# Διάλεξη 5 - Τελεστές και Εντολές

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Εισαγωγή στον Προγραμματισμό

Θανάσης Αυγερινός

# Ανακοινώσεις / Διευκρινίσεις

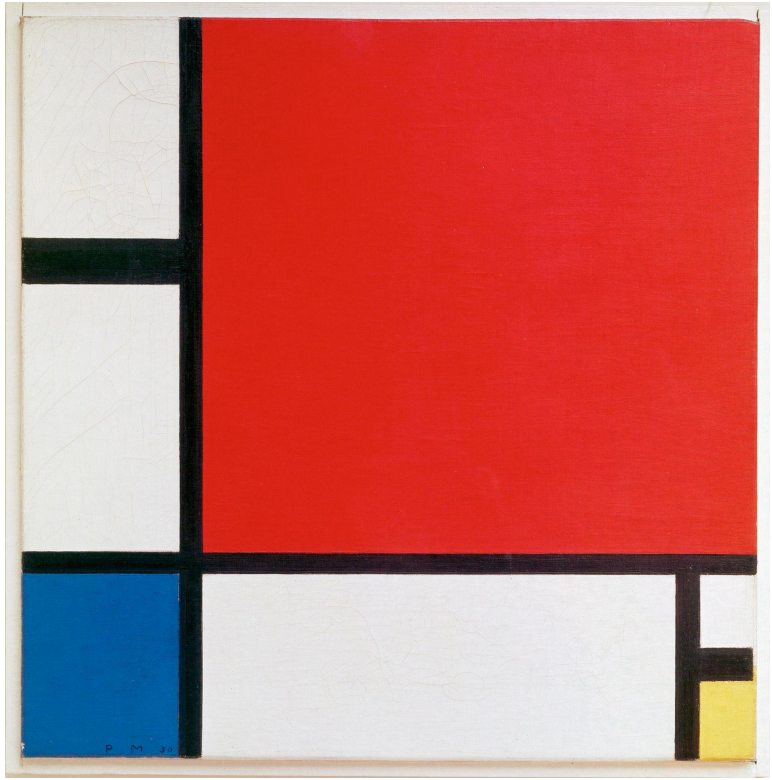
- Εργασία 0: pages ερώτημα
    a. Πρέπει να αποδεχτείτε την πρόσκληση *και* να φτιάξετε το δικό σας repository
    b. Θα το δείξουμε

# Την Προηγούμενη Φορά

- Pair Programming
- Git
- Τελεστές

# Σήμερα

- Τελεστές
- Εκφράσεις και Εντολές
- Ροή Ελέγχου (αρχικά)



# Τελεστές (Operators)

- Μοναδιαίοι (unary), Δυαδικοί (binary), Τριαδικοί (ternary)
- Αριθμητικοί, Συγκριτικοί, Λογικοί, Συνθήκης, Bitwise, Μετατροπής, Ανάθεσης
- Προτεραιότητα & Προσεταιριστικότητα

# Παραδείγματα Τελεστών

# Αριθμητικοί Τελεστές

| Αριθμητικός Τελεστής | Ερμηνεία | Παραδείγματα |
|---|---|---|
| + | πρόσθεση | 40 + 2 επιστρέφει 42<br>40.0 + 2.0 επιστρέφει 42.0 |
| − | αφαίρεση | 44 − 2 επιστρέφει 42<br>44.0 − 2.0 επιστρέφει 42.0 |
| * | πολλαπλασιασμός | 42 * 2 επιστρέφει 84<br>42.0 * 2.0 επιστρέφει 84.0 |
| / | διαίρεση | 85.0 / 2.0 επιστρέφει 42.5<br>85 / 2 επιστρέφει 42 |
| % | υπόλοιπο | 7 % 2 επιστρέφει 1 |

1. Σε τι κατηγορία θα εντάσσατε τους αριθμητικούς τελεστές;
2. Τι τύπο θα είχαν οι τελεστές αν ήταν συναρτήσεις;

# Συγκριτικούς Τελεστές (Comparison Operators)

Οι συγκριτικοί τελεστές επιτρέπουν την σύγκριση τελεστέων. Το αποτέλεσμα είναι 0 (ψευδές) ή 1 (αληθές). Τι τύπου τελεστές είναι;

| Σχεσιακός Τελεστής | Ερμηνεία | Παραδείγματα |
|---|---|---|
| == | Ίσοι τελεστέοι; | 42 == 0 επιστρέφει 0<br>42 == 42 επιστρέφει 1 |
| != | Διαφορετικοί τελεστέοι; | 42 != 0 επιστρέφει 1<br>42 != 42 επιστρέφει 0 |
| > | Αριστερός τελεστέος μεγαλύτερος του δεξιού; | 42 > 0 επιστρέφει 1<br>42 > 42 επιστρέφει 0 |
| < | Αριστερός τελεστέος μικρότερος του δεξιού; | 42 < 0 επιστρέφει 0<br>42 < 44 επιστρέφει 1 |
| >= | Αριστερός τελεστέος μεγαλύτερος ή ίσος του δεξιού; | 42 >= 42 επιστρέφει 1<br>42 >= 43 επιστρέφει 0 |
| <= | Αριστερός τελεστέος μικρότερος ή ίσος του δεξιού; | 42 <= 42 επιστρέφει 1<br>42 <= 41 επιστρέφει 0 |

# Λογικοί Τελεστές (Logical Operators)

Οι λογικοί τελεστές επιτρέπουν την αποτίμηση συνδυασμού αληθών και ψευδών τιμών.
Τι τύπου τελεστές είναι;

| Λογικός Τελεστής | Ερμηνεία | Παραδείγματα |
|---|---|---|
| && | Λογική σύζευξη (AND, $\wedge$) είναι και οι δύο τελεστέοι αληθείς; | 42 > 0 && 2 > 3 επιστρέφει 0<br>42 > 0 && 3 > 2 επιστρέφει 1 |
| \|\| | Λογική διάζευξη (OR, $\vee$) είναι ένας εκ των δύο τελεστέων αληθής; | 2 > 3 \|\| 42 > 0 επιστρέφει 1<br>2 > 3 \|\| 42 < 0 επιστρέφει 0 |
| ! | Λογική άρνηση (NOT, ¬) είναι ο τελεστέος ψευδής; | !(42 < 0) επιστρέφει 1<br>!(42 > 0) επιστρέφει 0 |

Σημαντικό: για τους λογικούς τελεστές στην C, το μηδέν (0) σημαίνει “ψευδές”. Οποιαδήποτε άλλη μη μηδενική τιμή σημαίνει “αληθές”. Το 1, το 42 και το -5 είναι όλα εξίσου “αληθή”.

# Bitwise Τελεστές (Bitwise Operators)

Οι bitwise τελεστές κάνουν μετατροπές στα *bit* των ακέραιων αριθμών. Τι τύπου είναι οι τελεστές;

| **Bitwise Τελεστής** | **Ερμηνεία** | **Παραδείγματα** |
|---|---|---|
| **&** | Σύζευξη bit (bitwise AND) | 0xFF & 0xF0 επιστρέφει 0xF0<br>0xFF & 0x00 επιστρέφει 0x00 |
| **\|** | Διάζευξη bit (bitwise OR) | 0xFF \| 0xF0 επιστρέφει 0xFF<br>0xF0 \| 0x0F επιστρέφει 0xFF |
| **^** | Αποκλειστική διάζευξη bit (bitwise XOR) | 0xFF ^ 0xFF επιστρέφει 0x00<br>0x00 ^ 0xFF επιστρέφει 0xFF |
| **~** | Άρνηση bit (bitwise NOT) | ~0xF0 επιστρέφει 0x0F<br>~0x05 επιστρέφει 0xFA |
| **<<** | Ολίσθηση bit αριστερά (shift left). Shift N bit ισοδύναμο με πολλαπλασιασμό με $2^N$ | 2 << 4 επιστρέφει 32<br>4 << 1 επιστρέφει 8 |
| **>>** | Ολίσθηση bit δεξιά (shift right). Shift N bit ισοδύναμο με διαίρεση με $2^N$ | 8 >> 1 επιστρέφει 4<br>32 >> 4 επιστρέφει 2 |

# Πως απομονώνουμε το πιο σημαντικό bit σε ένα byte;

A. byte & 0xFF

B. byte & 0x80

C .byte | 0xFF

D. byte | 0x80

# Ποια η τιμή της παράστασης 0xbeef | 0xcafe0000;

A. 0xffffffff

B. 0xcafebeef

C. 0xbeefcafe

D. 0xfaceb00c

# Τελεστής Συνθήκης (Conditional Operator)

Ο τελεστής συνθήκης ελέγχει την συνθήκη και αν είναι αληθής επιστρέφει την πρώτη τιμή, αλλιώς επιστρέφει την δεύτερη. Γενική μορφή:

```
συνθήκη ? τιμή1 : τιμή2
```

Για παράδειγμα:

```
(42 > 0) ? 8 : 16  => επιστρέφει 8
```

Αντίστοιχα:

```
(42 == 0) ? 8 : 16  => επιστρέφει 16
```

Τι τύπου είναι ο τελεστής συνθήκης; Πως θα φτιάχναμε μια συνάρτηση max;

# Τελεστής Μετατροπής (Cast Operator)

Ο τελεστής μετατροπής αλλάζει τον τύπο ενός τελεστέου. Γενική μορφή:

```
(τύπος)τελεστέος
```

Παραδείγματα:

```
(int)42.67 επιστρέφει 42
(char)67.8 επιστρέφει 'C'
(double)3 επιστρέφει 3.0
(double)3/4 επιστρέφει ??
```

Ψηφία μετά την υποδιαστολή αποκόπτονται, δεν στρογγυλοποιούνται

Η παραπάνω μετατροπή λέγεται και explicit type conversion

# Σιωπηρή Μετατροπή Τύπων (Implicit Type Conversion)

Σε περιπτώσεις μίξης τύπων σε έναν τελεστή, ο μεταγλωττιστής προσθέτει αυτόματα μετατροπές στον μεγαλύτερο των τελεστέων.

Παράδειγμα:

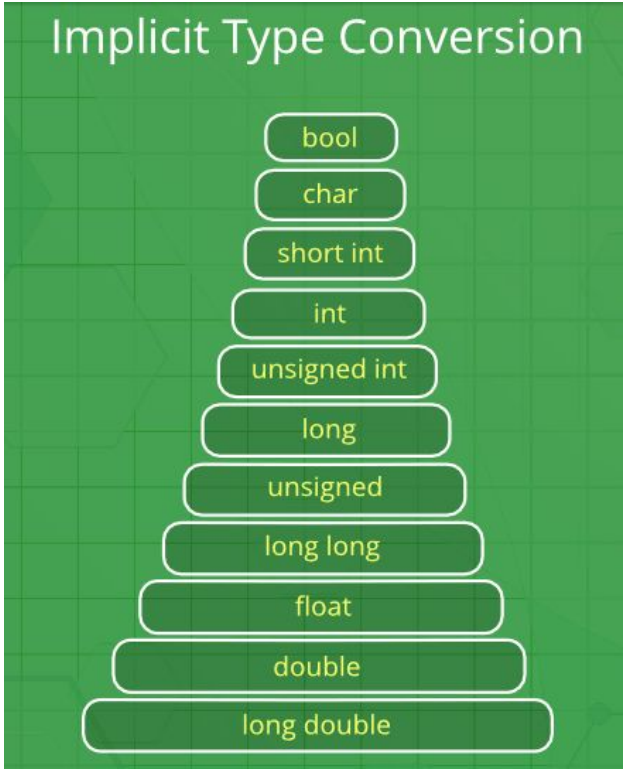
```
40 + 2.0
```

Είναι ισοδύναμο με:

```
(double)40 + 2.0
```

Ισοδύναμο με:

```
40.0 + 2.0
```



# Τελεστής Ανάθεσης (Assignment Operator)

Ο τελεστής ανάθεσης παίρνει την τιμή του δεξιού τελεστέου (rvalue), την αναθέτει στην μεταβλητή του αριστερού τελεστέου (lvalue) και την επιστρέφει

Παράδειγμα:

```
x = 42 // αναθέτει 42 στην x και επιστρέφει 42
```

Μπορούμε να αναθέσουμε πολλές μεταβλητές ταυτόχρονα:

```
x = y = 42
```

Ή ισοδύναμα:

```
x = (y = 42)
```

# Συνδυαστικοί Τελεστές Ανάθεσης

Οι συνδυαστικοί τελεστές ανάθεσης επιτρέπουν να κάνουμε αριθμητικές πράξεις και να σώσουμε το αποτέλεσμα με συντομογραφία. Γενική μορφή:

```
τελεστέος1 op= τελεστέος2
```

Όπου op είναι οποιοσδήποτε από τους τελεστές +, -, *, %, /, &, ^, |, <<, >>

Παράδειγμα:

```
a += b
```

Είναι ισοδύναμο με:

```
a = a + b
```

Αντίστοιχα, **a *= b** είναι ισοδύναμο με **a = a * b** και ομοίως για τους άλλους τελεστές

# Τελεστές Αύξησης και Μείωσης

Ο τελεστής αύξησης **++** μπαίνει πριν ή μετά από το όνομα μίας μεταβλητής και την αυξάνει κατά 1. Ο τελεστής μείωσης **--** μπαίνει πριν ή μετά από το όνομα μίας μεταβλητής και την μειώνει κατά 1.

Επιθεματικά:

**a++  επιστρέφει την τιμή του a *πριν* την αύξηση**

**a--  επιστρέφει την τιμή του a *πριν* την μείωση**

Προθεματικά:

**++a  επιστρέφει την τιμή του a *μετά* την αύξηση**

**--a  επιστρέφει την τιμή του a *μετά* την μείωση**

# Τελεστής Παράθεσης (Comma Operator)

Ο τελεστής παράθεσης υπολογίζει τον πρώτο τελεστέο, στην συνέχεια αγνοεί το αποτέλεσμα και επιστρέφει τον δεύτερο τελεστέο.

Παράδειγμα:

```
12, 42 επιστρέφει 42
```

Σχετικά περιορισμένες χρήσεις συνήθως χρησιμοποιείται με τελεστές ανάθεσης.

# Πρόγραμμα Υπολογισμού Βαθμολογίας

```c
int grade(int final_exam, int homework, int lab){
  return final_exam*50/100+homework*30/100+lab*20/100;
}
int main(int argc, char ** argv) {
  if (argc != 4) {
        printf("Run as: grade final_exam homework lab\n");
        return 1;
  }
  int final_exam = atoi(argv[1]);
  int homework = atoi(argv[2]);
  int lab = atoi(argv[3]);
  int final_grade = grade(final_exam, homework, lab);
  printf("My grade is: %d\n", final_grade);
  return 0;
}
```

# Προτεραιότητα (Precedence) & Προσεταιριστικότητα (Associativity)

Η προτεραιότητα ενός τελεστή καθορίζει την σειρά με την οποία θα εκτελεστούν οι υπολογισμοί. Για παράδειγμα, ο πολλαπλασιασμός έχει υψηλότερη προτεραιότητα από την πρόσθεση:

**`5 * 6 + 3 * 4 επιστρέφει ??`**

Αν δύο τελεστές έχουν την ίδια προτεραιότητα, η προσεταιριστικότητα τους καθορίζει την σειρά των υπολογισμών (αριστερά προς τα δεξιά ή το αντίστροφο). Για παράδειγμα, ο πολλαπλασιασμός και η διαίρεση έχουν την ίδια προτεραιότητα, ενώ η προσεταιριστικότητα τους είναι από αριστερά προς τα δεξιά

**`90 * 50 / 100 επιστρέφει ??`**

# Προτεραιότητα (Precedence) & Προσεταιριστικότητα (Associativity)

Η προτεραιότητα ενός τελεστή καθορίζει την σειρά με την οποία θα εκτελεστούν οι υπολογισμοί. Για παράδειγμα, ο πολλαπλασιασμός έχει υψηλότερη προτεραιότητα από την πρόσθεση:

```
5 * 6 + 3 * 4 επιστρέφει ??
```

Αν δύο τελεστές έχουν την ίδια προτεραιότητα, η προσεταιριστικότητα τους καθορίζει την σειρά των υπολογισμών (αριστερά προς τα δεξιά ή το αντίστροφο). Για παράδειγμα, ο πολλαπλασιασμός και η διαίρεση έχουν την ίδια προτεραιότητα, ενώ η προσεταιριστικότητα τους είναι από αριστερά προς τα δεξιά

```
90 * 50 / 100 επιστρέφει ??
```

Δεν είμαστε σίγουροι για την ακριβή σειρά; Χρησιμοποιούμε παρενθέσεις ()!


| Θέση | Τελεστές | Προσεταιριστικότητα |
|---|---|---|
| 1 | () (παρενθέσεις-κλήση συνάρτησης) [] -> . ++ (επιθεματική αύξηση) -- (επιθεματική μείωση) | αριστερά προς δεξιά |
| 2 | ++ (προθεματική αύξηση) -- (προθεματική μείωση) ! ~ * (έμμεση αναφορά) & (διεύθυνση) + (μοναδιαίο +) - (μοναδιαίο -) (προσαρμογή τύπου) sizeof | δεξιά προς αριστερά |
| 3 | * (πολλαπλασιασμός) / % | αριστερά προς δεξιά |
| 4 | + (πρόσθεση) - (αφαίρεση) | αριστερά προς δεξιά |
| 5 | << >> | αριστερά προς δεξιά |
| 6 | < <= > >= | αριστερά προς δεξιά |
| 7 | == != | αριστερά προς δεξιά |
| 8 | & | αριστερά προς δεξιά |
| 9 | ^ | αριστερά προς δεξιά |
| 10 | \| | αριστερά προς δεξιά |
| 11 | && | αριστερά προς δεξιά |
| 12 | \|\| | αριστερά προς δεξιά |
| 13 | ?: | δεξιά προς αριστερά |
| 14 | = += -= *= /= %= &= ^= \|= <<= >>= | δεξιά προς αριστερά |
| 15 | , | αριστερά προς δεξιά |

# Εκφράσεις και Εντολές (Expressions and Statements)

Κάθε έγκυρος συνδυασμός τελεστών και τελεστέων (μεταβλητών, σταθερών) λέγεται έκφραση (expression). Παράδειγμα έκφρασης:

```
final_exam * 50 / 100 + homework * 30 / 100 + lab * 20 / 100;
```

Μια συνάρτηση αποτελείται από ένα εκφράσεις που συνδυάζονται και εκτελούνται με τον τρόπο που καθορίζουν συντακτικές δομές που λέγονται εντολές (statements). Οι εντολές εκτελούνται διαδοχικά, υπό συνθήκη ή επανειλημμένα, Παράδειγμα:

```
if (argc != 4) {
    ...
}
```

# Κατηγοριοποίηση Εντολών

1. Κενές Εντολές
2. Εντολές Έκφρασης
3. Σύνθετες Εντολές
4. Εντολές Συνθήκης
5. Εντολές Επανάληψης

# Κενή Εντολή (Empty / Null Statement)

Η κενή εντολή δεν εκτελεί τίποτε (no-operation ή no-op) και έχει την μορφή:

```
;     // null statement

;;;;;   // 5 null statements
```

Η χρησιμότητά της φαίνεται σε συνδυασμό με άλλες εντολές.

Σημείωση: χρησιμοποιούμε semicolon (`;`) ως διαχωριστικό εντολών - για να δείξουμε που τελειώνει η εντολή μας.

# Εντολή Έκφρασης (Expression Statement)

Εντολή έκφρασης στην C ονομάζουμε μια έκφραση που τελειώνει με semicolon (;).
Παραδείγματα expression statements:

```
x = 4;
y = 7;
z = ++y;
y = z - (x++);
z = x - (--y);
```

Ποια η τιμή των x, y, z μετά την εκτέλεση αυτών των εντολών έκφρασης;

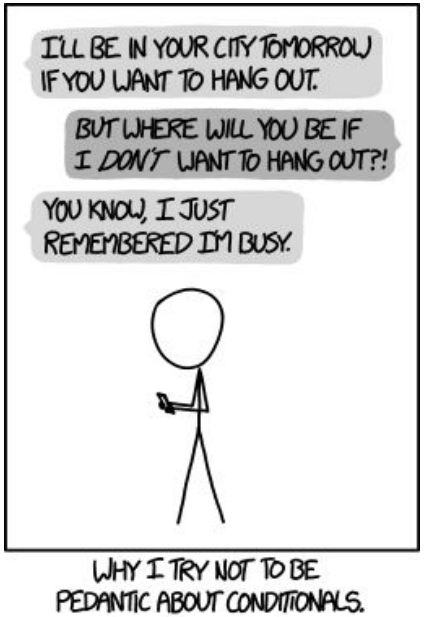
# Σύνθετη Εντολή (Compound Statement / Block)

Σύνθεση εντολή ή αλλιώς block, λέγεται μια σειρά από εντολές όταν περικλείονται από αγκύλες { }.
Παράδειγμα:

```
{
    x = 4;
    y = 7;
    z = ++y;
    y = z - (x++);
    z = x - (--y);
}
```

# Εντολές Ροής Ελέγχου (Control Flow Statements)

Η ροή ελέγχου, δηλαδή η σειρά με την οποία θα εκτελεστούν οι εντολές σε ένα πρόγραμμα καθορίζεται από τις εντολές ροής ελέγχου. Συνήθως οπτικοποιείται με ένα διάγραμμα.



# Εντολή if (if Statement)

Η εντολή if εκτελεί μια εντολή αν μια λογική συνθήκη είναι αληθής. Γενική μορφή:

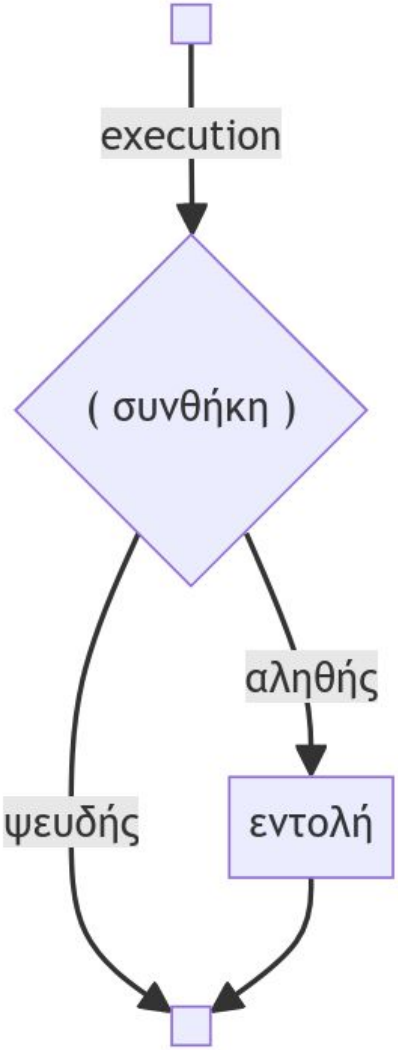
```
if ( συνθήκη )
    εντολή
```

Παραδείγματα:

```
if (year > 1)
    ;
```

```
if (year > 1)
    year++;
```

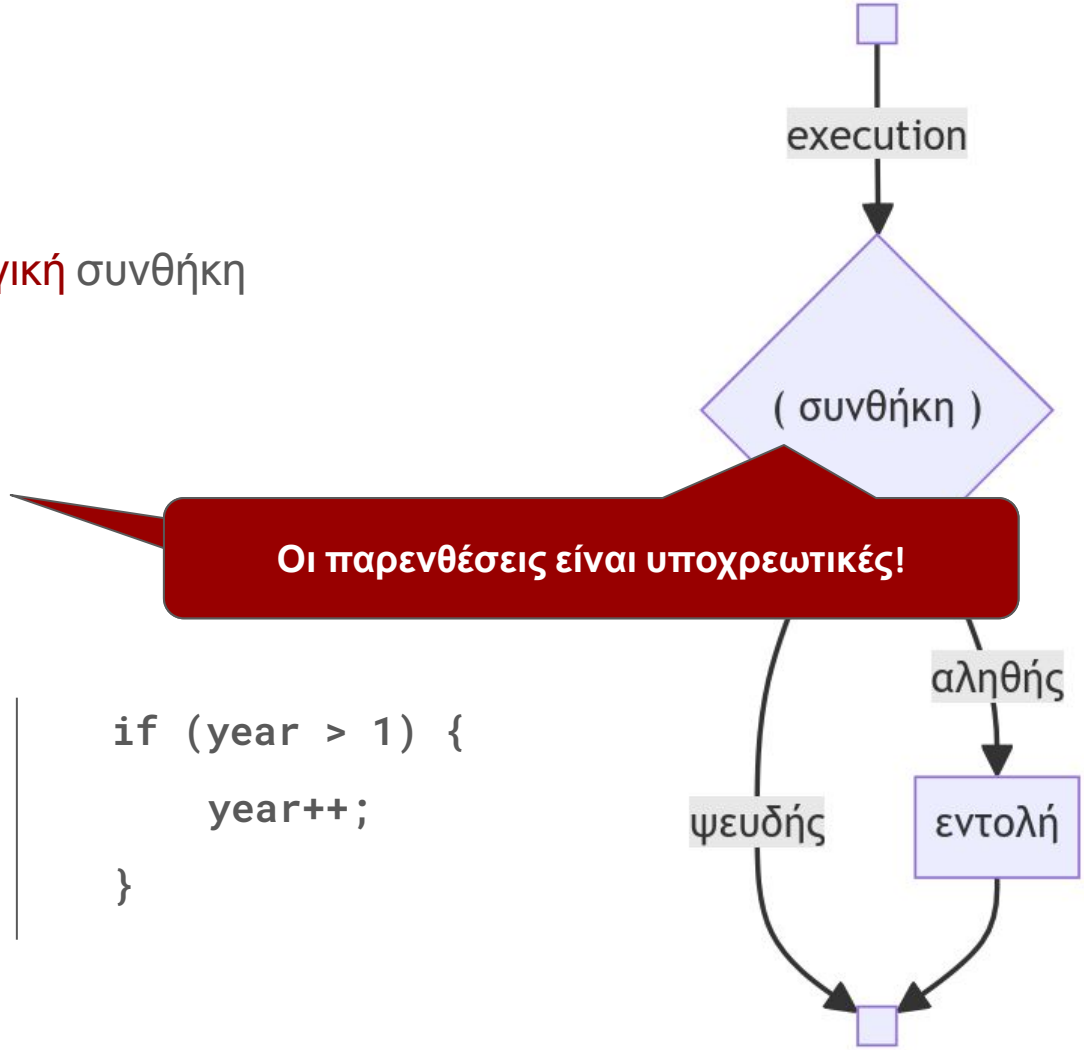
```
if (year > 1) {
    year++;
}
```



# Εντολή if (if Statement)

Η εντολή if εκτελεί μια εντολή αν μια λογική συνθήκη είναι αληθής. Γενική μορφή:

```
if ( συνθήκη )
    εντολή
```




Παραδείγματα:

```
if (year > 1)
    ;
```

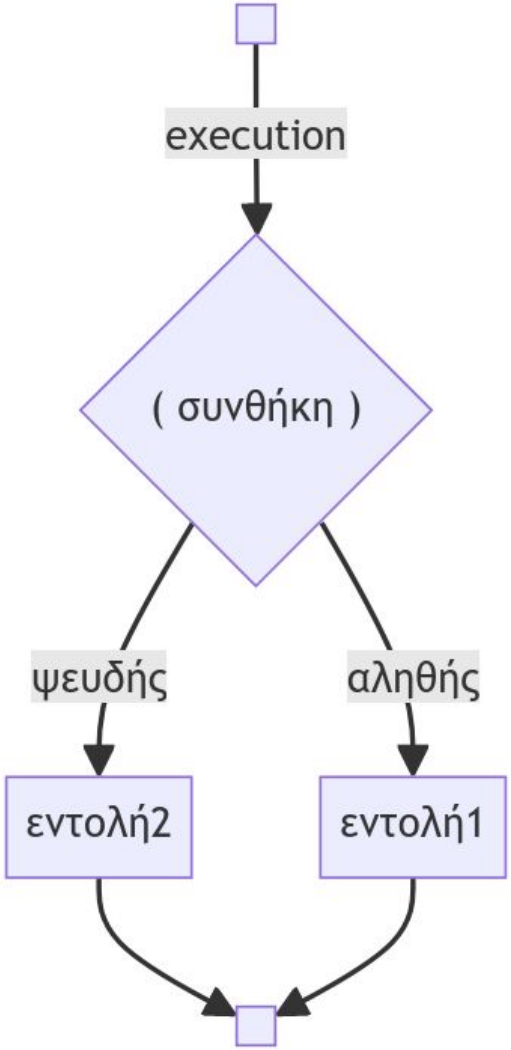
```
if (year > 1)
    year++;
```

```
if (year > 1) {
    year++;
}
```

# Εντολή if-else (if-else Statement)

Επέκταση της εντολής if προκειμένου να εκτελέσουμε μια άλλη εντολή αν η λογική συνθήκη είναι ψευδής.

```
if ( συνθήκη )
    εντολή1
else
    εντολή2
```



# Εντολή if-else (if-else Statement)

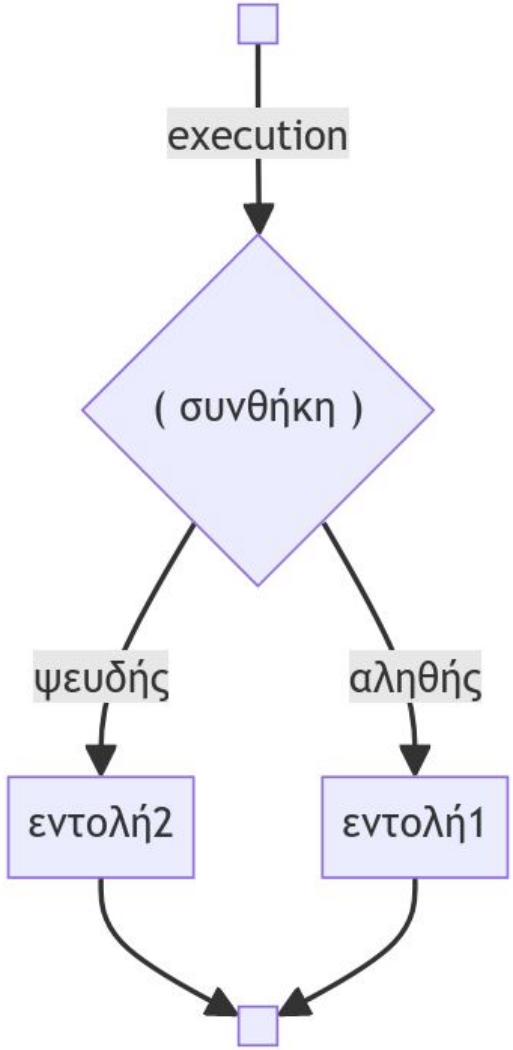
Παραδείγμα:

```
if (x > y)
    max = x;
else
    max = y;
```

Θα μπορούσαμε να "ζήσουμε" χωρίς else;

Υπάρχει εναλλακτικός τρόπος να γράψουμε το παραπάνω;

Τι κάνουμε όταν έχουμε πάνω από δύο συνθήκες;



# Για την Επόμενη Φορά

- Από τις σημειώσεις του κ. Σταματόπουλου συνιστώ να έχετε καλύψει τα πάντα μέχρι την σελίδα 62.
- Control flow
- Conditional statements in programming languages

Ευχαριστώ και καλό Σαββατοκύριακο εύχομαι!
Keep (or Start!) coding ;)