



Προγραμματισμός Ι (ECE115)

#6

εκτέλεση σε επανάληψη

Γιατί επανάληψη;

- Συχνά υπάρχει ανάγκη εκτέλεσης της ίδιας ή πρακτικά παρόμοιας εντολής ή ομάδας εντολών, **πολλές** φορές

Άκομψη λύση(;)

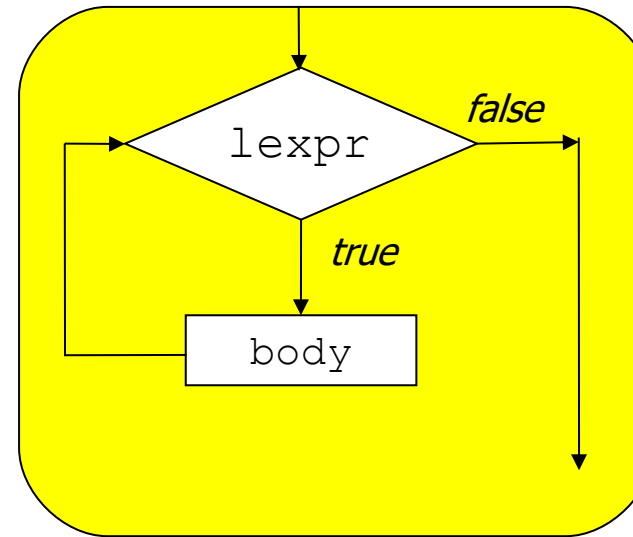
- Γράφουμε το ίδιο κομμάτι κώδικα πολλές φορές
- Τι γίνεται αν κάποιες εντολές πρέπει να επαναληφθούν 100 ή 1000 ή 1000000 φορές;
- Τι κάνουμε αν **δεν** γνωρίζουμε εκ των προτέρων το πόσες φορές πρέπει να εκτελεστεί το κομμάτι κώδικα;
- Τι γίνεται αν κάποια κομμάτια κώδικα πρέπει να εκτελούνται «για πάντα»;

Πραγματική λύση

- Δομές επανάληψης

Εκτέλεση σε επανάληψη: `while`

```
while (<lexpr>)  
  <body>
```



- Όσο η λογική συνθήκη επανάληψης `lexpr` αποτιμάται σε μια τιμή διάφορη του 0 τότε εκτελείται το `body`, διαφορετικά η εκτέλεση συνεχίζεται μετά το `while`
- Το `body` μπορεί να μην εκτελεστεί **καθόλου**
 - αν η `lexpr` αποτιμηθεί σε 0 ήδη την πρώτη φορά
- ... ή ενδεχομένως επ' άπειρο
 - αν η `lexpr` δεν αποτιμηθεί ποτέ σε 0 (προγραμματιστικό λάθος;)

Υπολογισμός $1+2+\dots+100$

```
#include <stdio.h>
```

```
int main(int argc, char *argv[]) {
```

```
    int sum
```

```
    sum = 0;
```

```
    sum = sum + 1;
```

```
    sum = sum + 2;
```

```
    sum = sum + 3;
```

```
    ...
```

```
    sum = sum + 100;
```

```
    printf("%d\n", sum);
```

```
    return(0);
```

```
}
```

εντολή που επαναλαμβάνεται

αρχίζει να αθροίζει από το 1

έως και το 100

Υπολογισμός $1+2+\dots+100$

```
#include <stdio.h>

int main(int argc, char *argv[]) {
    int sum, i;
    sum = 0;
    i = 1;
    while (i <= 100) {
        sum = sum + i;
        i = i + 1;
    }
    printf("%d\n", sum);
    return(0);
}
```

μεταβλητή μετρητής

αρχίζει να αθροίζει από το 1

έως το 100

αυξάνοντας κάθε φορά κατά 1

Υπολογισμός $1+2+\dots+n$

```
#include <stdio.h>

int main(int argc, char *argv[]) {
    int n, sum, i;

    scanf("%d", &n);

    sum = 0;
    i = 1;
    while (i <= n) {
        sum = sum + i;
        i = i + 1;
    }

    printf("%d\n", sum);

    return(0);
}
```

Πολλαπλασιασμός με πρόσθεση

```
/* υπολογίζει το x*y, για y>=0 */  
  
#include <stdio.h>  
  
int main(int argc, char *argv[]) {  
    int x, y, res;  
  
    scanf("%d %d", &x, &y);  
  
    res = 0;  
    while (y > 0) {  
        res = res + x;  
        y--;  
    }  
  
    printf("%d\n", res);  
  
    return(0);  
}
```

Υπολογισμός $n!$

- `factorial = 1*2*3*...* (n-1) *n;`
- Αν το n λαμβάνει τιμή από το χρήστη, τότε **την ώρα που γράφουμε τον κώδικα** μας **δεν** γνωρίζουμε μέχρι ποιά τιμή να κάνουμε τον πολλαπλασιασμό
- Αυτό το γνωρίζουμε **την ώρα της εκτέλεσης**
- Μετασχηματίζουμε την παραπάνω έκφραση ως επανάληψη των εντολών:
`factorial = factorial*i; i = i+1;`
- Η επανάληψη πρέπει να γίνει τόσες φορές όσες η τιμή της μεταβλητής n δηλαδή όσο $i \leq n$
- Οι αρχικές τιμές είναι: `factorial = 1; i = 2;`
 - αν $n \leq 1$ η σωστή τιμή (για το $n!$) είναι 1


```
/* n! */

#include <stdio.h>

int main(int argc, char *argv[]) {
    int n, factorial, i;

    scanf("%d", &n);

    i = 2;
    factorial = 1;
    while (i <= n) {
        factorial = factorial * i;
        i = i+1;
    }

    printf("%d\n", factorial);

    return(0);
}
```

Μέγιστος κοινός διαιρέτης

Π.χ. υπολογισμός ΜΚΔ 84, 18

1^ο βήμα: 84 / 18 ➡ πηλίκο 4, υπόλοιπο 12

2^ο βήμα: 18 / 12 ➡ πηλίκο 1, υπόλοιπο 6

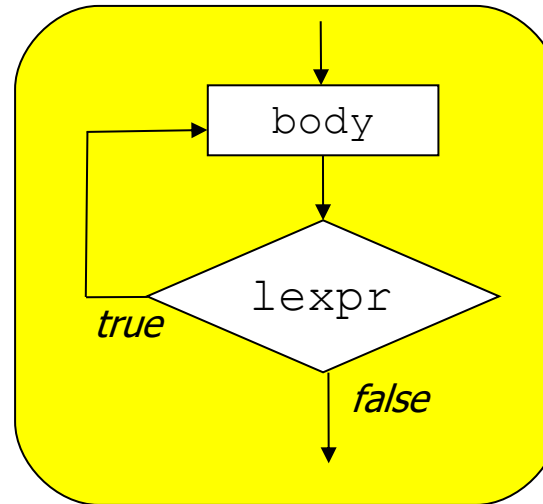
3^ο βήμα: 12 / 6 ➡ πηλίκο 2, υπόλοιπο 0

ΜΚΔ: 6

```
/* μέγιστος κοινός διαιρέτης x,y */  
/* Επέκταση του Ευκλείδειου Αλγόριθμου */  
  
#include <stdio.h>  
  
int main(int argc, char *argv[]) {  
    int diaireteos, diaireths, ypoloipo;  
  
    scanf("%d %d", &diaireteos, &diaireths);  
  
    while (diaireths != 0) {  
        ypoloipo = diaireteos % diaireths;  
        diaireteos = diaireths;  
        diaireths = ypoloipo;  
    }  
  
    printf("%d\n", diaireteos);  
  
    return(0);  
}
```

Εκτέλεση σε επανάληψη: `do-while`

```
do  
    <body>  
while (<lexpr>)
```



- **Πρώτα** εκτελείται το `body` και μετά αποτιμάται η λογική συνθήκη επανάληψης `lexpr`
 - αν η τιμή της είναι διάφορη του 0 τότε το `body` εκτελείται ξανά
- Το `body` θα εκτελεσθεί **τουλάχιστον** μια φορά ...
- ... και ενδεχομένως επ' άπειρο
 - αν η `lexpr` δεν αποτιμηθεί ποτέ σε 0 (πιθανό προγραμματιστικό λάθος)

```
/* ανάγνωση αριθμητικής τιμής παραλείποντας
όλους τους χαρακτήρες που δεν είναι ψηφία */

#include <stdio.h>

int main(int argc, char *argv[]) {
    char c;
    int val=0;

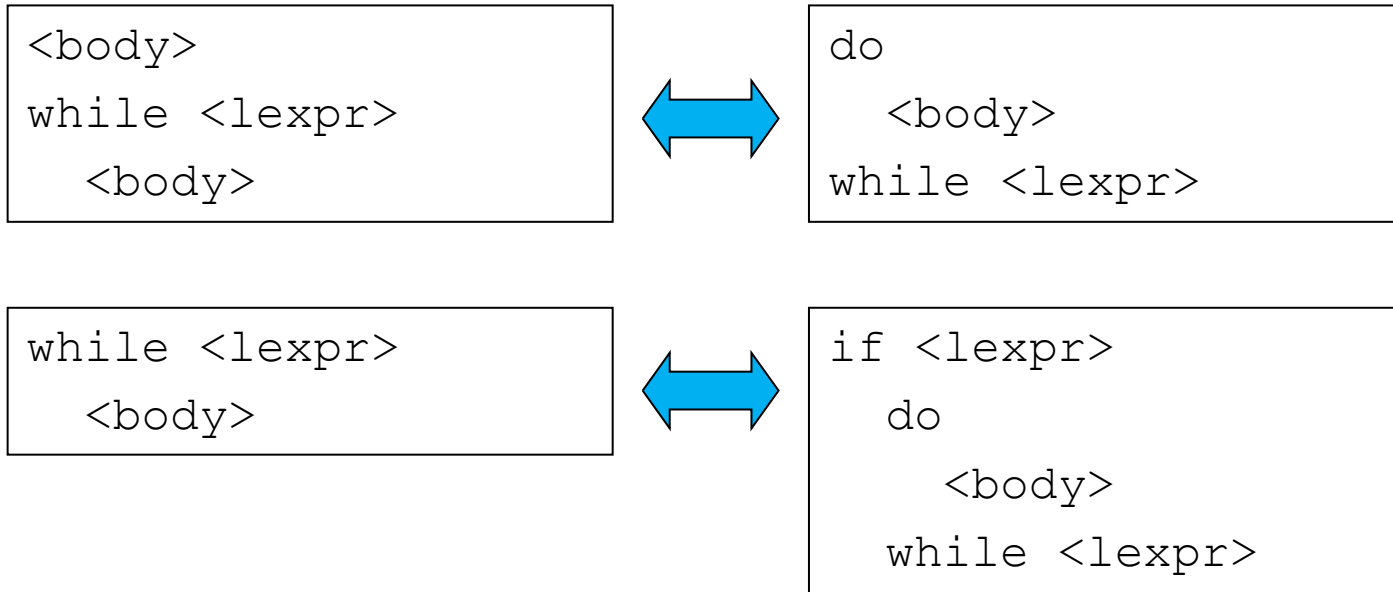
    do {
        c = getchar();
    } while ((c < '0') || (c > '9'));

    do {
        val = val*10 + c - '0';
        c = getchar();
    } while ((c >= '0') && (c <= '9'));

    printf("%d\n", val);

    return(0);
}
```

Ισοδυναμίες

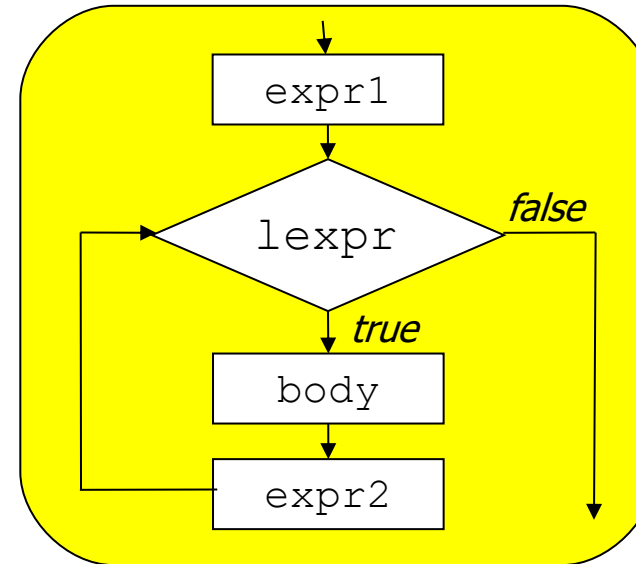


κάθε `while` μπορεί να μετασχηματιστεί σε ένα **ισοδύναμο** `do-while`, και το αντίστροφο



Εκτέλεση σε επανάληψη: `for`

```
for (<expr1>;<lexpr>;<expr2>)  
  <body>
```



- Η έκφραση `expr1` αποτιμάται μια μοναδική φορά
- Όσο η λογική συνθήκη επανάληψης `lexpr` αποτιμάται σε τιμή διάφορη του 0, εκτελείται το `body` και **μετά** η έκφραση `expr2`
- Οι εκφράσεις `expr1` και `expr2` χρησιμοποιούνται συνήθως για την «αρχικοποίηση» και αντίστοιχα για την «πρόοδο» των μεταβλητών της συνθήκης επανάληψης `lexpr`

Υπολογισμός $1+2+\dots+n$

```
#include <stdio.h>

int main(int argc, char *argv[]) {
    int n, sum, i;

    scanf("%d", &n);

    sum = 0;
    for (i=1; i<=n; i++) {
        sum = sum + i;
    }

    printf("%d\n", sum);

    return(0);
}
```

Υπολογισμός $1+2+\dots+n$

```
#include <stdio.h>

int main(int argc, char *argv[]) {
    int n, sum, i;

    scanf("%d", &n);

    for (sum=0, i=1; i<=n; i++) {
        sum = sum + i;
    }

    printf("%d\n", sum);

    return(0);
}
```

Επανάληψη χωρίς σώμα

- Ειδικά στην δομή ελέγχου `for` μπορεί να **μην** χρειάζεται (πάντα) να βάλουμε σώμα εντολών
 - οι εντολές του «κανονικού» σώματος μπορεί να ενσωματωθούν στις εκφράσεις ελέγχου / προόδου
- Η C **δεν** υποστηρίζει την απουσία σώματος
- Υπάρχει η επιλογή ανάμεσα στην χρήση
 - της «κενής» εντολής `;` (που δεν κάνει τίποτα)
 - του «άδειου» σώματος `{ }` (που δεν περιέχει καμία εντολή)
- Το αποτέλεσμα είναι το ίδιο (δεν εκτελείται τίποτα)

Υπολογισμός $1+2+\dots+n$

```
#include <stdio.h>

int main(int argc, char *argv[]) {
    int n, sum, i;

    scanf("%d", &n);

    for (sum=0, i=1; i<=n; sum=sum+i, i++) { }

    printf("%d\n", sum);

    return(0);
}
```

το «άδειο» σώμα
χωρίς εντολές

Υπολογισμός $1+2+\dots+n$

```
#include <stdio.h>

int main(int argc, char *argv[]) {
    int n, sum, i;

    scanf("%d", &n);

    for (sum=0, i=1; i<=n; sum=sum+i, i++);

    printf("%d\n", sum);

    return(0);
}
```

η «κενή» εντολή
που δεν κάνει τίποτα

Υπολογισμός $1+2+\dots+n$

```
#include <stdio.h>

int main(int argc, char *argv[]) {
    int n, sum, i;

    scanf("%d", &n);

    for (sum=0, i=1; i<=n; sum=sum+i++);

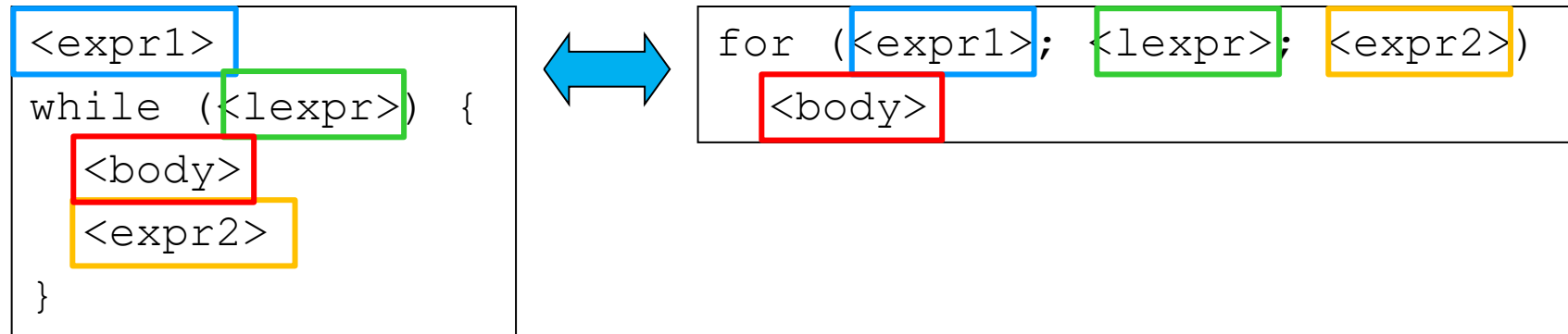
    printf("%d\n", sum);

    return(0);
}
```

```
/* υπολογισμός x*y, για y>=0 */  
  
#include <stdio.h>  
  
int main(int argc, char *argv[]) {  
    int x, y, res, i;  
  
    scanf("%d %d", &x, &y);  
  
    res = 0;  
    for ( ; y>0; y--) {  
        res = res + x;  
    }  
  
    printf("%d\n", res);  
  
    return(0);  
}
```

```
/* συνδυασμοί <i,j> με i:[0,n) και j:[0,m) */  
  
#include <stdio.h>  
  
int main(int argc, char *argv[]) {  
    int n, m, i, j;  
  
    scanf("%d %d", &n, &m);  
  
    for (i=0; i<n; i++) {  
        for (j=0; j<m; j++) {  
            printf("(%d,%d)", i, j);  
        }  
        printf("\n");  
    }  
  
    return(0);  
}
```


Ισοδυναμίες



κάθε `while` μπορεί να μετασχηματιστεί σε ένα **ισοδύναμο** `for`, και το αντίστροφο

η δομή `for` μπορεί να επιτύχει καλύτερη αναγνωσιμότητα: ξεχωρίζει με ρητό τρόπο, **στο συντακτικό επίπεδο**, τις εκφράσεις «αρχικοποίησης» και «προόδου» από τον υπόλοιπο κώδικα της επανάληψης – συχνά οδηγεί και σε ταχύτερο κώδικα μηχανής (ευκολότερη βελτιστοποίηση από το μεταγλωττιστή)

Γιατί τόσες πολλές δομές επανάληψης;

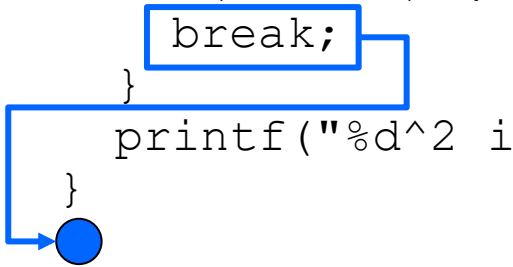
- Κάθε δομή ελέγχου έχει τα πλεονεκτήματά της, κυρίως όσον αφορά την αναγνωσιμότητα του κώδικα
 - εξαρτάται από την λογική που θέλουμε να υλοποιήσουμε
- Μερικές δομές διευκολύνουν τον μεταφραστή στην παραγωγή καλύτερου κώδικα μηχανής
- Συχνά η επιλογή γίνεται με βάση το προσωπικό στυλ του καθενός
- Πρωταρχικός στόχος για εσάς: αναγνωσιμότητα!
 - η όποια «βελτιστοποίηση» του κώδικα γίνεται **αφού** σιγουρευτούμε ότι το πρόγραμμα είναι σωστό ...
 - ... και **αφού** γίνουν κατάλληλες μετρήσεις που θα δείξουν το σημείο όπου πραγματικά χρειάζεται κάτι τέτοιο

εντολές αλμάτων σε δομές επανάληψης

Οι εντολές `break` και `continue`

- Κανονική έξοδος από μια δομή επανάληψης γίνεται όταν η λογική συνθήκη ελέγχου αποτιμάται σε 0
- Αυτό μπορεί να είναι περιοριστικό
 - σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να κάνει τον κώδικα πιο πολύπλοκο και δυσανάγνωστο
- Με `break` επιτυγχάνεται **άμεση** έξοδος από **οποιοδήποτε** σημείο του κώδικα της επανάληψης
- Με `continue` **παρακάμπτονται** οι (υπόλοιπες) εντολές του κώδικα του σώματος της επανάληψης, αλλά **χωρίς** να γίνεται έξοδος από την επανάληψη
 - στη `for` **δεν** παρακάμπτεται η έκφραση «προόδου»

```
/* ανάγνωση ενός αριθμού και εκτύπωση του τετραγώνου,  
μέχρι να δοθεί μια τιμή ίση με 0 */  
  
#include <stdio.h>  
  
int main(int argc, char *argv[]) {  
    int x;  
  
    while (1) {  
  
        x = 0;  
        printf("Enter int value or 0 to stop: ");  
        scanf("%d", &x);  
  
        if (x == 0) {  
            break;  
        }  
        printf("%d^2 is %d\n", x, x*x);  
    }  
    printf("Bye\n");  
    return(0);  
}
```



```
/* εκτύπωση τετραγώνου και κύβου στο διάστημα [1..n] */  
  
#include <stdio.h>  
  
int main(int argc, char *argv[]) {  
    int n, i;  
  
    scanf("%d", &n);  
  
    for (i=1; i<=n; i++) {  
  
        printf("Counter: %d\n", i);  
        printf("\tFor every value: %d^2 is %d\n", i, i*i);  
        if (i%2 == 0) {  
            continue;  
        }  
        printf("\tFor odd values: %d^3 is %d\n", i, i*i*i);  
    }  
  
    printf("Bye\n");  
    return(0);  
}
```

Η εντολή `goto`

- `goto <label>` : γίνεται **άλμα** και η εκτέλεση συνεχίζεται από το σημείο με την ετικέτα `<label>`
- Η `goto` δίνει μεγάλη ευελιξία
 - επιτρέπει τη μεταφορά του ελέγχου έξω από κάθε δομή και σε **οποιοδήποτε** σημείο του προγράμματος
- **Προσοχή:** πρόχειρη/κακή χρήση της `goto` συνήθως οδηγεί σε ιδιαίτερα **δυσνόητα** προγράμματα
- Η `goto` χρησιμοποιείται ως τελευταία λύση
 - όταν όλοι οι υπόλοιποι συνδυασμοί δομών και εντολών ελέγχου κάνουν τον κώδικα λιγότερο ευανάγνωστο
 - π.χ., άμεση έξοδος μέσα από πολλά επίπεδα επανάληψης

```

/* αντιπαράδειγμα */
get:    c = getchar();
        goto check1;
cont1:  goto check2;
cont2:  putchar(c);
        goto get;

...
check1: if (c == '\n') {
        goto theend;
      } else {
        goto cont1;
      }

...
check2: if ((c >= 'a') && (c <= 'z'))
        c = c - ('a' - 'A');
        goto cont2;
theend: putchar('\n');

```



```

do {
  c = getchar();
  if ((c >= 'a') && (c <= 'z')) {
    c = c - ('a' - 'A');
  }
  putchar(c);
} while (c != '\n');

```


/* μια πιο ενδελεγχόμενη χρήση της goto */

while (...) {

...

for (...) {

...

do {

...

if (...) { goto abort; }

...

} while (...);

...

}

...

}

abort: ● ...