ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά μαθήματα ΠΠ

ΑΡΧΕΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ

Κεφάλαιο 17

Επιμέλεια:
Βασίλης Παλιουράς , Αναπληρωτής Καθηγητής
Ευάγγελος Δερματάς , Αναπληρωτής Καθηγητής
Σταύρος Νούσιας , Βοηθός Ερευνητή
Πολυτεχνική Σχολή
Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Τεχνολογίας Υπολογιστών

Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τυπου άδειας χρησης, η άδεια χρησης αναφερεται ρητώς.

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου των διδασκόντων καθηγητών.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδήμαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Πατρών» έχει χρηματοδοτηθεί μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκη Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικους πόρους.

Ανάπτυξη

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό αναπτύχθηκε στο τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Πατρών

Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΕΣΠΑ 2007-2013
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Σκοπός

Στόχος της παρακάτω ενότητας είναι η εισαγωγη σε βασικες αρχες και εννοιες των Αρχων Προγραμματι σμού.

Αναδρομικότητα

Υπολογισμός Παραγοντικού

$$3! = 1 \times 2 \times 3 = 6$$

$$n! = \prod_{i=1}^{n} i$$

$$0! = 1$$

$$n! = n(n-1)!$$

$$0! = 1$$

αναδρομικός τύπος

Αναδρομικότητα στη C

```
#include <stdio.h>
int f(int);

main ( ) {
        int a = 3;
        printf ("%d\n", f(a));
        }

int f(int n) {
        int temp;
        if (n==0)
                temp = 1 ;
        else
                temp = n * f(n - 1);
        return temp;
        }
```

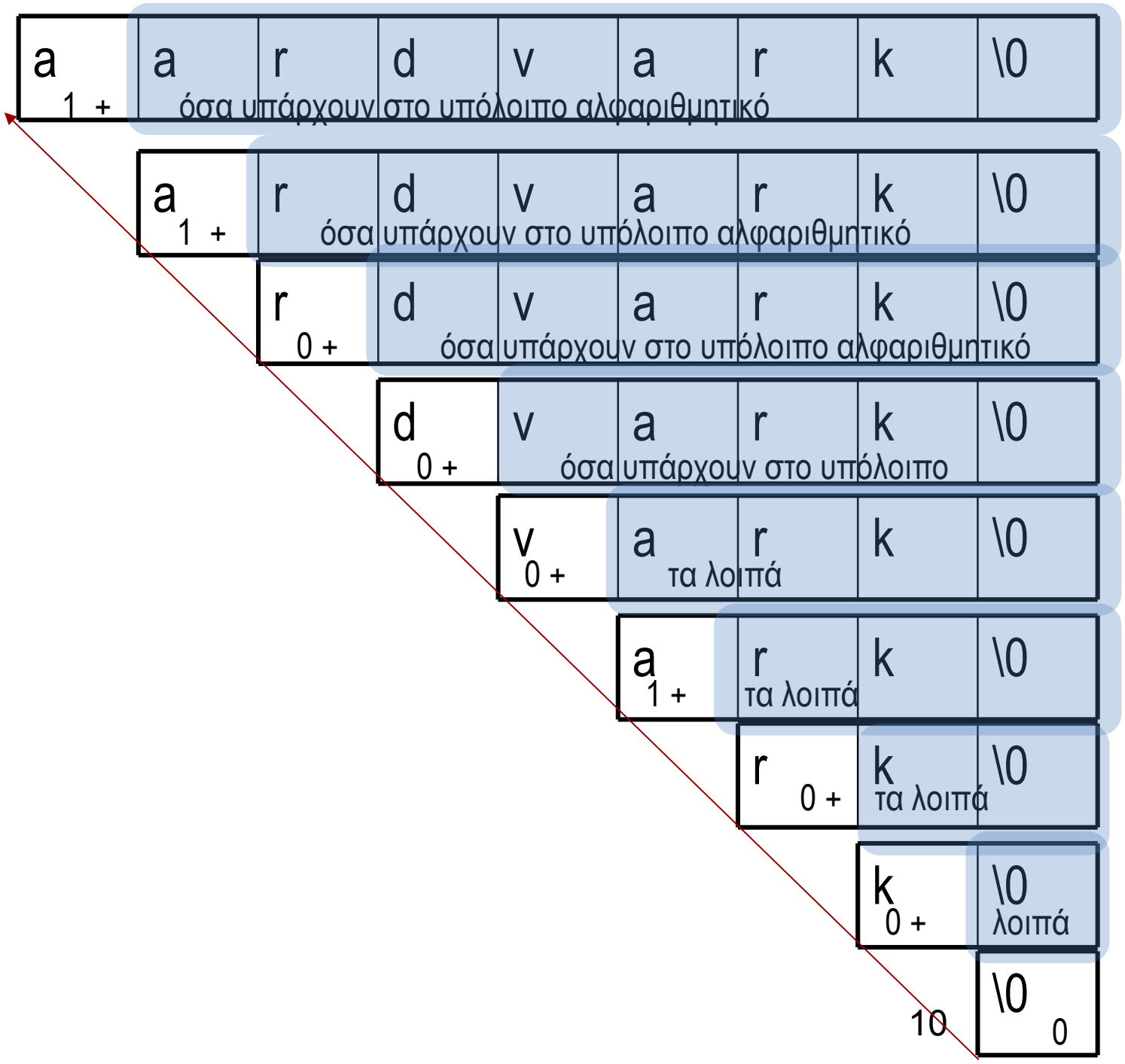
Χρειάζεται συνθήκη τερματισμού.

Η συνάρτηση f( ) καλεί τον εαυτό της στον **ορισμό** της.

Λύση χωρίς αναδρομικότητα

```
int f(int n) {
   int temp = 1 , i;

   for (i=1;i<=n;i++)
              temp *= i;

   return temp;
   }
```

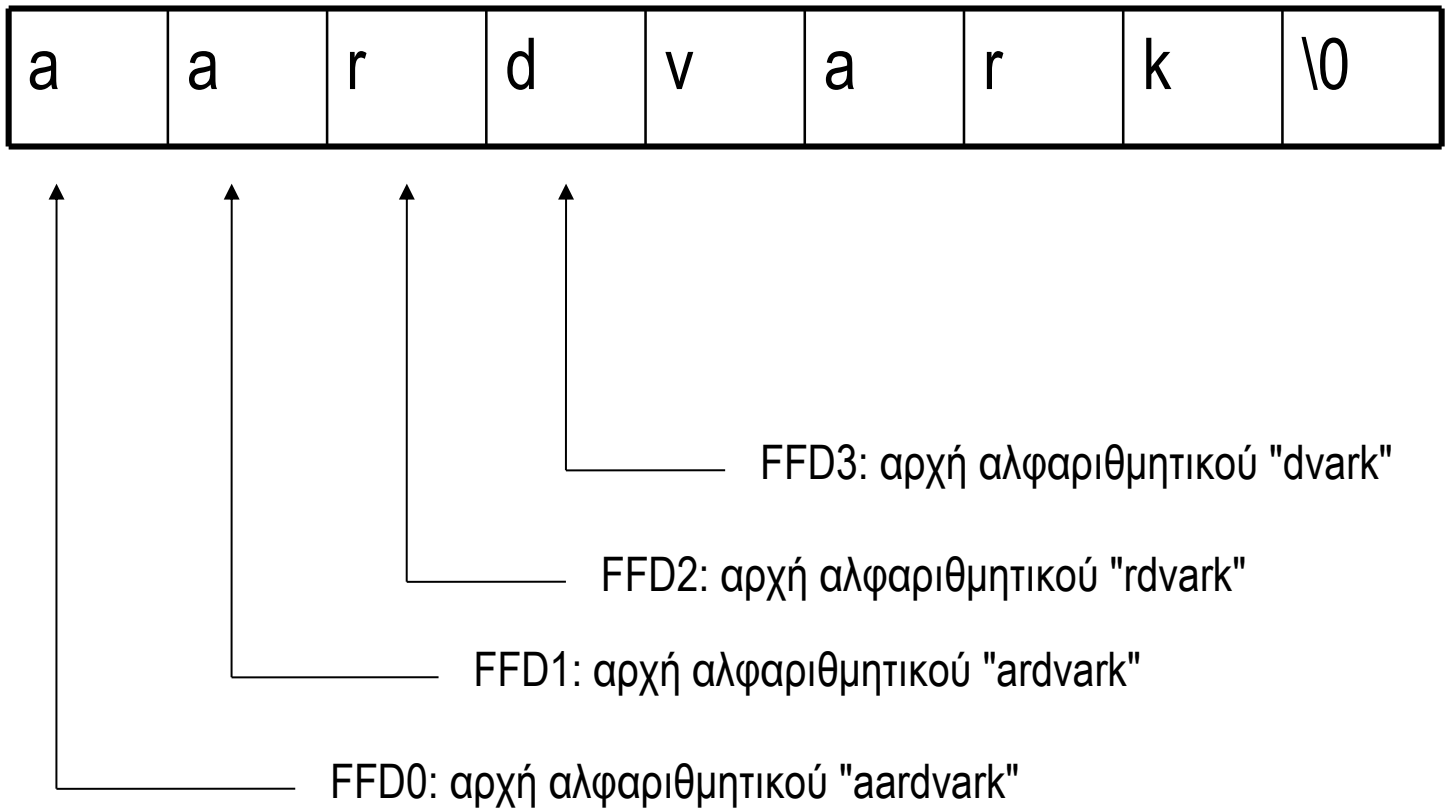
```
int f(int n) {
   int temp = 1 , i;

   for(i=1;i<=n;temp*=(i++));

   return temp;
   }
```


a
1 +
a r d v a r k \0
όσα υπάρχουν στο υπόλοιπο αλφαριθμητικό
a
1 +
r d v a r k \0
όσα υπάρχουν στο υπόλοιπο αλφαριθμητικό
r
0 +
d v a r k \0
όσα υπάρχουν στο υπόλοιπο αλφαριθμητικό
d
0 +
v a r k \0
όσα υπάρχουν στο υπόλοιπο
v
0 +
a r k \0
τα λοιπά
a
1 +
r k \0
τα λοιπά
r
0 +
k \0
τα λοιπά
k
0 +
\0
λοιπά
10
\0
0

Παράδειγμα

Να γραφεί συνάρτηση που να μετρά το πλήθος εμφανίσεων ενός χαρακτήρα c σε ένα αλφαριθμητικό

- Αν υπάρχει αλφαριθμητικό:
  - Ο αριθμός των c στο αλφαριθμητικό είναι
    - αν ο πρώτος χαρακτήρας είναι c, είναι 1 + ο αριθμός των c που υπάρχουν στο υπόλοιπο αλφαριθμητικό
    - αν ο πρώτος χαρακτήρας δεν είναι c, είναι **μόνο** ο αριθμός των c που υπάρχουν στο υπόλοιπο αλφαριθμητικό.
- Ποια είναι η συνθήκη τερματισμού;
- Τι σημαίνει υπόλοιπο αλφαριθμητικό;


a
a
r
d
v
a
r
k
\0
FFD3: αρχή αλφαριθμητικού "dvark"
FFD2: αρχή αλφαριθμητικού "rdvark"
FFD1: αρχή αλφαριθμητικού "ardvark"
FFD0: αρχή αλφαριθμητικού "aardvark"

Αναδρομική υλοποίηση συνάρτησης

```
int countchar(char *s, char c) {
  if (s[0] != '\0')
  if (s[0] == c)
      return 1+countchar(++s,c);
  else
      return countchar(++s, c);
 else
    return 0;
}
```

αν **δεν είναι** το τέλος του αλφαριθμητικού

τότε αν **ο πρώτος χαρακτήρας είναι** c

το αποτέλεσμα είναι 1 + όσα c υπάρχου
ν στο υπόλοιπο αλφαριθμητικό

αλλιώς το αποτέλεσμα είναι μόνο όσα 'a'
υπάρχουν στο υπόλοιπο αλφαριθμητικό

αν **είναι** το τέλος του αλφαριθμητικού, δεν υπάρχουν c, άρα επιστρέφει 0

Υλοποίηση με τον τελεστή ? :

```
int countchar(char *s, char c) {
if (s[0])
 return(s[0]==c)?1+countchar(++s,c):countchar(++s,c);
else
 return 0;
}
```

Χρήση τελεστή ? : αντί για **if else**

Άλλη ισοδύναμη υλοποίηση (χωρίς εσωτερικό **if else**)

```
int countchar(char *s, char c) {
  if (s[0])
   return ((s[0] == c) +countchar(++s, c)) ;
 else
    return 0;
}
```

Αντικατάσταση του **if else** με τελεστή ? :

```
int countchar(char *s, char c) {
  return  s[0]?(s[0] == c) + countchar(++s,c):0;
}
```

```
int countchar(char *s, char c) {
  return  (*s)?(*s == c) + countchar(s+1,c):0;
}
```

Είναι αυτό αναδρομή;

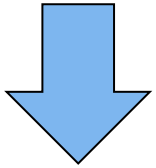
```
#include <stdio.h>
int max(int, int);
int main ( ) {
  int a = 1, b = 2 , c= 3, d;
  d = max(a, max(a, b));
  printf("%d", d);
  return 0;
  }
```

Ορίσματα γραμμής εντολής στη C

```
int main (int argc, char *arg[ ]) {
int i;

  for (i =0; i < argc ; i++)
       printf ("argument %i: %s\n", i, arg[i]) ;

   return 0;
}
```

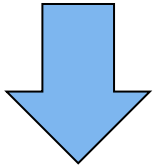
Στατική δήλωση

```
Listelement c = { "Giannis", 5, NULL};
```



Δυναμική δήλωση στοιχείου της λίστας

```
Listelement *element_ptr;
element_ptr = (Listelement *) malloc ( sizeof (Listelement));
strcpy((*element_ptr).name,"Ntina");
(*element_ptr).age = 9;
(*element_ptr).next = NULL;
```



Άλλος συμβολισμός, ενδεικτικά:
element_ptr->name αντί (*element_ptr).name

```
Listelement *element_ptr;
element_ptr = (Listelement *) malloc ( sizeof (Listelement));
strcpy(element_ptr->name,"Ntina");
element_ptr->age = 9;
element_ptr->next = NULL;
```

```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#define L 30
struct listelement {
              char name[L];
              int age;
              struct listelement *next;
};
typedef struct listelement Listelement;
typedef Listelement * Listelement_ptr;
int main(int argc, char *argv[]) {
           /* Initialize */
           Listelement_ptr iterator=NULL, element_ptr,  previous_ptr, first_ptr;       /* create
elements and put them to list*/

           element_ptr = (Listelement_ptr) malloc ( sizeof (Listelement));
           strcpy(element_ptr->name,"Ntina");
           element_ptr -> age = 9;
           element_ptr -> next = NULL;
           first_ptr = element_ptr;
           previous_ptr = element_ptr;
           element_ptr = (Listelement_ptr) malloc ( sizeof (Listelement));
           strcpy(element_ptr->name,"Giannis");
           element_ptr -> age = 6 ;
           previous_ptr -> next = element_ptr;

           /* Access elements */
           for (iterator = first_ptr; iterator != NULL ; iterator = iterator->next) {
                      printf( "name: %s\n", iterator->name);
                      printf("age: %d\n", iterator->age);}
           return 0;
}
```

mytypes.h

```
#define L 30
struct listelement {
        char name[L];
        int age;
        struct listelement *next;
};
typedef struct listelement Listelement;
typedef Listelement * Listelement_ptr;
typedef Listelement * List;
```

Τύποι λίστας στο mytypes.h

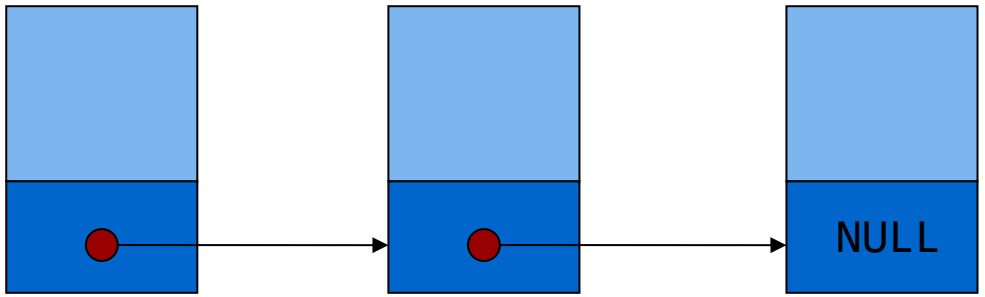
- Listelement
  - Στοιχείο λίστας (**struct** listelement)
- Listelement_ptr
  - Δείκτης σε στοιχείο λίστας. Ίδιο με
    - **struct** listelement *
    - Listelement *
- List
  - Δείκτης σε στοιχείο λίστας
  - Μεταβλητές αυτού του τύπου δείχνουν
    - Στο πρώτο στοιχείο της λίστας ή
    - Έχουν την τιμή NULL (κενή λίστα).

Δημιουργία στοιχείου

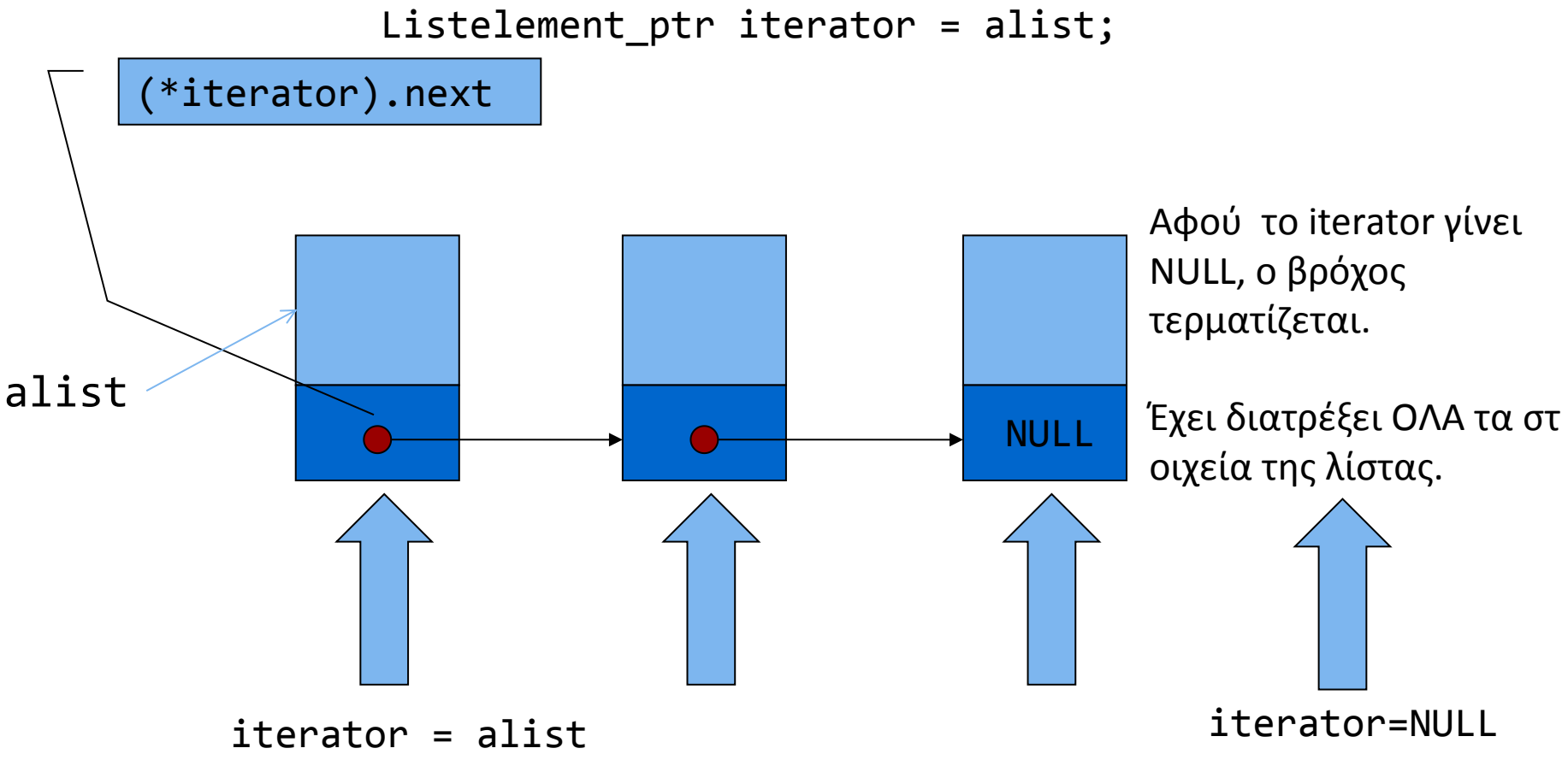
```
#include <string.h>
#include <stdlib.h>
#include "mytypes.h"

Listelement_ptr createnewelement(char word[], int number) {
        Listelement_ptr newelement_ptr;

        newelement_ptr = (Listelement_ptr) malloc ( sizeof (Listelement));
        strcpy(newelement_ptr->name, word);
        newelement_ptr -> age = number;
        newelement_ptr -> next = NULL;

        return newelement_ptr;

}
```

Διατρέχει όλα τα στοιχεία της λίστας

```
#include <stdio.h>
#include "mytypes.h"

void reportlist(List const alist) {
        Listelement_ptr iterator= alist;
        for (; iterator != NULL ; iterator = iterator->next)
         {
                printf( "name: %s\n", iterator->name);
                printf("age: %d\n", iterator->age);
         }
}
```

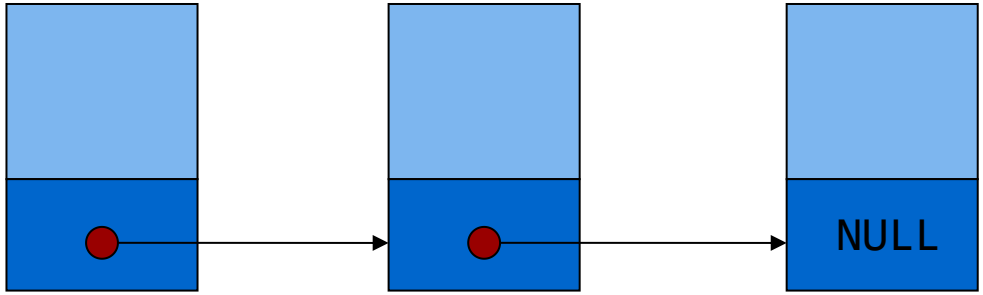


Διατρέχει όλα τα στοιχεία της λίστας




```
for (; iterator != NULL ; iterator = iterator->next)
```

Προσθήκη στοιχείου στο τέλος λίστας

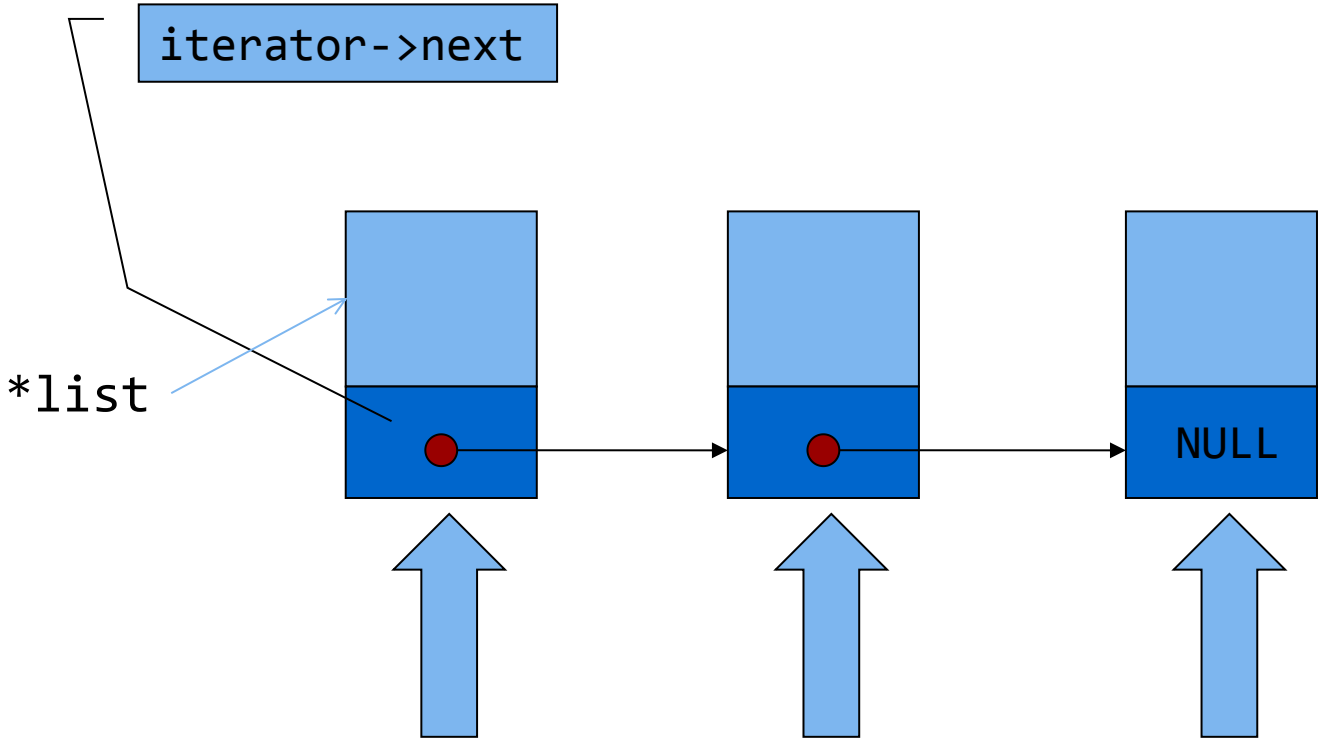


Παράμετρος δείκτης σε λίστα ή διπλός δείκτης σε στοιχείο

```
#include <stdio.h>
#include "mytypes.h"

void addtolist (List *list, Listelement_ptr elem_ptr ) {
        Listelement_ptr iterator = *list;
        if (*list==NULL) /* handle empty list*/
           *list = elem_ptr;
        else  { /* if not empty, move to last element list*/
                  for (; iterator->next != NULL; iterator = iterator->next);
                  /* append element to list */
                  iterator->next = elem_ptr;
        }
}
```

Όταν βγει από το βρόχο, ο iterator δείχνει στο τελευταίο στοιχείο

```
Listelement_ptr iterator = *list;
```



Αφού το iterator->next γίνει NULL, ο βρόχος τερματίζεται.

Το iterator δείχνει στο Τελευταίο στοιχείο.

```
iterator = *list                    iterator->next=NULL
```

```
for (; iterator->next != NULL ; iterator = iterator->next)
```

Παράδειγμα χρήσης συναρτήσεων

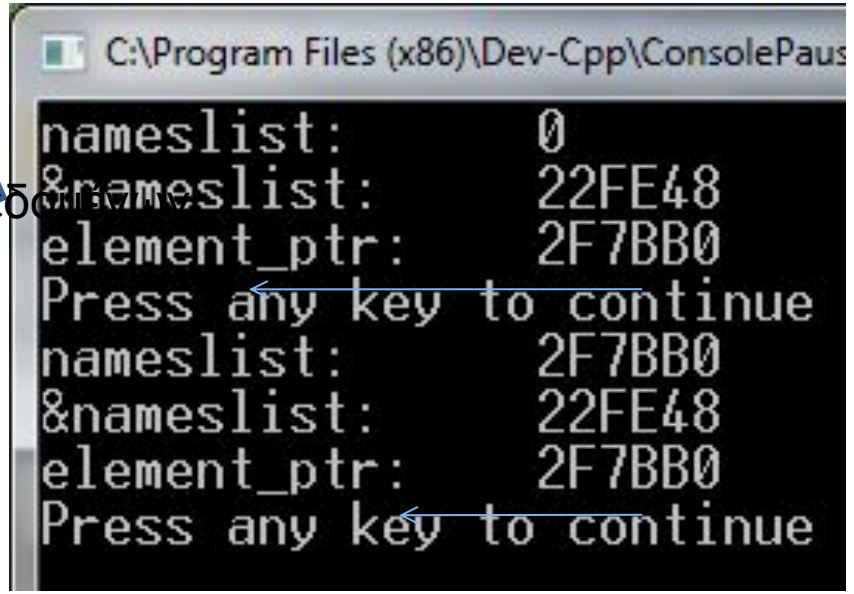
```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include "mytypes.h”
Listelement_ptr createnewelement(char *, int);
Listelement_ptr findelementbyname(List, char []);
void reportlist( List const);
void addtolist(List *, Listelement_ptr);
void deleteelement(List *, Listelement_ptr);
int main(int argc, char *argv[]) {
            /* Initialize */
            Listelement_ptr iterator=NULL, element_ptr, previous_ptr;
            List nameslist = NULL;
            char name[50];
            /* create elements and put them to list*/
            element_ptr = createnewelement("Ntina", 10);
            addtolist (&nameslist, element_ptr);
            element_ptr = createnewelement("Giannis", 5);
            addtolist( &nameslist, element_ptr);
            element_ptr = createnewelement("Maria", 7);
            addtolist( &nameslist, element_ptr);
            reportlist(nameslist);
            /* find, delete, report */
            do {
               printf("name: ");
               scanf("%s", name);
               element_ptr = findelementbyname(nameslist, name);
               if (element_ptr)  {
                           printf("found it. data: %d\n", element_ptr->age);
                           deleteelement(&nameslist, element_ptr);
                           reportlist(nameslist);
               }
    } while (nameslist!=NULL) ;
  return 0;
}
```

Λίστα ως παράμετρος με αναφορά

```
void addtolist (List *, Listelement_ptr );

List nameslist = NULL;
Listelement_ptr = element_ptr;
element_ptr = createnewelement("Ntina", 10);
addtolist (&nameslist, element_ptr);
```

Τιμές **πριν** την εκτέλεση της addtolist

Τιμές **μετά** την εκτέλεση της addtolist



- Η nameslist αποθηκεύεται στη θέση 22FE48.
- Η τιμή της nameslist αλλάζει μετά την κλήση της addtolist. (όχι η θέση της!)
- Τύπος της nameslist: List Τύπος της θέσης της: List *

Θέση της namelist (ή &nameslist)

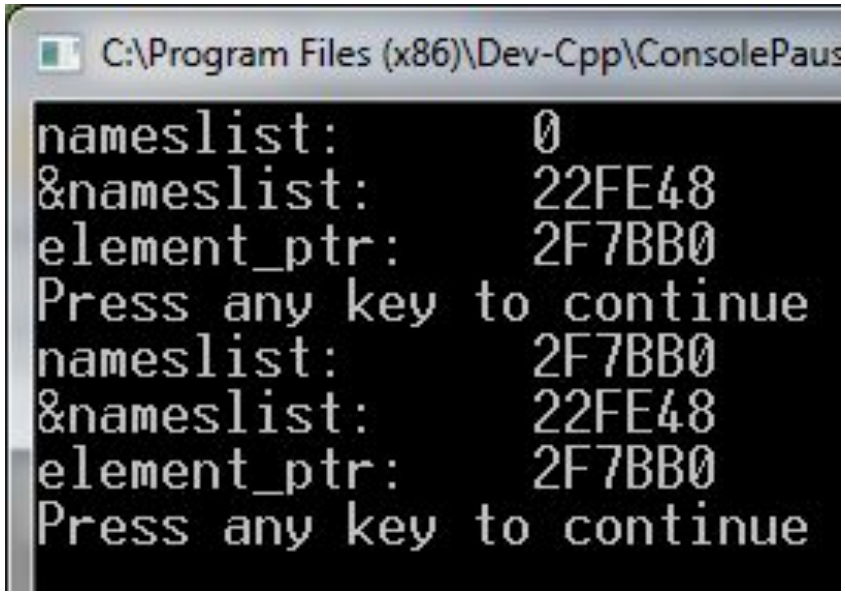
22FE48

Τιμή της namelist

2F7BB0

Πριν την κλήση της `addtolist`

Μετά την κλήση της `addtolist`



Διαγραφή στοιχείου

Παράμετρος: δείκτης σε λίστα ή διπλός δείκτης σε στοιχείο λίστας

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

int deleteelement(List *alist, Listelement_ptr element) {
           Listelement_ptr  iterator = *alist, todelete_ptr;
           if (element == NULL || *alist == NULL)
              return -1 ;
           if (element== *alist) { /* if required, delete first element */
              *alist = element->next ;
              free(element);
           }
           else { /* find the element before the one to be deleted */
                       for(; iterator->next != element; iterator = iterator->next) ;
                       iterator->next = element->next;
                       free(element);
           }
           return 0;
}
```

Διαγραφή με πρόβλεψη το στοιχείο να μην υπάρχει στη λίστα

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include "mytypes.h"
int deleteelement(List *alist, Listelement_ptr  todelete_ptr) {
 Listelement_ptr  iterator = *alist;

if (todelete_ptr == NULL || *alist == NULL)
  return -1 ;
 if (todelete_ptr == *alist) {
   *alist = todelete_ptr->next ;
    free(todelete_ptr);
   }
 else {

    for(; iterator != NULL && iterator->next != todelete_ptr ;
                                    iterator = iterator->next) ;
    if (iterator!=NULL) {
           iterator->next = todelete_ptr->next;
           free(todelete_ptr);}
    else {
           printf("element not in list");
           return -1;
           }
    }
  return 0;
}
```

Όσο δείχνεις σε στοιχείο της λίστας (`iterator!=NULL`) ΚΑΙ το επόμενο στοιχείο δεν είναι το προς διαγραφή (`iterator->next != todelete_ptr`), πήγαινε στο επόμενο στοιχείο

Αν μετά το βρόχο το iterator δείχνει σε στοιχείο (!=NULL), αυτό είναι το ακριβώς προηγούμενο από το προς διαγραφή.

Διαγραφή με πρόβλεψη το στοιχείο να μην υπάρχει στη λίστα

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include "mytypes.h"
int deleteelement(List *alist, Listelement_ptr  todelete_ptr) {
 Listelement_ptr  iterator = *alist;

if (todelete_ptr == NULL || *alist == NULL)
  return -1 ;
 if (todelete_ptr == *alist) { /* if required, delete first element*/
   *alist = todelete_ptr->next ;
    free(todelete_ptr);
   }
 else { /* find the element before the one to be deleted o
             continue until no more elements in list */
    for(; iterator != NULL && iterator->next != todelete_ptr ;
                                        iterator = iterator->next) ;
    if (iterator!=NULL) {
             iterator->next = todelete_ptr->next;
             free(todelete_ptr);}
    else {
             printf("element not in list");
             return -1;
             }
     }
  return 0;
}
```

Πρώτα χρησιμοποιώ το todelete_ptr
Μετά αποδεσμεύεται με free

Τι θα γίνει αν γράψουμε
iterator->next!=todelete_ptr && iterator !=NULL
αντί για
iterator!=NULL && iterator->next!=todelete_ptr

Χρήσιμα σημεία σε συναρτήσεις επεξεργασίας λίστας

- Η λίστα ως παράμετρος
  - Αναφερόμαστε σε λίστα με τη διεύθυνση του πρώτου στοιχείου
  - Μερικές συναρτήσεις αλλάζουν τη διεύθυνση του πρώ του στοιχείου (προσθέτουν, διαγράφουν, …)
  - Άλλες όχι (εκτύπωση, καταμέτρηση, αναζήτηση…)
- Πρώτα χρησιμοποιώ, μετά διαγράφω
- Βρίσκω και καλύπτω ειδικές περιπτώσεις
  - Ενδεικτικά: άδεια λίστα, πρώτο στοιχείο, κενό στοιχείο ως είσοδος

Αναδρομική αναζήτηση σε λίστα

```
#include <string.h>
#include "mytypes.h"

Listelement_ptr recfind(List alist, char name[]) {
if (alist == NULL)
   return NULL;
else
        if (!strcmp(alist->name, name))
           return alist;
        else
           return recfind(alist->next, name);
}
```

Χρήση αρχείων

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

int main ( ) {
int i;
int num;
FILE *data ;

          if ((data = fopen ("dataout.txt", "wt") )==NULL) {
                    printf("Cannot create file.\n");
                    exit(1);
                    }
          for ( i = 0; i < 10 ; i++)
                    fprintf (data, "number i: %d\n", i);
          fclose(data);

          if((data = fopen ("numbers.txt", "rt"))==NULL) {
                    printf("Cannot read from file.\n");
                    exit(1);
                    };
          while (fscanf(data, "%d", &num)!=EOF)
                    printf("%d ", num);
          fclose(data);
}
```

Χρήση αρχείων

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

int main(int argc, char *argv[])
{
  int n;
  FILE * pFile;
  char buffer [27];

  pFile = fopen ("test.txt","w+");

  for ( n='A' ; n<='Z' ; n++)
    fputc ( n, pFile);

  rewind (pFile);
  fread (buffer,1,26,pFile);
  fclose (pFile);
  buffer[26]='\0';
  puts (buffer);

  system("PAUSE");
  return 0;
}
```

fwrite ( )

```
size_t fwrite ( const void * ptr, size_t size, size_t count, FILE *stream );
```

- Γράφει περιοχή μνήμης στη ροή stream
- Παράμετροι
  - ptr Δείκτης σε πίνακα στοιχείων προς εγγραφή.
  - size μέγεθος κάθε στοιχείου σε bytes
  - count πλήθος στοιχείων καθένα μεγέθους *size* bytes.
  - stream Δείκτης σε FILE

Χρήση αρχείων

```
size_t fread ( void * ptr, size_t size, size_t count, FILE * stream );
```

- Παράμετροι
  - Ptr Δείκτης σε μπλοκ μνήμης ελάχιστου μεγέθους (*size***count*) bytes.
  - Size Μέγεθος σε bytes κάθε στοιχείου προς ανάγνω ση.
  - Count Πλήθος στοιχείων καθένα μεγέθους *size* bytes.
  - Stream Δείκτης σε FILE

Χρήση αρχείων

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

typedef struct data{
        int a;
        char name[10];
        } Data;

int main(int argc, char *argv[]) {

Data mydata[] = {{5, "red"}, {10, "black"}, {11,"yellow"}};
Data mycopy[10];
FILE *testio;
int i;

testio = fopen ("mydata.bin", "wb");
fwrite (mydata, sizeof (Data), 3, testio);
fclose(testio);

testio = fopen ("mydata.bin", "rb");
fread(mycopy, sizeof (Data), 3, testio);
fclose(testio);

for (i=0;i<3;i++)
    printf("value: %d\nname: %s\n", mycopy[i].a, mycopy[i].name);
return 0;
}
```

Χρήση αρχείων

- `int fseek ( FILE * stream, long int offset, int origin );`

- Παράμετροι
  - Δείκτης σε FILE .
  - Offset πλήθος bytes για πρόσθεση στο *origin*.
  - Origin τρέχουσα θέση στην οποία προστίθεται το *offset*.
  - Μπορεί να είναι μια από τις σταθερές:
    - SEEK_SET Αρχή αρχείου
    - SEEK_CUR Τρέχουσα θέση
    - SEEK_END Τέλος αρχείου

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

typedef struct data{
        int a;
        char name[10];
        } Data;

int main(int argc, char *argv[])
{
  FILE * testio;
  long filesize;
  Data * mycopy;
  size_t result;
  int numberofelems;
  int i;

  testio = fopen ( "mydata.bin" , "rb" );
  if (testio == NULL)
     printf("failed to open\n");
  else
      printf("stream open\n");

  fseek(testio, 0 , SEEK_END);
  filesize = ftell (testio);
  rewind (testio);

mycopy = (Data *) malloc (sizeof
    (char)*filesize);

  result = read(mycopy,1,filesize,testio);
  if (result != filesize)
    {
          fputs ("Reading error",stderr);
          exit(3);
    }

  fclose (testio);

  numberofelems=(filesize)/(sizeof(Data));
  printf("Data elements read: %d\n",
    numberofelems);

  for (i=0;i<numberofelems;i++)
    printf( "value: %d\nname: %s\n",
          mycopy[i].a, mycopy[i].name);


  free (mycopy);

  system("PAUSE");
  return 0;
}
```

Όνομα συνάρτησης

- Οι παρενθέσεις ως τελεστής
  - Δήλωση/πρότυπο συνάρτησης

    int f (**int**);
  - Κλήση συνάρτησης

    int a ;

    a = f(5) ;
- Το όνομα συνάρτησης μόνο του $\Rightarrow$ διεύθυνση
- Μπορώ να δηλώσω σχετική **μεταβλητή**

Δείκτης σε συνάρτηση

```
/* δήλωση δείκτη σε ακέραιο */
int *intptr;

/* δήλωση δείκτη σε συνάρτηση */
int (*f)() ;

/* πρότυπο συνάρτησης που επιστρέ
     φει δείκτη σε ακέραιο */
int *f();
```

```
int function1(void);
int function2(void);
main ( ) {
int a = 0;
int (*f)( );
…
if (!a)
     f = function1;
else
     f= function2;

(*f)();

}
```

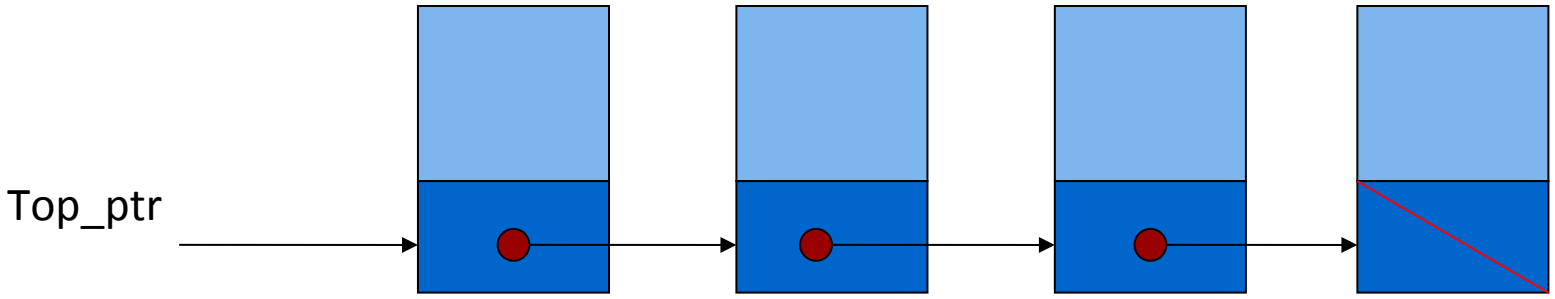
Πίνακας Δεικτών σε Συνάρτηση

```
#include <stdio.h>

double one( double );
double two( double );
main ( ) {
double (*f[2])(double);
double x = 3.47, y;
int i ;
        f[0] = one ;
        f[1] = two ;
        do {
                printf("select function:\t");
                scanf("%d", &i);
                y = (*f[i-1])( x) ;
                printf("result %g\n", y);
        } while (1) ;
}
double one(double x) { return (x + 1.0) ; }
double two(double x ) { return (x + 2.0) ; }
```

Πίνακας Δεικτών σε Συνάρτηση - Αρχικοποίηση

```
#include <stdio.h>

double one( double );
double two( double );
main ( ) {
double (*f[2])(double) = {one, two} ;
double x = 3.47, y;
int i ;
        do {
                printf("select function:\t");
                scanf("%d", &i);
                y = (*f[i-1])( x) ;
                printf("result %g\n", y);
        } while (1) ;
}
double one(double x) { return (x + 1.0) ; }
double two(double x ) { return (x + 2.0) ; }
```

Στοίβες - stacks



- Λειτουργίες push/pop

Παράδειγμα

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

struct stackNode {/* self-referential structure */
   int data;
   struct stackNode *nextPtr;
};

typedef struct stackNode StackNode;
typedef StackNode *StackNodePtr;

void push( StackNodePtr *, int );
int pop( StackNodePtr * );
int isEmpty( StackNodePtr );
void printStack( StackNodePtr );
void instructions( void );
```

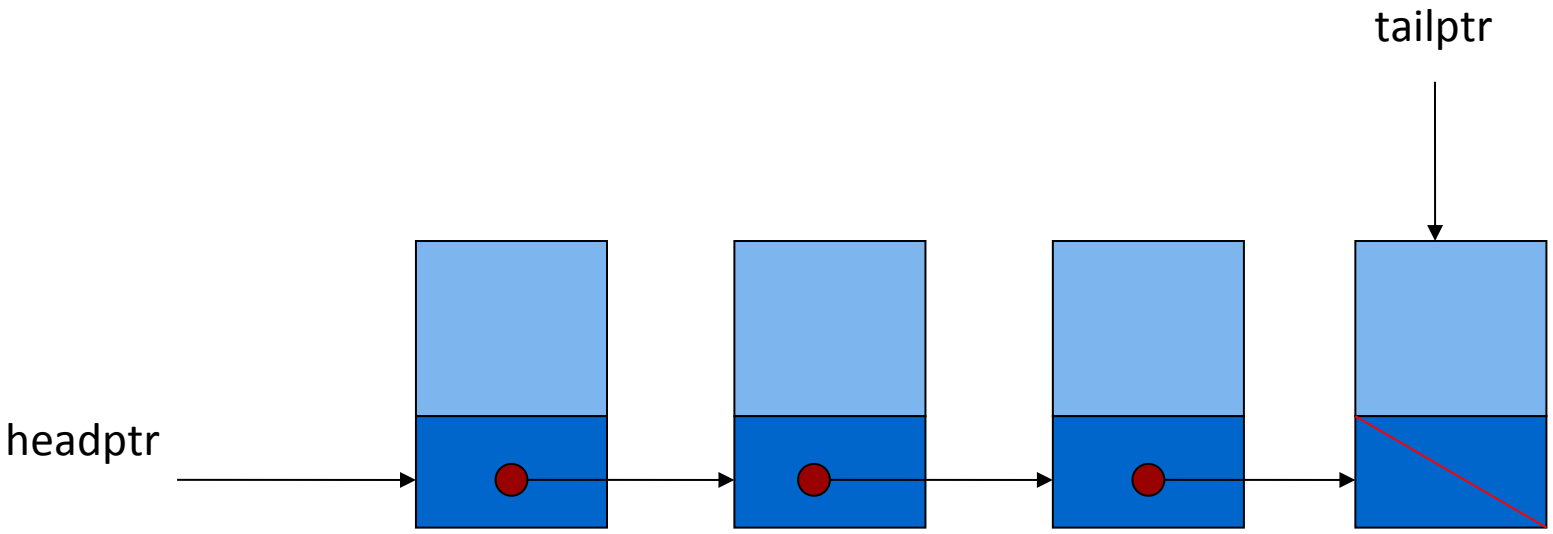
```c
int main()
{
   StackNodePtr stackPtr = NULL;  /* points to stack top */
   int choice, value;

   instructions();
   printf( "? " );
   scanf( "%d", &choice );

   while ( choice != 3 ) {

      switch ( choice ) {
         case 1:      /* push value onto stack */
            printf( "Enter an integer: " );
            scanf( "%d", &value );
            push( &stackPtr, value );
            printStack( stackPtr );
            break;
         case 2:      /* pop value off stack */
            if ( !isEmpty( stackPtr ) )
               printf( "The popped value is %d.\n",
                       pop( &stackPtr ) );

            printStack( stackPtr );
            break;
         default:
            printf( "Invalid choice.\n\n" );
            instructions();
            break;
      }

      printf( "? " );
      scanf( "%d", &choice );
   }

   printf( "End of run.\n" );
   return 0;
}
```

Παράδειγμα

```
/* Print the instructions */
void instructions( void )
{
   printf( "Enter choice:\n"
         "1 to push a value on the stack\n"
         "2 to pop a value off the stack\n"
         "3 to end program\n" );
}

/* Insert a node at the stack top */
void push( StackNodePtr *topPtr, int info )
{
   StackNodePtr newPtr;

   newPtr = malloc( sizeof( StackNode ) );
   if ( newPtr != NULL ) {
      newPtr->data = info;
      newPtr->nextPtr = *topPtr;
      *topPtr = newPtr;
   }
   else
      printf( "%d not inserted. No memory available.\n",
            info );
}
```

```
/* Print the stack */
void printStack( StackNodePtr currentPtr )
{
   if ( currentPtr == NULL )
      printf( "The stack is empty.\n\n" );
   else {
      printf( "The stack is:\n" );

      while ( currentPtr != NULL ) {
         printf( "%d --> ", currentPtr->data );
         currentPtr = currentPtr->nextPtr;
      }

      printf( "NULL\n\n" );
   }
}

/* Is the stack empty? */
int isEmpty( StackNodePtr topPtr )
{
   return topPtr == NULL;
}

/* Remove a node from the stack top */
int pop( StackNodePtr *topPtr )
{
   StackNodePtr tempPtr;
   int popValue;

   tempPtr = *topPtr;
   popValue = ( *topPtr )->data;
   *topPtr = ( *topPtr )->nextPtr;
   free( tempPtr );
   return popValue;
}
```

Ουρές - queues



- Λειτουργίες enqueue/dequeue

50

Παράδειγμα

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

struct queueNode {   /* self-referential structure */
   char data;
   struct queueNode *nextPtr;
};

typedef struct queueNode QueueNode;
typedef QueueNode *QueueNodePtr;

/* function prototypes */
void printQueue( QueueNodePtr );
int isEmpty( QueueNodePtr );
char dequeue( QueueNodePtr *, QueueNodePtr * );
void enqueue( QueueNodePtr *, QueueNodePtr *, char );
void instructions( void );
```

```
void instructions( void )
{
   printf ( "Enter your
    choice:\n"
           "   1 to add an item
    to the queue\n"
           "   2 to remove an
    item from the queue\n"
           "   3 to end\n" );
}
```

Παράδειγμα

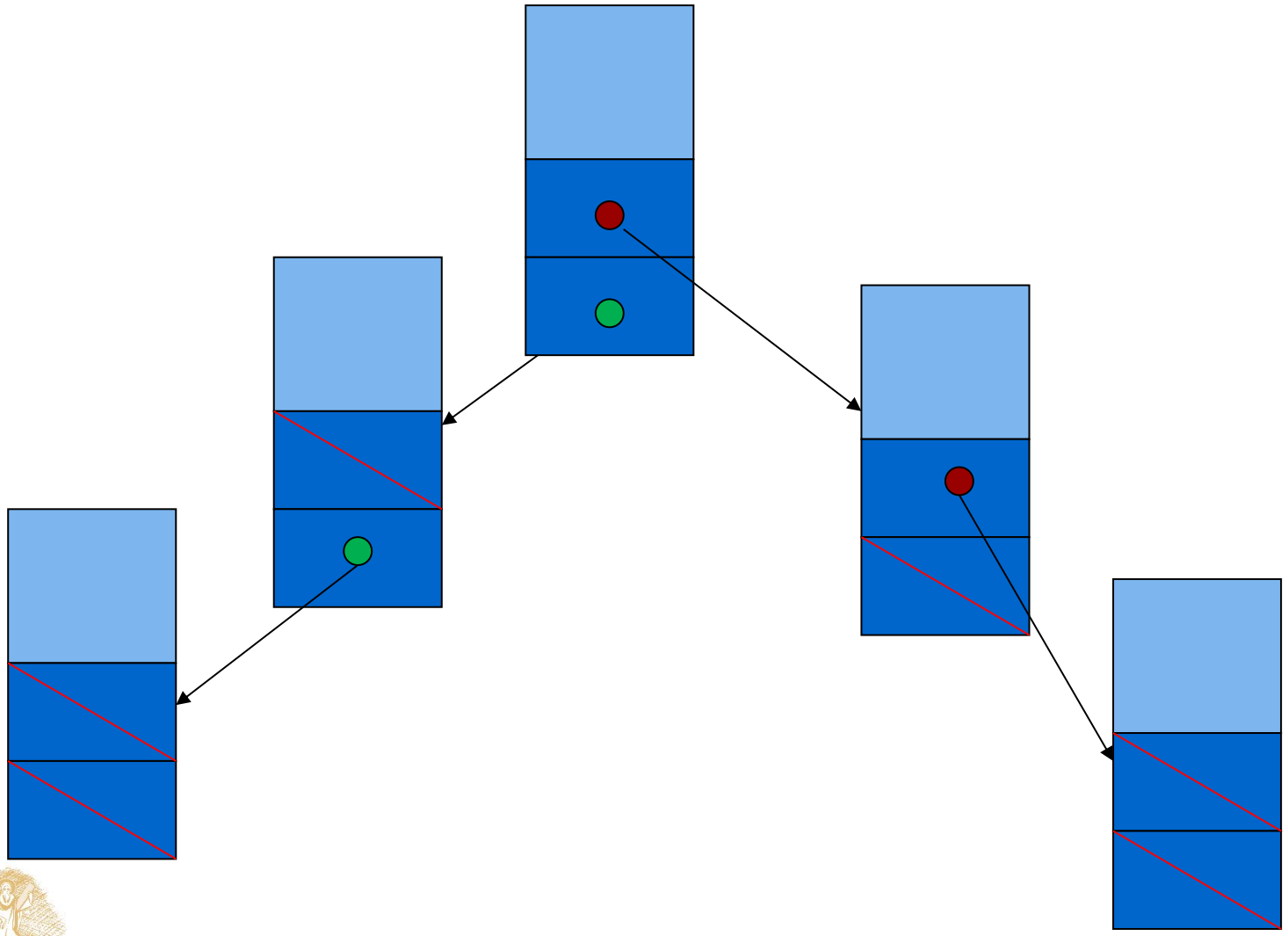
```
int main()
{
   QueueNodePtr headPtr = NULL,
                tailPtr = NULL;
   int choice;
   char item;

   instructions();
   printf( "? " );
   scanf( "%d", &choice );

   while ( choice != 3 ) {
      switch( choice ) {
       case 1:
         printf( "Enter a character: " );
         scanf( "\n%c", &item );
             enqueue( &headPtr, &tailPtr,
             item);
             printQueue( headPtr );
             break;

case 2:
        if ( !isEmpty( headPtr ) ) {
          item = dequeue( &headPtr, &tailPtr );
          printf( "%c has been dequeued.\n", item );
            }

            printQueue( headPtr );
            break;
default:
          printf( "Invalid choice.\n\n" );
          instructions();
          break;
       }

       printf( "? " );
       scanf( "%d", &choice );
   }
   printf( "End of run.\n" );
   return 0;
}
```

Παράδειγμα

```
void enqueue( QueueNodePtr *headPtr, QueueNodePtr *tailPtr,
        char value )
{
  QueueNodePtr newPtr;

  newPtr = malloc( sizeof( QueueNode ) );

  if ( newPtr != NULL ) {
    newPtr->data = value;
    newPtr->nextPtr = NULL;

    if ( isEmpty( *headPtr ) )
      *headPtr = newPtr;
    else
      ( *tailPtr )->nextPtr = newPtr;

    *tailPtr = newPtr;
  }
  else
    printf( "%c not inserted. No memory available.\n",
        value );
}
```

```
char dequeue( QueueNodePtr *headPtr, QueueNodePtr *tailPtr )
{
  char value;
  QueueNodePtr tempPtr;

  value = ( *headPtr )->data;
  tempPtr = *headPtr;
  *headPtr = ( *headPtr )->nextPtr;

  if ( *headPtr == NULL )
    *tailPtr = NULL;

  free( tempPtr );
  return value;
}

int isEmpty( QueueNodePtr headPtr )
{
  return headPtr == NULL;
}

void printQueue( QueueNodePtr currentPtr )
{
  if ( currentPtr == NULL )
    printf( "Queue is empty.\n\n" );
  else {
    printf( "The queue is:\n" );

    while ( currentPtr != NULL ) {
      printf( "%c --> ", currentPtr->data );
      currentPtr = currentPtr->nextPtr;
    }

    printf( "NULL\n\n" );
  }
}
```

Δυαδικά δέντρα



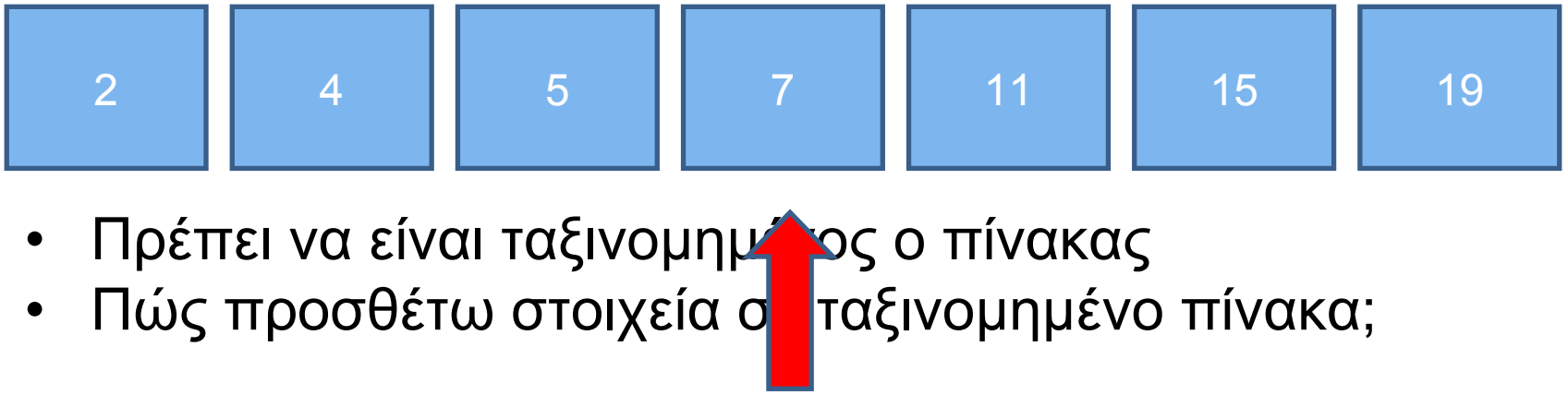
54

Δυαδικά Δένδρα

- Πρακτικές αναδρομικές συναρτήσεις
  - για κατασκευή του δυαδικού δένδρου και
  - για αναζήτηση

Δυαδικά Δένδρα

- Γραμμική δυαδική αναζήτηση σε πίνακα
  - Βρες αν υπάρχει το 5



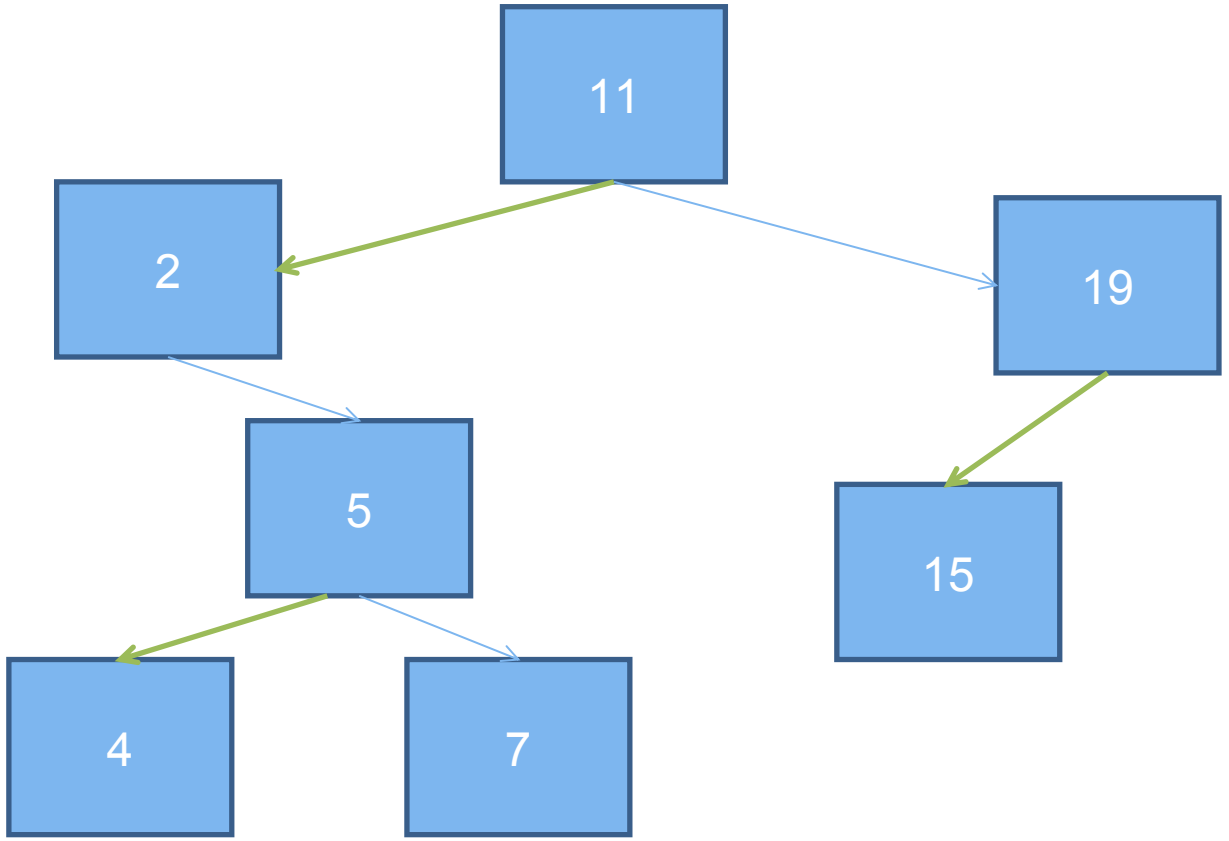
- Πρέπει να είναι ταξινομημένος ο πίνακας
- Πώς προσθέτω στοιχεία σε ταξινομημένο πίνακα;

Δυαδικά Δένδρα

- Κατά την κατασκευή του δένδρου τοποθετούμε κόμβους σε θέση κατάλληλη.
- Το δένδρο μπορεί να επεκταθεί οποιαδήποτε στιγμή

Δυαδικά Δένδρα

- Παράδειγμα: 11, 2, 5, 19, 7, 15, 4
- Κανόνας: Αριστερά οι μικρότεροι, δεξιά οι μεγαλύτεροι



Δυαδικά Δένδρα

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

struct treeNode {
   struct treeNode *leftPtr;
   int data;
   struct treeNode *rightPtr;
};

typedef struct treeNode TreeNode;
typedef TreeNode *TreeNodePtr;

void insertNode( TreeNodePtr *, int );
void inOrder( TreeNodePtr );
void preOrder( TreeNodePtr );
void postOrder( TreeNodePtr );
```

Δυαδικά Δένδρα

```
int main()
{
   int i, item;
   TreeNodePtr rootPtr = NULL;

   srand( time( NULL ) );

   /* insert random values between 1 and 15 in the tree */
   printf( "The numbers being placed in the tree are:\n" );

   for ( i = 1; i <= 10; i++ ) {
      item = rand() % 15;
      printf( "%3d", item );
      insertNode( &rootPtr, item );
   }

   /* traverse the tree preOrder */
   printf( "\n\nThe preOrder traversal is:\n" );
   preOrder( rootPtr );

   /* traverse the tree inOrder */
   printf( "\n\nThe inOrder traversal is:\n" );
   inOrder( rootPtr );

   /* traverse the tree postOrder */
   printf( "\n\nThe postOrder traversal is:\n" );
   postOrder( rootPtr );

   return 0;
}
```

Τοποθέτηση

- Κενή θέση;
  - Αν ναι, συνέδεσε τον κόμβο και τέλος.
  - Αν όχι,
    - Αν η τιμή που θέλω να τοποθετήσω είναι μικρότερη από την τρέχουσα, τοποθέτησε αριστερά
    - Αν είναι μεγαλύτερη, τοποθέτησε δεξιά
    - Αν είναι ίση, η τιμή υπάρχει στο δένδρο, τέλος.

Δυαδικά Δένδρα

```
void insertNode( TreeNodePtr *treePtr, int value )
{
   if ( *treePtr == NULL ) {    /* *treePtr is NULL */
      *treePtr = malloc( sizeof(TreeNode) );

      if ( *treePtr != NULL ) {
         ( *treePtr )->data = value;
         ( *treePtr )->leftPtr = NULL;
         ( *treePtr )->rightPtr = NULL;
      }
      else
         printf( "%d not inserted. No memory available.\n",
                 value );
   }
   else
      if ( value < ( *treePtr )->data )
         insertNode( &( ( *treePtr )->leftPtr ), value );
      else if ( value > ( *treePtr )->data )
         insertNode( &( ( *treePtr )->rightPtr ), value );
      else
         printf( "dup" );
}
```

Δυαδικά Δένδρα

```
void inOrder( TreeNodePtr treePtr )
{
   if ( treePtr != NULL ) {
      inOrder( treePtr->leftPtr );
      printf( "%3d", treePtr->data );
      inOrder( treePtr->rightPtr );
   }
}
```

Δυαδικά Δένδρα

```
void preOrder( TreeNodePtr treePtr )
{
   if ( treePtr != NULL ) {
      printf( "%3d", treePtr->data );
      preOrder( treePtr->leftPtr );
      preOrder( treePtr->rightPtr );
   }
}

void postOrder( TreeNodePtr treePtr )
{
   if ( treePtr != NULL ) {
      postOrder( treePtr->leftPtr );
      postOrder( treePtr->rightPtr );
      printf( "%3d", treePtr->data );
   }
}
```

Σημείωμα αναφοράς

- Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών, Παλιουράς Βασίλειος , Δερματάς Ευάγγελος «Αρχές Προγραμματισμού ». Έκδοση: 1.0. Πάτρα 2015
- Διαθέσιμο από τη δικτυακιακή διέυθυνση https://eclass.upatras.gr/modules/