

ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΑΛΓΟΡΙΘΜΩΝ ΜΕ ΨΕΥΔΟΓΛΩΣΣΑ

Χρήστος Κοΐλιας

Επ. Καθ. Τμ. Πληροφορικής ΤΕΙ Αθήνας
ckoilias@teiath.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή γίνεται μια προσπάθεια τυποποίησης μιας ψευδογλώσσας για τη γραφή αλγορίθμων. Μετά τη συγγραφή του σχολικού βιβλίου για το μάθημα Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον της Γ' Λυκείου Τεχνολογικής Κατεύθυνσης και τη χρήση του στα σχολεία μερικά χρόνια, είναι λογικό να έχουν εντοπιστεί ζητήματα που θέλουν βελτίωση. Η εργασία αυτή τίθεται σε δημόσια κρίση προκειμένου να απαντηθεί, αν το κείμενο αυτό είναι πλήρες, χωρίς ασάφειες και κατάλληλο για τη γραφή αλγορίθμων στο χαρτί.

Η εργασία αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βάση σε μια πιθανή αναμόρφωση του σχολικού βιβλίου, όπως και σε μια πιθανή υλοποίηση ενός διεργμηνευτή για χρήση από τους μαθητές.

Ας σημειωθεί ακόμη ότι το κείμενο αυτό έχει επεκταθεί σε περιοχές πέρα από τη σχολική ύλη, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί και από σπουδαστές και φοιτητές για τις ανάγκες μαθημάτων όπως Αλγοριθμική, Δομές Δεδομένων κ.α.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Αλγόριθμος, ψευδογλώσσα

1. ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΨΕΥΔΟΓΛΩΣΣΑΣ

1.1. Αλφάβητο

Το σύνολο των χαρακτήρων που χρησιμοποιούνται στην ψευδογλώσσα περιλαμβάνει:

- όλα τα γράμματα της ελληνικής ή αγγλικής αλφαβήτου πεζά και κεφαλαία
- τους αριθμητικούς χαρακτήρες 0-9
- τους επόμενους ειδικούς χαρακτήρες
 - " εισαγωγικά (διπλά)
 - () παρενθέσεις
 - [] αγκύλες
 - * αστερίσκος
 - + συν
 - , κόμμα
 - μείον
 - . τελεία
 - / κάθετος
 - : άνω-κάτω τελεία
 - ; ερωτηματικό
 - < μικρότερο από
 - = ίσον

- > μεγαλύτερο από
- ≤ μικρότερο ή ίσο
- ≥ μεγαλύτερο ή ίσο
- ≠ διάφορο
- # δίεση
- ^ άνω βέλος
- _ κάτω παύλα (underscore)
- και ένα γραφικό σύμβολο το ← (αριστερό βέλος)

1.2. Σταθερές

Οι σταθερές στην ψευδογλώσσα μπορεί να είναι αριθμητικές ή αλφαριθμητικές. Για το σχηματισμό μιας αριθμητικής σταθεράς χρησιμοποιούνται οι αριθμητικοί χαρακτήρες και πιθανά ένας από τους χαρακτήρες +, -, . ή/και το κόμμα. Το κόμμα είναι το δεκαδικό σημείο, ενώ η τελεία χρησιμοποιείται για το χωρισμό των χιλιάδων. Π.χ. 5, 123,27, -1, 1.000.000 κ.λπ. Για πολύ μεγάλες ή πολύ μικρές τιμές μπορεί να χρησιμοποιηθεί και η εκθετική μορφή π.χ. $0,5 \times 10^{12}$.

Για το σχηματισμό μιας αλφαριθμητικής σταθεράς χρησιμοποιούνται οποιοδήποτε χαρακτήρες περικλειόμενοι σε διπλά εισαγωγικά.

Μια σταθερά μπορεί να έχει οποιοδήποτε πλήθος αριθμητικών ή αλφαριθμητικών χαρακτήρων αντίστοιχα.

Ακόμη υπάρχουν οι λογικές σταθερές που είναι δύο, οι Αληθής και Ψευδής.

1.3. Μεταβλητές

1.3.1 Απλές

Για το σχηματισμό μιας μεταβλητής χρησιμοποιείται οποιοσδήποτε αριθμός αλφαβητικών ή αριθμητικών χαρακτήρων και ο χαρακτήρας κάτω παύλα. Ο πρώτος χαρακτήρας είναι αλφαβητικός.

Οι μεταβλητές χαρακτηρίζονται ως αριθμητικές, αλφαριθμητικές ή λογικές ανάλογα με την τιμή που θα αποδοθούν σε αυτές. Πριν από την απόδοση κάποιας τιμής σε μια μεταβλητή (με εντολή εισόδου ή εκχώρησης) η μεταβλητή έχει απροσδιόριστη τιμή.

1.3.2 Πινάκων

Οι μεταβλητές πινάκων σχηματίζονται όπως και οι απλές μεταβλητές, αλλά ακολουθούνται από ζεύγος παρενθέσεων ή αγκυλών που περικλείουν έναν ή περισσότερους δείκτες (indexes) χωριζόμενους με κόμμα. Π.χ. το τρίτο στοιχείο του μονοδιάστατου πίνακα A γράφεται A(3) ή A[3] και το στοιχείο της i-στής γραμμής και j-στής στήλης του διδιάστατου πίνακα X γράφεται X(i, j) ή X[i, j]. Μπορεί ωστόσο να χρησιμοποιηθεί και ο συνήθης τυπογραφικός συμβολισμός A_3 και X_{ij} αντίστοιχα.

Κάθε πίνακας μπορεί να έχει οποιοδήποτε πλήθος διαστάσεων και οποιοδήποτε πλήθος στοιχείων ανά διάσταση. Το πρώτο στοιχείο κάθε διάστασης είναι το υπ' αριθμόν 1.

1.3.3 Δείκτες (pointers)

Οι μεταβλητές που αναφέρονται σε κόμβο δομής, στην οποία χρησιμοποιείται δεσμική τεχνική (λίστες, δένδρα, γράφοι) χρησιμοποιούν επί πλέον και το χαρακτήρα τελεία. Για παράδειγμα αν η μεταβλητή *p* είναι δείκτης προς έναν κόμβο λίστας, τότε οι μεταβλητές *p.info* και *p.next* διαθέτουν το περιεχόμενο του κόμβου και τη θέση του επόμενου κόμβου αντίστοιχα.

1.4. Τελεστές

Τελεστές είναι τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται στις διάφορες πράξεις. Υπάρχουν οι επόμενοι τελεστές.

1.4.1 Αριθμητικοί

Οι αριθμητικοί τελεστές χρησιμοποιούνται για την εκτέλεση αριθμητικών πράξεων. Είναι οι:

+	για πρόσθεση
-	για αφαίρεση
*	για πολλαπλασιασμό
/	για διαίρεση
mod	για το υπόλοιπο ακέραιας διαίρεσης
din	για το πηλίκο ακέραιας διαίρεσης
^	για ύψωση σε δύναμη

Σημ. Για την πράξη της ύψωσης σε δύναμη μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ο συνήθης τυπογραφικός συμβολισμός π.χ. 2^3 .

1.4.2 Σχεσιακοί

Οι σχεσιακοί τελεστές χρησιμοποιούνται για τη σύγκριση δύο τιμών. Το αποτέλεσμα μιας σύγκρισης είναι είτε "αληθής" είτε "ψευδής". Σχεσιακοί τελεστές είναι οι επόμενοι:

<	μικρότερο
>	μεγαλύτερο
=	ίσο
≤	μικρότερο ή ίσο
≥	μεγαλύτερο ή ίσο
≠	διάφορο

Σημ. Αντί των τριών τελευταίων τελεστών μπορεί να χρησιμοποιηθούν και οι συνδυασμοί των χαρακτήρων \leq , \geq και \neq αντίστοιχα.

1.4.3 Λογικοί

Οι λογικοί τελεστές υλοποιούν τις συνήθεις λογικές πράξεις. Το αποτέλεσμα μιας λογικής πράξης είναι "αληθής" ή "ψευδής". Είναι οι : όχι, και, ή.

1.4.4 Συναρτησιακοί τελεστές ή Συναρτήσεις

Μια συνάρτηση χρησιμοποιείται για να εκτελέσει μια προκαθορισμένη λειτουργία σε έναν τελεστέο (ή περισσότερους). Κάθε συνάρτηση έχει ένα όνομα ακολουθούμενο από ζεύγος παρενθέσεων που περικλείουν τον τελεστέο. Στην ψευδογλώσσα μπορούν να χρησιμοποιηθούν όλες οι συνηθισμένες συναρτήσεις, όπως οι τριγωνομε-

τρικές ημ(x), συν(x), εφ(x), τοξεφ(x), οι μαθηματικές abs(x) για την απόλυτη τιμή, exp(x) για την e^x, log(x) για το δεκαδικό λογάριθμο, ln(x) για το φυσικό λογάριθμο, sqrt(x) για την τετραγωνική ρίζα, int(x) για το ακέραιο μέρος κ.λπ. Ωστόσο είναι επιτρεπτό να χρησιμοποιηθούν και οι συνήθεις μαθηματικοί συμβολισμοί για ορισμένες από αυτές, όπως π.χ. [x] για το ακέραιο μέρος, |x| για την απόλυτη τιμή, √x για την τετραγωνική ρίζα.

Υπάρχουν ακόμη και οι επόμενες αλφαριθμητικές συναρτήσεις

- left(x, 1) επιστρέφει τον πρώτο αριστερό χαρακτήρα της αλφαριθμητικής μεταβλητής x.
- right(x, 2) επιστρέφει τους 2 δεξιότερους χαρακτήρες της x
- mid(x, i, j) επιστρέφει τους j χαρακτήρες της x ξεκινώντας από τον i-στό
- len(x) επιστρέφει τον αριθμό χαρακτήρων (μήκος) της x

1.4.5 Τελεστές αθροίσματος και γινομένου

Σε σύνθετους αλγορίθμους μπορούν να χρησιμοποιηθούν και οι τελεστές \sum και \prod με σκοπό την απλοποίηση του αλγορίθμου. Οι τελεστές αυτοί χρησιμοποιούνται όταν το άθροισμα ή γινόμενο δεν είναι το ζητούμενο αποτέλεσμα, αλλά ένα ενδιάμεσο αποτέλεσμα μιας πολύπλοκης διαδικασίας, όπως π.χ. στον επόμενο τύπο.

$$\frac{(\beta_i - \sum_{j=i+1}^n a_{ij} x_j)}{a_{ii}}$$

1.5. Εκφράσεις

Μια έκφραση μπορεί να είναι μια σταθερά, μια μεταβλητή ή μια τιμή που λαμβάνεται από ένα συνδυασμό σταθερών, μεταβλητών και συναρτήσεων με τη χρήση τελεστών. Σε κάθε έκφραση ακολουθείται η γνωστή από τα μαθηματικά ιεραρχία των πράξεων. Αν απαιτείται τροποποίηση της ιεραρχίας των πράξεων, αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση ζευγών παρενθέσεων.

Οι εκφράσεις διακρίνονται σε αριθμητικές και λογικές. Στις αριθμητικές χρησιμοποιούνται μόνο αριθμητικοί τελεστές, ενώ στις λογικές χρησιμοποιούνται όλοι οι τελεστές.

Για παράδειγμα η μαθηματική έκφραση

$$x^2 - 1$$

$$2a + 3b$$

γράφεται στην ψευδογλώσσα

$$(x^2 - 1) / (2*a + 3*b)$$

ενώ η

$$0 < x < 2k + 1$$

γράφεται

$$x > 0 \text{ και } x < 2 * k + 1$$

Οι σχεσιακοί τελεστές μπορούν να χρησιμοποιηθούν και με αλφαριθμητικούς τελεστές. Για παράδειγμα η λογική έκφραση "αβγ" > "ααα" είναι αληθής.

Σημ. Στην ψευδογλώσσα και ιδιαίτερα στη γραφή μεγάλων και πολύπλοκων εκφράσεων επιτρέπεται και η συνήθης μαθηματική γραφή, αρκεί να είναι σαφώς διατυπωμένη.

1.6 Δομή αλγορίθμου

Κάθε αλγόριθμος ξεκινά με τη γραμμή

Αλγόριθμος όνομα_αλγορίθμου

και τελειώνει με τη γραμμή

Τέλος όνομα_αλγορίθμου

Το όνομα_αλγορίθμου σχηματίζεται σύμφωνα με τους κανόνες ονοματοδοσίας μεταβλητών.

Μεταξύ αυτών των δύο γραμμών γράφονται οι εντολές του αλγορίθμου. Κάθε εντολή ορίζεται με μια δεσμευμένη λέξη, η οποία γράφεται με έντονα γράμματα στα έντυπα (βιβλία, σημειώσεις) και υπογραμμισμένη στα χειρόγραφα. Οι εντολές είναι συνήθως ρήματα σε προστακτική π.χ. διάβασε, γράψε κ.λπ.

Οι εντολές γράφονται σε ξεχωριστές γραμμές. Περισσότερες από μία εντολές μπορούν να γραφούν σε μία γραμμή, εφόσον διαχωρίζονται με το χαρακτήρα άνωκάτω τελεία (:).

Επεξηγηματικά σχόλια μπορούν να γράφονται οπουδήποτε στο σώμα του αλγορίθμου. Ένα σχόλιο αρχίζει με τον χαρακτήρα θαυμαστικό (!).

Στη συνέχεια επεξηγούνται οι εντολές του αλγορίθμου.

2. ΕΚΧΩΡΗΣΗ, ΕΙΣΟΔΟΣ ΚΑΙ ΎΞΟΔΟΣ ΤΙΜΩΝ

Η γενική μορφή της εντολής εκχώρησης είναι

Μεταβλητή ← *Έκφραση*

και η λειτουργία της είναι "εκτελούνται οι πράξεις στην έκφραση και η τιμή της εκχωρείται (αποδίδεται, μεταβιβάζεται) στη μεταβλητή".

Η εντολή **Αντιμετάθεσε** μ1, μ2 αντιμεταθέτει τις τιμές των μεταβλητών μ1 και μ2..

Εκχώρηση τιμών επιτυγχάνεται και με τις εντολές εισόδου. Η εντολή

Διάβασε λίστα_μεταβλητών

επιτρέπει την είσοδο τιμών και την εκχώρηση αυτών στις μεταβλητές που αναφέρονται στη λίστα_μεταβλητών.

Για την έξοδο τιμών (αποτελεσμάτων) μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι εντολές **Γράψε**, **Εμφάνισε** ή **Εκτύπωσε** με ίδια σύνταξη. Κάθε μία από αυτές τις εντολές συνοδεύεται από μια λίστα μεταβλητών ή σταθερών. Π.χ. **Γράψε** "Τιμή=", value.

Σημ. Και οι τρεις εντολές εξόδου είναι ισοδύναμες. Υπάρχουν και οι τρεις, διότι αν και ο αλγόριθμος επιλύει ένα πρόβλημα, ωστόσο συνήθως προορίζεται να μετατραπεί σε πρόγραμμα υπολογιστή. Στον προγραμματισμό χρειάζεται να προσδιορίζεται η συσκευή εξόδου. Έτσι χρησιμοποιείται η Εμφάνισε για την οθόνη, η Εκτύπωσε για τον εκτυπωτή και η Γράψε για οποιαδήποτε. Με την ίδια έννοια στην εντολή Διά-

βασε η είσοδος των δεδομένων υποτίθεται ότι γίνεται από την πρότυπη συσκευή εισόδου, το πληκτρολόγιο. Είσοδος και έξοδος δεδομένων μπορεί να γίνει και από/προς βοηθητική μνήμη (βλ. παρ. 7).

Εναλλακτική είσοδος και έξοδος τιμών παρέχεται με τη χρήση των εντολών Δεδομένα και Αποτελέσματα. Η εντολή **Δεδομένα** γράφεται δεύτερη (μετά την εντολή Αλγόριθμος) και περιγράφει εντός των συμβόλων // // τα δεδομένα του αλγορίθμου, δηλαδή τις μεταβλητές που έχουν ήδη κάποια τιμή. Αντίστοιχα η εντολή **Αποτελέσματα** γράφεται προτελευταία και περιέχει τις μεταβλητές εξόδου. Οι επόμενοι δύο αλγόριθμοι είναι ισοδύναμοι.

Αλγόριθμος Άθροισμα_1
Διάβασε α, β
 $\gamma \leftarrow \alpha + \beta$
Γράψε γ
Τέλος Άθροισμα_1

Αλγόριθμος Άθροισμα_2
Δεδομένα // α, β //
 $\gamma \leftarrow \alpha + \beta$
Αποτελέσματα // γ //
Τέλος Άθροισμα_2

Η χρήση των εντολών Δεδομένα και Αποτελέσματα γενικά προτιμάται προκειμένου ο αλγόριθμος να απαλλαγεί από τις λεπτομέρειες εισόδου/εξόδου και να επικεντρωθεί στο πρόβλημα που επιλύει (εκτός βέβαια αν το πρόβλημα είναι η εισαγωγή δεδομένων). Επίσης η χρήση τους συνιστάται στην περίπτωση που τα δεδομένα εισόδου ή/και εξόδου είναι πολυπληθή, όπως για παράδειγμα σε προβλήματα επεξεργασίας πινάκων. Τέλος η χρήση τους επιβάλλεται, στην περίπτωση που ένας αλγόριθμος καλείται από άλλον (βλ. παρ. 6).

Σημ. Αν και η χρήση της μιας ή της άλλης μεθόδου αφήνεται γενικά στην ευχέρεια του συντάκτη του αλγορίθμου, ο σπουδαστής πρέπει να είναι προσεκτικός στην περίπτωση εξετάσεων προς αποφυγή βαθμολογικών απωλειών. Έτσι αν η εκφώνηση ενός θέματος λέει "Να γραφεί αλγόριθμος ο οποίος να διαβάζει ...", τότε πρέπει να χρησιμοποιηθεί η εντολή Διάβασε. Αντίθετα αν η εκφώνηση λέει "Δίδεται ένας πίνακας Α. Να γραφεί αλγόριθμος ο οποίος ...", τότε πρέπει να χρησιμοποιηθεί η εντολή Δεδομένα.

3. ΔΟΜΕΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

3.1 Απλή

Αν συνθήκη τότε εντολή

ή

Αν συνθήκη τότε

εντολές

Τέλος_αν

3.2 Διπλή

Αν συνθήκη τότε

εντολές

αλλιώς

εντολές
Τέλος_αν

3.3 Σύνθετη

Αν συνθήκη_1 τότε

εντολές_1

αλλιώς_αν συνθήκη_2 τότε

εντολές_2

.....

αλλιώς_αν συνθήκη_ν τότε

εντολές_ν

αλλιώς

εντολές_αλλιώς

Τέλος_αν

3.4 Πολλαπλή

Επίλεξε έκφραση

Περίπτωση τιμές_1

εντολές_1

Περίπτωση τιμές_2

εντολές_2

.....

Περίπτωση τιμές_ν

εντολές_ν

Περίπτωση αλλιώς

εντολές_αλλιώς

Τέλος_επιλογών

Σε αυτή τη δομή οι τιμές_ι μπορεί να είναι:

- διάφορες τιμές (αριθμητικές ή αλφαριθμητικές) χωριζόμενες με κόμμα π.χ. 1, 3, 7
- τιμές που ορίζονται με τη χρήση ενός σχεσιακού τελεστή π.χ. > 10
- τιμές που είναι όροι αριθμητικής προόδου με λόγο 1 π.χ. από 5 μέχρι 10.

4. ΔΟΜΕΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ

4.1 Δομή Όσο ... επανάλαβε

Όσο συνθήκη επανάλαβε

εντολές

Τέλος_επανάληψης

Εκτελούνται οι εντολές όσο η συνθήκη είναι αληθής

Παράδειγμα

Αλγόριθμος Ευκλείδης

Δεδομένα // x, y //

z ← y

Όσο $z \neq 0$ επανάλαβε

$z \leftarrow x \bmod y$

$x \leftarrow y$

$y \leftarrow z$

Τέλος επανάληψης

Αποτελέσματα // x //

Τέλος Ευκλείδης

4.2. Δομή Αρχή_επανάληψης ... Μέχρις_ότου

Αρχή_επανάληψης

εντολές

Μέχρις_ότου συνθήκη

Εκτελούνται οι εντολές μέχρις ότου η συνθήκη γίνει αληθής.

4.3. Δομή Για ... από ... μέχρι

Για μεταβλητή από τ_1 μέχρι τ_2 [με_βήμα β]

εντολές

Τέλος επανάληψης

Εκτελούνται οι εντολές με αρχική τιμή της μεταβλητής τ_1 μέχρι και την τελική τιμή της μεταβλητής τ_2 .

Στη δομή αυτή τ_1 , τ_2 είναι αριθμητικές σταθερές, μεταβλητές ή εκφράσεις. Πρέπει $\tau_1 \leq \tau_2$, αν $\beta > 0$ και $\tau_1 \geq \tau_2$, αν $\beta < 0$. Το βήμα β , αν είναι 1, παραλείπεται.

4.4. Γενικό επαναληπτικό σχήμα

1η σύνταξη

Κάνε [{όσο | μέχρις ότου} συνθήκη]

εντολές

επανάληψη

2η σύνταξη

Κάνε

εντολές

επανάληψη [{όσο | μέχρις ότου} συνθήκη]

Εκτελούνται οι εντολές όσο ισχύει η συνθήκη ή μέχρις ότου να ισχύσει η συνθήκη είτε στην αρχή είτε στο τέλος του βρόχου.

Σε αυτό το σχήμα θα υπάρχει ένα μόνο εκ των *όσο* και *μέχρις ότου* ή κανένα. Στην τελευταία περίπτωση δημιουργείται ατέρμων βρόχος.

5. ΕΝΤΟΛΗ ΈΞΟΔΟΣ

Η εντολή αυτή προκαλεί την έξοδο από μια επαναληπτική διαδικασία ή από έναν αλγόριθμο, όταν πληρείται κάποια συνθήκη. Παρέχει έναν εναλλακτικό τρόπο τερματισμού μιας επανάληψης ή μιας διαδικασίας (αλγόριθμου).

6. ΚΛΗΣΗ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥ ΑΠΟ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟ

Ένας αλγόριθμος μπορεί να κληθεί από έναν άλλο αλγόριθμο με χρήση της εντολής **Κάλεσε**. Η επικοινωνία μεταξύ των δύο αλγορίθμων μπορεί να γίνει με τους επόμενους τρόπους.

6.1 Με χρήση καθολικών μεταβλητών

Στην περίπτωση αυτή οι μεταβλητές των δύο αλγορίθμων είναι κοινές. Το γεγονός αυτό επισημαίνεται με τη χρήση της δηλωτικής εντολής Καθολικές Μεταβλητές στην αρχή του καλούντος αλγορίθμου.

Παράδειγμα

Αλγόριθμος Καλών

Καθολικές Μεταβλητές α, β, γ

Διάβασε α, β

Κάλεσε Καλούμενος

Γράψε "Αποτέλεσμα = ", γ

Τέλος Καλών

Αλγόριθμος Καλούμενος

γ ← α + β

Τέλος Καλούμενος

Στον καλούμενο αλγόριθμο δεν υπάρχουν οι εντολές Δεδομένα και Αποτελέσματα και χρησιμοποιούνται ίδιες μεταβλητές με αυτές του καλούντος αλγορίθμου. Όλες οι εντολές του καλούμενου αλγορίθμου μπορούν να εντεθούν στον καλούντα στη θέση της εντολής Κάλεσε.

Ο τρόπος αυτός γενικά προτιμάται, όταν υπάρχουν πολλές μεταβλητές σε ένα πρόβλημα ή όταν καλούνται πολλοί και διαφορετικοί αλγόριθμοι από έναν (κύριο) αλγόριθμο, οι οποίοι επεξεργάζονται τα ίδια δεδομένα.

6.2 Με μεταβίβαση τιμών

Στον τρόπο αυτό η εντολή Κάλεσε συνοδεύεται με το όνομα του καλούμενου αλγορίθμου ακολουθούμενο από λίστα μεταβλητών ή σταθερών μέσα σε παρενθέσεις. Οι τιμές των μεταβλητών ή σταθερών μεταβιβάζονται κατά την κλήση στις αντίστοιχες μεταβλητές της γραμμής Δεδομένα του καλούμενου αλγορίθμου. Όταν ο καλούμενος αλγόριθμος τερματίσει τη λειτουργία του, γίνεται επιστροφή στην αμέσως επόμενη εντολή της Κάλεσε. Κατά την επιστροφή μπορεί επίσης να μεταβιβάζονται τιμές της εντολής Αποτελέσματα.

Παράδειγμα 1

Αλγόριθμος Καλών

Διάβασε α, β

Κάλεσε Καλούμενος (α, β, γ)

Γράψε "Αποτέλεσμα = ", γ

Αλγόριθμος Καλούμενος

Δεδομένα // x, y //

z ← x + y

Αποτελέσματα // z //

Τέλος Καλών**Τέλος Καλούμενος**

Η αντιστοιχία των μεταβλητών των δύο αλγορίθμων γίνεται με τη σειρά που αναφέρονται στις αντίστοιχες γραμμές, δηλ. $\alpha \Rightarrow x$, $\beta \Rightarrow y$ και $\gamma \Leftarrow z$.

Συνώνυμες μεταβλητές διαφορετικών αλγορίθμων δεν έχουν καμία σχέση μεταξύ τους.

Ο τρόπος αυτός προτιμάται όταν επιδιώκεται ανεξαρτησία των καλούμενων αλγορίθμων από τους καλούντες. Έτσι επιτυγχάνεται η επαναχρησιμοποίηση των αλγορίθμων σε διάφορα προβλήματα.

Παράδειγμα 2

Ο επόμενος αλγόριθμος Search αναζητά το στοιχείο item στον μονοδιάστατο μη ταξινομημένο πίνακα A που περιέχει N στοιχεία. Εφόσον το βρει, επιστρέφει τη θέση του και τη λογική μεταβλητή found ως αληθής, αλλιώς η found είναι ψευδής.

Αλγόριθμος Search

Δεδομένα // A, N, item //

$i \leftarrow 1$

found \leftarrow ψευδής

Όσο $i \leq N$ **επανάλαβε**

Αν item = A(i) **τότε**

 index \leftarrow i

$i \leftarrow N+1$

 found \leftarrow αληθής

αλλιώς

$i \leftarrow i + 1$

Τέλος_αν

Τέλος_επανάληψης

Αποτελέσματα // index, found //

Τέλος Search

Η κλήση του αλγορίθμου αυτού από έναν άλλον αλγόριθμο γίνεται με τη χρήση της εντολής

Κάλεσε Search(Pin, N, elem, position, exist)

Ο καλών αλγόριθμος υποτίθεται ότι έχει διαβάσει το N και τα στοιχεία του πίνακα Pin, καθώς και το στοιχείο elem προς αναζήτηση. Στη συνέχεια καλείται ο αλγόριθμος Search με την πιο πάνω εντολή. Κατά την κλήση μεταβιβάζονται οι τιμές των στοιχείων του πίνακα Pin στον A, η τιμή του N στο N και η τιμή του elem στο item. Όταν τερματίσει ο αλγόριθμος Search, η τιμή των μεταβλητών index και found μεταβιβάζονται στις position και exist αντίστοιχα. Ο καλών αλγόριθμος ακολούθως εμφανίζει το αποτέλεσμα Pin(position) ανάλογα με την τιμή της exist.

Ας σημειωθεί ότι με τον τρόπο αυτό οι μεταβλητές των δύο αλγορίθμων είναι ξένες μεταξύ τους, ακόμη και αν έχουν ίδια ονόματα (όπως στην περίπτωση του N).

6.3 Μεικτός τρόπος

Και οι δύο προηγούμενοι τρόποι μπορούν να αναμειχθούν. Σε αυτήν την περίπτωση άλλες μεταβλητές θα είναι καθολικές και άλλες θα μεταβιβάζονται κατά την κλήση.

Παράδειγμα

Στο προηγούμενο παράδειγμα ο πίνακας A και το N γίνονται καθολικές μεταβλητές. Τότε η γραμμή δοδεμένων του αλγόριθμου Search γίνεται

Δεδομένα // item //

και η κλήση αυτού γίνεται

Κάλεσε Search (elem, position, exist)

Ο τρόπος αυτός προτιμάται όταν από έναν (κύριο) αλγόριθμο καλούνται πολλοί άλλοι αλγόριθμοι που επεξεργάζονται τα ίδια δεδομένα (π.χ. πίνακες, πεδία εγγραφής αρχείου κ.λπ.). Τα κοινά αυτά δεδομένα ορίζονται ως καθολικές μεταβλητές, ενώ τα ιδιαίτερα δεδομένα κάθε καλούμενου αλγόριθμου μεταβιβάζονται.

6.4 Αναδρομή

Ένας αλγόριθμος μπορεί να καλεί και τον εαυτό του (αναδρομική κλήση). Στο επόμενο παράδειγμα παρουσιάζεται ο αναδρομικός αλγόριθμος υπολογισμού του μέγιστου κοινού διαιρέτη (αλγόριθμος του Ευκλείδη).

Αλγόριθμος MKΔ

Δεδομένα // x, y //

$z \leftarrow x \bmod y$

Αν $z \neq 0$ **τότε**

Κάλεσε MKΔ (y, z, m)

αλλιώς

$m \leftarrow y$

Τέλος_αν

Αποτελέσματα // m //

Τέλος MKΔ

7. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΕΙΣΟΔΟΣ

ΠΡΟΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΩΝ ΤΙΜΩΝ

Ένας αλγόριθμος επιλύει ένα πρόβλημα εκτελώντας πράξεις στα δεδομένα και παρουσιάζοντας τα αποτελέσματα της επεξεργασίας δεδομένων. Τα αποτελέσματα αυτά μπορεί να είναι δεδομένα για κάποιον άλλο αλγόριθμο. Στις υλοποιήσεις αλγορίθμων συχνά τα αποτελέσματα μιας επεξεργασίας απαιτείται να αποθηκεύονται μόνιμα σε μια βοηθητική μνήμη με τη μορφή αρχείων, προκειμένου να ανακαλούνται από εκεί, ενδεχόμενα σε άλλη χρονική στιγμή, για να τύχουν περαιτέρω επεξεργασίας. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι απαραίτητες εντολές σε ψευδογλώσσα για τη διαχείριση αρχείων.

7.1 Διαδοχικά (σειριακά) αρχεία

Πριν χρησιμοποιηθεί ένα αρχείο δεδομένων χρειάζεται να ανοίξει. Το άνοιγμα ενός διαδοχικού αρχείου γίνεται με την επόμενη εντολή:

Άνοιξε όνομα_αρχείου για [Είσοδο|Εξοδο] ως #N

Ένα μόνο είδος πρόσβασης θα γράφεται, ενώ N είναι ένας ακέραιος αριθμός που ταυτοποιεί το αρχείο.

Η είσοδος δεδομένων από διαδοχικό αρχείο επιτυγχάνεται με την εντολή

Διάβασε#N, *λίστα_μεταβλητών*

Η εντολή Διάβασε διαβάζει την αμέσως επόμενη εγγραφή.

Η έξοδος δεδομένων σε διαδοχικό αρχείο γίνεται με την εντολή

Γράψε#N, *λίστα_μεταβλητών*

Η εντολή αυτή γράφει την επόμενη εγγραφή επί του αρχείου.

7.2 'Άμεσα (random) αρχεία

Το άνοιγμα ενός άμεσου αρχείου γίνεται με την επόμενη εντολή:

Άνοιξε *όνομα_αρχείου* [**για** Είσοδο/Έξοδο] **ως** #N

Μετά το άνοιγμα ενός άμεσου αρχείου περιγράφονται τα πεδία της εγγραφής του με την επόμενη εντολή.

Πεδία#N, *λίστα_μεταβλητών*

Η είσοδος δεδομένων από άμεσο αρχείο επιτυγχάνεται με την εντολή

Διάβασε#N, *αριθμός_εγγραφής*

Με την εντολή αυτή μεταφέρονται στις μεταβλητές της εντολής **Πεδία**#N οι τιμές των πεδίων της εγγραφής με αριθμό αυτόν που προσδιορίζεται με τον *αριθμό_εγγραφής*.

Αντίστοιχα η έξοδος δεδομένων σε άμεσο αρχείο γίνεται με την εντολή

Γράψε#N, *αριθμός_εγγραφής*

Με την εντολή αυτή μεταφέρονται στην αντίστοιχη εγγραφή του αρχείου οι τιμές της *λίστας_μεταβλητών* της εντολή **Πεδία**#N.

Και στους δύο τύπους αρχείων η συνάρτηση **EOF(N)** εξεταζόμενη πριν την ανάγνωση επιστρέφει τιμή Αληθής, αν έχει επέλθει το τέλος του αρχείου.

Μετά το τέλος της επεξεργασίας ενός αρχείου, αυτό κλείνει με την εντολή:

Κλείσε#N

Παραδείγματα

Εκτύπωση διαδοχικού αρχείου

```

Αλγόριθμος List_Seq_File
Άνοιξε "CUST.SEQ" για Είσοδο ως
#1
Όσο όχι EOF(1) επανάλαβε
  Διάβασε#1, κωδ,ον_μο, ΑΦΜ, υ-
πολ
  Εκτύπωσε ον_μο, υπολ
Τέλος επανάληψης
Κλείσε#1
Τέλος List_Seq_File

```

Εκτύπωση άμεσου αρχείου

```

Αλγόριθμος List_Rnd_File
Άνοιξε "CUST.DAT" ως #1
Πεδία#1, κωδ, ον_μο, ΑΦΜ, υπολ
i ← 0
Όσο όχι EOF(1) επανάλαβε
  i ← i + 1
  Διάβασε#1, i
  Εκτύπωσε ον_μο, υπολ
Τέλος επανάληψης
Κλείσε#1
Τέλος List_Rnd_File

```

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Βακάλη κ.α., *Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον*, Γ' Λυκείου Τεχνολογικής Κατεύθυνσης, Βιβλίο μαθητή και καθηγητή, ΥΠΕΠΘ.
2. Δουκάκης Σπ., Ψαλτίδου Αλεξ., *Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον*, Βοήθημα Γ' Λυκείου Τεχνολογικής Κατεύθυνσης, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα, 2002.
3. Κοίλιας Χρ. *Δομές Δεδομένων και Οργανώσεις Αρχείων*, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα, 1993..