

Αποτίμηση της Διδασκαλίας της Γλώσσας Προγραμματισμού R σε Φοιτητές Οικονομικών

Ευριπίδης Βραχνός

Ζάννειο Πειραματικό Γυμνάσιο Πειραιά
Τμήμα Διεθνών και Ευρωπαϊκών Οικονομικών Σπουδών, ΟΠΑ
evrachnos@gmail.com, evripides@aueb.gr

Περίληψη

Η R είναι μια γλώσσα προγραμματισμού η οποία έχει σχεδιαστεί για την ανάπτυξη στατιστικών και οικονομικών εφαρμογών. Ωστόσο τα τελευταία χρόνια αποτελεί μια από τις δημοφιλέστερες γλώσσες για εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης και ανάλυσης δεδομένων. Στην εργασία αυτή παρουσιάζουμε κάποια προκαταρκτικά αποτελέσματα από την διδασκαλία του προγραμματισμού με τη γλώσσα R στο δεύτερο εξάμηνο του τμήματος Διεθνών και Ευρωπαϊκών Οικονομικών Σπουδών του Οικονομικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Στο τέλος του εξαμήνου οι φοιτητές συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο με ερωτήσεις για τη γλώσσα R και σύντομες ασκήσεις. Οι φοιτητές που παρακολούθησαν το μάθημα προέρχονταν όλοι από την κατεύθυνση οικονομίας – πληροφορικής. Για αυτόν τον λόγο τα αποτελέσματα παρουσιάζουν εξαιρετικό ενδιαφέρον γιατί εμφανίζουν ενδείξεις ότι οι παρανοήσεις χτίζονται σε πρότερες γνώσεις των αρχάριων προγραμματιστών.

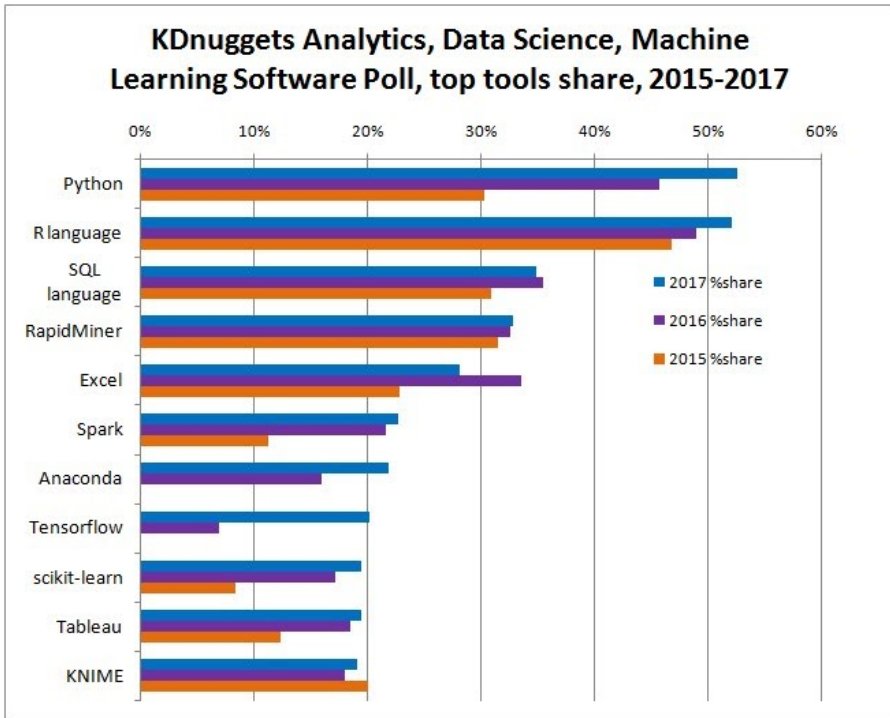
Λέξεις κλειδιά: R, προγραμματισμός, Οικονομικές Σπουδές, Τριτοβάθμια εκπαίδευση

1. Εισαγωγή

Η ανάλυση δεδομένων αποτελεί έναν χώρο ο οποίος έχει εξελιχθεί τα τελευταία χρόνια με εφαρμογές στο εμπόριο, στο μάρκετινγκ, στην ιατρική στη βιολογία κλπ. Οι αλγόριθμοι ανάλυσης δεδομένων (data analysis) σε συνδυασμό με αλγορίθμους μηχανικής μάθησης (machine learning) βρίσκουν συσχετίσεις σε μεγάλους όγκους δεδομένων οι οποίες δεν είναι δυνατόν να ανιχνευθούν με άλλο τρόπο.

Οι γλώσσες προγραμματισμού που κυριαρχούν στους τομείς της ανάλυσης δεδομένων και της μηχανικής μάθησης είναι η Python και η R όπως φαίνεται στην Εικόνα 1. Η Python κυριαρχεί τα τελευταία χρόνια και στην τριτοβάθμια εκπαίδευση (Goldwasser & Letscher, 2015; Guo, 2014; Shein, 2015; Simon et al., 2018). Εκτός από την απλότητα της σύνταξης και την απότομη καμπύλη μάθησης ένα άλλο μεγάλο πλεονέκτημα των δυο αυτών γλωσσών είναι η πληθώρα βιβλιοθηκών οι οποίες αυξάνονται και επεκτείνονται συνεχώς. Οι βιβλιοθήκες αυτές επιτρέπουν την ανάπτυξη εφαρμογών σε όλα σχεδόν τα επιστημονικά και τεχνολογικά πεδία: από την

μοριακή βιολογία (Malmström, 2019) μέχρι την τεχνητή νοημοσύνη και τις οικονομικές επιστήμες (Aguoba & Fernandez, 2015).



Εικόνα 1. Γλώσσες προγραμματισμού που χρησιμοποιούνται στην Ανάλυση Δεδομένων και τη Μηχανική Μάθηση (πηγή: <https://www.kdnuggets.com/>).

Στην εργασία αυτή θα επικεντρωθούμε στη γλώσσα προγραμματισμού R. Αναπτύχθηκε το 1994 από τους Ross Ihaka και Robert Gentleman στο Πανεπιστήμιο του Auckland στη Νέα Ζηλανδία (Ihaka & Gentleman, 1996) και βασίστηκε στη γλώσσα S του John Chambers. Αρχικά παρουσιάστηκε ως λογισμικό για ένα εισαγωγικό μάθημα στατιστικής, αλλά σύντομα η διάδοσή της ξεπέρασε τις προσδοκίες. Αρκετοί χρήστες και προγραμματιστές έδειξαν ενδιαφέρον για αυτό το πακέτο που σιγά-σιγά μετασχηματίστηκε σε μια από τις πιο σύγχρονες γλώσσες προγραμματισμού σήμερα. Η γλώσσα R αναπτύσσεται σήμερα από την R Development Core Team στην οποία είναι πλέον μέλος και ο John Chambers δημιουργός της S. Η R αποτελεί ελεύθερο λογισμικό στο οποίο έχουν πρόσβαση όλοι σε αντίθεση με εμπορικά στατιστικά πακέτα που κοστίζουν αρκετά. Το αποθετήριο CRAN (The Comprehensive R Archive Network) περιέχει αυτή τη στιγμή 16041 διαθέσιμα πακέτα τα οποία έχουν αναπτυχθεί από διάφορους χρήστες. Η R αυτή τη στιγμή χρησιμοποιείται όχι μόνο για την ανάπτυξη στατιστικών και οικονομικών εφαρμογών αλλά και για εφαρμογές στην ανάλυση και οπτικοποίηση δεδομένων και

τη μηχανική μάθηση. Αρκετές εταιρίες όπως το Facebook και το Twitter χρησιμοποιούν τη γλώσσα R για να ανακαλύψουν συσχετίσεις στα δεδομένα τους. Επίσης αρκετές τράπεζες χρησιμοποιούν την R για την υλοποίηση σχημάτων ανάλυσης κινδύνου.

Ο στόχος της εργασίας είναι να παρουσιαστούν κάποια πρώτα συμπεράσματα από την εισαγωγή στον προγραμματισμό με τη γλώσσα R στο πλαίσιο του μαθήματος Εφαρμογές Υπολογιστών του τμήματος Διεθνών και Ευρωπαϊκών Οικονομικών Σπουδών του Οικονομικού Πανεπιστημίου Αθηνών το ακαδημαϊκό έτος 2019–2020. Η προσέγγιση που υιοθετήσαμε στηρίχθηκε σε δραστηριότητες διερευνητικού χαρακτήρα που έγιναν στο εργαστήριο πληροφορικής και σε δυο μεγάλες εργασίες που δόθηκαν στους φοιτητές. Παρατηρώντας τον τρόπο επίλυσης των ασκήσεων των φοιτητών και καταγράφοντας τις απορίες που έθεταν συγκεντρώσαμε κάποια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα τα οποία οφείλονται στις ιδιαιτερότητες της γλώσσας. Στο τέλος του εξαμήνου δόθηκε στους φοιτητές ένα ερωτηματολόγιο σχετικά με τη γλώσσα R, ώστε να καταγραφούν οι απόψεις των φοιτητών.

Αναφορικά με την βιβλιογραφία, δεν έχουμε βρει κάποια εργασία σχετικά με την διδασκαλία της γλώσσας R.

2. Σχεδιασμός - Μεθοδολογία

Το μάθημα Εφαρμογές Υπολογιστών διδάσκεται στο 1^ο έτος του τμήματος Διεθνών και Ευρωπαϊκών Οικονομικών Σπουδών του Οικονομικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Περιέχει διάφορα στοιχεία Επιστήμης Υπολογιστών, ανάλυση με υπολογιστικά φύλλα και μια εισαγωγή στον προγραμματισμό και τους αλγορίθμους και διδάσκεται 4 ώρες την εβδομάδα (2 δίωρα) στο εργαστήριο υπολογιστών. Για πρώτη φορά το έτος 2019-2020 χρησιμοποιήθηκε η γλώσσα R. Παρουσιάστηκαν οι βασικές εντολές και δομές της γλώσσας, όπως επιλογή και επανάληψη, συναρτήσεις, πίνακες και διανύσματα. Επίσης δόθηκε έμφαση στις δυνατότητες που παρέχει η γλώσσα για στατιστική ανάλυση και οπτικοποίηση δεδομένων. Το περιβάλλον προγραμματισμού που χρησιμοποιήθηκε ήταν το RStudio το οποίο διατίθεται δωρεάν.

Οι φοιτητές που παρακολουθούσαν το μάθημα κυμαίνονταν από 80 έως 120 καθ' όλη τη διάρκεια του εξαμήνου. Όλοι οι φοιτητές πλην τριών ήταν πρωτοετείς και είχαν εισαχθεί στο τμήμα με πανελλήνιες εξετάσεις από την κατεύθυνση οικονομίας – πληροφορικής. Σε ένα από τα τελευταία μαθήματα οι παρόντες φοιτητές (N=99) απάντησαν σε ένα διαδικτυακό ερωτηματολόγιο που περιείχε ερωτήσεις για τη γλώσσα R.

3. Χαρακτηριστικά της γλώσσας R

Η γλώσσα R πέρα από τα γνωστές δομές και εντολές που χρησιμοποιούνται από όλες τις συμβατικές γλώσσες προγραμματισμού έχει και κάποια χαρακτηριστικά τα οποία

θεωρούμε ότι αξίζουν να αναφερθούν πριν προχωρήσουμε στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων της έρευνας.

3.1 Η εντολή εκχώρησης

Για την εντολή εκχώρησης σε μεταβλητές η R χρησιμοποιεί τον τελεστή \leftarrow όπως και η ψευδογλώσσα του Λυκείου. Επιτρέπεται όμως και ο τελεστής $=$ όπως και ο τελεστής \rightarrow . Οι παρακάτω εντολές είναι ισοδύναμες, αφού όλες εκχωρούν στην μεταβλητή S το περιεχόμενο της count.

```
count → S
S ← count
S = count
```

3.2 Κάθε δομή επανάληψης έχει ένα σημείο εξόδου (?)

Η δομή επανάληψης repeat στην R έχει μια μοναδική ιδιαιτερότητα. Δεν έχει σημείο εξόδου. Δηλαδή αν κάποιος χρησιμοποιήσει την εντολή αυτή χωρίς την χρήση της break προκύπτει ένας ατέρμων βρόχος.

Ατέρμων βρόχος

```
S ← 0; count ← 0
repeat {
  N = as.numeric( readline( "N = " ) )
  S ← S + N
  count ← count + 1
}
average ← S / count
```

Τερματισμός όταν δοθεί ο αριθμός 0

```
S ← 0; count ← 0
repeat {
  N = as.numeric( readline( "N = " ) )
  S ← S + N
  count ← count + 1
  if ( N==0 )
    break
}
```

Η εντολή υπολογισμού του μέσου όρου στην πρώτη περίπτωση δεν θα εκτελεστεί ποτέ. Η δομή repeat επιβάλλει την χρήση της break και αυτό θεωρούμε ότι θα διευκολύνει τους φοιτητές όταν έχουμε διαφορετικές περιπτώσεις τερματισμού της επανάληψης που απαιτούν σύνθετες και πολύπλοκες συνθήκες.

3.4 Διαχείριση γραμμών και στηλών πίνακα δυο διαστάσεων

Ένα μεγάλο πλεονέκτημα που έχουν οι πίνακες στην R είναι ότι επιτρέπουν την αναφορά σε συγκεκριμένη γραμμή η στήλη ενός πίνακα. Για παράδειγμα η παρακάτω εντολή αντιγράφει την 2^η γραμμή στην 4^η γραμμή ενός πίνακα στοιχείο προς στοιχείο.

$$A[4,] \leftarrow A[2,]$$

ενώ η επόμενη εντολή αφαιρεί την τρίτη από την πέμπτη στήλη ενός πίνακα στοιχείο προς στοιχείο.

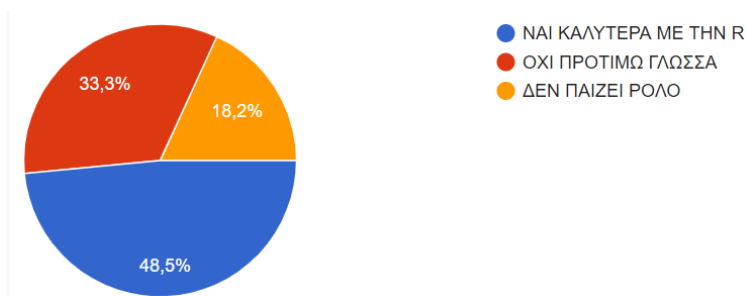
$$A[, 5] \leftarrow A[, 5] - A[, 3]$$

Η διαχείριση των γραμμών και των στηλών ενός πίνακα ως ξεχωριστά αντικείμενα έχει μεγάλη διδακτική σημασία, γιατί έτσι μπορεί να παρουσιαστεί ο πίνακας ως μια ακολουθία από γραμμές ή στήλες, με τον ίδιο τρόπο που παρουσιάζεται ένας μονοδιάστατος πίνακας ως μια ακολουθία από στοιχεία. Ακόμα θα μπορούσε να παρουσιαστεί ως ένας (μονοδιάστατος) πίνακας από (μονοδιάστατους) πίνακες. Όλα αυτά θεωρούμε ότι έχουν μεγάλη σημασία ως προς τον τρόπο που αντιλαμβάνονται οι μαθητές την έννοια του πίνακα όπως αναφέρεται και στη βιβλιογραφία (Vrachnos & Jimoyiannis, 2017). Η γλώσσα παρέχει και άλλες δυνατότητες οι οποίες την κάνουν ιδανική για την διδασκαλία μαθηματικών εννοιών σε μαθήματα γραμμικής άλγεβρας, διαφορικών εξισώσεων κλπ.

4. Ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών

Σε αυτή την παράγραφο θα προσπαθήσουμε να παρουσιάσουμε κάποιες από τις ερωτήσεις που τέθηκαν στους φοιτητές μαζί με τις αντίστοιχες απαντήσεις και μια σύντομη ανάλυση. Δεν ήταν δυνατόν να παρουσιάσουμε όλες τις ερωτήσεις και τις απαντήσεις των φοιτητών λόγω της περιορισμένης έκτασης του άρθρου.

Ερώτηση 1 : Θα προτιμούσατε στο Λύκειο να μαθαίνετε προγραμματισμό στην R αντί για τη ΓΛΩΣΣΑ;



Εικόνα 3. R vs. ΓΛΩΣΣΑ

Κάποια από τα σχόλια των φοιτητών καταδεικνύουν τη χρησιμότητα που έχει η εκμάθηση μιας πραγματικής και σύγχρονης γλώσσας προγραμματισμού.

«Είναι πιο χρήσιμο να μαθαίνουν τα παιδιά μια πραγματική γλώσσα»

«Εφόσον η Ψευδογλώσσα δεν είναι αληθινή γλώσσα προγραμματισμού τότε θα ήταν προτιμότερο να μαθαίναμε μια υπάρχουσα γλώσσα προγραμματισμού.»

«Η γλώσσα είναι αρχαία μορφή . Επίσης η R είναι πιο χρήσιμη στην ζωή.»

«Έχει πολλές συναρτήσεις και εντολές που σου λύνουν τα χέρια. σε σχέση τουλάχιστον με την γλώσσα είναι κάπως καλύτερη καθώς εκεί που στην γλώσσα σε ένα πρόγραμμα μπορείς να χρησιμοποιήσεις 20 γραμμές , στην R μπορείς να το κάνεις σε πολύ λιγότερες.»

Υπήρξε όμως και ένα σημαντικό ποσοστό φοιτητών που φαίνεται ότι δυσκολεύτηκε με τη γλώσσα R και υποστήριξε ότι η ΓΛΩΣΣΑ που διδάσκεται στο Λύκειο είναι καλύτερη επιλογή για την εισαγωγή στον προγραμματισμό.

«Η Γλώσσα είναι πιο εύκολη για τα παιδιά Λυκείου και περιέχει βασικές γνώσεις προγραμματισμού που είναι απαραίτητες για την συνέχεια.»

«Είναι πιο εύκολη ,δεν χρειάζεται τόσο στατιστική και αγγλικά.»

«Πιστεύω πως η R είναι λίγο πιο δύσκολη για να διδαχθεί σε μαθητές λυκείου που δεν έχουν έρθει ποτέ ξανά σε επαφή με γλώσσα προγραμματισμού.»

«Το βασικό μειονέκτημα της R είναι ότι με διαφορετικές εντολές κάνεις το ίδιο πράγμα με αποτέλεσμα να σε μπερδεύει η χρήση όλων αυτών των εντολών.»

«Η R δεν είναι κατάλληλη για το λύκειο γιατί τα παιδιά θα πρέπει να θυμούνται όλες αυτές τις αγκύλες, τις παρενθέσεις και γενικώς αν κάνουν ένα πολύ μικρό λάθος θα παιδεύονται για ώρες. Ενώ στα γραπτά αν τους ξεφύγει μια παρένθεση(ας πούμε να μην την κλείσουν) ναι οκ δεν θα χάσουν και πολλά.»

«Θα μπορούσε να διδάσκεται στο λύκειο αλλά σε βάθος διετίας ή τριετίας. Εμείς στο λύκειο σχεδόν μόνο στην Γ' κάναμε κανονικό μάθημα στην πληροφορική.»

«Ένα μειονέκτημα είναι ότι χρειάζεσαι περιβάλλον στον υπολογιστή για να την μάθεις καλύτερα. Ως εισαγωγή στον προγραμματισμό, όμως, είναι μια καλή επιλογή.»

Εδώ φαίνεται η αντίληψη που έχουν αποκομίσει οι μαθητές για τον προγραμματισμό υπολογιστών από το σχολείο, ότι διδάσκεται στον πίνακα και στο χαρτί και ότι η χρήση ενός προγραμματιστικού περιβάλλοντος δυσκολεύει και δεν διευκολύνει την ανάπτυξη του αλγορίθμου. Το μάθημα της πληροφορικής δεν είναι εργαστηριακό και δεν χρησιμοποιούν όλοι οι εκπαιδευτικοί το εργαστήριο πληροφορικής. Επίσης σχεδόν όλοι οι μαθητές παρακολουθούν φροντιστήριο για την προετοιμασία τους για τις εξετάσεις όπου το μάθημα γίνεται εξ' ολοκλήρου στον πίνακα.

Υπήρξαν και απαντήσεις από τις οποίες φαινόταν ότι κάποιοι φοιτητές είχαν κατανοήσει σε βάθος την αξία της R.

«Παρέχει πιο "εύκολες και γρήγορες λύσεις" σε κάποιο πρόβλημα που καλείται να λύσει ο "προγραμματιστής". Αυτό όμως μπορεί να οδηγήσει κάποιον να μάθει κατευθείαν τον "εύκολο δρόμο" χωρίς να τον κατανοεί απόλυτα.»

«Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εργασίες, αναλύσεις και έρευνα που έχουν να κάνουν με πολυκλαδικές επιστήμες όπως Μαθηματικά, Ανάλυση Δεδομένων της πληροφορικής, έρευνα κ.α . Θα μπορούσε αν υπήρχε προεργασία γνώσεων πληροφορικής σε επίπεδο γλώσσας από το Γυμνάσιο.»

Ερώτηση 2 : Θέλετε να σχεδιάσετε μια συνάρτηση η οποία θα διαβάζει έναν αριθμό από τον χρήστη και θα τον δέχεται μόνο αν είναι στο διάστημα [1,20]. Ποιες από τις δυο συναρτήσεις θα προτιμούσατε;

με χρήση repeat/break

```
read_data_break ← function() {
  repeat {
    N = as.numeric(readline("N = "))
    if ( N>=1 & N<=20 )
      break
  }
  return ( N )
}
```

με χρήση while

```
read_data ← function() {
  N = as.numeric(readline("N = "))
  while ( N<1 | N>20 ) {
    N = as.numeric(readline("N = "))
  }
  return ( N )
}
```

Οι περισσότεροι φοιτητές (66,7%) προτίμησαν την χρήση της εντολής repeat. Περιμέναμε ότι το ποσοστό θα ήταν μεγαλύτερο αλλά από ότι φαίνεται και στα σχόλια των φοιτητών που επέλεξαν τη while δεν μπορούν εύκολα να αποβάλλουν τον δομημένο τρόπο σκέψης που έμαθαν στο Λύκειο.

Μου έρχεται στο μυαλό πιο εύκολα

Πιο εύκολο να το σκεφτείς

Θα σκεφτόμουν πρώτα αυτόν τον τρόπο πιθανόν επειδή είναι πιο κοντά στη γλώσσα του λυκείου

Οι περισσότεροι φοιτητές που προτίμησαν την εντολή repeat/break αιτιολόγησαν την επιλογή τους με το σκεπτικό ότι η εισαγωγή δεδομένων πρέπει να σταματήσει αμέσως μόλις δοθεί αποδεκτός αριθμός.

Χαρακτηριστικό είναι το σχόλιο ενός φοιτητή που χρησιμοποίησε τον συνδυασμό repeat/break αλλά από ότι φαίνεται για τους λάθος λόγους!

Τους ελέγχους εγκυρότητας τους κάνουμε με repeat

Από ότι φαίνεται ένα μικρό ποσοστό χρησιμοποίησε την repeat όχι γιατί η συνθήκη τους φάνηκε πιο απλή αλλά επειδή θυμούνται από το Λύκειο ότι η Μέχρις_ότου (repeat) χρησιμοποιείται για έλεγχο εγκυρότητας δεδομένων, όπως γράφει το σχολικό βιβλίο.

Ερώτηση 3 : Θέλετε να σχεδιάσετε μια συνάρτηση η οποία θα ελέγχει αν ένα στοιχείο key εμφανίζεται σε ένα διάνυσμα A. Ποια από τις δυο συναρτήσεις θα προτιμήσετε;

με χρήση while

```
typical_search ← function( A, key ) {
  found ← FALSE
  i ← 1; N ← length(A)
  while ( !found & i<=N ) {
    if ( A[i] == key )
      found ← TRUE
    else
      i ← i + 1
  }
  return ( found )
}
```

με χρήση for/break

```
break_search ← function( A, key ) {
  for ( item in A ) {
    if ( item == key )
      return( TRUE )
  }
  return( FALSE )
}
```

Οι ίδιοι σχεδόν φοιτητές που επέλεξαν στο προηγούμενο ερώτημα τη λύση της repeat/break (66,7%) επέλεξαν και εδώ τη break (70%). Ακολουθούν μερικά από τα σχόλια των φοιτητών.

Το συγκεκριμένο πρόβλημα «κυλάει» καλύτερα με while

Τυχαία επειδή μου είναι πιο οικείο στο μάτι αν και το δεύτερο μου φαίνεται αρκετά ενδιαφέρον και πιο γρήγορο, αν και πάλι είναι σωστό.

Είναι φανερό και εδώ ότι οι φοιτητές έχουν συνηθίσει να χρησιμοποιούν τη while για τέτοια προβλήματα. Αυτό το παρατηρήσαμε και στις συζητήσεις που είχαμε μαζί τους όταν φάνηκαν απρόθυμοι αρχικά να χρησιμοποιήσουν break μέσα σε for , μια πρακτική που δεν επιτρέπεται στο Λύκειο.

Από την άλλη πλευρά τα σχόλια των φοιτητών που έκαναν την υπέρβαση των στερεότυπων του Λυκείου έδωσαν τις παρακάτω λογικές απαντήσεις.

Γίνεται πιο γρήγορα, γιατί το break σπάει τον βρόγχο όταν το βρει.

Λιγότερες εντολές

Είναι πολύ πιο απλό

Ερώτηση 4 : Θέλετε να γράψετε ένα τμήμα κώδικα το οποίο θα δέχεται το πολύ 100 αριθμούς από τον χρήστη και θα τερματίζει όταν δοθεί αρνητικός αριθμός ή όταν ο μέσος όρος των αριθμών ξεπεράσει το 18 και έχουν δοθεί τουλάχιστον 20 αριθμοί. Θα μπορούσε να δοθεί μια πιο απλή ή κατανοητή λύση με χρήση της εντολής while αντί για την repeat και χωρίς τη χρήση της break;

```
S ← 0; count ← 0
repeat {
  N = as.numeric( readline( "N = " ) )
  if ( N < 0 )
    break
  count ← count + 1; S ← S + N
  if ( count >= 20 & average > 18 ) break
  if ( count == 100 ) break
}
average ← S / count
```

Το ερώτημα αυτό παρουσιάζει εξαιρετικό ενδιαφέρον γιατί από τους φοιτητές που απάντησαν ότι θα μπορούσε να δοθεί μια πιο απλή λύση (58,6%) κανείς δεν κατάφερε να δώσει μια όταν κλήθηκαν να το κάνουν. Το πρόβλημα εντοπίζεται στο γεγονός ότι οι εντολές υπολογισμού του μέσου όρου δεν εκτελούνται όταν δοθεί αρνητικός αριθμός, άρα δεν μπορούν να συνδυαστούν όλες οι συνθήκες σε μια σύνθετη συνθήκη τερματισμού της while.

Συμπεράσματα

Στην εργασία αυτή παρουσιάσαμε κάποια προκαταρκτικά αποτελέσματα από τον σχεδιασμό και την υλοποίηση ενός εισαγωγικού μαθήματος προγραμματισμού σε πρωτοετείς φοιτητές οικονομικών σπουδών με τη γλώσσα R. Τα συμπεράσματα παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον, γιατί δείχνουν ότι κάποιοι φοιτητές δυσκολεύονται να εκμεταλλευτούν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της γλώσσας γιατί έχουν ήδη δημιουργήσει νοητικά μοντέλα που έρχονται σε σύγκρουση με τη λογική της. Αυτό φάνηκε στη χρήση των δομών επανάληψης όπου οι φοιτητές προτίμησαν να χρησιμοποιήσουν μια δομή τη μορφής while από τις repeat και for με χρήση της break, παρ' όλο που αυτές οδηγούσαν σε πιο απλές και σύντομες λύσεις. Από τις απαντήσεις των φοιτητών προκύπτει ότι πολλοί δεν έχουν συνδέσει την εκμάθηση μιας γλώσσας προγραμματισμού με την ανάπτυξη προγραμμάτων σε ένα

προγραμματιστικό περιβάλλον, αλλά θεωρούν πιο εύκολη διαδικασία την ανάπτυξη αλγορίθμων στον πίνακα ή στο χαρτί. Επίσης χρησιμοποιούν οδηγίες χωρίς κανένα επιστημονικό υπόβαθρο ή αιτιολόγηση οι οποίες είναι αποτέλεσμα φροντιστηριακών πρακτικών. Η επαφή που έχουν με την ανάπτυξη αλγορίθμων έχει συνδεθεί με τις πανελλήνιες εξετάσεις και δεν περιέχει τις έννοιες του πειραματισμού, της διερεύνησης και της ανακάλυψης με τη βοήθεια ενός προγραμματιστικού περιβάλλοντος. Άρα κρίνεται επιβεβλημένη η σύνδεση των μαθημάτων πληροφορικής στο σχολείο με το εργαστηριακό/πρακτικό μέρος τους.

Αναφορές

- Briz-Redón, Á., & Serrano-Aroca, Á. (2018). Novel pedagogical tool for simultaneous learning of plane geometry and R programming. *Research Ideas and Outcomes*, 4, e25485.
- Goldwasser, M., & Letscher, D. (2008). Teaching an object-oriented CS1 -: with Python. *SIGCSE Bull.* 40, 3 (June 2008), 42-46.
- Guo, P., (2014). *Python is now the Most Popular Introductory Teaching Language at Top U.S. Universities*. Survey published at the Communications of the ACM blog (CACM blog).
- Ihaka, R. & Gentleman, R. (1996). R: A Language for Data Analysis and Graphics. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 5, 299–314.
- Vrachnos, E., & Jimoyiannis, 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.

Abstract

R is a programming language designed for statistical and economic applications. However, in recent years it has become one of the most popular languages for machine learning and data analysis applications. In this paper we present some preliminary results from an introductory programming course using the R language to the students of the Department of International and European Economic Studies of the Athens University of Economics and Business. At the end of the semester the students completed a questionnaire with questions about the R language and short exercises. The results are extremely interesting because they show that misunderstandings are built on the prior knowledge of novice developers and constitute significant cognitive barriers as mentioned in the literature.

Keywords: R, programming, tertiary education