δεδομένα βασίζεται και η ανάγκη μεταρρυθμίσεων τόσο στα αναλυτικά προγράμματα στη σχολική εκπαίδευση όσο και σε προγράμματα επιμόρφωσης εκπαιδευτικών αλλά και στην Πανεπιστημιακή Παιδαγωγική. Η πλατφόρμα με την οποία ασχολούμαστε είναι κατασκευασμένη ώστε να αξιοποιείται στη διδασκαλία και να φέρνει τους εκπαιδευόμενους σε επαφή με τη μηχανική μάθηση. Συγκεκριμένα, πρόκειται για την πλατφόρμα Machine Learning For Kids (<https://machinelearningforkids.co.uk/#!/projects>), η οποία είναι ιδιαίτερα φιλική ως προς τη χρήση της, τόσο για τον εκπαιδευτή που θέλει να οργανώσει το μάθημά του, όσο και προς τους εκπαιδευόμενους, ακόμη και στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Η δική μας έρευνα ασχολείται με εν δυνάμει εκπαιδευτικούς, καθώς η εισαγωγή

καινοτόμων μεθόδων στα αναλυτικά προγράμματα είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την εκπαίδευση και την επιμόρφωση των εκπαιδευτικών (Antonio, 2016). Στόχος της έρευνας είναι να διαπιστωθεί κατά πόσο συμβάλλουν οι εκπαιδευτικές δραστηριότητες που βασίζονται στη μηχανική μάθηση στη βελτίωση της Υπολογιστικής Σκέψης των εκπαιδευόμενων.

Υπολογιστική Σκέψη (Computational Thinking)

Η Υπολογιστική Σκέψη δε συνδέεται αποκλειστικά με την επιστήμη των υπολογιστών (computer science) (Sherrif et al., 2017). Ο όρος Υπολογιστική Σκέψη (από δω και πέρα Υ.Σ.) αναφέρεται σε όλες τις επιστήμες (Sherrif et al., 2017) και συγκεκριμένα στον τρόπο με τον οποίο επεξεργάζονται τα δεδομένα ενός προβλήματος, οργανώνονται τα βήματα της επίλυσής του και η εφαρμογή του και η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων (Antonio, 2016). Η Υ.Σ. έχει απασχολήσει τα τελευταία χρόνια πολλές έρευνες, καθότι χαρακτηρίζεται ως μία από τις βασικές δεξιότητες του ανθρώπου τον 21 αιώνα μαζί με τη γραφή, την ανάγνωση και την μαθηματική δεξιότητα ενώ συνδέεται με την Υπολογιστική Επιστήμη (computational Science) και την επιστημολογία του STEM (Psycharis & Kotzampasaki, 2019; Antonio, 2016, Psycharis, 2018; Ψυχάρης & Καλοβρέκτης, 2018).

Ποιο είναι το ακριβές περιεχόμενο της εξακολουθεί να μένει ένα δύσκολο ερώτημα, καθώς η Wing που εισάγαγε πρώτη τον όρο δεν τον διευκρίνισε πλήρως, με αποτέλεσμα να επιχειρήσουν ακολούθως αρκετοί ερευνητές να τον προσδιορίζουν πληρέστερα (Ψυχάρης & Καλοβρέκτης, 2018; Psycharis, 2018; Lockwood & Mooney, 2017). Ωστόσο, η Wing- η οποία έφερε στο προσκήνιο την εν λόγω έννοια- δίνει τον παρακάτω ορισμό, αλλά και τις πτυχές που εμπεριέχονται σε αυτόν. Σύμφωνα με την Wing (όπως αναφέρεται στο Antonio, 2016) *“Computational thinking is the thought processes involved in formulating problems and their solutions so that they can be effectively carried out by an information-processing agent”*. Υπάρχει πληθώρα παρεμφερών ορισμών στη βιβλιογραφία αναφορικά με το θέμα.

Ένα ακόμη στοιχείο που αποδεικνύει πως το περιεχόμενο της Υ.Σ. δεν έχει διευκρινιστεί πλήρως είναι το γεγονός πως δεν υπάρχει ένα τελικό σύνολο των διαστάσεων που εμπεριέχονται σε αυτή. Έτσι, σύμφωνα με τους Cateté et al. (2018) υπάρχουν τέσσερις βασικές διαστάσεις που περιέχονται στην Υ.Σ.: *Decomposition*- Διάσπαση του προβλήματος σε μικρότερα/απλούστερα μέρη, *Pattern Recognition*- Αναγνώριση μοτίβων στα δεδομένα του προβλήματος, *Abstraction*- Αφαίρεση των περιττών πληροφοριών και εστίαση στα βασικά σημεία του προβλήματος μέσω διαφόρων επιπέδων αφαίρεσης και *Algorithmic Design*- Αλγοριθμικός σχεδιασμός των βημάτων που απαιτούνται για την επίλυση του προβλήματος. Αυτές είναι οι τέσσερις βασικές πτυχές στις οποίες συμφωνούν οι βιβλιογραφικές πηγές. Πέραν αυτών των τεσσάρων, σύμφωνα με τους Psycharis et al. (2018), υπάρχουν ακόμη δύο: *Debugging*- Αποσφαλμάτωση για τη διόρθωση λαθών που επηρεάζουν τον αλγόριθμο και *Generalization*- Γενίκευση των μοτίβων και των διασυνδέσεών τους, ενώ η αφαιρετική διάσταση συνδέεται και με τη δημιουργία μοντέλων -μέσω της επαγωγικής μεθόδου- για την δημιουργία του υπολογιστικού πειράματος (Psycharis, 2018).

Physical Computing (Φυσικοί υπολογισμοί)

Ο όρος physical computing χρησιμοποιείται από τους επιστήμονες για να περιγράψει τη διαδικασία με την οποία χρησιμοποιούνται οι υπολογιστές για τη συλλογή δεδομένων από το εξωτερικό περιβάλλον (Psycharis & Kotzampasaki, 2019; Psycharis et al., 2018). Σύμφωνα με αυτές τις πηγές, η παρουσία του physical computing είναι σημαντική, καθώς συμβάλλει στο να συνδυαστούν διάφορα ψηφιακά δεδομένα με τον πραγματικό κόσμο. Μέσα από το

κομμάτι της μεθοδολογίας που ακολουθεί, μπορεί να διαπιστωθεί η άμεση σύνδεση αυτής της έννοιας (physical computing) με τον σχεδιασμό της έρευνάς μας, καθώς η δραστηριότητα που καλούνται να εκτελέσουν οι συμμετέχοντες λαμβάνει δεδομένα από τον πραγματικό κόσμο, αλλά και έχει πρακτική εφαρμογή σε αυτόν.

Η Επιστημολογία του STEM και η Υπολογιστική Σκέψη

Τα διδακτικά σενάρια που θέλουν να ενσωματώσουν το STEM στη μεθοδολογία τους είναι άρρηκτα συνδεδεμένα με τις διαστάσεις της Υ.Σ. Η επιστημολογία του STEM βασιζέται, σύμφωνα με τους Ψυχάρη & Καλοβρέκτη (2018) και Psycharis & Kotzampasaki (2019) στην εγκάρσια δια-επιστημονική προσέγγιση, βάσει της οποίας υπάρχει σύνδεση εννοιών, ικανοτήτων και δεξιοτήτων και χρήση επιστημονικών διαδικασιών, με τελικό στόχο την επίλυση αυθεντικών προβλημάτων. Σε αυτή την επίλυση προβλημάτων έρχεται να συμβάλει η Υ.Σ., καθώς –όπως αναφέρουν οι Psycharis & Kalia (2017)- οι διαστάσεις της αποτελούν βασικό εργαλείο για αυτή την επίλυση και μπορούν να εφαρμοστούν σε διάφορες επιστημονικές περιοχές. Έτσι, οι διαστάσεις της Υ.Σ. μπορούν να αξιοποιηθούν στην εκπαίδευση, καθώς ο συνδυασμός που κάνουν μεταξύ της κριτικής σκέψης με τις προϋπάρχουσες γνώσεις, μαζί με τη μεθοδολογία STEM, οδηγούν στην επίτευξη της επίλυσης του υπό εξέταση προβλήματος (Psycharis & Kotzampasaki, 2019). Αντιλαμβάνεται κανείς από τα παραπάνω τη στενή σχέση που υπάρχει μεταξύ της επιστημολογίας του STEM και της Υ.Σ. Η επιστημολογία του STEM θεωρείται ότι είναι αυτή της επιστημολογίας περιεχομένου-η οποία καταλήγει σε μια ολιστική προσέγγιση του αναλυτικού προγράμματος (NAE & NRC, 2014)- όπου η εστίαση γίνεται στις λεγόμενες «μεγάλες ιδέες» (NRC, 2012).

Μηχανική μάθηση (Machine Learning)

Η μηχανική μάθηση είναι ένα «πεδίο» της επιστήμης των υπολογιστών, και ειδικότερα της τεχνητής νοημοσύνης, το οποίο χρησιμοποιεί στατιστικές μεθόδους, ώστε να δώσει στους υπολογιστές τη δυνατότητα να «μαθαίνουν», δηλαδή να αυξάνουν προοδευτικά την ικανότητά τους να εκτελούν ένα «καθήκον» καθώς και την συμπεριφορά τους, μέσα από την αύξηση της εμπειρίας τους (Ferreira et al., 2019; Vigliensoni, Calvo-Zaragoza, & Fujinaga, 2018). Με άλλα λόγια, αφορά στη «διδασκαλία των μηχανών» ώστε να μαθαίνουν να εκτελούν μια διεργασία χωρίς ακριβή προγραμματισμό, αλλά με τη μοντελοποίηση και με την εξαγωγή της χρήσιμης πληροφορίας μέσα από τα διάφορα δεδομένα που λαμβάνουν. Με την υλοποίηση της μεθοδολογίας της μηχανικής μάθησης, οι υπολογιστές είναι σε θέση να πραγματοποιούν συγκεκριμένες εργασίες έξυπνα μέσα από τη δημιουργία έμπειρων συστημάτων. Τα έμπειρα αυτά συστήματα, που στην ουσία προκύπτουν ως αποτέλεσμα της αξιοποίησης της μηχανικής μάθησης, μπορούν να εκτελούν σύνθετες διαδικασίες μαθαίνοντας από τα δεδομένα που λαμβάνουν για την αρχική «εκπαίδευσή» τους, ώστε να λειτουργούν ανεξάρτητα από «προγραμματισμένους κανόνες» και διαρκή ανθρώπινη επέμβαση.

Η μηχανική μάθηση στην εκπαίδευση μπορεί να αξιοποιηθεί στη μαθησιακή αναλυτική-learning analytics- και στην τεχνητή νοημοσύνη, ενώ συνδέεται και με την εξόρυξη δεδομένων (data mining) για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Αναφορικά, τεχνικές μηχανικής μάθησης έχουν αξιοποιηθεί για έρευνες σχετικά με την κατανόηση των μαθησιακών προφίλ που έχει ο κάθε μαθητής (π.χ. Ferreira et al., 2019), για την αυτοαξιολόγηση μαθητών- καθώς ο χρόνος των καθηγητών δεν επαρκεί πολλές φορές για να παρέχουν επαρκή ανατροφοδότηση- (Beck et al., 2019), για την εξόρυξη δεδομένων σχετικά με την αποτελεσματικότητα μαθησιακών προσεγγίσεων που βασίζονται στην τεχνολογία (Howard et al., 2019), αλλά και για την

πρόβλεψη των ακαδημαϊκών επιδόσεων των μαθητών (Dlamini & Leung, 2018; Liao et al., 2019).

Ωστόσο, σημαντική είναι αυτή η αξιοποίηση των δυνατοτήτων της μηχανικής μάθησης και εκτός εκπαιδευτικής πραγματικότητας. Είναι γνωστό πως οι κοινωνίες θα χρησιμοποιούν τα δεδομένα που λαμβάνουν από όλες τις διαδικασίες εξόρυξης, ως πηγή αποφάσεων σχετικά με το μέλλον τους (Howard et al., 2019). Ένα ακόμη πεδίο που θα ευνοηθεί από την ύπαρξη της μηχανικής μάθησης είναι αυτό των επιστημών, καθώς διευκολύνεται η καταγραφή, η ανάλυση και η επεξεργασία μεγάλου όγκου δεδομένων, τα οποία μπορούν να βοηθήσουν σε νέες ανακαλύψεις στη βιολογία, τη φυσική, την ιατρική, όπως αποδεικνύουν έρευνες όπως των Benjemmaa, Ltifi, & Ayed (2020), τις κοινωνικές επιστήμες, όπως των Stephens et al. (2020) και των Jain & Bhatnagar (2020) και γενικότερα στις επιστήμες της αγωγής.

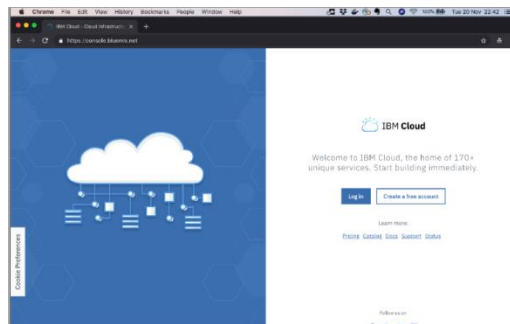
Συνεπώς, είναι πιθανό οι εκπαιδευόμενοι να κληθούν στο μέλλον να αλληλεπιδρούν με συστήματα μηχανικής μάθησης, όπως για παράδειγμα στην αναγνώριση εικόνων(π.χ. στα κοινωνικά δίκτυα), στην αναγνώριση φωνής(όπως για παράδειγμα σε αυτά που χρησιμοποιούνται σε «προσωπικούς βοηθούς»), σε συστήματα «υποδείξεων» (recommenders systems) κ.λπ.

Μεθοδολογία

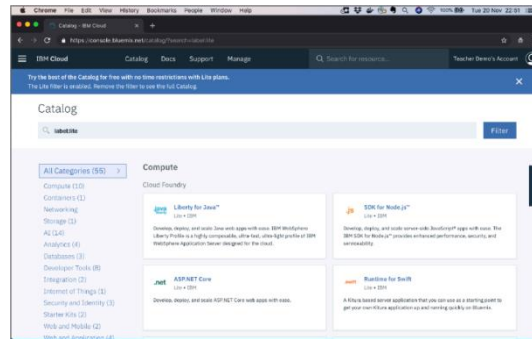
Σχεδιασμός δραστηριότητας

Το Machine Learning for Kids δημιουργήθηκε από τον Dale Lane, σχεδιαστή λογισμικού της IBM. Για τον λόγο αυτό, όπως θα διαπιστωθεί παρακάτω, η πλατφόρμα είναι εξαρτάται άμεσα για τη λειτουργία της από στοιχεία προερχόμενα μέσω της IBM.

Ακολουθώς, παρατίθεται μία σύντομη περιγραφή του περιεχομένου και των αρχικών βημάτων εγκατάστασης, δύο πεδία τα οποία μπορεί κανείς να εντοπίσει πολύ αναλυτικά και με ιδιαίτερος καθοδηγητική μορφή μέσα στην ίδια την πλατφόρμα. Η εν λόγω πλατφόρμα μπορεί να αναγνωρίσει εντολές με τη μορφή κειμένου, αριθμών και εικόνων. Πρόσφατα, προστέθηκε και η επιλογή των ηχητικών εντολών ως δεδομένα εισερχόμενα προς το σύστημα.



Εικόνα 1. Δημιουργία λογαριασμού IBM Cloud



Εικόνα 2. Λήψη API κωδικών για την αναγνώριση των δεδομένων

Για την αξιοποίηση αυτών των δυνατοτήτων, απαιτούνται ορισμένες αρχικές ρυθμίσεις μέσω της σελίδας της IBM (<https://console.ibmcloud.net/catalog/>) οι οποίες περιγράφονται πολύ αναλυτικά μέσα στην ίδια την πλατφόρμα. Ενδεικτικά να αναφερθεί πως, εκτός των προγραμμάτων που έχουν ως εισερχόμενα από το περιβάλλον αριθμητικά δεδομένα, όλα τα άλλα ειδή χρειάζονται σχετικούς API (Application Programming Interface) κωδικούς μέσα από την πλατφόρμα της IBM για να λειτουργήσουν. Για να γίνει αυτό, θα πρέπει να υπάρχει λογαριασμός IBM Cloud όπως φαίνεται στην Εικόνα 1 και κατόπιν να εντοπιστούν οι απαραίτητοι API κωδικοί μέσω της ιστοσελίδας <https://console.ibmcloud.net/catalog/> μέσα από τον κατάλογο της πλατφόρμας στην Εικόνα 2.

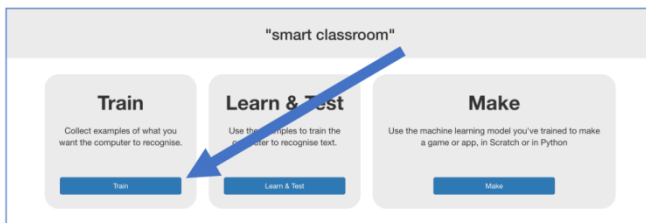
Επίσης, ακόμη ένα στοιχείο που πρέπει να γνωρίζεται είναι το γεγονός πως τα ελληνικά δεν περιλαμβάνονται στις διαθέσιμες γλώσσες. Τέλος, διατίθεται τόσο σε δωρεάν έκδοση με περιορισμούς στη χρήση της, όσο και με συνδρομή, για μεγαλύτερη ελευθερία ενεργειών κυρίως ως προς τους συνδεδεμένους χρήστες στον ίδιο λογαριασμό, τον αριθμό των ταυτόχρονων projects, αλλά και του αριθμού των δεδομένων που μπορεί να καταχωρήσει ο χρήστης στο πρόγραμμα για τη δημιουργία του μοντέλου.

Η έρευνά μας βασίστηκε σε μία δραστηριότητα με χρήση λεκτικών εντολών (στα αγγλικά). Σε πρώτη φάση, επιλέχθηκε μία απλή σχετικά δραστηριότητα, στην οποία τελικός στόχος των εκπαιδευόμενων είναι η δημιουργία ενός προγράμματος για τον έλεγχο της ενεργοποίησης και της απενεργοποίησης ηλεκτρικών συσκευών. Η συγκεκριμένη δραστηριότητα επιλέχθηκε για τους εξής λόγους: πρώτον, κύριος σκοπός ήταν να έρθουν οι συμμετέχοντες σε επαφή με την πλατφόρμα μέσω ενός σχεδίου μαθήματος που βασίζεται στον σχεδιασμό ενός απλού (σχετικά) προγράμματος, σε περίπτωση που κάποιος δεν είχε καμία πρότερη γνώση πάνω στον προγραμματισμό με τη χρήση πλακιδίων (όπως είναι το περιβάλλον του Scratch). Δεύτερον, ο τρόπος που έχει οργανωθεί αυτή η δραστηριότητα, συμβάλλει στο να διαπιστώσουν τα πλεονεκτήματα της χρήσης της- και κατ' επέκταση τα πλεονεκτήματα της μηχανικής μάθησης, έναντι της απλής δημιουργίας ενός προγράμματος. Και τέλος, θεωρήσαμε ότι είναι ένα θέμα που θα κέντριζε το ενδιαφέρον των συμμετεχόντων, καθότι ανάλογες εφαρμογές έχουν αρχίσει να εμφανίζονται πλέον στην καθημερινότητά μας.

Η δραστηριότητα χωριζόταν σε δύο σκέλη. Στο πρώτο μέρος της οι συμμετέχοντες καλούνται να προγραμματίσουν απλώς με τη χρήση του Scratch και να αντιληφθούν τις δυσκολίες που προκύπτουν. Αναλυτικότερα, παρά του ότι το Scratch είναι ένα ευέλικτο περιβάλλον προγραμματισμού, όπου η ύπαρξη των πλακιδίων διευκολύνει τον χρήστη, εντούτοις δεν παύει να έχει περιορισμένες δυνατότητες. Έτσι, όταν εισαχθούν στο πρόγραμμα συγκεκριμένες εντολές, αυτές ακριβώς πρέπει να δοθούν για την εκτέλεση των αντίστοιχων

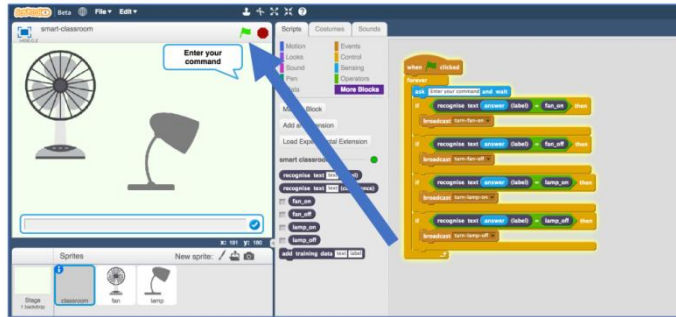
ενεργειών (στην προκειμένη δραστηριότητα οι ενέργειες είναι η ενεργοποίηση και η απενεργοποίηση των συσκευών). Αν δοθεί οποιαδήποτε άλλη εντολή ή περαστεί ανορθόγραφα δοσμένη αυτή που έχουμε εισάγει στο πρόγραμμα (ακόμα και η προσθήκη επιπλέον κενού μεταξύ των λέξεων), δεν θα έχουμε κανένα αποτέλεσμα. Με αυτόν τον τρόπο, γίνεται αντιληπτή η ανάγκη βελτίωσης του υπάρχοντος περιβάλλοντος, ώστε να ξεπεραστεί αυτό το εμπόδιο.

Στο δεύτερο σκέλος οι συμμετέχοντες εισήχθησαν στο κομμάτι της μηχανικής μάθησης. Απαραίτητη σε αυτό το κομμάτι είναι η δημιουργία ενός μοντέλου, το οποίο θα τροφοδοτηθεί με τα κατάλληλα δεδομένα και θα «εκπαιδευτεί» μέσω της πλατφόρμας (Εικόνα 3), ώστε να είναι σε θέση να αναγνωρίζει ποιο θα είναι το τελικό ζητούμενο σε διαφόρων ειδών εντολές. Οι συμμετέχοντες δημιουργούν τα δικά τους παραδείγματα, τα οποία είναι εντολές συναφείς με την ενέργεια που επιθυμούν να εκτελέσει το υπό κατασκευή μοντέλο. Λόγου χάριν, στην κατηγορία παραδειγμάτων που αφορούν την ενεργοποίηση ενός ανεμιστήρα, θα μπορούσε κάποιος να δώσει εντολές του τύπου «Κάνει ζέστη», «Ζεσταίνομαι», «Δεν έχει πολύ αέρα εδώ μέσα» και οτιδήποτε άλλο σχετικό. Αντίστοιχα για την απενεργοποίηση της συσκευής. Οι εντολές δόθηκαν στα αγγλικά, καθώς όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η πλατφόρμα δεν αναγνωρίζει κείμενο στα ελληνικά. Για τη διευκόλυνση των συμμετεχόντων, δόθηκαν από τους ερευνητές κάποιες ενδεικτικές εκφράσεις ως παραδείγματα, σε περίπτωση που υπήρχε κάποιο πρόβλημα με την καταγραφή εντολών στα αγγλικά, ώστε να μπορέσουν να προχωρήσουν στο επόμενο βήμα. Ωστόσο, οι συμμετέχοντες είναι ελεύθεροι να προσθέσουν οποιαδήποτε εντολή θεωρούν εκείνοι κατάλληλη για το πρόγραμμα που κατασκευάζουν. Αναφορικά με τον αριθμό των εντολών που είναι αποτελεσματικός για την εκπαίδευση του μοντέλου, να επισημάνουμε σε αυτό το σημείο ότι, όπως και ο άνθρωπος μαθαίνει καλύτερα μέσα από πληθώρα ποικίλων παραδειγμάτων, έτσι και το συγκεκριμένο μοντέλο «εκπαιδεύεται» αρτιότερα, όταν του καταχωρηθεί ένας ικανοποιητικός αριθμός παραδειγμάτων.



Εικόνα 3. «Εκπαίδευση» μηχανικού μοντέλου

Αφού ολοκληρωθεί αυτό το στάδιο της εκπαίδευσης του μοντέλου, το οποίο διαρκεί μερικά λεπτά, κατόπιν οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να το ενσωματώσουν στο πρόγραμμα που είχαν δημιουργήσει στο Scratch. Η διαφορά είναι πως πλέον, οι εντολές που λαμβάνει το πρόγραμμα από το εξωτερικό περιβάλλον (δηλαδή από εμάς), υφίστανται επεξεργασία από το εκπαιδευμένο μοντέλο, το οποίο είναι σε θέση να τις αναγνωρίζει και να εκτελέσει την ανάλογη ενέργεια (Εικόνα 4). Με άλλα λόγια, η μηχανική μάθηση και το μοντέλο που δημιουργήθηκε μέσω αυτής, επιτρέπουν στον χρήστη να ξεφύγει από τα όρια του κλασικού προγραμματισμού, ο οποίος απαιτεί συγκεκριμένο αριθμό εντολών και ταυτόχρονα ιδιαίτερη προσοχή στη γραπτή σύνταξη τους, και να περάσουμε σε μία νέα, πιο ευέλικτη και εύχρηστη τεχνολογία.



Εικόνα 4. Ενσωμάτωση μηχανικού μοντέλου μέσα στο πρόγραμμα Scratch

Εργαλείο

Για την συλλογή δεδομένων στην έρευνά μας χρησιμοποιήθηκε ένα ερωτηματολόγιο. Το ερωτηματολόγιο αυτό δημιουργήθηκε και αξιοποιήθηκε στην έρευνα του Weese (2017), απ' όπου το εντοπίστηκε και μεταφράστηκε, ώστε να αξιοποιηθεί ως εργαλείο συλλογής δεδομένων.

Σύμφωνα με τον Weese (2017), το εργαλείο αυτό δημιουργήθηκε με σκοπό να συλλεχθούν δεδομένα για τις απόψεις που έχουν οι εκπαιδευόμενοι αναφορικά με την ικανότητά τους να σκέφτονται υπολογιστικά. Αποτελείται από 23 ερωτήσεις, καθεμία από τις οποίες έχει δημιουργηθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να συσχετίζεται με κάποια δεξιότητα της υπολογιστικής σκέψης. Οι 23 ερωτήσεις χωρίστηκαν σε 4 ευρύτερες κατηγορίες: “*problem solving*” (επίλυση προβλήματος), “*computer programming skills*” (δεξιότητες προγραμματισμού), “*computer programming practices*” (πρακτικές εφαρμογές προγραμματισμού) και “*computer programming impact*” (αντίκτυπος του προγραμματισμού στην πραγματική ζωή).

Οι ερωτήσεις που υπάγονται σε καθεμία από αυτές τις 4 κατηγορίες, αντιστοιχούν σε κάποια πτυχή της υπολογιστικής σκέψης.

- *Algorithmic Thinking* (Αλγοριθμική σκέψη): η ικανότητα να σκέφτεται κάποιος με τη χρήση αλγόριθμων, δηλαδή να δημιουργεί μία ακολουθία βημάτων, ώστε να καταφέρει να φτάσει στην επίλυση κάθε είδους προβλήματος, ανεξαρτήτου δυσκολίας. Αυτή η ικανότητα μπορεί να εφαρμοστεί σε όλες τις επιστήμες και στις καθημερινές δραστηριότητες του ανθρώπου.
- *Abstraction* (Αφαιρετική σκέψη): η ικανότητα να μπορεί κάποιος να εστιάζει και να συγκρατεί μόνο τις πληροφορίες που είναι απαραίτητες για την επίλυση οποιουδήποτε προβλήματος καλείται να λύσει.
- *Problem Decomposition* (Διάσπαση προβλήματος): η ικανότητα να διασπά κάποιος σε τμήματα το πρόβλημα προς επίλυση, δημιουργώντας επί μέρους μικρότερα προβλήματα, οι λύσεις των οποίων θα οδηγήσουν συνδυαστικά στο τελικό αποτέλεσμα.
- *Data* (Δεδομένα/ Συλλογή, αναπαράσταση και ανάλυση): Η κατηγορία αυτή στην υπολογιστική σκέψη έχει τρεις εκφάνσεις- μία που αφορά στη συλλογή των δεδομένων, μία για την αναπαράστασή τους και μία για την ανάλυσή τους. Όπως έχει αναφερθεί προηγουμένως, τα δεδομένα μπορεί να είναι διαφόρων κατηγοριών, κειμενικά, αριθμητικά, εικονικά και άλλα. Έτσι, θα πρέπει να υπάρχει η ικανότητα να επιλεγούν τα δεδομένα εκείνα που σχετίζονται με την επίλυση του προβλήματος.

- *Parallelization* (Παραλληλοποίηση): αναφέρεται στην ικανότητα του να μπορεί κάποιος να εκτελεί ταυτόχρονα πολλές ενέργειες για την επίτευξη ενός τελικού στόχου.
- *Control Flow* (Ελεγχος ροής): αναφέρεται στην ικανότητα αξιοποίησης ενός αλγόριθμου με μη γραμμικό τρόπο. Δηλαδή, να μπορεί κάποιος- αφού οργανώσει τα απαιτούμενα βήματα του αλγόριθμου για την επίλυση του προβλήματος- να εφαρμόζει σε αυτά διάφορες συνθήκες, όπως λόγω χάριν η επανάληψη κάποιων βημάτων, η εφαρμογή τους υπό συνθήκες και άλλα.

Πέραν αυτών των 6 διαστάσεων της υπολογιστικής σκέψης, ο Weese (2017) έχει εντάξει στο εργαλείο που δημιούργησε άλλες 5 έννοιες που συνδέονται με την υπολογιστική σκέψη, σύμφωνα με τους Brennan & Resnick (2012, όπως αναφέρεται στο Weese, 2017). Οι 3 εξ αυτών χαρακτηρίζονται ως *“computational practices”* και είναι οι υπολογιστικές πρακτικές που εστιάζουν στον τρόπο που μαθαίνει ο άνθρωπος και όχι στο γνωστικό αντικείμενο. Αυτές είναι *“Being incremental and iterative”* (Μεθοδικότητα και επαναληψιμότητα), *“Testing and debugging”* (Ελεγχος και αποσφαλμάτωση) και *“Reusing and remixing”* (Επαναχρησιμοποίηση και σύνθεση). Η τέταρτη και πέμπτη έννοια ανήκει σε αυτή την κατηγορία που οι Brennan & Resnick (2012, όπως αναφέρεται στο Weese, 2017) κατονομάζουν ως *“computational perspectives”*, δηλαδή η οπτική που έχει ο άνθρωπος για τον τρόπο που επηρεάζει η υπολογιστική σκέψη και γενικά η τεχνολογία τον κόσμο και είναι *“Connecting”* (Συνεργασία) και *“Questioning”* (Διερεύνηση).

- *Being incremental and iterative* (Μεθοδικότητα και επαναληψιμότητα): αναφέρεται στην μεθοδική πορεία εργασίας πάνω σε ένα πολύπλοκο πρόβλημα και στη σταδιακή επίλυσή του. Γίνεται, μάλιστα, σύνδεση και με τη διαδικασία του μηχανικού σχεδιασμού (engineering design) κατά τον οποίο ελέγχονται πολλαπλές λύσεις, μέχρι να επιλεγεί η βέλτιστη.
- *Testing and debugging* (Ελεγχος και αποσφαλμάτωση): είναι η διαδικασία κατά την οποία κάποιος δοκιμάζει τη λύση που έχει βρει κάτω από διάφορες συνθήκες, ώστε να εντοπιστούν τυχόν παραλείψεις ή/και λάθη, να διορθωθούν, αλλά και να προβλεφθούν άλλα.
- *Reusing and remixing* (Επαναχρησιμοποίηση και σύνθεση): η συγκεκριμένη έννοια περιγράφει τη διαδικασία κατά την οποία ο άνθρωπος εφαρμόζει αυτόματα μία λύση, έναν αλγόριθμο, που έχει δημιουργήσει στο παρελθόν, έτσι ώστε να επιλύσει κάθε όμοιο πρόβλημα. Ανακαλεί απευθείας τον μηχανισμό επίλυσης, χωρίς να κάνει ολοκληρωτή τη διαδικασία επεξεργασίας και διαμόρφωσής του.
- *Connecting* (Συνεργασία): με αυτή την έννοια στόχος είναι να τονιστεί η σημασία της αλληλεπίδρασης και της συνεργασίας μεταξύ των εκπαιδευόμενων. Να μπορέσουν, δηλαδή, να αντιληφθούν τα οφέλη της ανταλλαγής γνώσεων, αλλά και το πόσο σημαντικό είναι να μπορεί κάποιος να αξιοποιεί λύσεις που έχουν ήδη βρεθεί από κάποιον τρίτο.
- *Questioning* (Διερεύνηση): μέσα από αυτή την έννοια, ο εκπαιδευόμενος ξεφεύγει από την απλή και στενή χρήση της τεχνολογίας για τη διευκόλυνση της ζωής του. Μπαίνει σε μία πιο πολύπλοκη διαδικασία αναζήτησης και διερεύνησης του τρόπου με τον οποία λειτουργούν οι διάφορες τεχνολογίες γύρω του, αλλά και του τρόπου με τον οποίο μπορεί να συμμετέχει κι εκείνος στη διαμόρφωση και την εξέλιξή τους.

Εφαρμογή

Η έρευνα πραγματοποιείται με τη μορφή pre- και post- test. Συμμετείχαν 30 φοιτητές τμημάτων παιδαγωγικής κατεύθυνσης της Ανώτατης Σχολής Παιδαγωγικής και Τεχνολογικής Εκπαίδευσης (Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε.). Η συμμετοχή τους έγινε ανώνυμα και

καταγράφηκαν ελάχιστα δημογραφικά στοιχεία μέσω των αρχικών ερωτήσεων του ερωτηματολογίου, όπως το φύλο και η ηλικία.

Αρχικά, πριν την παρέμβαση, δόθηκε στους συμμετέχοντες το ερωτηματολόγιο που περιγράφηκε παραπάνω για την αυτοαξιολόγησή τους ως προς τις διαστάσεις της υπολογιστικής σκέψης. Έπειτα από κάποιες μέρες ακολούθησε η φάση της εφαρμογής του μαθήματος που σχεδιάστηκε πάνω στη μηχανική μάθηση και την υπολογιστική σκέψη. Μετά την παρέλευση κάποιων εβδομάδων από την υλοποίηση του σχεδίου, θα δοθεί ξανά το ίδιο ερωτηματολόγιο, ώστε να γίνει συλλογή των αντίστοιχων δεδομένων μετά την επαφή των συμμετεχόντων με τη μηχανική μάθηση.

Όπως αναφέρθηκε αναλυτικότερα στο σκέλος της περιγραφής του εργαλείου που χρησιμοποιήθηκε, το εν λόγω ερωτηματολόγιο απαρτίζεται από 23 ερωτήσεις και ορισμένες αρχικές ερωτήσεις ανοιχτού τύπου για τη συμπλήρωση δημογραφικών δεδομένων. Σε αυτές τις 23 ερωτήσεις οι συμμετέχοντες καλούνται να αποτυπώσουν την άποψή τους βαθμολογώντας σε μία κλίμακα Likert πέντε βαθμών. Οι βαθμοί αποτυπώνονται ως εξής: 1= Διαφωνώ απόλυτα, 2= Διαφωνώ, 3= Ούτε συμφωνώ, ούτε διαφωνώ, 4= Συμφωνώ και 5=Συμφωνώ απόλυτα.

Στη δεδομένη στιγμή της συγγραφής του παρόντος κειμένου, η έρευνα βρίσκεται στο στάδιο της ολοκλήρωσης του pre-test και της παρέμβασης. Μετά το πέρας κάποιων εβδομάδων, θα δοθεί και το post-test, ώστε να μπορούν να εξαχθούν τα τελικά αποτελέσματα και να γίνει η οποιαδήποτε σύγκριση.

Αποτελέσματα

Στη βιβλιογραφία είναι δύσκολο να εντοπίσει κανείς έρευνες με εφαρμογές σεναρίων μηχανικής μάθησης μέσα στο σχολικό ή πανεπιστημιακό πλαίσιο. Ωστόσο, εντοπίζονται καινοτόμες προτάσεις που βασίζονται στην τεχνολογία και στα επιτεύγματά της και προωθούν μία πιο εξελιγμένη μορφή εκπαίδευσης. Έτσι, σύμφωνα με τους Soleimani, Herro, & Green (2019) η πρότασή τους για εναλλακτική αξιοποίηση του storytelling με τη βοήθεια της τεχνολογίας, φαίνεται πως επίδρασε θετικά στη βελτίωση της Υ.Σ. των συμμετεχόντων μαθητών. Θετικά είναι και τα αποτελέσματα που προκόπιουν στην έρευνα των Sengurpta et al. (2015), οι οποίοι μελέτησαν την επίδραση που είχε στους συμμετέχοντες η κατασκευή και ο προγραμματισμός ενός μαθηματικού μοντέλου- «πράκτορα». Αναμένεται, λοιπόν, αφενός να προκύψουν ενθαρρυντικά αποτελέσματα σχετικά με τη βελτίωση της Υ.Σ. των συμμετεχόντων στην παρούσα έρευνα και αφετέρου να αυξηθεί η εφαρμογή της μηχανικής μάθησης μέσα στο διδακτικό πλαίσιο- έστω και σε ερευνητικό στάδιο σε πρώτη φάση. Τα αποτελέσματα της έρευνας είναι στην διαδικασία της επεξεργασίας καθώς αναμένεται το post-test.

Αναφορές

- Antonio, M. S. (2016). Computational thinking beyond STEM: An introduction to "moral machines" and programming decision making in ethics classroom. Paper presented at the *ACM International Conference Proceeding Series*, 02-04-November-2016 (pp. 37-44).
- Beck, P. J., Jean Mohammadi-Aragh, M., Archibald, C., Jones, B. A., & Barton, A. (2019). Real-time metacognition feedback for introductory programming using machine learning. Paper presented at the *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE*, 2018-October.
- Benjemmaa, A., Ltifi, H., & Ayed, M. B. (2020). Design of remote heart monitoring system for cardiac patients. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 921, 963-976.
- Caballero-González, Y. A., & García-Valcárcel, A. G. (2017). Development of computational thinking skills and collaborative learning in initial education students through educational activities supported

- by ICT resources and programmable educational robots. Paper presented at the *ACM International Conference Proceeding Series, Part F132203*.
- Cateté, V., Lytle, N., Dong, Y., Boulden, D., Akram, B., Houchins, J., Barnes, T., Wiebe, E., Lester, J., Mott, B., & Boyer, K. (2018). Infusing computational thinking into middle grade science classrooms: Lessons learned. Paper presented at the *ACM International Conference Proceeding Series*.
- Dlamini, M., & Leung, W. S. (2018). Evaluating machine learning techniques for improved adaptive pedagogy. Paper presented at the *2018 IST-Africa Week Conference, IST-Africa 2018*.
- Ferreira, L. D., Spadon, G., Carvalho, A. C., & Rodrigues, J. F. (2019). A comparative analysis of the automatic modeling of learning styles through machine learning techniques. Paper presented at the *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE, 2018-October*.
- Howard, S. K., Yang, J., Ma, J., Ritz, C., Zhao, J., & Wynne, K. (2019). Using data mining and machine learning approaches to observe technology-enhanced learning. Paper presented at the *Proceedings of 2018 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering, TALE 2018*, (pp. 788-793).
- Jain, R., & Bhatnagar, R. (2020). Applications of machine learning in cyber security - A review and a conceptual framework for a university setup. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 921, 599-608.
- Liao, S. N., Zingaro, D., Thai, K., Alvarado, C., Griswold, W. G., & Porter, L. (2019). A robust machine learning technique to predict low-performing students. *ACM Transactions on Computing Education*, 19(3).
- Lockwood, J., & Mooney, A. (2017). Computational Thinking in Education: Where does it Fit? A systematic literary review. *CoRR, abs/1703.07659*.
- National Academy of Engineering (NAE) and National Research Council (NRC) (2014). *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Research Council (NRC) (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Retrieved August 26, 2019, from www.nap.edu/catalog.php?record_id=13165
- Psycharis, S. (2018). STEAM in Education: A Literature review on the role of Computational Thinking, Engineering Epistemology and Computational Science. *Computational STEAM Pedagogy (CSP). Scientific Culture*, 4(2), 51-72.
- Psycharis, S., & Kallia, M. (2017). The effects of computer programming on high school students' reasoning skills and mathematical self-efficacy and problem solving. *Instructional Science*, 45(5), 583-602.
- Psycharis, S., & Kotzampasaki, E. (2019). The impact of a STEM Inquiry Game Learning scenario on Computational Thinking and Computer self-confidence. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(4), em1689.
- Psycharis, S., Kalovrektis, K., Sakellaridi, E., Korres, K., & Mastorodimos, D. (2018). Unfolding the Curriculum: Physical Computing, Computational Thinking and Computational Experiment in STEM's Transdisciplinary Approach. *European Journal of Engineering Research and Science*. CIE (Mar. 2018). Retrieved August 26, 2019, from <https://ejers.org/index.php/ejers/article/view/639>
- Sengupta, P., Krishnan, G., Wright, M., & Ghassoul, C. (2015). Mathematical machines and integrated stem: An intersubjective constructionist approach. *Communications in Computer and Information Science*, 510, 272-288.
- Sheriff, A., Sadan, R., Keats, Y., & Zuckerman, O. (2017). From smart homes to smart kids: Design research for CataKit. Paper presented at the *IDC 2017 - Proceedings of the 2017 ACM Conference on Interaction Design and Children*, (pp. 159-169).
- Soleimani, A., Herro, D., & Green, K. E. (2019). CyberPLAYce – A tangible, interactive learning tool fostering children's computational thinking through storytelling. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 20, 9-23.
- Stephens, C. R., López-Corona, O., Ruíz, R. D., & Santana, W. M. (2020). Poverty and its relation to crime and the environment: Applying spatial data mining to enhance evidence-based policy. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 921, 250-260.

- Vigliensoni, G., Calvo-Zaragoza, J., & Fujinaga, I. (2018). An environment for machine pedagogy: Learning how to teach computers to read music. Paper presented at the *CEUR Workshop Proceedings, 206*. Retrieved August 26, 2019, from www.scopus.com
- Weese, J. L. (2017). *Bringing computational thinking to K-12 and higher education*. Kansas State University.
- Ψυχάρης, Σ., & Καλοβρέκτης, Κ. (2018). *Διδακτική & Σχεδιασμός Εκπαιδευτικών Δραστηριοτήτων STEM & ΤΠΕ*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Τζιόλα.

Ηλεκτρονικές πηγές

<https://machinelearningforkids.co.uk/#!/projects>

<https://console.azure.net/catalog/>