Τμήμα Πληροφορικής
Πανεπιστήμιο Κύπρου

ΕΠΛ232 – Προγραμματιστικές Τεχνικές και Εργαλεία

Διάλεξη 16: Εργαλεία Ι

(μέρος: Κεφάλαια 19.1-19.2, 24.1-24.2 KNK-2ED)

Δημήτρης Ζεϊναλιπούρ

http://www.cs.ucy.ac.cy/courses/EPL232

Περιεχόμενο Διάλεξης 16

- **Μεγάλης Κλίμακας Λογισμικό** (Large-scale SW)
  - Μέγεθος Λογισμικού και Προβλήματα
  - Κύκλος Ανάπτυξης Λογισμικού
- **Μονάδες Προγράμματος (Modules)**
  - Εισαγωγή, Χαρακτηριστικά, Πλεονεκτήματα
  - Συνοχή (Cohesion) και Διασύνδεση (Coupling)
  - Παραδείγματα Μονάδων : glib-c, gzip, coreutils
  - Τύποι Μονάδων, Μονάδες και Βιβλιοθήκες
- **΄Ελεγχοι και Ανάλυση Κώδικα**
  - Επιβεβαίωση Ισχυρισμών `assert()`, `Cunit/Junit`
  - Έννοιες: Στατική & Δυναμική Ανάλυση Κώδικα
  - Εργαλεία: `Valgrind`, `gprof`, `JProfiler (JAVA)` και διασύνδεση με Eclipse

Μεγάλης Κλίμακας Λογισμικό (Μέγεθος)

- Τα περισσότερα **πλήρη προγράμματα** (**full-featured programs**), είναι χιλιάδες ***Γραμμές Πηγαίου Κώδικα (Source Lines of Code - SLOC).***

- **Παραδείγματα**
  - **`gz124src.zip`:** Το gzip εργαλείο σε UNIX (**42 αρχεία με 6,972 SLOC!)**
    - `http://www.gzip.org/`
  - **perl-5.14.2.tar.gz:** Ο μεταφραστής και οι βασικές βιβλιοθήκες της γλώσσας PERL (**3241 αρχεία και 667,323 SLOC!!**)
    - **`http://www.perl.org/get.html`**
  - **glibc-2.14.tar.gz:** ο κώδικας όλων των βιβλιοθηκών της γλώσσας C (**8552 αρχεία** και **1,775,440 SLOC!!!)**
    - **`http://ftp.gnu.org/gnu/glibc/`**

Μεγάλης Κλίμακας Λογισμικό (Μέγεθος)

- Παράδειγμα Εύρεσης SLOC με το εργαλείο **CLOC (Count Lines of Code: http://cloc.sourceforge.net/)**
  - **Windows:http://sourceforge.net/projects/cloc/files/cloc/v1.55/cloc-1.55.exe**
  - **Linux (με Perl):** http://sourceforge.net/projects/cloc/files/cloc/v1.55/cloc-1.55.pl

Απλά τοποθετήστε το .pl ή .exe στον κατάλογο που θέλετε και μετά "./cloc-1.55.pl <directory> " ή απλά "./cloc-1.55.pl gzip.tar.gz"

```
$ ./cloc-1.55.pl gzip124/
      89 text files.
      82 unique files.
      47 files ignored.

http://cloc.sourceforge.net v 1.55  T=0.5 s (84.0 files/s, 21174.0 lines/s)
-------------------------------------------------------------------------------
Language                     files          blank        comment           code
-------------------------------------------------------------------------------
C                               22           1010           1910           5129
C/C++ Header                    12            161            186            680
Bourne Shell                     2             85             99            670
Assembly                         2             69             92            458
DOS Batch                        1              0              0             18
Perl                             1              1              2             12
Teamcenter def                   2              0              0              5
-------------------------------------------------------------------------------
SUM:                            42           1326           2289           6972
-------------------------------------------------------------------------------
```

Μεγάλης Κλίμακας Λογισμικό (Μέγεθος)

- Παραδείγματα SLOC γνωστών Λειτουργικών Συστημάτων.
  - Σύνολο πολλών πλήρων υπο-προγραμμάτων

Year	Operating System	SLOC (Million)
1993	Windows NT 3.1	4-5[1]
1994	Windows NT 3.5	7-8[1]
1996	Windows NT 4.0	11-12[1]
2000	Windows 2000	more than 29[1]
2001	Windows XP	45[2]
2003	Windows Server 2003	50[1]

Operating System	SLOC (Million)
Debian 2.2	55-59[3][4]
Debian 3.0	104[4]
Debian 3.1	215[4]
Debian 4.0	283[4]
Debian 5.0	324[4]
OpenSolaris	9.7
FreeBSD	8.8
Mac OS X 10.4	86[5]
Linux kernel 2.6.0	5.2
Linux kernel 2.6.29	11.0
Linux kernel 2.6.32	12.6[6]
Linux kernel 2.6.35	13.5[7]

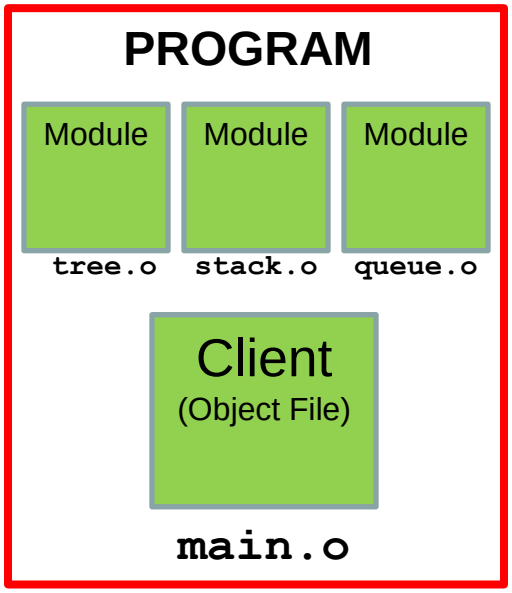
Πηγή: http://en.wikipedia.org/wiki/Source_lines_of_code

Περιεχόμενο Διάλεξης 16

- **Μεγάλης Κλίμακας Λογισμικό** (Large-scale SW)
  - Μέγεθος Λογισμικού και Προβλήματα
  - Κύκλος Ανάπτυξης Λογισμικού
- **Μονάδες Προγράμματος (Modules)**
  - Εισαγωγή, Χαρακτηριστικά, Πλεονεκτήματα
  - Συνοχή (Cohesion) και Διασύνδεση (Coupling)
  - Παραδείγματα Μονάδων : glib-c, gzip, coreutils
  - Τύποι Μονάδων, Μονάδες και Βιβλιοθήκες
- **΄Ελεγχοι και Ανάλυση Κώδικα**
  - Επιβεβαίωση Ισχυρισμών `assert()`, `Cunit/Junit`
  - Έννοιες: Στατική & Δυναμική Ανάλυση Κώδικα
  - Εργαλεία: `Valgrind`, `gprof`, `JProfiler (JAVA)` και διασύνδεση με Eclipse

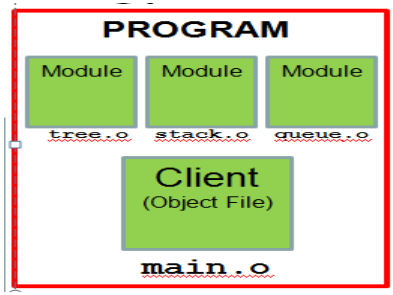
Μονάδες - Modules (Εισαγωγή)

- Οπως αναφέραμε ήδη, είναι ευκολότερο να βλέπουμε ένα πρόγραμμα ως μια συλλογή από **ανεξάρτητες μονάδες (modules).**
- **Μονάδα Προγράμματος (Module):** Συλλογή από ***"υπηρεσίες" (συναρτήσεις)*** οι οποίες είναι διαθέσιμες σε άλλα μέρη του προγράμματος, τα οποία ονομάζονται ***χρήστες (clients***).
  - **Ορολογία C: Module** ή **Object** με `.o` extension (κώδικας μηχανής που προκύπτει από την μεταγλώττιση)
  - **Ορολογία JAVA: Class** ή **Object** με `.class` extension (ενδιάμεσος κώδικας που προκύπτει από την μεταγλώττιση – απαιτεί JRE για εκτέλεση – μπορεί να γίνει decompile, π.χ., ψάξε `jad` ή `JD` στο google.)



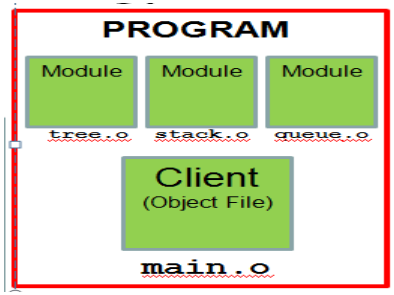
Μονάδες - Modules (Χαρακτηριστικά)

- Κάθε module έχει μια ***διεπαφή (interface)***, *η οποία περιγράφει τις* ***διαθέσιμες "υπηρεσίες"*** *του module. Η διεπαφή αυτή την ονομάστηκε* ***αρχείο κεφαλίδας****.*
- Κάθε module έχει την **υλοποίηση (implementation)**. Η υλοποίηση αυτή ονομάστηκε **πηγαίος κώδικας**.
- Κάθε Module **αναπτύσσεται ξεχωριστά** από τα υπόλοιπα modules.
- Κάθε Module **μπορεί** να **αναπτύσσεται από διαφορετικούς προγραμματιστές** (ή ζεύγη προγραμματιστών – extreme programming)
- Κάθε Module **δοκιμάζεται και συντηρείται** ξεχωριστά από τα άλλα module (με τους οδηγούς δοκιμής που διερευνούν όλα τα μονοπάτια εκτέλεσης ενός προγράμματος)



Μονάδες - Modules (Πλεονεκτήματα)

- **Πλεονεκτήματα διάσπασης** ενός προγράμματος σε μονάδες:
  - **Αφαιρετικότητα (Abstraction)**
    - Γνωρίζουμε τι κάνει **χωρίς** να ξέρουμε πως.
  - **Επαναχρησιμοποίηση Κώδικα (Reusability)**
    - Κάθε μονάδα (π.χ., στοίβα) που παρέχει υπηρεσίες μπορεί εύκολα να είναι χρήσιμη σε άλλους πελάτες.
  - **Συντήρηση Κώδικα (Maintainability)**
    - Ένα **σφάλμα** βρίσκεται σε μια μόνο μονάδα, επομένως διευκολύνεται ο **εντοπισμός** & **διόρθωση** του προβλήματος.
    - Η **επανα-μεταγλώττιση** γίνεται γρήγορα (ένα αρχείο).
    - Μπορούμε να αλλάξουμε την υλοποίηση μιας μονάδας χωρίς να αλλάξει το υπόλοιπο πρόγραμμα (εφόσον η διεπαφή δεν αλλάζει πρότυπο)



Μονάδες - Modules (Ερωτηματικά)

- Κατά τη **σχεδίαση** ενός **αρθρωτού μεγάλου** προγράμματος προκύπτουν κάποια **ερωτηματικά**:
  - **Ποιες** και **πόσες μονάδες** πρέπει να έχει ένα πρόγραμμα;
  - Τι **υπηρεσίες** πρέπει να **προσφέρει** μια μονάδα;
  - Ποιες **υπηρεσίες** να είναι **εσωτερικές** και ποιές **εξωτερικές**;
  - Τι **αλληλεξαρτήσεις** πρέπει να έχουν οι μονάδες;
- Σίγουρα, θα έχετε **προβληματιστεί** για τα **ερωτήματα** αυτά, από την έως **τώρα τριβή** σας με τις **εργασίες.**

Συνοχή και Διασύνδεση (Cohesion and Coupling)

- Σε ένα καλά **σχεδιασμένο πρόγραμμα**, οι μονάδες πρέπει να έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:
  - ***Ψηλή Συνοχή (High cohesion):*** Τα **στοιχεία** (συναρτήσεις, δεδομένα, κτλ) κάθε μονάδας πρέπει να **συσχετίζονται** όσο το **δυνατό περισσότερο**
  - ***Χαμηλή Διασύνδεση (Low coupling):*** Τα **Modules** πρέπει να είναι όσο πιο **ανεξάρτητα** γίνεται (**χωρίς** δηλαδή να κάνει το ένα **include** το άλλο).
- Ας δούμε τώρα κάποια πραγματικά παραδείγματα από τα προγράμματα
  - glib-c (βιβλιοθήκες gnuC), gzip (εργαλείο C), coreutils (βασικές εντολές UNIX)

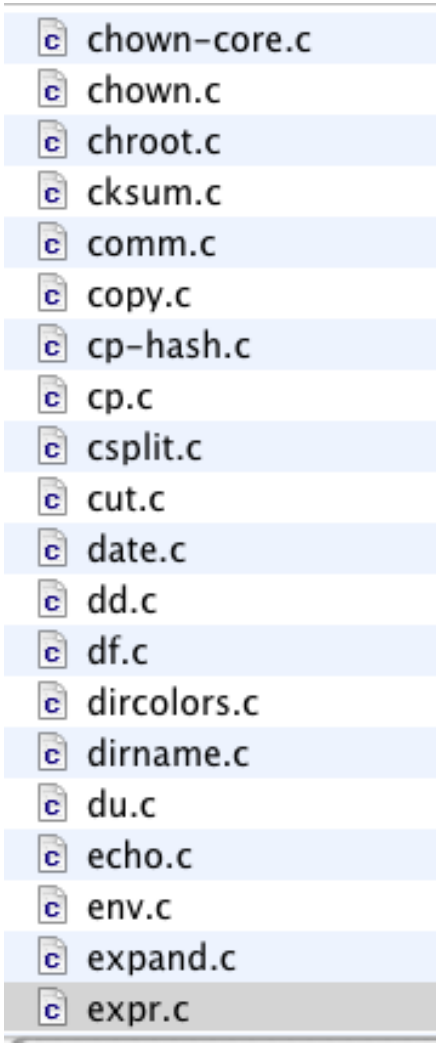
Ψηλή Συνοχή και Χαμηλή Διασύνδεση (Παραδείγματα)

- Οι μονάδες του προγράμματος **gzip124** το οποίο υλοποιεί διάφορους **αλγόριθμους συμπίεσης / αποσυμπίεσης**
- Παρατηρούμε ότι έχουμε μια μονάδα (module) ανά αλγόριθμο, ένα πελάτη και άλλα
  - `gzip.c` (Client προγράμματος)
  - **`trees.c / unpack.c` (Huffman αλγόριθμος!)**
  - `zip.c / unzip.c` (PKZIP αλγόριθμος)
  - `lzw.c / unlzw.c / lzw.h` (LZW αλγ.)
  - `inflate.c / deflate.c` (LZ77 + Huffman)
  - Αλλα: `getopt (command options), κτλ.`
- Το αρχείο κεφαλίδας των πλείστων αρχείων είναι το `gzip.h` (κάθε συνάρτηση μπορεί να υλοποιείται από ξεχωριστό προγραμματιστή)
- Οι οδηγοί χρήσης μπορει να είναι υλοποιημένοι εξωτερικά (εκτός κώδικα, το οποίο είναι εφικτό)

assembly

Ψηλή Συνοχή και Χαμηλή Διασύνδεση (Παραδείγματα)

- Υποσύνολο των μονάδων για τα core utilities (βασικές εντολές) του UNIX
  - Διαθέσιμο μέσω : `http://ftp.gnu.org/gnu/coreutils/coreutils-8.9.tar.gz`
- **Τι παρατηρείται; Με ποια λογική έχουν δημιουργηθεί οι μονάδες;**
- Τα δικά μας προγράμματα μέχρι στιγμής ήταν **"πολύ μικρά"** για αυτό **σκόπιμα δημιουργήσαμε** και **μονάδες** που ΔΕΝ θα χρειάζονταν στην **πραγματικότητα**.
  - Σε μεγαλύτερα προγράμματα θα ήταν πιο ξεκάθαρο πώς να χωριστεί ο κώδικας σε μονάδες (όπως τα παραδείγματα)



Τύποι Μονάδων (Types of Modules)

- Μέχρι στιγμής είχαμε πει ότι μια **Μονάδα (Module)** θα **αποτελείται** από ένα .c και .h αρχείο.
- Τώρα είμαστε πιο **έτοιμοι (ώριμοι)** για να **χαλαρώσουμε** αυτό τον **περιορισμό**.
- Γενικότερα, μπορούμε να πούμε ότι οι **μονάδες** ανήκουν στις **ακόλουθες κατηγορίες**:
  A. Συλλογές Δεδομένων (Data pools)
  B. Βιβλιοθήκες (Libraries)
  C. Αφαιρετικά Αντικείμενα (Abstract objects)

Τύποι Μονάδων (Types of Modules)

A. Συλλογή Δεδομένων (*Data Pool*): συσχετιζόμενες μεταβλητές ή/και σταθερές.

- Στη C, μια μονάδα αυτού του τύπου μπορεί να είναι ένα απλό αρχείο κεφαλίδας, π.χ., `<float.h>`, `<limits.h>` ή το `"def.h"`

B. Βιβλιοθήκη (*Library*): *μια συλλογή από συσχετιζόμενες συναρτήσεις*.

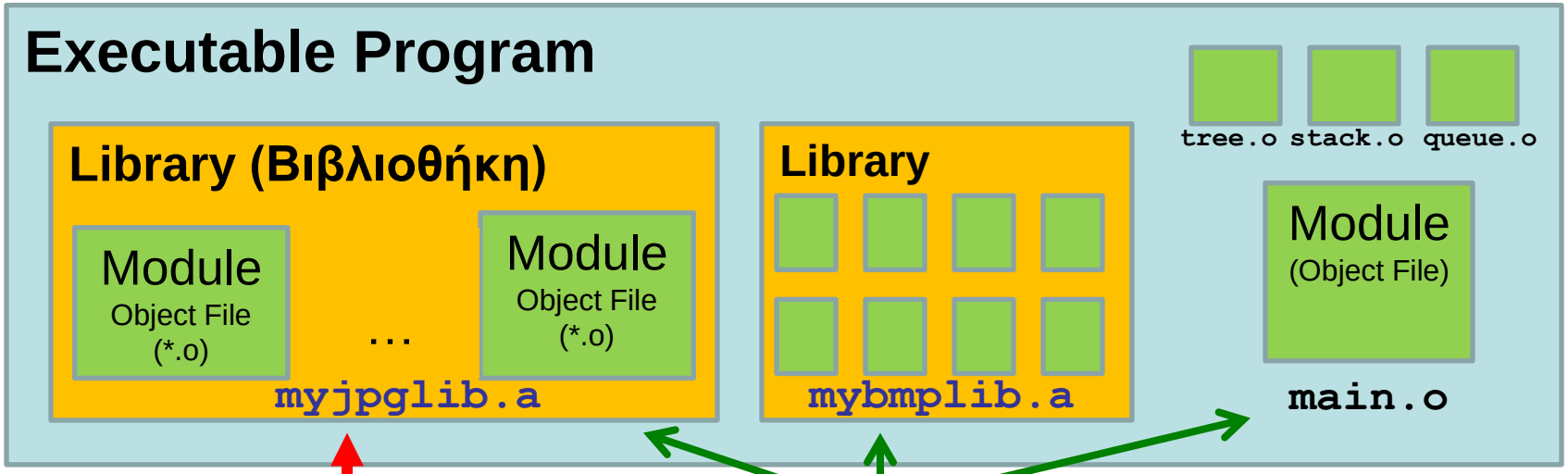
- `<string.h>` είναι η διεπαφή (interface) της βιβλιοθήκης που αφορά το συναρτήσεις επεξεργασίας συμβολοσειρών.

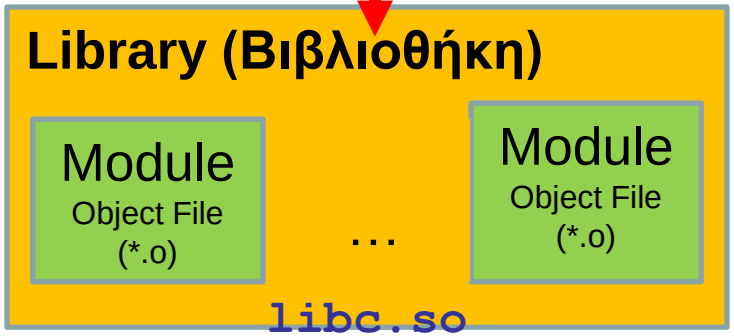
Βιβλιοθήκη
`glibc-2.14/string`

- string.h
- strlen.c
- strncase_l.c
- strncase.c
- strncat.c
- strncmp.c
- strncpy.c
- strndup.c
- strnlen.c
- strpbrk.c
- strrchr.c
- strsep.c
- strsignal.c
- strspn.c
- strstr.c
- strtok_r.c
- strtok.c

Μονάδες και Βιβλιοθήκες (Module and Library)

- **Βιβλιοθήκη (Library):** Μια συλλογή από modules (αντίστοιχο της έννοιας των JAR αρχείων στη JAVA)





- **Statically-linked** (δηλ., κατά την μεταγλώττιση συνδέονται όλα σε ένα αρχείο, το εκτελέσιμο!)
- **Dynamically-linked** (δηλ., κατά την εκτέλεση το Λειτουργικό συνδέει το εκτελέσιμο με την βιβλιοθήκη)

Μονάδες και Βιβλιοθήκες (Module and Library)

Παράδειγμα Δημιουργίας / Σύνδεσης με Στατική Βιβλιοθήκης:

Α) Δημιουργία Αντικειμενικών Αρχείων:

```
gcc -Wall -c f1.c f2.c
```

Β) Δημιουργία Βιβλιοθήκης "mylibc.a" // ar -- create and maintain library archives

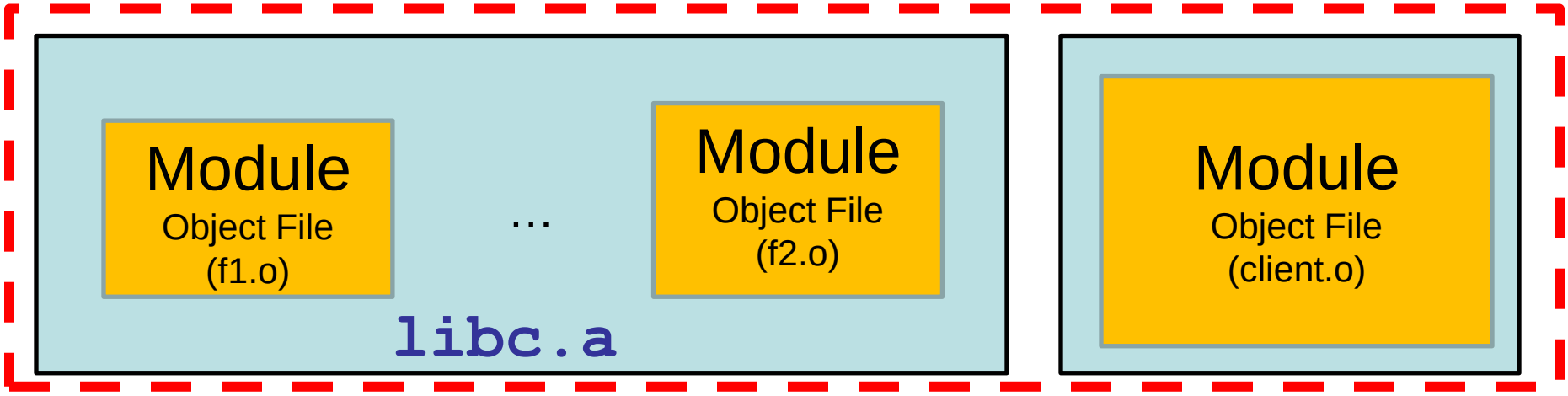
```
ar -cvq libc.a f1.o f2.o
```

Γ) Παρουσίαση Αρχείων στη Βιβλιοθήκης:

```
ar –t libc.a
```

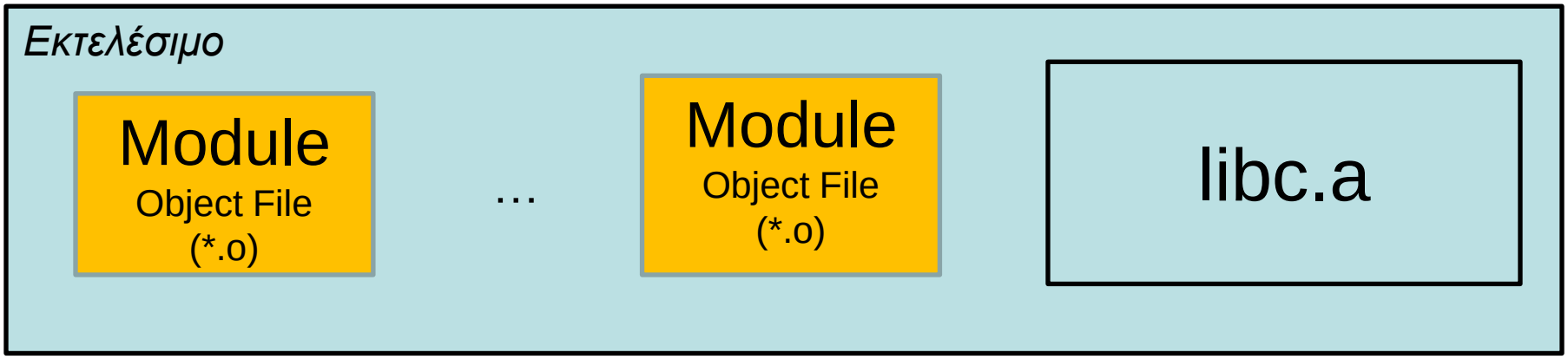
Δ) Σύνδεση προγράμματος πελάτη με τη Βιβλιοθήκη

```
gcc -o game client.c libc.a
```



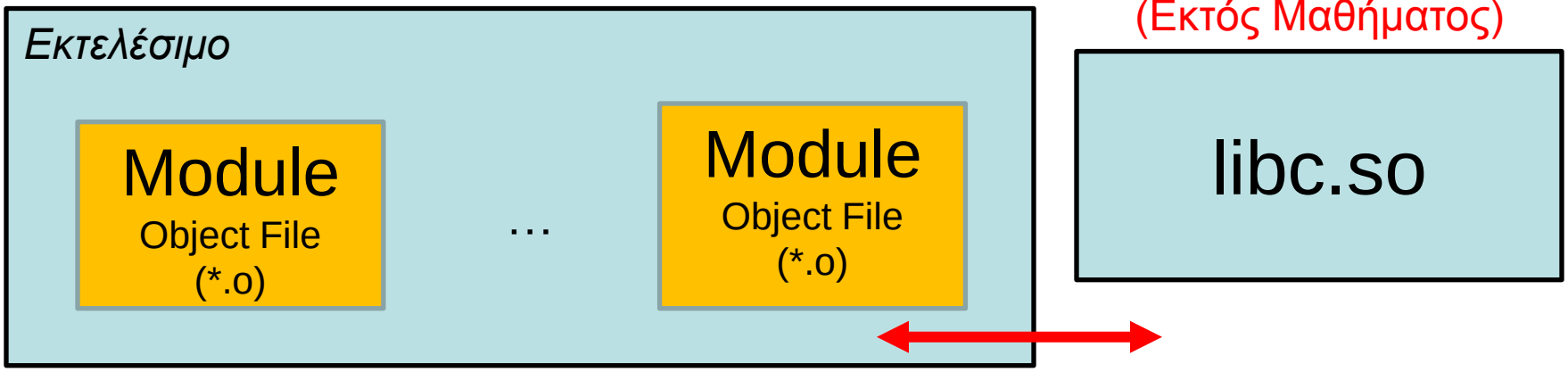
Μονάδες και Βιβλιοθήκες (Module and Library)

Σύνδεση με Στατική Βιβλιοθήκη (Static Library)



Σύνδεση με Δυναμική Βιβλιοθήκη (Dynamic Library)

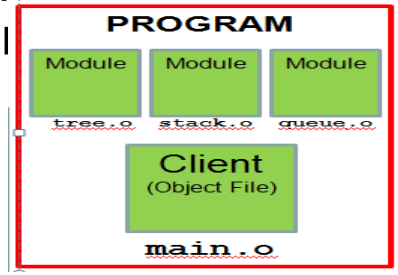
(Εκτός Μαθήματος)



Example: http://www.yolinux.com/TUTORIALS/LibraryArchives-StaticAndDynamic.html

Απόκρυψη Πληροφορίας (Information Hiding)

- Μια καλά σχεδιασμένη μονάδα **αποκρύπτει** πληροφορίες από τους πελάτες της (γνωστό ως **απόκρυψη πληροφορίας – information hiding**)
  - Π.χ., Οι πελάτες της στοίβας δε χρειάζεται να γνωρίζουν εάν η στοίβα αποθηκεύεται σε πίνακα, συνδεδεμένη λίστα ή αλλιώς.
- **Λόγοι Απόκρυψης:**
  - ***Ασφάλεια (Security).*** Εάν οι πελάτες δεν γνωρίζουν πως αποθηκεύονται τα δεδομένα εσωτερικά δεν μπορούν να την μεταβάλουν συνειδητά ή ασυνείδητα.
  - ***Ευελιξία (Flexibility). Η αλλαγές*** στα εσωτερικά ενός module δεν θα είναι δύσκολη από τον προγραμματιστή εφόσον το module εκθέτει (διαφημίζει) μόνο τη διεπαφή. τι



Απόκρυψη Πληροφορίας (Information Hiding)

- Στη C, το βασικό εργαλείο για απόκρυψη πληροφορίας είναι η χρήση του `static`
  - Μια **`static` μεταβλητή** με εμβέλεια αρχείου, είναι "ορατή" μόνο **εσωτερικά του αρχείου** (ούτε και οι πελάτες της μονάδας δεν το βλέπουν).
  - Μια **`static` συνάρτηση** μπορεί να καλείται απευθείας μόνο από άλλες **συναρτήσεις** μέσα **στο ίδιο αρχείο**.

```
def.h
   #define PUBLIC            // Ορατή Εκτός Αρχείου
   #define PRIVATE static    // Ορατή Εντός Αρχείου
```

Τύποι Μονάδων (Types of Modules)

C. Αφηρημένο Αντικείμενο (*Abstract Object*):
*Συλλογή από **συναρτήσεις** που εργάζονται πάνω σε κάποια δομή η οποία είναι **εσωτερική (hidden).***

- *Στη διάλεξη 11 χρησιμοποιήσαμε το static μπροστά από τις εσωτερικές μεταβλητές της στοίβας (η οποία ήταν αφηρημένο αντικείμενο)*
- *stack.h*

```
static int sp = 0;
static double val[100];
```

main.cI

```
#include "stack.h"
int main() {
    STACK stack; int x = 1;
    push(&stack, x); // OK
    sp = 2;  // ERROR
```

Προβλήματα;

Επόμενη Διαφάνεια …

Τύποι Μονάδων (Types of Modules)

- **Πρόβλημα 1:** Συγκρούσεις στα Ονόματα (π.χ., include "queue.h" και "stack.h" και τα δυο περιέχουν συνάρτηση top()
  - **Λύση:** Πρόθεμα στις συναρτήσεις stack_top() και queue_top().
- **Πρόβλημα 2:** Δεν θα μπορούσαμε να "κρύψουμε" τα δεδομένα του stack εάν είχαμε typedef
  - Οι αντικειμενοστραφείς γλώσσες (JAVA, C++, C#) υποστηρίζουν ευκολότερα τους Αφηρημένους Τύπους Δεδομένων (ΑΤΔ)

stack.h

```
typedef  struct  {
    int sp = 0;
    double val[100];
 } STACK;
```

main.c

```
#include "stack.h"
int main() {
    STACK stack; int x = 1;
    push(&stack, x); // OK
    stack.sp = 2;  // OK!!!
```

Περιεχόμενο Διάλεξης 16

- **Μεγάλης Κλίμακας Λογισμικό** (Large-scale SW)
  - Μέγεθος Λογισμικού και Προβλήματα
  - Κύκλος Ανάπτυξης Λογισμικού
- **Μονάδες Προγράμματος (Modules)**
  - Εισαγωγή, Χαρακτηριστικά, Πλεονεκτήματα
  - Συνοχή (Cohesion) και Διασύνδεση (Coupling)
  - Παραδείγματα Μονάδων : glib-c, gzip, coreutils
  - Τύποι Μονάδων, Μονάδες και Βιβλιοθήκες
- **Έλεγχοι και Ανάλυση Κώδικα**
  - Επιβεβαίωση Ισχυρισμών `assert()`, `Cunit/Junit`
  - Έννοιες: Στατική & Δυναμική Ανάλυση Κώδικα
  - Εργαλεία: `Valgrind`, `gprof`, `JProfiler (JAVA)` και διασύνδεση με Eclipse

Έλεγχοι Μονάδας ΧΩΡΙΣ Εργαλεία (Assertions)

- Μια εναλλακτική (ή συμπληρωματική) πρακτική για τον έλεγχο μονάδων είναι αυτή της **Επιβεβαίωσης Ισχυρισμών (Assertions)**
  - Υποστηρίζεται από όλες τις δημοφιλής γλώσσες!
- Παράδειγμα

```
#include <assert.h> // assert()
#include <stdlib.h> // EXIT_SUCCESS
int main() {
    int A[10], i = 15;
    assert(0<=i && i<10);
    A[i] = 0; return EXIT_SUCCESS;
}
```

*Το assert λοιπόν μπορεί να το **φανταστεί** κανείς ως μια **συνθήκη ελέγχου if**, η οποία **τερματίζει** τη **ροή εκτέλεσης** ενός προγράμματος εάν δεν ικανοποιείται η συνθήκη.*

- Εκτέλεση

```
Assertion failed: (0<=i && i<10), function main, file
new.c, line 6.
Abort trap
```

Έλεγχοι Μονάδας ΧΩΡΙΣ Εργαλεία (Assertions)

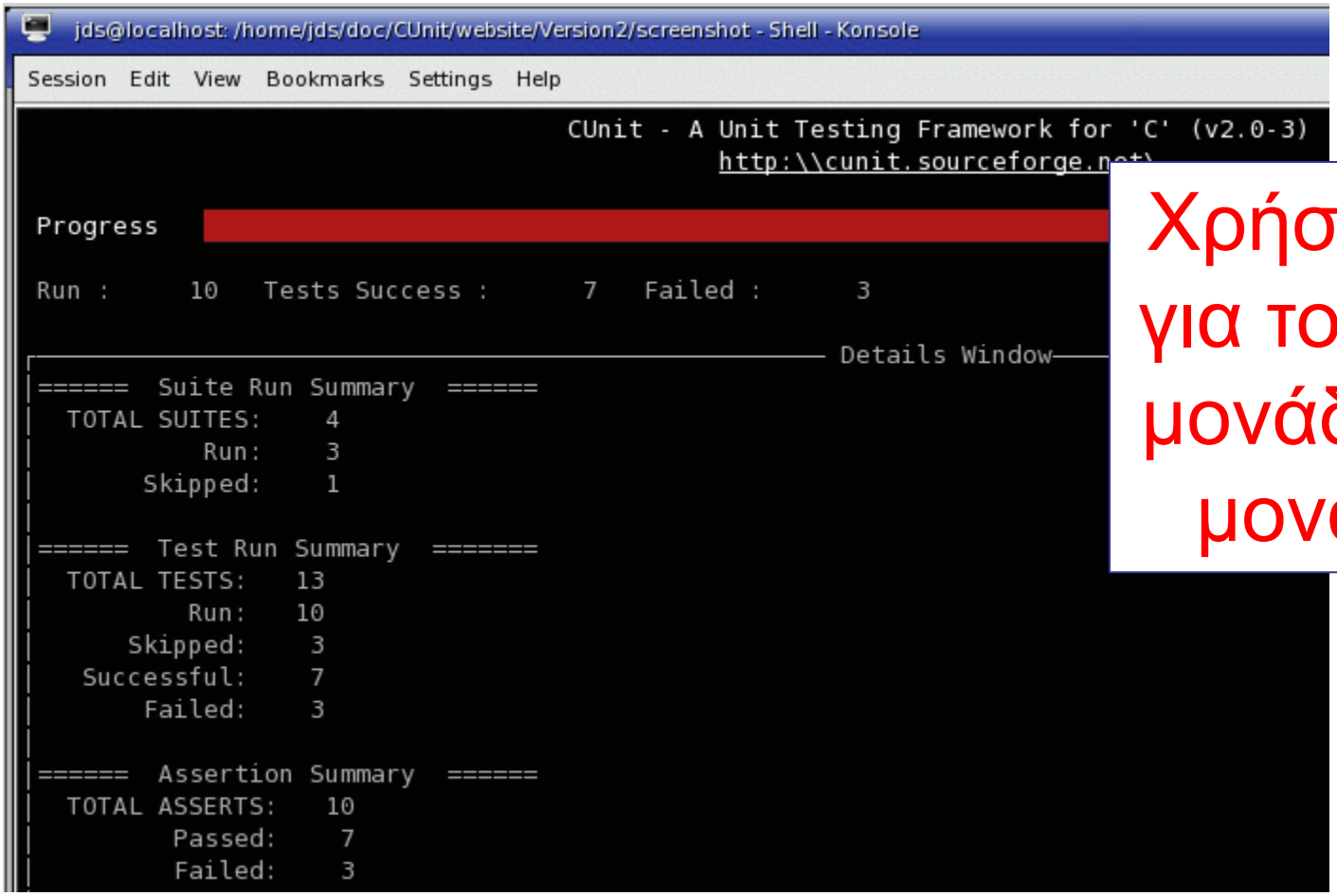
- **Μειονέκτημα assert:** Ο **Χρόνος** εκτέλεσης του **προγράμματος αυξάνεται** από τον επιπλέον **έλεγχο, assert (condition)**.
- Συνεπώς, πολλοί χρησιμοποιούν το assert μόνο κατά την φάση της δοκιμής / αποσφαλμάτωσης με την ακόλουθη λογική:
  - Εισαγωγή της `assert.h` αφού πρώτα γίνει def το `NDEBUG`.

```
#define NDEBUG
#include <assert.h>
```

  - Στην περίπτωση μας θα μπορούσαμε να συνδυάσουμε με τη `DEBUG` μεταβλητή του makefile μας.

```
#ifdef DEBUG
   #define NDEBUG
   #include <assert.h>
#endif
```

Έλεγχοι Μονάδας ΜΕ Εργαλεία (Το Εργαλείο CUnit)



Χρήση CUnit για τον έλεγχο μονάδων μιας μοναδας C

Έλεγχοι Μονάδας ΜΕ Εργαλεία (Το Εργαλείο CUnit)

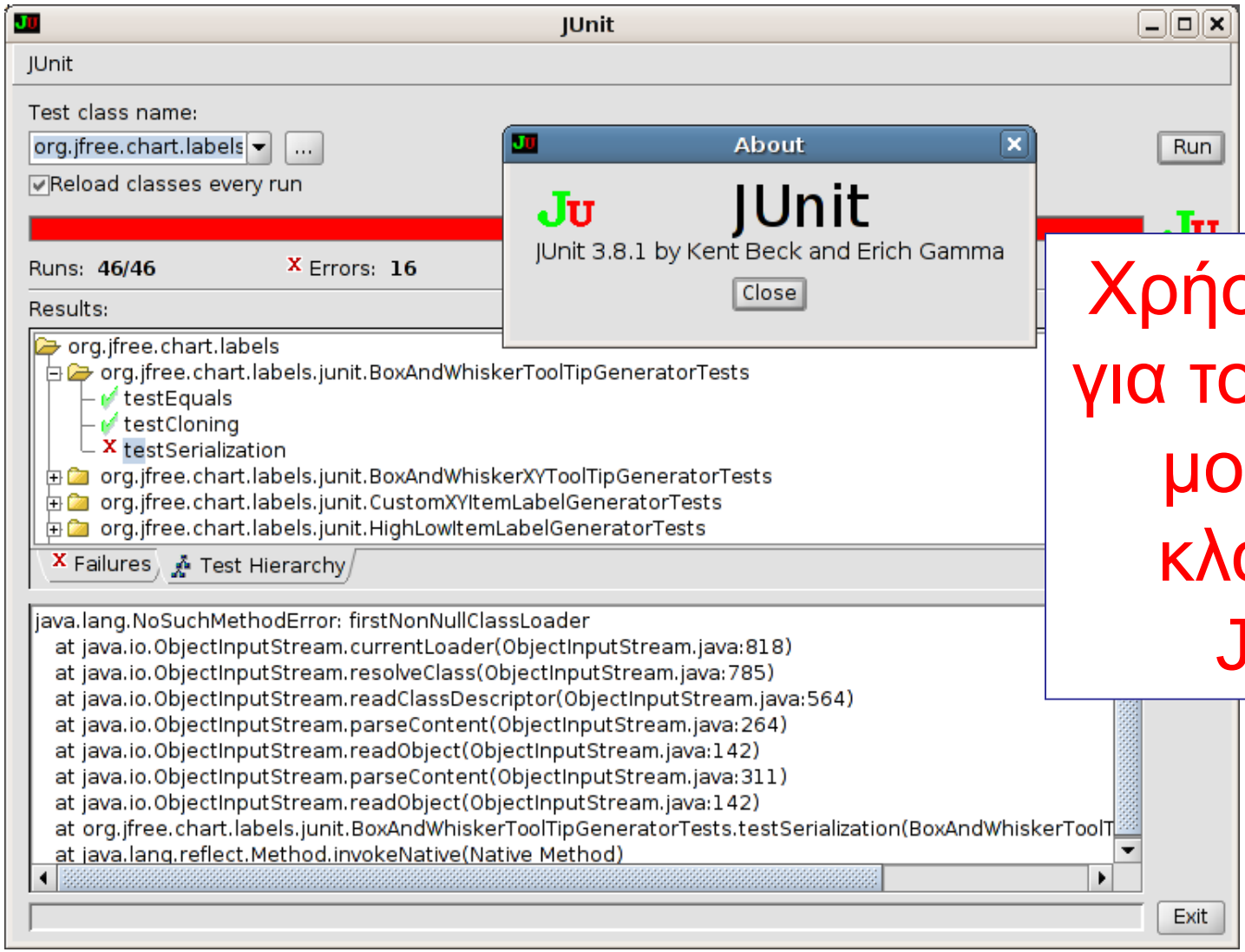
```
/* Simple test of fprintf().
 * Writes test data to the temporary file and checks
 * whether the expected number of bytes were written.
 */
void testFPRINTF(void)
{
   int i1 = 10;

   if (NULL != temp_file) {
      CU_ASSERT(0 == fprintf(temp_file, ""));
      CU_ASSERT(2 == fprintf(temp_file, "Q\n"));
      CU_ASSERT(7 == fprintf(temp_file, "i1 = %d", i1));
   }
}
```

Παράδειγμα CUnit Test (Test Driver γραμμένο σε CUnit)

```
/* The main() function for setting up and running the tests.
 * Returns a CUE_SUCCESS on successful running, another
 * CUnit error code on failure.
 */
int main()
{
   CU_pSuite pSuite = NULL;
   pSuite = CU_add_suite("Suite_1", init_suite1, clean_suite1);
   CU_add_test(pSuite, "test of fprintf()", testFPRINTF);
   ...
   CU_basic_run_tests(); return CU_get_error();
}
```

Συναρτήσεις αρχικοποίησης ελέγχων

Έλεγχοι Μονάδας ΜΕ Εργαλεία (Το Εργαλείο JUnit)



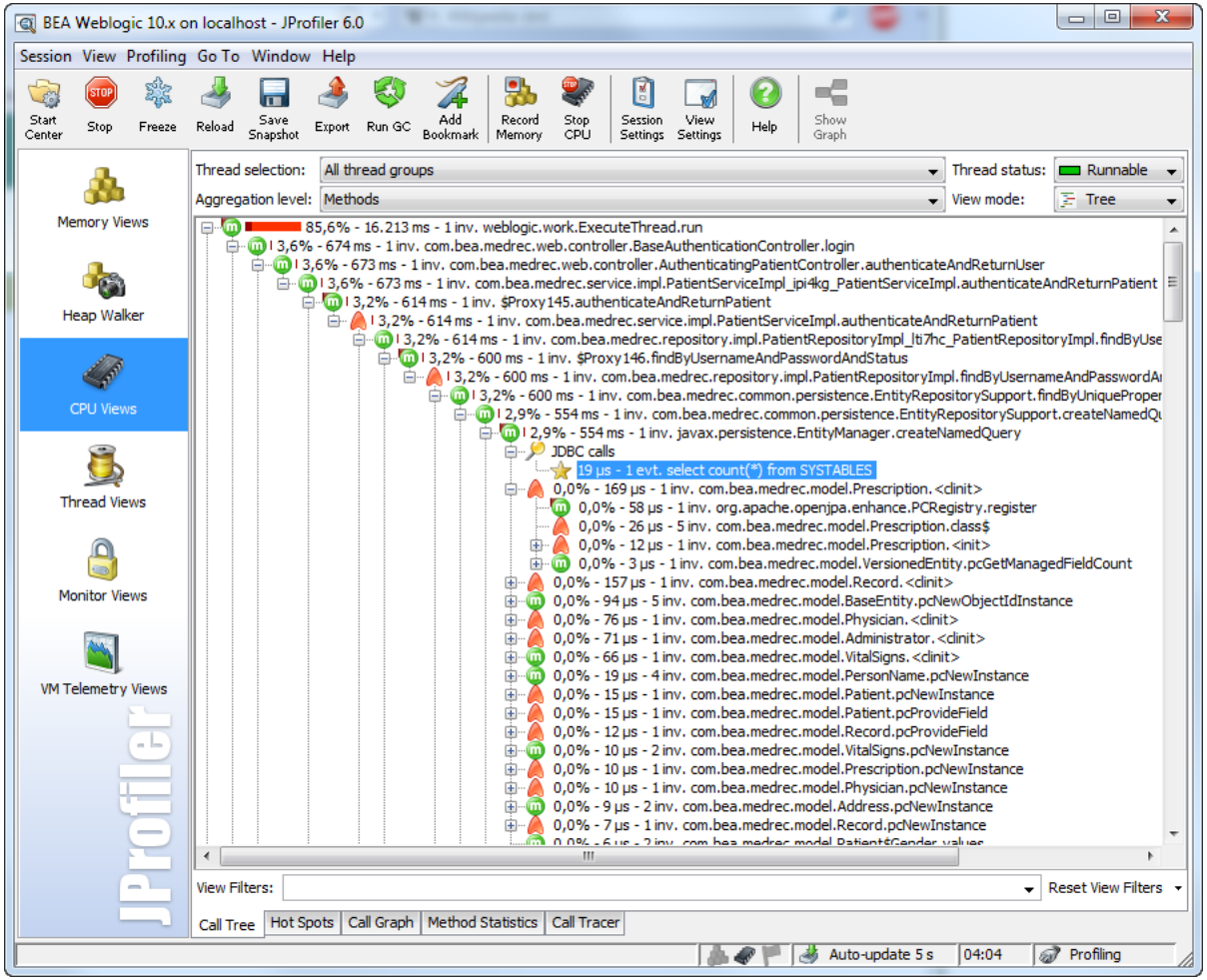
Χρήση JUnit για τον έλεγχο μονάδας κλάσεων JAVA

Στατική Ανάλυση Κώδικα (Static Code Analysis)

- **Στατική Ανάλυση Κώδικα (Static Code Analysis):** Η ανάλυση ενός κώδικα **ΧΩΡΙΣ** να εκτελεστεί (δηλ., σε επίπεδο **πηγαίου κώδικα** ή **αντικειμενικού κώδικα**)
  - **Μέρος** τέτοιας **ανάλυσης** γίνεται σήμερα από τον **μεταγλωττιστή**, π.χ., unreachable code, variable-not-used, κτλ. (παλαιότερο από άλλα εργαλεία, π.χ, lint)
  - Σε αρκετά πεδία απαιτούνται σήμερα **τυπικές μέθοδοι (formal methods)** οι οποίες αποδεικνύουν με **μαθηματικό τρόπο** ότι ένα λογισμικό ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις. (π.χ., έλεγχος μοντέλων, λογισμικό για ιατρικούς, πυρηνικούς σκοπούς,)

Ανάλυση Κώδικα στη JAVA με JProfiler

Το αντίστοιχο εργαλείο **JProfiler** για δυναμική ανάλυση προγραμμάτων JAVA



Δυναμική Ανάλυση Κώδικα (Dynamic Code Analysis)

- **Δυναμική Ανάλυση Κώδικα (Dynamic Code Analysis):** Η ανάλυση ενός κώδικα **ΜΕΣΩ** εκτέλεσης του προγράμματος σε ένα **πραγματικό** ή **νοητό** επεξεργαστή
  - Κατά την εκτέλεση καταγράφονται στοιχεία για το πρόγραμμα (π.χ., χρήση μνήμης, επεξεργαστή, κτλ)
  - Το αποτέλεσμα αυτής της ανάλυσης επιτρέπει στον χρήστη να εντοπίσει:
    - Διαρροή Μνήμης (Memory Leaks)
    - Χρόνος Συναρτήσεων, Απαίτηση Πόρων, κτλ.

Δυναμική Ανάλυση Κώδικα (Dynamic Code Analysis)

Χρόνος Συναρτήσεων με **gprof** (βλέπε Εργαστήριο)

```
gcc prog.c -pg -o prog;
gprof -bc prog
```

80% του χρόνου!

11.6 seconds*

```
Each sample counts as 0.01 seconds.
  %   cumulative   self              self     total
 time   seconds   seconds    calls  s/call   s/call  name
 80.87     11.61    11.61 161798155     0.00     0.00  isValidMove
 15.14     13.79     2.17 20224717     0.00     0.00  findNextEntry
  2.13     14.09     0.31        1     0.31    14.21  solvePuzzle
  1.05     14.24     0.15        1     0.15     0.15  createFilename
  0.35     14.29     0.05 10112282     0.00     0.00  pop
  0.21     14.32     0.03 20224564     0.00     0.00  IsEmptyStack
  0.21     14.35     0.03 10112435     0.00     0.00  push
  0.14     14.37     0.02        1     0.02     0.02  allocateMemory
  0.07     14.38     0.01        1     0.01     0.01  MakeEmptyStack
  0.00     14.38     0.00      206     0.00     0.00  printNeatLockedValue
  0.00     14.38     0.00      153     0.00     0.00  printNeatDot
  0.00     14.38     0.00      153     0.00     0.00  printNeatValue
  0.00     14.38     0.00       10     0.00     0.00  printLine
  0.00     14.38     0.00        2     0.00     0.00  displayPuzzle
  0.00     14.38     0.00        2     0.00     0.00  isValidPuzzle
  0.00     14.38     0.00        1     0.00     0.00  readPuzzle
  0.00     14.38     0.00        1     0.00     0.00  writePuzzle
```

** Οι χρόνοι καταγράφονται κάνοντας δειγματοληψία το πρόγραμμα σε διαφορετικά χρονικά σημεία.*

Δυναμική Ανάλυση Κώδικα (Dynamic Code Analysis)

Εντοπισμός Διαρροών Μνήμης (Memory Leaks) με **`valgrind`** (βλέπε Εργαστήριο)

```
valgrind --tool=memcheck --leak-check=full --show-reachable=yes --num-
callers=20 --track-fds=yes ./test
```

```
gcc -o test -g test.c
```

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

int main()
{
  char *p;

  // Allocation #1 of 19 bytes
  p = (char *) malloc(19);

  // Allocation #2 of 12 bytes
  p = (char *) malloc(12);
  free(p);

  // Allocation #3 of 16 bytes
  p = (char *) malloc(16);

  return 0;
}
```

```
==14341== HEAP SUMMARY:
==14341==     in use at exit: 35 bytes in 2 blocks
==14341==   total heap usage: 3 allocs, 1 frees, 47 bytes allocated
==14341==
==14341== 16 bytes in 1 blocks are definitely lost in loss record 1 of 2
==14341==    at 0x4A0610C: malloc (vg_replace_malloc.c:195)
==14341==    by 0x40050E: main (test.c:16)
==14341==
==14341== 19 bytes in 1 blocks are definitely lost in loss record 2 of 2
==14341==    at 0x4A0610C: malloc (vg_replace_malloc.c:195)
==14341==    by 0x4004E9: main (test.c:9)
==14341==
==14341== LEAK SUMMARY:
==14341==    definitely lost: 35 bytes in 2 blocks
```

* Εκτέλεση σε νοητό *επεξεργαστή*

Ανάλυση Κώδικα στο Eclipse (Το linuxtools plugin)

Κάνοντας install τα "**linuxtools"** στο Eclipse CDT μας δίνει την ευκαιρία χρήση του **GProf**, **Valgrind** και άλλων εργαλείων απευθείας από το **eClipse CDT.**