Διάλεξη 23 - Προχωρημένα Θέματα

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Εισαγωγή στον Προγραμματισμό

Θανάσης Αυγερινός

Ανακοινώσεις / Διευκρινήσεις

- Βγήκε η Εργασία #3, προθεσμία 13 Φλεβάρη
- Η Εργασία #2 έχει προθεσμία την Τετάρτη -> θα δοθεί παράταση
- Επιβεβαιώστε ότι έχετε συμπληρώσει το sdi και το github σας σωστά στην φόρμα του μαθήματος

Την προηγούμενη φορά

- Αυτοαναφορικές Δομές
  - Δέντρα
  - Αλγόριθμοι χρήσης και διάσχισης

Σήμερα

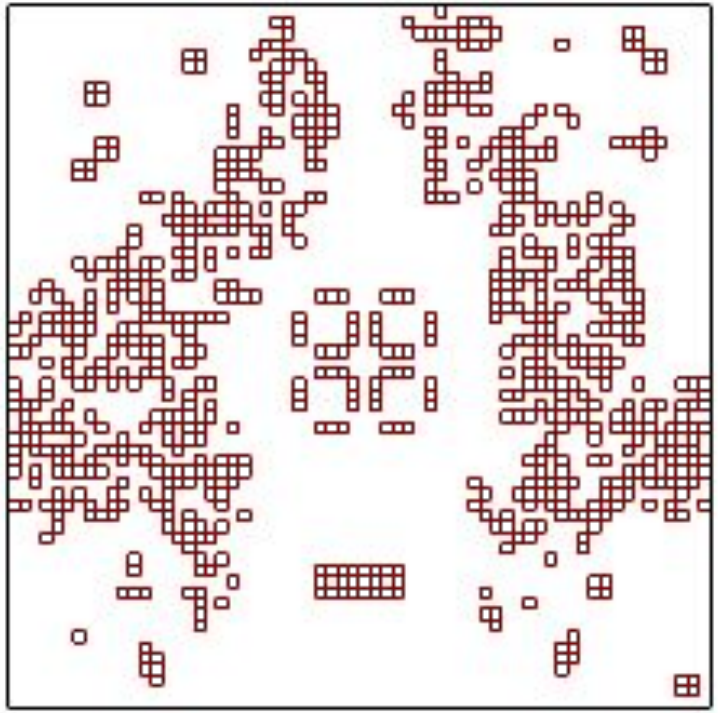
- Μεγάλα Προγράμματα, Οργάνωση και Μεταγλώττιση
- Δηλώσεις μεταβλητών και συναρτήσεων
- const και extern
- Δείκτες σε συναρτήσεις
- Variadic Συναρτήσεις
- execve, system, etc
- Debugging
- IEEE754

Γραμμές Κώδικα (Lines of Code - LOC)

Η γραμμή κώδικα (Line of Code/Source Line of Code - LOC/SLOC), δηλαδή οι εντολές που γράφουμε μέχρι την αλλαγή γραμμής (newline) είναι μία από τις βασικές μετρικές για να κατανοήσουμε το μέγεθος προγραμμάτων.

- LOC
- KLOC = 10^3 LOC
- MLOC = 10^6 LOC
- …

Με λίγες γραμμές κώδικα, μπορούμε να πάρουμε ιδιαίτερα σύνθετα συστήματα

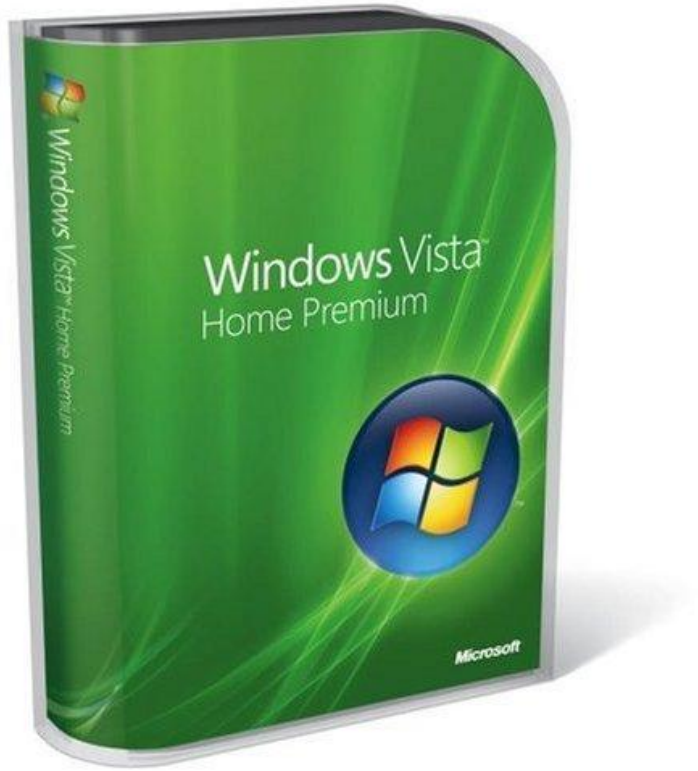


Conway's Game of Life (1970)

~100-200 LOC

Apollo 11 (1969)

145 KLOC



Windows Vista (2006)

50 MLOC

Πόσες γραμμές γράψαμε στις εργασίες μας;


```
$ sloccount hw-submissions/
Total Physical Source Lines of Code (SLOC)                = 80,160
Development Effort Estimate, Person-Years (Person-Months) = 19.96 (239.53)
 (Basic COCOMO model, Person-Months = 2.4 * (KSLOC**1.05))
Schedule Estimate, Years (Months)                         = 1.67 (20.05)
 (Basic COCOMO model, Months = 2.5 * (person-months**0.38))
Estimated Average Number of Developers (Effort/Schedule)  = 11.95
Total Estimated Cost to Develop                           = $ 2,696,480
 (average salary = $56,286/year, overhead = 2.40).
SLOCCount, Copyright (C) 2001-2004 David A. Wheeler
Please credit this data as "generated using David A. Wheeler's 'SLOCCount'."
```

Υλοποιούμε ένα καινούριο σύστημα και περιμένουμε να έχει ~40 χιλιάδες γραμμές κώδικα. Τι κάνουμε;

Λύση #1: Όλος ο κώδικας σε ένα αρχείο C

Θετικά

1. Απλή οργάνωση, εύκολη μεταφορά, όλος ο κώδικας σε ένα μέρος
2. Οι ορισμοί όλων των συναρτήσεων προσβάσιμοι στο ίδιο αρχείο

Αρνητικά

1. Το να ψάχνεις να βρεις κάτι σε ένα αρχείο με δεκάδες χιλιάδες γραμμές είναι οδυνηρό
2. Αλλάζεις μια γραμμή κώδικα και πρέπει να κάνεις compile τα πάντα
3. Συντήρηση, αναβάθμιση, κατανόηση όλου του προγράμματος δύσκολη

Ιδέα: Abstraction (αφαίρεση;) και διάσπαση σε υποπροβλήματα

Λύση #2: Οργάνωση του κώδικα σε πολλά αρχεία

Κάθε αρχείο περιέχει μεταβλητές και συναρτήσεις που σχετίζονται θεματικά, λειτουργικά ή σύμφωνα με άλλα κριτήρια, π.χ. openssl:

```
├── README.md
├── ssl
│   ├── ssl_init.c
│   ├── event_queue.c
│   ├── ssl_err.c
│   ├── sslerr.h
...
├── test
│   ├── aborttest.c
│   ├── acvp_test.c
...
```

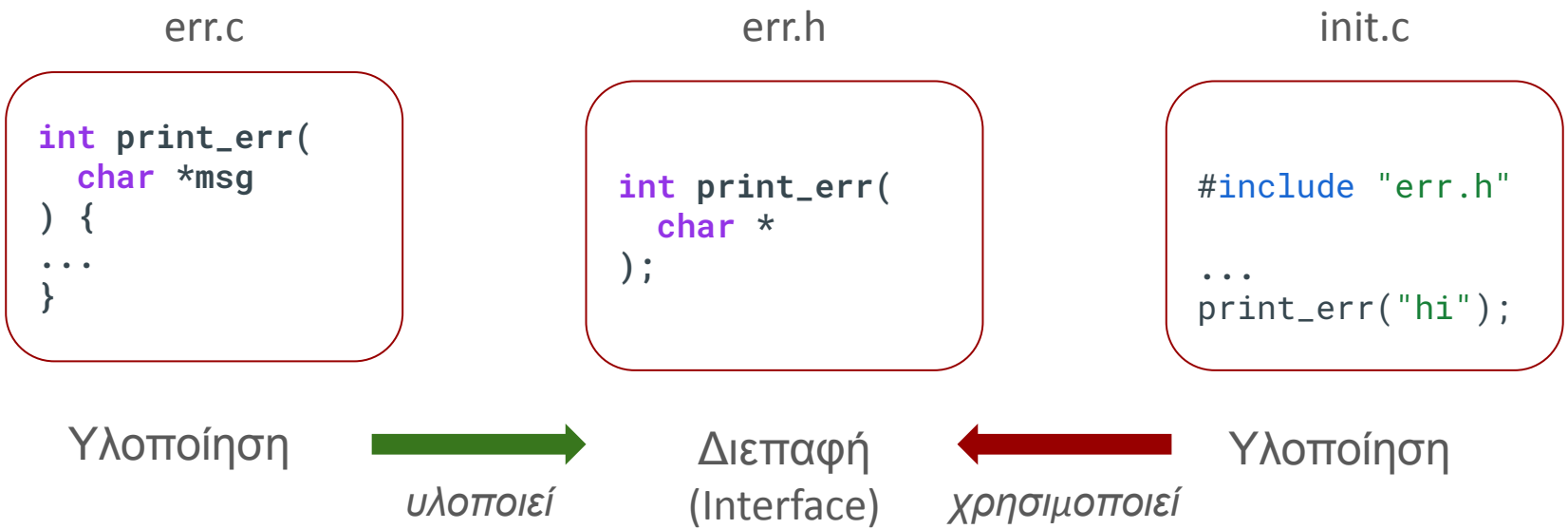
Αρχεία Υλοποίησης (.c)

Αρχεία Κεφαλίδας (.h)

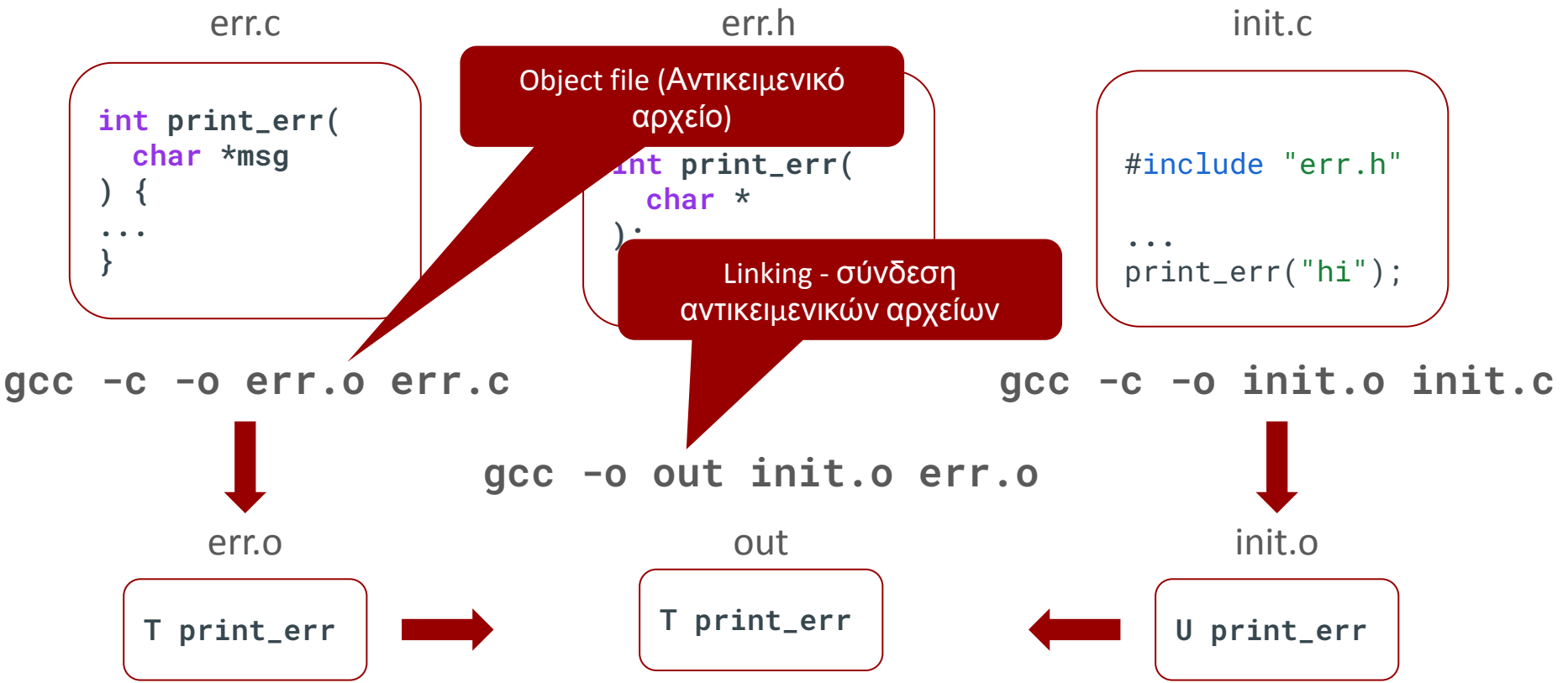
Ποιος είναι ο καλύτερος τρόπος να οργανώσουμε τον κώδικά μας;

Εξαρτήσεις (Dependencies)

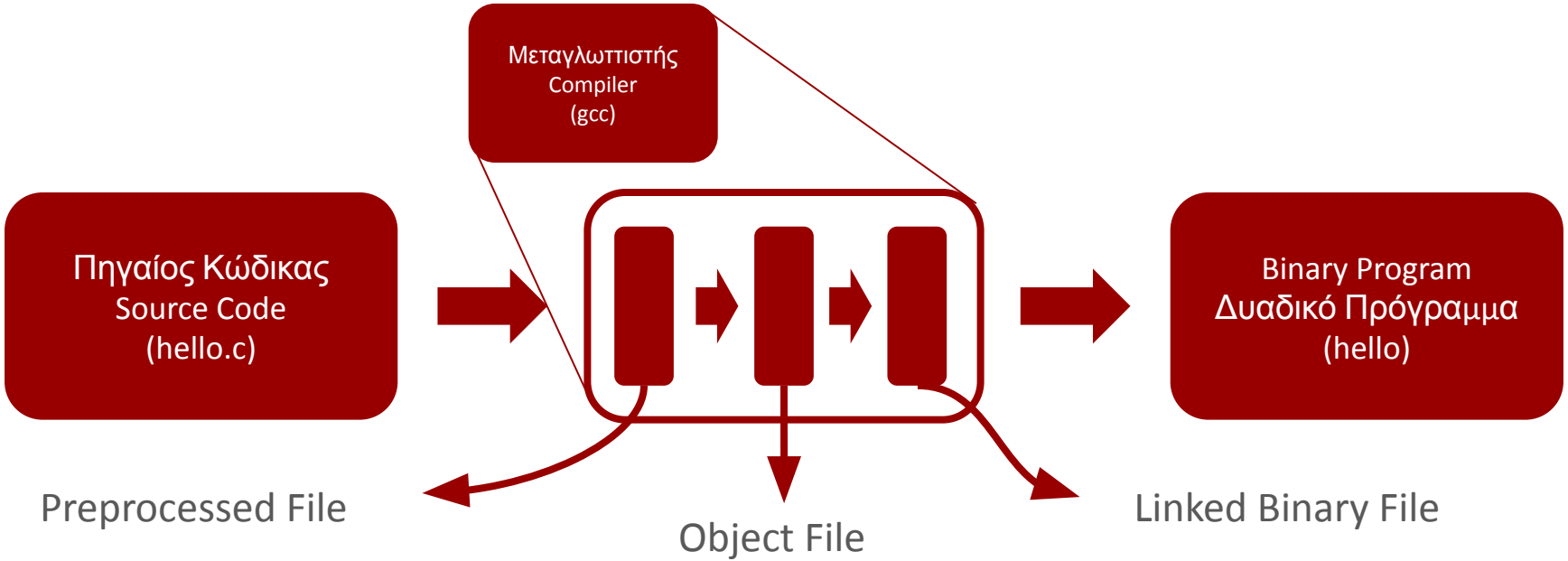
Αν αλλάξω ένα αρχείο τι επηρεάζεται;
Με τι μοιάζουν αυτές οι εξαρτήσεις;



Μεταγλώττιση Με Πολλά Αρχεία



Μεταγλώττιση



Η Μεταγλώττιση είναι Χρονοβόρα Διαδικασία

Σε μεγάλα project όπως ο πυρήνας του Linux η μεταγλώττιση μπορεί να πάρει ***ώρες*** (ή ακόμα και μέρες!)

Σπάζοντας το πρόγραμμα σε αρχεία μπορούμε να γλυτώσουμε χρόνο μεταγλωττίζοντας μόνο ότι χρειάζεται μετά από κάθε αλλαγή (Makefiles)

Μετά την πρώτη μεταγλώττιση, οι επόμενες επαναλήψεις είναι συνήθως γρηγορότερες

Η Μεταγλώττιση είναι γραμμική διαδικασία (στην C)

```c
#include <stdio.h>


int main() {
  print_err("hello");
  return 0;
}
int print_err(char * msg) {
  return fprintf(stderr, "%s\n", msg);
}
```

```
$ gcc -o prototype prototype.c
prototype.c: In function ‘main’:
prototype.c:4:3: warning: implicit declaration
of function ‘print_err’
[-Wimplicit-function-declaration]
    4 |   print_err("hello");
      |   ^~~~~~~~~
```

Δήλωση Πρωτοτύπου Συνάρτησης (Function Prototype)

Η δήλωση του πρωτοτύπου μιας συνάρτησης (function prototype) καθορίζει το όνομα της συνάρτησης, τον τύπο επιστροφής της και τα ορίσματά της.

```
τύπος όνομα(λίστα_ορισμάτων);
```

Για παράδειγμα:

```
int print_err(char * message);
int print_err(char *);
```

Τα ονόματα των ορισμάτων μπορούν να παραληφθούν

Η Μεταγλώττιση είναι γραμμική διαδικασία (στην C)

Προσθήκη Πρωτοτύπου

```
#include <stdio.h>
int print_err(char *msg);
int main() {
  print_err("hello");
  return 0;
}
int print_err(char * msg) {
  return fprintf(stderr, "%s\n", msg);
}
```

```
$ gcc -o prototype prototype.c
$ ./prototype
hello
```

Δήλωση μεταβλητών ως σταθερών (const)

Ο προσδιοριστής const (const qualifier) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ορίσει ότι το περιεχόμενο κάποιων θέσεων μνήμης είναι σταθερό. Γενική σύνταξη:

```
const δήλωση_μεταβλητής;
```

Παραδείγματα:

```
const int x = 42;

const char message[] = "Hello";

const char const * msg_ptr = message;
```

Αν κάτι δηλωθεί ως const *δεν* πρέπει να το αλλάξουμε

```c
const char message[] = "Hello";

int main() {
  const int x = 42;
  const char const * msg_ptr = message;
  x++;
  return 0;
}
```

```
$ gcc -o const1 const1.c
const1.c: In function ‘main’:
const1.c:5:4: error: increment
of read-only variable ‘x’
    5 |   x++;
      |   ^~
```

Δεν αλλάζουμε const θέσεις μνήμης

```c
const char message[] = "Hello";

int main() {

  const int x = 42;

  char * bad = (char*)message;

  bad[1] = 'o';

  return 0;

}
```

```
$ gcc -o const2 const2.c
$ ./const2
Segmentation fault
```

Χρήση const σε ορισμούς συναρτήσεων

Χρησιμοποιώντας const στις δηλώσεις συναρτήσεων (ή πρωτοτύπων) δημιουργούμε συμβόλαια (contracts) με τους χρήστες της συνάρτησής μας

Για παράδειγμα:

```
int print_err(const char * message);
```

Με το παραπάνω εγγυόμαστε ότι η `print_err` δεν θα αλλάξει τους χαρακτήρες της `message`.

Τέτοιες εγγυήσεις επιτρέπουν και στους προγραμματιστές να είναι πιο αποδοτικοί αλλά και στους μεταγλωττιστές να γράφουν πιο γρήγορο κώδικα.

Εξωτερικές Παγκόσμιες Μεταβλητές (extern)

Ο προσδιοριστής extern μας επιτρέπει να δηλώσουμε και να χρησιμοποιήσουμε μεταβλητές που ορίζονται σε άλλο αρχείο.

err.c

```
int
error_counter;
```

err.h

```
extern int
error_counter;
```

init.c

```
#include "err.h"

...
error_counter++;
```

Δείκτες σε Συναρτήσεις (Function Pointers)

Όπως έχουμε δείκτες σε δεδομένα, έτσι μπορούμε να έχουμε και δείκτες σε συναρτήσεις. Και ο κώδικας είναι δεδομένα (objdump -d). Γενική μορφή:

```
τύπος (*όνομα_δείκτη)(λίστα_ορισμάτων);
```

Για παράδειγμα:

```
int (*myprint)(char *message);
```

Διαβάζεται ως: η `myprint`, είναι ένας δείκτης σε συνάρτηση, όπου αυτή η συνάρτηση έχει τύπο επιστροφής `int` και ένα όρισμα τύπου `char *`.

Χρήση Function Pointer

```c
#include <stdio.h>
int print_err(char * message) {
  return fprintf(stderr, "%s\n", message);
}
int main() {
  int (*myprint)(char *message);
  myprint = print_err;
  myprint("hello function pointer");
  return 0;
}
```

```
$ gcc  -o funcptr funcptr.c
$ ./funcptr
hello function pointer
```

Ισοδύναμα μπορεί να κληθεί και ως
`(*myprint)("hello function pointer");`

Variadic Συναρτήσεις

Συναρτήσεις που έχουν μεταβαλλόμενο αριθμό ορισμάτων (π.χ., printf) λέγονται variadic. Δηλώνουμε τον μεταβλητό αριθμό ορισμάτων χρησιμοποιώντας την έλλειψη (ellipsis): …

Παραδείγματα:

```
int printf(const char * format, ...);

int scanf(const char * format, ...);
```

Παράδειγμα με Variadic Function

```c
#include <stdarg.h>

int sum(int count, ...) {
  int result = 0;
  va_list args;
  va_start(args, count);
  for(int i = 0; i < count; i++)
        result += va_arg(args, int);
  va_end(args);
  return result;
}

int main() {
  return sum(6, 1, 2, 3, 4, 5, 6);
}
```

```
$ ./variadic
$ echo $?
21
```

Χρησιμοποιώντας τις "μαγικές" συναρτήσεις va_list, va_start, va_arg, va_end μπορούμε να διατρέξουμε όλα τα ορίσματα (δεν ξέρουμε τι κάνουν; χρησιμοποιούμε man!)

Εκτελώντας άλλα Προγράμματα (exec*, system)

Οποιοδήποτε πρόγραμμα μπορούμε να τρέξουμε από τον φλοιό (shell) του Linux μπορούμε να το τρέξουμε και από ένα πρόγραμμα C. Παραδείγματα:

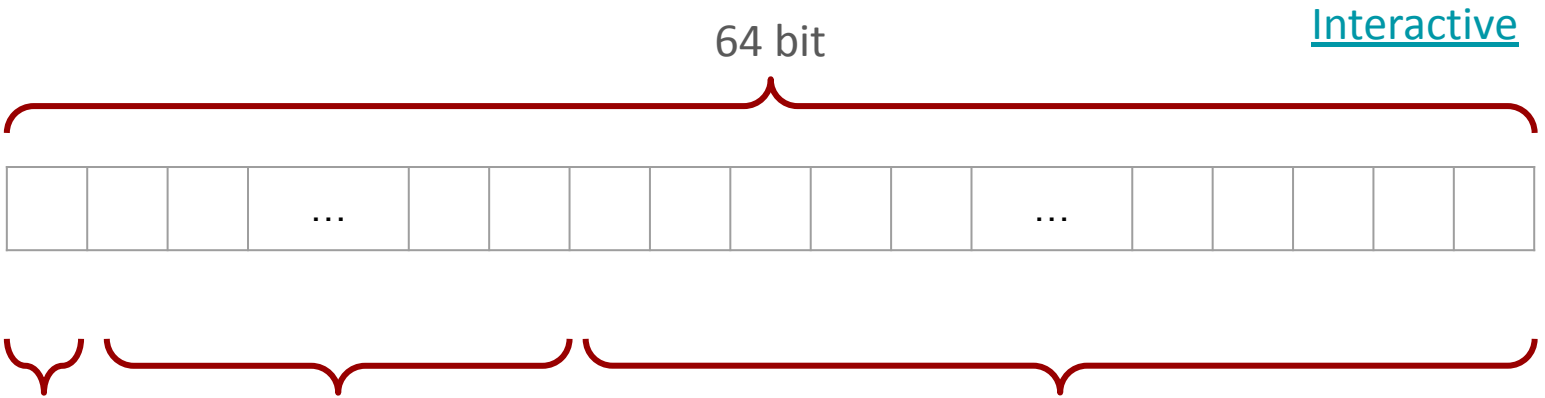
```c
#include <unistd.h>

int main() {

  execl("/bin/ls", "/bin/ls", NULL);

}
```

```c
#include <stdlib.h>

int main() {

  system("sort -k2 -t, -n");

}
```

Αριθμοί Κινητής Υποδιαστολής

Με 2^n bit μπορούμε και αναπαριστούμε ένα υποσύνολο των πραγματικών αριθμών.

Συνήθως χρησιμοποιούμε το IEEE754 standard (πχ για double 64-bit):



Bit προσήμου

Exponent 11-bit (Εκθέτης)

Mantissa 53-bit (significand / αριθμός πολ/μένος με τον εκθέτη)

Debugging με GDB

1. gcc -g -ggdb -o prog prog.c
2. gdb --args ./program arg1 arg2
3. run, break, step, continue, finish
4. backtrace
5. print
6. Cheat Sheet

Αναφορές

Από τις διαφάνειες του κ. Σταματόπουλου προτείνω να διαβάσετε τις σελίδες 64-68, 104, 167-168

- Lines of Code Written
- Variadic Function, simple_printf, va_start
- const και extern
- Function Pointer
- exec
- IEEE754

Ευχαριστώ και καλή εβδομάδα εύχομαι!
Keep Coding ;)