ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2018)

9ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτική της Πληροφορικής

Σχεδιασμός και Ανάπτυξη ενός Εκπαιδευτικού Περιβάλλοντος Δυναμικής Οπτικοποίησης Αλγορίθμων

Ευριπίδης Βραχνός, Αθανάσιος Τζιμογιάννης

Βιβλιογραφική αναφορά:

Βραχνός Ε., & Τζιμογιάννης Α. (2022). Σχεδιασμός και Ανάπτυξη ενός Εκπαιδευτικού Περιβάλλοντος Δυναμικής Οπτικοποίησης Αλγορίθμων. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 94–101. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/4029

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 26/03/2026 23:11:20

Σχεδιασμός και Ανάπτυξη ενός Εκπαιδευτικού Περιβάλλοντος Δυναμικής Οπτικοποίησης Αλγορίθμων

Ευριπίδης Βραχνός[1], Αθανάσιος Τζιμογιάννης[1],
evrachnos@gmail.com, ajimoyia@uop.gr
[1] Τμήμα Κοινωνικής και Εκπαιδευτικής Πολιτικής, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Περίληψη

Η διδασκαλία βασικών αλγοριθμικών εννοιών σε μαθητές δεν είναι εύκολο έργο. Η έρευνα έχει δώσει σημαντικές πληροφορίες σχετικά με τις αναπαραστάσεις και τα νοητικά μοντέλα που σχηματίζουν οι μαθητές για τις αφηρημένες προγραμματιστικές έννοιες που χρησιμοποιούν. Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί διάφορα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα οπτικοποίησης αλγορίθμων, τα οποία έχουν ως στόχο να βοηθήσουν τους μαθητές να οικοδομήσουν επαρκείς αναπαραστάσεις για αυτές τις προγραμματιστικές έννοιες μέσα από την ανάδειξη των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών τους. Σε αυτή την εργασία παρουσιάζεται η εξέλιξη της ανάπτυξης ενός, διαδικτυακού περιβάλλοντος οπτικοποίησης αλγορίθμων με υψηλό βαθμό διαδραστικότητας. Το DAVE διευκολύνει τον πειραματισμό των μαθητών με αλγόριθμους επεξεργασίας πινάκων επιτρέποντας την τροποποίηση τόσο των δεδομένων όσο και του κώδικα σε κάποιες περιπτώσεις. Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων, που προέκυψαν από μια μελέτη για τη συμβολή του λογισμικού στη μαθησιακή διαδικασία, παρείχε αποδείξεις για τη χρηστικότητα του συστήματος και τις δυνατότητές του να υποστηρίξει την ανάπτυξη αποτελεσματικών νοητικών μοντέλων από τους μαθητές σχετικά με τους βασικούς αλγόριθμους ταξινόμησης και αναζήτησης σε πίνακες.

Λέξεις κλειδιά: Αλγόριθμοι Ταξινόμησης, Οπτικοποίηση αλγορίθμων, Εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, Διδακτική της Πληροφορικής

Εισαγωγή

Οι δεξιότητες προγραμματισμού και αλγοριθμικής σκέψης διαδραματίζουν κεντρικό ρόλο στην πληροφορική εκπαίδευση. Ο σχεδιασμός ενός αλγορίθμου για την επίλυση ενός προβλήματος αποτελεί έναν από τους βασικότερους στόχους γενικότερα της εκπαίδευσης και όχι μόνο της πληροφορικής. Η αλγοριθμική επίλυση προβλημάτων είναι αναγκαία σήμερα σε διάφορα γνωστικά αντικείμενα και επίπεδα όπου χρησιμοποιείται ο όρος υπολογιστική σκέψη. Η υπολογιστική σκέψη (Wing, 2006) αποτελεί γενικότερη έννοια από την αλγοριθμική σκέψη και περιλαμβάνει σκέψη σε πολλαπλά επίπεδα αφαίρεσης, την χρήση μαθηματικών εργαλείων για τη μοντελοποίηση και την επίλυση προβλήματος αλλά και την ανάλυση της πολυπλοκότητας του αλγορίθμου. Ιδιαίτερα επισημαίνεται η σημασία της αφαίρεσης και της ανάλυσης στη διαχείριση της πολυπλοκότητας των προβλημάτων μέσα από τη διαίρεσή τους σε απλούστερα υποπροβλήματα.

Ωστόσο, η βιβλιογραφία δείχνει ότι οι αρχάριοι αντιμετωπίζουν σοβαρές δυσκολίες στη χρήση αφηρημένων εννοιών προγραμματισμού και επίλυσης προβλήματος όπως δομές δεδομένων (πίνακες, γραφήματα, λίστες) και δεν διαθέτουν τις απαραίτητες δεξιότητες για να λειτουργήσουν αφηρημένα, να ενοποιήσουν έναν αλγόριθμο ως ενιαία οντότητα, να κατανοήσουν τα κύρια μέρη και τις σχέσεις μεταξύ τους, και να συνθέσουν νέους αλγορίθμους χρησιμοποιώντας τις προηγούμενες γνώσεις προγραμματισμού (Soloway & Spohrer, 1989; Jimoyiannis, 2011; Robins et al., 2003).

Τα συνήθη προγραμματιστικά περιβάλλοντα και οι γλώσσες προγραμματισμού που χρησιμοποιούνται αλλά δεν έχουν σχεδιαστεί για εκπαιδευτικούς σκοπούς έχουν σχεδιαστεί

για την ανάπτυξη εφαρμογών και όχι για τη διδασκαλία του προγραμματισμού. Είναι, συνεπώς, προσαρμοσμένα στο πλαίσιο γνώσεων και δεξιοτήτων των έμπειρων προγραμματιστών, γεγονός που ενισχύει τις δυσκολίες και τα εμπόδια που συναντούν οι μαθητές και οι αρχάριοι στον προγραμματισμό (Κόμης & Τζιμογιάννης, 2006).

Για αυτόν τον λόγο, υπάρχει μεγάλο ερευνητικό και εκπαιδευτικό ενδιαφέρον για τη χρήση ειδικών περιβαλλόντων προσομοίωσης και οπτικοποίησης αλγορίθμων (Halim, 2015; Vrachnos & Jimoyiannis, 2014; Hundhausen & Brown, 2007). Τα περιβάλλοντα αυτά παρέχουν νέες δυνατότητες για την οικοδόμηση γνώσεων και την ανάπτυξη δεξιοτήτων στον προγραμματισμό. Μια εφαρμογή οπτικοποίησης στοχεύει στη σωστή αναπαραγωγή της εκτέλεσης ενός αλγορίθμου και στον πειραματισμό του μαθητή, ώστε να ανακαλύψει σημαντικά χαρακτηριστικά της συμπεριφοράς του υπό μελέτη αλγορίθμου. Επίσης, μπορεί να αποτελέσει ένα εργαλείο επιβεβαίωσης της ορθότητας του αλγορίθμου που έχει σχεδιάσει ο μαθητής, μέσα από τη μελέτη της οπτικοποίησής της εκτέλεσής του για διάφορα δεδομένα.

Τα τελευταία χρόνια, η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας του ιστού και οι συνακόλουθες δυνατότητες υψηλής ποιότητας γραφικών που βασίζονται σε προγράμματα περιήγησης έχουν οδηγήσει στην ανάπτυξη πλήρως εκτελέσιμων web εφαρμογών (Kang & Guo, 2017; Halim, 2015; Guo, 2013) σε οποιαδήποτε πλατφόρμα ή συσκευή όπως ταμπλέτες και κινητά τηλέφωνα.

Το περιβάλλον δυναμικής οπτικοποίησης αλγορίθμων (DAVE), που παρουσιάζεται σε αυτή την εργασία, ανήκει σε αυτή τη νέα κατηγορία συστημάτων οπτικοποίησης αλγορίθμων. Σχεδιάστηκε για να υποστηρίξει και να ενισχύσει τη διδασκαλία αλγορίθμων ταξινόμησης και αναζήτησης σε μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Το σύστημα αποτελεί την διαδικτυακή έκδοση μιας παλαιότερης έκδοσης που είχε υλοποιηθεί σε Java (Vrachnos & Jimoyiannis, 2008). Το νέο σύστημα έχει παρόμοια λειτουργικότητα, όμως επανασχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε σε HTML5/Javascript ώστε να μπορεί να εκτελείται σε οποιαδήποτε πλατφόρμα και να είναι προσβάσιμο στους μαθητές από τον παγκόσμιο ιστό. Επίσης αρκετά χαρακτηριστικά της οπτικοποίησης άλλαξαν με βάση τα αποτελέσματα ερευνών που διενεργήσαμε σχετικά με τις αναπαραστάσεις και τις παρανοήσεις που έχουν οι μαθητές στους πίνακες και τους αλγόριθμους ταξινόμησης.

Θεωρητικό Πλαίσιο

Σύμφωνα με μια μεγάλη έρευνα που έγινε σε εκπαιδευτικούς πληροφορικής, οι δομές επανάληψης και οι πίνακες αποτελούν δυο από τις δυσκολότερες έννοιες για τους αρχάριους προγραμματιστές (Dale, 2006). Δυο ακόμα έρευνες για τη διερεύνηση των δυσκολιών που παρουσιάζουν οι μαθητές στους πίνακες (Vrachnos & Jimoyiannis, 2017) και τους αλγόριθμους ταξινόμησης (Βραχνός & Τζιμογιάννης, 2014), έδειξαν ότι οι μαθητές σχηματίζουν ελλιπείς αναπαραστάσεις για την έννοια και τη χρησιμότητα του πίνακα σε αλγορίθμους επεξεργασίας δεδομένων του ίδιου τύπου, καθώς και δυσκολίες στην κατανόηση της λειτουργίας διάφορων αλγορίθμων επεξεργασίας πινάκων.

Επίσης, διαπιστώθηκε ότι κάποιες παρανοήσεις των μαθητών για την έννοια του πίνακα προέρχονται από παρανοήσεις των μαθητών στην έννοια της προγραμματιστικής μεταβλητής. Μια εξήγηση για αυτό είναι ότι η μεταβλητή αποτελεί δομικό στοιχείο πάνω στο οποίο οικοδομείται η έννοια του πίνακα, οπότε είναι λογικό οι παρανοήσεις στην έννοια της μεταβλητής να μεταφέρονται ή και να προκαλούν νέες παρανοήσεις στους πίνακες (Vrachnos & Jimoyiannis, 2017).

Οι έννοιες αυτές είναι δύσκολο να γίνουν κατανοητές από τους μαθητές επειδή αναφέρονται σε αφηρημένα αντικείμενα για τα οποία δεν είναι εύκολο να βρεθούν επιστημονικά συνεπείς και διδακτικά επεξηγηματικές αναπαραστάσεις του πραγματικού

κόσμου. Επίσης η διδασκαλία τους με συμβατικά μέσα αποτελεί ένα πολύ δύσκολο εγχείρημα λόγω της δυναμικής φύσης τους, η οποία δεν επιτρέπει τη γραφική απεικόνιση της λειτουργίας τους με χαρτί και μολύβι (Cetin & Andrews-Larson, 2016; Boticki et al., 2013).

Τα συστήματα οπτικοποίησης προγραμμάτων (PV) παράγουν άμεσες αναπαραστάσεις δομών προγραμματισμού και/ή φάσεων εκτέλεσης του προγράμματος (π.χ. τιμές μεταβλητών, δομές δεδομένων, αντικείμενα κ.λπ.). Τέτοια συστήματα είναι το Jeliot (Moreno et al., 2004), το UUhistle (Sorva & Sirkiä, 2010) και το Online Python Tutor(Guo, 2013).

Ωστόσο, η λογική πίσω από έναν αλγόριθμο δεν μπορεί να αποκαλυφθεί, πάντα παρατηρώντας τη μεταβολή των τιμών των μεταβλητών του προγράμματος. Οι μαθητές χρειάζονται επεξηγηματικές γραφικές αναπαραστάσεις για την εκτέλεση του αλγορίθμου που να ταιριάζουν καλύτερα στα νοητικά τους μοντέλα. Τα συστήματα οπτικοποίησης αλγορίθμων (AV) αποσκοπούν στην επεξηγηματική απεικόνιση των αφηρημένων εννοιών και την ανάπτυξη της βασικής ιδέας του υπό μελέτη αλγορίθμου, βοηθώντας έτσι τους μαθητές να κατασκευάσουν πολλαπλά νοητικά μοντέλα, να διασυνδέσουν τις ιεραρχίες δομών και να γενικεύσουν πρότυπα επίλυσης προβλημάτων. Ένα δυναμικό σύστημα οπτικοποίησης αλγορίθμων διακρίνεται από πολύ υψηλό βαθμό διαδραστικότητας ο οποίος επιτρέπει τον πειραματισμό των μαθητών με την οπτικοποίηση (π.χ. δυνατότητες τροποποίησης τόσο των δεδομένων εισόδου όσο και του κώδικα του αλγορίθμου) .

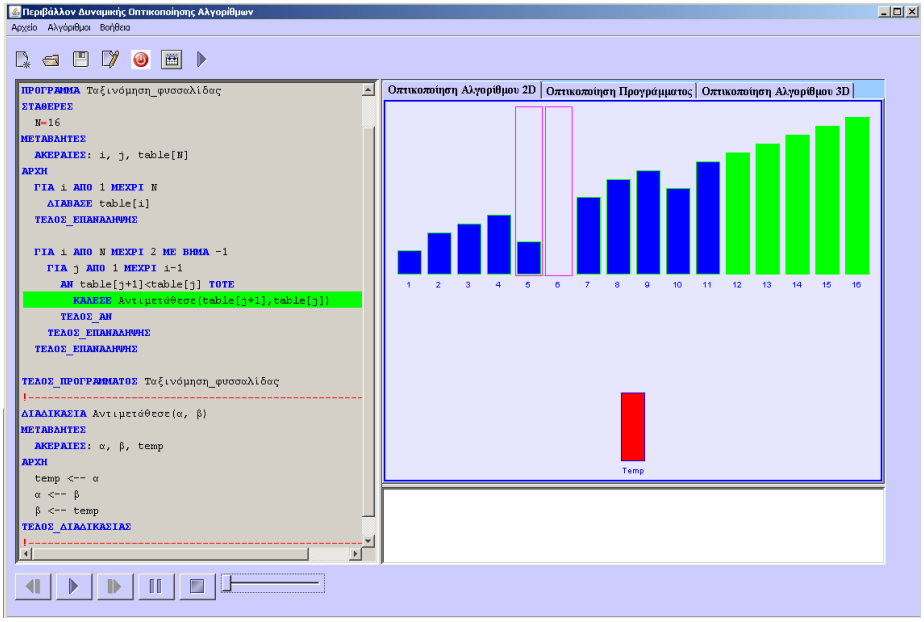
Στο πλαίσιο αυτό, έχουν προταθεί κατάλληλα σχεδιασμένες μαθησιακές δραστηριότητες με χρήση εκπαιδευτικών περιβαλλόντων προσομοίωσης-οπτικοποίησης δομών δεδομένων και αλγορίθμων (Sorva, Karavirta & Malmi, 2013; Urquiza–Fuentes et al., 2009; Vrachnos & Jimoyiannis, 2008; 2014). Τα περιβάλλοντα αυτά παρέχουν νέες δυνατότητες για την οικοδόμηση γνώσεων και την ανάπτυξη δεξιοτήτων στον προγραμματισμό. Το βασικό χαρακτηριστικό τους είναι η επεξηγηματική αναπαράσταση της δυναμικής φύσης των αφηρημένων δομών και αλγορίθμων που είναι δύσκολο να αναπαρασταθούν με συμβατικά μέσα.

Έχουν διεξαχθεί αρκετά πειράματα για τη διερεύνηση της εκπαιδευτικής αξίας των συστημάτων οπτικοποίησης αλγορίθμων. Συνολικά, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι απλές κινούμενες εικόνες ή παθητικές οπτικοποιήσεις είχαν ελάχιστη συνεισφορά στη μαθησιακή διαδικασία, λόγω του χαμηλού βαθμού συμμετοχής των μαθητών. Ο υψηλός βαθμός εμπλοκής των μαθητών στην εκτέλεση του αλγορίθμου είναι πολύ πιο σημαντικός από την ποιότητα των οπτικοποιήσεων. (Velazquez-Iturbide, Hernan-Losada, & Paredes-Velasco, 2017; Urquiza–Fuentes et al., 2009; Hundhausen, Douglas, & Stasko, 2002). Για να επιτευχθεί αυτό το σύστημα πρέπει να χαρακτηρίζεται από υψηλό βαθμό διαδραστικότητας.

Εκτός όμως από τα τεχνικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά ενός συστήματος οπτικοποίησης μεγάλη σημασία έχει και το περιεχόμενο και ο τρόπος παρουσίασης. Για αυτό βασιστήκαμε στα αποτελέσματα των ερευνών που αναφέρθηκαν παραπάνω σχετικά με τις παρανοήσεις και τις δυσκολίες των μαθητών στους πίνακες (Vrachnos & Jimoyiannis, 2017) και στους αλγόριθμους ταξινόμησης (Βραχνός & Τζιμογιάννης, 2014).

Σχεδιασμός του DAVE

Η πρώτη έκδοση του λογισμικού υλοποιήθηκε στη γλώσσα προγραμματισμού Java. Για την αναπαράσταση των στοιχείων του πίνακα χρησιμοποιήθηκαν ράβδοι μεταβλητού μεγέθους, ώστε να είναι εμφανής η σχέση διάταξης όπως φαίνεται στην οθόνη του λογισμικού που δίνεται στο σχήμα 1.



Σχήμα 1: Οθόνη του λογισμικού DAVE με τον αλγόριθμο ταξινόμησης φυσαλίδας

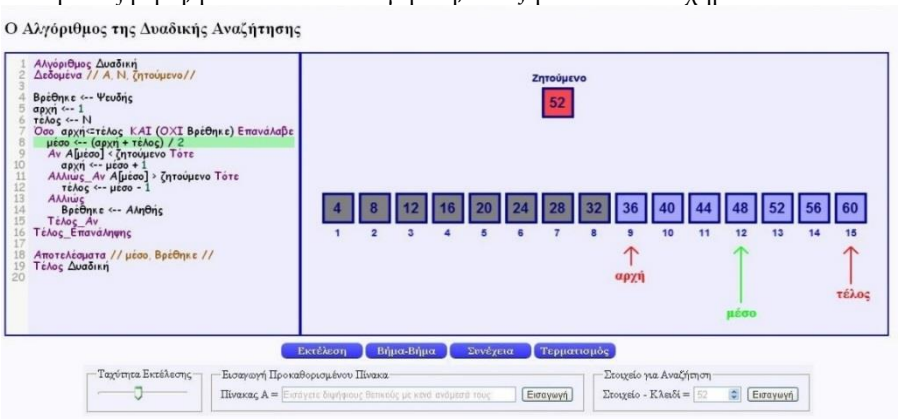
Ο κώδικας του μαθητή περνάει από έναν μεταγλωττιστή ο οποίος παράγει μια ενδιάμεση μορφή κώδικα στην οποία έχουν προστεθεί οι εντολές οπτικοποίησης για τα κρίσιμα συμβάντα του αλγορίθμου όπως είναι η σύγκριση και η αντιμετάθεση δυο στοιχείων. Το μοντέλο αυτό όμως φάνηκε ότι είχε κάποιους περιορισμούς γιατί δεν ήταν δυνατή η αυτόματη ταυτοποίηση των κρίσιμων συμβάντων για κάθε αλγόριθμο από τον μεταγλωττιστή, ειδικά σε περιπτώσεις που είχαν γίνει σοβαρά και δομικά λάθη στην ανάπτυξη του αλγορίθμου από τους μαθητές.

Μετά από την αξιολόγηση της πρώτης έκδοσης του λογισμικού στο εργαστήριο και τις έρευνες που έγιναν για τις παρανοήσεις και τις δυσκολίες των μαθητών στους πίνακες (Vrachnos & Jimoyiannis, 2017) και τον αλγόριθμο ταξινόμησης ευθείας ανταλλαγής (Βραχνός & Τζιμογιάννης, 2014) το λογισμικό σχεδιάστηκε εξαρχής με αλλαγές σε πολλά επίπεδα. Ένας ακόμα κρίσιμος παράγοντας που συνετέλεσε σε αυτό ήταν η εξέλιξη των προγραμμάτων πλοήγησης τα οποία δεν υποστηρίζουν πλέον την εκτέλεση εφαρμογών Java ως applets, σε συνδυασμό με την ανάπτυξη της τεχνολογίας HTML5/Javascript για την ανάπτυξη εφαρμογών που εκτελούνται στον ιστό. Οι εφαρμογές αυτές είναι λιγότερο απαιτητικές όσον αφορά την υπολογιστική ισχύ που απαιτούν και για να εκτελεστούν χρειάζονται μόνο ένα πρόγραμμα πλοήγησης χωρίς καμία εγκατάσταση λογισμικού ή άλλη παρέμβαση στο σύστημα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να εκτελούνται όχι μόνο σε οποιοδήποτε υπολογιστή αλλά και σε οποιαδήποτε συσκευή όπως είναι οι ταμπλέτες και τα κινητά τηλέφωνα.

Το σύστημα υποστηρίζει όλους τους γνωστούς αλγόριθμους ταξινόμησης και αναζήτησης που διδάσκονται στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση και επιτρέπει πέρα από την εισαγωγή νέων δεδομένων ακόμα και την τροποποίηση του κώδικα των αλγορίθμων σε κάποιες περιπτώσεις, επιτυγχάνοντας τον μέγιστο βαθμό διαδραστικότητας με τον χρήστη.

Τα στοιχεία του πίνακα απεικονίζονται σαν ξεχωριστά και όχι ενωμένα κελιά μέσα στα οποία υπάρχει το περιεχόμενο–αριθμός. Οι έρευνες που έγιναν σχετικά με τις παρανοήσεις των μαθητών στους πίνακες έδειξαν ότι οι μαθητές αντιμετωπίζουν τον πίνακα σαν ένα αντικείμενο και δεν έχουν κατανοήσει ότι κάθε στοιχείο του μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακριβώς όπως μια απλή μεταβλητή (Vrachnos & Jimoyiannis, 2017). Άλλα χαρακτηριστικά που έχουν οι οπτικοποιήσεις, τα οποία προέκυψαν από τις έρευνες που διενεργήθηκαν είναι:

1. Να απεικονίζονται γραφικά οι μετρητές των επαναλήψεων. Με αυτόν τον τρόπο είναι ορατή η αυτόματη αύξηση του μετρητή της επανάληψης, η οποία αποτελεί πηγή πολλών προβλημάτων για τους μαθητές (Yamashita et al., 2016; Cetin, 2015).
2. Να φαίνεται στην οπτικοποίηση η προσπάθεια για προσπέλαση πέρα από τα όρια του πίνακα ή να εμφανίζεται κατάλληλο μήνυμα λάθους.
3. Να γίνεται έλεγχος αν αντιμετατίθενται τα ίδια στοιχεία που συγκρίθηκαν και όχι κάποια άλλα σε έναν αλγόριθμο ταξινόμησης.
4. Να είναι ορατό στην δυαδική αναζήτηση το τμήμα του πίνακα στο οποίο συνεχίζεται η αναζήτηση, μετά από κάθε σύγκριση, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.



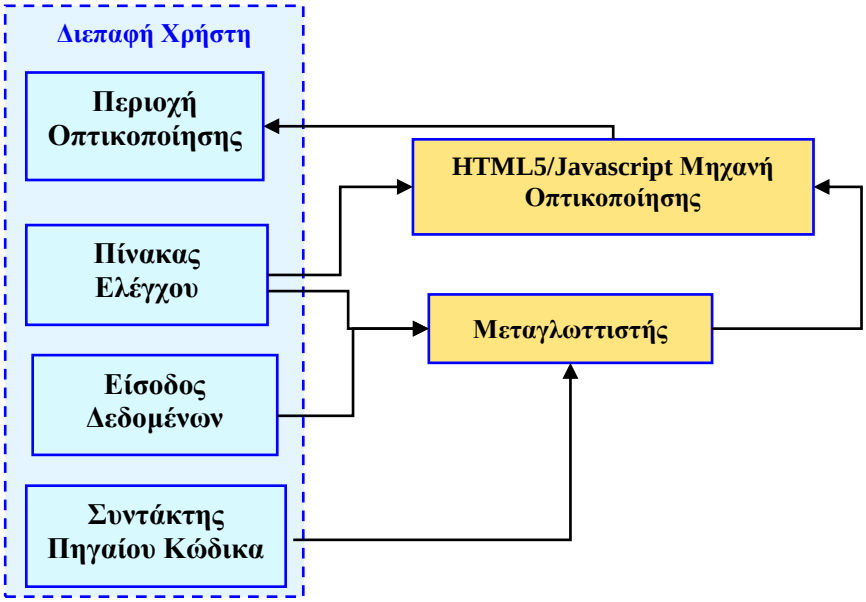
Σχήμα 2: Οπτικοποίηση του αλγόριθμου της δυαδικής αναζήτησης στο DAVE

Αρχιτεκτονική και Υλοποίηση

Όπως φαίνεται στο σχήμα 3 το DAVE αποτελείται από τρία κύρια μέρη: τη διεπαφή χρήστη, τον μεταγλωττιστή και τη μηχανή οπτικοποίησης.

Το περιβάλλον εργασίας είναι στην πραγματικότητα μια απλή ιστοσελίδα γραμμένη σε HTML5. Ο μεταγλωττιστής του DAVE που έχει αναπτυχθεί στη γλώσσα Javascript περιέχει ήδη έναν προκαθορισμένο σκελετό κώδικα για κάθε αλγόριθμο. Ο μαθητής ανάλογα με τον αλγόριθμο μπορεί να τροποποιήσει συγκεκριμένα σημεία του κώδικα και να δει άμεσα το αποτέλεσμα της οπτικοποίησης. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στον μαθητή να πειραματιστεί με τον κώδικα και να δημιουργήσει διάφορες εκδόσεις του αλγόριθμου προς μελέτη. Για παράδειγμα ο αλγόριθμος ευθείας ανταλλαγής μπορεί να τροποποιηθεί έτσι ώστε αντί η φυσαλίδα να αναδύεται στην επιφάνεια, να βυθίζεται προς τα κάτω όπως ένα βαρίδι (sinking sort).

Επίσης δεν έχουν όλοι οι αλγόριθμοι τον ίδιο τύπο οπτικοποίησης. Για παράδειγμα ο αλγόριθμος ταξινόμησης της φυσαλίδας έχει διαφορετική οπτικοποίηση από την γρήγορη ταξινόμηση, από την δυαδική αναζήτηση ή από την συγχώνευση, έτσι ώστε να αναδεικνύεται η βασική ιδέα πίσω από κάθε αλγόριθμο.



Σχήμα 3: Αρχιτεκτονική του λογισμικού DAVE

Το σύστημα μπορεί να επεκταθεί και σε άλλες κατηγορίες αλγορίθμων ή δομών δεδομένων. Επιπλέον, το σύστημα μπορεί να επεκταθεί και να υποστηρίξει άλλες γλώσσες προγραμματισμού, όπως Pascal, C ή Python. Επομένως, τα πλεονεκτήματα του DAVE, σε σύγκριση με άλλα παρόμοια συστήματα AV, συνοψίζονται ως εξής:

- Παρέχει οπτικοποιήσεις που εξαρτώνται από τη φύση του συγκεκριμένου αλγορίθμου.
- Επιτρέπει στο χρήστη να αλλάζει δεδομένα εισόδου προκειμένου να ελέγξει τη συμπεριφορά του αλγορίθμου σε συγκεκριμένες περιπτώσεις.
- Επιτρέπει την τροποποίηση του πηγαίου κώδικα και τον πειραματισμό του μαθητή με την οπτικοποίηση.
- Εντοπίζει κάποια συνηθισμένα σφάλματα μαθητών/φοιτητών, π.χ. την προσπέλαση πέρα από τα όρια του πίνακα.
- Είναι εύχρηστο, απλό και μπορεί να εκτελεστεί σε οποιαδήποτε πλατφόρμα και συσκευή που υποστηρίζει πλοήγηση στον παγκόσμιο ιστό.

Το DAVE είναι διαθέσιμο από τη διεύθυνση http://evripides.mysch.gr/dave .

Μελέτη της Συμβολής του Λογισμικού

Στην πιλοτική έρευνα που έγινε για τη συμβολή του DAVE στη μαθησιακή διαδικασία (Vrachnos & Jimoyiannis, 2014), τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική αύξηση της εμπλοκής των μαθητών στη διαδικασία επίλυσης προβλημάτων ταξινόμησης πινάκων αυξημένης δυσκολίας. Έδωσαν δε, σημαντικές πληροφορίες για τη συμβολή του λογισμικού στην εξέλιξη της αλγοριθμικής σκέψης των μαθητών με στόχο την οικοδόμηση αλγόριθμων ταξινόμησης. Το σημαντικότερο αποτέλεσμα όμως ήταν ότι πολλοί μαθητές οι οποίοι δεν απάντησαν σε

κάποια απαιτητικά προβλήματα στο χαρτί, όταν τους δόθηκε η δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν το λογισμικό διέθεσαν αρκετό χρόνο στην επίλυση αυτών των προβλημάτων και σε πολλές περιπτώσεις πλησίασαν πολύ στη λύση. Στο ίδιο αποτέλεσμα, όσον αφορά την επίδραση των συστημάτων οπτικοποίησης στον βαθμό εμπλοκής των μαθητών, καταλήγουν και άλλες πρόσφατες έρευνες (Farghally et al., 2017; Velazquez-Iturbide, Hernan-Losada, & Paredes-Velasco, 2017).

Συμπεράσματα

Στην εργασία αυτή παρουσιάστηκε η εξέλιξη του σχεδιασμού και της ανάπτυξης του περιβάλλοντος οπτικοποίησης αλγορίθμων DAVE. Το λογισμικό επανασχεδιάστηκε μετά την αξιολόγηση που έγινε όχι μόνο στο τεχνικό μέρος, αλλά και στο περιεχόμενο των οπτικοποιήσεων κάθε αλγορίθμου. Τα χαρακτηριστικά της οπτικοποίησης, προέκυψαν μετά από τις έρευνες που διενεργήθηκαν για τις δυσκολίες που παρουσιάζουν οι μαθητές στους πίνακες και στους αλγόριθμους ταξινόμησης.

Τα αποτελέσματα της πιλοτικής έρευνας που έγινε για τη συμβολή του λογισμικού στη μαθησιακή διαδικασία συμφωνούν με τα ευρήματα προηγούμενων ερευνών για τη συμβολή των περιβαλλόντων δυναμικής οπτικοποίησης αλγορίθμων στην ανάπτυξη προγραμματιστικών ικανοτήτων (Farghally et al., 2017; Velazquez-Iturbide, Hernan-Losada, & Paredes-Velasco, 2017). Οι μαθητές διέθεσαν πολύ περισσότερο χρόνο για την επίλυση προβλημάτων με πίνακες όταν είχαν στη διάθεσή τους το λογισμικό, το οποίο ενίσχυσε σε μεγάλο βαθμό την ενεργό συμμετοχή τους. Στα μελλοντικά σχέδια μας είναι η διενέργεια μιας έρευνας για την μελέτη της αποτελεσματικότητας του λογισμικού χρησιμοποιώντας μια ομάδα ελέγχου και μια πειραματική ομάδα μαθητών.

Αναφορές

Boticki, I., Barisic, A., Martin, S., & Drljevic, N. (2013). Teaching and learning computer science sorting algorithms with mobile devices: A case study. *Computer Applications in Engineering Education*, *21*(S1), E41-E50.

Cetin, I. (2015). Students' understanding of loops and nested loops in computer programming: An APOS theory perspective. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, *15*(2), 155-170.

Cetin, I., & Andrews-Larson, C. (2016). Learning sorting algorithms through visualization construction. *Computer Science Education*, *26*(1), 27-43.

Dale, N. B. (2006). Most difficult topics in CS1: results of an online survey of educators. *SIGCSE Bulletin*, *38*(2), 49-53.

Farghally F. M., Han Koh, K., Shahin, H., & Shaffer, A. C. (2017). Evaluating the Effectiveness of Algorithm Analysis Visualizations. In *Proceedings of the 2017 ACM SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education* (SIGCSE '17). ACM, New York, NY, USA, 201-206.

Guo, P. (2013). Online python tutor: embeddable web-based program visualization for cs education. In *Proceeding of the 44th ACM technical symposium on Computer science education* (SIGCSE '13). ACM, New York, NY, USA, 579-584.

Halim, S. (2015). VisuAlgo – Visualizing Data Structures and Algorithms through animation, *Olympiads in Informatics*, Vol. 9, pages 243–245.

Hundhausen D., & Brown J., (2007). What you see is what you code: A 'live' algorithm development and visualization environment for novice learners, *Journal of Visual Languages and Computing*, *18*(1), 22-47.

Hundhausen D., Douglas S., & Stasko J., (2002). "A metastudy of algorithm visualization effectiveness", *Journal of Visual Languages & Computing*, *3*(3), 259-290.

Jimoyiannis, A. (2011). Using SOLO taxonomy to explore students' mental models of the programming variable and the assignment statement. *Themes in Science and Technology Education*, *4*(2), 53-74.

Kang, H. & Guo, P. (2017). Omnicode: A Novice-Oriented Live Programming Environment with Always-On Run-Time Value Visualizations. In *Proceedings of the 30th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology* (UIST '17). ACM, New York, NY, USA, 737-745.

Moreno, A., Myller, N., Sutinen, E., Ben-Ari. (2004). M. Visualizing Programs with Jeliot 3. In: M. F. Costabile (ed.), In *Proceedings of the International Working Conference on Advanced Visual Interfaces*, AVI '04, pp. 373–376.

Robins, A., Rountree, J., & Rountree, N. (2003). Learning and teaching programming: A review and discussion. *Computer Science Education*, *13*(2), 137–172.

Soloway, E., & Spohrer, J. C. (1989) (Eds.). *Studying the Novice Programmer*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Sorva, J., & Sirkiä, T. (2010) UUhistle: a software tool for visual program simulation. *In Proceedings of the 10th Koli Calling International Conference on Computing Education Research (Koli Calling '10).* ACM, New York, NY, USA, 49-54.

Sorva, J., Karavirta, V., & Malmi, L. (2013). A review of generic program visualization systems of introductory programming education. *ACM Transactions on Computing Education*, *13*(4). 1-64.

Urquiza–Fuentes, J., & Velazquez–Iturbide, J.A. (2009). A survey of successful evaluations of program visualization and algorithm animation systems. *ACM Transactions of Computing Education, 9*(2), 1-21.

Velazquez-Iturbide, A. J., Hernan-Losada, I. & Paredes-Velasco, M. (2017). Evaluating the effect of program visualization on student motivation. *IEEE Transactions on Education, 60*(3), 238-245.

Vrachnos, E., & Jimoyannis, A. (2017). Secondary education students' difficulties in algorithmic problems with arrays: An analysis using the SOLO taxonomy. *Themes in Science and Technology Education*, *10*(1), 31-52.

Vrachnos, E., & Jimoyiannis, A. (2014). Design and evaluation of a web-based dynamic algorithm visualization environment for novices. *Procedia Computer Science*, 27, 229-239.

Vrachnos, E., & Jimoyiannis, A. (2008). Dave: A Dynamic Algorithm Visualization Environment for novice learners. *8th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, pp. 319-323.

Wing, J. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, *49*(3), 33-35.

Yamashita, K., Nagao, T., Kogure, S., Noguchi, Y., Konishi, T., and Itoh, Y. (2016). Code-reading support environment visualizing three fields and educational practice to understand nested loops, *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 11:3.

Βραχνός, Ε., & Τζιμογιάννης, Α. (2014). Αναπαραστάσεις μαθητών και φοιτητών για τον αλγόριθμο ταξινόμησης ευθείας ανταλλαγής: Μια ανάλυση βασισμένη στην ταξινομία SOLO. *Πρακτικά 7ου Πανελλήνιου Συνεδρίου ''Διδακτική της Πληροφορικής''*, σελ. 72-81, 3-5 Οκτωβρίου, Ρέθυμνο.

Κόμης, Β., & Τζιμογιάννης, Α. (2006). Ο Προγραμματισμός ως μαθησιακή δραστηριότητα: από τις εμπειρικές προσεγγίσεις στη γνώση παιδαγωγικού περιεχομένου. *Θέματα στην Εκπαίδευση*, *7*(3), 229-255.