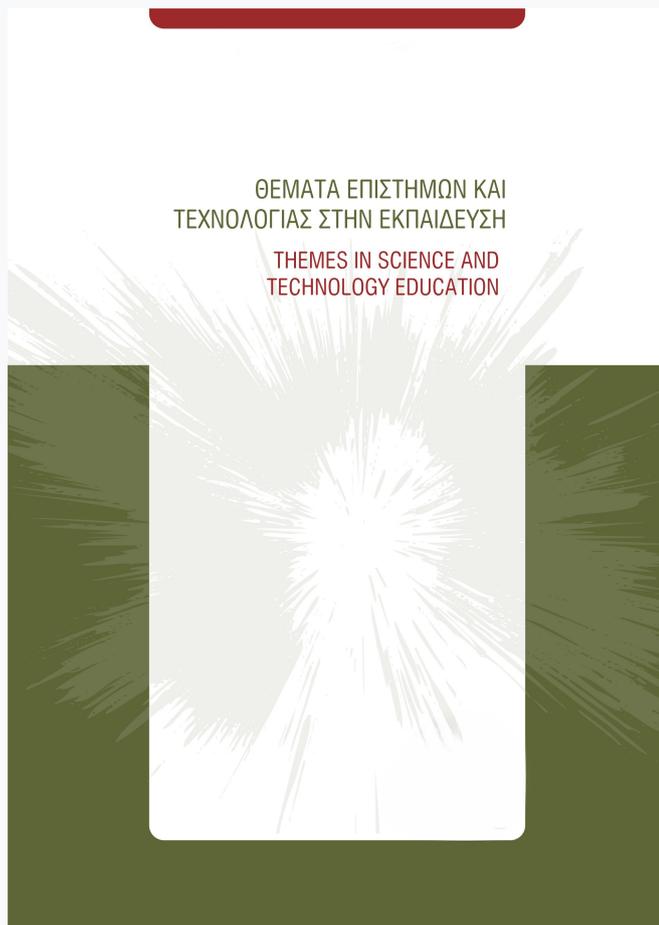


Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση

Τόμ. 9, Αρ. 2 (2016)

Ειδικό αφιέρωμα: "Ψηφιακό Εκπαιδευτικό Υλικό και Ηλεκτρονική Μάθηση 2.0: Νέες τάσεις και προσεγγίσεις"



Αναπαράσταση αλγορίθμων με τη βοήθεια του κωδικΟράματος σε περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού

Αναστάσιος Λαδιάς, Δημήτριος Λαδιάς

Βιβλιογραφική αναφορά:

Λαδιάς Α., & Λαδιάς Δ. (2016). Αναπαράσταση αλγορίθμων με τη βοήθεια του κωδικΟράματος σε περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 9(2), 103–117. ανακτήθηκε από <https://ejournals.epublishing.ekt.gr/index.php/thete/article/view/44458>

Αναπαράσταση αλγορίθμων με τη βοήθεια του κωδικΟράματος σε περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού

Αναστάσιος Λαδιάς¹, Δημήτριος Λαδιάς²
ladiastas@gmail.com, ladimitr@gmail.com

¹ Σχολικός Σύμβουλος Πληροφορικής, Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση Πειραιά

² Φοιτητής, Τμήμα Πληροφορικής και Επικοινωνιών, ΕΚΠΑ

Περίληψη. Η ανάγκη για αποτελεσματική διαχείριση πολυπλόκων κωδικών σε περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού με πλακίδια όπως το Scratch, οδήγησε στην επινοήση του κωδικΟράματος που είναι ένας οπτικοποιημένος διδιάστατος πίνακας που απεικονίζει το σύνολο του κώδικα ενός προγράμματος. Το κωδικΟραμα ως εργαλείο μπορεί να χρησιμοποιηθεί αφενός για την ανάπτυξη του προγραμματιστικού υλικού και αφετέρου για τη διδακτική και παιδαγωγική αξιοποίηση αυτού. Στην παρούσα εργασία απαριθμούνται -ανάλογα με τους στόχους που επιτελούν σύμφωνα με την αναθεωρημένη ταξινομία του Bloom- τα σημεία που προσδίδουν προγραμματιστική, διδακτική και παιδαγωγική προστιθέμενη αξία στο κωδικΟραμα. Η αξιολόγησή έγινε με χρήση ηλεκτρονικού ερωτηματολογίου 25 σημείων, στο οποίο απάντησαν 47 εκπαιδευτικοί πληροφορικής αφού προηγουμένως είχαν παρακολουθήσει εθελοντικά τριήμερο σχετικό σεμινάριο. Τα πρώτα αποτελέσματα δείχνουν αφενός ότι το κέντρο βάρους των σημείων που αξιοποιεί το κωδικΟραμα αντιστοιχούν στο επίπεδο της ανάλυσης & οργάνωσης στην ταξινομία του Bloom και αφετέρου ότι υπάρχουν δώδεκα ισχυρά σημεία που συνηγορούν υπέρ της χρήσης του κωδικΟράματος και άλλα οκτώ σημεία τα οποία φαίνεται να χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης.

Λέξεις κλειδιά: ΚωδικΟραμα, Διδακτική Προγραμματισμού, οπτικός προγραμματισμός με πλακίδια, αλγοριθμική, Scratch

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια, το έλλειμμα που υπάρχει για προγραμματιστές στη ραγδαία αναπτυσσόμενη βιομηχανία λογισμικού έχει οδηγήσει τις αναπτυγμένες χώρες να δώσουν στην υποχρεωτική εκπαίδευση έμφαση στην παραγωγή κώδικα (Manches & Plowman, 2015). Αποτέλεσμα είναι να δημιουργηθούν πολλά εκπαιδευτικά πακέτα, που όμως περιορίζονται αφενός σε σχετικά απλοϊκά θέματα εισαγωγής στον προγραμματισμό, αφετέρου με σχετικό έλλειμμα στη διδακτική και παιδαγωγική οπτική.

Στη χώρα μας, με την εκπόνηση του προγράμματος «Νέο Σχολείο (Σχολείο 21^{ου} αιώνα) - Νέο Πρόγραμμα Σπουδών» (Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 2010, 2011) και την πιλοτική αλλά αποσπασματική εφαρμογή του, ο προγραμματισμός Η/Υ προβλέπεται να διδάσκεται στην υποχρεωτική εκπαίδευση αδιαλείπτως από την Ε' τάξη του Δημοτικού έως την Γ' τάξη του Γυμνασίου, ενώ σύμφωνα με το «Σχέδιο Πρότασης της Ομάδας Εργασίας Ανοικτού Λογισμικού Περιεχομένου και Εξοπλισμού Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης» η διδασκαλία του κώδικα προτείνεται από τη Γ' τάξη του Δημοτικού ως «βιωματική και παιγνιώδης προσέγγιση σε προγραμματιστικά περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού» (ΥΠΠΕΘ, 2016). Όμως το εκπαιδευτικό υλικό που περιλαμβάνεται στον «Οδηγό Υποχρεωτικής Εκπαίδευσης για τον εκπαιδευτικό στο επιστημονικό πεδίο: Πληροφορική και Νέες Τεχνολογίες» (Τζιμογιάννης κ.α., 2014) καλύπτει μερικώς την ανάγκη για εκπαιδευτικό υλικό σχετικά με τον κώδικα. Προς την κατεύθυνση πλήρωσης αυτής της ανάγκης στα πλαίσια του προγράμματος "Inspiring Science: Large Scale Experimentation Scenarios to Mainstream eLearning in Science, Mathematics and

Technology in Primary and Secondary Schools”, αναπτύχθηκαν εκπαιδευτικά σενάρια εστιασμένα σε θέματα πέραν του απλού προγραμματισμού τα οποία βρίσκονται στα βιβλία «Special programming topics in Scratch» (Papadopoulos et al., 2015) και «Τετράδιο μαθητή για τα ειδικά θέματα προγραμματισμού» (Φωτιάδης κ.α., 2016). Εκεί εμφανίζεται για πρώτη φορά η έννοια του κωδικΟράματος.

Η ανάγκη επινόησης του κωδικΟράματος

Η ανάγκη τα τελευταία χρόνια για εκπαιδευτική χρήση περισσότερο συνθέτων προβλημάτων, με μακροσκελή σενάρια, με πολλά αντικείμενα, σε διαφορετικές καταστάσεις οδήγησε σε πιο πολύπλοκους αλγορίθμους και κώδικες, δημιουργώντας όμως προβλήματα κατανόησης στους μαθητές όπως «ποιος κώδικας αντιστοιχεί σε ποια συμπεριφορά, ποιου αντικειμένου και σε ποια κατάσταση». Η προσπάθεια όσων διδάσκουν προγραμματισμό θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη γιατί η ανάπτυξη κώδικα καλύπτει όλα τα επίπεδα της αναθεωρημένης ταξινόμιας του Bloom φτάνοντας στο ανώτερο που είναι η «δημιουργία», ενώ θα πρέπει να διδαχθεί σε μαθητές μικρής ηλικίας.

Η αποτελεσματική διαχείριση πολύπλοκων κωδικών στον οπτικό προγραμματισμό συνίσταται στην ανάγκη για ταυτόχρονη αντίληψη:

- αφενός του συνόλου του κώδικα -με δεδομένο ότι το σύνολο είναι μεγαλύτερο από το άθροισμα των μερών του- που μπορεί να καλύπτει μια μεγάλη έκταση π.χ. περισσότερο από 4 m² (με ανάλυση εικόνας 72 dpi) όπως η απεικόνιση του κώδικα της άσκησης του Δρομολογητή στο βιβλίο «Special programming topics in Scratch» (Papadopoulos et al., 2015) που έχει διαστάσεις 237,81cm x 191,31cm (<http://bit.ly/1KjWJjQ>)
- αφετέρου των επιμέρους τμημάτων του κώδικα στα οποία κρύβονται σημαντικές λεπτομέρειες, που μπορεί να βρίσκονται σε λιγότερα από 20 cm²,

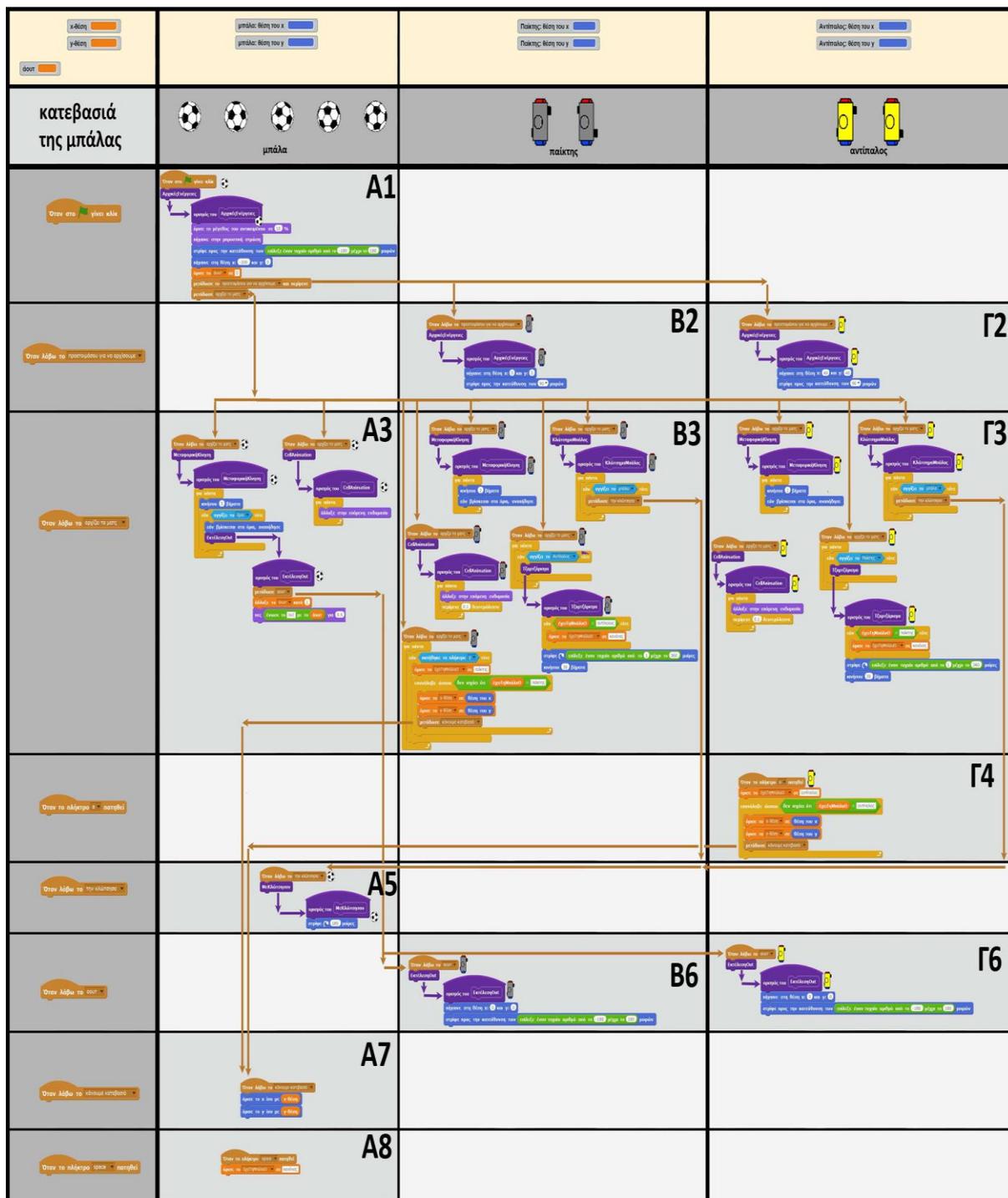
δηλαδή πρέπει ταυτόχρονα να είναι εφικτή η διαχείριση καταστάσεων που έχουν διαφορές οπτικού μεγέθους της τάξης του 10³.

Σε αυτή τη διαχείριση δεν βοηθάει και η σε μεγάλο βαθμό αδυναμία των λογισμικών ανάπτυξης οπτικού κώδικα (Scratch/BYOB, StarlogoTNG, AppInventor, TurtleArt...) να οργανώσουν σε ικανοποιητικό βαθμό τον κατακερματισμένο και κρυμμένο κώδικα μέσα στα αντικείμενα.

Αυτή η ανάγκη οδήγησε στην επινόηση του κωδικΟράματος που απεικονίζει το σύνολο της δομής του κώδικα ενός συστήματος. Σημειωτέον ότι τα κωδικΟράματα ως εργαλεία μετά τη δημιουργία τους βρήκαν εφαρμογές και σε άλλα πεδία πέραν της πρώτης ανάγκης που τα δημιούργησε και έτσι βρίσκονται σε μια διαδικασία συνεχούς εξέλιξης.

Ορισμός και κανόνες σχεδίασης του κωδικΟράματος

Το κωδικΟραμα (Σχήμα 1) είναι ένας οπτικοποιημένος διδιάστατος πίνακας που απεικονίζει το σύνολο του κώδικα. Στην οριζόντια διάσταση του πίνακα παρατίθενται τα αντικείμενα που εμπλέκονται σε ένα προγραμματιστικό πρόβλημα και στην κατακόρυφη διάσταση παρατίθενται οι καταστάσεις στις οποίες βρίσκονται τα αντικείμενα κατά την εκτέλεση του προγράμματος. Στην επιφάνεια που ορίζεται δημιουργούνται κελιά στα οποία αναπτύσσονται τμήματα του οπτικοποιημένου κώδικα που καθορίζει την εκάστοτε συμπεριφορά του αντικειμένου. Σημειωτέον ότι συνήθως υπάρχουν κενά κελιά κάτι που παρέχει σημαντικές πληροφορίες για τα χαρακτηριστικά του κώδικα (Λαδιάς κ.α., 2016).



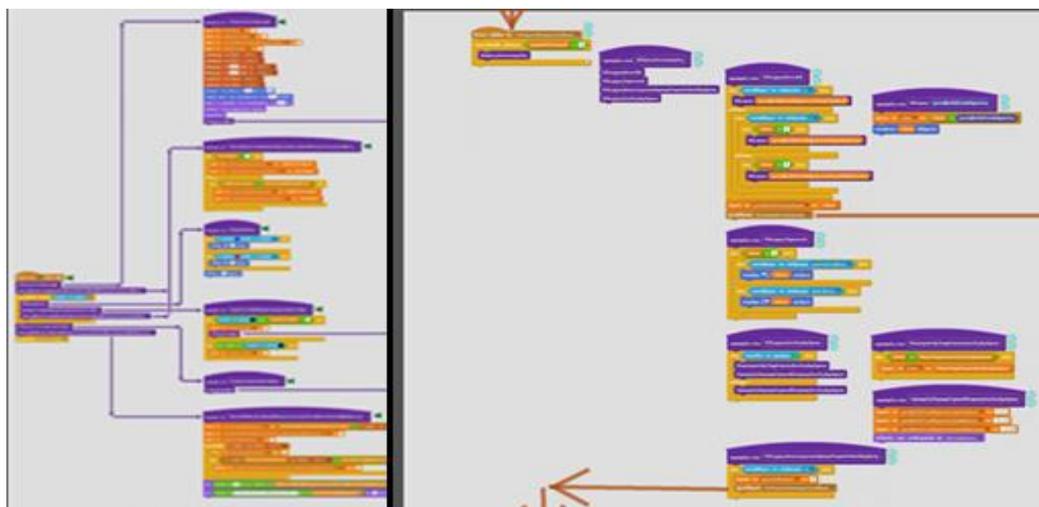
Σχήμα 1. ΚωδικΟραμα με τρία αντικείμενα σε οκτώ καταστάσεις. Διακρίνονται οι μεταβάσεις από σενάριο σε σενάριο που γίνονται με τη χρήση μηνυμάτων (βέλη χρώματος καφέ)

Οι διάφορες διασυνδέσεις που συμβολίζουν την επικοινωνία μεταξύ των τμημάτων του κώδικα αναπαριστούνται με βέλη που δείχνουν τη ροή της πληροφορίας. Οι διασυνδέσεις αφορούν το χειρισμό του κώδικα με διαδικασίες, μεταβλητές, μηνύματα και κλώνους. Είναι αυτονόητο ότι οι διασυνδέσεις γίνονται μεταξύ ομοίων π.χ. μεταξύ της κλήσης μιας διαδικασίας και του ορισμού της, μεταξύ της αλλαγής της τιμής μιας μεταβλητής και της εντολής ελέγχου της τιμής της μεταβλητής, μεταξύ της μετάδοσης ενός μηνύματος και του κώδικα που αντιστοιχεί στη λήψη του μηνύματος και μεταξύ της εντολής δημιουργίας ενός

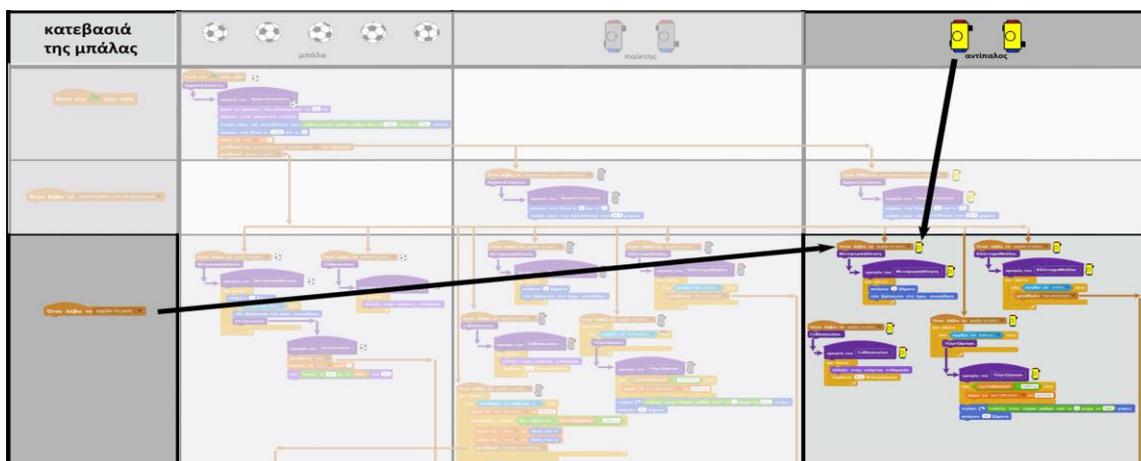
κλώνου και του κώδικα που προσδιορίζει τα χαρακτηριστικά του κλώνου μετά τη δημιουργία του.

Στο κωδικόγραμμα η αντιστοίχιση των χρωμάτων των διαφόρων διασυνδέσεων βασίστηκε στη χρωματική κωδικοποίηση που έχει υιοθετηθεί από το Scratch: μωβ χρώμα για τη διαχείριση των διαδικασιών, πορτοκαλί χρώμα για τη διαχείριση των μεταβλητών, καφέ χρώμα για τη διαχείριση των μηνυμάτων και μουσταρδί χρώμα για τη διαχείριση των κλώνων. Σε απλά κωδικόγραμμα τα μωβ βέλη/διασυνδέσεις συνδέουν τα πλακίδια κλήσης μιας διαδικασίας με τον κώδικα που ορίζει τη διαδικασία (Σχήμα 2 αριστερά). Σε πολύπλοκα όμως κωδικόγραμμα, για να μειωθεί ο οπτικός θόρυβος, αυτές οι συνδέσεις έχουν αντικατασταθεί με μια τοπολογία επιπέδων όπου οι κώδικες που ορίζουν τις διαδικασίες τοποθετούνται στο ίδιο ύψος (εάν είναι εφικτό) και δεξιότερα από το πλακίδιο που καλεί τη διαδικασία, όπως στο δεξιό τμήμα του Σχήματος 2 (Λαδιάς, 2016).

Το στίγμα (οι συντεταγμένες) των κωδικών ενός κελιού δίνεται αφενός από την επικεφαλίδα του (τετμημένη) και αφετέρου από το εικονίδιο δίπλα στη επικεφαλίδα (τεταγμένη), εξασφαλίζοντας έτσι ότι ο χρήστης δεν θα έχει απώλεια προσανατολισμού κατά την εμβύθιση σε λεπτομέρειες (Σχήμα 3).



Σχήμα 2. Δύο τρόποι αναπαράστασης της ιεραρχικής δομής του κώδικα, στην αριστερή εικόνα χρησιμοποιώντας βέλη ενώ στη δεξιά εικόνα με τη χρήση τοπολογίας επιπέδων



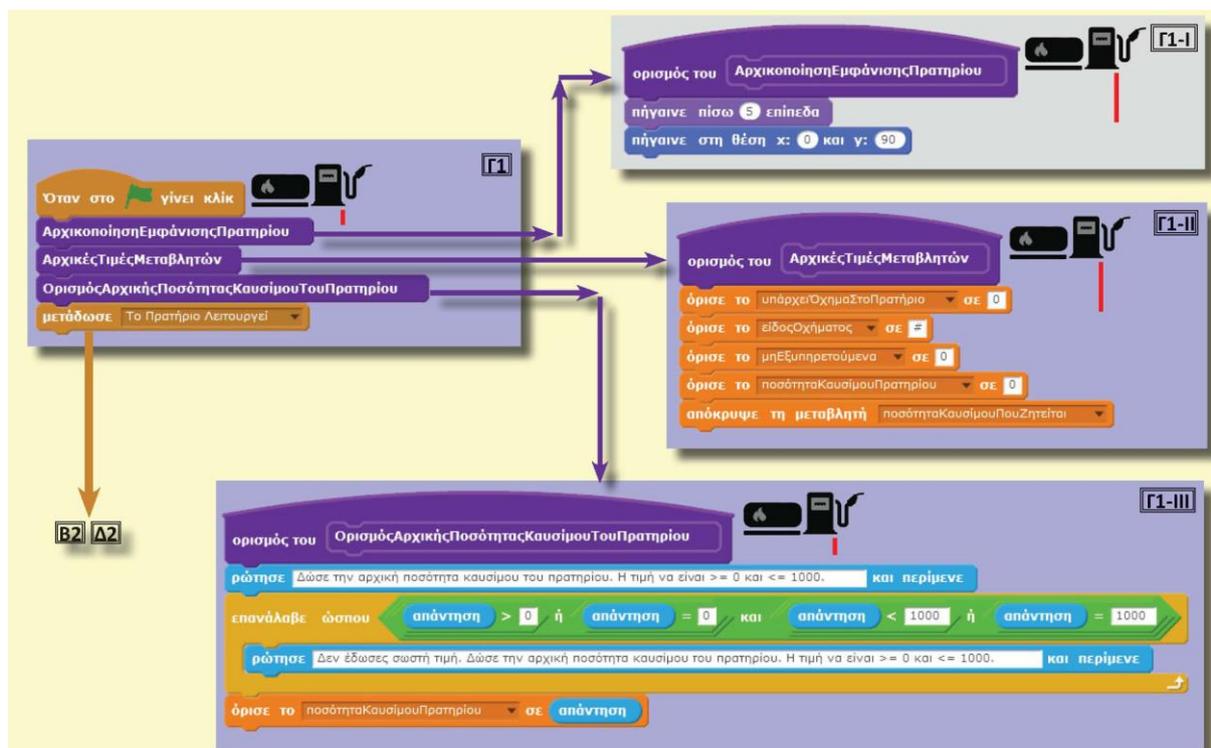
Σχήμα 3. Το κελί στο οποίο ανήκει κάθε τμήμα κώδικα ταυτοποιείται από τις συντεταγμένες του

Η απεικόνιση του κάθε αντικειμένου (στον οριζόντιο άξονα) δεν περιορίζεται μόνο στη βασική ενδυμασία του αλλά -στο μέτρο του δυνατού- εμφανίζονται όσο το δυνατόν περισσότερες από το σύνολο των ενδυμασιών του. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να γίνεται εμφανής στο χρήστη η δυνατότητα του αντικειμένου για την παραγωγή cel animation (Σχήμα 1, γραμμή με αντικείμενα).

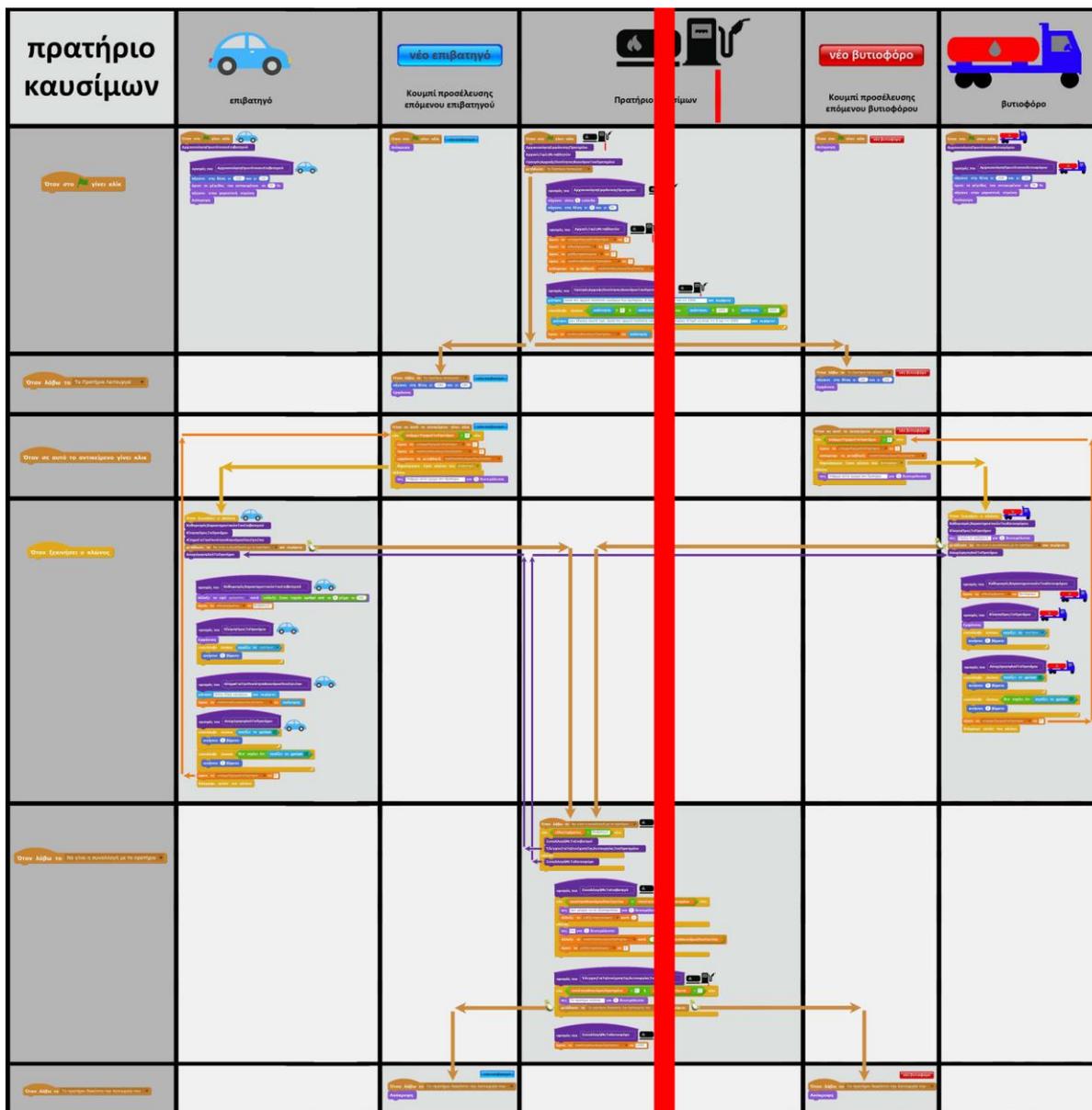
Σε μια γραμμή επάνω από κάθε αντικείμενο εμφανίζονται τα δεδομένα και οι δομές δεδομένων που ως «τοπικές» μεταβλητές (είναι αφενός οι εξ ορισμού από το Scratch όπως θέση X, θέση Y, κατεύθυνση... και αφετέρου αυτές που ορίζονται από τον προγραμματιστή) χρησιμοποιούνται από το πρόγραμμα, ενώ το σύνολο των κοινών για όλα τα αντικείμενα (καθολικών) μεταβλητών (όπως π.χ. ο timer του συστήματος) και δομών δεδομένων εμφανίζεται στο επάνω αριστερά κελί του κωδικΟράματος (Σχήμα 1). Επιπλέον προτείνεται να αξιοποιηθεί η δυνατότητα κάποια υποσύνολα των δεδομένων που αντιστοιχούν σε συγκεκριμένες λογικές δομές να «ομαδοποιούνται οπτικά» σε μορφή «λογικών εγγραφών».

Η ευαναγνωσιμότητα των κωδικΟραμάτων -ένα παράδειγμα εφαρμογής του φαίνεται στο Σχήμα 4 που προέρχεται από το «Τετράδιο μαθητή για τα ειδικά θέματα προγραμματισμού»- βελτιώνεται αν ο κώδικας ακολουθεί τις συμβάσεις του ευανάγνωστου προγραμματισμού με εννοιολογική ονοματολογία των μεταβλητών και των διαδικασιών (προτεινόμενη η «τυποποίηση της καμήλας»), ώστε να περιορίζεται η ανάγκη για προσθήκη επεξηγηματικών σχολίων τεκμηρίωσης και έτσι το κωδικΟραμα που παράγεται να διαβάζεται ως κείμενο.

Η κατάλληλη χωρική τοποθέτηση/γεινίαση των αντικειμένων (που αντιστοιχεί στη χωροθέτηση των κατακόρυφων στηλών) αποσκοπεί αφενός στο να μην επικαλύπτονται/τέμνονται οι γραμμές διασύνδεσης μεταξύ των επιμέρους τμημάτων του κώδικα με αποτέλεσμα τη μείωση του οπτικού θορύβου και αφετέρου να αναδεικνύονται στοιχεία συμμετρίας/ομοιότητας που προκύπτουν από τη φύση του προβλήματος (Σχήμα 5).



Σχήμα 4. Παράδειγμα ευανάγνωστου προγραμματισμού με τα ονόματα των μεταβλητών και των διαδικασιών να βασίζονται στην εννοιολογική ονοματολογία



Σχήμα 5. ΚωδικΌραμα στο οποίο η κατάλληλη χωρική τοποθέτηση των αντικειμένων ανέδειξε τα στοιχεία συμμετρίας (με άξονα συμμετρίας την κόκκινη γραμμή) του κώδικα

Επίσης η κατάλληλη χωρική τοποθέτηση/γειτνίαση των καταστάσεων (που αντιστοιχεί στην τοποθέτηση των οριζόντιων γραμμών) αποσκοπεί στο να αναδεικνύεται η χρονική εξέλιξη του συστήματος. Οι διακριτές χρονικές καταστάσεις αναπαρίστανται στην κατακόρυφη διάσταση του ΚωδικΌραματος με αποτέλεσμα η χρονική εξέλιξη του συστήματος να αναπαρίστανται με μεταπτώσεις στον κατακόρυφο άξονα (συνήθως από πάνω προς τα κάτω). Περιορισμοί σε αυτό τίθενται από τη φύση των εκάστοτε προβλημάτων π.χ. όταν έχουμε επαναληπτικές ή αναδρομικές φύσεως διαδικασίες υλοποιούμενες με τη χρήση μηνυμάτων.

Η προστιθέμενη αξία του κωδικΌραματος

Το κωδικΌραμα ως εργαλείο μπορεί να χρησιμοποιηθεί αφενός για την ανάπτυξη του προγραμματιστικού υλικού και αφετέρου για τη διδακτική και παιδαγωγική αξιοποίηση αυτού του υλικού. Επειδή πολλά στοιχεία του κωδικΌραματος έχουν ταυτόχρονα

προγραμματιστικούς, διδακτικούς και παιδαγωγικούς ρόλους, εξετάζονται από κοινού ενώ επισημαίνονται κάθε φορά αυτοί οι ρόλοι.

Στον Πίνακα 1 αναφέρονται τα σημεία που προσδίδουν παιδαγωγική, διδακτική και προγραμματιστική, προστιθέμενη αξία στο κωδικΟραμα ανάλογα με τους στόχους που επιτελούν σύμφωνα με την αναθεωρημένη ταξινόμια του Bloom. Η κατάταξη αυτών των σημείων στα διάφορα επίπεδα της ταξινόμιας του Bloom έγινε με βάση τα ρήματα που χρησιμοποιούνται για την περιγραφή των στόχων και τα οποία ρήματα αντιστοιχούν (σχεδόν μονοσήμαντα) στα επίπεδα του Bloom. Υπενθυμίζεται ότι η αντιστοιχία των επιπέδων της αναθεωρημένης ταξινόμιας του Bloom με τη λεκτική αναφορά τους είναι η: Α - Ανάκληση γνώσης, Β - Αντίληψη & κατανόηση, Γ - Εφαρμογή, Δ - Ανάλυση & Οργάνωση, Ε - Αξιολόγηση, ΣΤ - Σύνθεση & δημιουργία.

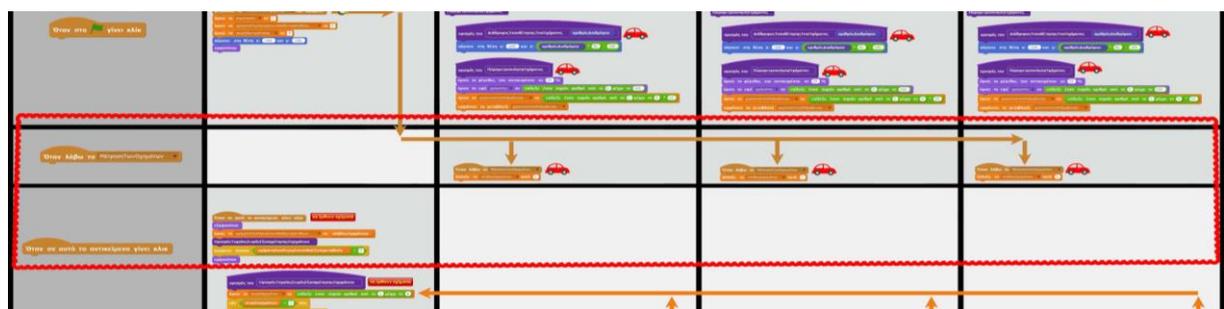
Πίνακας 1. Περιγραφή χαρακτηριστικών του κωδικΟράματος

αύξων αριθμός	Περιγραφή χαρακτηριστικών του κωδικΟράματος	Ταξινόμια Bloom	Προστιθέμενη αξία			
			Παιδαγωγική	Διδακτική	Προγραμ/στική	
1	Το κωδικΟραμα απεικονίζει τη φιλοσοφία της σχεδίασης του κώδικα. Έτσι οπτικοποιούνται και αναπαριστάνονται τα πρότυπα στα οποία έχει βασιστεί η σχεδίαση όπως π.χ. ο αρθρωτός προγραμματισμός στον οποίον η ιεραρχία απεικονίζεται με τη δένδροειδή δομή του που έχει ως αποτέλεσμα να διαπιστώνεται η μη επαναληψιμότητα του κώδικα και η αίσθηση του ανάγλυφου που δημιουργεί η δένδροειδής δομή.	A	√	√	√	
2	Με το κωδικΟραμα αναγνωρίζεται άμεσα το μέγεθος του κώδικα που είναι ανάλογο με την επιφάνεια του κωδικΟράματος.	A	√	√	√	
3	Με το κωδικΟραμα αναγνωρίζεται άμεσα η "πυκνότητα" του κώδικα που είναι αντιστρόφως ανάλογη με τα κενά κελιά.	A	√	√	√	
4	Με το κωδικΟραμα αναγνωρίζονται τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του κώδικα (με βάση το χρωματικό κώδικα που υιοθετήθηκε), π.χ. τμήματα κώδικα με μωβ χρώμα συνεπάγεται χρήση διαδικασιών και συνεπώς ανάπτυξη τμηματικού προγραμματισμού, τμήματα κώδικα με κίτρινο και βεραμάν χρώμα χαρακτηρίζονται ως περιοχές με υψηλού αλγοριθμικού φόρτου (δομές επιλογής / επανάληψης και τελεστές), συσσώρευση πολλών πορτοκαλί εντολών μπορεί να είναι περιοχή αρχικοποίησης τιμών μεταβλητών και σε αυτή την περίπτωση μπορεί να αναδειχθεί ο «νοικοκυρεμένος κώδικας» κ.λπ.	A	√	√	√	
5	Με το κωδικΟραμα αναγνωρίζεται η "πολυπλοκότητα" του κώδικα π.χ. πολλαπλές συνδέσεις με βέλη καφέ χρώματος σημαίνει επικοινωνιακός φόρτος, π.χ. στο κωδικΟραμα του "Δρομολογητή πακέτων" (http://bit.ly/1KjWJjQ) αναγνωρίζεται εύκολα ότι υπάρχει απλός αλγοριθμικός κώδικας αλλά μεγάλος επικοινωνιακός φόρτος μεταξύ των αντικειμένων.	A	√	√	√	
6	Με το κωδικΟραμα εντοπίζονται οι περιοχές εκείνες του κώδικα που εξυπηρετούν τη διάδραση με εξωτερικούς παράγοντες ως ασυνέχειες στη ροή της πληροφορίας από κατάσταση σε κατάσταση π.χ. κάποια δράση του χρήστη (Σχήμα 6).	B	-	√	√	

7	Προ Με το κωδικΌραμα εντοπίζονται τα σημεία εκείνα του κώδικα που επιδέχονται βελτιστοποίηση.	B	-	√	√
8	Με το κωδικΌραμα διακρίνεται η παράλληλη εκτέλεση κωδικών (στο εσωτερικό ενός κελιού ενός αντικειμένου (Σχήμα 1, κελί Β3), από την παράλληλη εκτέλεση κωδικών διαφορετικών αντικειμένων (Σχήμα 1, κελιά Α3, Β3 και Γ3).	B	-	√	√
9	Με το κωδικΌραμα διακρίνονται ευκολότερα τα απλά δεδομένα από τις δομές δεδομένων.	B	-	√	√
10	Με το κωδικΌραμα διακρίνονται πιο εύκολα οι καθολικές μεταβλητές από τις μεταβλητές που είναι εσωτερικές στα αντικείμενα.	B	-	√	√
11	Με το κωδικΌραμα διακρίνονται πιο εύκολα οι μεταβλητές του προγράμματος από τις παραμέτρους που περνούν τιμές σε μια διαδικασία.	B	-	√	√
12	Με το κωδικΌραμα διακρίνονται πιο εύκολα οι καθολικές μεταβλητές (του προγράμματος) από τις τοπικές μεταβλητές μιας διαδικασίας.	B	-	√	√
13	Με το κωδικΌραμα ο εκπαιδευτικός που εφαρμόζει ομαδοσυνεργατική διδασκαλία και μέθοδο project μπορεί να εντοπίσει τις περιοχές του κώδικα που θα ανατεθούν στις επιμέρους ομάδες εργασίας καθώς και οι απαιτούμενοι διάλογοι επικοινωνίας μεταξύ αυτών κάτι που διευκολύνει τους μαθητές των ομάδων εργασίας να έχουν αντίληψη των ορίων του χώρου στον οποίο δραστηριοποιούνται σε σχέση με το συνολικό έργο.	B	√	-	-
14	Το κωδικΌραμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εποπτικό εργαλείο (σε δασκαλοκεντρική προσέγγιση - από πάνω προς τα κάτω) για την παρουσίαση της ολότητας του κώδικα.	Γ	√	√	-
15	Το κωδικΌραμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εποπτικό εργαλείο για την επίδειξη της επειροειδούς προσέγγισης (iterative development) / διαχρονικής εξέλιξης) ενός προγράμματος. Έτσι το κωδικΌραμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο για την ανάλυση, σχεδίαση, ανάπτυξη, αξιολόγηση και συνεχή βελτίωση του κώδικα ενός σύνθετου έργου.	Γ	√	√	√
16	Με τη χρήση των ΚωδικΟραμάτων αναδεικνύεται ο τρόπος λειτουργίας δομών ελέγχου της ροής του κώδικα όπως αυτή του «μετάδωσε και περίμενε».	Γ	-	√	√
17	Με το κωδικΌραμα μπορεί να συσχετιστεί (πιο εύκολα) το αίτιο με το αποτέλεσμα στα τμήματα του κώδικα στα οποία υιοθετείται προγραμματισμός καθοδηγούμενος από γεγονότα (event driven).	Γ	-	√	√
18	Το κωδικΌραμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εποπτικό εργαλείο για την παρουσίαση των τμημάτων του κώδικα όταν εφαρμόζεται η μέθοδος των «μαύρων κουτιών».	Γ	-	√	√
19	Το κωδικΌραμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εποπτικό εργαλείο για την επίδειξη της μεταφορισιμότητας του κώδικα (χρήση των κωδικΟραμάτων όμοιων αλγοριθμικά προγραμμάτων με διαφορετικές εικόνες των αντικειμένων).	Γ	-	√	√
20	Με το κωδικΌραμα αναλύεται η αρχή της απόκρυψης των λεπτομερειών κατά τη μετάβαση σε διαδικασίες-αρθρώματα χαμηλότερου επιπέδου.	Δ	-	√	√

21	Με το κωδικΌραμα μπορούν να ξεχωρίσουν οι διάφορες μορφές επικοινωνίας μεταξύ των τμημάτων του κώδικα που επιλέγονται από τον προγραμματιστή: επικοινωνία αποκλειστικά με χρήση μεταβλητών, επικοινωνία αποκλειστικά με χρήση μηνυμάτων, υβριδική επικοινωνία με χρήση μεταβλητών και μηνυμάτων.	Δ	-	√	√
22	Με το κωδικΌραμα διαφοροποιούνται τα μηνύματα επικοινωνίας μεταξύ των αντικειμένων από τις αναγγελίες προς το χρήστη που εμφανίζονται στην οθόνη.	Δ	√	√	√
23	Με το κωδικΌραμα διαφοροποιείται το αντίγραφο ενός αντικειμένου (μια μορφή «κλάσης» στο Scratch) από τον κλώνο του αντικειμένου.	Δ	-	√	√
24	Με το κωδικΌραμα προσδιορίζονται οι προδιαγραφές επικοινωνίας μεταξύ των τμημάτων του κώδικα.	Δ	-	√	√
25	Με το κωδικΌραμα ελέγχεται η ορθότητα του καταμερισμού των αρμοδιοτήτων των αντικειμένων (ως προς το ποιά αντικείμενο κάνει τι).	Δ	-	√	√
26	Με το κωδικΌραμα αφενός διαφοροποιείται η χρονοδρομολόγηση των τμημάτων του κώδικα όπως π.χ. πού ο κώδικας εκτελείται σειριακά και με ποιά σειρά και πού (ψευδο)παράλληλα και αφετέρου διαπιστώνεται η αναγκαιότητα σειριακού ή παράλληλου ανάλογα με τη φύση του προβλήματος.	Δ	√	√	√
27	Με το κωδικΌραμα διαπιστώνεται ότι (στο περιβάλλον του Scratch) ο προγραμματισμός είναι βασισμένος σε αντικείμενα (object based) και δύνανται να διακριθεί από τον αντικειμενοστρεφή προγραμματισμό (object oriented). Αυτό γίνεται εμφανές γιατί στον object based η διαδικασία ανήκει μόνο σε ένα αντικείμενο (ή και στους κλώνους του) και συνεπώς ανήκει μόνο σε μια στήλη του κωδικΟράματος (που αντιστοιχεί σε ένα αντικείμενο) ενώ μπορεί η ίδια διαδικασία να χρησιμοποιηθεί από δύο διαφορετικές γραμμές στο κωδικΌραμα.	Δ	-	√	√
28	Με το κωδικΌραμα γίνεται πιο εύκολη η διαφοροποίηση των δεδομένων από τον αλγόριθμο (στο Σχήμα 1 τα δεδομένα εμφανίζονται στην πρώτη γραμμή σε μια πρώτη προσπάθεια να διαφοροποιηθούν από τον αλγόριθμο).	Δ	-	√	√
29	Με το κωδικΌραμα μπορεί να διαφοροποιηθούν οι τρόποι διαχείρισης των συμβάντων / γεγονότων της τεχνικής polling (με χρήση της εντολής Εάν) από την τεχνική interrupt με χρήση της εντολής «Όταν...» (Σχήμα 7).	Δ	-	√	√
30	Με το κωδικΌραμα διαπιστώνεται πιο εύκολα ότι η πλοήγηση και η αλληλεπιδραστικότητα του χρήστη από το πρόγραμμα είναι οι δύο όψεις του ίδιου νομίσματος	Δ	√	√	-
31	Με το κωδικΌραμα αναγνωρίζεται και αξιολογείται η δυνατότητα επεκτασιμότητας του κώδικα.	E	-	√	√
32	Με το κωδικΌραμα αξιολογείται ο βαθμός ανάλυσης της ιεραρχικής δομής (Σχήμα 8).	E	√	√	√
33	Με το κωδικΌραμα κατηγοριοποιείται ο κώδικας ανάλογα με τον σκοπό του (π.χ. κώδικας αλγοριθμικού πυρήνα, κώδικας διαχείρισης περιβάλλοντος διεπαφής και διάδρασης με χρήστη, κώδικας υλοποίησης ηχητικής διεπαφής...) και οργανώνεται σε παράλληλα επίπεδα στο κωδικΌραμα (δεν είναι τυχαία η χωροταξική κατανομή των τμημάτων του κώδικα εντός των κελιών).	ΣΤ	-	√	√

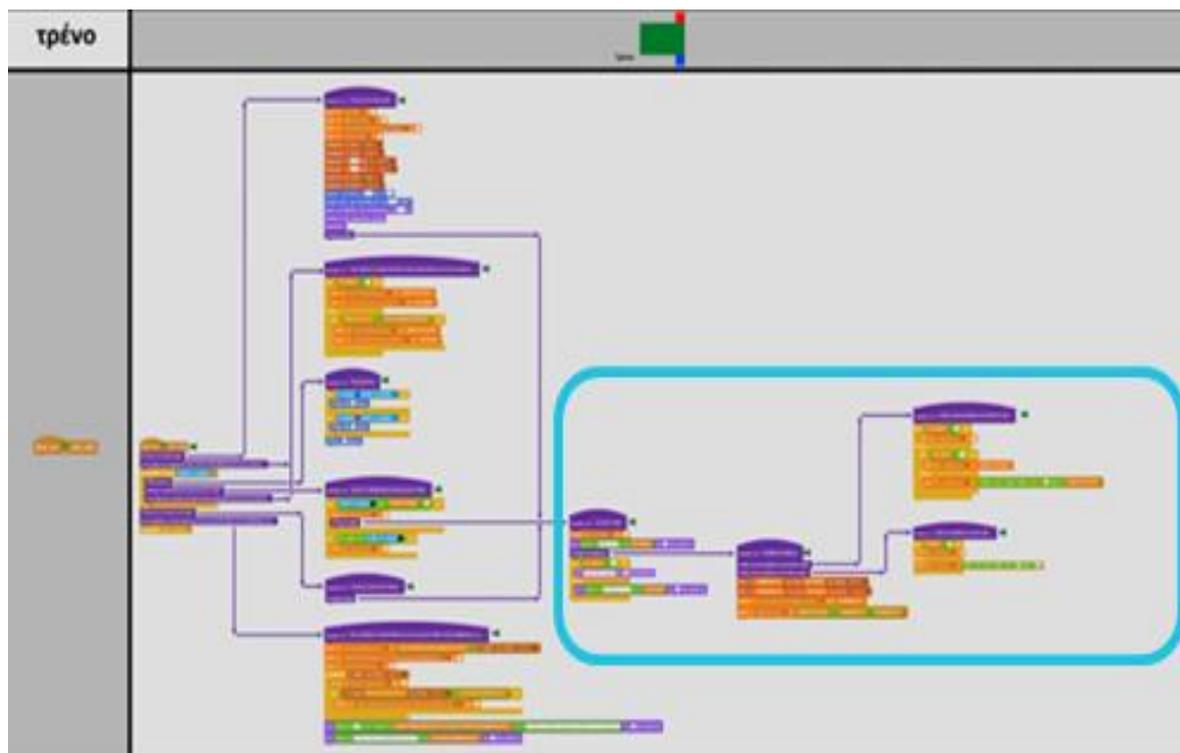
34	Με το κωδικόγραμμα ταξινομείται ο κώδικας ανάλογα με την σειρά που επιλέγεται από τον εκπαιδευτικό για να διδαχθεί π.χ. σε μια διαδικασία σπειροειδούς προσέγγισης	ΣΤ	√	√	-
35	Με το κωδικόγραμμα υπάρχει η δυνατότητα να οργανωθούν οι διαδικασίες ενός αντικειμένου σε βιβλιοθήκες.	ΣΤ	-	√	√
36	Με το κωδικόγραμμα διευκολύνεται η ανάδειξη της ανάγκης να οργανωθούν τα απλά δεδομένα και να ολοκληρωθούν σε σύνθετα δεδομένα (δομές δεδομένων).	ΣΤ	-	√	√
37	Με το κωδικόγραμμα οργανώνονται πιο εύκολα τα ανομοιογενή δεδομένα των εγγραφών σε δομές ομοιογενών δεδομένων όπως οι λίστες.	ΣΤ	-	√	√
38	Το κωδικόγραμμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο για τον εκπαιδευτικό που εφαρμόζει διαφοροποιημένη διδασκαλία βοηθώντας τον στη δημιουργία πολλαπλών εναλλακτικών και διαβαθμισμένης δυσκολίας φύλλων εργασίας ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες των μαθητών του. Σε αυτό μπορεί να χρησιμοποιήσει πολλαπλά και διαφορετικής δυσκολίας “μισοψημένα σενάρια”, χρησιμοποιώντας τεχνικές ενεργητικής ανάγνωσης για τον εντοπισμό των χαρακτηριστικών των αντικειμένων, για τον εντοπισμό των απαραίτητων μεταβλητών, για τον εντοπισμό των αναγκαίων μηνυμάτων, για την αναγνώριση της ροής πληροφοριών του προγράμματος, κ.λπ.	ΣΤ	√	√	-



Σχήμα 6. Στην κόκκινη περιοχή, στο όριο μεταξύ διαδοχικών καταστάσεων, εντοπίζεται ασυνέχεια της ροής καθώς σε αυτήν εξυπηρετείται η διάδραση με τον χρήστη



Σχήμα 7. Ο τρόπος λειτουργίας της τεχνικής rolling (κόκκινο παραλληλόγραμμο) σε αντιδιαστολή με αυτόν της τεχνικής interrupt (πράσινο παραλληλόγραμμο)



Σχήμα 8. Στο τμήμα αυτού του κωδικΟράματος φαίνεται η ιεραρχία με το βασικό πρόγραμμα (αριστερά) να καλεί τέσσερες διαδικασίες και η τρίτη εξ αυτών καλεί μια άλλη, που αυτή καλεί μια άλλη, που και αυτή καλεί δύο άλλες

Η αξιολόγηση της χρήσης του κωδικΟράματος

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα πρώτα αποτελέσματα έρευνας που διεξήχθη με χρήση ηλεκτρονικού ερωτηματολογίου σχετικά με τις απόψεις εκπαιδευτικών πληροφορικής για την προστιθέμενη αξία του κωδικΟράματος στη διδασκαλία του οπτικού προγραμματισμού σε περιβάλλον Scratch. Οι εκπαιδευτικοί παρακολούθησαν εθελοντικά τρίωρο σεμινάριο εκτός ωραρίου εργασίας με θέμα «ΚωδικΟραμα: Εργαλείο για τη διδακτική του οπτικού προγραμματισμού». Το σεμινάριο έγινε στις 2, 5 & 12 Φεβρουαρίου 2016, στα εργαστήρια πληροφορικής των Εργαστηριακών Κέντρων Νέας Σμύρνης και Κορυδαλλού. Για το σεμινάριο υποβλήθηκαν 87 αιτήσεις, το παρακολούθησαν 54 εκπαιδευτικοί και στο ερωτηματολόγιο για την αξιολόγηση απάντησαν 47 από τους συμμετέχοντες, στο διάστημα από 3 έως 17 Φεβρουαρίου 2016. Το ερωτηματολόγιο αξιολογεί το βαθμό αποδοχής από τους εκπαιδευτικούς 25 σημείων σχετικών με την εφαρμογή του κωδικΟράματος σε θέματα του προγραμματισμού και της διδακτικής του προγραμματισμού σε περιβάλλον Scratch (οπτικού προγραμματισμού με πλακίδια), που παρουσιάστηκαν στο σεμινάριο. Οι απαντήσεις των ερωτηματολογίων έχουν αποτιμηθεί στην κλίμακα Likert, ανάλογα με το βαθμό αποδοχής από τους εκπαιδευτικούς (βαθμός 5 - υψηλή αποδοχή έως βαθμός 1 - χαμηλή αποδοχή) και έχουν ομαδοποιηθεί με βάση τη βαθμολογία που συγκέντρωσαν στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2. Αποτελέσματα των απαντήσεων των εκπαιδευτικών στο ερωτηματολόγιο αξιολόγησης του κωδικΟράματος

α/α	Ερώτηση	Αξιολόγηση κλίμακα Likert (1-5)	Επίπεδο Bloom
	Σε ποιο βαθμό κατά τη γνώμη σας το κωδικΟραμα μπορεί να:		
1	...υιοθετήσει ως απαραίτητη την επιλογή να υπάρχει το εικονίδιο του αντικειμένου δίπλα στην επικεφαλίδα κάθε τμήματος του κώδικα (ώστε να μην υπάρχει απώλεια προσανατολισμού του χρήστη κατά το zoom σε κάποιο εκτεταμένο κωδικΟραμα).	5	E
2	...κάνει ευκολότερο τον εντοπισμό περιοχών του κώδικα που έχουν αλγοριθμικό φόρτο (εντολές επιλογής, επανάληψης) ή επικοινωνιακό φόρτο (εντολές αποστολής/λήψης μηνυμάτων) με την κωδικοποίηση των χρωμάτων που ακολουθείται.	5	E
3	...κάνει ευκολότερη τη σύγκριση μεταξύ δύο προγραμμάτων όσον αφορά το μέγεθος του κώδικα.	5	Δ
4	...κάνει ευκολότερη τη σύγκριση μεταξύ δύο προγραμμάτων όσον αφορά την «πυκνότητα» του κώδικα (ποσοστό κενών κελιών).	5	Δ
5	...αναδειξει καλύτερα τη διάκριση μεταξύ σειριακού και παράλληλου προγραμματισμού.	5	Δ
6	...αναπαραστήσει με επιτυχία τις διακριτές καταστάσεις στις οποίες μπορεί να βρεθεί το σύστημα κατά την εξέλιξη της εκτέλεσης του προγράμματος.	4	ΣΤ
7	...αναδειξει τις περιοχές κώδικα που έχουν σαφείς ομοιότητες (π.χ. «συμμετρία») με άλλες περιοχές κώδικα.	4	E
8	...βοηθήσει στο να γίνει κατανοητό το ποιος κώδικας αντιστοιχεί σε ποια συμπεριφορά, ποιου αντικειμένου και σε ποια κατάσταση.	4	Δ
9	...βοηθήσει στο να γίνει αντιληπτό ταυτόχρονα αφενός το σύνολο του κώδικα και αφετέρου η εστίαση σε επιμέρους μικρά τμήματα του κώδικα, ενός πολύπλοκου έργου.	4	Δ
10	...βοηθήσει ώστε να γίνει ευκολότερα ο διαχωρισμός αρμοδιοτήτων στα τμήματα του κώδικα (ποιο κομμάτι κώδικα θα κάνει τι).	4	Δ
11	...αναδειξει καλύτερα τη διάκριση μεταξύ των τμημάτων του κώδικα που λειτουργούν παράλληλα εντός ενός αντικειμένου και των τμημάτων του κώδικα που λειτουργούν παράλληλα σε περισσότερα του ενός αντικείμενα.	4	Δ
12	...αναδειξει τον τρόπο λειτουργίας της εντολής «μετάδωσε και περίμενε» (με την αναμονή για ολοκλήρωση της εκτέλεσης όλων των «νημάτων» κώδικα που ενεργοποιεί αυτή η εντολή).	4	Γ
13	...κάνει εμφανέστερη (αναδειξει) την ανάγκη για βελτιστοποίηση του κώδικα.	3	E
14	...κάνει πιο εύκολα εμφανή την επαναληπτική λειτουργία τμημάτων του κώδικα με τη χρήση μηνυμάτων.	3	Γ
15	...κάνει πιο εύκολα εμφανείς τις περιοχές του κώδικα που ως αίτια προκαλούν την ενεργοποίηση άλλων τμημάτων του κώδικα (αίτιο και αιτιατό).	3	Γ
16	...αναπαραστήσει με επιτυχία τη ροή της πληροφορίας μεταξύ των τμημάτων του κώδικα με τη χρήση πορτοκαλί γραμμών-συνδέσμων που αντιστοιχούν στην επικοινωνία μέσω μεταβλητών.	3	B
17	...αναπαραστήσει με επιτυχία τη ροή της πληροφορίας μεταξύ των τμημάτων του κώδικα με τη χρήση καφέ γραμμών-συνδέσμων που αντιστοιχούν στα μηνύματα.	3	B

18	...υιοθετήσει ως απαραίτητη την επιλογή να μην σχεδιάζονται οι μωβ γραμμές που διασυνδέουν την κλήση μιας διαδικασίας με τον ορισμό της διαδικασίας αλλά αυτό να αντικατασταθεί με την τοποθέτηση στο χώρο των ορισμών των διαδικασιών ένα επίπεδο δεξιότερα από την κλήση της διαδικασίας.	2	Ε
19	...βοηθήσει στη διάκριση μεταξύ των μηνυμάτων που στέλνει ένα αντικείμενο σε άλλα αντικείμενα και των μηνυμάτων-αναγγελιών που στέλνει ένα αντικείμενο προς το χρήστη και τα οποία εμφανίζονται στην οθόνη.	2	Δ
20	...βοηθήσει στη διάκριση μεταξύ των αντιγράφων των αντικειμένων (που μπορεί να λειτουργούν ως "κλάσεις") και των κλώνων των αντικειμένων (που δημιουργούνται κατά την εκτέλεση του προγράμματος).	2	Δ
21	...αναδειχθεί καλύτερα η διάκριση μεταξύ object oriented και object based προγραμματισμού (στον object based μια διαδικασία ανήκει αποκλειστικά σε ένα αντικείμενο, σε αντίθεση με τον object oriented).	2	Δ
22	..αναδειχθεί καλύτερα η διάκριση μεταξύ της διαχείρισης αιτημάτων εξυπηρέτησης με τις μεθόδους interrupt και polling (έλεγχος αν πατήθηκε κάποιο πλήκτρο με χρήση εντολών «όταν» ή «εάν»).	2	Δ
23	...αναδειχθεί καλύτερα η διάκριση μεταξύ των καθολικών μεταβλητών και των μεταβλητών που είναι εσωτερικές στα αντικείμενα.	2	Δ
24	...αναδειχθεί καλύτερα η διάκριση μεταξύ των καθολικών μεταβλητών και των τοπικών μεταβλητών που είναι εσωτερικές σε διαδικασίες.	2	Δ
25	...αναδειχθεί καλύτερα ο μηχανισμός περάσματος τιμών σε μεταβλητές-παράμετρεις διαδικασιών.	2	Γ

Συμπεράσματα

Όσον αφορά τις μορφές προστιθέμενης αξίας όπως αυτές καταγράφονται στον πίνακα 1, φαίνεται ότι η παιδαγωγική εμφανίζεται μόνο στο 37% των χαρακτηριστικών του κωδικΟράματος, κάτι που είναι αναμενόμενο γιατί ο προγραμματισμός Η/Υ δεν είναι προνομιακό πεδίο της παιδαγωγικής. Η διδακτική προστιθέμενη αξία εμφανίζεται στο 97% των χαρακτηριστικών, γεγονός που επιβεβαιώνει το σημαντικό ρόλο που παίζει το κωδικΟραμα κατά τη διδασκαλία του προγραμματισμού. Η προγραμματιστική προστιθέμενη αξία προσεγγίζει στο 87% των χαρακτηριστικών και φαίνεται ότι αυτή κυριαρχεί στα ενδιάμεσα επίπεδα της ταξινόμιας του Bloom καλύπτοντας τα 7/8 των χαρακτηριστικών του Β' επιπέδου (Αντίληψη & κατανόηση), τα 5/6 του Γ' επιπέδου (Εφαρμογή) και 9/10 του Δ' επιπέδου (Ανάλυση & Οργάνωση).

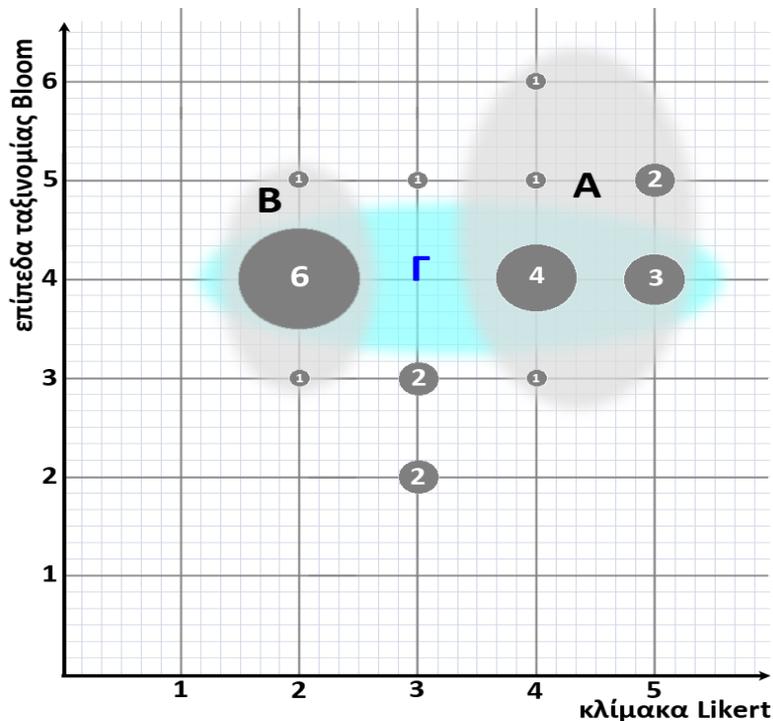
Αναπτόσσοντας το πλήθος των απαντήσεων σε γράφημα που στον ένα άξονα βρίσκεται η αποδοχή των εκπαιδευτικών (σε κλίμακα Likert) και στον άλλο άξονα το επίπεδο της αναθεωρημένης ταξινόμιας του Bloom στα οποία αντιστοιχούν τα θέματα των απαντήσεων (Σχήμα 9) παρατηρείται ότι υπάρχουν δύο περιοχές, η πρώτη (Α) συγκεντρώνει τα δώδεκα ισχυρά σημεία που συνηγορούν υπέρ της χρήσης του κωδικΟράματος και η δεύτερη (Β) τα οκτώ σημεία τα οποία φαίνεται να χρήζουν περαιτέρω προσοχής. Αξίζει να σημειωθεί ότι (όπως φαίνεται και από την περιοχή Γ) το κέντρο βάρους των σημείων που επιδιώκει να αξιοποιήσει το κωδικΟραμα αντιστοιχούν στο 4^ο επίπεδο (Ανάλυση & Οργάνωση) της αναθεωρημένης ταξινόμιας του Bloom.

Τα ισχυρά σημεία της χρήσης ΚωδικΟράματος είναι αφενός ότι διευκολύνει τη σύγκριση μεταξύ δύο προγραμμάτων όσον αφορά το μέγεθος και την «πυκνότητα» του κώδικα, μεταξύ σειριακού και παράλληλου προγραμματισμού και μεταξύ των τμημάτων του κώδικα που λειτουργούν παράλληλα εντός ενός αντικειμένου και των τμημάτων του κώδικα που

λειτουργούν παράλληλα σε περισσότερα του ενός αντικείμενα και αφετέρου να βοηθήσει στο να γίνει κατανοητό το ποιος κώδικας αντιστοιχεί σε ποια συμπεριφορά, ποιου αντικειμένου και σε ποια κατάσταση, να εστιάσει ταυτόχρονα αφενός το σύνολο του κώδικα και αφετέρου η εστίαση σε επιμέρους μικρά τμήματα του κώδικα, ενός πολύπλοκου έργου και να βοηθήσει ώστε να γίνει ευκολότερα ο διαχωρισμός αρμοδιοτήτων στα τμήματα του κώδικα.

Τα σημεία που φαίνεται να χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης είναι στη διάκριση μεταξύ των μηνυμάτων που στέλνει ένα αντικείμενο σε άλλα αντικείμενα και των μηνυμάτων-αναγγελιών που στέλνει ένα αντικείμενο προς το χρήστη και τα οποία εμφανίζονται στην οθόνη, μεταξύ των αντιγράφων των αντικειμένων και των κλώνων των αντικειμένων, μεταξύ object oriented και object based προγραμματισμού, μεταξύ της διαχείρισης αιτημάτων εξυπηρέτησης με τις μεθόδους interrupt και polling, μεταξύ των καθολικών μεταβλητών και των μεταβλητών που είναι εσωτερικές στα αντικείμενα και μεταξύ των καθολικών μεταβλητών και των τοπικών μεταβλητών που είναι εσωτερικές σε διαδικασίες.

Μια παρατήρηση που θα μπορούσε να γίνει μεταξύ των ισχυρών σημείων του κωδικΟράματος και των σημείων που χρειάζονται περαιτέρω διερεύνησης είναι ότι κατά κανόνα τα πρώτα αναφέρονται σε αλγοριθμικά χαρακτηριστικά του προγράμματος ενώ τα δεύτερα αναφέρονται στην αναπαράσταση και διαχείριση των δεδομένων του προγράμματος. Επίσης μια ερμηνεία για τα σημεία που φαίνεται να χρήζουν περαιτέρω προσοχής, η οποία προκύπτει από τη φύση των ίδιων των θεμάτων αυτών των σημείων, είναι ότι ενδεχομένως να οφείλεται στο γεγονός ότι οι εκπαιδευτικοί πληροφορικής που τα αξιολόγησαν να μην αισθάνονται εξοικειωμένοι με αυτά τα θέματα, καθώς λόγω ηλικίας έχουν γαλουχηθεί με το σειριακό και το δομημένο προγραμματισμό.



Σχήμα 9. Κατανομή των 25 χαρακτηριστικών των κωδικΟραμάτων με βάση το βαθμό αποδοχής των εκπαιδευτικών και την καταχώρησή τους στα επίπεδα της αναθεωρημένης ταξινόμησης του Bloom

Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι το δείγμα είναι μικρό και γι' αυτό θα χρειαστεί περαιτέρω έρευνα για να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα. Επίσης θα πρέπει να επισημανθεί η παρατήρηση ενός εκπαιδευτικού που αναφέρει «Το μόνο αρνητικό σε σχέση με τα κωδικΟράματα είναι ότι η δημιουργία τους που είναι δύσκολη και χρονοβόρα» και να αναζητηθούν τρόποι αυτόματης παραγωγής ΚωδικΟράματος, απευθείας από το προγραμματιστικό περιβάλλον. Όντως θα ήταν ιδιαίτερα χρήσιμο ένα εργαλείο λογισμικού που να βοηθάει στη σχεδίαση κωδικΟραμάτων.

Αναφορές

- Manches, A., & Plowman (2015). Computing education in children's early years: A call for debate. *British Journal of Educational Technology*, 48(1), 191-20, doi:10.1111/bjet.12355.
- Papadopoulou, G., Fotiadis, D., & Ladias A., (2015). *Special programming topics in Scratch*. Pallini, Attiki: Epinoia.
- Λαδιάς, Α. (2016). *Διδακτικές και παιδαγωγικές διαστάσεις του προγραμματισμού στην υποχρεωτική εκπαίδευση*. Έρκυνα, 10, 113-134.
- Λαδιάς, Α., & Λαδιάς, Δ. (2016). *Ρομποτική χωρίς ρομπότ. Ο προγραμματισμός Η/Υ ως πλώνας της ρομποτικής στην υποχρεωτική εκπαίδευση*. Στο Α. Μικρόπουλος, Α. Τσιάρα & Π. Χαλκή (επιμ.), 8^ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Διδακτική της Πληροφορικής» (σ. 79-87). Ιωάννινα: ΕΤΠΕ.
- Λαδιάς, Α., Παπαδόπουλος, Γ., & Φωτιάδης, Δ. (2016). ΚωδικΟραμα: Εργαλείο για την ανάπτυξη οπτικού προγραμματισμού σε Scratch. Στο Α. Τζιμογιάννης (επιμ.), *Βιβλίο Περιλήψεων Πανελληνίου Συνεδρίου «Ψηφιακό Εκπαιδευτικό Υλικό και Ηλεκτρονική Μάθηση 2.0»* (σ. 31). Κόρινθος.
- ΥΠΠΕΘ (2016). *Σχέδιο Πρότασης προώθηση ελεύθερου λογισμικού, προώθηση Ανοιχτών Εκπαιδευτικών Πόρων-Ανοιχτό Ψηφιακό Υλικό*. Ομάδα Εργασίας Ανοιχτού Λογισμικού Περιεχομένου, Ανακτήθηκε 25 Ιουνίου 2016, από <http://www.minedu.gov.gr/news/22255-14-07-16-i-eisigisi-meleti-tis-omadas-ergasias-anoixtoy-logismikoy-periexomenou-kai-eksoplismoy-protovathmias-kai-defterovathmias-ekpaidefsis>.
- Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (2010). *Πρόγραμμα Σπουδών για τις ΤΠΕ στην Προσχολική και στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση*. Πράξη "ΝΕΟ ΣΧΟΛΕΙΟ (Σχολείο 21ου αιώνα) - Νέο Πρόγραμμα Σπουδών". Αθήνα.
- Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (2011). *Ο Πληροφορικός Γραμματισμός στο Γυμνάσιο. Πράξη «ΝΕΟ ΣΧΟΛΕΙΟ (Σχολείο 21ου αιώνα) Νέο πρόγραμμα σπουδών, στους Άξονες Προτεραιότητας 1,2,3. Οριζόντια Πράξη», Υποέργο 1: «Εκπόνηση Προγραμμάτων Σπουδών Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης και οδηγιών για τον εκπαιδευτικό «Εργαλεία Διδακτικών Προσεγγίσεων», 1η Έκδοση*.
- Τζιμογιάννης, Α., Φεσάκης, Γ., Λαδιάς, Α., Λιακοπούλου, Ε., & Τσιωτάκης, Π. (2014). *Το Πρόγραμμα Σπουδών για τον Πληροφορικό Γραμματισμό στο Γυμνάσιο: Οδηγός για τον εκπαιδευτικό*. Αθήνα: Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων, Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής.
- Φωτιάδης, Δ., Παπαδόπουλος, Γ., & Λαδιάς, Δ. (2016). *Τετράδιο μαθητή για τα ειδικά θέματα προγραμματισμού*. Αθήνα: αυτοέκδοση.

Αναφορά στο άρθρο ως: Λαδιάς, Α., & Λαδιάς, Δ. (2016). Αναπαράσταση αλγορίθμων με τη βοήθεια του κωδικΟράματος σε περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 9(2), 103-117.

<http://earthlab.uoi.gr/thete/index.php/thete>