ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΣΤΡΕΦΗΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

CS-409, Χειμερινό εξάμηνο 2011
Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Τμήμα Πληροφορικής

Παναγιώτης Τσαπάρας

Συστάσεις

- Ποιός είμαι:
  - Email: tsap@cs.uoi.gr
  - Γραφείο: Β.3
  - Προτιμώμενες ώρες γραφείου: Τρίτη/Πέμπτη 2-4 π.μ.

- Ποιοί είσαστε:
  - Συμπληρώστε τη φόρμα με τα στοιχεία σας για την email λίστα του μαθήματος.

Γενικές πληροφορίες για το μάθημα

- Διαλεξεις: Τεταρτη 3-6 π.μ.
- Εργαστήρια: Πέμπτη 12-2 π.μ.
- Web: http://www.cs.uoi.gr/~tsap/teaching/cs-409/

Βαθμολογία

- Ασκήσεις: 40%
  - Οι ασκήσεις είναι υποχρεωτικές για όλους όσους παίρνουν το μάθημα, ανεξαρτήτως έτους.
- Τελική εξέταση: 60%
- Προϋπόθεση επιτυχίας:
  - Ασκήσεις >= 4.0 και Τελική εξέταση >= 4.0
  - Βαθμός = 0.4*Ασκήσεις + 0.6*Τελική >= 5.0

«Προαπαιτούμενα»

- CS-106: Εισαγωγή στον προγραμματισμό
- CS-208: Προγραμματισμός σε C

«Συνεργίες»

- CS-304: Αρχές Γλωσσών Προγραμματισμού (3ο εξαμ.)
- CS-302: Δομές Δεδομένων (3ο εξαμ.)

Στόχοι του μαθήματος

- Να κατανοήσετε τις βασικές αρχές του Αντικειμενοστρεφή Προγραμματισμού (Object Oriented Programming) και να αποκτήσετε πρακτική εξάσκηση με τις γλώσσες προγραμματισμού C++ και Java.

Θέματα που θα καλύψουμε

- Διαδικασιακός vs. Αντικειμενοστρεφής προγραμματισμός
- Διαφορές και ομοιότητες μεταξύ C και C++
- Δημιουργία και Καταστροφή αντικειμένων.
- Κληρονομικότητα και πολυμορφισμός
- Καθιερωμένη Βιβλιοθήκη Προτύπων (Standard Template Library)
- Εισαγωγή στη γλώσσα προγραμματισμού Java.

Βιβλιογραφία

- *Αντικειμενοστρεφής Προγραμματισμός στη C++*, R. Lafore, Εκδόσεις Κλειδάριθμος, 2005, ISBN 960-209-904-4
- *Η Γλώσσα Προγραμματισμού C++*, B. Stroustrup, Εκδόσεις Κλειδάριθμος, 2003 ISBN 960-332-142-7
- *Java με UML*, E. Lervik , V. Havdal, Εκδόσεις Κλειδάριθμος, 2004, ISBN 960-209-802-3.
- *Thinking in Java*, Bruce Eckel, http://www.mindview.net/Books/TIJ/
- *Building Java Programs: A Back to Basics Approach, 2nd edition*, Stuart Reges and Marty Stepp

Οι διαφάνειες του μαθήματος στηρίζονται στα παραπάνω βιβλία και στις διαφάνειες των κ. Χ. Τζώρτζη και κ. Α. Ζάρρα.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Γενικές ιδέες αντικειμενοστραφή προγραμματισμού

Εισαγωγή

- Ως σχεδιαστές / προγραμματιστές λογισμικού σκοπό έχουμε να υλοποιούμε λογισμικό για την επίλυση προβλημάτων με βάση κάποιες δοσμένες απαιτήσεις.

Βασικά σταδία ανάπτυξης λογισμικού

- **Ανάλυση απαιτήσεων**
  - Τι ζητάει το πρόβλημα
- **Σχεδίαση**
  - Από ποια βασικά δομικά στοιχεία θα αποτελείται το λογισμικό.
    - Πχ. Δομές δεδομένων, συναρτήσεις, κλάσεις
- **Υλοποίηση / Κατασκευή**
  - Κωδικοποίηση σε C, C++, Java, Fortran …
- **Έλεγχος**
  - Αποσφαλμάτωση (testing/debugging)
- **Εγκατάσταση**
- **Συντήρηση (maintenance)**
  - Συντήρηση του υπάρχοντος κώδικα
  - Επεκτάσεις και διορθώσεις με βάση νέες ανάγκες

Δημιουργία μεγάλων συστημάτων

- Μεγάλης κλίμακας λογισμικό αναπτύσσεται από ομάδες προγραμματιστών που μοιράζονται τις αρμοδιότητες για τα διάφορα στάδια της διαδικασίας.
  - Οι ομάδες συχνά ανανεώνονται με νέο κόσμο.
- Σε τέτοιες περιπτώσεις το μείζον πρόβλημα δεν είναι πλέον η υλοποίηση ενός μόνο αλγορίθμου ή η μετατροπή ενός αλγορίθμου σε κώδικα.
- Το μείζον πρόβλημα είναι η βέλτιστη σχεδίαση και υλοποίηση του κώδικα με στόχους:
  - Επιτάχυνση της φάσης της υλοποίησης
  - Διευκόλυνση της φάσης του ελέγχου
  - Διευκόλυνση της συντήρησης.

Συντήρηση

- Τι περιλαμβάνει η συντήρηση?
  - Επιδιόρθωση σφαλμάτων που προκύπτουν μετά την εγκατάσταση και χρήση του λογισμικού
  - Προσθήκη νέων λειτουργιών λόγω της μεταβολής των αρχικών απαιτήσεων των χρηστών του λογισμικού

Προγραμματιστικές απαιτήσεις

- Για να εξασφαλίσουμε εύκολη συντήρηση, θέλουμε κώδικα ο οποίος:
  - να είναι εύκολο να διαβαστεί και να κατανοηθεί από κάποιον που τον βλέπει για πρώτη φορά (αναγνωσιμότητα -- readability)
  - να ανταποκρίνεται στο μοντέλο που έχουμε για την πραγματικότητα (intuitiveness).
  - να είναι εύκολο να επαναχρησιμοποιηθεί (reusability).
- Χρειαζόμαστε ένα προγραμματιστικό μοντέλο (programming paradigm) που να μας εξασφαλίζει τα παραπάνω.

Spaghetti κώδικας

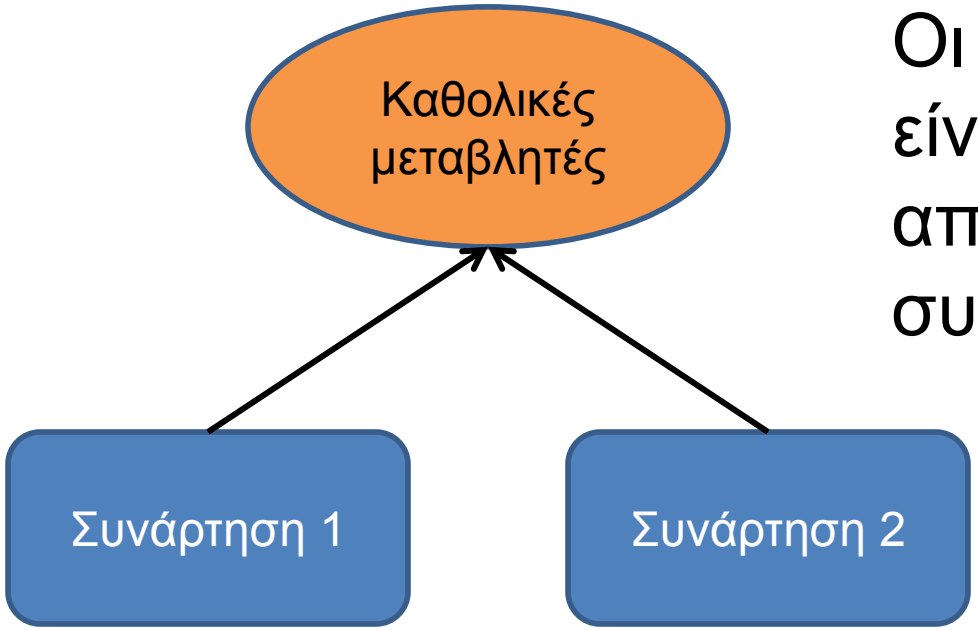
- Όλος ο κώδικας μια σειρά εντολών μέσα στη συνάρτηση main().
  - Αδύνατον να διαβαστεί όταν γίνει πάνω από μερικές εκατοντάδες γραμμές.
  - Πολύ δύσκολη η αποσφαλμάτωση και η αλλαγή του κώδικα γιατί απαιτεί αλλαγές σε πολλά διαφορετικά σημεία.

Διαδικασιακός προγραμματισμός

- Δημιουργία λογικών μονάδων κώδικα στη μορφή συναρτήσεων (functions).
  - Ο κώδικας γίνεται μια σειρά από κλήσεις σε συναρτήσεις. Οι συναρτήσεις μπορούν να οργανωθούν ιεραρχικά όπου η μία καλεί την άλλη.
  - Η αναγνωσιμότητα του κώδικα βελτιώνεται αισθητά.
  - Η επαναχρησιμοποίηση του κώδικα γίνεται πιο εύκολα, και η αποσφαλμάτωση περιορίζεται σε λιγότερα σημεία.
- Το μοντέλο αυτό χρησιμοποιήθηκε επιτυχώς για πολλές δεκαετίες.

Μειονεκτήματα

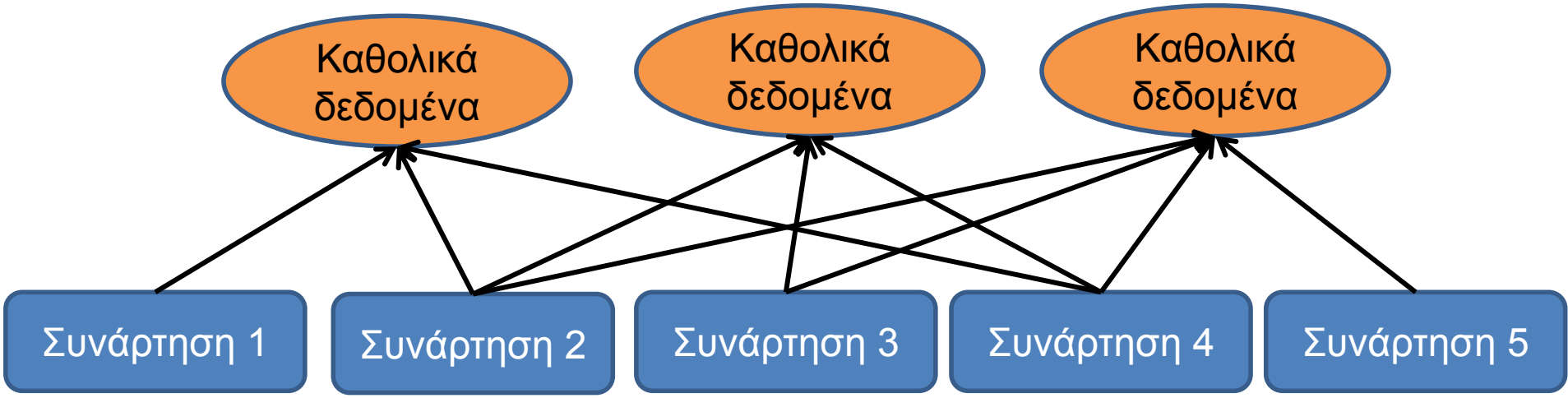
- Όταν πολλές συναρτήσεις πρέπει να χρησιμοποιήσουν τα ίδια δεδομένα, τότε αυτά πρέπει να είναι καθολικά (global)



Οι καθολικές μεταβλητές είναι προσπελάσιμες από οποιαδήποτε συνάρτηση.

Μειονεκτήματα

- Όταν το πρόγραμμα μεγαλώσει, η πρόσβαση στα καθολικά δεδομένα γίνεται δύσκολο να ελεγχθεί



- Αλλαγές στα καθολικά δεδομένα έχουν ως αποτέλεσμα να πρέπει να τσεκάρουμε όλες τις συναρτήσεις για να δούμε ποιες επηρεάζονται.
- Είναι εύκολο μια συνάρτηση να αλλάξει κατά λάθος κάτι που δεν πρέπει.
- Η ανάγνωση και η αποσφαλμάτωση (debugging) του κώδικα γίνονται πιο δύσκολα.

Μειονεκτήματα

- Ο διαδικασιακός προγραμματισμός δεν μοντελοποιεί σωστά τον πραγματικό κόσμο.
- Στον φυσικό κόσμο έχουμε οντότητες (αντικείμενα, ανθρώπους) που έχουν χαρακτηριστικά, και μπορούν να εκτελέσουν κάποιες δράσεις.
- Ο διαδικασιακός προγραμματισμός δεν ομαδοποιεί μαζί τα δεδομένα και τις δράσεις για να ορίσει την αντίστοιχη οντότητα.

Αντικειμενοστρεφής προγραμματισμός

- Στον αντικειμενοστραφή προγραμματισμό οι μεταβλητές και οι συναρτήσεις που επενεργούν πάνω σε αυτές τις μεταβλητές ομαδοποιούνται σε μια αφαίρεση που ονομάζουμε κλάση.
- Τα αντικείμενα είναι στιγμιότυπα (instances) των κλάσεων. Αποθηκεύουν δεδομένα, και εκτελούν συναρτήσεις πάνω σε αυτά τα δεδομένα.
- Ένα φυσικό αντικείμενο μπορεί να μοντελοποιηθεί ως ένα αντικείμενο στον ΑΣΠ.

Γενική ιδέα

- … σε πρώτη φάση, φανταστείτε μια κλάση σαν ένα `struct` X
  - το οποίο πέρα από τα πεδία του ορίζει και
  - ένα σύνολο από συναρτήσεις μέσω των οποίων το υπόλοιπο λογισμικό επεξεργάζεται τα δεδομένα που αποθηκεύονται στα πεδία μεταβλητών τύπου X

Παράδειγμα – Procedural

```
struct Human {
  int height;
  int age;
};
void isborn(struct Human *aHuman);
void ages(struct Human *aHuman);
void grows(struct Human *aHuman, int inc)

main(){
 struct Human peter;
 isborn(&peter);
 ages(&peter);
 grows(&peter, 10);
}

void isborn(struct Human *aHuman){
  aHuman->height = 40;
  aHuman->age = 0;
}
void ages(struct Human *aHuman){
  aHuman->age += 1;
}
void grows(struct Human *aHuman, int inc){
  aHuman->height += inc;
}
```

Παράδειγμα – OOP

```
#include <cstdio>
using namespace std;

class Human {
private:
   int height;
   int age;

public:
  void Ages();
  void IsBorn();
  void Grows(int inc);
};

void Human::Ages(){
 age += 1; // απλούστερος κώδικας !!!
}

void Human::IsBorn(){
  height = 40;
  age = 0;
}

void Human::Grows(int inc){
  height += inc;
}
```

```
int main(){
  Human peter;
  peter.IsBorn();
  peter.Ages();
  peter.Grows(10);
  // απλούστερος κώδικας !!!
}
```

Λίγη ορολογία

- Τα πεδία `height,age` τα λέμε χαρακτηριστικά της κλάσης `Human`
- Οι συναρτήσεις `IsBorn, Ages, Grows` ονομάζονται μέθοδοι της κλάσης `Human`
- Οι μεταβλητή `peter` τύπου `Human` είναι ένα αντικείμενο της κλάσης `Human`
- Οι τιμές των πεδίων ενός αντικειμένου κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του λογισμικού ορίζουν την κατάσταση του αντικειμένου
- Οι μέθοδοι της κλάσης ορίζουν τη συμπεριφορά των αντικειμένων της
  - Δηλ. τον τρόπο με τον οποίο μεταβάλλεται η κατάσταση των αντικειμένων της κλάσης όταν κληθεί μια μέθοδος….

Ενθυλάκωση (encapsulation)

- Τα χαρακτηριστικά και οι μέθοδοι χωρίζονται σε public και private.
  - Private χαρακτηριστικά: η επεξεργασία των τιμών τους για ένα αντικείμενο γίνεται μόνο μέσω των μεθόδων της κλάσης (απόκρυψη δεδομένων – data hiding).
  - Public μέθοδοι: μπορούν να χρησιμοποιηθούν οπουδήποτε στον κώδικα για την αλλαγή της κατάστασης ενός αντικειμένου της κλάσης
    - …τα σφάλματα δημιουργούνται σε σημεία του κώδικα στα οποία γίνεται επεξεργασία δεδομένων (π.χ. ανάθεση τιμών)
    - ….αν η επεξεργασία γίνεται μέσω συγκεκριμένων μεθόδων τα σφάλματα βρίσκονται εκεί και όχι διάσπαρτα σε όλο τον κώδικα !
- Ο συνδυασμός δεδομένων και συναρτήσεων μέσα στα αντικείμενα, και η «προστασία» των private δεδομένων μέσω των public συναρτήσεων λέγεται ενθυλάκωση (encapsulation)

Μια αναλογία

- Τα αντικείμενα ως οργανισμοί μέσα σε μια εταιρεία:
  - Κάθε οργανισμός (μισθοδοσία, πωλήσεις, προσωπικό) έχει κάποια δεδομένα.
  - Η πρόσβαση στα δεδομένα γίνεται μόνο μέσα από τις υπηρεσίες που προσφέρει ο οργανισμός.
  - Κανείς άλλος δεν έχει πρόσβαση στα δεδομένα.

Μια άλλη αναλογία

- Το iPod ως αντικείμενο:
  - Έχει κάποια χαρακτηριστικά (φυσικά χαρακτηριστικά, τραγούδια, On/Off, κλπ) και μια κατάσταση.
  - Μπορεί να εκτελέσει συγκεκριμένες δράσεις (TurnOn, TurnOff, Play, Pause, κλπ).

- Στον πραγματικό κόσμο, δεν υπάρχει μια συνάρτηση Play(iPod,song) η οποία να παίρνει ως ορίσματα το iPod και ένα τραγούδι. Αντιθέτως ζητάμε να εκτελέσουμε τη δράση iPod.Play(song).

- Οι κλάσεις μας προσφέρουν αφαίρεση:
  - Δεν έχει σημασία πως δουλεύει το iPod, αρκεί να εκτελεί τις πράξεις που θέλουμε.

- Στις Δομές Δεδομένων, οι κλάσεις αντιστοιχούν σε Αφηρημένους Τύπους Δεδομένων.

Τι μπορούμε να παραστήσουμε ως αντικείμενα

- Φυσικά αντικείμενα
- Ανθρώπους
- Στοιχεία από user interfaces.
- Δομές Δεδομένων
- Συλλογές Δεδομένων
- Νέους τύπους δεδομένων.
- Στοιχεία από παιχνίδια.
- Κλπ…

Συνάθροιση & Σύνθεση Αντικειμένων

Μπορούμε να κατασκευάσουμε αντικείμενα που αποτελούνται από άλλα επιμέρους αντικείμενα – επαναχρησιμοποιώντας κώδικα…..

```
class Door {
  int code; ….
  …….
};

class Room {
  Door x;
  …….
};
```

```
class Building {
    Room parts[10];
    Door main_door;
};
main () {
    Building xxx;
}
```

Με τις κλάσεις ορίζουμε νέους τύπους δεδομένων

Κληρονομικότητα (Inheritance)

- Φανταστείτε ένα πρόβλημα που έχει ως αντικείμενα πελάτες, υπαλλήλους και άλλα συναφή
- Τόσο οι πελάτες όσο και οι υπάλληλοι έχουν κοινά χαρακτηριστικά και συμπεριφορά (μεθόδους)
  - Θα πρέπει να φτιάξω 2 κλάσεις.
    - π.χ. Ύψος, βάρος κλπ.
  - Θα χω πολλές φορές τον ίδιο κώδικα.

Κληρονομικότητα

- Για να το αποφύγουμε και να έχουμε καλύτερη επαναχρησιμοποίηση δεδομένων και λειτουργιών χρησιμοποιούμε τον μηχανισμό της κληρονομικότητας.
  - Ορίζουμε μια βασική κλάση (π.χ., Άνθρωπος)
    - Αυτή θα ορίζει τα κοινά χαρακτηριστικά / μεθόδους
  - Η βασική κλάση επαναχρησιμοποιείται για τον ορισμό νέων παράγωγων κλάσεων (π.χ. πελάτης, υπάλληλος).
  - Οι παράγωγες κλάσεις κληρονομούν τα χαρακτηριστικά της βασικής κλάσης αλλά έχουν και επιπλέον δικά τους χαρακτηριστικά και μεθόδους.

Σύνοψη

- Ο αντικειμενοστραφής προγραμματισμός προσφέρει ένα πιο κατανοητό μοντέλο προγραμματισμού, στηριγμένο πάνω στις κλάσεις και τα αντικείμενα.
- Το μοντέλο αυτό έχει επιπλέον πλεονεκτήματα
  - Ενθυλάκωση (Encapsulation)
  - Ορισμός νέων τύπων δεδομένων
  - Επαναχρησιμοποίηση κωδικα
  - Κληρονομικότητα

- Σε μεγάλες (και μικρότερες) εταιρείες όλα τα αρκετά μεγάλα συστήματα λογισμικού γίνονται σε γλώσσες αντικειμενοστραφή προγραμματισμού (C++, Java, C#,…).
  - Γλώσσες που δεν είναι κλασσικά αντικειμενοστραφής (π.χ., scripting γλώσσες όπως Python), προσφέρουν δυνατότητες αντικειμενοστραφή προγραμματισμού.

- Οι βασικές αρχές είναι κοινές.

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΚΟΣ VS. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΣΤΡΕΦΗΣ

Ένα απλό παράδειγμα

- Έστω ένα απλό πρόγραμμα του χειρίζεται πληροφορία για ένα σύνολο ανθρώπων
  - Κάθε άνθρωπος χαρακτηρίζεται από
    - όνομα
    - ηλικία
    - …..

Spaghetti υλοποίηση

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

struct Person {
   char * name;
   int age;
};
```

```
int main(){

  struct Person x, y;

  x.name = (char *) malloc (10* sizeof(char));
  x.age = 0;

  /* .... */
  strcpy (x.name, "Name1");
  printf ("%s", x.name);

  y.name = (char *) malloc (10* sizeof(char));
  y.age = 0;

  /* .... */
  strcpy (y.name, "Name2");
  printf ("%s", y.name);

  return 0;
}
```

Προβλήματα

- Ο κώδικας είναι δύσκολο να διαβαστεί και να συντηρηθεί
- Π.χ., έστω ότι κατά την εκτέλεση του προγράμματος προκύπτει πρόβλημα λόγω της απουσίας ελέγχου για το αν έχει επιτύχει η δυναμική δέσμευση μνήμης.

```
int main(){

   struct Person x, y;

   x.name = (char *) malloc (10* sizeof(char));
   x.age = 0;

   /* .... */
   strcpy (x.name, "Name1");
   printf ("%s", x.name);

   y.name = (char *) malloc (10* sizeof(char));
   y.age = 0;

   /* .... */
   strcpy (y.name, "Name2"); /* BOOM!!! */
   printf ("%s", y.name);

   return 0;
}
```

Debugging

- Για να το επιλύσει πρέπει να αναζητηθούν όλα τα σημεία του κώδικα στα οποία γίνεται δέσμευση μνήμης για το πεδίο name των εκάστοτε μεταβλητών τύπου Person…….
- αυτός που κάνει την αναζήτηση δεν είναι απαραίτητα αυτός που κατασκεύασε το πρόγραμμα
  - ομάδα ελέγχου
  - ομάδα συντήρησης

```
int main(){

   struct Person x, y;

   x.name = (char *) malloc (10* sizeof(char));
   x.age = 0;

   /* .... */
   strcpy (x.name, "Name1");
   printf ("%s", x.name);

   y.name = (char *) malloc (10* sizeof(char));
   y.age = 0;

   /* .... */
   strcpy (y.name, "Name2"); /* BOOM!!! */
   printf ("%s", y.name);

   return 0;
}
```

Διαδικασιακή λύση Ι

- Προσθήκη ελέγχου σε κάθε σημείο……

```
int main(){
   struct Person x, y;

   x.name = (char *) malloc (10* sizeof(char));
   if(x.name == NULL) {printf("…..."); return 1;}
   x.age = 0;
   /* .... */
   strcpy (x.name, "Name1");
   printf ("%s", x.name);

   y.name = (char *) malloc (10* sizeof(char));
   if(y.name == NULL) {printf("…..."); return 1;}
   y.age = 0;

   /* .... */
   strcpy (y.name, "Name2");
   printf ("%s", y.name);

   return 0;
}
```

Διαδικασιακή λύση ΙΙ

- Καλύτερος σχεδιασμός του προγραμματος
  - κατασκευή μιας συνάρτησης για την αρχικοποίηση μεταβλητών τύπου Person
  - ο κώδικας που δεσμεύει δυναμικά μνήμη θα είναι συγκεντρωμένος σε μια συνάρτηση και όχι διάσπαρτος σε όλο το πρόγραμμα….

Συνάρτηση αρχικοποίησης

```
# include <stdio.h>

struct Person {
  char * name;
  int age;
};

void init(struct Person *p){
  p->name = (char *) malloc (10* sizeof(char));
  p->age = 0;
}
```

```
int main(){

   struct Person x, y;

   init(&x);
   /* .... */
   strcpy (x.name, "Name1");
   printf ("%s", x.name);


   init(&y);
   /* .... */
   strcpy (y.name, "Name2");
   printf ("%s", y.name);

   return 0;
}
```

Debugging

- Για επιλύσουμε το πρόβλημα ελέγχου για δέσμευση μνήμης πρέπει να αναζητηθεί η συνάρτηση στην οποία γίνεται δέσμευση μνήμης για το πεδίο name των εκάστοτε μεταβλητών τύπου Person…….
  - οι συνθήκες αναζήτησης έχουν βελτιωθεί σε σχέση με το spaghetti μοντέλο
  - μόλις βρούμε την συνάρτηση έχουμε τελειώσει…..
  - μία αλλαγή αντί για πολλές
- …όμως, αυτός που κάνει την αναζήτηση δεν είναι απαραίτητα αυτός που κατασκεύασε το πρόγραμμα
  - Πιθανότατα πρέπει να ελεγχθούν πολλές συναρτήσεις για να βρούμε ποια πρέπει να διορθωθεί

```
# include <stdio.h>

struct Person {
  char * name;
  int age;
};

void init(struct Person *p){
  p->name = (char *) malloc (10* sizeof(char));
  if (p -> name == NULL) {printf("…..."); exit(1);}
  p->age = 0;
}
```

```
int main(){

   struct Person x, y;

   init(&x);
   /* .... */
   strcpy (x.name, "Name1");
   printf ("%s", x.name);


   init(&y);
   /* .... */
   strcpy (y.name, "Name2");
   printf ("%s", y.name);

   f();

   return 0;
}
```

Αντικειμενοστρεφής λύση

- Ομαδοποίηση των δεδομένων `Person` και του κώδικα που χρησιμοποιείται για την επεξεργασία αυτών των δεδομένων
  - π.χ. της συνάρτησης `init()`
- …. ορισμός της κλάσης Person ….

Ορισμός κλάσης

```
# include <cstdlib>
# include <cstring>

// αυτό είναι σχόλιο !!

class Person {
 public:
// τι είναι αυτό το public ??

  char * name; // πεδία – χαρακτηριστικά κλάσης
  int age;

  void init(); // μέθοδοι κλάσης – δήλωση (declaration)
  void set_name(char *n);
  void set_age(int a);
  char *get_name();
  int get_age();

}; // προσοχή στο ερωτηματικό – είναι υποχρεωτικό
```

```
// ορισμός μεθόδων (definition)

void Person::init(){
  name = (char *) malloc (10* sizeof(char));
// τι είναι αυτό το name ???
  age = 0;
}

void Person::set_name(char *n) {
  strcpy(name, n);
}
void Person::set_age(int a) {
  age = a;
// τι είναι αυτό το age ???
}

char *Person::get_name() {
  return name;
}
int Person::get_age() {
  return age;
}
```

```
int main(){

  Person x, y; // δήλωση αντικειμένου

  x.init(); // κλήση μεθόδου στο αντικείμενο

  /* .... */
  x.set_name("Name1");
  printf ("%s", x.get_name());


  y.init();

  /* .... */
  y.set_name("Name2");
  printf ("%s", y.get_name());

  return 0;
}
```

Πρόβλημα

- Έστω πάλι πως κατά την εκτέλεση του προγράμματος προκύπτει πρόβλημα λόγω της απουσίας ελέγχου για το αν έχει επιτύχει η δυναμική δέσμευση μνήμης.

```
int main(){

  Person x, y; // δήλωση αντικειμένου

  x.init(); // κλήση μεθόδου στο αντικείμενο

  /* .... */
  x.set_name("Name1");
  printf ("%s", x.get_name());


  y.init();

  /* .... */
  y.set_name("Name2"); /* BOOOMMM */
  printf ("%s", y.get_name());

  return 0;
}
```

Debugging

- Για επιλύσουμε το πρόβλημα ελέγχου για δέσμευση μνήμης πρέπει να αναζητηθεί η συνάρτηση στην οποία γίνεται δέσμευση μνήμης για το πεδίο name των εκάστοτε μεταβλητών τύπου Person
- οι συνθήκες αναζήτησης έχουν βελτιωθεί ακόμα περισσότερο σε σχέση με το διαδικαστικό μοντέλο.
  - από τις δεκάδες / εκατοντάδες συναρτήσεις/μεθόδους του προγράμματος γνωρίζουμε ποιες χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία μεταβλητών τύπου Person από τη δήλωση της κλάσης…..

```
# include <cstdlib>
# include <cstring>


class Person {
 public:

   char * name; // πεδία – χαρακτηριστικά κλάσης
   int age;

   void init(); // μέθοδοι κλάσης
   void set_name(char *n);
   void set_age(int a);
   char *get_name();
   int get_age();

};
```

μόνο αυτές οι μέθοδοι είναι ύποπτες ..... !!!

```
void Person::init(){
  name = (char *) malloc (10* sizeof(char));
  if (name == NULL) {printf(…); exit(1);}
  age = 0;
}

void Person::set_name(char *n) {
  strcpy(name, n);
}
void Person::set_age(int a) {
  age = a;
}

char *Person::get_name() {
  return name;
}
int Person::get_age() {
  return age;
}
```

```
int main(){

  Person x, y; // δήλωση αντικειμένου

  x.init(); // κλήση μεθόδου στο αντικείμενο

  /* .... */
  x.set_name("Name1");
  printf ("%s", x.get_name());


  y.init();

  /* .... */
  y.set_name("Name2");
  printf ("%s", y.get_name());

  return 0;
}
```

καμιά αλλαγή εδώ!!!

Συντήρηση

- Η χρήση κλάσεων από μόνη της λύνει το πρόβλημα μας ????
  - δηλαδή την εύρεση των σημείων του κώδικα στο οποίο πρέπει να προστεθούν έλεγχοι
- Γενικά όχι, αν πρόκειται για ένα λογισμικό μεγάλης κλίμακας ο κώδικας που κατασκευάζεται από έναν προγραμματιστή μπορεί να χρησιμοποιηθεί από έναν άλλο προγραμματιστή
  - τι μπορεί να προκύψει σε αυτή την περίπτωση ???

```
# include <cstdio>
# include <cstdlib>
# include <cstring>

class Person {
 public:
   char * name;
   int age;

   void init();
   void set_name(char *n);
   void set_age(int a);
   char *get_name();
   int get_age();
};
```

Πρόβλημα

- Ότι (πεδίο / μέθοδο) δηλώνουμε σαν public σε μια κλάση μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλο τον υπόλοιπο κώδικα ….
- Άρα ένας απρόσεκτος προγραμματιστής που θα χρησιμοποιήσει αντικείμενα της κλάσης μας μπορεί να αρχικοποιεί απευθείας τα πεδία αυτών των αντικειμένων, ξεχνώντας παράλληλα να κάνει τους απαραίτητους ελέγχους…..

```
int main(){

  Person x, y;

  x.name = (char *) malloc (10* sizeof(char));
  x.age = 0;

  /* .... */
  strcpy (x.name, "Name1");
  printf ("%s", x.name);

  y.name = (char *) malloc (10* sizeof(char));
  y.age = 0;

  /* .... */
  strcpy (y.name, "Name2");
  printf ("%s", y.name);

  return 0;
}
```

Encapsulation

- Η λύση στο πρόβλημα
  - ανεξέλεγκτη πρόσβαση σε πεδία και μεθόδους μιας κλάσης από άλλους προγραμματιστές
- είναι η αρχή της **ενθυλάκωσης** (encapsulation)
  - σε κάθε κλάση διαχωρίζει ο προγραμματιστής που την υλοποίησε
    - ποια πεδία και μέθοδοι (**public**) μπορούν να χρησιμοποιηθούν από όλο τον υπόλοιπο κώδικα
    - ποια πεδία και μέθοδοι (**private**) μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο μέσω κλήσης των public μεθόδων της κλάσης…
  - μια συνήθης πρακτική την οποία πρέπει να ακολουθείτε είναι ότι όλα τα πεδία τα δηλώνουμε private

```
# include <cstdio>
# include <cstdlib>
# include <cstring>

class Person {
private:
   char * name;
   int age;

public:
   void init();
   void set_name(char *n);
   void set_age(int a);
   char *get_name();
   int get_age();
};
```

```
int main(){

   Person x, y;

   x.name = (char *) malloc (10* sizeof(char));
   x.age = 0;

   /* .... */
   strcpy (x.name, "Name1");
   printf ("%s", x.name);

   y.name = (char *) malloc (10* sizeof(char));
   y.age = 0;

   /* .... */
   strcpy (y.name, "Name2");
   printf ("%s", y.name);

   return 0;
}
```

προσπάθεια πρόσβασης σε private πεδία

COMPILE ERRORS!!!

Compiling

- τα προγράμματα C++ τα αποθηκεύουμε σε αρχεία .cpp
- τα κάνουμε compile χρησιμοποιώντας g++ αντί για gcc

Ένα άλλο παράδειγμα

- Έστω μια εφαρμογή διαχείρισης Αριθμών Φορολογικού Μητρώου (ΑΦΜ)….

Ανάλυση απαιτήσεων…

- δύο βασικές αρμοδιότητες
  - καταχώρηση νέων αριθμών φορολογικού μητρώου
    - ΑΦΜ = ακέραιος αριθμός με 5 ψηφία
  - καταγραφή του πλήθους των ΑΦΜ που καταλήγουν σε 0, 1, 2, …, 9

Σχεδίαση

- καταχώρηση νέων αριθμών
  - `issueNew(…)` : ανάγνωση και αποθήκευση σε ένα πίνακα Α ενός νέου ΑΦΜ
  - `checkValidity(…)`: επαλήθευση αριθμών φορολογικού μητρώου που υπάρχουν στον πίνακα Α
    - έλεγχος αν είναι 5ψήφιοι.
- καταγραφή του πλήθους των ΑΦΜ που καταλήγουν σε 0, 1, 2, …, 9
  - `countByLastDigit(…)`: καταγραφή του πλήθους των ΑΦΜ που καταλήγουν σε 0, 1, 2, …, 9 σε δεύτερο πίνακα Β
  - `printNumbers(…)`: εμφάνιση στην οθόνη του πίνακα Β

Υλοποίηση

```
#include <stdio.h>

void issueNew (int A[], int *size);

void checkValidity(int A[], int size);

void countByLastDigit(int A[], int size, int B[]);

void printNumbers(int B[]);
```

Υλοποίηση

```
int main(){
  int A[100];
  int currentSize = 0;
  int B[10];

  issueNew(A, &currentSize);
  issueNew(A, &currentSize);
  issueNew(A, &currentSize);

  checkValidity(A, currentSize);

  countByLastDigit(A, currentSize, B);
  printNumbers(B);

  return 0;
}
```

Υλοποίηση

```
void issueNew (int A[], int *size){
  int input;

  printf("Enter new number: ");
  scanf("%d", &input);
  A[*size] = input;
  (*size)++;
}
```

Υλοποίηση

```
void checkValidity(int A[], int size){
  int i;
  int length;
  int temp;

  for (i=0; i < size; i++){
    length = 1;
    temp = A[i];
    while(temp > 9){
      temp = temp / 10;
      length++;
    }
    if (length != 5) {
      printf("Error with number in position %d\n", i);
      return;
    }
  }
  printf("ALL OK!\nx");
}
```

Υλοποίηση

```
void countByLastDigit(int A[], int size, int B[]){
  int i;
  int lastDigit;

  for(i = 0; i < 10; i++)
    B[i] = 0;

  for(i = 0; i < size; i++){
    lastDigit = A[i] % 10;
    B[lastDigit]++;
  }
}

void printNumbers(int B[]){
  int i;
  printf("Count by last digit:\n");

  for (i = 0; i < 10; i++){
    printf("%d: %d\n", i, B[i]);
  }
}
```

Συντήρηση

- …το φορολογικό σύστημα αλλάζει και τα ΑΦΜ γίνονται 6ψήφια …..#$%#@!!!!

  - ποιες συναρτήσεις επηρεάζονται από αυτή την αλλαγή ?

Συντήρηση

```
void issueNew (int A[], int *size){
  int input;

  printf("Enter new number: ");
  scanf("%ld", &input);
  A[*size] = input;
  (*size)++;
}
```

Συντήρηση

```
void checkValidity(int A[], int size){
  int i;
  int length;
  int temp;

  for (i=0; i < size; i++){
    length = 1;
    temp = A[i];
    while(temp > 9){
      temp = temp / 10;
      length++;
    }
    if (length != 5) {
      printf("Error with number in position %d\n", i);
      return;
    }
  }
  printf("ALL OK!\nx");
}
```

```
void checkValidity(int A[], int size){
  int i;
  int length;
  int temp;

  for (i=0; i < size; i++){
    length = 1;
    temp = A[i];
    while(temp > 9){
      temp = temp / 10;
      length++;
    }
    if (length != 5) {
      printf("Error with number in position %d\n", i);
      return;
    }
  }
  printf("ALL OK!\nx");
}
```

Συντήρηση

```
void checkValidity(int A[], int size){
  int i;
  int length;
  int temp;

  for (i=0; i < size; i++){
    length = 1;
    temp = A[i];
    while(temp > 9){
      temp = temp / 10;
      length++;
    }
    if (length != 6) {
      printf("Error with number in position %d\n",
 i);
      return;
    }
  }
  printf("ALL OK!\nx");
}
```

```
void countByLastDigit(int A[], int size, int B[]){
  int i;
  int lastDigit;

  for(i = 0; i < 10; i++)
    B[i] = 0;

  for(i = 0; i < size; i++){
    lastDigit = A[i] % 10;
    B[lastDigit]++;
  }
}

void printNumbers(int B[]){
  int i;
  printf("Count by last digit:\n");

  for (i = 0; i < 10; i++){
    printf("%d: %d\n", i, B[i]);
  }
}
```

Σχεδίαση

- Στον αντικειμενοστρεφή προγραμματισμό για κάθε αρμοδιότητα μιας εφαρμογής ορίζουμε μια νέα κλάση
  - ομαδοποιούμε δεδομένα και συναρτήσεις οι οποίες διαχειρίζονται αυτά τα δεδομένα
  - μια κλάση είναι σαν ένα struct στη C το οποίο αποτελείται από
    - ένα σύνολο πεδίων / χαρακτηριστικών
    - ένα σύνολο συναρτήσεων / μεθόδων

Υλοποίηση

```
#include <cstdio>

class ManageAFM{
private:
  int A[100];
  int size;
public:
  void init();
  void issueNew();
  void checkValidity();
  int getLastDigitsAndSize(int LastDigits[]);
  /* επιστρέφει το size και τα τελευταία ψηφία των A[i] */
};
```

Υλοποίηση

```
void ManageAFM::init(){
  size = 0;
}

void ManageAFM::issueNew (){
  int input;

  printf("Enter new number: ");
  scanf("%d", &input);
  A[size] = input;
  size++;
}
```

Υλοποίηση

```
void ManageAFM::checkValidity(){
  int i;
  int length;
  int temp;

  for (i=0; i < size; i++){
    length = 1;
    temp = A[i];
    while(temp > 9){
      temp = temp / 10;
      length++;
    }
    if (length != 5) {
      printf("Error with number in position %d\n", i);
      return;
    }
  }
  printf("ALL OK!\nx");
}
```

Υλοποίηση

```
int ManageAFM::getLastDigitsAndSize(int LastDigits[]){
  int i;
  for(i = 0; i < size; i++){
    LastDigits[i] = A[i] % 10;
  }
  return size;
}
```

Υλοποίηση

```
class AFMStatistics{
private:
  int B[10];
public:
  void init();
  void countByLastDigit(int LastDigits[], int size);
  void printNumbers();
};


void AFMStatistics::init(){
  int i;
  for(i = 0; i < 10; i++)
    B[i] = 0;
}
```

Υλοποίηση

```
void AFMStatistics::countByLastDigit(int LastDigits[], int size){
  int i;
  int lastDigit;

  for(i = 0; i < size; i++){
    lastDigit = LastDigits[i];
    B[lastDigit]++;
  }
}

void AFMStatistics::printNumbers(){
  int i;
  printf("Count by last digit:\n");

  for (i = 0; i < 10; i++){
    printf("%d: %d\n", i, B[i]);
  }
}
```

```
int main(){
  ManageAFM manager;
  AFMStatistics stats;

  int LastDigits[100];
  int currentSize;

  manager.init();
  manager.issueNew();
  manager.issueNew();
  manager.issueNew();

  manager.checkValidity();

  currentSize = manager.getLastDigitsAndSize(LastDigits);

  stats.init();
  stats.countByLastDigit(LastDigits, currentSize);
  stats.printNumbers();

  return 0;
}
```

Συντήρηση - τι κερδίσαμε ???

- ποιες μέθοδοι εξαρτώνται από τον πίνακα με τα ΑΦΜ (πίνακας Α)

Συντήρηση - τι κερδίσαμε ???

```
void ManageAFM::init(){
  size = 0;
}

void ManageAFM::issueNew (){
  int input;

  printf("Enter new number: ");
  scanf("%ld", &input);
  A[size] = input;
  size++;
}
```

Συντήρηση - τι κερδίσαμε ???

```
void ManageAFM::checkValidity(){
  int i;
  int length;
  int temp;

  for (i=0; i < size; i++){
    length = 1;
    temp = A[i];
    while(temp > 9){
      temp = temp / 10;
      length++;
    }
    if (length != 5) {
      printf("Error with number in position %d\n", i);
      return;
    }
  }
  printf("ALL OK!\nx");
}
```

Συντήρηση - τι κερδίσαμε ???

```
int ManageAFM::getLastDigitsAndSize (int LastDigits[]){
  int i;
  for(i = 0; i < size; i++){
    LastDigits[i] = A[i] % 10;
  }
  return size;
}
```

Συντήρηση - τι κερδίσαμε ???

```
#include <cstdio>

class ManageAFM{
private:
  int A[100];
  int size;
public:
  void init();
  void issueNew();
  void checkValidity();
  int getLastDigitsAndSize (int LastDigits[]);
};
```

Συντήρηση - τι κερδίσαμε ???

- ποιες μέθοδοι εξαρτώνται από τον πίνακα με τα στατιστικά (πίνακας Β) ??

Συντήρηση - τι κερδίσαμε ???

```
void AFMStatistics::init(){
  int i;
  for(i = 0; i < 10; i++)
    B[i] = 0;
}

void AFMStatistics::countByLastDigit (int LastDigits[], int size){
  int i;
  int lastDigit;

  for(i = 0; i < size; i++){
    lastDigit = LastDigits[i];
    B[lastDigit]++;
  }
}

void AFMStatistics::printNumbers(){
  int i;
  printf("Count by last digit:\n");

  for (i = 0; i < 10; i++){
    printf("%d: %d\n", i, B[i]);
  }
}
```

Συντήρηση - τι κερδίσαμε ???

```
class AFMStatistics{
private:
   int B[10];
public:
   void init();
   void countByLastDigit (int LastDigits[], int
  size);
   void printNumbers ();
};
```

Συντήρηση - τι κερδίσαμε ???

- οι μέθοδοι που εξαρτώνται από τα εκάστοτε δεδομένα μιας εφαρμογής είναι αυτές που τα χειρίζονται
- ποιες τα χειρίζονται ??
  - μόνο αυτές που ορίζονται στην ίδια κλάση με τα δεδομένα
  - στην κλάση της οποίας η αρμοδιότητα είναι η διαχείριση των δεδομένων

Συντήρηση - τι κερδίσαμε ???

- άρα για να ανακαλύψουμε ποιον κώδικα πρέπει να ελέγξουμε μετά από ένα σενάριο συντήρησης που αφορά τα δεδομένα μιας κλάσης αρκεί να εξετάσουμε ποιες μέθοδοι ορίζονται σε αυτή την κλάση