

Εκπαιδευτικό Λογισμικό Πολλαπλών Αναπαραστάσεων για την Εκμάθηση Αλγορίθμων Αναζήτησης

Κ. Φλώρος

ΕΠΑ.Λ Αλίμου
kfloros@sch.gr

Περίληψη

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται ο σχεδιασμός και η υλοποίηση ενός εκπαιδευτικού λογισμικού, το οποίο δημιουργήθηκε για να αποτελέσει ένα πιθανό περιβάλλον μάθησης των εννοιών που χρησιμοποιούνται στις μεθόδους σειριακής και δυαδικής αναζήτησης. Το περιβάλλον του λογισμικού είναι αλληλεπιδραστικό με πολλαπλές αναπαραστάσεις της ίδιας έννοιας και έχει σχεδιαστεί με βάση τις κατασκευαστικές θεωρίες μάθησης. Οι μαθητές μέσα από ένα φιλικό και αλληλεπιδραστικό σύστημα διεπαφής έχουν τη δυνατότητα να αναπτύξουν οι ίδιοι τους αλγόριθμους αυτών των μεθόδων αξιοποιώντας διαφορετικά αναπαραστασιακά συστήματα. Αφού ενημερωθούν για τον αλγόριθμο και παρακολουθήσουν μια προσομοίωση αναζήτησης με κινούμενα γραφικά (video), μπορούν να εμπλακούν σε δυο δράσεις: να συμπληρώσουν ένα διάγραμμα ροής και να κατασκευάσουν τον ψευδοκώδικα του κάθε αλγόριθμου.

Λέξεις κλειδιά: Εκπαιδευτικό λογισμικό, αλγόριθμοι σειριακής και δυαδικής αναζήτησης, πολλαπλές αναπαραστάσεις.

1. Εισαγωγή

Οι αλγόριθμοι της σειριακής και δυαδικής αναζήτησης που περιλαμβάνονται στα σχολικά βιβλία, στα πλαίσια των μαθημάτων «Ανάπτυξη εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον» [Βακάλη κ.α. (1999)] για το Γενικό, «Δομημένος Προγραμματισμός» [Σιδερίδης κ.α. (2000)] για το Επαγγελματικό λύκειο και κατεύθυνσης Πληροφορικής των ΙΕΚ, καθώς και στα βοηθητικά που κυκλοφορούν στο εμπόριο, παρουσιάζονται φτωχά και συμπυκνωμένα χωρίς να προσελκύουν το ενδιαφέρον του μαθητή. Τα σχέδια, οι εικόνες και τα διαγράμματα είναι περιορισμένα αλλά και το στυλ των βιβλίων στις περισσότερες περιπτώσεις δεν είναι ικανοποιητικό. Με άλλα λόγια το περιβάλλον δεν είναι ελκυστικό και φιλικό και ο μαθητής βλέπει τον αλγόριθμο ως ένα έτοιμο αποτέλεσμα, χωρίς να συμμετέχει στη διαδικασία ανάπτυξής του.

Αντίθετα στο λογισμικό μας η ενημέρωση για τον κάθε αλγόριθμο προσελκύει το ενδιαφέρον του χρήστη, μέσα από διαδραστικό περιβάλλον. Επιπλέον δίνεται η δυνατότητα στο μαθητή να πειραματιστεί και σταδιακά να εμβαθύνει στον αλγόριθμο. Για το λόγο αυτό, αφού αντλήσει πληροφοριακό υλικό για το πρόβλημα, έχει την δυνατότητα να παρακολουθήσει μια προσομοίωση αναζήτησης ενός νομίσματος μέσα από μια σειρά κερμάτων και χαρτονομισμάτων με κινούμενα γραφικά (video) και στη συνέχεια να εμπλακεί σε δύο βασικές δράσεις: να συμπληρώσει ο ίδιος ένα διάγραμμα ροής και να κατασκευάσει τον ψευδοκώδικα του κάθε αλγόριθμου. Όλα αυτά με ενεργητικό τρόπο, με τις εικονικές αναπαραστάσεις των φυσικών αντικειμένων και με δυνατότητες αλληλεπίδρασης. Επιπρόσθετα, για την κάθε δράση μπορεί ο μαθητής να ελέγξει την ορθότητα της απάντησής του και να την τροποποιήσει, αν αυτή είναι λανθασμένη και να αναζητήσει τη βοήθεια του καθηγητή του ηλεκτρονικά. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η διαδικασία ανάλυσης του λογισμικού καθώς και η περιγραφή των χαρακτηριστικών του.

2. Ανάλυση του λογισμικού

2.1 Θεωρητικό πλαίσιο του σχεδιασμού του λογισμικού

Η φιλοσοφία του σχεδιασμού του συγκεκριμένου λογισμικού στηρίζεται στις εποικοδομιστικές θεωρίες για τη γνώση και τη μάθηση και εστιάζεται σε δύο πλαίσια. Το πρώτο αναφέρεται στην ενεργή συμμετοχή και δράση του μαθητή στην κατάκτηση της γνώσης και το δεύτερο στο σημαντικό ρόλο των πολλαπλών αναπαραστάσεων της ίδιας έννοιας στη γνωστική διαδικασία.

Στο παραδοσιακό σχολείο η διαδικασία της μάθησης αποτελεί συνήθως για το μαθητή μια υπόθεση ξένη προς τα ενδιαφέροντά του, μια διαδικασία που ευνοεί την αποστήθιση πληροφοριών απαραίτητων για την επιτυχία, στο πλαίσιο της αξιολόγησής του. Όπως διατυπώνει ο Ernst von Glasersfeld, η γνώση δε λαμβάνεται παθητικά, αλλά κτίζεται μέσα από τη δράση [Glasersfeld (1996)]. Έτσι μέσα από ένα αλληλεπιδραστικό εκπαιδευτικό λογισμικό, που του δίνει τη δυνατότητα του πειραματισμού και της δράσης, ο ίδιος ο μαθητής αυτενεργεί και δεν αποτελεί πλέον παθητικό αποδέκτη της όλης διαδικασίας.

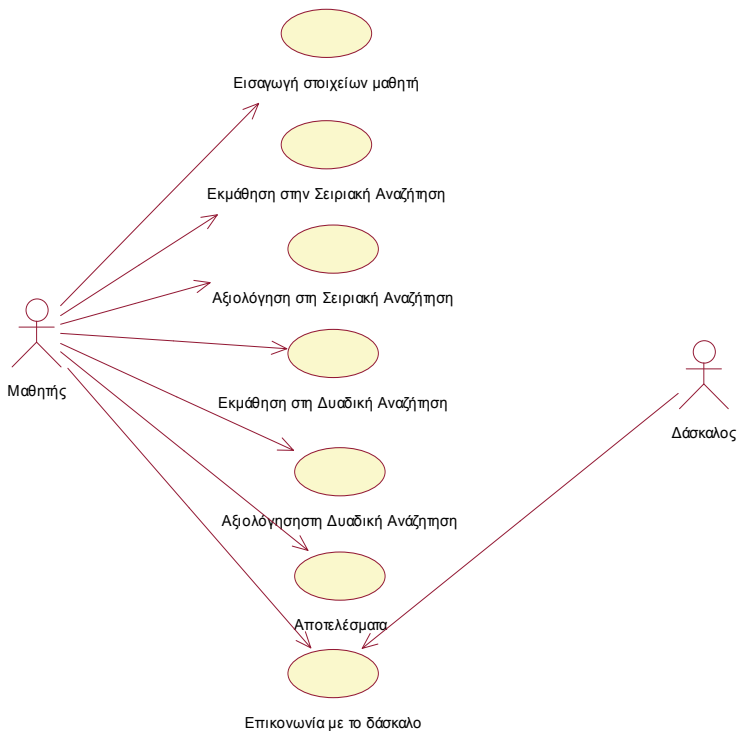
Επιπλέον μέσα από έρευνες υποστηρίζεται ότι η αποτύπωση πολλαπλών αναπαραστάσεων για την επίλυση ενός αλγορίθμου προσφέρει πιο ελκυστικό περιβάλλον μάθησης, δίνει τη δυνατότητα δημιουργίας συνδέσεων μεταξύ των διαφορετικών αναπαραστάσεων και οδηγεί στη νέα γνώση [Noss & Hoyles (1996)]. Γι' αυτό το λόγο στο συγκεκριμένο λογισμικό μέσα από το παιχνίδι προσομοίωσης, την κατασκευή από το μαθητή του διαγράμματος ροής του αλγορίθμου αναζήτησης και του ψευδοκώδικά του, που θα περιγραφούν αναλυτικά παρακάτω, γίνεται προσπάθεια επίτευξης των παραπάνω στόχων. Στη συνέχεια παραθέτονται οι απαιτήσεις και το διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης του λογισμικού μας.

2.2 Απαιτήσεις

Οι απαιτήσεις που εκτελεί το σύστημα είναι οι εξής:

- Ο χρήστης του λογισμικού (μαθητής) να μπορεί να κατανοήσει τον αλγόριθμο σειριακής αναζήτησης (με κείμενο και βίντεο)
- Να αξιολογηθεί ο μαθητής στη σειριακή αναζήτηση (με ψευδοκώδικα και διάγραμμα ροής)
- Ο χρήστης να μπορεί να κατανοήσει τον αλγόριθμο δυαδικής αναζήτησης (με κείμενο και βίντεο)
- Να αξιολογηθεί ο μαθητής στη δυαδική αναζήτηση (με ψευδοκώδικα και διάγραμμα ροής)
- Ο χρήστης να έχει τη δυνατότητα να λαμβάνει αποτελέσματα και να έχει επικοινωνία με το δάσκαλο.

2.2 Διάγραμμα Περιπτώσεων Χρήσης (Use Case Diagram)



Εικόνα 1. Διάγραμμα Περιπτώσεων Χρήσης (Use Case Diagram)

Η Εικόνα 1 παρουσιάζει το διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης (use case diagram) του εκπαιδευτικού λογισμικού για τη σειριακή και τη δυαδική αναζήτηση. Αποτελείται από δύο ενεργοποιούς (actors), το μαθητή (χρήστη) ο οποίος χρησιμοποιεί την εκπαιδευτική εφαρμογή και το δάσκαλο ο οποίος λαμβάνει τα αποτελέσματα.

A. Εκμάθηση στη σειριακή αναζήτηση

Περιγραφή: Παρουσιάζει τη σειριακή αναζήτηση, με διατύπωση του προβλήματος, περιγραφή του αλγορίθμου, παρατηρήσεις και παρουσίαση με video του αλγορίθμου της σειριακής αναζήτησης.

Κύριος Ενεργοποιός: Μαθητής

Σενάριο: ι) Το σύστημα παρουσιάζει το πρόβλημα, περιγράφει τον αλγόριθμο και σημειώνει διάφορες παρατηρήσεις. Δίνεται έμφαση στις μεταβλητές του αλγορίθμου. ιι) Το σύστημα παρουσιάζει με κινούμενα γραφικά την αναπαράσταση του αλγορίθμου.

B. Αξιολόγηση στη σειριακή αναζήτηση

Περιγραφή: Ο μαθητής μπορεί να αξιολογηθεί στη σειριακή αναζήτηση με δύο τρόπους: με διάγραμμα ροής και ψευδοκώδικα.

Κύριος Ενεργοποιός: Μαθητής

Σενάριο: ι) Το σύστημα παρουσιάζει ένα σχέδιο του διαγράμματος ροής του αλγορίθμου και ο μαθητής από μια συνδυασμένη λίστα με εικονίδια συμπληρώνει την αναπαράσταση του διαγράμματος. ιι) Από μια έτοιμη λίστα με τμήματα του ψευδοκώδικα τοποθετεί στη σειρά ο χρήστης τα τμήματα, ώστε να σχηματιστεί η αναπαράσταση του αλγορίθμου με ψευδοκώδικα. ιιι) Ο μαθητής μπορεί να δει τα λάθη του στην κατασκευή του διαγράμματος ροής και τη συμπλήρωση του ψευδοκώδικα.

Γ. Εισαγωγή στοιχείων μαθητή

Περιγραφή: Ο μαθητής μπορεί να εισαγάγει τα στοιχεία του με σκοπό να ενημερωθεί το σύστημα.

Κύριος Ενεργοποιός: Μαθητής

Σενάριο: Δίνεται η δυνατότητα της ενημέρωσης του συστήματος με τα στοιχεία του μαθητή.

Δ. Εκμάθηση στη δυαδική αναζήτηση

Περιγραφή: Παρουσιάζει τη δυαδική αναζήτηση, με διατύπωση του προβλήματος, περιγραφή του αλγορίθμου, παρατηρήσεις και παρουσίαση με video του αλγορίθμου της σειριακής αναζήτησης.

Κύριος Ενεργοποιός: Μαθητής

Σενάριο: ι) Το σύστημα παρουσιάζει το πρόβλημα, περιγράφει τον αλγόριθμο και σημειώνει διάφορες παρατηρήσεις. Δίνεται έμφαση στις μεταβλητές του αλγορίθμου. ιι) Το σύστημα παρουσιάζει με κινούμενα γραφικά την αναπαράσταση του αλγορίθμου.

E. Αξιολόγηση στη σειριακή αναζήτηση

Περιγραφή: Ο μαθητής μπορεί να αξιολογηθεί στη δυαδική αναζήτηση με δύο τρόπους: με διάγραμμα ροής και ψευδοκώδικα.

Κύριος Ενεργοποιός: Μαθητής

Σενάριο: ι) Το σύστημα παρουσιάζει ένα σχέδιο του διαγράμματος ροής του αλγορίθμου και ο μαθητής από μια συνδυασμένη λίστα με εικονίδια συμπληρώνει την αναπαράσταση του διαγράμματος. ιι) Από μια έτοιμη λίστα με τμήματα του ψευδοκώδικα τοποθετεί στη σειρά ο χρήστης τα τμήματα, ώστε να σχηματιστεί η αναπαράσταση του αλγορίθμου με ψευδοκώδικα. ιιι) Ο μαθητής μπορεί να δει τα λάθη του στην κατασκευή του διαγράμματος ροής και τη συμπλήρωση του ψευδοκώδικα.

ΣΤ. Αποτελέσματα

Περιγραφή: Ο μαθητής μπορεί να πάρει τα αποτελέσματα για τη σειριακή και για τη δυαδική αναζήτηση.

Κύριος Ενεργοποιός: Μαθητής

Σενάριο: ι) Το σύστημα παρουσιάζει τα αποτελέσματα αξιολόγησης στη μορφή «σωστό-λάθος» για κάθε αλγόριθμο αναζήτησης, ως προς την αναπαράσταση του αλγορίθμου με διάγραμμα ροής και ψευδοκώδικα. ιι) Εμφανίζονται και σχόλια καθώς και συμβουλές ανάλογα με τη βαθμολογία.

Ζ. Επικοινωνία με το δάσκαλο

Περιγραφή: Ο μαθητής μπορεί να στείλει τα αποτελέσματα στο δάσκαλο με e-mail.

Κύριος Ενεργοποιός: Μαθητής, δάσκαλος

Σενάριο: ι) Το σύστημα αυτόματα συμπληρώνει ένα e-mail με τα αποτελέσματα της αξιολόγησης για κάθε αλγόριθμο αναζήτησης, ως προς την αναπαράσταση του αλγορίθμου με διάγραμμα ροής και ψευδοκώδικα. ιι) Δίνει την δυνατότητα στο χρήστη να αποστείλει ή όχι το e-mail.

3. Περιγραφή του λογισμικού

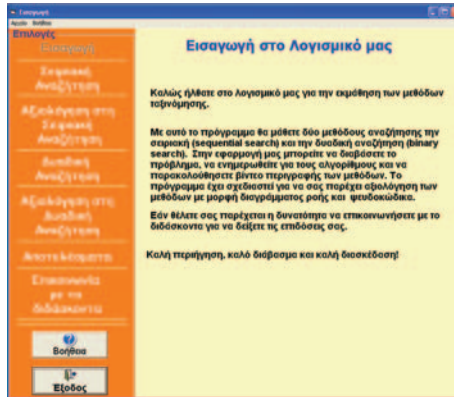
Οι μαθητές μέσα από το εκπαιδευτικό λογισμικό έχουν τη δυνατότητα να γνωρίσουν τους αλγορίθμους της αναζήτησης, να παρακολουθήσουν δυναμικά τις δύο μεθόδους αναζήτησης με χρήση κινουμένων σχημάτων και να δημιουργήσουν ένα διάγραμμα ροής για τον κάθε αλγόριθμο καθώς και την αναπαράσταση του με το συμβολικό σύστημα του ψευδοκώδικα. Τα παραπάνω υλοποιούνται με παράλληλη αξιολόγηση του μαθητή και συνεχή ανατροφοδότησή του, ώστε να οδηγηθεί στο επιθυμητό αποτέλεσμα.

Η εφαρμογή υλοποιήθηκε με το Microsoft Visual Studio και συγκεκριμένα με τη Microsoft Visual Basic 6 (Microsoft Corporation, <http://www.microsoft.com>). Η επεξεργασία των εικόνων έγινε με το Adobe Photoshop 7 (Adobe Systems Incorporated, <http://www.adobe.com>) ενώ η σχεδίαση των διαγραμμάτων ροής με το RFFlow (RFF Electronics, <http://www.rff.com>). Τέλος η δημιουργία των κινούμενων γραφικών έγινε με το Macromedia Flash MX (Adobe Systems Incorporated,

<http://www.adobe.com>). Στη συνέχεια αναλύονται τα βασικότερα σενάρια χρήσης της εφαρμογής, τα οποία περιγράφονται βήμα προς βήμα για την καλύτερη κατανόηση των διαδικασιών.

3.1 Κεντρική οθόνη εφαρμογής

Η κεντρική οθόνη της εφαρμογής (Εικόνα 2) χωρίζεται σε δύο τμήματα. Στο αριστερό πλαίσιο είναι τοποθετημένο το μενού επιλογών, όπου παρουσιάζονται στο χρήστη οι δυνατότητες της εφαρμογής, ενώ στο δεξιό τμήμα φαίνεται η επιλογή του μαθητή.



Εικόνα 2. Οθόνη Εισαγωγής (Κύρια οθόνη)

Οι δυνατότητες του λογισμικού χωρίζονται στις παρακάτω επιλογές: α) Σειριακή Αναζήτηση β) Αξιολόγηση στη σειριακή αναζήτηση γ) Διαδική Αναζήτηση δ) Αξιολόγηση στη δυαδική αναζήτηση ε) Αποτελέσματα στ) Επικοινωνία με το διδάσκοντα. Ας σημειωθεί ότι σε κάθε επιλογή ο μαθητής μπορεί να πάρει οδηγίες με χρήση της βοήθειας. Στην παρούσα εργασία θα παρουσιάσουμε μόνο το μέρος που αφορά τη σειριακή αναζήτηση, γιατί η δυαδική αναζήτηση είναι ανάλογη.

3.2 Σειριακή Αναζήτηση

Το υλικό της σειριακής αναζήτησης εκτείνεται σε δύο επίπεδα: α) Στη φόρμα όπου υπάρχει το πληροφοριακό υλικό για τον αλγόριθμο και β) στην προσομοίωση μέσω πολυμεσικής εφαρμογής κινούμενης εικόνας (animation) της περιγραφής του παραπάνω αλγορίθμου. Ο μαθητής επιλέγει το είδος της αναζήτησης που επιθυμεί να μελετήσει. Έτσι μεταβαίνει στην οθόνη με το πληροφοριακό υλικό (Εικόνα 3α), η οποία περιλαμβάνει τα παρακάτω πεδία: α) Πεδίο διατύπωσης του προβλήματος β) Πεδίο με την περιγραφή του αλγορίθμου και γ) Πεδίο με παρατηρήσεις. Ας σημειωθεί ότι οι μεταβλητές και σταθερές εμφανίζονται με διαφορετικό χρώμα για ευκολότερη κατανόηση. Στη συνέχεια ο εκπαιδευόμενος εμπλέκεται σε παιχνίδι προσομοίωσης αναζήτησης ενός νομίσματος μέσα από μια σειρά κερμάτων και

νομισμάτων με κινούμενα γραφικά, για την καλύτερη κατανόηση του αλγορίθμου (Εικόνα 3β).



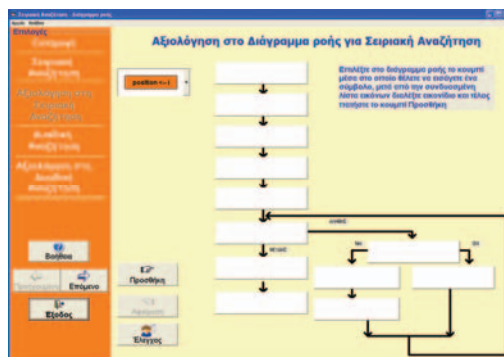
Εικόνα 3α. Οθόνη Σειριακής αναζήτησης



Εικόνα 3β. Σειριακή αναζήτηση σε video

3.3 Αξιολόγηση Σειριακής Αναζήτησης

Στη συνέχεια καλείται, αν επιθυμεί, μέσα από την οθόνη αξιολόγησης που ακολουθεί, να πειραματιστεί ο ίδιος στη δημιουργία του διαγράμματος ροής του συγκεκριμένου αλγόριθμου βλέποντας και βελτιώνοντας κάθε φορά τις επιδόσεις του (Εικόνα 4).



Εικόνα 4. Οθόνη Αξιολόγησης στο Διάγραμμα ροής για Σειριακή αναζήτηση

Η οθόνη αποτελείται από τα παρακάτω δομικά στοιχεία: α) Συνδυασμένη λίστα εικόνων που περιέχει όλα τα σχήματα του διαγράμματος ροής β) Περιγράμμα του διαγράμματος ροής όπου σε κάθε συστατικό του στοιχείο μετά από επιλογή μπορεί ο μαθητής να εισάγει το σχήμα του διαγράμματος που επιθυμεί το οποίο βρίσκεται στη συνδυασμένη λίστα εικόνων. Το περιγράμμα αποτελεί τον πειραματικό χώρο που

4. Συμπεράσματα

Στην παρούσα μελέτη παρουσιάστηκε η ανάλυση, ο σχεδιασμός και η υλοποίηση ενός διαδραστικού εκπαιδευτικού λογισμικού για την εκμάθηση των αλγορίθμων της σειριακής και δυαδικής αναζήτησης με βάση τις σύγχρονες θεωρίες για τη γνώση και τη μάθηση. Η παρουσίαση και μελέτη του πληροφοριακού υλικού για τις μεθόδους αναζήτησης περιλαμβάνει τα παρακάτω:

- Αναλυτική αυτόματη αναπαράσταση του αλγορίθμου σειριακής αναζήτησης με χρήση κινουμένων εικόνων
- Δράση με συμπλήρωση του αλγορίθμου σειριακής αναζήτησης με διάγραμμα ροής
- Κατασκευή του αλγορίθμου σειριακής αναζήτησης με ψευδοκώδικα με ισχυρή αλληλεπίδραση
- Αναλυτική αυτόματη αναπαράσταση του αλγορίθμου δυαδικής αναζήτησης με χρήση κινουμένων γραφικών
- Δράση με δημιουργία του αλγορίθμου δυαδικής αναζήτησης με διάγραμμα ροής
- Κατασκευή του αλγορίθμου δυαδικής αναζήτησης με ψευδοκώδικα με ισχυρή αλληλεπίδραση.

Στα μελλοντικά σχέδια μας είναι η παρουσίαση των αλγορίθμων σε φυσική γλώσσα, η πραγματοποίηση μιας πιλοτικής έρευνας σε μαθητές της παραπάνω πλατφόρμας μάθησης, ώστε να γίνει αξιολόγηση και πιθανή βελτίωση του λογισμικού καθώς και η εξαγωγή συμπερασμάτων από την παιδαγωγική και διδακτική του αξιοποίηση. Παρόλο που το λογισμικό δεν έχει δοκιμαστεί συστηματικά στην τάξη, τα εργαλεία που παρέχει στο μαθητή φαίνεται ότι του δίνουν τη δυνατότητα να κατασκευάσει ο ίδιος τους αντίστοιχους αλγορίθμους.

Αναφορές

1. Noss, R., & Hoyles, C. (1996). *Windows on Mathematical meanings: Learning Cultures & Computers*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
2. Von Glasersfeld, E. (1996), Aspects of Radical Constructivism in M.Pakman (ed.), *Construcciones de la experiencia humana* (23–49). Barcelona, Spain: Gedisa Editorial.
3. Βακάλη Α., Γιαννόπουλος Η., Ιωαννίδης Ν., Κοίλιας Χ., Μάλαμας Κ., Μανωλόπουλος Ι., Πολίτης Π. (1999), *Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον*, ΥΠΕΠΘ, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Αθήνα.
4. Σιδερίδης Α., Γιαλουρής Κ., Μπακογιάννης Σ., Σταθόπουλος Κ. (2000), *Προγραμματισμός Υπολογιστών*, ΥΠΕΠΘ, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Αθήνα.

Abstract

In this paper, the design and implementation of an educational software is presented, which was created as a possible environment for learning concepts used in the methods of sequential and binary search. The software environment is interactive with multiple representations and designed with the basis constructive theories of learning. Students through a friendly and interactive interface system have the ability to develop their own algorithms of these methods utilizing different representational systems. Once notified of the algorithm, and after watching a simulated search with animated graphics (video), they can engage in two activities: to complete a flow chart and construct the pseudocode for each algorithm.

Keywords: Educational software, algorithms sequential and binary search, multiple representations