Αρχές Γλωσσών Προγραμματισμού και Μεταφραστών

Εαρινό Εξάμηνο 2023

Ασκήσεις

Σύνολο 2Α

Εμβέλεια – Διαχείριση Μνήμης – Υποπρογράμματα

Γ. Γαροφαλάκης – Π. Χατζηδούκας

ΑΣΚΗΣΗ 1

Δίνεται το παρακάτω πρόγραμμα σε μια γλώσσα τύπου Pascal στην οποία ισχύει ο *στατικός κανόνας εμβέλειας*:

```
program MAIN;
    var i, a: integer;
    function F(j, b, c, d: integer): integer;
        var e: integer;
        begin
            e:= 1;
            for j:= b to c do e:= e*d;
            F:= e
        end;
    BEGIN
        i:= 1;
        e:= i;
        a:= F(i, 1, 10, i);
        write(a)
    END.
```

a) Ποια είναι τα περιβάλλοντα αναφοράς (τοπικά, μη-τοπικά, καθολικά) όλων των τμημάτων του προγράμματος;

b) Στον παραπάνω κώδικα υπάρχει μία εντολή η οποία δεν είναι σωστή από σημασιολογική άποψη και θα προκαλέσει run-time error. Ποια είναι αυτή και γιατί; «Σβήστε» την εντολή αυτή από τον κώδικα.

c) Τι υπολογίζει η συνάρτηση F και τυπώνεται στο τέλος με την εντολή `write(a)`, στις παρακάτω περιπτώσεις τρόπου μεταβίβασης παραμέτρων (παρουσιάστε και εξηγείστε τις αλλαγές τιμών όλων των μεταβλητών κατά τη διαδικασία υπολογισμού);

   i. Κλήση με τιμή (call by value)

   ii. Κλήση με αναφορά (call by reference)

Δώστε το αποτέλεσμά σας είτε με αριθμό, είτε με μαθηματικό τύπο.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΑΣΚΗΣΗΣ 1

```
program MAIN;
    var i, a: integer;
    function F(j, b, c, d: integer): integer;
        var e: integer;
        begin
            e:= 1;
            for j:= b to c do e:= e*d;
            F:= e
        end;
    BEGIN
        i:= 1;
        e:= i;
        a:= F(i, 1, 10, i);
        write(a)
    END.
```

a) MAIN: - Τοπικό ΠΑ: `i, a, F` (κλήση)

- Μη-τοπικό και Καθολικό ΠΑ: `i, a, F` (κλήση)

F: - Τοπικό ΠΑ: `j, b, c, d, e, F` (τιμή)

- Μη-τοπικό και Καθολικό ΠΑ: `i, a, F` (κλήση)

b) Η εντολή **`e:= i;`** δεν είναι σημασιολογικά σωστή: Το **e** δεν είναι ορατό στο MAIN. Όπως φαίνεται παραπάνω, δεν είναι στα Περιβάλλοντα Αναφοράς του MAIN.

c) i) Call by value

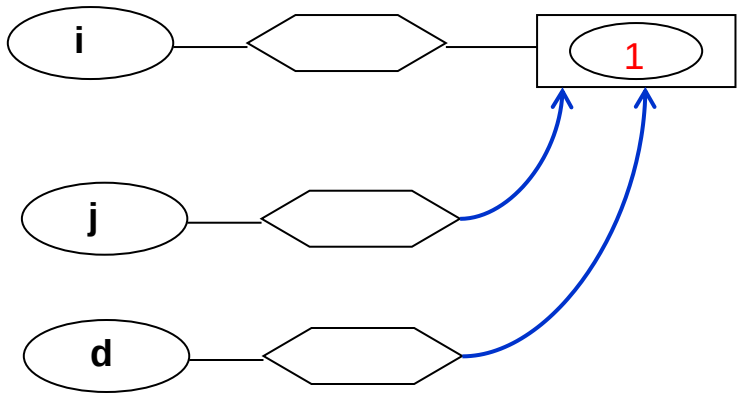
Οι τυπικές παράμετροι `j, b, c, d` παίρνουν τις τιμές των πραγματικών παραμέτρων `i=1, 1, 10, i=1` αντίστοιχα στην αρχή εκτέλεσης της F και δεν συνδέονται πλέον.

Δηλαδή, εκτελείται στην F η εντολή: **`for j:= 1 to 10 do e:= e*1;`**

Έχουμε `e:= 1;` Οπότε `F = e = 1` και τελικά **`write (a)`** → **`1`**

ii) Call by reference

Τα j, d είναι τώρα pointers στο i.




```
program MAIN;
    var i, a: integer;
    function F(j, b, c, d: integer): integer;
        var e: integer;
        begin
            e:= 1;
            for j:= b to c do e:= e*d;
            F:= e
        end;
    BEGIN
        i:= 1;
        e:= i;
        a:= F(i, 1, 10, i);
        write(a)
    END.
```

Συνεπώς, όταν το j αυξάνεται κατά 1, αυξάνεται κατά 1 το i, οπότε αυξάνεται κατά 1 και το d.

Δηλαδή, στην F εκτελείται ουσιαστικά η εντολή:

for j:= 1 **to** 10 **do** e:= e*j;

Άρα, το τελικό αποτέλεσμα είναι

write (a) $\rightarrow \prod_{i=1}^{10} i$ = 3.628.800

ΑΣΚΗΣΗ 2

Δίνεται το παρακάτω πρόγραμμα σε μια γλώσσα τύπου Pascal στην οποία ισχύει ο *στατικός κανόνας εμβέλειας*:

```
program MAIN;
        var z: integer;
            a: array [1..2] of integer;
procedure P(x: integer);
        begin
                a[1]:= 6;
                z:= 2;
                x:= x + 5
        end;
BEGIN
        a[1]:= 2;  a[2]:=3;
        z:= 1;  x:= 2;
        P(a[z]);
        write(a[1], a[2], z)
END.
```

a) Ποια είναι τα περιβάλλοντα αναφοράς (τοπικά, μη-τοπικά, καθολικά) όλων των τμημάτων του προγράμματος;

b) Στον παραπάνω κώδικα υπάρχει/ουν εντολή/ές που δεν είναι σωστή/ές από σημασιολογική άποψη και θα προκαλέσει/ουν run-time error. Ποια/ες είναι αυτή/ες και γιατί; «Σβήστε» την/τις εντολή/ες από τον κώδικα.

c) Τι τυπώνεται στο τέλος με την εντολή **write**, στις παρακάτω περιπτώσεις τρόπου μεταβίβασης παραμέτρων (παρουσιάστε και εξηγείστε τις αλλαγές τιμών όλων των μεταβλητών κατά τη διαδικασία υπολογισμού);

i. Κλήση με τιμή (call by value)
ii. Κλήση με τιμή – αποτέλεσμα (call by value – result)
iii. Κλήση με αναφορά (call by reference)
iv. Κλήση με όνομα (call by name)

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΑΣΚΗΣΗΣ 2

```
program MAIN;
          var z: integer;
              a: array [1..2] of integer;
procedure P(x: integer);
          begin
                    a[1]:= 6;
                    z:= 2;
                    x:= x + 5
          end;
BEGIN
          a[1]:= 2;  a[2]:=3;
          z:= 1;  x:= 2;
          P(a[z]);
          write(a[1], a[2], z)
END.
```

a) MAIN: - Τοπικό ΠΑ: z, a, P (κλήση)

- Μη-τοπικό και Καθολικό ΠΑ: z, a, P (κλήση)

P: - Τοπικό ΠΑ: x

- Μη-τοπικό και Καθολικό ΠΑ: z, a, P (κλήση)

b) Η μόνη εντολή που δεν είναι σημασιολογικά σωστή, είναι η **x:= 2;** : Το **x** δεν είναι ορατό στο MAIN. Όπως φαίνεται παραπάνω, δεν είναι στα Περιβάλλοντα Αναφοράς του MAIN.

c) i) Call by value

- *Κλήση της P:* P(a[z]) = P(a[1]) = P(2) ⟶ x=2 (ανεξάρτητο του a[1])
- *Εκτέλεση της P:* a[1]:= 6; z:= 2; x:= x + 5 = 2 + 5 = 7
- *Επιστροφή στο MAIN:* write (a[1], a[2], z) → **6, 3, 2**

ii) Call by value – result

- *Κλήση της P:* P(a[z]) = P(a[1]) = P(2)
  ⟶ x=2 (ανεξάρτητο του a[1])
- *Εκτέλεση της P:*
  a[1]:= 6; z:= 2; x:= x + 5 = 2 + 5 = 7
- *Επιστροφή στο MAIN:*
  Η τρέχουσα τιμή του x αντιγράφεται στην τιμή του a[1]. Δηλαδή x = 7 ⟶ a[1] = 7

και write (a[1], a[2], z) → **7, 3, 2**

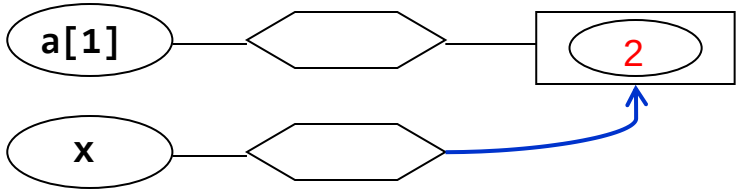
```
program MAIN;
          var z: integer;
              a: array [1..2] of integer;
procedure P(x: integer);
          begin
                    a[1]:= 6;
                    z:= 2;
                    x:= x + 5
          end;
BEGIN
          a[1]:= 2;  a[2]:=3;
          z:= 1;  x:= 2;
          P(a[z]);
          write(a[1], a[2], z)
END.
```

iii) Call by reference

- *Κλήση της P*: P(a[z]) = P(a[1])

```
program MAIN;
          var z: integer;
              a: array [1..2] of integer;
procedure P(x: integer);
          begin
                    a[1]:= 6;
                    z:= 2;
                    x:= x + 5
          end;
BEGIN
          a[1]:= 2;  a[2]:=3;
          z:= 1;  x:= 2;
          P(a[z]);
          write(a[1], a[2], z)
END.
```

To **x** είναι τώρα pointer στο **a[1]**



a[1]=2 ⟺ x=2

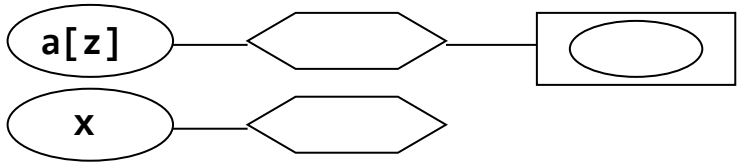
- *Εκτέλεση της P*: a[1]:= 6 ⟹ x = 6;
  z:= 2;
  x:= x + 5 = 6 + 5 = 11 ⟹ a[1]:= 11

- *Επιστροφή στο MAIN*: write (a[1], a[2], z) → **11, 3, 2**

iv) Call by name

```
program MAIN;
        var z: integer;
            a: array [1..2] of integer;
procedure P(x: integer);
        begin
                a[1]:= 6;
                z:= 2;
                x:= x + 5
        end;
BEGIN
        a[1]:= 2;  a[2]:=3;
        z:= 1;  x:= 2;
        P(a[z]);
        write(a[1], a[2], z)
END.
```

- *Κλήση της P*: P(a[z])

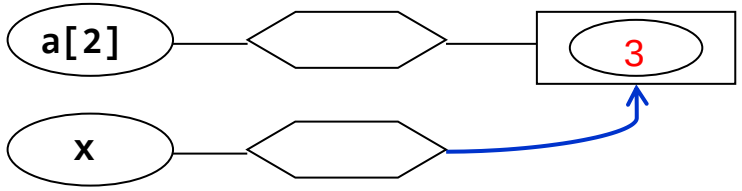


Το a[z] δεν υπολογίζεται στην κλήση, αλλά κάθε φορά που χρησιμοποιείται το x στην P. Τότε συνδέεται το x με το a[z]

- *Εκτέλεση της P*:

```
a[1]:= 6;
z:= 2;
x:= x + 5 (?)
```

Τώρα θα υπολογιστεί το a[z] = a[**2**] = 3 και θα γίνει η σύνδεση του x με το a[2]



x:= x + 5 = a[**2**] + 5 = 3 + 5 = 8 ⟹ a[2]:= 8

- *Επιστροφή στο MAIN*: a[1]:= 6; a[2]:= x = 8

και **write (a[1], a[2], z) → 6, 8, 2**

ΑΣΚΗΣΗ 3

Δίνεται το παρακάτω τμήμα προγράμματος C++:

```
1   int main()
2   {
3     int numbers[5];
4     int *p;
5     p = numbers;  *p = 10;
6     p = numbers + 3;  *p = 40;
7     p = &numbers[2];  *p = 30;
8     p = numbers;  *(p+4) = 50;
9     p++;  *p = 20;
10    for (int n=0; n<5; n++)
11      cout << numbers[n] << ", ";
12    return 0;
13  }
```

a) Εξηγήστε γραμμή – γραμμή τους ορισμούς και τη λειτουργία του παραπάνω προγράμματος.

b) Τι θα τυπωθεί με την εκτέλεση του προγράμματος;

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΑΣΚΗΣΗΣ 3

a)

1	`int main()`	
2	`{`	
3	`  int numbers[5];`	Ορίζεται ένα array (numbers) 5 ακεραίων από τη stack memory
4	`  int *p;`	Ορίζεται ένας pointer (p)
5	`  p = numbers;  *p = 10;`	Το p δείχνει στο **numbers[0]**. Το numbers[0] παίρνει την τιμή **10**.
6	`  p = numbers + 3;  *p = 40;`	Το p δείχνει τώρα στο **numbers[3]**. Το numbers[3] παίρνει την τιμή **40**.
7	`  p = &numbers[2];  *p = 30;`	Το p δείχνει στο **numbers[2]**. Το numbers[2] παίρνει την τιμή **30**.
8	`  p = numbers;  *(p+4) = 50;`	Το p δείχνει πάλι στο **numbers[0]**. Το **numbers[4]** παίρνει την τιμή **50**.
9	`  p++;  *p = 20;`	Το p δείχνει στο **numbers[1]**. Το numbers[1] παίρνει την τιμή **20**.
10	`  for (int n=0; n<5; n++)`	Τυπώνονται οι τιμές **numbers[0] – numbers[4]**
11	`    cout << numbers[n] << ", ";`	
12	`  return 0;`	
13	`}`	

b) **10, 20, 30, 40, 50**

ΑΣΚΗΣΗ 4

a)

i. Δίνεται η εντολή της C: **`if A < B || C < D then …`** Δείξτε τη σειρά εκτέλεσης των υπολογισμών χρησιμοποιώντας παρενθέσεις.

ii. Κάντε το ίδιο για την αντίστοιχη εντολή στην Pascal: **`if A < B or C < D then …`**

iii. Για τις δύο παραπάνω περιπτώσεις, υπάρχουν κάποιες προϋποθέσεις για τους τύπους των μεταβλητών **`A, B, C, D,`** ώστε να μην επιστραφεί λάθος κατά τη μετάφραση;

b) Στην παρακάτω έκφραση της C, χρησιμοποιούνται ακέραιες μεταβλητές με τρέχουσες τιμές: A = 1, B = 2, C = 3, D = 4, E = 5:

A || B < C && D + (E = 1)

Ποια τιμή έχει η έκφραση; Αριθμήστε τη χρονική ακολουθία των πράξεων στην έκφραση, χρησιμοποιώντας και παρενθέσεις.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΑΣΚΗΣΗΣ 4

a)

i. **C**: `if (A < B) || (C < D) then …`

ii. **Pascal**: `if (A < (B or C)) < D then …`

iii. - Στη **C** δεν υπάρχουν περιορισμοί. Όλοι οι υπολογισμοί και συγκρίσεις, είναι ουσιαστικά μεταξύ integers.

- Στην **Pascal** θα πρέπει όλα (A, B, C, D) να είναι τύπου Boolean. Αλλιώς, λάθος.

b)

{ A || [(B < C) && (D +(E = 1))] }

(1) Τιμή = 1

(2) Τιμή = 5

(3) Τιμή = 1

(4) Τιμή = 1

(5) Τιμή = 1

Δηλαδή, η έκφραση έχει την τιμή **1**.

A || B < C && D + (E = 1)

ΑΣΚΗΣΗ 5

Δίνεται το παρακάτω τμήμα προγράμματος σε γλώσσα C++:
a) Εξηγήστε γραμμή – γραμμή τους ορισμούς και τη λειτουργία του παραπάνω προγράμματος.
b) Τι θα τυπωθεί με την εκτέλεση του προγράμματος;

```
   int main()
   {
3    int data[6] = {1, 2, 3, 4, 5, 6};
4    int *p, *q;
5    int a, b, c;
6    p = data;
7    q = p + 2;
8    a = *p + *q;
9    b = q[2] + data[2];
10   *(q+1) = 0;
11   p++;  q++;
12   c = *p - *q + data[3];
     cout << a << " " << b << " " << c << "\n"
     return 0;
   }
```

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΑΣΚΗΣΗΣ 5

α)

3-5. ορισμός πίνακας 6 ακεραίων, δείκτες σε ακέραιο p, q, ακέραιες μεταβλητές a, b, c

6. ο δείκτης p δείχνει στον πίνακα d (&data[0])

7. ο δείκτης q δείχνει στο &data[2]

8. **a = data[0] + data[2] = 1 + 3 = 4**

9. **b = q[2] + data[2] = data[2+2] + data[2] = data[4] + data[2] = 5 + 3 = 8**

10. *(q+1) = *(&data[2+1]) = data[3] = 0

11. p = &data[1]; q = &data[3];

12. **c = data[1] – data[3] + data[3]** = data[1] = **2**

β)

4, 8, 2

```
   int main()
   {
3    int data[6] = {1, 2, 3, 4, 5, 6};
4    int *p, *q;
5    int a, b, c;
6    p = data;
7    q = p + 2;
8    a = *p + *q;
9    b = q[2] + data[2];
10   *(q+1) = 0;
11   p++;  q++;
12   c = *p - *q + data[3];
     cout << a << " " << b << " " << c << "\n"
     return 0;
   }
```

ΑΣΚΗΣΗ 6

Δίνεται η παρακάτω εντολή της C, στην οποία χρησιμοποιούνται ακέραιες μεταβλητές.

```
c = a > ++b && b++ && --a;
```

Χρησιμοποιήστε παρενθέσεις για να δείξετε με ποια σειρά θα γίνουν οι υπολογισμοί στην παραπάνω εντολή. Λαμβάνοντας υπόψη την ιδιότητας υπολογισμού περιορισμένης έκτασης (short circuit evaluation), ποιες τιμές θα έχουν οι μεταβλητές a, b, c μετά την εκτέλεση της παραπάνω εντολής όταν οι αρχικές τιμές των μεταβλητών a, b είναι:

(i) a = 2; b = 5;
(ii)a = 5; b = 2;

ΑΣΚΗΣΗ 6

```
c = a > ++b && b++ && --a;
(i) a = 2; b = 5;
(ii)a = 5; b = 2;
```

Η ιδιότητα υπολογισμού περιορισμένης έκτασης αποφεύγει την αποτίμηση των ακόλουθων όρων μίας έκφρασης εφόσον το τελικό αποτέλεσμα μπορεί να καθοριστεί από τους προηγούμενους όρους που έχουν αποτιμηθεί.

Παράδειγμα: **https://www.geeksforgeeks.org/short-circuiting-in-c-and-linux/**

Προτεραιότητα τελεστών: **`c = a > ++b && b++ && --a;`**

- Χωρίς υπολογισμό περιορισμένης έκτασης (σύμφωνα με τη θεωρία):

```
c = (((a > (++b)) && (b++)) && (--a));
         4    1    5     2    6  3
```

- Με υπολογισμό περιορισμένης έκτασης:

```
c = (((a > (++b)) && (b++)) && (--a));
         2    1    4   3     6   5
```

i) a = 2; b = 5;

- Χωρίς υπολογισμό περιορισμένης έκτασης -> a = 1, b = 7, c = 0
- Με υπολογισμός περιορισμένης έκτασης -> a = 2, b = 6, c = 0

ii) **a = 5; b = 2;**

- Ανεξαρτήτως ιεραρχίας -> a = 4, b = 4, c = 1