ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΤΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

http://eclass.aueb.gr/courses/INF511/

Γλώσσες Προγραμματισμού (ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6)

Αλκμήνη Σγουρίτσα

Κοδριγκτώνος 12, 2ος όροφος

E-mail: alkmini@aueb.gr

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Γλώσσες Προγραμματισμού

- Ιστορική εξέλιξη Γλωσσών Προγραμματισμού
- Προγραμματιστικά μοντέλα
  - Διαδικαστικό
  - Δηλωτικό
  - Συναρτησιακό
  - Αντικειμενοστραφές
- Σύνταξη γλώσσας και γραμματική
  - Συντακτικά δέντρα

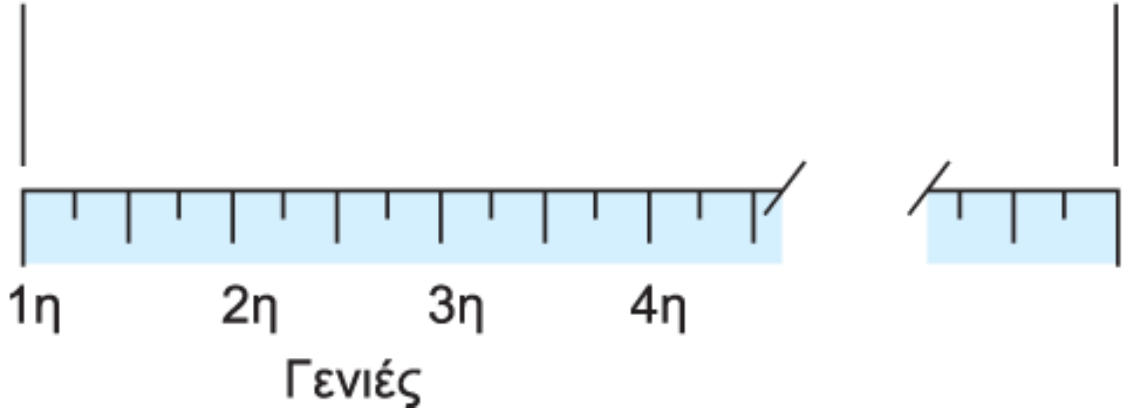
Γλώσσες προγραμματισμού

Γλώσσα Προγραμματισμού: Διεπαφή ανθρώπου-υπολογιστή

- προσιτό στον χρήστη (για αναπαράσταση αλγορίθμων)
- εύκολα μετατρέψιμο σε γλώσσα μηχανής που είναι κατανοητή από τον Η/Υ

Τα προβλήματα λύνονται σε ένα περιβάλλον όπου ο άνθρωπος πρέπει να συμμορφώνεται με τα χαρακτηριστικά της μηχανής

Τα προβλήματα λύνονται σε ένα περιβάλλον όπου η μηχανή "συμμορφώνεται" με τα χαρακτηριστικά του ανθρώπου



Πρώτη Γενιά: Γλώσσα Μηχανής

- Γλώσσα μηχανής: οι εντολές αναπαρίστανται σε δυαδικό σύστημα (θυμηθείτε Κεφ.2)
- Κάθε εντολή αναπαρίσταται ως ακολουθία από δυαδικά ψηφία
- Το πρόγραμμα είναι μια σειρά από εντολές, π.χ.

```
156C
166D
5056
306E
C000
```

- Εξαιρετικά δύσκολο το γράψιμο και η κατανόηση προγραμμάτων
- Συχνά σφάλματα, δύσκολη αποσφαλμάτωση (debugging)

Δεύτερη γενιά: γλώσσα Assembly

- Μνημονικό σύστημα για την αναπαράσταση προγραμμάτων
- Χρήση μνημονικών ονομάτων για αναπαράσταση εντολών
- 1-1 αντιστοιχία μεταξύ των εντολών της γλώσσας μηχανής και εντολών της γλώσσας Assembly

Γλώσσα μηχανής	Γλώσσα assembly
156C	LD R5, Price
166D	LD R6, ShippingCharge
5056	ADD R0, R5 R6
30CE	ST R0, TotalCost
C000	HLT

Μειονεκτήματα της Assembly

- Ο προγραμματιστής πρέπει να σκέφτεται πάλι σε γλώσσα μηχανής (απλά αλλάζει η αναπαράσταση και σύνταξη των εντολών)
- Αρχέτυπα (εντολές) χαμηλού επιπέδου (πολύ κοντά στο hardware)
- Δεν διευκολύνει στον μακροσκοπικό γενικό σχεδιασμό ενός προγράμματος (γιατί αποτελείται από «μικροεντολές» που συνδέονται με μικρολειτουργίες της CPU)
- Η Assembly είναι εγγενώς εξαρτημένη από τη μηχανή
  - Δύσκολη ή αδύνατη φορητότητα (portability) (μεταφορά του προγράμματος σε άλλη μηχανή)

Τρίτη γενιά γλωσσών

- Βασίζεται σε μικρό αριθμό από αρχέτυπα «υψηλού επιπέδου» π.χ.

$$identifier \leftarrow expression$$

- Ανεξάρτητη από την μηχανή (τις περισσότερες φορές)
- Κάθε αρχέτυπο αντιστοιχεί σε μία μεγαλύτερη ακολουθία εντολών γλώσσας μηχανής
  - Π.χ. ανάθεσε στο TotalCost την τιμή Price + PostalCost
- Μετάφραση σε γλώσσα μηχανής από ένα πρόγραμμα που λέγεται **compiler** (**μεταγλωττιστής**)
- Εναλλακτικά, αντί για compiler, **διερμηνευτής** (**interpreter**)
  - Ο διερμηνευτής εκτελεί εντολές καθώς τις μεταφράζει
  - …ενώ ο compiler πρώτα μεταφράζει όλες τις εντολές του προγράμματος σε γλώσσα μηχανής και μετά τις εκτελεί

https://www.youtube.com/watch?v=1OukpDfsuXE

Διερμηνεία vs. Μεταγλώττιση

- Διερμηνευτής (interpreter):
  Μεταφράζει και εκτελεί το πρόγραμμα υψηλού επιπέδου εντολή προς εντολή
  - ανακάλυψη λαθών (debugging)

- Μεταγλωττιστής (Compiler): μεταφράζει μία φορά το πρόγραμμα υψηλού επιπέδου (source program) σε πρόγραμμα γλώσσας μηχανής / πρόγραμμα-αντικείμενο (object program)

ξεκίνα από την αρχή του προγράμματος υψηλού επιπέδου

Repeat

μετάφρασε την επόμενη εντολή υψηλού επιπέδου

εκτέλεσε την μετάφραση της εντολής με τα αντίστοιχα δεδομένα

until τέλος προγράμματος

ξεκίνα από την αρχή του προγράμματος υψηλού επιπέδου

Repeat

μετάφρασε την επόμενη εντολή υψηλού επιπέδου

until τέλος προγράμματος

κάνε τις τελικές αλλαγές στον μεταφρασμένο κώδικα ώστε να είναι έτοιμος για εκτέλεση

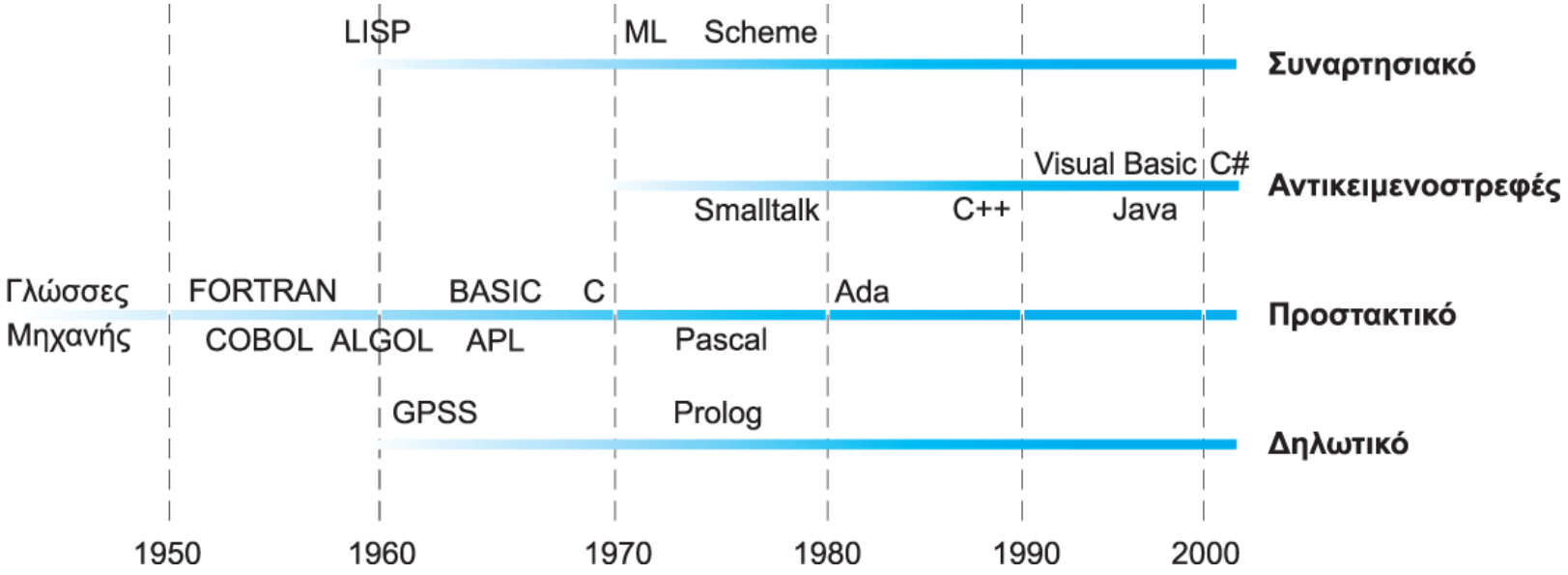
Ερώτηση: Η python κάνει διερμηνεία ή μεταγλώττιση; Απάντηση: κυρίως **διερμηνεία** αλλά με στοιχεία από συνδυασμό και των 2: https://www.quora.com/Is-Python-compiled-or-interpreted-or-both

Υψηλότερες γενιές γλωσσών

- 4η γενιά: εξυπηρετούν συγκεκριμένους σκοπούς, μία εντολή τους αντιστοιχεί σε πολλές εντολές σε γλώσσα 3ης γενιάς.
  - Παράδειγμα: SQL για χρήση βάσεων δεδομένων
- 5η γενιά: το πρόβλημα λύνεται από τον υπολογιστή και **όχι** από τον προγραμματιστή. Ο προγραμματιστής περιγράφει μόνο το πρόβλημα. Χρησιμοποιούνται κυρίως στην **Τεχνητή Νοημοσύνη**.
  - Παραδείγματα: Mercury, Prolog
- 6η γενιά: Είναι αποκομμένη από το hardware. Δεν χρησιμοποιεί κώδικα. Μπορεί να χρησιμοποιούν κάποιο **Natural Language Processing**.

Η εξέλιξη των Γλωσσών Προγραμματισμού Προγραμματιστικά Μοντέλα

Προγραμματιστικό μοντέλο: Διαφορετική φιλοσοφία στον προγραμματισμό



Δείτε και το παρακάτω:
http://www.inc.com/larry-kim/10-most-popular-programming-languages-today.html

1ο Προγραμματιστικό μοντέλο: Προστακτικό

- Προστακτικό (imperative) ή διαδικαστικό (procedural) μοντέλο: το πρόγραμμα είναι μια ακολουθία από εντολές, που όταν εκτελεστούν, επενεργούν στα δεδομένα και παράγουν το επιθυμητό αποτέλεσμα
- Πρέπει να βρεθεί ο αλγόριθμος για επίλυση του προβλήματος
- … και μετά ο αλγόριθμος να αναπαρασταθεί ως ακολουθία από εντολές
- Το πιο παραδοσιακό μοντέλο
- Παραδείγματα:
  - FORTRAN (για αριθμητικούς υπολογισμούς)
  - COBOL (για επιχειρησιακές εφαρμογές)
  - BASIC, C, Pascal (γενικής χρήσης)
  - Ada (επίσημη γλώσσα ανάπτυξης στρατιωτικών εφαρμογών από το Υπ. Άμυνας των ΗΠΑ)

Η σύνθεση ενός τυπικού προστακτικού προγράμματος

Το πρώτο μέρος αποτελείται από εντολές δηλώσεων οι οποίες περιγράφουν τα δεδομένα που χειρίζεται το πρόγραμμα.
(Declarative statements)

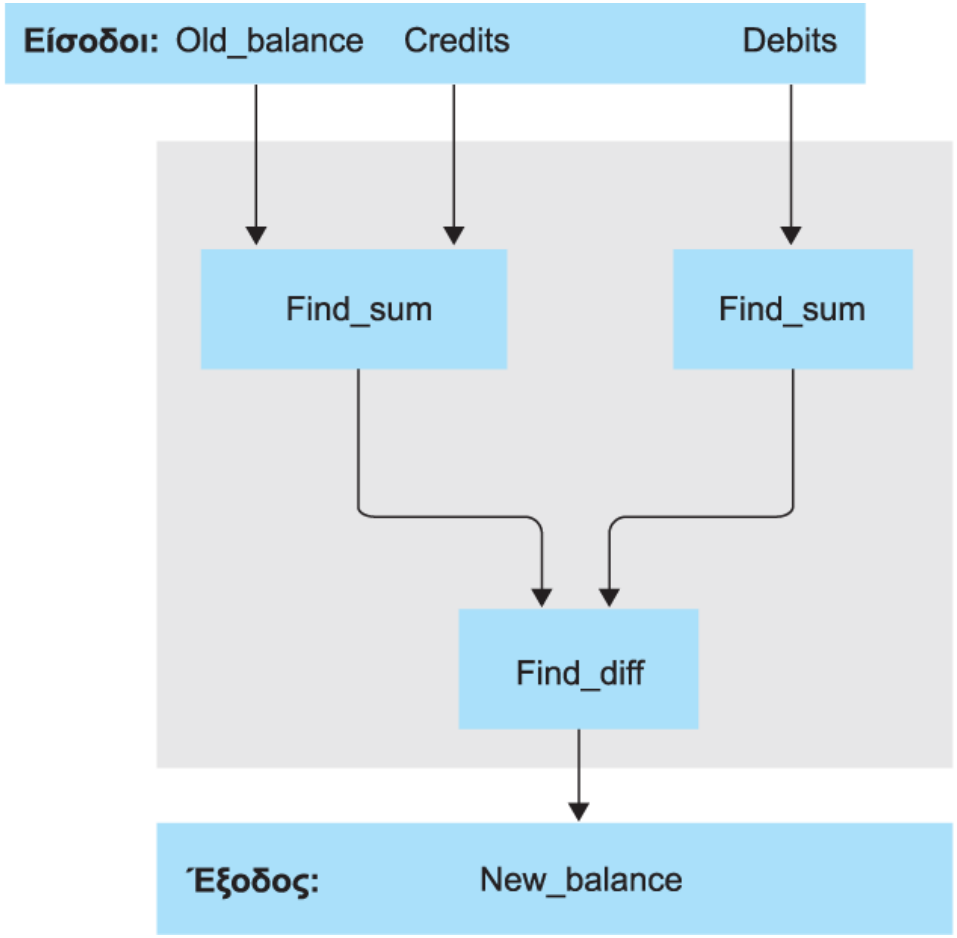
Το δεύτερο μέρος αποτελείται από προστακτικές εντολές οι οποίες περιγράφουν τις ενέργειες που πρέπει να πραγματοποιηθούν.
(imperative statements)

Σχόλια (comments) βελτιώνουν την αναγνωσιμότητα

2ο Προγραμματιστικό μοντέλο: Συναρτησιακό

- Συναρτησιακό (functional) μοντέλο: Το πρόγραμμα είναι μια οντότητα που δέχεται εισόδους και βγάζει εξόδους (όπως η συνάρτηση)
  - Προγραμματισμός: σύνθεση αυτής της συνάρτησης από απλούστερες
  - Οι έξοδοι από μια συνάρτηση χρησιμοποιούνται ως είσοδοι σε άλλες συναρτήσεις
  - Παράδειγμα συναρτησιακής γλώσσας: LISP
  - **Πλεονέκτημα** σε σχέση με τις προστακτικές γλώσσες: δεν χρειάζονται πολλές μεταβλητές → καταναλώνεται λιγότερος χώρος στη μνήμη

Παράδειγμα Συναρτησιακού Μοντέλου



Σε μια imperative γλώσσα Προγραμματισμού θα είχαμε

```
Total_credits ← sum of all Credits
Temp_balance ← Old_balance + Total_credits
Total_debits ← sum of all Debits
Balance ← Temp_balance - Total_debits
```

Σε LISP: (Find_diff (Find_sum Old_balance Credits) (Find_sum Debits))

Προγραμματιστικό μοντέλο (3): Δηλωτικό

- Δηλωτικό (declarative) μοντέλο: ο προγραμματιστής πρέπει να περιγράψει το πρόβλημα προς επίλυση, και όχι τον αλγόριθμο
  - Εφαρμόζεται ένας γενικός αλγόριθμος επίλυσης προβλημάτων
  - Ο προγραμματιστής περιγράφει λεπτομερώς το πρόβλημα και **όχι** τον αλγόριθμο για την επίλυση του προβλήματος
  - Χρήση για **προσομοίωση συστημάτων** (οικονομία, πολιτική, μετεωρολογία, περιβάλλον) π.χ. για έλεγχο υποθέσεων ή πρόγνωση
  - Ο αλγόριθμος πρόγνωσης υπάρχει στην γλώσσα
  - Παραδείγματα: Prolog (τομέας Τεχνητής Νοημοσύνης, δεκαετία 1970-80)

Σημείωση: ο όρος «Τεχνητή Νοημοσύνη» στις μέρες μας δεν έχει να κάνει με Prolog…

…αλλά με Machine Learning!

(Πολύ Σύντομη) Εισαγωγή στην Prolog

- **Κατηγόρημα (predicate):** βασικό δομικό στοιχείο της γλώσσας
- **Γεγονός** (Fact): Κατηγόρημα(όρισμα, όρισμα, ..)
  - Παραδείγματα: parent(bill, mary). faster(rabbit, turtle).
- **Κανόνας** (Rule): συμπέρασμα :- πρόταση
  - :- σημαίνει "αν"
  - Παράδειγμα: wise(X) :- old(X). Σημαίνει old(X) → wise(X)
  - Παράδειγμα: faster(X, Z) :- faster(X, Y), faster(Y, Z).

    Σημαίνει faster(X, Y) AND faster(Y, Z) → faster(X, Z)

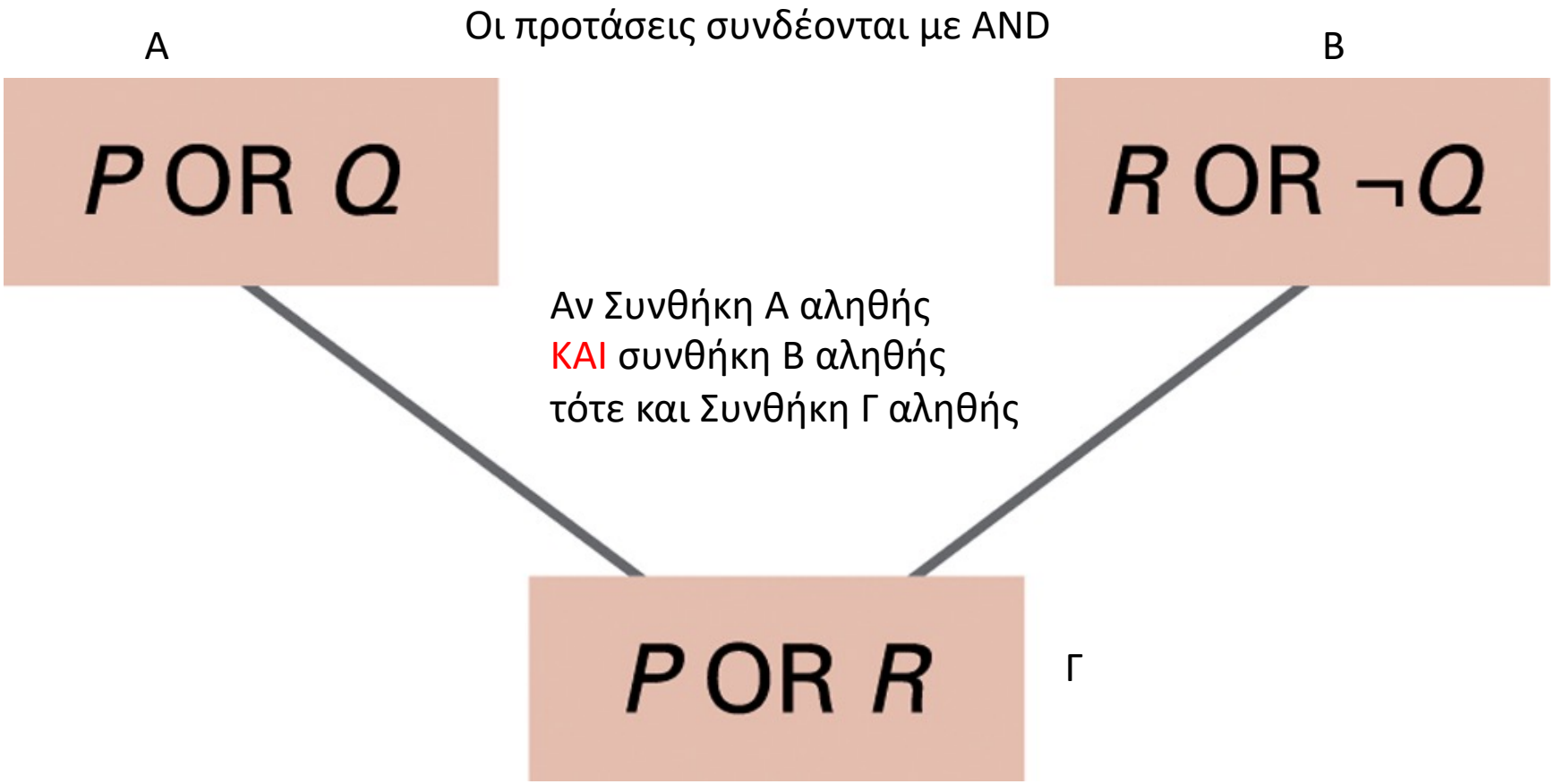
- Όλες οι προτάσεις είναι είτε γεγονότα είτε κανόνες
  - Ο προγραμματιστής καθορίζει τα γεγονότα και τους κανόνες

Link: https://en.wikipedia.org/wiki/Prolog

Εισαγωγή στην Λογική για Δηλωτικό Προγραμματισμό

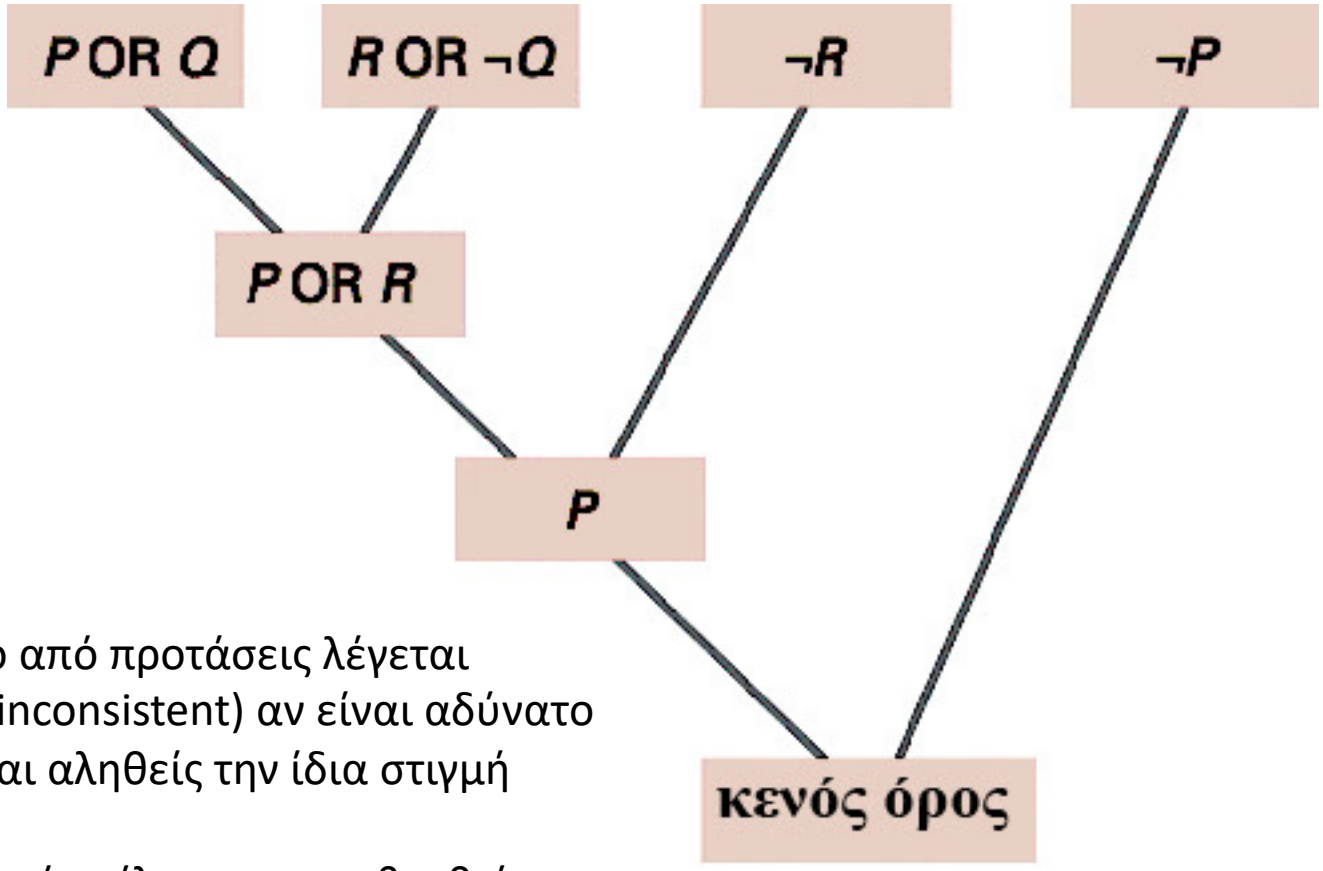
- **Επίλυση (resolution):** συνδυασμός δύο ή περισσοτέρων προτάσεων για παραγωγή μίας νέας πρότασης (που είναι αληθής αν οι αρχικές προτάσεις είναι αληθείς)
  - **Επιλυθέν (resolvent):** η νέα πρόταση που σχηματίζεται από την επίλυση
  - Παράδειγμα: (P OR Q) AND (R OR ¬Q) δίνει ως αποτέλεσμα (->) την (P OR R)
  - Σημαίνει ότι αν η αρχική πρόταση, π.χ. (P OR Q) AND (R OR ¬Q), είναι αληθής, τότε και το αποτέλεσμα, (P OR R), είναι αληθές. Γιατί;
  - Αν Q αληθής, τότε R πρέπει να είναι αληθής. Αν Q ψευδής, τότε η P πρέπει να είναι αληθής. Άρα P OR R είναι αληθής, ανεξάρτητα του τι είναι το Q.

Παράδειγμα: Επίλυση των προτάσεων (*P* OR *Q*) και (*R* OR ¬*Q*) ώστε να παραχθεί η (*P* OR *R*)



Άσκηση: Επίλυση των προτάσεων (*P* OR *Q*), (*R* OR ¬*Q*), ¬R, και ¬*P*

Οι προτάσεις συνδέονται με AND



Ένα σύνολο από προτάσεις λέγεται ασυνεπές (inconsistent) αν είναι αδύνατο όλες να είναι αληθείς την ίδια στιγμή

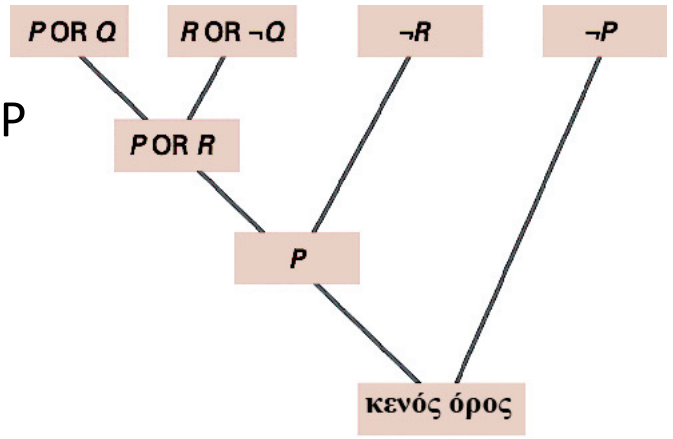
Επαναληπτική επίλυση για να βρεθεί αν το σύνολο προτάσεων είναι ασυνεπές ή όχι

Χρήση ασυνεπούς συνόλου προτάσεων για την επίλυση W → P

Πώς μπορούμε να αποδείξουμε W → P με τη χρήση των παραπάνω;

- Πώς μπορούμε να εκφράσουμε το W → P σαν πρόταση (· OR ·);
  W → P είναι ισοδύναμο με (P OR ¬W) (¬W = NOT W)
- Εναλλακτικά: πότε η W → P **δεν ισχύει**;
  Όταν η **W ισχύει** και η **P δεν ισχύει**
  Ή αλλιώς όταν ικανοποιείται η (W AND ¬P)
- Συμπέρασμα: W → P ισχύει όταν (W AND ¬P) δεν ισχύει, δηλαδή όταν το σύνολο των προτάσεων W, ¬P είναι ασυνεπές.

- Παράδειγμα: ((P OR Q) AND (R OR ¬Q) AND ¬R) → P
- Εδώ W = (P OR Q) AND (R OR ¬Q) AND ¬R
- Η W → P ισχύει όταν το σύνολο των προτάσεων
  (P OR Q), (R OR ¬Q), ¬R, ¬P είναι ασυνεπές

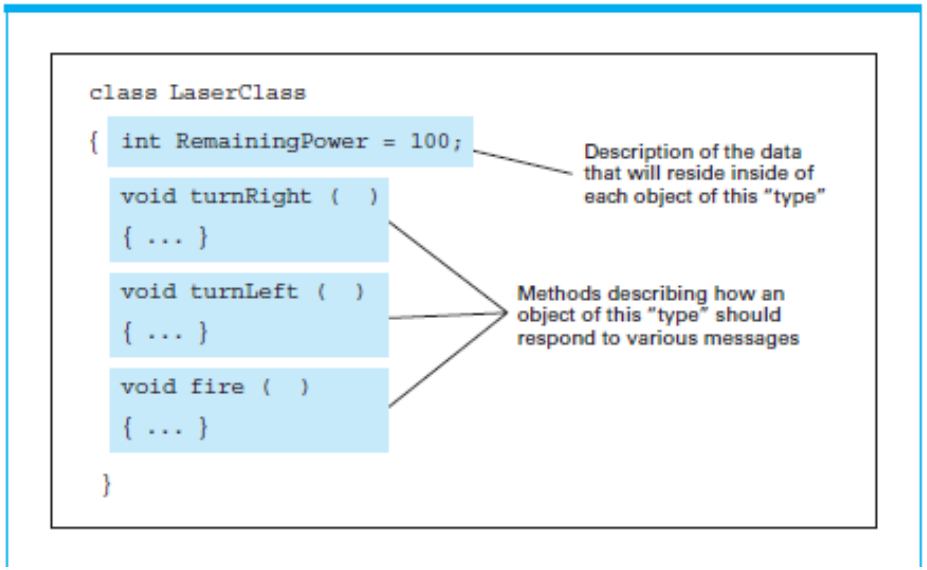


Προγραμματιστικό μοντέλο (4): Αντικειμενοστραφές

- Αντικειμενοστραφές (object-oriented) /Object-oriented Programming(OOP)
  - Κατά βάση προστακτικό
  - Μονάδες δεδομένων: ενεργά αντικείμενα
  - Παράδειγμα: λίστα ονομάτων
    - Προστακτικό μοντέλο: λίστα = σύνολο δεδομένων, ο προγραμματιστής πρέπει να κατασκευάσει αλγόριθμο προσπέλασης
    - OOP: λίστα = αντικείμενο = δεδομένα + διαδικασίες χειρισμού (εισαγωγή/ αφαίρεση στοιχείου στη λίστα, ταξινόμηση, αναζήτηση)
- **Κλάση (class) αντικειμένων**: σύνολο ιδιοτήτων που χαρακτηρίζουν ίδια αντικείμενα (δηλ. που ανήκουν στην ίδια κλάση)
- Ορίζεται μια κλάση αντικειμένων π.χ. Εικονίδιο, Δορυφόρος, Σταθμός
  - Έπειτα ορίζονται **αντικείμενα** π.χ. icon1, icon2, Satellite1, Satellite2 ως εκδοχές (instances) της κλάσης
- Παραδείγματα αντικειμενοστραφών γλωσσών: C++, Visual Basic, Java, C#
- Η python ακολουθεί το προστακτικό, το συναρτησιακό και το αντικειμενοστρεφές μοντέλο (συνδυασμός, με διαφορετικά στοιχεία από το καθένα μοντέλο)
  - Γρήγορο online python tutorial: https://www.w3schools.com/python/default.asp

Αντικειμενοστραφής προγραμματισμός

- **Αντικείμενο** (object): αυτόνομη προγραμματιστική μονάδα που περιέχει δεδομένα και διαδικασίες
- **Κλάση** (class): όλα τα αντικείμενα του ίδιου τύπου
- Ένα αντικείμενο ονομάζεται **στιγμιότυπο** (instance) της κλάσης.



- **Ορισμός αντικειμένων** στην C++: LaserClass Laser1, Laser2, Laser3;

στην Java: LaserClass Laser1 = new LaserClass();

Στοιχεία ενός αντικειμένου

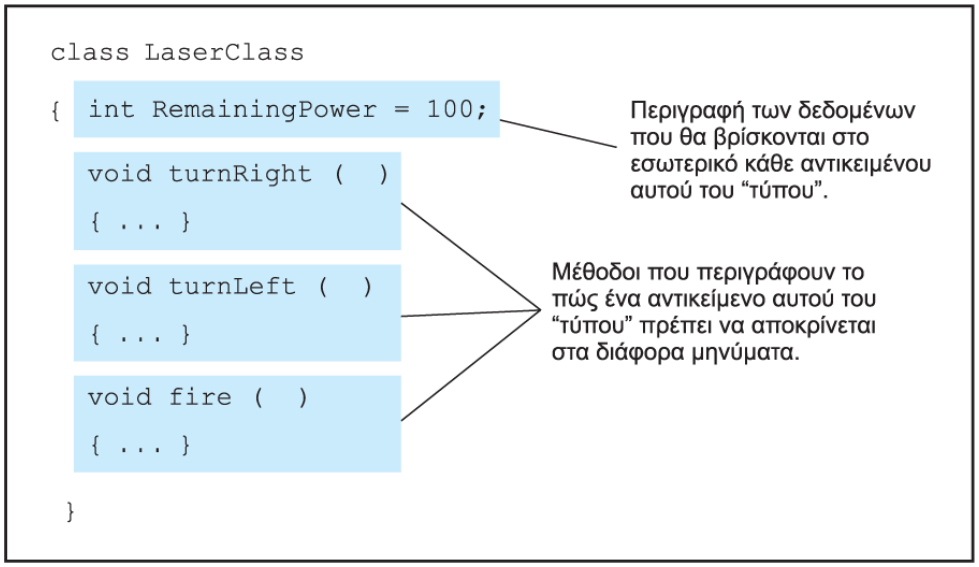
- **Μεταβλητή στιγμιοτύπου (instance variable):** μεταβλητή που βρίσκεται στο εσωτερικό ενός αντικειμένου.
  - Π.χ. `RemainingPower`
- **Μέθοδος (method):** Διαδικασία στο εσωτερικό του αντικειμένου
  - Μπορεί να χειριστεί τις μεταβλητές στιγμιότυπου του αντικειμένου
  - Π.χ. `turnRight()`, `turnLeft()`, `fire()`

Laser1.fire();

Laser2.turnLeft();

- **Κληρονομικότητα (inheritance):** επιτρέπει σε μία κλάση να περιλαμβάνει ιδιότητες κάποιας άλλης ορισμένης κλάσης

```
class RechargeableLaser extends LaserClass
{
      .
      .
      .
}

RechargeableLaser Laser3, Laser4;
```



Μέθοδος Κατασκευής

- **Μέθοδος κατασκευής** (constructor): εκτελείται αυτόματα κατά τη δημιουργία ενός αντικειμένου από την κλάση
  - Έχει το **ίδιο όνομα** με το αντικείμενο
  - Βοηθά στην **διαφορετική αρχικοποίηση** ή ανάθεση διαφορετικών παραμέτρων σε αντικείμενα της ίδιας κλάσης

```
LaserClass Laser1(50), Laser2(100);
```

```
LaserClass Laser1 = new LaserClass(50);
LaserClass Laser2 = new LaserClass(100);
```

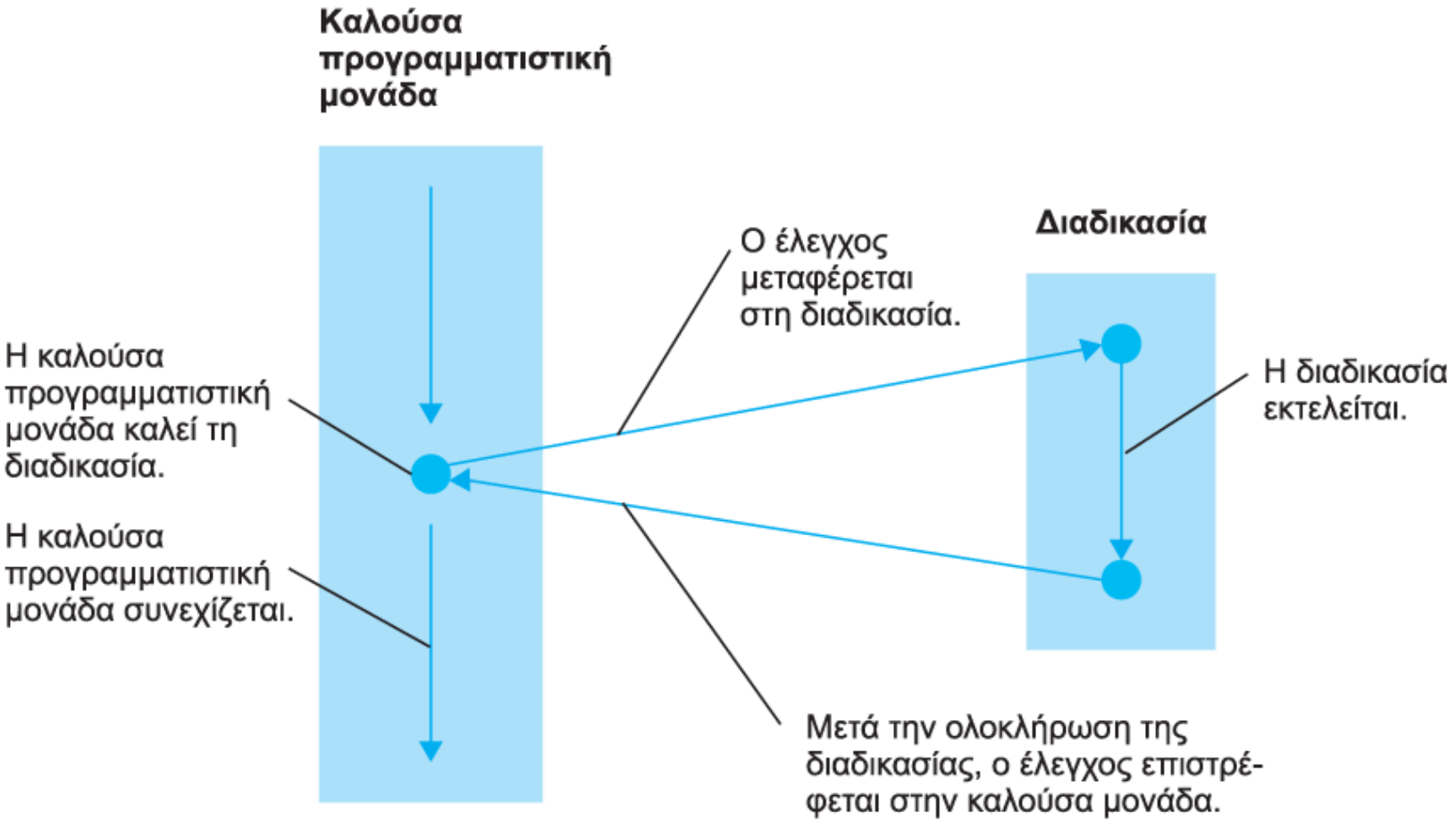
```
class  LaserClass
{ int RemainingPower;

{ LaserClass (InitialPower)
  { RemainingPower = InitialPower;
  }

  void turnRight (  )
  { ... }

  void turnLeft (  )
  { ... }

  void fire (  )
  { ... }

}
```

Constructor assigns a value to Remaining Power when an object is created.

Διαδικασίες (procedures)
και
Συναρτήσεις (functions)

Διαδικασία (procedure)

Διαδικασία (procedure): μια σειρά από εντολές που υλοποιούν μια εργασία



Παράδειγμα Διαδικασίας

Το ξεκίνημα της κεφαλίδας με τον όρο "void" είναι ο τρόπος με τον οποίο ένας προγραμματιστής της C καθορίζει ότι η προγραμματιστική μονάδα είναι διαδικασία και όχι συνάρτηση. Για τις συναρτήσεις θα μάθουμε περισσότερα σύντομα.

Η λίστα των τυπικών παραμέτρων. Παρατηρήστε ότι η C, όπως πολλές γλώσσες προγραμματισμού, απαιτεί να καθορίζεται και ο τύπος δεδομένων κάθε παραμέτρου.

```
void   ProjectPopulation   (float GrowthRate)

{ int Year;
```

Αυτή η εντολή δηλώνει μια τοπική μεταβλητή με όνομα Year.

```
  Population[0] = 100.0;
  for (Year = 0; Year =< 10; Year++)
  Population[Year+1] = Population[Year] + (Population[Year] * GrowthRate);
}
```

Αυτές οι εντολές περιγράφουν το πώς οι πληθυσμοί υπολογίζονται και αποθηκεύονται σε έναν καθολικό πίνακα με όνομα Population.

Παράδειγμα κλήσης της διαδικασίας: ProjectPopulation(0.03)

Πραγματική παράμετρος

Διαδικασίες (2)

- Έχουν τη δομή ενός προγράμματος (κεφαλίδα, δήλωση μεταβλητών, σειρά εντολών)
- Εύρος ή εμβέλεια (scope) μιας μεταβλητής: μέρος του προγράμματος που μπορεί μια μεταβλητή να χρησιμοποιηθεί
  - **Τοπικές (local)**: χρησιμοποιούνται και αλλάζουν μόνο εντός μιας διαδικασίας
  - **Ολικές (global)**: χρησιμοποιούνται και αλλάζουν σε όλο το πρόγραμμα
- Κλήση Διαδικασίας: απλά με το όνομα
  - Π.χ. ProjectPopulation(0.03)
- Δύο τρόποι για το πέρασμα των παραμέτρων
  - Κατά αξία ή κατ' αναφορά. Εξαρτάται από τη γλώσσα προγραμματισμού

Πέρασμα παραμέτρων κατά αξία

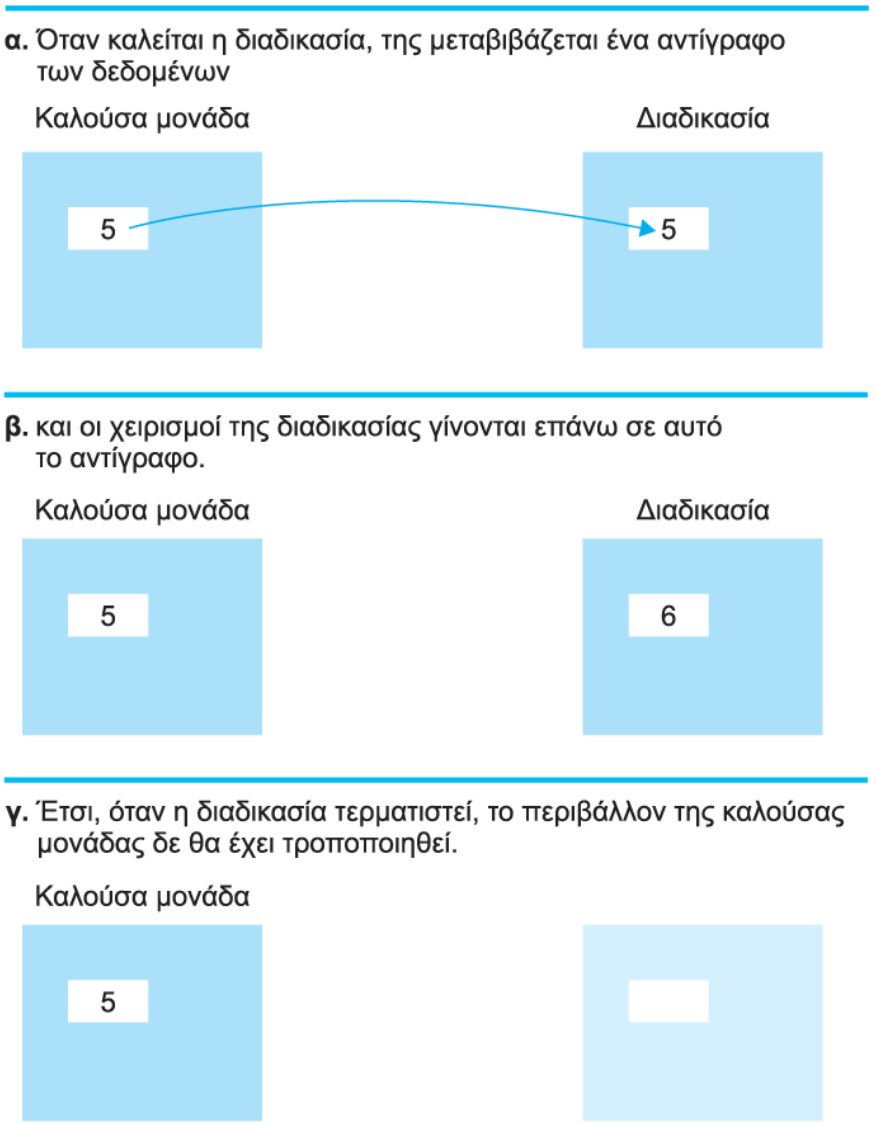
```
procedure Demo (Formal)
Formal ← Formal + 1;
```

Στο κυρίως πρόγραμμα
Actual = 5

Κλήση διαδικασίας:

```
Demo(Actual)
```

Η μεταβλητή δεν αλλάζει στην μνήμη



Πέρασμα παραμέτρων κατ' αναφορά

```
procedure Demo (Formal)
Formal ← Formal + 1;
```

Actual = 5

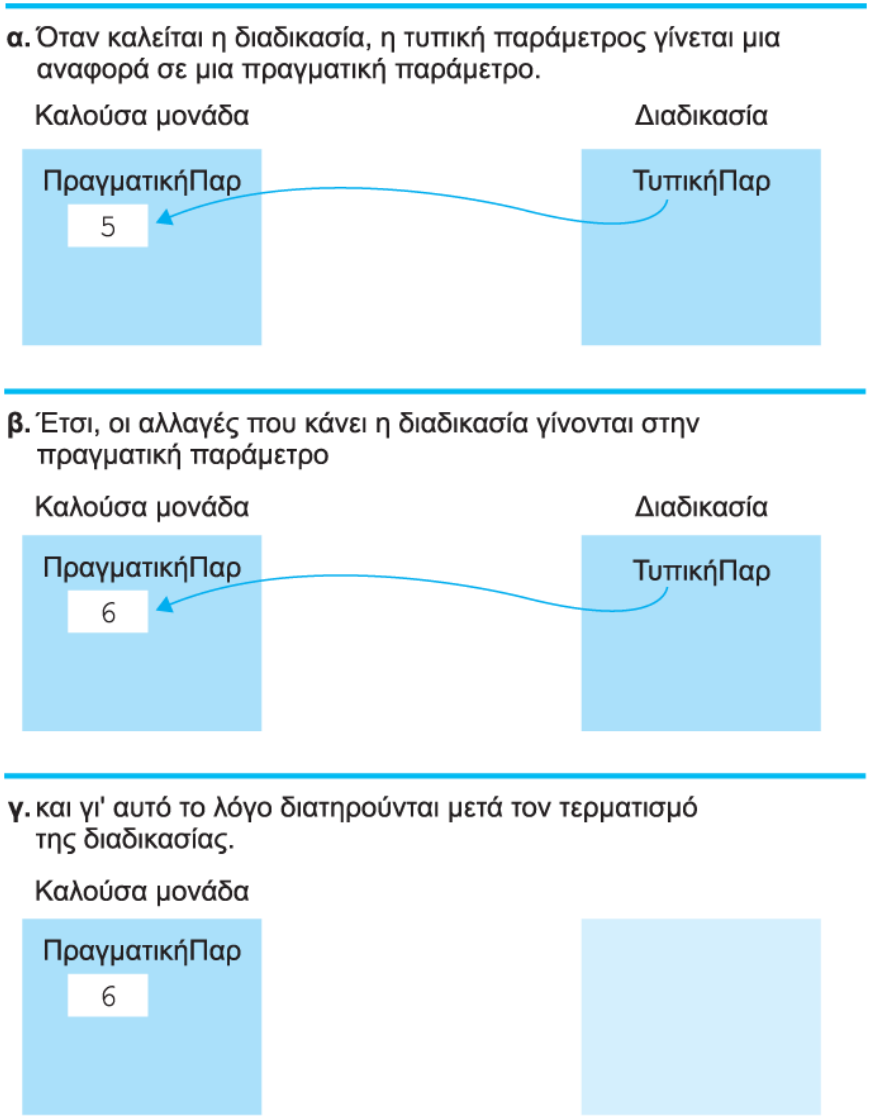
Κλήση διαδικασίας:

```
Demo(Actual)
```

Σε μερικές γλώσσες:

```
Demo (&Actual)
```

Η αλλαγή της τιμής της μεταβλητής γίνεται απευθείας στην μνήμη



Πέρασμα παραμέτρων στη Διαδικασία

- Πέρασμα παραμέτρων κατά τιμή ή κατά αξία (passed by value)
  - Δίνεται στην διαδικασία ένα αντίγραφο των δεδομένων (που παριστάνεται με τις πραγματικές παραμέτρους)
  - Αλλαγή δεδομένων από την διαδικασία: αλλάζει μόνο τα δεδομένα στο αντίγραφο, αλλά όχι αυτά στο κυρίως (καλόν) πρόγραμμα
- Πέρασμα παραμέτρων κατ' αναφορά (passed by reference)
  - Δίνεται στην διαδικασία απευθείας πρόσβαση στις τιμές των παραμέτρων, δηλ. στις διευθύνσεις των παραμέτρων στην μνήμη
  - Αλλαγή των δεδομένων από την διαδίκασία αλλάζει τα δεδομένα και στο κυρίως πρόγραμμα (γιατί αυτά αλλάζουν στην μνήμη)

Τι γίνεται στην Python;
https://medium.com/@devyjoneslocker/understanding-pythons-pass-by-assignment-in-the-backdrop-of-pass-by-value-vs-9f5cc602f943#:~:text=Python's%20behavior%20is%20neither%20purely,or%20%E2%80%9Ccall%20by%20object.%E2%80%9D

Τι γίνεται στην Java;
https://www.digitalocean.com/community/tutorials/java-is-pass-by-value-and-not-pass-by-reference

Παράδειγμα Συνάρτησης

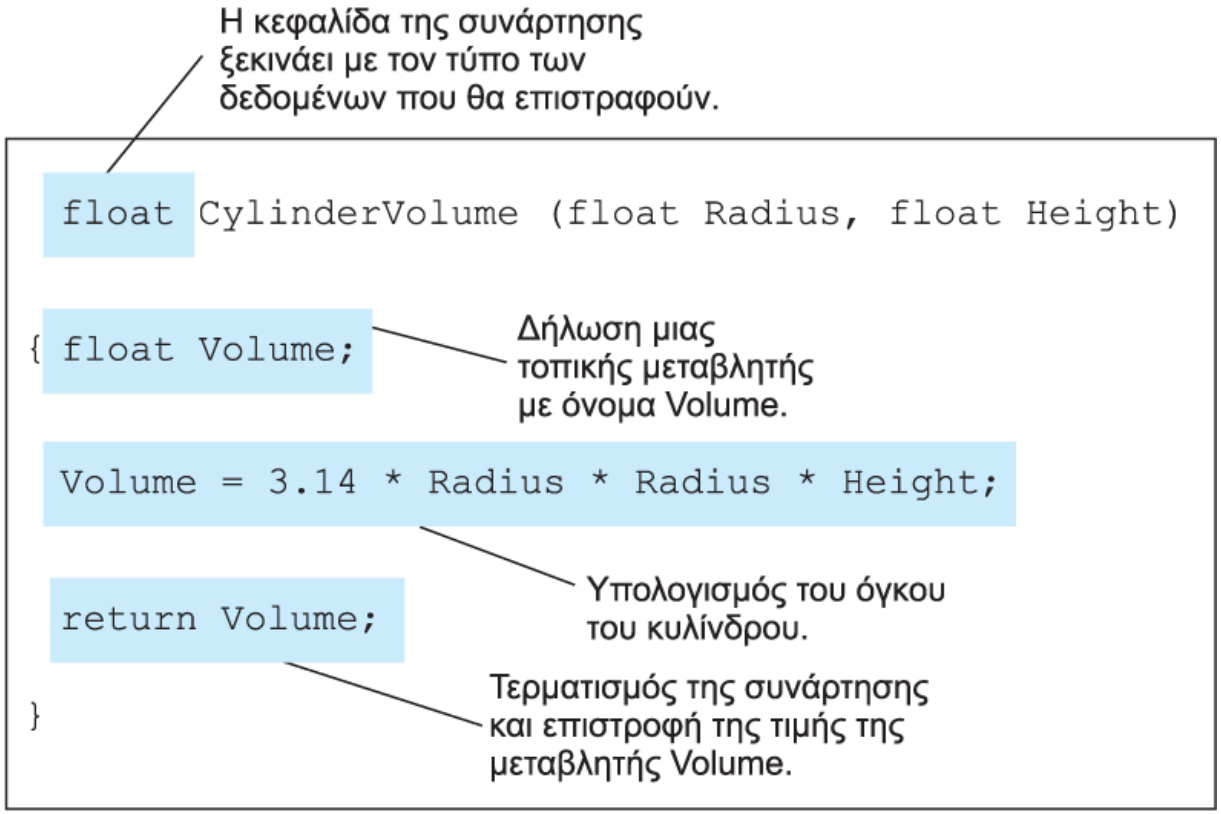
Διαφορά από την Διαδικασία: Η συνάρτηση (function) επιστρέφει μια τιμή

Python:
```
def my_function(x):
  return 5 * x
```

Κλήση:
```
print(my_function(3))
print(my_function(5))
print(my_function(9))
```

```
def  your_function():
  print("Hello from a function")
```

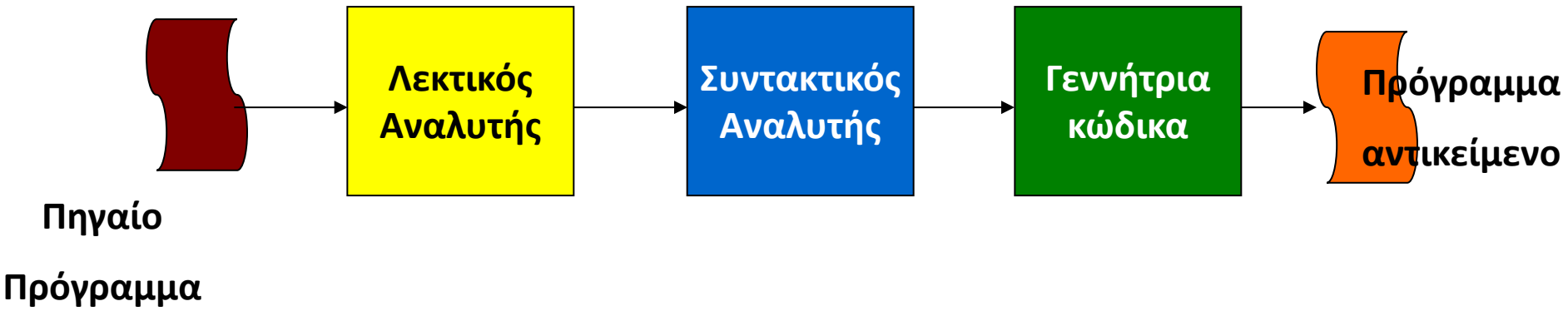
Κλήση:
your_function()



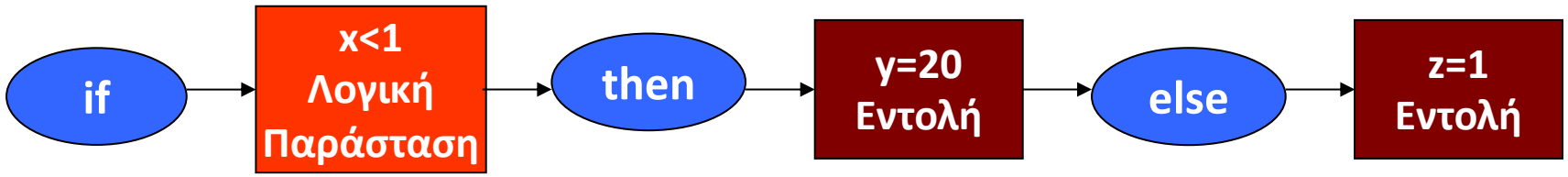
Σε γλώσσα C

Η python έχει μόνο συναρτήσεις.
Μια συνάρτηση μπορεί να μην επιστρέφει τίποτα

Η διαδικασία της Μετάφρασης



Πηγαίο πρόγραμμα: π.χ. if x<1 then y=20 else z=1
Λεκτικός αναλυτής: 'if' 'x' '<' '1' 'then' 'y' '=' '20' 'else' 'z' '=' '1'
Συντακτικός αναλυτής: if, then, else: reserved words

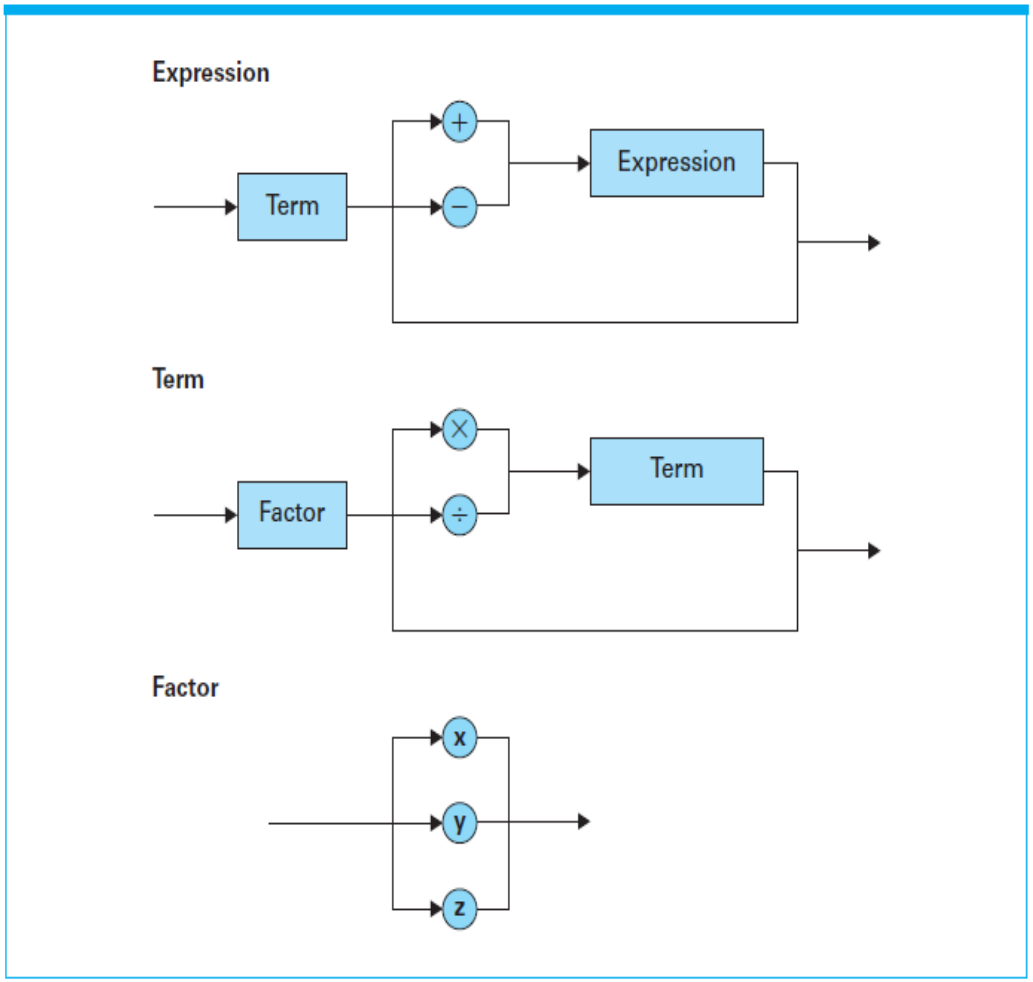


Γεννήτρια κώδικα: Μετάφραση σε γλώσσα μηχανής

Μετάφραση

- Λεκτικός αναλυτής (lexical analyzer): διαβάζει το πρόγραμμα χαρακτήρα προς χαρακτήρα, αναγνωρίζει συμβολικές οντότητες (tokens)
- Συντακτικός αναλυτής (parser): συντάσσει τα tokens σε προτάσεις και statements
  - Αναγνώριση γραμματικής δομής του προγράμματος
  - Αναγνώριση ρόλου κάθε token
  - Δεσμευμένες λέξεις (reserved words)
  - Ο parser χρησιμοποιεί την Γραμματική (grammar) της γλώσσας
  - Γραμματική: σύνολο από συντακτικούς κανόνες
- Γεννήτρια κώδικα (code generator): Κατασκευή των εντολών γλώσσας μηχανής.
  - Μπορεί να χρησιμοποιεί και βελτιστοποίηση κώδικα
  - Π.χ. x ← y + z, w ← x + y. Αφού εκτελεστεί η $1^{η}$ εντολή, **οι τιμές των x και y βρίσκονται ήδη στην ΚΜΕ**, οπότε δεν χρειάζεται να φορτωθούν ξανά.

Παράδειγμα: Γραμματική αριθμητικής παράστασης



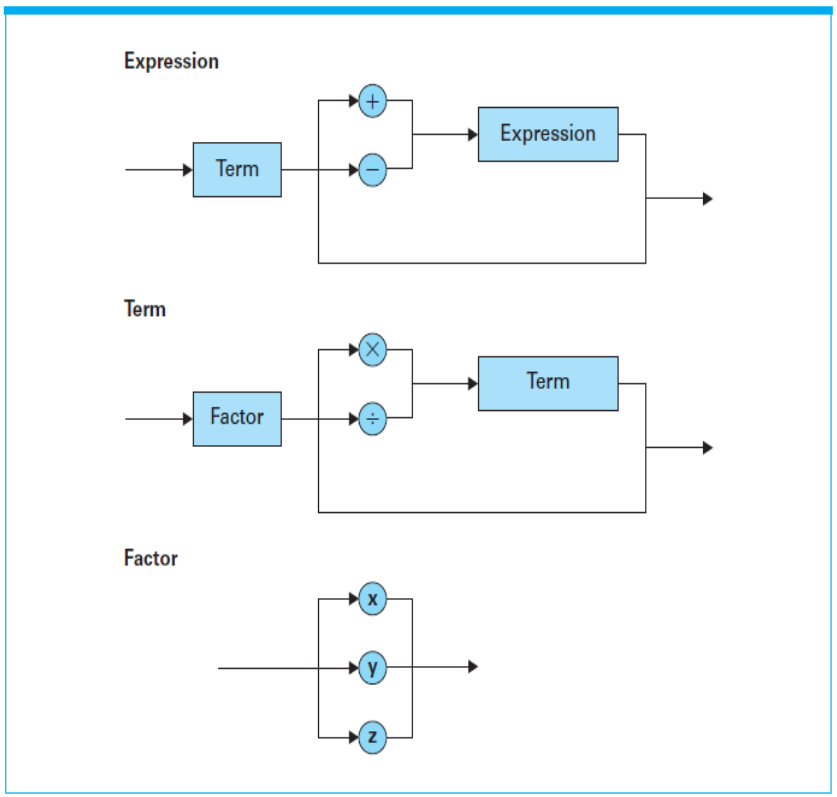
Κανόνες BNF (Backus-Naur Form):

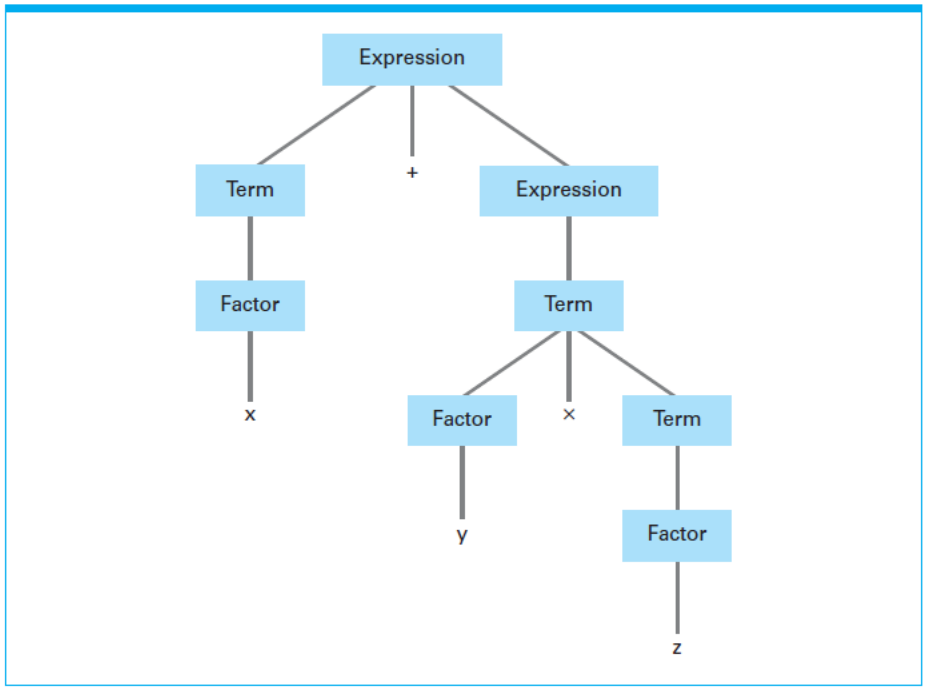
E -> T+E | T-E | T
T -> F*T | F/T | F
F -> x | y | z

<u>Δημιουργία x + y * z</u>:

factor1 = x, factor2 = y, factor3 = z
term1 = factor3 = z
term2 = factor2 * term1 = y * z
term3 = factor1 = x
expression1 = term2 = y * z
expression2 = term3 + expression1
= x + y * z

Δέντρο συντακτικής ανάλυσης για την παράσταση x+y*z





E -> T+E | T-E | T

T -> F*T | F/T | F

F -> x | y | z

Ερώτηση: Είναι η x+y*z συντακτικά σωστή; Δηλ. είναι το x+y*z Expression;

Απάντηση: Ναι, αν

- υπάρχει ένα συντακτικό δέντρο που να την απεικονίζει
- Αυτό το συντακτικό δέντρο έχει ως φύλλα τα x, +, y, *, z

Παράδειγμα γλώσσας

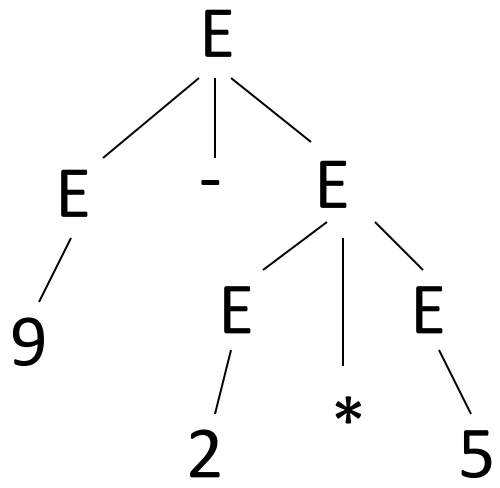
Γλώσσα = απλές αριθμητικές εκφράσεις με 0,...,9 και +,-,*,/

E -> E **+** E | E **–** E | E ***** E | E **/** E

E -> **0**|**1**|**2**|**3**|**4**|**5**|**6**|**7**|**8**|**9**

9-2*5 είναι σωστή πρόταση;

6+*4 είναι σωστή πρόταση;



συντακτικό δέντρο

Σωστή (συντακτικά) πρόταση: αυτή η πρόταση για την οποία υπάρχει ένα δέντρο που να την δικαιολογεί

Ασάφεια στην Γραμματική

Και αν υπάρχουν 2 συντακτικά δέντρα; Για παράδειγμα, έστω η γλώσσα:

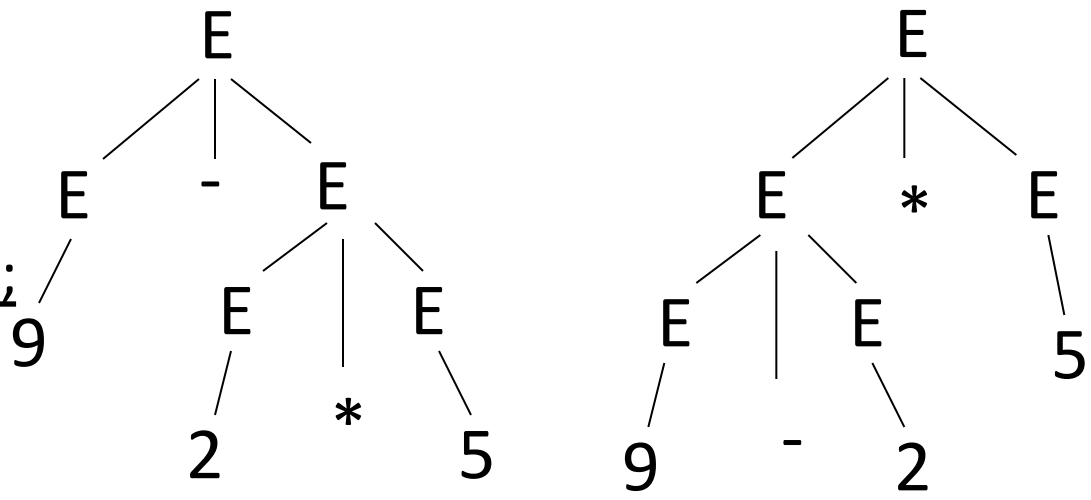
E -> E + E | E – E | E * E | E / E

E -> 0|1|2|3|4|5|6|7|8|9

τι σημαίνει 9-2*5 ;

2 συντακτικά δέντρα!

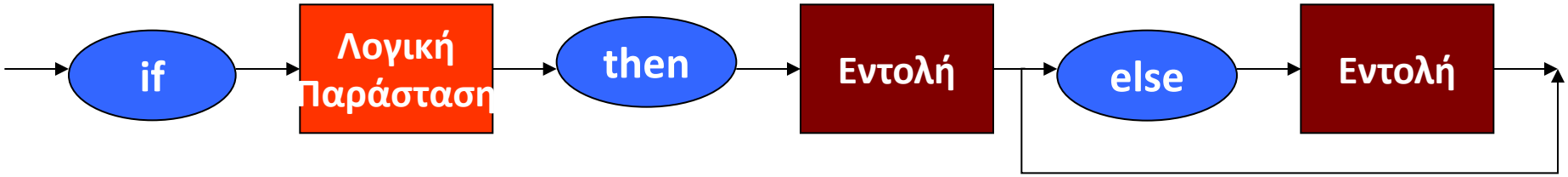
ποιο από τα δύο εννοούμε;



Ασαφής (συντακτικά) πρόταση: αυτή η πρόταση για την οποία υπάρχουν δύο ή περισσότερα προτασιακά δέντρα που να την δικαιολογούν

Περιγραφή Σύνταξης

Α. Διαγράμματα σύνταξης



Β.Κανόνες BNF

ifstmt -> **if** *log_exp* **then** *stmt* | **if** *log_exp* **then** *stmt* **else** *stmt*

If x<1 then y=2 else z=1

Παράδειγμα ασαφούς γραμματικής

- Θεωρείστε την εντολή:

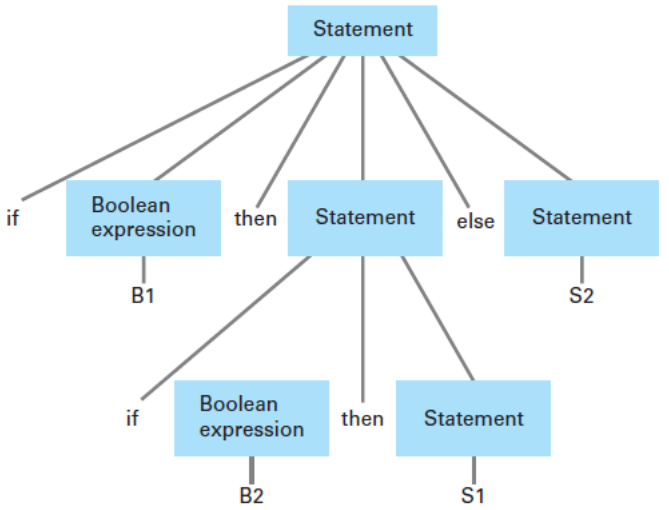
```
if B1 then if B2 then S1 else S2
```

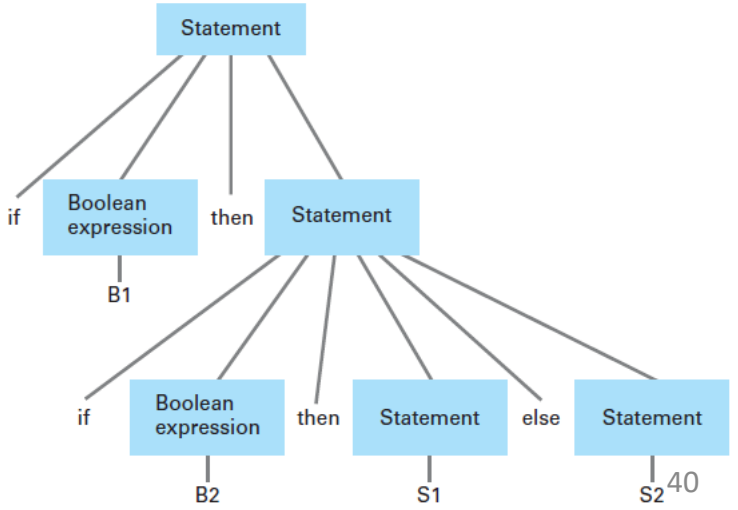
- Μπορεί να ερμηνευτεί και με τα δυο δέντρα
  - Ασάφεια (ambiguity)
  - Σε ποιο if αναφέρεται το else;
  - Στον ψευδοκώδικα αποφεύγουμε το μπέρδεμα ως εξής:

```
if B1
  then (if B2 then S1)
  else S2
```

and

```
if B1
  then (if B2 then S1
             else S2)
```





Για όποιον/α ενδιαφέρεται να ψάξει περισσότερο

- Τι είναι η javascript και η php και ποιες οι εφαρμογές τους;
- Γράψτε ένα πολύ απλό πρόγραμμα (π.χ. 5 γραμμές κώδικα) σε javascript και ένα σε php και αναφέρετε τι κάνει
- Γράψτε ένα μικρό πρόγραμμα σε Prolog
- Τι παραπάνω έχουν οι C++ και C# σε σχέση με την C;

Τέλος Κεφαλαίου 6

- Μιλήσαμε για προγραμματιστικά μοντέλα και σύνταξη γλώσσας και γραμματική.

- Στο επόμενο κεφάλαιο θα ασχοληθούμε με δομές δεδομένων και πώς χρησιμοποιούνται στο σχεδιασμό αποδοτικών αλγορίθμων. προγραμματισμού.