ΕΠΛ232 – Προγραμματιστικές Τεχνικές και Εργαλεία

Οργάνωση Προγραμμάτων σε Πολλαπλά Αρχεία (Κεφάλαιο 15.1-15.2, KNK-2ED)

Τμήμα Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Κύπρου

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

Το μάθημα αυτό δομήθηκε βάση των διαλέξεων του Αναπλ. Καθηγητή Δημήτρη Ζεϊναλιπούρ

Dr. Andreas Aristidou a.aristidou@ieee.org

Περιεχόμενο Διάλεξης 11

- **Αρχεία Πηγαίου Κώδικα (Source Files)**
  - Μελέτη Παραδείγματος: Αριθμομηχανή σε 1 Αρχείο
    - Περιγραφή Προβλήματος: Αντίστροφος Πολωνικός Συμβολισμός
    - Περιγραφή Λύσης και Ψευδοκώδικας.
- **Οργάνωση Προγ. σε Πολλαπλά Αρχεία**
  - Αριθμομηχανή σε 3 Αρχεία (Προσέγγιση A: 3*c)
  - Μεταγλώττιση Προγρ. Πολλαπλών Αρχείων με GCC
- **Αρχεία Κεφαλίδας (Header Files)**
  - Αριθμομηχανή σε Πολλα. Αρχεία (Προσέγγιση B: 1*h + 3*c))
  - Η οδηγία προεπεξεργαστή `#include`
  - Διαμοιρασμός Μεταβλητών μεταξύ Αρχείων και `extern`.
- **Τελική Προσέγγιση: Διάλεξη 12!**

Dr. Andreas Aristidou a.aristidou@ieee.org

Αρχεία Πηγαίου Κώδικα (Source Files)

- Στις πλείστες γλώσσες προγραμματισμού, ένα πρόγραμμα μπορεί να χωριστεί σε **πολλαπλά αρχεία πηγαίου κώδικα**
- **Λόγοι:**
  - Καλύτερη **Άρθρωση** Κώδικα
  - **Ταχύτητα Μεταγλώττισης**: Κάθε αρχείο μπορεί να αναπτυχθεί, μεταγλωττιστεί, δοκιμαστεί ξεχωριστά, πράγμα το οποίο γλιτώνει πολύτιμο χρόνο!
  - **Επαναχρησιμοποίηση** Κώδικα: Οι συναρτήσεις γίνονται πιο γενικές (μείωση εμβέλειας μεταβλητών)
  - **Ανάπτυξη σε Ομάδες**: Δυνατότητα ταυτόχρονης ανάπτυξης (σε ομάδα προγραμματιστών όπου καθένας δουλεύει σε ένα υποσύνολο αρχείων).

Αρχεία Πηγαίου Κώδικα (Source Files)

- Κατά σύμβαση, τα αρχεία έχουν την επέκταση `.c`.
- Κάθε αρχείο πηγαίου κώδικα περιέχει μέρος του προγράμματος, καθώς επίσης και τους ορισμούς των συναρτήσεων και των μεταβλητών.
- Ένα αρχείο πηγαίου κώδικα πρέπει να περιέχει μια συνάρτηση που ονομάζεται `main`, που χρησιμεύει ως αφετηρία για το πρόγραμμα.

Dr. Andreas Aristidou a.aristidou@ieee.org

Μελέτη Παραδείγματος Αριθμομηχανής σε 1 Αρχείο

- Υποθέστε ότι θέλουμε να γράψουμε ένα πρόγραμμα για μια απλή υπολογιστική μηχανή σε **1 Αρχείο** αρχικά.
- Το πρόγραμμα θα αποτιμά **αριθμητικές εκφράσεις** οι οποίες θα δίνονται στον **Αντίστροφο Πολωνικό Συμβολισμό (Reverse Polish notation (RPN))**
  - **Επιθεματική Αναπαράσταση (postfix):** Ο Τελεστής ακολουθεί του τελεστέους, π.χ.,
    - **30 5 - 7 *** ισοδυναμεί την ενθεματική αριθμητική έκφραση (30-5)*7 = 25*7 = 175
    - **3 6 + 8 6 - *** ισοδυναμεί την ενθεματική αριθμητική έκφραση (3+6)*(8-6) = 9*2 = 18
  - Υπάρχει αντίστοιχα και η **προθεματική (prefix)** (+ 3 4) αναπαράσταση αλλά δεν μας ενδιαφέρει στα πλαίσια αυτής της συζήτησης.

Μελέτη Παραδείγματος Αριθμομηχανής σε 1 Αρχείο

- Μια RPN έκφραση δεν απαιτείται η χρήση παρενθέσεων, όπως είδαμε νωρίτερα.

```
30 5 - 7 *
```

- Για τον υπολογισμό τέτοιων εκφράσεων μπορεί να χρησιμοποιηθεί η έννοια της **Στοίβας (stack)**: μιας λίστας που συνοδεύεται από τις διαδικασίες:
  - **push**, για εισαγωγή στοιχείου στο τέλος της λίστας.
  - **pop**, για εξαγωγή του τελευταίου στοιχείου της λίστας.
- Ακολουθεί η **λογική αποτίμησης** εκφράσεων με την **στοίβα** και στη **συνέχεια** θα δοθεί ο **αναλυτικός ψευδο-κώδικας**.

Μελέτη Παραδείγματος Αριθμομηχανής σε 1 Αρχείο

- Το πρόγραμμα θα διαβάζει τους αριθμούς και τελεστές, ένα προς ένα, χρησιμοποιώντας μια στοίβα για να παρακολουθεί τα ενδιάμεσα αποτελέσματα.
  - Αν το πρόγραμμα διαβάσει έναν αριθμό, θα ωθήσει (**push**) τον αριθμό στη στοίβα.
  - Εάν το πρόγραμμα διαβάσει έναν τελεστή, επαναφέρει τους δύο αριθμούς από τη στοίβα (**pop**), θα εκτελέσει τη λειτουργία και, στη συνέχεια, θα ωθήσει (**push**) το αποτέλεσμα πίσω στη στοίβα.
- Όταν το πρόγραμμα φτάσει στο τέλος της εισόδου του χρήστη, η τιμή της παράστασης θα είναι στη στοίβα.

Μελέτη Παραδείγματος Αριθμομηχανής σε 1 Αρχείο

Έστω η παράσταση:
60 5 3 + 2 4 + * − .

ή σε ενθεματική μορφή:
60−(5+3)*(2+4) = **12**

ΑΡΧΗ

Βήμα	Ενέργεια	Στοίβα (κορυφή πρώτα)	Υπόλοιπη είσοδος
1		(κενή)	60 5 3 + 2 4 + * -
2	push(60)	60	5 3 + 2 4 + * -
3	A)push(5) B) push(3)	3, 5, 60	+ 2 4 + * -
4	push(pop() + pop())	8, 60	2 4 + * -
5	A)push(2) B)push(4)	4, 2, 8, 60	+ * -
6	push(pop() + pop())	6, 8, 60	* -
7	push(pop() * pop())	48, 60	-
8	Op2 = Pop(); push(pop() – op2)	12	

ΤΕΛΟΣ

Dr. Andreas Aristidou a.aristidou@ieee.org

Μελέτη Παραδείγματος Αριθμομηχανής σε 1 Αρχείο

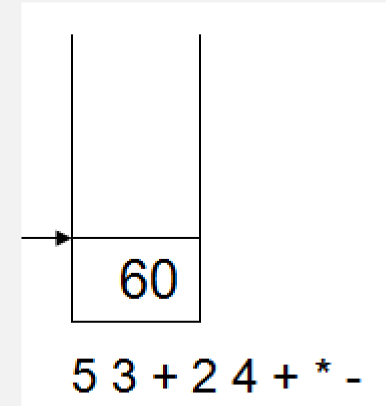
- Η συνάρτηση `main` θα περιέχει ένα βρόχο που εκτελεί τις ακόλουθες ενέργειες:
  - Διαβάστε ένα «**token**» (έναν αριθμό ή έναν τελεστή).
  - Εάν το **token** είναι αριθμός, σπρώξτε τον στη στοίβα.
  - Εάν το **token** είναι ένας τελεστής, **pop** τους 2 τελευταίους τελεστές από τη στοίβα, εκτελέστε τη λειτουργία και, στη συνέχεια, **push** το αποτέλεσμα πίσω στη στοίβα.
- Ψευδοκώδικας στην επόμενη σελίδα…

Dr. Andreas Aristidou a.aristidou@ieee.org

Μελέτη Παραδείγματος Αριθμομηχανής σε 1 Αρχείο

Ψευδοκώδικας Λειτουργίας Αριθμομηχανής:

```
While (next operator or operand is not EOF)
   if (number)          // Operand
       push number to stack
   else if (operator)   // Operator +-*/
        pop operands
        do operation
        push result
   else if (newline)    // End of Expression
        pop and print top of stack
   else
      error
```



- Παρατηρήσεις (ως προς τη δομή του προγράμματος)
  - Οι λειτουργίες **push** και **pop** μπορούν να υλοποιηθούν ως **ξεχωριστές συναρτήσεις**.
  - Το main **δεν** χρειάζεται να έχει πρόσβαση στις μεταβλητές της στοίβας, απλά πρέπει να καλεί τις συναρτήσεις push και pop.

Υλοποίηση Αριθμομηχανής σε 1 Αρχείο

Υλοποίηση με ΣΤΟΙΒΑ σταθερού μεγέθους!

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>              /* for atof() ascii to float */
#define MAXOP     100           /* max size of operand or operator */
#define NUMBER   '0'            /* usedby getop() indicating number was found */

int getop(char []);
void push(double);
double pop(void);

int main(void) {
   int type;
   double op2;
   char s[MAXOP];               /* Used by getop() for operator or operand*/

   while ( (type = getop(s)) != EOF) {
      switch (type) {
         case NUMBER:  push(atof(s));       break;
         case '+': push( pop() + pop() );   break;
```

Η συνάρτηση αυτή θα διαβάζει τον επόμενο τελεστή ή τελεστέο από τον χρήστη στον πίνακα s[MAXOP] και επιστρέφει σταθερά NUMBER εάν διαβάζεται τελεστέος.

Στοίβα Πραγματικών Αριθμών

Dr. Andreas Aristidou a.aristidou@ieee.org

Υλοποίηση Αριθμομηχανής σε 1 Αρχείο

```
   case '*': push( pop() * pop() );
                break;
    case '-': op2 = pop();
              push( pop() - op2 );
                break;
    case '/': op2 = pop();
              if (op2!=0.0)
                   push(pop()/op2);
              else printf("error: zero divisor\n");
                break;
    case '\n': printf("result=%.2f\n", pop());
                 break;
    default: printf ("error: Unknown command\n");
               break;
    }
  }
  return 0;
}
```

Προβλήματα

- Άσχημη Οργάνωση
- Δύσκολη Συντήρηση
- …

Dr. Andreas Aristidou a.aristidou@ieee.org

Οργάνωση Προγράμματος σε Πολλαπλά Αρχεία

- Ψάχνοντας μια **καλύτερη οργάνωση** του παραπάνω προγράμματος χρησιμοποιούμε τη δυνατότητα **κατάτμησης ενός προγράμματος** σε **περισσότερα από ένα αρχεία**.
- **Λογική Κατάτμησης Προγράμματος:**
  1. Η συνάρτηση **main()** να τοποθετηθεί σε ένα αρχείο το οποίο να ονομαστεί main.c (ή calc.c)
  2. Οι συναρτήσεις που υλοποιούν τη **στοίβα** (`push`, `pop`, `make_empty`, `is_empty`, and `is_full`) και οι μεταβλητές της να τοποθετηθούν στο αρχείο stack.c
  3. **Άλλες συναρτήσεις** που επεξεργάζονται την είσοδο και βρίσκουν τους τελεστές και τους τελεστέους να τοποθετηθούν σε ένα τρίτο αρχείο, το **getop.c (ή token.c)**

Οργάνωση Προγράμματος σε Πολλαπλά Αρχεία

Πρώτη Προσέγγιση: 3 Αρχεία c (με 1 main)
(η οποία θα βελτιωθεί στις επόμενες διαφάνειες)

main.c

```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#define MAXOP 100
#define NUMBER '0'
/* prototypes */
int getop(char []);
void push(double);
double pop(void);

int main(void) {
    ......
}
```

stack.c

```c
#include <stdio.h>
#define MAXVAL 100
#define NUMBER '0'


int sp = 0;
double val[MAXVAL];

void push(double f) {
    ......
}

double pop(void) {
    ......
}
```

getop.c

```c
#include <stdio.h>
#include <ctype.h>
#define NUMBER '0'

int getop(char s[]){
    ......
}
```

Dr. Andreas Aristidou a.aristidou@ieee.org

Μεταγλώττιση Πολλαπλών Αρχείων με GCC

Στο παραπάνω παράδειγμα μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τις εξής εντολές:

Compile (Not Link): Το αρχείο δεν χρειάζεται main()

1. **gcc –c main.c** Δημιουργία του main.o
2. **gcc –c stack.c** Δημιουργία του stack.o
3. **gcc –c getop.c** Δημιουργία του getop.o

Reject non-standard features

Μην ξεχνάτε τα επιπλέον ορίσματα: gcc –std=c99 -Wall -Wuninitialized -Wunreachable-code –pedantic file.c

Compile (And Link): 1 αρχείο χρειάζεται main()

4. **gcc –o calculator main.o stack.o getop.o**

   Σύνδεση των object files και η δημιουργία του εκτελέσιμου προγράμματος calculator

ή διαφορετικά σε ένα βήμα:

gcc –o calculator main.c stack.c getop.c

Dr. Andreas Aristidou a.aristidou@ieee.org

Μεταγλώττιση Πολλαπλών Αρχείων με GCC

- Στο προηγούμενο παράδειγμα η **gcc –c main.c** δημιουργεί το αντικειμενικό αρχείο (object file) main.o
- Θα έχετε προσέξει ότι το main.c αναφέρεται σε **συναρτήσεις** που **ΔΕΝ βρίσκονται** στο ίδιο αρχείο.
- **Πως ακριβώς το αντιλαμβάνεται ο μεταγλωττιστής;**
- Θυμίζουμε ότι **Μεταγλώττιση** = **Δημιουργία (Compile)** ΚΑΙ **Σύνδεση (Linking)** Αντικειμενικών Αρχείων
  - **Compile:** Ο μεταγλώττισης βλέπει μια κλήση συνάρτησης αλλά δεν την αναζητεί (θεωρεί ότι θα βρεθεί κάπου στην πορεία)
  - **Linking:** Ο μεταγλώττισης ψάχνει (το ορισμό) της συνάρτησης και δίνει σφάλμα σύνδεση εάν δεν την βρει.

```
// main.c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#define MAXOP 100
#define NUMBER '0'

int getop(char[]);
void push(double);
double pop(void);

int main(void) {
  return 0;
}
```

Μεταγλώττιση με GCC (Αναλυτικά Βήματα)

gcc -o hello hello.c

Source code file - hello.c

C preprocessor

Preprocessed code file - hello.i

C Compiler

Assembly code file - hello.s

Assembler

Object code file - hello.o

Linker/link editor

Relocation object code information

Other objects file/modules

Library files

Executable code - hello, hello.exe

gcc –E hello.c > hello.i

Οι ορισμοί των βιβλιοθηκών που περιλαμβάνονται στο #include, τοποθετούνται μαζί με το .c κώδικα στο .i αρχείο.

gcc –S hello.c

Παράγεται αρχείο **hello.s** που περιέχει τον συμβολικό κώδικα του προγράμματος.

gcc –c hello.c

as -arch x86_64 –o hello.o hello.s

Ο συμβολομεταφραστής (assembler) AS ή GAS (GNU), μεταφράζει το συμβ. κώδικα σε κώδικα μηχανής x86_64

ld -e _main –o hello -lc hello.o

Ο συνδέτης (linker) παράγει το τελικό εκτελέσιμο.

Dr. Andreas Aristidou a.aristidou@ieee.org

Οργάνωση Προγράμματος σε Πολλαπλά Αρχεία

- Προβλήματα που προκύπτουν όταν ένα πρόγραμμα διαιρείται σε διάφορα αρχεία προέλευσης:
  - Πώς μπορεί μια συνάρτηση σε ένα αρχείο να καλέσει μια συνάρτηση που έχει οριστεί σε άλλο αρχείο;
  - Πώς μπορεί μια λειτουργία να αποκτήσει πρόσβαση σε μια εξωτερική μεταβλητή σε ένα άλλο αρχείο;
  - Πώς μπορούν δύο αρχεία να κάνουν κοινή χρήση του ίδιου ορισμού μακροεντολής ή ορισμού τύπου;
- Η απάντηση έγκειται στην οδηγία `#include`, η οποία καθιστά δυνατή την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ οποιουδήποτε αριθμού αρχείων.

Dr. Andreas Aristidou a.aristidou@ieee.org

Αρχεία Κεφαλίδας (.h) - Header Files

- Η οδηγία `#include` λέει στον προεπεξεργαστή να εισαγάγει τα περιεχόμενα ενός καθορισμένου αρχείου.
- Οι πληροφορίες που πρέπει να μοιράζονται μεταξύ πολλών αρχείων προέλευσης μπορούν να τεθούν σε ένα τέτοιο αρχείο.
- Η `#include` μπορεί στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί για να φέρει τα περιεχόμενα του αρχείου σε κάθε ένα από τα αρχεία.
- Τα αρχεία που περιλαμβάνονται σε αυτό το στυλ ονομάζονται ***Αρχεία Κεφαλίδας (header files)*** ή μερικές φορές ***include files***.
- Κατά σύμβαση, τα αρχεία κεφαλίδας έχουν την επέκταση `.h`.

Dr. Andreas Aristidou a.aristidou@ieee.org

Αρχεία Κεφαλίδας (.h) - Header Files

- Στην περίπτωσή του παραδείγματος της αριθμομηχανής κατασκευάζουμε το αρχείο ***calc.h*** το οποίο έχει το εξής περιεχόμενο:

calc.h

```
#define NUMBER '0'
void push(double);
double pop (void);
int getop(char []);
```

Κοινές Δηλώσεις (→ #define NUMBER '0')

Πρότυπα Συναρτήσεων (→ void push(double); double pop (void); int getop(char []);)

- Το **αρχείο κεφαλίδα** ΔΕΝ χρειάζεται ξεχωριστή μεταγλώττιση.
- Το προτεινόμενο πρόγραμμα γίνεται συνεπώς αυτό που φαίνεται στην επόμενη διαφάνεια:

Dr. Andreas Aristidou a.aristidou@ieee.org

Αρχεία Κεφαλίδας (.h) - Header Files

calc.h
```
#define NUMBER '0'
void push(double);
double pop (void);
int getop(char []);
```

Δεύτερη Προσέγγιση: 3 Αρχεία .c και 1 .h
(η οποία θα βελτιωθεί στις επόμενες διαφάνειες)

Η οδηγία `#include` λέει του προεπεξεργαστή να προσθέσει το περιεχόμενο του `calc.h` στο σημείο της εντολής

main.c
```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include "calc.h"
#define MAXOP 100


int main(void) {
    ......
}
```

stack.c
```
#include <stdio.h>
#include "calc.h"
#define MAXVAL 100

int sp = 0;
double val[MAXVAL];
void push(double f) {
        ......
}
double pop(void) {
    ......
}
```

getop.c
```
#include <stdio.h>
#include <ctype.h>
#include "calc.h"


int getop(char s[]) {
     ......
 }
```

- Εάν εμφανιστούν σε άλλο αρχείο δημιουργούνται συγκρούσεις στο όνομα.
- Οπόταν πρέπει να δηλωθεί ως static

Dr. Andreas Aristidou a.aristidou@ieee.org

Αρχεία Κεφαλίδας (.h) - Header Files

- Τα ονόματα των μεταβλητών `val` και `sp` (στο stack.c) είναι για αποκλειστική χρήση των συναρτήσεων `push()` και `pop()`.
  - **Ερώτηση:** Τι γίνεται αν οριστούν ξανά (κατά λάθος) σε ένα άλλο αρχείο;
  - **Απάντηση:** Θα έχουμε δύο εξωτερικές μεταβλητές με το ίδιο όνομα!!!
- **Λύση:** Ορίζοντας τις **εξωτερικές μεταβλητές** `val` και `sp` στο αρχείο *stack.c* ως static περιορίζουμε την **εμβέλεια των μεταβλητών αυτών στο αρχείο το οποίο ορίζονται (file scope).**
  - Έτσι, **αποφεύγεται** η **σύγκρουση** σε δηλώσεις συνώνυμων μεταβλητών **σε άλλα αρχεία**.
  - Στο αρχείο ***stack.c*** έχουμε συνεπώς τις δηλώσεις:

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

Οδηγίες Προεπεξεργαστή #include

- Χρησιμοποιείται για να προστίθεται περιεχόμενο άλλου αρχείου στο σημείο της κλήσης
  - Προσθήκη Βιβλιοθήκης

```
#include <filename>
```

  - Προσθήκη Header File (Δικά μας αρχεία κεφαλίδας)

```
#include "filename"
```

- Η **διαφορά** μεταξύ των δυο **έγκειται** στο πως ο **μεταγλωττιστής** βρίσκει το **αρχείο κεφαλίδας.**
  - `#include <filename>`: Ψάξε τους καταλόγους στους οποίους το σύστημα αποθηκεύει τα header file.
    - Στο UNIX: `/usr/include` ή `gcc -I/add/somepath`
  - `#include "filename"`: Ψάξε στον τρέχων κατάλογο και μετά ψάξε τους καταλόγους των header files

Dr. Andreas Aristidou a.aristidou@ieee.org

Οδηγίες Προεπεξεργαστή `#include`

- **Άσχημη Ιδέα: Απόλυτα Μονοπάτια**
  - Δυσχεραίνεται η μεταγλώττιση σε άλλα συστήματα

```
#include "c:\cprogs\utils.h"        /* Windows */
#include "/cprogs/utils.h"          /* UNIX    */
#include <myheader.h>             /*** WRONG   ***/
```

The preprocessor will probably look for `myheader.h` where the system header files are kept.

- **Καλή Ιδέα: Σχετικά Μονοπάτια**

```
#include "utils.h"
```

  – Προσοχή: slash (/ σε UNIX) και backslash (\ σε Windows)

```
#ifdef __unix__
   #include "..\include\utils.h"
#elif defined _WIN32
   #include "../include/utils.h"
#endif
```

Θα ξαναμιλήσουμε στην διάλεξη 12 για include και define

Οδηγίες Προεπεξεργαστή **#include**

- Example:

```
#if defined(IA32)
  #define CPU_FILE "ia32.h"
#elif defined(IA64)
  #define CPU_FILE "ia64.h"
#elif defined(AMD64)
  #define CPU_FILE "amd64.h"
#endif

#include CPU_FILE
```

Αρχεία Κεφαλίδας (.h) - Header Files

- Ένα ακόμα θέμα που μας απασχολεί καθώς μοιράζουμε ένα πρόγραμμα σε περισσότερα από ένα αρχεία είναι οι **κοινοί ορισμοί** και οι **δηλώσεις μεταξύ των αρχείων** αυτών.
  - **Π.χ., `#define NUMBER '0'` (που βρισκόταν σε όλα τα αρχεία)**
- Προσπαθούμε λοιπόν ως τελευταίο βήμα της παραπάνω διαδικασίας οργάνωσης, να μαζέψουμε κεντρικά σε ένα αρχείο όλες τις δηλώσεις το οποίο ονομάζεται header file.

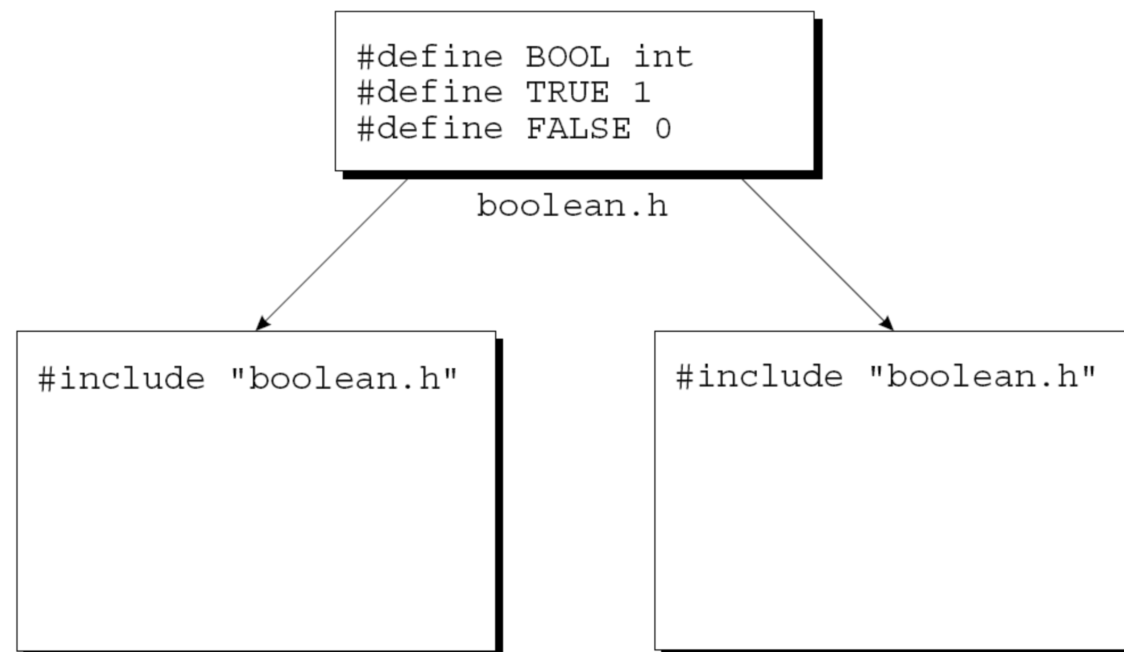
Αρχεία Κεφαλίδας (.h) - Header Files

- Ας υποθέσουμε ότι ένα πρόγραμμα χρησιμοποιεί μακροεντολές με το όνομα BOOL, TRUE, και FALSE.
- Οι ορισμοί τους μπορούν να τεθούν σε ένα αρχείο κεφαλίδας με όνομα boolean.h:

```
#define BOOL int
#define TRUE 1
#define FALSE 0
```

- Οποιοδήποτε αρχείο που απαιτεί αυτές τις μακροεντολές θα περιέχει απλώς τη γραμμή

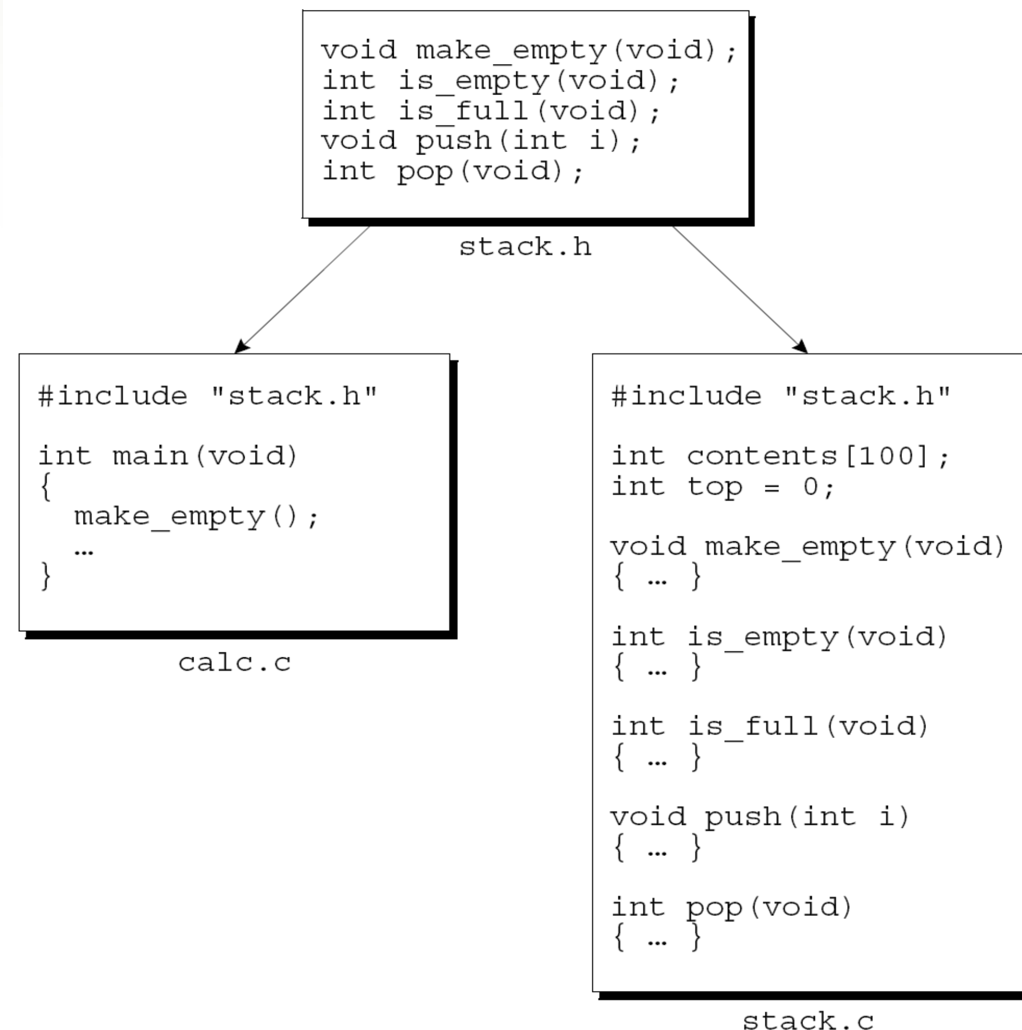
```
#include "boolean.h"
```



Αρχεία Κεφαλίδας (.h) - Header Files

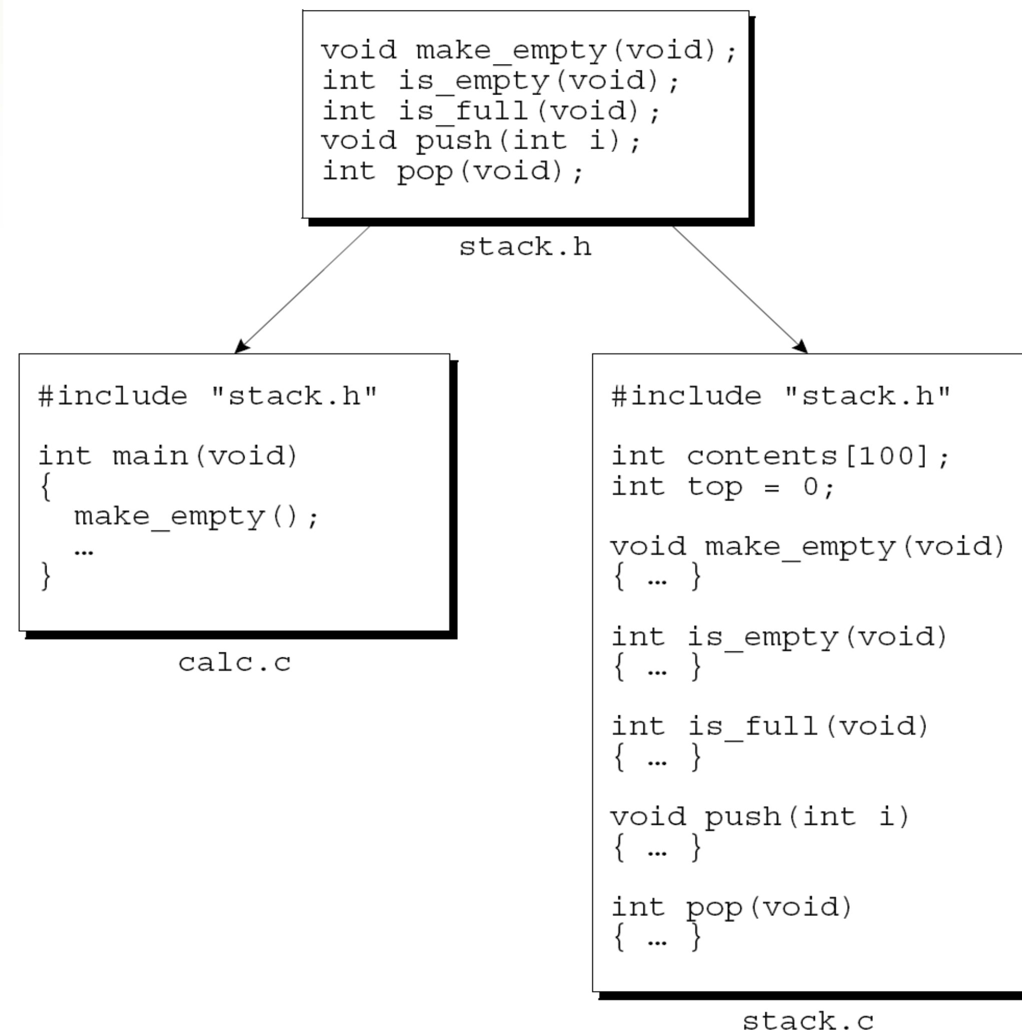
- Το παράδειγμα της Αριθμομηχανής RPN μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να απεικονίσει τη χρήση λειτουργιών σε αρχεία κεφαλίδας.
- Το αρχείο `stack.c` θα περιέχει τους ορισμούς των συναρτήσεων `make_empty`, `is_empty`, `is_full`, `push`, και `pop`.
- Τα πρωτότυπα για αυτές τις λειτουργίες θα πρέπει να βρίσκονται στα αρχεία κεφαλίδας `stack.h`:

```
void make_empty(void);
int is_empty(void);
int is_full(void);
void push(int i);
int pop(void);
```



Αρχεία Κεφαλίδας (.h) - Header Files

- Θα συμπεριλάβουμε την `stack.h` στη `calc.c` για να επιτρέψετε στο μεταγλωττιστή να ελέγξει τυχόν κλήσεις από λειτουργίες στοίβας που εμφανίζονται στο τελευταίο αρχείο.
- Θα συμπεριλάβουμε επίσης την `stack.h` στη `stack.c` έτσι ώστε ο μεταγλωττιστής να μπορεί να επαληθεύσει ότι τα πρωτότυπα στη `stack.h` ταιριάζουν με τους ορισμούς στο `stack.c`.
- Για να κατατμήσουμε μια λειτουργία σε αρχεία, βάζουμε τον ορισμό της σε ένα αρχείο (source file), στη συνέχεια βάζουμε τις *δηλώσεις* σε άλλα αρχεία που πρέπει να καλεστεί η λειτουργία.
- Η κοινή χρήση μιας εξωτερικής μεταβλητής γίνεται με τον ίδιο τρόπο.



Διαμοιρασμός Μεταβλητών Μεταξύ Αρχείων

- Παράδειγμα δήλωσης και ορισμού (δέσμευσης χώρου) μεταβλητής `i`: `int i;`
  - ο μεταγλωττιστής δεσμεύει τον απαιτούμενο χώρο,
  - η μεταβλητή έχει **εμβέλεια αρχείου**, συνεπώς **ΔΕΝ** είναι **ορατή** από άλλα αρχεία.
- Η λέξη κλειδί **`extern`** χρησιμοποιείται για να δηλώσουμε μια μεταβλητή χωρίς να την ορίσουμε (να δεσμευθεί χώρος):

```
extern int i;
```

- Το `extern` ενημερώνει τον μεταγλωττιστή ότι το `i` είναι **ορισμένο κάπου αλλού στο πρόγραμμα,** έτσι ώστε να μην δεσμευθεί επιπλέον χώρος για την μεταβλητή.

```
extern int a[];  // είναι OK (χωρίς μέγεθος)!
```

Dr. Andreas Aristidou a.aristidou@ieee.org

Διαμοιρασμός Μεταβλητών μεταξύ Αρχείων

- Για να **διαμοιράσουμε** λοιπόν **μια μεταβλητή** `i` **μεταξύ διαφορετικών** αρχείων, πρώτα την ορίζουμε (define) σε ένα αρχείο:

```
int i;
```

- Τα άλλα αρχεία θα περιέχουν δηλώσεις:

```
extern int i;
```

- Με αυτό τον τρόπο γίνεται **εφικτό** να **προσπελαύνουμε** και να **μεταβάλουμε** το `i` **μέσα στα αρχεία αυτά**.
- **Προσοχή**, το extern πρέπει να χρη**σιμοποιείται με φειδώ**, εφόσον **αναιρεί** την εξ' ορισμού **εμβέλεια αρχείου** που έχουν οι **μεταβλητές**.
    - Καλό είναι να τοποθετούνται στα αρχεία κεφαλίδας

Dr. Andreas Aristidou a.aristidou@ieee.org