

Αποτίμηση της ευχρηστίας του κωδικΟράματος με τη μέθοδο SUS

Αναστάσιος Λαδιάς, Δημήτριος Γιάτας

ladiastas@gmail.com, dylatas@gmail.com

Εκπαιδευτικοί Πληροφορικής Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

Περίληψη. Το κωδικόραμα είναι ένα εργαλείο αναπαράστασης του κώδικα που έχει ως κύριο στόχο να διευκολύνει τη διδασκαλία του οπτικού προγραμματισμού. Επιτρέπει στον παρατηρητή όσον αφορά (α) την ανατομία του κώδικα να έχει συγχρόνως την εποπτεία του συνόλου του κώδικα και την πρόσβαση στις λεπτομέρειες του και (β) τη λειτουργικότητα του κώδικα αναδεικνύει τους τρόπους επικοινωνίας μεταξύ των τμημάτων του κώδικα. Η παρούσα έρευνα αποσκοπεί να εκτιμήσει το βαθμό ευχρηστίας του κωδικοράματος τόσο ως προς τη χρήση του, όσο και ως προς την ανάπτυξή του από τους εκπαιδευτικούς. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν έναν καλό/αποδεκτό βαθμό της ευχρηστίας του κωδικοράματος. Τονίζεται όμως ότι αφενός χρειάζεται περαιτέρω έρευνα που να οδηγεί στον εντοπισμό των σημείων που μειονεκτεί η ευχρηστία του κωδικοράματος και στην προσπάθεια βελτίωσής του και αφετέρου στον καθοριστικό ρόλο που παίζει η ικανοποίηση των εκπαιδευτικών από την επιμόρφωσή τους στο κωδικόραμα όσον αφορά τον βαθμό ευχρηστίας του.

Λέξεις κλειδιά: κωδικόραμα, Scratch, System Usability Scale (SUS)

Εισαγωγή

Στη σύγχρονη εκπαίδευση είναι ζητούμενο η εμπλοκή των μαθητών σε αυθεντικές διαδικασίες μάθησης μέσω νοηματοδοτούμενων projects με σκοπό την καλλιέργεια δεξιοτήτων μεθοδολογικού χαρακτήρα. Συνεπώς οι μαθητές απαιτείται να διαθέτουν αλγορίθμική σκέψη και συχνά να μπορούν να προγραμματίζουν υπολογιστικές συσκευές (Balanskat & Engelhardt, 2014; Topali & Mikropoulos, 2019). Για να καλυφθούν οι ανάγκες ανάπτυξης υπολογιστικής σκέψης έχουν δημιουργηθεί εκπαιδευτικά προγραμματιστικά περιβάλλοντα που διευκολύνουν τους μαθητές της υποχρεωτικής εκπαίδευσης στην ανάπτυξη, στη διαχείριση και στον έλεγχο προγραμμάτων. Μια κατηγορία τέτοιων περιβαλλόντων είναι αυτά του οπτικού προγραμματισμού με πλακίδια (Scratch, Snap!, App Inventor, StarlogoTNG, TurtleArt, Alice, Kodu, κ.λπ.) που απαλλάσσουν τους μαθητές από το συντακτικό της γλώσσας προγραμματισμού και τους βοηθούν να εστιάσουν στον αλγόριθμο. Όμως ιδιαίτερα σε projects στα πλαίσια της εκπαίδευσης STEM, οι κώδικες που αναπτύσσονται από τους μαθητές για την επίλυση σύνθετων αυθεντικών προβλημάτων (έλεγχος αυτοματισμών, προσομοιώσεις κ.λπ.) είναι σχετικά ογκώδεις και πολύπλοκοι (Καρβουνίδης, Αμπαριώτης, Κωστούλας & Λαδιάς, 2018). Έτσι ακόμα και σε αυτά τα περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού όταν παρουσιάζεται π.χ. η αναγκαιότητα υλοποίησης λύσεων με παράλληλο προγραμματισμό (που οι μαθητές εφαρμόζουν χωρίς να το συνειδητοποιούν), τότε αναδύονται δυσκολίες διαχείρισής τους και χρειάζονται εναλλακτικοί τρόποι αναπαράστασης του κώδικα που να διευκολύνουν την κατανόησή του (Bau, Bau, Dawson, & Pickens, 2015).

Η πολυπλοκότητα του κώδικα

Το δημοφιλέστερο εκπαιδευτικό προγραμματιστικό περιβάλλον είναι το Scratch (<http://scratch.mit.edu>) με μια παγκόσμια κοινότητα χιλιάδων χρηστών και με αποθετήριο δεκάδων εκατομμυρίων projects. Το Scratch δημιουργήθηκε από το Lifelong Kindergarten Group στο Media Laboratory του MIT, ως ένα πλούσιο σε πολυμέσα σύστημα για αρχάριους προγραμματιστές (Resnick et al., 2009).

Μια διαδεδομένη μεταφορά που χρησιμοποιείται για την κατανόηση της ανάπτυξης ενός project στο Scratch είναι αυτή του ανεβάσματος ενός θεατρικού έργου. Εκεί χρειάζονται (α) μια θεατρική σκηνή που είναι ο χώρος που διαδραματίζεται το έργο και στο Scratch υπάρχει ένας δισδιάστατος χώρος που αντιστοιχεί στη σκηνή στο υπόβαθρο του οποίου προβάλλονται διάφορα στατικά σκηνικά (β) ηθοποιοί που στο Scratch είναι τα αντικείμενα (objects), τα οποία ενδύονται διάφορα κοστούμια, (γ) ρόλοι τους οποίους υποδύονται οι ηθοποιοί όταν είναι στη σκηνή, στο Scratch ονομάζονται sprites, (δ) σενάριο που ακολουθούν οι ρόλοι, στο Scratch η συμπεριφορά των ρόλων καθορίζεται από κομμάτια κώδικα που ονομάζονται σενάρια. Ο σκηνοθέτης και ο σεναριογράφος συνυπάρχουν στον προγραμματιστή του Scratch, και τέλος (ε) θεατές που στο Scratch αντιστοιχούν στους χρήστες του προγράμματος.

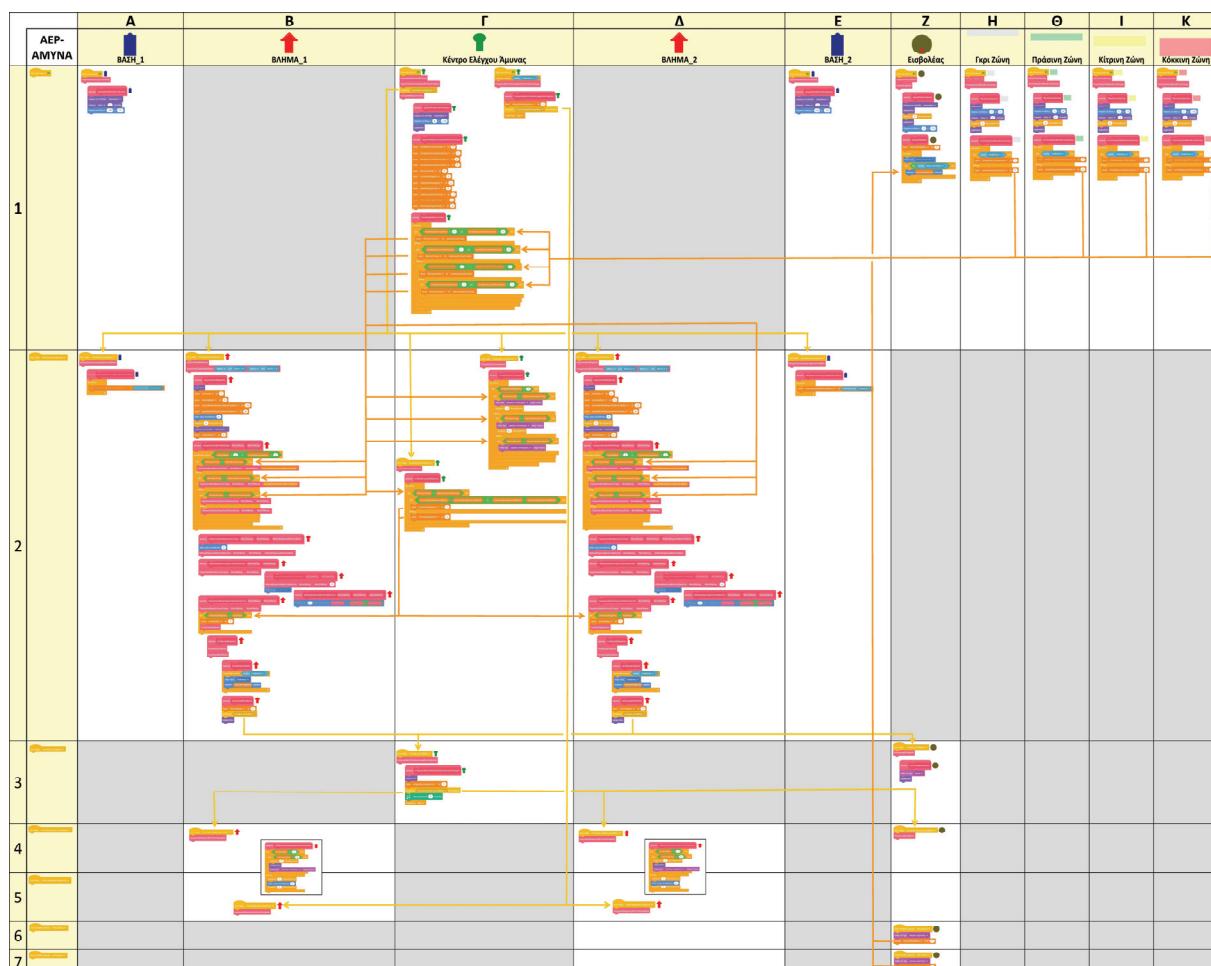
Ένα πρόγραμμα στο Scratch ενδεχομένως να αποτελείται από πολλά προγραμματιστικά σενάρια. Η ενεργοποίηση του κώδικα των σεναρίων προκαλείται από συμβάντα-γεγονότα προς ικανοποίηση των αντίστοιχων αιτημάτων που μπορεί να προέρχονται είτε από εξωτερικά γεγονότα που ανιχνεύονται από τις περιφερειακές συσκευές του υπολογιστή είτε από εσωτερικά μηνύματα που εκπέμπονται από άλλα σενάρια. Κάθε συμβάν αντιστοιχεί σε μια "κατάσταση" στην οποία περιέρχεται το σύστημα. Προγράμματα που διαχειρίζονται συμβάντα μπορούν να θεωρηθούν ως παραδείγματα **προγραμματισμού καθοδηγούμενου από γεγονότα** (event driven programming).

Ενδεχομένως η φύση του προς επίλυση προβλήματος να απαιτεί κάποια σενάρια να εκτελούνται παράλληλα (Kafai, 1995). Η ταυτόχρονη εκτέλεση σεναρίων (**παράλληλος προγραμματισμός**) δημιουργεί την ανάγκη συγχρονισμού μεταξύ τους, ο οποίος προϋποθέτει την μεταξύ τους επικοινωνία που επιτυγχάνεται με την ανίχνευση των αιτημάτων (με σκοπό την ικανοποίησή τους). Σύμφωνα με τους Andrews & Schneider (1983) υπάρχουν μόνο δύο **μηχανισμοί ανίχνευσης αιτημάτων**, (α) η "αποστολή μηνυμάτων" (message passing) που επιτυγχάνεται με τη μέθοδο interrupt και (β) η "διαμοιραζόμενη μνήμη" (shared memory) που γίνεται με τη μέθοδο polling (Ladias, Ladias, & Karvounidis, 2019).

Τέτοιοι μηχανισμοί επικοινωνίας μεταξύ των σεναρίων, αν και είναι διαθέσιμοι στο Scratch, δεν είναι εμφανείς στον προγραμματιστή, με αποτέλεσμα αυτός να πρέπει να βασίζεται στις δικές του νοητικές αναπαραστάσεις (Nikolos & Komis, 2015). Κατά συνέπεια φαίνεται ότι ο συγχρονισμός και η επικοινωνία σε προγραμματιστικά περιβάλλοντα με δυνατότητες παράλληλου προγραμματισμού, είναι ένα πολύπλοκο έργο (Ben-Ari, 2006). Η ανάγκη για μια ολοκληρωμένη αναπαράσταση πολύπλοκων κωδίκων σε περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού με πλακίδια όπως το Scratch, οδήγησε στην ανάπτυξη του κωδικοράματος.

Η σχεδίαση του κωδικΟράματος

Το κωδικόραμα είναι ένα εργαλείο αναπαράστασης του κώδικα που έχει ως κύριο στόχο να διευκολύνει τη διδασκαλία του οπτικού προγραμματισμού επιτρέποντας στον παρατηρητή να έχει συγχρόνως αφενός την εποπτεία του συνόλου του κώδικα και αφετέρου την πρόσβαση στις λεπτομέρειες του, βοηθώντας τον να μην αποπροσανατολίζεται κατά την εμβύθιση στις λεπτομέρειες του κώδικα. Σύμφωνα με τους Λαδιά, Παπαδόπουλο & Φωτιάδη (2016) στο κωδικόραμα απεικονίζεται σε έναν πίνακα δύο διαστάσεων το σύνολο των σεναρίων όλων των αντικειμένων ενός προγράμματος (ανατομία του κώδικα) και αναπαριστώνται οι τρόποι επικοινωνίας μεταξύ αυτών (λειτουργικότητα του κώδικα).



Σχήμα 1. Το κωδικόραμα του προγράμματος Scratch (<https://scratch.mit.edu/projects/23731239/>) από το εκπαιδευτικό σενάριο "Αεράμυνα 4", από το αποθετήριο του OpenDiscoverySpace ([https://portal.opendiscoveryspace.eu/el/scenarios-view/Mf4dZ08DLRs8r2kakRvxvQ\\$3D\\$\\$3D\\$](https://portal.opendiscoveryspace.eu/el/scenarios-view/Mf4dZ08DLRs8r2kakRvxvQ$3D$$3D$))

Κάθε μια από τις στήλες του πίνακα αντιστοιχεί σε ένα από τα αντικείμενα που εμπλέκονται στον αλγόριθμο της επίλυσης ενός προγραμματιστικού προβλήματος, ενώ στις γραμμές του πίνακα αναπτύσσονται οι "καταστάσεις" στις οποίες βρίσκονται τα αντικείμενα μετά την αναγνώριση ενός γεγονότος για να ικανοποιήσουν το αντίστοιχο αίτημα. Σε κάθε κελί του κωδικοράματος τοποθετούνται το ή τα σενάρια που περιγράφουν τη συμπεριφορά του συγκεκριμένου αντικειμένου (στήλη) στη συγκεκριμένη κατάσταση (γραμμή) στην οποία βρίσκεται. Οι σύνδεσμοι που μπορεί να υπάρχουν μεταξύ των σεναρίων συμβολίζουν την επικοινωνία μεταξύ των αυτόνομων σεναρίων του κώδικα και αναπαρίστανται με βέλη που

δείχνουν την ενδεχόμενη ροή του προγράμματος κατά την εκτέλεση του προγράμματος (Λαδιά & Λαδιά, 2016).

Χαρακτηριστικά του κώδικα και κωδικΌραμα

Με την αναπαράστασή του προγράμματος ως κωδικΌραμα, διάφορα χαρακτηριστικά του προγράμματος αναδεικνύονται όπως:

- η **μεθοδολογία της ανάπτυξης του κώδικα** και τα πρότυπα στα οποία έχει βασιστεί η σχεδίαση του εκάστοτε προγράμματος,
- η αντίληψη της ολότητας του προγράμματος και της διαλειτουργικότητας μεταξύ των αντικειμένων.
- ο τρόπος **τμηματοποίησης** (modularity) του κώδικα (επιτυγχάνεται με χρήση μηνυμάτων, διαδικασιών και κλώνων) και ο βαθμός **κοκκοποίησης** αυτής (ως κοκκοποίηση νοείται η συνεχής διεργασία τμηματοποίησης του προγράμματος με διάσπασή του σε απλούστερα και με όριο αυτής της διεργασίας το απλούστερο τμήμα του να αποτελεί μια στοιχειώδη λογική οντότητα).
- ο βαθμός **αφαιρετικότητας** που αναπτύσσεται κατά την ιεραρχική δόμηση των προγραμμάτων και η τεχνική της **απόκρυψης των λεπτομερειών** των κατώτερων ιεραρχικά επιπέδων.
- οι αναλογίες μεταξύ παρόμοιων τμημάτων του κώδικα που οδηγούν στην **παραμετροποίηση** του κώδικα.
- η **χρονική εξέλιξη** της λειτουργίας του συνολικού προγράμματος που επιτυγχάνεται με την κατάλληλη χωρική διάταξη των καταστάσεων.
- τα μακροσκελή **νήματα κώδικα** (που τυχόν ενεργοποιούνται από κλήσεις ιεραρχικά δομημένων διαδικασιών, αλληλουχίες μετάδοσης μηνυμάτων και γενεαλογίες κλώνων).
- οι **εναλλακτικοί βρόχοι** που μπορούν να δημιουργηθούν με αναδρομικές διαδικασίες, μηνύματα που λαμβάνονται από το σενάριο που τα εξέπεμψε και αυτοαναπαραγόμενους κλώνους (Karvounidis, Ladias, Ladias,& Douligeris, 2019).
- τα σημεία του προγράμματος που διεκπεραιώνουν την αλληλεπίδραση με το χρήστη (εντοπίζονται στα τυχόν σημεία ασυνέχειας της ροής της χρονικής εξέλιξης).
- οι διακριτές περιοχές του κώδικα όπου:
 - γίνεται είσοδος ή έξοδος δεδομένων,
 - διαχείριση δεδομένων (π.χ. αρχικοποίηση τιμών, επεξεργασία δεδομένων),
 - ανίχνευση (της προέλευσης) και εξυπηρέτηση αιτημάτων,
 - υπάρχει αλγορίθμιμος ή επικοινωνιακός φόρτος.

Η μέθοδος SUS ως εργαλείο αποτίμησης της ευχρηστίας του ΚωδικΟράματος

Η ανάγκη αποτίμησης της ευχρηστίας του κωδικΟράματος

Από προηγούμενες έρευνες σχετικά με το κωδικΌραμα διατυπώθηκαν επιφυλάξεις για την ευχρηστία του ΚωδικΟράματος από τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές τους. Συγκεκριμένα με τους Ladias, Mikropoulos, Ladias,&Bellou (2020), "πολλοί εκπαιδευτικοί προπονητές ομάδων του διαγωνισμού αναφέρουν ότι η δημιουργία ενός κωδικΟράματος που γίνεται χειρωνακτικά είναι δύσκολη και χρονοβόρα και συχνά

αποτρέπει τους εκπαιδευτικούς να το υιοθετήσουν. Όλοι οι εκπαιδευτικοί συμφωνούν ότι θα ήταν εξαιρετικά χρήσιμο να παραχθεί κάποιο λογισμικό που να μετατρέπει αυτόματα τον κώδικα ενός προγράμματος του Scratch σε κωδικόραμα". Ο βαθμός ευχρηστίας του κωδικοράματος από τους χρήστες του έχει ιδιαίτερη σημασία γιατί "αν η διεπαφή δεν είναι εύκολη στη χρήση, ο εκπαιδευόμενος επικεντρώνεται στον τρόπο αλληλεπίδρασης με αυτή και όχι στο περιεχόμενό της" (Luo, Liu, Kuo,& Yuan, 2014). Μετά από βιβλιογραφική αναζήτηση διαπιστώθηκε ότι δεν κατέστη δυνατόν να βρεθούν εγκυροποιημένα εργαλεία αποτίμησης της ευχρηστίας στον τομέα αναπαράστασης του οπτικού κώδικα. Με αφορμή αυτές τις επιφυλάξεις και ελλείψεις σχεδιάστηκε η παρούσα έρευνα που στόχο έχει την αποτίμηση της ευχρηστίας του κωδικοράματος κατά τη χρήση του και την ανάπτυξή του. Η έρευνα περιορίστηκε στην άποψη των εκπαιδευτικών και όχι των μαθητών για πρακτικούς λόγους (δυσκολία επικοινωνίας με τους μαθητές που έχουν εμπειρία στη χρήση του κωδικοράματος).

To εργαλείο αποτίμησης της ευχρηστίας *System Usability Scale (SUS)*

Το εργαλείο που επιλέχθηκε για την αποτίμηση της ευχρηστίας του κωδικοράματος είναι το System Usability Scale (SUS). Το SUS σύμφωνα με το σχεδιαστή του Brooke, (1996) αποτιμά την ευχρηστία για οποιαδήποτε εφαρμογή, προϊόν ή υπηρεσία και θεωρείται αξιόπιστο και ευρέως αποδεκτό ψυχομετρικό εργαλείο αποτίμησης ευχρηστίας συστημάτων έχοντας μεγαλύτερη ή ίση αξιοπιστία συγκριτικά με άλλα γνωστά ερωτηματολόγια (Tullis & Stetson, 2004). Πρόκειται για ένα ερωτηματολόγιο στο οποίο εναλλάσσονται δέκα θετικά και αρνητικά διατυπωμένες ερωτήσεις/δηλώσεις που πρέπει υποχρεωτικά να απαντηθούν βαθμολογούμενες σε 5βάθμια κλίμακα. Από τα δεδομένα των απαντήσεων μετά από επεξεργασία προκύπτει μια τελική τιμή που αποτιμά το βαθμό ευχρηστίας του προς διερεύνηση αντικειμένου. Η κλίμακα που αντιστοιχεί στο βαθμό ευχρηστίας είναι (α) άριστο για τιμή μεγαλύτερη του 85, (β) καλό / αποδεκτό για τιμές από 70 έως 85, (γ) φτωχό / με προβλήματα ευχρηστίας για τιμές από 50 έως 70 και (δ) μη εύχρηστο για τιμές μικρότερες του 50 (Bangor et al., 2008).

Η μεθοδολογία της έρευνας

Το ερωτηματολόγιο SUS μεταφράστηκε στα ελληνικά και προσαρμόστηκε ώστε να αναφέρεται στο κωδικόραμα (Πίνακας 1). Η διανομή του ερωτηματολογίου έγινε σε εκπαιδευτικούς (δασκάλους, καθηγητές πληροφορικής, άλλους) σε συνδυασμό με το ρόλο τους ως προπονητές στον Πανελλήνιο Διαγωνισμό Εκπαιδευτικής Ρομποτικής της Ανοικτής Κατηγορίας για το Δημοτικό Σχολείο (WeDo & Scratch). Η επιλογή των εκπαιδευτικών έγινε μεταξύ εκείνων (α) που επιμορφώθηκαν δια ζώσης στα πλαίσια επιμορφωτικής δράσης του WRO Hellas «εργαστήριο εκπαιδευτικών "SCRATCH & Κωδικόραμα"» (<https://wrohellas.gr/workshops-2020/>) με υποστήριξη της Αμερικανικής Πρεσβείας στην Ελλάδα και (β) προπονητών που τα έργα των μαθητών τους είτε διακρίθηκαν από την επιτροπή κριτών όσον αφορά την αρτιότητα των κωδικοράματων είτε τα έργα τους είχαν επιλεγεί ως αντιπροσωπευτικά και είχαν συμπεριληφθεί στο "Αποθετήριο εκπαιδευτικών σεναρίων Lego Education WeDo + Scratch" βασισμένων σε επίλεκτα έργα του προαναφερθέντος διαγωνισμού (Καρβουνίδης κ.α., 2018).

Το ερωτηματολόγιο αναπτύχθηκε ως Google Form και διανεμήθηκε με αποστολή emails (27/3/2020) σε 73 αποδέκτες. Η συλλογή των απαντήσεων διήρκεσε από 27 Μαρτίου 2020

έως τις 2 Απριλίου 2020. Στο ερωτηματολόγιο υπήρξαν 47 απαντήσεις, ενώ θεωρήθηκαν αποδεκτές για λόγους εγκυρότητας οι 35, οι οποίες επεξεργάστηκαν με το εργαλείο ανάλυσης δεδομένων SPSS Statistics. Το πλήθος των 35 απαντήσεων θεωρείται ικανοποιητικό με δεδομένο ότι για το SUS αξιόπιστα αποτελέσματα μπορούν να θεωρηθούν ακόμη και με δείγμα 12-15 ατόμων (Tullis & Stetson, 2004).

Πίνακας 1. Το ερωτηματολόγιο SUS προσαρμοσμένο για τη χρήση και την ανάπτυξη του κωδικΟράματος.

Ερωτηματολόγιο για τη χρήση του κωδικΟράματος	Ερωτηματολόγιο για την ανάπτυξη του κωδικΟράματος
1 Θα ήθελα όταν παρατηρώ ένα έτοιμο (σύνθετο) πρόγραμμα, να συνοδεύεται πιο συχνά από το κωδικΟράμα του.	Θα ήθελα όταν εμπλέκομαι στην ανάπτυξη - κατασκευή ενός (σύνθετου) προγράμματος να μπορώ να φτιάχνω πιο συχνά και το κωδικΟράμα του.
2 Βρήκα το κωδικΟράμα κατά την παρατήρησή του αρκετά περίπλοκο, χωρίς κατά τη γνώμη μου αυτό να είναι απαραίτητο.	Βρήκα το κωδικΟράμα κατά την κατασκευή του αρκετά περίπλοκο, χωρίς κατά τη γνώμη μου αυτό να είναι απαραίτητο.
3 Νόμιζα ότι το κωδικΟράμα ήταν εύκολο στη χρήση του.	Νόμιζα ότι το κωδικΟράμα ήταν εύκολο να κατασκευαστεί.
4 Νομίζω ότι θα χρειαζόμουν την υποστήριξη ενός ειδικού για να μπορέσω να χρησιμοποιήσω στο μάθημά μου το κωδικΟράμα.	Νομίζω ότι θα χρειαζόμουν την υποστήριξη ενός ειδικού για να μπορέσω να κατασκευάσω ένα κωδικΟράμα (από ένα προϋπάρχον πρόγραμμα).
5 Βρήκα κατά την παρατήρηση του κωδικΟράματος, ότι οι διάφορες λειτουργίες του (π.χ. η τμηματοποίηση του κώδικα, η επικοινωνία μεταξύ των σεναρίων, κ.λπ.) ήταν σε ικανοποιητικό βαθμό ολοκληρωμένες.	Βρήκα κατά την κατασκευή του κωδικΟράματος, ότι οι διάφορες λειτουργίες του (π.χ. η τμηματοποίηση του κώδικα, η επικοινωνία μεταξύ των σεναρίων, κ.λπ.) αναδεικνύονταν σε ικανοποιητικό βαθμό.
6 Νόμιζα, κατά την παρατήρηση ενός κωδικΟράματος, ότι υπήρχε πάρα πολλή ασυνέπεια.	Νόμιζα, κατά την κατασκευή ενός κωδικΟράματος, ότι υπήρχε πάρα πολλή ασυνέπεια.
7 Φαντάζομαι ότι πολλοί εκπαιδευτικοί (που εμπλέκονται με τον προγραμματισμό σε Scratch) θα μάθουν να χρησιμοποιούν το κωδικΟράμα πολύ γρήγορα.	Φαντάζομαι ότι πολλοί εκπαιδευτικοί (που εμπλέκονται με τον προγραμματισμό σε Scratch) θα μάθουν να κατασκευάζουν κωδικΟράματα πολύ γρήγορα.
8 Βρήκα το κωδικΟράμα κατά τη χρήση του πολύ δύσχρηστο.	Βρήκα το κωδικΟράμα κατά την κατασκευή του πολύ δύσχρηστο.
9 Ένιωσα πολύ σίγουρος χρησιμοποιώντας το κωδικΟράμα.	Ένιωσα πολύ σίγουρος κατασκευάζοντας το κωδικΟράμα.
10 Χρειάστηκε να μάθω πολλά πράγματα πριν μπορέσω να αξιοποιήσω αυτά που έβλεπα σε ένα κωδικΟράμα.	Χρειάστηκε να μάθω πολλά πράγματα πριν μπορέσω να κατασκευάσω ένα κωδικΟράμα.

Το Ερωτηματολόγιο αποτελείται από 34 ερωτήσεις ομαδοποιημένες (α) σε 13 ερωτήσεις σχετιζόμενες με το προφίλ των εκπαιδευτικών σχετικά με τα δημογραφικά τους στοιχεία (φύλο, ηλικία, επάγγελμα, τόπος επαγγελματικής δραστηριοποίησης) και το βαθμός εμπειρίας σχετικά με το κωδικόραμα (τρόπος επιμόρφωσης σχετικά με τη χρήση του κωδικοράματος, βαθμός ικανοποίησης από προηγούμενη επιμόρφωση, εμπειρία χρήσης και παραγωγής του κωδικοράματος στη διδασκαλία του προγραμματισμού, χρονική διάρκεια χρήσης του κωδικοράματος), και (β) με 10+10 ερωτήσεις (για χρήση και για ανάπτυξη του κωδικοράματος) που παρατίθενται παράλληλα και οι οποίες αντιστοιχούν στις δέκα προσαρμοσμένες στο κωδικόραμα ερωτήσεις του SUS και (γ) μια ανοικτή ερώτηση για έκφραση ελευθέρων σχολίων.

Τα αποτελέσματα της έρευνας

Από τις απαντήσεις στα επί μέρους ερωτήματα της έρευνας έχουμε τα παρακάτω αποτελέσματα: Στο δείγμα των εκπαιδευτικών που απάντησαν υπάρχει μια σχεδόν ισοδύναμη κατανομή των φύλων (17 άνδρες - 18 γυναίκες), στην ηλικιακή κατανομή η ομάδα 41-50 ετών καταλαμβάνει το 48,6%, στον τρόπο επιμόρφωσης το 42,9% έχει επιμορφωθεί δια ζώσης, στο βαθμό ικανοποίησης από την επιμόρφωση το 68,5% δηλώνει από "πολύ" έως και "πάρα πολύ", το 25,7% δεν έχει χρησιμοποιήσει το κωδικόραμα για να διδάξει προγραμματισμό σε αντίθεση με το 37,1% που το έχει κάνει περισσότερες από τρεις φορές, το 14,3% δεν έχει κατασκευάσει κωδικόραμα σε αντίθεση με το 57,1% που έχει κατασκευάσει περισσότερες από τρεις φορές, το 37,1% δεν έχει εμπλέξει μαθητές του στην ανάπτυξη κωδικοράματος σε αντίθεση με το 28,6% που το έχει κάνει για περισσότερο από τρεις φορές, το 42,9% έχει συμμετάσχει σε εκδηλώσεις που χρειάστηκε να χρησιμοποιήσει κωδικόραμα, υπάρχει ένα σημαντικό ποσοστό 51,5% που ασχολείται ενεργά με το κωδικόραμα τουλάχιστον τα τελευταία τρία χρόνια,

Στα περιγραφικά στατιστικά της βαθμολογίας SUS ως προς τις 10 ερωτήσεις χρήσης του κωδικοράματος (SUS-Χρήσης) και ως προς τις 10 ερωτήσεις ανάπτυξης χρήσης του κωδικοράματος (SUS-Ανάπτυξης) έχουμε τις τιμές που αποτυπώνονται στον Πίνακα 2 και αφορούν το μέσο, την απόκλιση και τα διαστήματα εμπιστοσύνης για κάθε περίπτωση. Σύμφωνα με την κλίμακα των Bangor et al., (2008), τα αποτελέσματα όσον αφορά την ευχρηστία του κωδικοράματος για το SUS-Χρήσης με βαθμολογία 72,2 και για το SUS-Ανάπτυξης με βαθμολογία 71,0 αποτιμώνται ως καλά / αποδεκτά.

Πίνακας 2. Περιγραφικά στατιστικά της βαθμολογίας SUS ως προς τις δέκα ερωτήσεις χρήσης του κωδικοράματος και ως προς τις αντίστοιχες δέκα ερωτήσεις ανάπτυξης του κωδικοράματος

Πληθυσμός	Mean	Std. Deviation	95% Confidence Interval for Mean
SUS-Χρήσης	35	72,2	11,2 ±3,862
SUS-Ανάπτυξης	35	71,0	10,9 ±3,75

Η τυπική απόκλιση από τις μέσες τιμές είναι 11,2 για το SUS-Χρήσης και 10,9 για το SUS-Ανάπτυξης. Το λογισμικό μας δίνει το 95% διάστημα εμπιστοσύνης (95% Confidence Interval for Mean, Lower and Upper Bound) ±3,862 για το SUS-Χρήσης και ±3,75 για το SUS-Ανάπτυξης. Καθώς η κατανομή του δείγματος της έρευνας είναι σχετικά κανονική, τα προαναφερθέντα διαστήματα είναι αξιόπιστα αφού ισχύει η προϋπόθεση ότι δεν υπάρχουν ακραίες τιμές.

Οι συσχετίσεις μεταξύ των διαφόρων παραγόντων και του βαθμού ευχρηστίας παρουσιάζονται στον Πίνακα 3. Στατιστικά σημαντική συσχέτιση υπάρχει όταν το $p < 0,005$. Έτσι με βάση τον Πίνακα 3 δεν φαίνεται να υπάρχει μια στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ των διαφόρων παραγόντων που αναφέρονται και των αποτελεσμάτων για το SUS-Χρήσης. Το ίδιο ισχύει και για το SUS-Ανάπτυξης με εξαίρεση την περίπτωση της ικανοποίησης σχετικά με την επιμόρφωση σε συσχετισμό με την εμπλοκή στην ανάπτυξη κωδικΟράματος, περίπτωση στην οποία φαίνεται να υπάρχει μια στατιστικά σημαντική συσχέτιση ($p=0,003 < 0,005$).

Πίνακας 3. Συσχετίσεις μεταξύ διαφόρων παραγόντων και του βαθμού ευχρηστίας

Στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ...	SUS-Χρήσης	SUS-Ανάπτυξης
... του φύλου και των αποτελεσμάτων για το...	$p=0,944$	$p=0,988$
... των ηλικιακών ομάδων και των αποτελεσμάτων για το...	$p=0,578$	$p=0,565$
... των τρόπων επιμόρφωσης και των αποτελεσμάτων για το...	$p=0,154$	$p=0,174$
... της ικανοποίησης σχετικά με την επιμόρφωση και των αποτελεσμάτων για το...	$p=0,010$	$p=0,003$
... της συχνότητας χρήσης έτοιμου κωδικΟράματος και των αποτελεσμάτων για το...	$p=0,923$	*
... της συχνότητας κατασκευής κωδικΟράματος και των αποτελεσμάτων για το...	**	$p=0,258$

* δεν εξετάζεται η ανάπτυξη ** δεν εξετάζεται η χρήση

Σχολιασμός των αποτελεσμάτων της έρευνας και συμπεράσματα

Το κωδικΟράμα αναδεικνύει ένα μεγάλο εύρος ποιοτικών χαρακτηριστικών του κώδικα και ως εκ τούτου είναι εμφανής η χρησιμότητά του (Ladias, Mikropoulos, Ladias&Bellou, 2020). Όμως το ζητούμενο αυτής της παρούσας έρευνας είναι κατά πόσο είναι εύχρηστο το κωδικΟράμα ως προς το χειρισμό και την κατασκευή του. Συγκρίνοντας τα πλεονεκτήματα του κωδικΟράματος με τους πόρους που πρέπει να διατεθούν για να κατακτηθεί η λειτουργία του, έμμεσα προκύπτει αν αξίζει οι εκπαιδευτικοί να επενδύσουν σε αυτό.

Τα αποτελέσματα για την ευχρηστία του κωδικΟράματος για το SUS-Χρήσης και για το SUS-Ανάπτυξης με βαθμολογίες 72,2 και 71,0 αντίστοιχα. Αν και τα αποτελέσματα αρχικά είναι ενθαρρυντικά και αποτιμώνται ως καλά / αποδεκτά, όμως επισημαίνεται ότι η βαθμολογία βρίσκεται πλησίον των κάτω ορίων αυτής της κατηγορίας (καλό / αποδεκτό για τιμές από 70 έως 85). Συνεπώς χρειάζεται περαιτέρω έρευνα με την επεξεργασία των δεδομένων και την εξόρυξη αποτελεσμάτων που να οδηγούν στον εντοπισμό των σημείων που μειονεκτεί η ευχρηστία του κωδικΟράματος και στην προσπάθεια βελτίωσής τους.

Επιπλέον από τα αποτελέσματα της έρευνας φαίνεται ότι είναι ανεξάρτητη η ευχρηστία του κωδικΟράματος από το φύλο, την ηλικία, τον τρόπο επιμόρφωσης και την εμπειρία των εκπαιδευτικών στη χρήση και στην ανάπτυξή του. Εκεί που παρατηρείται θετική συσχέτιση του βαθμού της ευχρηστίας του κωδικΟράματος είναι με το βαθμό ικανοποίησης των εκπαιδευτικών σχετικά με την επιμόρφωσή τους στο κωδικΟράμα. Αυτό είναι ένα στοιχείο που πρέπει να ληφθεί υπόψη στις μελλοντικές επιμορφώσεις που απευθύνονται σε

εκπαιδευτικούς που συμμετέχουν στην Ανοικτή Κατηγορία των [Πανελλήνιων Διαγωνισμών Εκπαιδευτικής Ρομποτικής για το Δημοτικό](#) που το κωδικόραμα περιλαμβάνεται στα παραδοτέα.

Αναφορές

- Andrews, G.R.,& Schneider, F.B.(1983). Concepts and notations for concurrent programming. *ACM Comput. Surv.* 15, 3-43.
- Balanskat, A., & Engelhardt, K. (2014) Computing our Future Computer Programming and Coding. *Priorities, School Curricula and Initiatives Across Europe*.
- Bangor, A., Kortum, P., & Miller, J.A. (2008). The System Usability Scale (SUS): An Empirical Evaluation, *International. Journal of Human-Computer Interaction*, 24(6).
- Bau, D., Bau, D. A., Dawson, M., & Pickens, C. (2015). Pencil code: block code for a text world. In *Proceedings of the 14th International Conference on Interaction Design and Children (pp. 445-448)*. ACM.
- Ben-Ari, M.(2006). *Principles of concurrent and distributed programming*. Prentice-Hall International Series in Computer Science, Addison-Wesley, Harlow, England.
- Brooke, J. (1996). SUS: A “quick and dirty” usability scale. In P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester& I. L. McClelland (Eds.), *Usability evaluation in industry (pp. 189–194)*. London: Taylor & Francis.
- Kafai, Y.(1995). *Minds in play: computer game design as a context for children’s learning*. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ.
- Ladias, A., Ladias, D.,&Karvounidis, T.(2019) Categorization of requests detecting in Scratch using the SOLO taxonomy. *SEEDA. Pireaus*.
- Karvounidis, Th., Ladias, An., Ladias, D.,&Douligeris, Chr. (2019). Building loops using messages in Scratch and the SOLO Taxonomy. *SEEDA. Pireaus*.
- Καρβουνίδης, Θ., Αμπαριώτης, Α., Κωστούλας, Θ.,&Λαδιάς, Δ. (2018) *Αποθετήριοεκπαιδευτικώνσεναρίων LEGO Education WeDo + Scratch*. Αγία Παρασκευή: WRO-Hellas.
- Ladias, A., Mikropoulos, A., Ladias, D., & Bellou, I. (2020), CodeOrama: A two dimensional visualization tool for Scratch code for teaching computer programming. *ThemesineLearning. (υπό έκδοση)*
- Λαδιάς, Α.,& Λαδιάς, Δ. (2016) Η αναπαράσταση του αλγορίθμου με τη βοήθεια του κωδικοράματος σε περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 9(2), 103-117.
- Λαδιάς Α., Παπαδόπουλος Γ.,& Φωτιάδης Δ. (2016). Κωδικόραμα: Εργαλείο για την ανάπτυξη οπτικού προγραμματισμού σε Scratch. *ΕΤΠΕ. Κόρινθος*.
- Luo, G. H., Liu, E. Z. F., Kuo, H. W.,&Yuan, S. M. (2014). Design and implementation of a simulation-based learning system for international trade. *The International Review of Research in Open and Distance Learning*, 15(1).
- Nikolos, D., &Komis, V. (2015). Synchronization in Scratch: A Case Study with Education Science Students. *Jl. of Computers in Mathematics and Science Teaching* (2015) 34(2), 223-241.
- Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernandez, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., Millner, A., Rosenbaum, E., Silver, J., Silverman, B., & Kafai, Y. (2009). Scratch: Programming for All. *Communications of the ACM*, vol. 52, no. 11, pp. 60-67.
- Topali ,P.,& Mikropoulos, T. (2018). Digital Learning Objects for Teaching Computer Programming in Primary Students. *Springer Nature Switzerland AG 2019. M. Tsitouridou et al. (Eds.): TECH-EDU 2018, CCIS 993, pp. 256–266, 2019*.
- Tullis, T. S.,& Stetson, J. N. (2004). A Comparison of Questionnaires for Assessing Website Usability. *Usability Professionals Association (UPA) 2004 Conference, Minneapolis, USA*.
- Wirth, N. (1990). Αλγόριθμοι&ΔομέςΔεδομένων. Αθήνα: Κλειδάριθμος.