

Η έννοια της μεταβλητής στο προγραμματισμό. Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της έννοιας στη γλώσσα προγραμματισμού Python και διαφοροποιήσεις ως προς τη διδακτική προσέγγιση της

Αριστείδης Αράπογλου

aarap@ppp.uoa.gr

Διεύθυνση Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Ν. Εύβοιας

Περίληψη

Στο άρθρο αυτό αρχικά σκιαγραφούνται οι διδακτικές δυσκολίες για την προσέγγιση της έννοιας της μεταβλητής στο προγραμματισμό με αναφορά στις αντιλήψεις των μαθητών για τη μεταβλητή, σύμφωνα με τη διεθνή και ελληνική βιβλιογραφία. Με αφορμή την ολοένα αυξανόμενη αξιοποίηση της γλώσσας προγραμματισμού Python στην εκπαίδευση, στο διεθνή και ελληνικό χώρο, ως εργαλείο διερεύνησης, πειραματισμού και κατασκευής προγραμμάτων για την προσέγγιση της αλγοριθμικής και υπολογιστικής σκέψης, επιχειρείται μέσα από βιβλιογραφική ανασκόπηση να αναδειχθούν οι ιδιαιτερότητες της γλώσσας στη χρήση των μεταβλητών καθώς και θέματα διδασκαλίας για τη προσέγγισή τους. Με βάση την ανάλυση αυτή προτείνονται ενδεικτικές διδακτικές προτάσεις από τη βιβλιογραφία και εμπειρική εφαρμογή για τη σταδιακή δόμηση της έννοιας, ακολουθώντας μία σπειροειδή διδακτική προσέγγιση, από απλές τεχνικές εφαρμογής και επαλήθευσης με το Python Shell, σε σταδιακά διερευνητικές προσεγγίσεις εμπάθυνσης για εννοιολογική αλλαγή. Για το σκοπό αυτό προτείνεται η αξιοποίηση του προγραμματιστικού περιβάλλοντος Python-IDLE ως εργαλείου διερεύνησης του συμβολικού κώδικα και των λειτουργιών της γλώσσας και το περιβάλλον οπτικοποίησης της εκτέλεσης του κώδικα Python Tutor Online για την ενίσχυση των συστημάτων αναπαράστασης.

Λέξεις κλειδιά: μεταβλητή, προγραμματισμός, γλώσσα προγραμματισμού Python, διδακτικές προσεγγίσεις

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια εισάγεται διεθνώς στα εισαγωγικά μαθήματα προγραμματισμού στην Τριτοβάθμια (Berkeley, 2014; Guo, 2014; MIT, 2011), και σταδιακά στη Δευτεροβάθμια (Radenski, 2006), αλλά και στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, η γλώσσα προγραμματισμού Python (<https://www.python.org/>). Σύμφωνα με τους ερευνητές τα αποτελέσματα από την αξιοποίηση της είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντικά (Grandell et al., 2006; Manilla & de Raadt, 2006; Yadin, 2011) λόγω των βασικών χαρακτηριστικών της γλώσσας: υψηλού επιπέδου, διερμηνευόμενη με άμεση ανατροφοδότηση προς το μαθητή, απλή και ευέλικτη στη σύνταξη, εύκολη χρήση αρθρωμάτων, φορητή, Ελεύθερο Λογισμικό/Λογισμικό Ανοικτού Κώδικα (ΕΛ/ΛΑΚ) με πλούσιες εκτεταμένες βιβλιοθήκες.

Στην Ελλάδα η τάση αξιοποίησης της στα μαθήματα προγραμματισμού των Τμημάτων Πληροφορικής στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευσης (Αβούρης, 2013) ολοένα αυξάνει. Στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση η Python προτάθηκε ως προγραμματιστικό εργαλείο για τη μετάβαση από την υπολογιστική σκέψη (Οδηγός εκπαιδευτικού, 2015) στο σχεδιασμό αλγορίθμων και τελικά στη δημιουργία προγραμμάτων για ώρο μάθημα Πληροφορικής (σύμφωνα με την πρόταση) της Γ΄ Τάξης Γενικού Λυκείου (ΦΕΚ 258/08-12-2014). Επίσης έχει

επιλεγεί για τα μαθήματα «Αρχές Προγραμματισμού Υπολογιστών» και «Προγραμματισμός Υπολογιστών» για τις τρεις ειδικότητες του Τομέα Πληροφορικής για τη Β΄ και Γ΄ τάξη των Ημερησίων και Γ΄ και Δ΄ τάξη των Εσπερινών Επαγγελματικών Λυκείων (ΦΕΚ2010/τΒ/16.09.2015).

Η γλώσσα Pythοn είναι μία ισχυρά αντικειμενοστραφής γλώσσα πολύ υψηλού επιπέδου, που υποστηρίζει πολύ ικανοποιητικά και τα προγραμματιστικά υποδείγματα του δομημένου και συναρτησιακού προγραμματισμού. Η ιδιότητα της αυτή σε συνδυασμό με τον τρόπο δόμησης της εμφανίζουν ορισμένες ιδιαιτερότητες στη λειτουργία της. Παρότι σε μια πρώτη επαφή με τη γλώσσα οι ιδιαιτερότητες αυτές δεν γίνονται άμεσα αντιληπτές, είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη κατά το σχεδιασμό της διδακτικής πράξης για την προσέγγιση προγραμματιστικών εννοιών.

Ένα από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της γλώσσας Pythοn είναι ο συντακτικός πλουραλισμός για την εκχώρηση τιμών και εκφράσεων στις μεταβλητές, καθώς και ο τρόπος διαχείρισής τους σε σχέση με τη μνήμη του υπολογιστή και τους τύπους δεδομένων. Το άρθρο αυτό επιχειρεί μέσα από σύντομη βιβλιογραφική ανασκόπηση να σκιαγραφήσει τις μαθησιακές παρανοήσεις για την έννοια της μεταβλητής στις παραδοσιακές γλώσσες του δομημένου προγραμματισμού, να ερευνήσει τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της γλώσσας Pythοn ως προς τη μεταβλητή σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία και θέματα διδακτικής που μπορεί να παρουσιαστούν για την προσέγγισή τους. Επίσης, προτείνει σύντομα ενδεικτικές διδακτικές προτάσεις από τη βιβλιογραφία και εμπειρική εφαρμογή για τη σταδιακή δόμηση της έννοιας.

Θεωρητικό πλαίσιο

Παρότι οι μαθητές έχουν αντιμετωπίσει την έννοια της μεταβλητής στο προγραμματισμό σε διάφορες βαθμίδες της εκπαίδευσης (στις τελευταίες τάξεις του Δημοτικού, στη Γ΄ τάξη Γυμνασίου, στη Β΄ τάξη ΓΕ.Λ. κ.α.) παρατηρείται οι αντιλήψεις τους για αυτή να μην είναι ξεκάθαρες.

Διάφοροι ερευνητές (Γρηγοριάδου & Κανίδης, 2002) έχουν υποστηρίξει ότι οι μαθητές παρουσιάζουν δυσκολίες στην κατανόηση εννοιών σχετικών με τη λειτουργία και οργάνωση της κύριας μνήμης του υπολογιστή. Σύμφωνα με τους ισχυρισμούς των Du Boulay (1989), Samurcay (1989), Δαγδιλέλη και των συνεργατών του (1998) και Κόμη (2005), οι μαθητές εμφανίζεται να έχουν οικοδομήσει ημιτελείς αναπαραστάσεις σχετικά με τη μεταβλητή προσεγγίζοντας την για παράδειγμα ως «κουτί» για την εναπόθεση περιεχομένου χωρίς σαφή προσδιορισμό των χαρακτηριστικών που αυτή έχει. Σε αυτό φαίνεται να συντελεί και η χρήση ημιτελών αναλογιών για την περιγραφή τους.

Ο όρος αναλογία αναφέρεται στη σύγκριση δομών ή συσχετίσεων μεταξύ δύο περιοχών, που εμπλέκει τη μεταφορά της συσχετιζόμενης πληροφορίας από μία περιοχή, που ήδη υπάρχει στη μνήμη (συνήθως αναφέρεται ως πηγή ή βασική περιοχή) στην περιοχή που εξηγείται (αναφέρεται ως περιοχή στόχος) (Vosniadou & Ortony, 1989). Παρότι η χρήση των αναλογιών φέρει σημαντικό ρόλο στην εννοιολογική αλλαγή, η επιλογή αναλογιών που εξυπηρετούν μερικώς τη λειτουργία της μεταβλητής στη διδακτική πρακτική, όπως αυτές του μικρού κουτιού που παίρνει μία μόνο τιμή κάθε φορά ή του φακέλου αλληλογραφίας, φαίνεται να συντελεί στη δόμηση ημιτελών αναπαραστάσεων για αυτή, όταν δε συνοδεύεται από την αντίστοιχη εξήγηση κατά τη διδακτική πράξη.

Επιπρόσθετα, αρκετές φορές παρουσιάζεται οι μαθητές να ταυτίζουν την έννοια της μεταβλητής στο προγραμματισμό με αυτήν από το χώρο των Μαθηματικών, αποδίδοντάς της τις ιδιότητες που έχει στα μαθηματικά. Το γεγονός αυτό δημιουργεί επιμέρους γνωστικά προβλήματα σε σχέση με το τύπο της μεταβλητής, τη διαδικασία εκχώρησης τιμής, την

επαναχρησιμοποίηση της με τον ίδιο ή διαφορετικό ρόλο σε ένα πρόγραμμα. Η μεταβλητή σε αρκετές γλώσσες προγραμματισμού σε συμβολικό επίπεδο συντάσσεται με τέτοιο τρόπο που είναι συγγενής με αυτόν των Μαθηματικών, αλλά με διαφορετικό νόημα. Στην Python για παράδειγμα χρησιμοποιείται το σύμβολο «=» για την εκχώρηση τιμής και το «==» ως λογικός τελεστής για την ισότητα.

Οι δυσκολίες κατανόησης παρουσιάζονται πιο έντονες όταν οι μεταβλητές χρησιμοποιούνται σε πιο σύνθετες αλγοριθμικές και προγραμματιστικές δομές, με διάφορους ρόλους όπως στη δομή επανάληψης, στις συναρτήσεις ή σε δομές δεδομένων όπως η λίστα. Για παράδειγμα, η χρήση μιας μεταβλητής με ρόλο αθροιστή ($sum=sum+12$) ή με ρόλο μετρητή σε μία επαναληπτική δομή.

Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της μεταβλητής στη γλώσσα Python

Στη γλώσσα Python η χρήση της μεταβλητής εμφανίζει σημαντικές διαφορές από τις παραδοσιακές γλώσσες προγραμματισμού. Η Python παρέχει εντυπωσιακές εναλλακτικές δυνατότητες έκφρασης για τη διαχείριση μεταβλητών, που διευκολύνουν τη μετάβαση από το ψευδοκώδικα ενός αλγορίθμου στην υλοποίηση του σε πρόγραμμα. Για τη χρησιμοποίηση μιας μεταβλητής δεν απαιτείται η δήλωση της σε διακριτό τμήμα δηλώσεων, ενώ επιτρέπει την εκχώρηση διαφορετικών τύπων τιμών και δεδομένων (ακέραιες, κινητές υποδιαστολής, συμβολοσειρές, λογικές, λίστα κ.α.) μέσα στο ίδιο πρόγραμμα (Downey, 2012; Tutorial Python Course-eu, 2016). Οι δυνατότητες αυτές σε συνδυασμό με την ευκολία σύνταξης μιας εντολής και τη δυνατότητα άμεσης διερμηνείας της, δημιουργούν ένα γόνιμο περιβάλλον πειραματισμού και διερεύνησης για τους μαθητές μέσα από την υλοποίηση κατάλληλων δραστηριοτήτων. Μέσα από την επικοινωνία με το διερμηνευτή και την κατάλληλη ενορχήστρωση της διδακτικής πράξης οι μαθητές μπορούν σταδιακά να προσεγγίζουν βασικές προγραμματιστικές έννοιες, όπως αυτής της μεταβλητής με το δικό τους ρυθμό.

Η ευκολία σύνταξης κώδικα στη γλώσσα Python, φαίνεται να διευκολύνει ιδιαίτερα τους μαθητές στη δημιουργία και χρήση των μεταβλητών (Oldham, 2005). Οι μαθητές μπορούν γρήγορα να τις χρησιμοποιούν στα προγράμματα τους χωρίς να χρειάζεται σε πρώτο στάδιο να σκεφτούν θέματα διαχείρισης της μνήμης του υπολογιστή ή να επικεντρωθούν σε ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της γλώσσας (Bogdančič et al., 2013). Η διδασκαλία διευκολύνεται δίνοντας τη δυνατότητα στον/στην εκπαιδευτικό να σχεδιάσει μία σταδιακή διδακτική προσέγγιση της έννοιας της μεταβλητής μέσα σε ένα ευρύτερο διδακτικό χρονικό πλαίσιο κατά τη διάρκεια της εξέλιξης των μαθημάτων, εμβαθύνοντας σταδιακά στη δόμηση της έννοιας με ένα σπειροειδή τρόπο.

Αντίθετα, η εισαγωγή των μαθητών από τα πρώτα μαθήματα στην ποικιλία των διαφορετικών συμβολικών εκφράσεων που παρέχει η γλώσσα Python για την ανάθεση τιμής σε μία μεταβλητή μπορεί να αποτελέσει τελικά εμπόδιο στην κατανόηση της έννοιας. Για παράδειγμα, η γλώσσα Python παρέχει μεταξύ άλλων δυνατότητες όπως:

- Ανάθεση τιμής σε περισσότερες από μία μεταβλητές: $metavlitil = metavlitil2 = metavlitil3 = 15$.
- Ανάθεση τιμών με τη σειρά: $x, y=10, 34$. Στο παράδειγμα το x παίρνει τη τιμή 10 ενώ το y την τιμή 34. Η δήλωση $x, y, z = 10, 27, \text{“Ελευθερία”}$ εκχωρεί στο x το 10 στο y το 27 και στο z τη συμβολοσειρά Ελευθερία.
- Αντιμετάθεση τιμών: Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η δήλωση για την αντιμετάθεση τιμών μεταξύ δύο μεταβλητών: $x, y = y, x$. Παρότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ο παραδοσιακός τρόπος με τη χρήση βοηθητικής μεταβλητής για

την αντιμετάθεση τιμών, η παραπάνω δήλωση είναι ένα δείγμα της δυναμικής που προσφέρει η γλώσσα Python στη διαχείριση των μεταβλητών.

Επιπρόσθετα, η Mézárosová (2015) υποστηρίζει ότι οι εκπαιδευτικοί του υπό εξέταση δείγματος της έρευνας της, θεωρούν ως πιθανό διδακτικό εμπόδιο για την εμπάθυνση στην έννοια της μεταβλητής την έλλειψη τμήματος δηλώσεων των τύπων των μεταβλητών σε συνδυασμό με τη δυνατότητα αλλαγής του τύπου των τιμών μιας μεταβλητής κατά τη διάρκεια εκτέλεσης ενός προγράμματος. Το θέμα μπορεί να αναδεχθεί ακόμα πιο έντονο σε αρκετές περιπτώσεις, που φαινομενικά εμφανίζονται ως παράδοξα όπως για παράδειγμα η εμφάνιση της τιμής 0 μετά τον υπολογισμό της διαίρεσης $x = 1/2$ σε σχέση με την εμφάνιση της τιμής 0.5 της δήλωσης $x = 1/2.0$ στην έκδοση 2.7.x της Python ή η χρήση ακεραίων ως λογικοί σε λογικές εκφράσεις ($x=1$ if x : print "Ok", ανάλογα και με την έκδοση της Python που χρησιμοποιείται).

Διάφοροι ερευνητές (Bogdanchikov et al., 2013; Mézárosová, 2015) ισχυρίζονται ότι το εμπόδιο για τους τύπους μεταβλητών μπορεί να ξεπεραστεί αν εξηγηθεί και συζητηθεί σε επόμενο στάδιο στην τάξη ο τρόπος που η Python διαχειρίζεται τις μεταβλητές. Από την άλλη ο Oldham (2005) υποστηρίζει ότι οι δυνατότητες διδακτικών προσεγγίσεων για την κατανόηση διάφορων θεμάτων που σχετίζονται με τους τύπους των μεταβλητών είναι περιορισμένες στη γλώσσα Python.

Η γλώσσα Python διαφοροποιείται από τις περισσότερες γλώσσες προγραμματισμού ως προς τη χρήση των μεταβλητών. Καθώς είναι ισχυρά αντικειμενοστραφής όλα τα δεδομένα σε ένα πρόγραμμα Python αναπαριστανται με αντικείμενα ή με σχέσεις μεταξύ των αντικειμένων. Κάθε αντικείμενο έχει μία ταυτότητα (identity), έναν τύπο και μία τιμή. Για παράδειγμα, το 12 είναι ένα αντικείμενο με τιμή 12, τύπου int (ακέραιος) και με ένα id() όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.

```
>>> type(12)
<type 'int'>
>>> id(12)
20643204
>>> x=12
>>> type(x)
<type 'int'>
>>> id(x)
20643204
>>> y=x
>>> id(y)
20643204
```

Σχήμα 1. Απεικόνιση από το Python Shell εκδ. 2.7.9 για το τύπο και το id του αντικειμένου 12 και των μεταβλητών x και y που αναφέρονται σε αυτό

Οι μεταβλητές στην Python λειτουργούν περισσότερο ως δείκτες με κάποιο όνομα που αναφέρονται σε κάποια αντικείμενα. Ο τύπος της μεταβλητής είναι ο εκάστοτε τύπος του αντικειμένου στην οποία αναφέρεται. Στο παράδειγμα $x = 12$, δημιουργείται η μεταβλητή με όνομα x και αναφέρεται στο αντικείμενο με τιμή 12 με ακέραιο τύπο δεδομένων. Το σύμβολο "=" δημιουργεί ένα είδος σύνδεσης (binding) μεταξύ του αντικειμένου 12 και της μεταβλητής με όνομα x. Ο τύπος της μεταβλητής είναι και αυτός ακέραιος, αφού αναφέρεται σε αντικείμενο με ακέραιο τύπο δεδομένων. Η Python παρακολουθεί όλες τις τιμές και τις διαγράφει, όταν πάψει να υπάρχει μεταβλητή που αναφέρεται σε αυτή. Η διαδικασία αυτή είναι γνωστή ως "συλλογή σκουπιδιών" (garbage collection).

Στη διεθνή βιβλιογραφία ως αναλογία για την αναπαράσταση της έννοιας της μεταβλητής ως δείκτη αναφοράς χρησιμοποιείται η αναλογία της ετικέτας (Goodger, 2006) ή για τη

διαδικασία σύνδεσης μεταβλητών με μια τιμή ή αναλογία του πλοκαμιού. Οι αναλογίες αυτές φαίνεται να εξυπηρετούν πιο εύστοχα συγκριμένες λειτουργίες της μεταβλητής στην Python σε σχέση με αυτή της αναλογίας του κουτιού. Παρόλα αυτά ως αναλογίες δεν επεξηγούν όλο το μοντέλο λειτουργίας της μεταβλητής και συνιστάται να χρησιμοποιούνται με μέτρο για συγκεκριμένο διδακτικό στόχο.

Επιπρόσθετα, οι (Sajaniemi, Tedre & Nikula, 2007) σημειώνουν ότι οι διαφοροποιήσεις της Python ως προς τη μεταβλητή έχουν ως αποτέλεσμα την εμφάνιση μερικών αλλαγών στην ερμηνεία των ρόλων των μεταβλητών από τους μαθητές και κυρίως ως προς το ρόλο της μεταβλητής μετρητή. Η χρήση των λιστών (ιδιαίτερα στην έκδοση 3.4 της Python) στη δομή επανάληψης `for` φαίνεται να δημιουργεί ένα νέο ρόλο ως προς το ρόλο του μετρητή.

Διδακτικές προσεγγίσεις

Με στόχο τη συμπλήρωση της γνωστικής δομής ή την τροποποίηση της μέσα από κατάλληλες εποικοδομιστικές προσεγγίσεις οι μαθητές προτείνεται να εμπλέκονται ενεργά σε προβλήματα προγραμματισμού που να τους επιτρέπει να μετασχηματίζουν σταδιακά τις αντιλήψεις τους για την έννοια της μεταβλητής (Αβούρης κ.α., 2013). Μέσα από δραστηριότητες και σόντομα προβλήματα προς επίλυση οι μαθητές μπορούν να έχουν την ευκαιρία να αναπτύσσουν πρωτοβουλίες, να πειραματίζονται και να διερευνούν. Ως διδακτική στρατηγική προτείνεται η έννοια της μεταβλητής να προσεγγιστεί με ποικίλες δραστηριότητες οικοδομώντας με σπειροειδή τρόπο το νοητικό μοντέλο για τη μεταβλητή και τις συσχετιζόμενες με αυτήν έννοιες. Η Python ως γλώσσα πολύ υψηλού επιπέδου δίνει τη δυνατότητα στους εκπαιδευτικούς να αναβάλουν για αργότερα θέματα εμβάθυνσης για τη διαχείριση των μεταβλητών και της μνήμης του υπολογιστή και να ιεραρχήσουν τις διδακτικές προτεραιότητες τους ως προς την προσέγγιση της έννοιας.

Στο πρώτο στάδιο προτείνεται η εξοικείωση με την έννοια μέσα από δραστηριότητες για την ανάθεση χαρακτηριστικών τιμών και εκφράσεων σε μεταβλητές, με τη χρήση του διερμηνευτή (Downey, 2012; Οδηγός Εκπαιδευτικού 2015). Οι δραστηριότητες μπορεί να έχουν διερευνητικό χαρακτήρα καλώντας τους μαθητές αρχικά να απαντήσουν τι αναμένουν να εμφανιστεί στην οθόνη μετά την εκτέλεση των προτεινόμενων εντολών και να επαληθεύσουν την υπόθεση τους πειραματιζόμενοι με το προγραμματιστικό περιβάλλον. Για τη διερεύνηση του εκάστοτε τύπου της μεταβλητής προτείνεται να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος `type()` σε απλές δραστηριότητες. Η λειτουργία των μεταβλητών θα είναι «ημιδιαφανής» και θα περιορίζεται στο βασικό τρόπο διαχείρισης τους χωρίς παραπέρα θεωρητική εμβάθυνση.

Σε δεύτερο στάδιο οι μαθητές προτείνεται να υλοποιήσουν ένα απλό πρόγραμμα ακολουθιακής αλγοριθμικής δομής, όπως για παράδειγμα τον υπολογισμό του εμβαδού ενός παραλληλογράμμου. Με τον τρόπο αυτό αναγνωρίζουν την ανάγκη εισαγωγής δεδομένων σε μεταβλητές από το πληκτρολόγιο, την εκχώρηση μιας αριθμητικής έκφρασης σε μία μεταβλητή και την εμφάνιση του αποτελέσματος στην οθόνη με χρήση της `print`. Ιδιαίτερος χρόνος προτείνεται να αφιερωθεί για την προσέγγιση των συναρτήσεων `input()` και `raw_input()`, ενώ στο στάδιο αυτό δε κρίνεται σκόπιμη η αναλυτική επεξήγηση της λειτουργίας των δύο συναρτήσεων (καθώς εξαρτάται και από την έκδοση της Python που χρησιμοποιείται).

Για την εμβάθυνση στη λειτουργία της μεταβλητής σε επόμενα στάδια προτείνεται σε μετέπειτα χρόνο η μετάθεση από τις συντακτικές δυνατότητες της γλώσσας προγραμματισμού στην οικοδόμηση της έννοιας σε σχέση με τη μνήμη του υπολογιστή και των διαδικασιών, που πραγματοποιούνται για την εκτέλεση μίας απλής εντολής-συνάρτησης εκχώρησης. Η προσέγγιση προτείνεται να είναι εμφανής στους μαθητές και να

διατηρείται σε ένα πρώτο επίπεδο αφαίρεσης χωρίς να δίνεται έμφαση σε τεχνικές λεπτομέρειες της γλώσσας ανάλογα και με το ηλικιακό επίπεδο το μαθητών και τη προηγούμενη εμπειρία τους.

Επιπρόσθετα, σύμφωνα με τον Guo (2013) η αξιοποίηση τεχνικών και εργαλείων για την οπτικοποίηση των διαδικασιών (οπτικοποιημένη βήμα προς βήμα εκτέλεση εντολών με το Python Tutor OnLine (<http://www.pythontutor.com/>) μπορεί συμβάλει στην κατανόηση της λειτουργίας της μεταβλητής. Το προγραμματιστικό περιβάλλον δίνει τη δυνατότητα σχηματικής απεικόνισης των ονομάτων των μεταβλητών σε σχέση με τις τρέχουσες τιμές τους κατά τη στιγμή εκτέλεσης του προγράμματος. Στη συνέχεια παρουσιάζεται ένα ενδεικτικό παράδειγμα δραστηριότητας εμβάθυνσης.

Ενδεικτικό παράδειγμα

Δίνεται το παρακάτω πρόγραμμα σε γλώσσα Python (αριστερή στήλη). Δημιουργήστε στο IDLE Python module το πρόγραμμα (με αντιγραφή- επικόλληση) και αποθηκεύστε το με το όνομα_αρχείου variable.py). Εκτελέστε το (η εντολή `print id(x)` εμφανίζει τη ταυτότητα-διεύθυνση της μεταβλητής) και παρατηρήστε τι εμφανίζεται στη οθόνη. Καταγράψτε τα αποτελέσματα στη δεξιά στήλη. Με αφορμή τα αποτελέσματα να αναπτυχθεί συζήτηση για το τρόπο που διαχειρίζεται τις μεταβλητές η γλώσσα Python.

Πίνακας 1. Απόσπασμα φύλλου εργασίας δραστηριότητας για την εμβάθυνση στην έννοια της μεταβλητής

| Πρόγραμμα Python | Τιμές που εμφανίζονται |
|---|------------------------|
| <pre>x = 12 print x print id(x) y = x print y print id(y) y = 24 print y print id(y) print x print id(x) z=x=y print x, y, z print id(x), id(y), id(z) print id(24)</pre> | |

Συμπεράσματα

Τα τελευταία χρόνια η γλώσσα Python με ολοένα αυξανόμενο ρυθμό αξιοποιείται διεθνώς για την εισαγωγή σε μαθήματα προγραμματισμού τόσο στην Τριτοβάθμια όσο και στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση με θετικά μαθησιακά αποτελέσματα. Τα χαρακτηριστικά της γλώσσας σε συνδυασμό με την ευκολία σύνταξης προγράμματος και άμεσης διερμηνείας δημιουργούν ένα γόνιμο περιβάλλον διερεύνησης για τους μαθητές, μέσα από την υλοποίηση κατάλληλων δραστηριοτήτων.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής έρευνας για τις αντιλήψεις των μαθητών, η έννοια της μεταβλητής στο προγραμματισμό αναδεικνύεται ως μία δύσκολη έννοια να προσεγγιστεί διδακτικά σε ποικίλες γλώσσες προγραμματισμού. Παραμένει όμως ένας σημαντικός διδακτικός στόχος, που περιλαμβάνεται σε συντριπτικό βαθμό σε διάφορα προγράμματα σπουδών σε εισαγωγικά μαθήματα για την υπολογιστική σκέψη και τον προγραμματισμό υπολογιστών.

Στη γλώσσα Python η ευκολία σύνταξης κώδικα φαίνεται να διευκολύνει ιδιαίτερα τους μαθητές στη δημιουργία και χρήση των μεταβλητών. Η χρήση της μεταβλητής εμφανίζει σημαντικές διαφορές από τις παραδοσιακές γλώσσες προγραμματισμού, που δε γίνονται όλες άμεσα αντιληπτές από την πρώτη επαφή με τη γλώσσα. Η Python παρέχει εντυπωσιακές εναλλακτικές δυνατότητες συντακτικής έκφρασης για τη διαχείριση μεταβλητών, ενώ ως ισχυρά αντικειμενοστραφής γλώσσα διαχειρίζεται εννοιολογικά τα πάντα ως αντικείμενα. Οι μεταβλητές στην Python λειτουργούν ως δείκτες, που αναφέρονται σε εκάστοτε τιμές-αντικείμενα. Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της γλώσσας ως προς τη διαχείριση των μεταβλητών προτείνεται να ληφθούν σοβαρά υπόψη κατά το διδακτικό σχεδιασμό και την εφαρμογή της διδακτικής πράξης. Ένα σπειροειδές μοντέλο σταδιακής προσέγγισης και διερεύνησης της έννοιας από τους μαθητές μεγαλύτερων ηλικιών φαίνεται να ενισχύει την κατανόηση της.

Αναφορές

- Berkeley (2014). CS61A: Structure and Interpretation of Computer Programs, functional approach. Retrieved 15 December 2015 from <http://www-inst.eecs.berkeley.edu/~cs61a/fa14/>.
- Bogdanchikov, A., Zhaparov, M., & Suliyev, R. (2013). Python to learn programming. *Journal of Physics: Conference Series*, 423 (1), 1-5.
- Downey, A. (2012). *Think Python, How to think like a computer scientist*. Massachusetts: Green Tea Press.
- Du Boulay, B. (1986). Some difficulties of learning to program. *Journal of Educational Computing Research*, 2(1), 57-73.
- Goodger, D. (2006). Code Like a Pythonista: Idiomatic Python. Ανακτήθηκε στις 27 Φεβρουαρίου 2016 από <http://python.net/~goodger/projects/pycon/2007/idiomatic/handout.html>.
- Grandell, L., Peltomaki, M., Back, R-J., & Salakoski, T. (2006). Why complicate things? Introducing programming in high school using python. In D. Tolhurst & S. Mann (eds.), *Proceedings of the 8th Australasian Computing Education Conference* (pp. 71-80), Hobart, Australia: Australian Computer Society, CRPIT.
- Guo, P. J. (2013, March). Online python tutor: embeddable web-based program visualization for cs education. In *Proceeding of the 44th ACM technical symposium on Computer science education (SIGCSE)* (pp. 579-584), Denver, Colorado, USA: ACM.
- Guo, P. (2014). Python is now the Most Popular Introductory Teaching Language at Top U.S. Universities. Retrieved 27 January 2016 from <http://cacm.acm.org/blogs/blog-cacm/176450-python-is-now-the-most-popular-introductory-teaching-language-at-top-us-universities/fulltext>.
- Mannila, L., & Raadt, M. (2006). An objective comparison of languages for teaching introductory programming. In *Proceedings of the 6th Baltic Sea conference on Computing education research: Koli Calling 2006* (pp. 32-37), New York, NY, USA: ACM.
- Mészárosová, E. (2015). Is python an appropriate programming language for teaching programming in secondary schools? *ICTE Journal*, 4, 5-14.
- MIT (2011). A Gentle Introduction to Programming Using Python. Retrieved 13 January 2016 from <http://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-189-a-gentle-introduction-to-programming-using-python-january-iap-2011/>.

- Oldham, D. J. (2005). What happens after Python in CS1? *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 20 (6), 7-13.
- Radenski, A. (2006). "Python first": a lab-based digital introduction to computer science. In *Proceedings of the 11th annual SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education (ITICSE '06)* (pp. 197-201), New York, NY, USA: ACM.
- Samurcay, R. (1989). The Concept of variable in programming: Its meaning and use in problem solving by novice programmers. In E. Saloway & J. C. Spohrer (eds.), *Studying the Novice Programmer* (pp. 161-178), Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Sajaniemi, J., Tedre, M., & Nikula, U. (2007). Python and Roles of Variables in Introductory Programming: Experiences from Three Educational Institutions. *Journal of Information Technology Education*, 6, 199-214.
- Swaroop, C. H. (2013). A byte of Python. Ανακτήθηκε στις 12 Δεκεμβρίου από <http://www.swaroopch.com/notes/Python/>.
- Yadin, A. (2011). Reducing the dropout rate in an introductory programming course. *ACM Inroads*, 2(4) 71-76.
- Tutorial Python Course-eu, Data Types and Variables. Ανακτήθηκε στις 20 Φεβρουαρίου 2016 από <http://www.python-course.eu/variables.php>.
- Vosniadou, S., & Ortony, A. (1989). Similarity and analogical reasoning: A synthesis. In S. Vosniadou & A. Ortony (eds.), *Similarity and analogical reasoning* (pp. 1-17), Cambridge: Cambridge University Press.
- Αβούρης, Ν., Κουκιάς, Μ., Παλιουράς, Β., & Σγάρμπας, Κ. (2013). *Εισαγωγή στους υπολογιστές με τη γλώσσα Python*. Πάτρα: Εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών.
- Γρηγοριάδου, Μ., & Κανίδης, Ε. (2002). Αντιλήψεις των Μαθητών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Σχετικά με την οργάνωση και τη λειτουργία της Μνήμης των Υπολογιστών. Στο Α. Δημητρακοπούλου (επιμ.), *Πρακτικά του 3ου Συνεδρίου ΕΤΠΕ «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»* (σ. 249-258), Ρόδος: Καστανιώτη. Ανακτήθηκε στις 12 Μαρτίου 2016 από <http://www.etpe.eu/custom/pdf/etpe183.pdf>.
- Δαγδύλης, Β., Παυλοπούλου Κ., & Τρίγγα, Π. (1998). *Διδακτικοί Μέθοδοι και Εφαρμογές*. Αθήνα: Ευγενία Σωτ. Μπένου.
- Κόμης, Β. (2005). *Εισαγωγή στη Διδακτική της Πληροφορικής*. Αθήνα: Κλειδάριθμος.
- Οδηγός για τον Εκπαιδευτικό για το Πρόγραμμα Σπουδών του Μαθήματος «Πληροφορική» Γ' Τάξης Γενικού Λυκείου (Ιανουάριος 2015), στο πλαίσιο του έργου «ΝΕΟ ΣΧΟΛΕΙΟ (Σχολείο 21ου αιώνα) - Νέο Πρόγραμμα Σπουδών», Υπόεργο 9: «Εκπόνηση Προγραμμάτων Σπουδών Γενικού Λυκείου, Μουσικών και Καλλιτεχνικών Λυκείων», Υ.ΠΟ.ΠΑΙ.Θ, Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής (Ι.Ε.Π).