ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2005)

3ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Διδακτική της Πληροφορικής»

Το Μοντέλο των Στρατηγικών Επίλυσης ενός Προγραμματιστικού Προβλήματος σε ένα Περιβάλλον Πολλαπλών Αναπαραστάσεων για τη Μάθηση του Προγραμματισμού σε γλώσσα C

Μαρία Κορδάκη

Βιβλιογραφική αναφορά:

Κορδάκη Μ. (2026). Το Μοντέλο των Στρατηγικών Επίλυσης ενός Προγραμματιστικού Προβλήματος σε ένα Περιβάλλον Πολλαπλών Αναπαραστάσεων για τη Μάθηση του Προγραμματισμού σε γλώσσα C. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 001–011. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/8690

Το Μοντέλο των Στρατηγικών Επίλυσης ενός Προγραμματιστικού Προβλήματος σε ένα Περιβάλλον Πολλαπλών Αναπαραστάσεων για τη Μάθηση του Προγραμματισμού σε γλώσσα C

Μαρία Κορδάκη
Τμήμα Μηχανικών Η/Υ και Πληροφορικής Παν/μίου Πατρών
kordaki@cti.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία αυτή παρουσιάζεται το μοντέλο του μαθητή που αφορά στις στρατηγικές επίλυσης προγραμματιστικού προβλήματος με τη βοήθεια πολλαπλών αναπαραστασιακών συστημάτων τα οποία παρέχονται από το περιβάλλον L.E.C.G.O. (Learning Environment for programming and C using Geometrical Objects; Zikouli, Kordaki & Houstis, 2003): ένα περιβάλλον πολλαπλών αναπαραστάσεων για τη μάθηση του προγραμματισμού σε γλώσσα C με τη βοήθεια στοιχειωδών γεωμετρικών κατασκευών. Από την ανάλυση των στρατηγικών επίλυσης προκύπτει ότι το μοντέλο του μαθητή στο περιβάλλον L.E.C.G.O. εμπλουτίζεται σε σχέση με το μοντέλο του μαθητή στο περιβάλλον χαρτί-μολύβι και σε ένα κλασσικό περιβάλλον της Turbo C.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *Προγραμματισμός, Πολλαπλές αναπαραστάσεις, Μοντέλο μαθητή*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο προγραμματισμός δεν είναι ένα απλό αντικείμενο στο αναλυτικό πρόγραμμα της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, αλλά αποτελεί «νοητικό εργαλείο» (Jonassen 1996) το οποίο αποτελείται από τα εξής βασικά βήματα (Winslow1996): α) κατανόηση του δοθέντος προγραμματιστικού προβλήματος, β) έκφραση της λύσης σε μια οποιαδήποτε μορφή, γ) μετάφραση της λύσης στη συγκεκριμένη γλώσσα προγραμματισμού, και δ) έλεγχο και εκσφαλμάτωση του κώδικα που δημιουργείται. Οι μαθητές δυσκολεύονται σημαντικά σε όλα τα παραπάνω βήματα και κυρίως στη μετάφραση της λύσης σε μια συγκεκριμένη γλώσσα προγραμματισμού (Winslow 1996, Κόμης 2001). Αναλυτικότερα, οι μαθητές δυσκολεύονται στη μετάβαση από την ανθρωποκεντρική (από το εγώ) στη μηχανοκεντρική λύση (στο εσύ) όπου καλούνται να δώσουν συγκεκριμένες και σαφείς εντολές στον υπολογιστή για να πραγματοποιήσει την επίλυση. Αυτό συμβαίνει κυρίως λόγω του ότι αφ ενός μεν η διαδικασία και τα βήματα της ανθρωποκεντρικής λύσης που δίνεται στο προς επίλυση πρόβλημα συνήθως δεν είναι ξεκάθαρα συνειδητοποιημένα από τους μαθητές και αφ ετέρου διότι υπάρχει σοβαρή δυσκολία κατανόησης του πως λειτουργεί ο υπολογιστής από αυτούς. Πιο

συγκεκριμένα, οι μαθητές δυσκολεύονται συνολικά στην κατανόηση της αλγοριθμικής επίλυσης προβλήματος αλλά και στην κατανόηση όλων των τύπων δομών επανάληψης όπως και στην κατανόηση των δομών ελέγχου. Επιπλέον, οι μαθητές δυσκολεύονται στην κατανόηση της δυναμικής φύσης των μετρητών και των μεταβλητών ενώ αντιλαμβάνονται ως μαθηματικές εξισώσεις τις δομές ανάθεσης.

Οι παραπάνω διαπιστώσεις οδηγούν στην ανάγκη δημιουργίας εκπαιδευτικού λογισμικού για την εκμάθηση του προγραμματισμού το οποίο: α) θα υποστηρίζει τους μαθητές στη μετάβαση από την ανθρωποκεντρική στη μηχανοκεντρική λύση, β) θα δίνει έμφαση στην αλγοριθμική επίλυση προβλημάτων και όχι στους συντακτικούς κανόνες της γλώσσας προγραμματισμού παρέχοντας κατάλληλα σχεδιασμένα υποστηρικτικά εργαλεία, και γ) θα δημιουργεί κίνητρο στους μαθητές για ενεργητική συμμετοχή στην επίλυση προβλημάτων μέσα από δραστηριότητες που ανήκουν σε ένα πλαίσιο συμφραζομένων οικείο και ενδιαφέρον προς αυτούς.

Σχετικά με τη μάθηση του προγραμματισμού και της γλώσσας C, μια σειρά από περιβάλλοντα εκπαιδευτικού λογισμικού έχουν αναφερθεί από ερευνητές. Τα περιβάλλοντα αυτά μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο κατηγορίες, με κριτήριο το είδος των δραστηριοτήτων που μπορούν να πραγματοποιηθούν σε αλληλεπίδραση με αυτά: 1) Μικρόκοσμοι- μικρογλώσσες προγραμματισμού. Σημαντικά παραδείγματα η γλώσσα Logo και το Karel the Robot για τη μάθηση της γλώσσας C (Patis, Roberts & Stehlic 1995). Οι δραστηριότητες που μπορούν να λάβουν χώρα σε αυτά τα περιβάλλοντα εστιάζονται στην καθοδήγηση μιας χελώνας ή ενός ήρωα (μέσω απλοποιημένης συγγραφής εντολών) προκειμένου να επιτευχθεί κάποιος στόχος, πχ η χελώνα να πραγματοποιήσει μια συγκεκριμένη όδευση στο επίπεδο και ο Karel να κυκλοφορήσει επιτυχώς σε ένα λαβύρινθο. Ο μαθητής έχει κεντρικό και ενεργητικό χαρακτήρα στην κατασκευή της γνώσης του. 2) Περιβάλλοντα όπου οι μαθητές μπορούν να πραγματοποιήσουν οποιεσδήποτε δραστηριότητες. Ως τέτοια αναφέρονται: α) τα περιβάλλοντα με μεταγλωττιστές βελτιωμένων διαγνωστικών δυνατοτήτων. Από τα πιο αντιπροσωπευτικά του είδους είναι το THETIS (Freund & Roberts 1996), β) οι εικονικές γλώσσες προγραμματισμού όπως πχ. το BASCCII για τη μάθηση της γλώσσας C (Calloni & Bagert 1994). Στο περιβάλλον αυτό μειώνεται ο γνωστικός φόρτος που προκύπτει από την ανάγκη εκμάθησης του συντακτικού της γλώσσας διότι, οι μαθητές μπορούν να προγραμματίσουν κατασκευάζοντας τα διαγράμματα ροής των προγραμμάτων. γ) περιβάλλοντα δυναμικής γραφικής ή ηχητικής ανατροφοδότησης. Στα περιβάλλοντα αυτά οι μαθητές μπορούν να εμβαθύνουν στην κατανόηση του δυναμικού πλαισίου του προγραμματισμού και των αλγοριθμικών δομών εκμεταλλευόμενοι τη δυνατότητα ανάδρασης του συστήματος μέσω οπτικής ή ακουστικής πληροφορίας, ενώ απλοποιείται κατά πολύ η διαδικασία εκσφαλμάτωσης. Σημαντικά παραδείγματα, το Anim Pascal (Σατραζέμη, Χατζηαθανασίου & Δαγδιλέλης 2000) και το LENS όπου παρέχεται η δυνατότητα γραφικής προσομοίωσης της εκτέλεσης προγραμμάτων ή αλγορίθμων πχ αντίστοιχα. Ακόμη το περιβάλλον CAITLIN το οποίο παρέχει τη δυνατότητα ηχητικής ανατροφοδότησης της εκτέλεσης προγράμματος.

Το περιβάλλον L.E.C.G.O. ('A Learning Environment for programming and C using Geometrical Objects') αποτελεί ένα ανοικτό περιβάλλον πολλαπλών αναπαραστάσεων για τη μάθηση βασικών εννοιών του προγραμματισμού και της γλώσσας C (Zikouli, Kordaki & Houstis 2003). Απευθύνεται σε μαθητές Γ τάξης Λυκείου κατεύθυνσης Πληροφορικής των ΤΕΕ, μαθητές των ΙΕΚ ή φοιτητές σε εισαγωγικά μαθήματα προγραμματισμού. Η γλώσσα C επιλέχθηκε λόγω του ότι αποτελεί μια σύγχρονη γλώσσα με πολλές δυνατότητες η οποία επίσης αποτελεί ένα καλό υπόβαθρο για εισαγωγή στον αντικειμενοστραφή προγραμματισμό ο οποίος είναι ιδιαίτερα χρήσιμος σε άτομα που επαγγελματικά επιθυμούν να ασχοληθούν με την Πληροφορική. Το περιβάλλον L.E.C.G.O. παρέχει στους μαθητές δυνατότητες να πραγματοποιήσουν δραστηριότητες προγραμματιστικής επίλυσης προβλήματος σε γλώσσα C χρησιμοποιώντας διαφορετικά αναπαραστασιακά συστήματα και αντλώντας πληροφορίες από υπερμεσικό πολυμεσικό υλικό το οποίο είναι οργανωμένο με βάση τη δραστηριότητα-πρόβλημα ολιστικού τύπου (Ζηκούλη & Κορδάκη 2004α). Οι δραστηριότητες εστιάζουν στην ολιστική και όχι στην τμηματική μάθηση του αντικειμένου και ειδικότερα της γλώσσας C και τα σενάριά τους αντλούνται από το πλαίσιο συμφραζομένων της ζωγραφικής με χρήση στοιχειωδών γεωμετρικών κατασκευών. Η ζωγραφική ανήκει στον κόσμο των ενδιαφερόντων των μαθητών ενώ η χρήση στοιχειωδών γεωμετρικών σχημάτων στη ζωγραφική αποφασίστηκε αφ ενός μεν προκειμένου να δώσει ευκαιρίες στους μαθητές να πειραματιστούν με τις γραφικές συναρτήσεις της γλώσσας C, και αφ ετέρου διότι τα βασικά γεωμετρικά σχήματα είναι οικεία στους μαθητές και δεν τους προσθέτουν επιπλέον νοητικό φόρτο (Ζηκούλη & Κορδάκη 2004β). Ακόμη, ανάλογα με τη γεωμετρική κατασκευή που κάθε φορά χρησιμοποιείται δίνεται η ευκαιρία πραγματοποίησης δραστηριοτήτων κυμαινόμενης δυσκολίας έτσι ώστε να ανταποκρίνονται στο γνωστικό επίπεδο κάθε μαθητή.

Επιπλέον, στο περιβάλλον L.E.C.G.O. δίνεται η ευκαιρία σε κάθε μαθητή να ξεκινήσει την επίλυση ενός προγραμματιστικού προβλήματος από το εικονικό αναπαραστασιακό σύστημα της ζωγραφικής με πρακτικό εμπειρικό τρόπο και να προχωρήσει ανάλογα με τη γνωστική του ανάπτυξη στην ερμηνεία αυτής της λύσης σε μια σειρά προτασιακών αναπαραστασιακών συστημάτων. Με αυτό τον τρόπο αφ ενός μεν ο κάθε μαθητής μπορεί να μεταβεί 'μαλακά' από την ανθρωποκεντρική στη μηχανοκεντρική λύση εκφράζοντας τις ιδιαιτερότητές του στη μάθησή του και αφ ετέρου ο καθηγητής μπορεί να διαγνώσει τα σημεία που ο μαθητής δυσκολεύεται και να παρέμβει κατάλληλα. Συνολικά, το περιβάλλον L.E.C.G.O. διαφοροποιείται από τα υπάρχοντα περιβάλλοντα μάθησης του προγραμματισμού σε δύο σημεία: α) ως προς το είδος των μαθησιακών δραστηριοτήτων που υποστηρίζει, και β) ως προς τις δυνατότητες πολλαπλής αναπαράστασης μιας επίλυσης προβλήματος, ξεκινώντας από μια 'ανθρωποκεντρική' λύση και περνώντας ΄μαλακά΄ σε μια 'μηχανοκεντρική' προγραμματιστική λύση. Οι δυνατότητες αυτές δίνουν ευκαιρίες διεύρυνσης του μοντέλου του μαθητή όσον αφορά στο είδος και στο πλήθος των στρατηγικών επίλυσης ενός προγραμματιστικού προβλήματος σε σύγκριση με τα περιβάλλοντα χαρτί μολύβι και Turbo C.

Στην παρούσα μελέτη παρουσιάζεται το διευρυμένο μοντέλο του μαθητή που αφορά στις στρατηγικές επίλυσης ενός προγραμματιστικού προβλήματος σε γλώσσα C στο περιβάλλον L.E.C.G.O. και γίνεται σύγκριση με τα αντίστοιχα μοντέλα του μαθητή στα περιβάλλοντα χαρτί μολύβι και Turbo C.

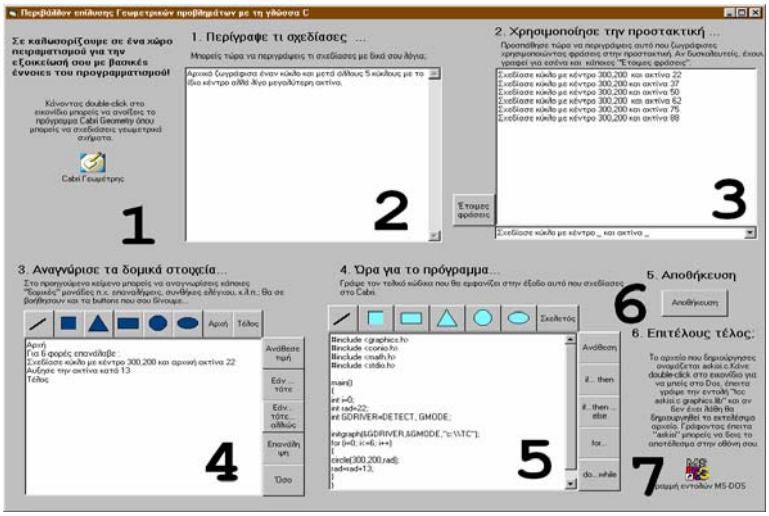
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ L.E.C.G.O.

Ο σχεδιασμός του περιβάλλοντος L.E.C.G.O. ήταν αποτέλεσμα σύνθεσης τριών μοντέλων: α) το μοντέλο μάθησης με βάση τις σύγχρονες κοινωνικές και εποικοδομιστικές θεωρήσεις για τη γνώση και τη μάθηση (von Glasersfeld 1987, Vygotsky 1978), β) το μοντέλο του μαθητή και τις δυσκολίες που αυτός αντιμετωπίζει κατά την επίλυση ενός προγραμματιστικού προβλήματος (Soloway & Spohrer 1989, Winslow 1996), και γ) το μοντέλο του γνωστικού αντικειμένου, δηλ. ενός επαρκούς υποσυνόλου της γλώσσας προγραμματισμού C (Kernighan & Ritchie 1988). Ο σχεδιασμός του L.E.C.G.O. περιγράφεται αναλυτικότερα στις εργασίες Zikouli, Kordaki & Houstis (2003), Ζηκούλη & Κορδάκη (2004α), Ζηκούλη & Κορδάκη (2004β).

Το L.E.C.G.O. είναι οργανωμένο σε δύο μέρη: α) στο χώρο παροχής πληροφοριακού υλικού το οποίο παρουσιάζεται μέσω ιεραρχικά οργανωμένων και διασυνδεδεμένων παραδειγμάτων (Ζηκούλη & Κορδάκη 2004α), και β) στο χώρο εργασίας του μαθητή (Εικόνα 1) που διαθέτει πολλαπλά αναπαραστασιακά συστήματα που δρουν ως στοιχεία υποστήριξης της εξέλιξης του μαθητή από διαισθητικές σε πιο μηχανοκεντρικές-συμβολικές λύσεις (Zikouli, Kordaki & Houstis 2003). Συγκεκριμένα, στο χώρο εργασίας του περιβάλλοντος L.E.C.G.O. οι μαθητές μπορούν να εκφράσουν τη λύση ενός προγραμματιστικού προβλήματος στα παρακάτω αναπαραστασιακά συστήματα (Zikouli, et. al. 2003):

- *Γραφικές αναπαραστάσεις στο περιβάλλον Cabri Geometry II* (Laborde 1990) που επιτρέπει τη δημιουργία γεωμετρικών κατασκευών σε ένα ξεχωριστό παράθυρο (περιοχή 1 του Σχήματος 1). Στο αναπαραστασιακό αυτό σύστημα οι μαθητές εκφράζουν με εμπειρικό τρόπο διαισθητικές γραφικές αναπαραστάσεις της λύσης ενός προβλήματος εξωτερικεύοντας έτσι την πρότερη γνώση τους. Το περιβάλλον Cabri II επιλέχθηκε, λόγω του ότι υποστηρίζει επιτυχώς και με φιλικό προς το μαθητή τρόπο, την εμπειρική κατασκευή στοιχειωδών γεωμετρικών σχημάτων και διότι υπολογίζει αυτόματα τις συντεταγμένες τους επιτρέποντας έτσι τη χρησιμοποίηση των κατάλληλων συντεταγμένων ως δεδομένων εισόδου στα επόμενα αναπαραστασιακά συστήματα.
- *Αναπαραστάσεις με κείμενο σε φυσική γλώσσα* (περιοχή 2, Σχήμα 1) όπου οι μαθητές εκφράζουν τη λύση τους στην οικεία σε αυτούς φυσική γλώσσα. Η περιγραφή της λύσης σε φυσική γλώσσα προϋποθέτει αναστοχασμό στην προηγούμενη γραφική λύση και συνειδητοποίηση της διαδικασίας και των ενεργειών που ακολουθήθηκαν..
- *Αναπαραστάσεις με χρήση φυσικής γλώσσας σε προστακτική και συγκεκριμένες φράσεις* (περιοχή 3, Σχήμα 1) όπου οι μαθητές καλούνται να μεταβούν από το «εγώ» στο «εσύ», δηλαδή να δώσουν οδηγίες με συγκεκριμένα βήματα σε κάποιον άλλον (στον Η/Υ) προκειμένου να πραγματοποιήσει τη λύση τους στο πρόβλημα. Παρατίθενται

έτοιμες φράσεις για τη σύνθεση της λύσης οι οποίες δεν είναι άμεσα εμφανίσιμες αλλά εμφανίζονται όταν ο μαθητής δεν μπορεί να προχωρήσει μόνος του.



Σχήμα 1: Ο χώρος εργασίας του L.E.C.G.O.

- *Αναπαραστάσεις σε ψευδοκώδικα με χρήση βασικών αλγοριθμικών δομών* (περιοχή 4 του Σχήματος 1) όπου οι μαθητές εκφράζουν τη λύση τους σε ψευδοκώδικα με τη βοήθεια 2 ομάδων κουμπιών η μια από τις οποίες εμφανίζει μια στοιχειώδη αλγοριθμική δομή με το πάτημα του αντίστοιχου κουμπιού στον αντίστοιχο κειμενογράφο ενώ κάθε κουμπί της άλλης ομάδας εμφανίζει μια στοιχειώδη γραφική συνάρτηση.
- *Αναπαράσταση με κώδικα σε C* (περιοχή 5, Σχήμα 1) όπου οι μαθητές γράφουν τον τελικό κώδικα σε γλώσσα C με τη βοήθεια εργαλείων που επίσης έχουν τη μορφή των κουμπιών που προαναφέρθηκαν. Έτσι, οι μαθητές απαλλάσσονται από το επιπλέον νοητικό φορτίο της απομνημόνευσης των εντολών και δομών της γλώσσας.

Επιπλέον, οι μαθητές μπορούν να αποθηκεύσουν τον κώδικα (περιοχή 6, Σχήμα 1), να τον μεταγλωττίσουν, να εκτελέσουν το εκτελέσιμο πρόγραμμα και να δουν την γραφική του έξοδο σε περιβάλλον DOS. Συγκρίνοντας την έξοδο του προγράμματος με τη γραφική λύση που είχαν δώσει και διαπιστώνοντας τυχόν ασυμφωνία μπορούν να προβούν σε κατάλληλες διορθώσεις των προγραμμάτων τους.

Χαρακτηριστικά παραδείγματα προβλημάτων που μπορούν να δοθούν προς επίλυση στο περιβάλλον L.E.C.G.O. αναφέρονται παρακάτω:

Πρόβλημα 1. Γράψε ένα πρόγραμμα που όταν εκτελεστεί να εμφανίζει στην οθόνη σου έναν πίνακα ζωγραφικής που θα κρεμάσεις στο δωμάτιό σου. Χρησιμοποίησε γεωμετρικά σχήματα της αρεσκείας σου.

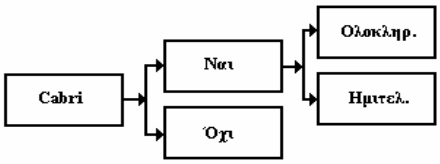
Πρόβλημα 2. Γράψε ένα πρόγραμμα που όταν εκτελεστεί να εμφανίζει στην οθόνη σου ένα τρένο με όσα βαγόνια επιλέξεις.
*Πρόβλημα 3***.** Γράψε ένα πρόγραμμα που όταν εκτελεστεί να εμφανίζει ένα πλέγμα με μαυρισμένα τα κουτάκια της διαγωνίου.
*Πρόβλημα 4***.** Χρησιμοποίησε ένα σχήμα που, καθώς θα περπατά στην οθόνη του υπολογιστή σου να αφήνει το στίγμα του. Γράψε ένα πρόγραμμα πού όταν εκτελεστεί να εμφανίζει στην οθόνη σου κάποια γεωμετρικά σχήματα.

ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΤΩΝ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΩΝ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ L.E.C.G.O.

Στο περιβάλλον L.E.C.G.O. η περιγραφή των στρατηγικών επίλυσης ενός προγραμματιστικού προβλήματος αποτελείται από τη σύνθεση έξι επί μέρους μοντέλων: α) το μοντέλο επίλυσης στο γραφικό περιβάλλον Cabri Geometry II (Σχήμα 2), β) το μοντέλο επίλυσης σε φυσική γλώσσα (Σχήμα 3), γ) το μοντέλο επίλυσης σε φυσική γλώσσα με χρήση της προστακτικής (Σχήμα 4), δ) το μοντέλο επίλυσης σε ψευδοκώδικα (Σχήμα 5), και ε) το μοντέλο επίλυσης σε κώδικα (Σχήμα 6).

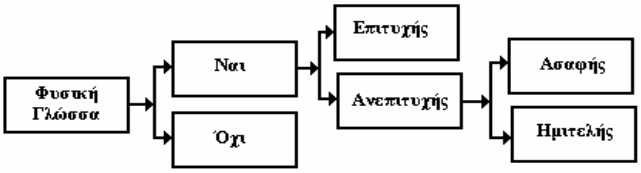
Το μοντέλο περιγραφής του τρόπου σύνθεσης των διαφόρων μοντέλων στα αναπαραστασιακά συστήματα που προαναφέρθηκαν παρουσιάζεται στο Σχήμα 7.

α) Το μοντέλο επίλυσης στο γραφικό περιβάλλον Cabri Geometry II. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 2 οι στρατηγικές των μαθητών στο γραφικό περιβάλλον Cabri είναι δυνατό να χαρακτηρισθούν ως ορθές (1 στρατηγική), ημιτελείς σωστές με την έννοια ότι επιλύουν γραφικά μέρος μόνον του προβλήματος (1 στρατηγική) και λαθεμένες στρατηγικές με την έννοια ότι δεν ανταποκρίνονται καθόλου προς το πρόβλημα προς λύση (1 στρατηγική). Επιπλέον, είναι πιθανή η περίπτωση μη χρήσης αυτού του αναπαραστασιακού συστήματος από τους μαθητές.



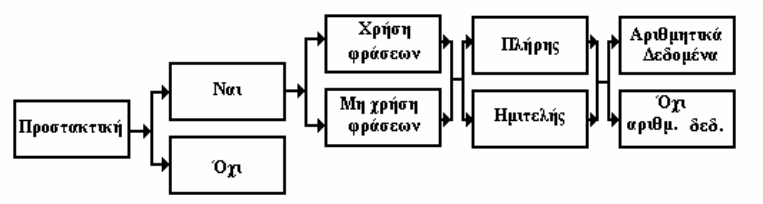
Σχήμα 2: Το μοντέλο επίλυσης του προβλήματος στο γραφικό περιβάλλον Cabri

β) Το μοντέλο επίλυσης σε φυσική γλώσσα. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 3 οι πιθανές στρατηγικές σε φυσική γλώσσα είναι δυνατό να χαρακτηρισθούν ως ορθές (1 στρατηγική) ή ημιτελείς με την έννοια ότι επιλύουν ορθά και με σαφήνεια μέρος του προβλήματος (1 στρατηγική), ημιτελείς αλλά λεκτικά ασαφείς (1 στρατηγική) και λαθεμένες (1 στρατηγική) με την έννοια ότι περιγράφουν μια λαθεμένη λύση στο πρόβλημα. Επιπλέον, είναι πιθανή η περίπτωση μη χρήσης λεκτικής περιγραφής της λύσης σε φυσική γλώσσα από τους μαθητές.



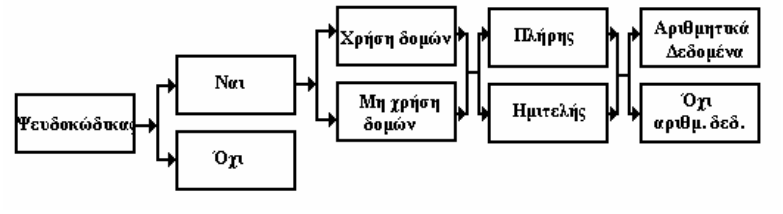
Σχήμα 3: Το μοντέλο επίλυσης του προβλήματος σε φυσική γλώσσα

γ) Το μοντέλο επίλυσης σε φυσική γλώσσα με χρήση της προστακτικής. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 4 οι μαθητές μπορεί αφ ενός να μη χρησιμοποιήσουν αυτό το σύστημα και αφ ετέρου στην περίπτωση που το χρησιμοποιήσουν μπορεί να χρησιμοποιήσουν τις παρεχόμενες εκφράσεις ή να κατασκευάσουν τις δικές τους.



Σχήμα 4: Το μοντέλο επίλυσης προβλήματος σε φυσική γλώσσα με χρήση προστακτικής

Σε κάθε περίπτωση οι στρατηγικές επίλυσης μπορεί να είναι πλήρεις ή ημιτελείς και στις δύο περιπτώσεις να χρησιμοποιούν ή όχι αριθμητικά δεδομένα δηλ. τις απαραίτητες συντεταγμένες. Συνολικά μπορεί να κατασκευαστούν 8 διαφορετικοί τύποι στρατηγικών επίλυσης (2 ορθές, 2 ημιτελείς μερικά ορθές στρατηγικές και 4 λαθεμένες στρατηγικές).

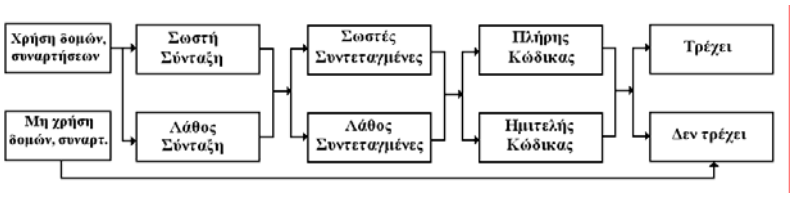


Σχήμα 5: Το μοντέλο επίλυσης του προβλήματος σε ψευδοκώδικα

δ) Το μοντέλο επίλυσης σε ψευδοκώδικα. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 5 οι μαθητές μπορεί να παρουσιάσουν παρόμοια συμπεριφορά όπως στο προηγούμενο σύστημα με τη

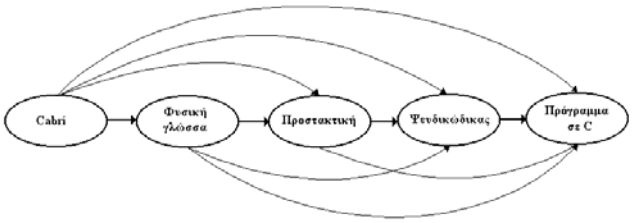
διαφορά ότι αντί για συγκεκριμένες εκφράσεις εδώ γίνεται χρήση βασικών αλγοριθμικών δομών. Και εδώ αναμένονται οι ίδιοι 8 τύποι επίλυσης προβλήματος.

ε) Το μοντέλο επίλυσης σε κώδικα. Η διαγραμματική περιγραφή του μοντέλου δίνεται στο Σχήμα 6. Και εδώ αναμένονται 8 τύποι στρατηγικών επίλυσης η διαμόρφωση των οποίων εξαρτάται από το αν: α) το πρόγραμμα είναι πλήρες β) χρησιμοποιούνται δομές ή όχι, γ) ακολουθείται σωστή σύνταξη ή όχι, και δ) χρησιμοποιούνται ορθές ή λάθος συντεταγμένες. Και εδώ 8 τύποι επίλυσης ενός προβλήματος είναι αναμενόμενοι (1 ορθή, 3 ημιτελείς μερικά ορθές στρατηγικές και 5 λαθεμένες στρατηγικές).



Σχήμα 6: Το μοντέλο επίλυσης σε κώδικα

Το μοντέλο που παρουσιάζει τα πιθανά μονοπάτια του μαθητή κατά τη διάρκεια της επίλυσης ενός προγραμματιστικού προβλήματος στο πλαίσιο των αναπαραστασιακών συστημάτων που προαναφέρθηκαν παρουσιάζεται στο Σχήμα 7. Ο μαθητής ακολουθώντας κάποιο από τα μονοπάτια του Σχήματος 7 περνάει μέσα από κάθε αναπαραστασιακό σύστημα με κάποιον από τους τρόπους που ορίζονται στα προηγούμενα μοντέλα μέχρι να φτάσει στον τελικό κώδικα σε C.



Σχήμα 7: Το μοντέλο χρησιμοποίησης των διαφορετικών αναπαραστασιακών συστημάτων

ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΤΩΝ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΩΝ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΣΤΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΑΡΤΙ-ΜΟΛΥΒΙ ΚΑΙ TURBO C

Στο περιβάλλον χαρτί-μολύβι (Χ-Μ) και στο περιβάλλον της Turbo C χρησιμοποιείται μόνο το μοντέλο επίλυσης ενός προβλήματος με κώδικα σε C όπως αυτό αναπαρίσταται

γραφικά στην Εικόνα 6. Στα περιβάλλοντα αυτά επιτυχημένη είναι μόνο μία στρατηγική, σχεδόν επιτυχημένες είναι τρεις και αποτυχημένες είναι πέντε.

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΤΩΝ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΩΝ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΣΤΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ: L.E.C.G.O. , X-M, ΚΑΙ TURBO C

Στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 7) αναγράφεται το πλήθος των επιτυχημένων, σχεδόν επιτυχημένων και αποτυχημένων στρατηγικών για τα περιβάλλοντα: α) χαρτί-μολύβι, β) Turbo C και γ) L.E.C.G.O.

Οπως φαίνεται στον Πίνακα 7, στο περιβάλλον L.E.C.G.O. οι πιθανές επιτυχημένες στρατηγικές είναι πολύ περισσότερες της μιας – που είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί στο περιβάλλον χαρτί-μολύβι και Turbo C 2.01 – και το ίδιο συμβαίνει και για τις σχεδόν επιτυχημένες και τις αποτυχημένες. Ένας μαθητής στο περιβάλλον L.E.C.G.O. μπορεί να φτάσει στο επιθυμητό αποτέλεσμα από περισσότερα του ενός μονοπάτια και επομένως περισσότεροι μαθητές μπορούν να βρουν ο καθένας το δικό του μονοπάτι προκειμένου να εκφράσουν τη γνώση τους συμπεριλαμβανομένων και των δυσκολιών τους για τη λύση του δοθέντος προβλήματος.

Πίνακας 7: Είδος στρατηγικών ανά περιβάλλον

Περιβάλλοντα	**Στρατηγικές επίλυσης**			
	Επιτυχημένες	Σχεδόν Επιτυχημένες	Αποτυχημένες	Σύνολο
χαρτί-μολύβι	1	3	5	9
Turbo C	1	3	5	9
L.E.C.G.O.	18	81	200	299

Με άλλα λόγια η λύση σε ένα πρόβλημα δεν υπόκειται στη ψηφιακή λογική «αν το πρόγραμμα τρέχει έχει βρεθεί η λύση, αλλιώς έχεις αποτύχει» αλλά επιτρέπει την διατύπωση της λύσης και σε άλλα αναπαραστασιακά συστήματα – που αποτελούν εξίσου αποδεκτές μορφές της λύσης – με αποτέλεσμα ο κάθε μαθητής να έχει την ευκαιρία να προσεγγίσει το επίπεδο της λύσης που μπορεί και να εξελιχθεί από τις ανθρωποκεντρικές διαισθητικές λύσεις στον κώδικα.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα εργασία παρουσιάστηκε το μοντέλο των στρατηγικών επίλυσης προγραμματιστικού προβλήματος στο περιβάλλον L.E.C.G.O., ένα περιβάλλον πολλαπλών αναπαραστάσεων για τη μάθηση του προγραμματισμού και της γλώσσας C το οποίο υποστηρίζει δραστηριότητες από το πλαίσιο συμφραζομένων της ζωγραφικής με χρήση στοιχειωδών γεωμετρικών αντικειμένων. Το L.E.C.G.O. διαθέτει πέντε αναπαραστασιακά συστήματα τα οποία μπορεί να χρησιμοποιήσει ένας μαθητής προκειμένου να εκφράσει τη γνώση του για την επίλυση ενός προγραμματιστικού προβλήματος. Τα αναπαραστασιακά συστήματα που παρέχονται είναι κυμαινόμενης γνωστικής διαφάνειας. Έτσι ο μαθητής έχει τη δυνατότητα να μεταβεί με ‘μαλακό’ τρόπο από διαισθητικές γραφικές λύσεις σε πιο φορμαλιστικές - μηχανοκεντρικές οι

οποίες απαιτούν χρήση αλγοριθμικών δομών και μιας γλώσσας προγραμματισμού. Από την ανάλυση του πιθανού μοντέλου του μαθητή προέκυψε ότι η χρήση των αναπαραστασιακών αυτών συστημάτων μπορεί να δώσει ευκαιρίες στους μαθητές να ακολουθήσουν πολλαπλάσια μονοπάτια από αυτά που θα ακολουθούσαν στο περιβάλλον χαρτί-μολύβι και στο περιβάλλον Turbo C (περίπου 33 φορές περισσότερα, 299/9). Με αυτό τον τρόπο δίνεται μια σημαντική δυνατότητα για την έκφραση, τη διάγνωση και την αντιμετώπιση των ιδιαιτεροτήτων των μαθητών στη μάθηση του προγραμματισμού.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Πολλές ευχαριστίες στην κ. Κωνσταντίνα Ζηκούλη για τη συμβολή της στην παρούσα μελέτη στα πλαίσια της μεταπτυχιακής της εργασίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Brusilovski P., Calabrese E., Hvorecky J., Kouchirenko A. & Miller P. (1997), Mini-languages: a way to learn programming principles, *Education and Information Technologies*, 2, 65-83

Calloni B., Bagert D. (1994), Iconic programming in BACCII vs. textual programming: which is a better learning environment?, *ACM, SIGCSE '94 3/94*, 188-192, Phoenix AZ

Freund S. N. & Roberts E.S. (1996), THETIS: An ANSI C programming environment designed for introductory use, *ACM, SIGCSE '96 2/96*, 300-304, Philadelphia, USA

Jonassen, D. H. (1996), *Computers in the classroom: Mindtools for Critical Thinking*. Colombus, OH: Prentice Hall

Laborde, J-M. (1990), *Cabri-Geometry,* Universite de Grenoble

Pattis R. E. , Roberts J. & Stehlic M. (1995), *Karel-the Robot . A gentle introduction to the art of programming,* New York: Wiley

Soloway E. & Spohrer J.C. (1989), *Studying the novice programmer,* NJ: Erlbaum

von Glasersfeld E. (1987), Learning as a constructive activity, In C. Janvier (Ed.), *Problems of representation in teaching and learning of mathematics*, 3-18, London: Lawrence Erlbaum

Vygotsky L. (1978), *Mind in Society,* Cambridge: Harvard University Press

Winslow L. E. (1996), Programming Pedagogy, *SIGCSE Bulletin,* 28(3), 17-22

Zikouli K., Kordaki M. & Houstis E. (2003), A multiple representational environment for learning programming and C, *The 3rd IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, Athens

Kernighan B. W., Ritchie D. M. (1988), *Η γλώσσα προγραμματισμού C*, Αθήνα: Εκδόσεις Κλειδάριθμος

Κόμης Β. (2001), Μελέτη Βασικών εννοιών του προγραμματισμού στα πλαίσια μιας Οικοδομιστικής Διδακτικής Προσέγγισης, *ΘΕΜΑΤΑ στην Εκπαίδευση*, 2 (2/3), 243-270

Ζηκούλη Κ. & Κορδάκη Μ. (2004α), Η 'δραστηριότητα' ως βασικό δομικό στοιχείο σχεδιασμού πληροφοριακού υλικού για τη μάθηση βασικών εννοιών προγραμματισμού σε γλώσσα C, *Πρακτικά 4ου Πανελλήνιου Συνεδρίου με διεθνή συμμετοχή «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»,* 153-162, Αθήνα

Ζηκούλη Κ. & Κορδάκη Μ. (2004β), Πλαίσιο αξιολόγησης της μαθησιακής διαδικασίας βασικών εννοιών προγραμματισμού σε γλώσσα C μέσω εκπαιδευτικού λογισμικού, *Πρακτικά 4ου Πανελλήνιου Συνεδρίου με διεθνή συμμετοχή «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»,* 598-606, Αθήνα

Σατρατζέμη Μ., Χατζηαθανασίου Κ. & Δαγδιλέλης Β. (2000), AnimPascal: Ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον για τη στήριξη εισαγωγικών μαθημάτων προγραμματισμού, στο Β. Κόμης (επιμ.), *Πρακτικά 2ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»*, 125-135, Πάτρα