Διαδικαστικός Προγραμματισμός

Βασίλης Παλιουράς
paliuras@ece.upatras.gr

Δείκτες (Pointers)

- **Δείκτης**: μεταβλητή στην οποία αποθηκεύουμε **διεύθυνση** θέσης μνήμης.
  - δείχνει ***που*** είναι αποθηκευμένα δεδομένα
- **Δήλωση Δείκτη**

  `<τύπος>  * <όνομα δείκτη>;`
- ΠΡΟΣΟΧΗ: Το όνομα πίνακα
  - **είναι** διεύθυνση, αλλά
  - **δεν είναι** μεταβλητή!!!

Παράδειγμα δήλωσης δείκτη

- `char * ch_ptr;`
- Η μεταβλητή ch_ptr περιέχει ***διεύθυνση μνήμης*** στην οποία είναι αποθηκευμένο δεδομένο τύπου χαρακτήρα.
- `char ch;`
- Η μεταβλητή ch έχει ως αξία χαρακτήρα.

- Μπορούμε να δηλώσουμε δείκτες σε δεδομένα διαφόρων τύπων
  - Βασικών
  - Κατασκευασμένων

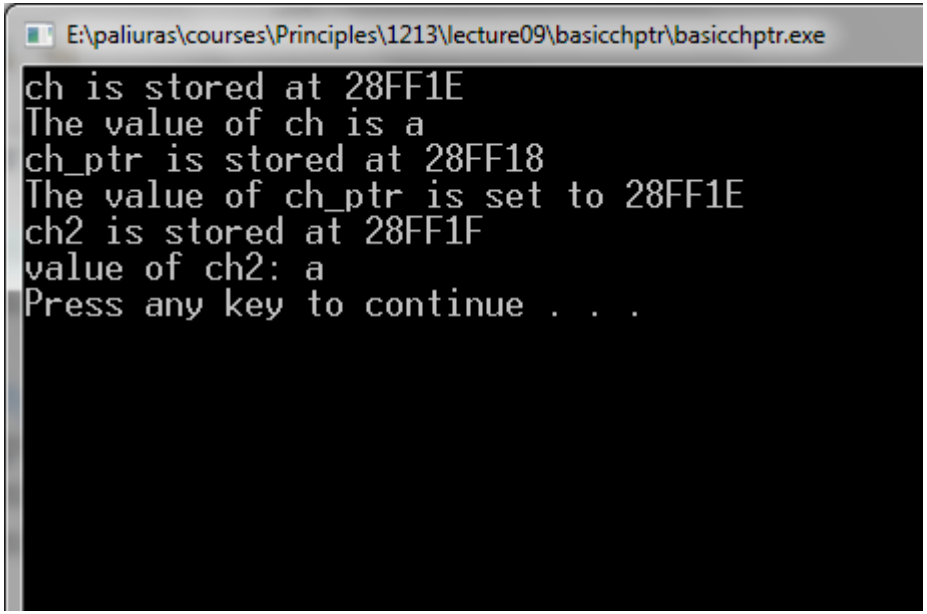
Παράδειγμα χρήσης δείκτη

```
#include <stdio.h>
void main ( ) {
 char ch = 'a', ch2;
 char * ch_ptr ;

 ch_ptr = &ch ;
 ch2 = * ch_ptr ;

 printf ("%c", ch2);
 return ;
}
```

Δήλωση δείκτη σε χαρακτήρα

* ⇒ **Περιεχόμενα της θέσης** στην οποία δείχνει ο δείκτης

```c
#include <stdio.h>

int main(int argc, char *argv[])
{
    char ch, ch2;
    char *ch_ptr ;

    ch = 'a';
    printf( "ch is stored at %X\n", &ch);
    printf( "The value of ch is %c\n", ch);

    /* ch_ptr is set to point to ch */
    ch_ptr = &ch ;
    printf( "ch_ptr is stored at %X\n", &ch_ptr);
    printf( "The value of ch_ptr is set to %X\n", ch_ptr);

    /* contents of ch_ptr (i.e., value of ch)
       are copied to ch2 */
    ch2 = *ch_ptr ;
    printf ("ch2 is stored at %X\n", &ch2);
    printf ("value of ch2: %c\n", ch2);

    return 0;
}
```



Χάρτης μνήμης

Διεύθυνση	Περιεχόμενα μνήμης σε hex	Όνομα μεταβλητής
28FF18	1E	ch_ptr
28FF19	FF	
28FF1A	28	
28FF1B	00	
28FF1C		
28FF1D		
28FF1E	61	ch
28FF1F	61	ch2

Πίνακες και δείκτες

- `int arr[10], n ;`
- `*(arr + n)` ⇔ `arr[n]` `/* δεδομένα (ακέραιος) */`
- `arr + n` ⇔ `&arr[n]` `/* διεύθυνση δεδομένων */`
- …αλλά και `n[arr]` ⇔ `*(n+arr)` `/* (!!!) */`
- Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε δείκτες για να περάσουμε ως όρισμα σε συνάρτηση πίνακες
  - ακριβέστερα: σε ποια διεύθυνση μνήμης βρίσκεται το πρώτο στοιχείο του πίνακα.

```c
#include <stdio.h>
#define N 10

int main(void) {
        int a[N];
        int i;

        for (i=0; i<N; i++) { a[i] = i*i ;}

        for (i=0; i<N; i++) {printf("%d ", a[i]); }
        printf("\n");

        for (i=0; i<N; i++) {printf("%d ", *(a+i)); }
        printf("\n");

        for (i=0; i<N; i++) {printf("%2d %p %p\n",*(a+i),a+i, &a[i]);}
        printf("\n");

        for (i=0; i<N; i++) {printf("%d ", i[a]);}  /* i[a] == a[i] */
        printf("\n");

        return 0;
}
```

```c
#include <stdio.h>

void myprint(int , int *);

int main(void) {
        int x[5] = {1, 2, 3, 4, 5};
        int y[3] = {5, 10, 15};
        myprint(5, x);
        myprint(3, y);
        return 0;
}

void myprint(int len, int * data_ptr) {
        int i;

        for (i=0; i<len; i++) {
            printf("%d ", *(data_ptr+i));
        }

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

Συναρτήσεις βασικής βιβλιοθήκης για αλφαριθμητικά

- πρότυπα στο `<string.h>`
- `char *strcpy (char *, const char *) ;`
- `int strcmp (const char *, const char *) ;`
- `char *strcat (char *, const char *) ;`
- `char *strchr (const char *, char) ;`
- `size_t strlen (const char *) ;`
- …

Δήλωση και ανάθεση τιμής σε αλφαριθμητικό

```
char *strcpy(char *, const char*);
```

```
main ( ) {
    char name[10];

    name = "katerina";

    printf ("%s", name);

    scanf("%s", name);

    printf ("%s", name);

}
```

Λάθος (στη C)

```
#include <string.h>
main ( ) {
    char name[10];

    strcpy(name,"katerina");
    printf ("%s", name);

    scanf("%s", name);
    printf ("%s", name);

}
```

Σωστός τρόπος:

Σύγκριση αλφαριθμητικών

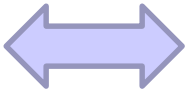
- Συνάρτηση

  ```
  int strcmp (const char *, const char *)
  ```

- για σύγκριση αλφαριθμητικών:
  - Επιστρέφει 0 αν είναι ίδια
  - -1 αν το πρώτο όρισμα προηγείται του δεύτερου
  - +1 αν έπεται.
- **Προσοχή!!!** αν θέλω να συγκρίνω δύο αλφαριθμητικά δεν χρησιμοποιώ τον τελεστή ==
  - Αυτός συγκρίνει *θέσεις* όχι *περιεχόμενα!!!*

Παράδειγμα σύγκρισης αλφαριθμητικών

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

int main( )
{

  char name[100] ="Katerina";
  char user[100] ="";

  printf("Enter your name:");

  while (strcmp(user,name)!=0)
        scanf("%s",user);

  printf("Hello %s\n", user);


  return 0;
}
```



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

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

  char name[100] ="Katerina";
  char user[100] ="";

  printf("Enter your name:");

  while (strcmp(user,name))
        scanf("%s",user);

  printf("Hello %s\n", user);


  return 0;
}
```

Άλλο εννοεί εδώ…

```
#include <stdio.h>

int main( )
{

  char name[100] ="Katerina";
  char user[100] ="";

  printf("Enter your name:");
  while (user != "Katerina") {
        scanf("%s",user);
        }

  printf("Hello %s\n", user);


  return 0;
}
```

- **Δεν κάνει** αυτό που χρειάζεται!!!
- Τι κάνει;
  - Συγκρίνει τη θέση που αρχίζει ο user με τη θέση στην οποία είναι αποθηκευμένο το "Katerina".

Παράδειγμα

- Διάβασε ένα αλφαριθμητικό
- Μέτρησε πόσες φορές περιλαμβάνει τον χαρακτήρα ‘a’
- Τύπωσε το αποτέλεσμα.

```
void readstring(char *) ;
int countA(char *);
void printresult( int ) ;
```

Η main ( ) του παραδ

```
#define N 50
#include <stdio.h>
void readstring(char *) ;
int countA(char *);
void printresult( int ) ;
```

```
main ( ) {
 char astring[N];
 int acount ;

 readstring (astring) ;

 acount = countA(astring);

 printresult(acount) ;
}
```

```
void readstring(char *s ) {
        printf ("alpharithmitiko? ");
        scanf("%s", s);
}
```

```
void printresult ( int a) {
        printf("The result is %d\n", a);
}
```

Υλοποίηση της **int** countA(**char** *);

```
int countA(char *s) {
int count = 0 ;
int i = 0;
  while ( s[i] != 0 ) {
     if (s[i] == 'a')
        count ++;
     i ++ ;
     }
  return count ;
}
```

γιατί το μηδέν δηλώνει τέλος του αλφαριθμητικού

αν ο τρέχων χαρακτήρας είναι ίσος με ‘a’, αύξησε το μετρητή count κατά ένα

προχώρησε στον επόμενο χαρακτήρα του αλφαριθμητικού

Πρόθεμα και Επίθεμα (prefix και postfix)

- `i++;  /* postfix */`
- `++ i;  /* prefix */`
- `i = 0;`
- `myprint(i++);`
- `i = 0;`
- `myprint(++i);`

Η myprint ( ) καλείται με διαφορετικό όρισμα (διαφορετική τιμή) στις δύο περιπτώσεις!

Πρόβλημα

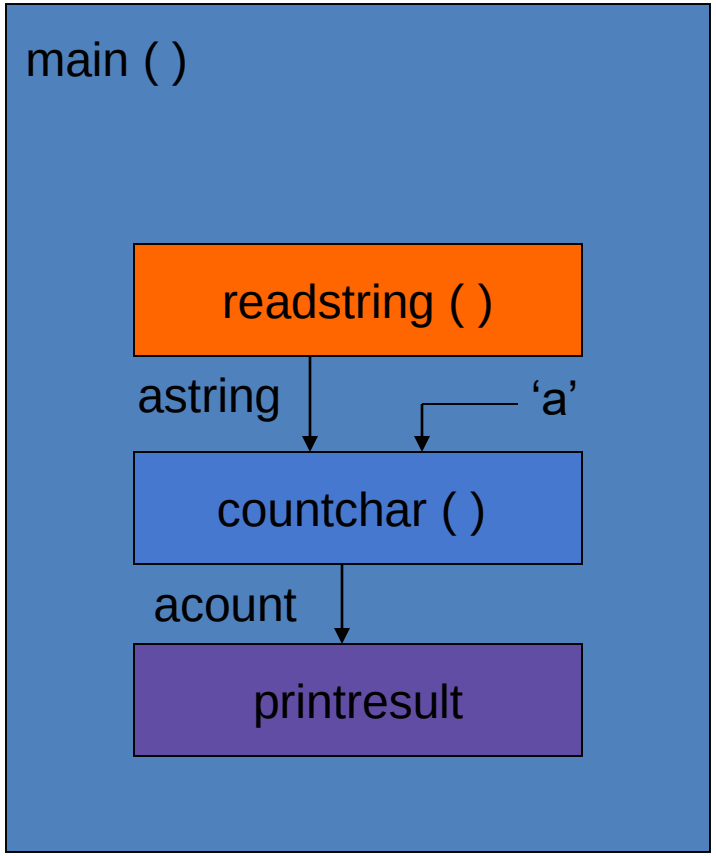
- Πώς θα γράφαμε πρότυπο και τον ορισμό συνάρτησης η οποία θα δέχεται ως ορίσματα:
  α) το αλφαριθμητικό και
  β) τον χαρακτήρα για τον οποίο γίνεται ο έλεγχος.
- Πρότυπο αυτής:

  int countchar(**char** *, **char**);
- Παράδειγμα κλήσης

  acount = countchar(astring, 'a');
- Τι πλεονεκτήματα έχει να γράφουμε γενικότερο κώδικα;

Χρήση της countchar(**char ***, **char**)

```
int main ( ) {
 char astring[N];
 int acount ;

 readstring (astring) ;

 acount =
   countchar(astring, 'a');

 printresult(acount) ;
 return 0;
}
```



Πιθανές υλοποιήσεις

```
int countA(char *s, char ch) {
int count = 0 ;
int i = 0;
  while ( s[i] != 0 ) {
   if (s[i] == ch)
      count ++;
   i ++ ;
   }
  return count ;
}
```

```
int countA(char *s, char ch) {
int count = 0 ;
int i ;
  for (i=0; s[i] != 0; i++)
   if (s[i] == ch)
          count ++;
   return count ;
}
```

int countchar(**char** *, **char**);

```
int countchar(char *s, char c) {
int count = 0 ;
int i = 0;
  while ( s[i] ) {
                count += (s[i] == c);
              i ++ ;
              }
  return count ;
}
```

```
int countchar(char *s, char c) {
int count = 0 ;
int i = 0;                          postfix notation
  while ( s[i] )                          ↓
                count += (s[i++] == c);
return count ;
}
```

int countchar(**char** *, **char**);

```
int countchar(char *s, char c) {
int count = 0 ;
int i = 0;
  while ( s[i] ) {
                count += (s[i] == c);
              i ++ ;
              }
  return count ;
}
```

```
int countchar(char *s, char c) {
int count = 0 ;
int i = 0;                          postfix notation
  while ( s[i] )                          ↓
                count += (s[i++] == c);
return count ;
}
```

```
int countchar(char *s, char c) {
int count = 0 ;
int i ;

  for( i = 0; s[i]; count += (s[i++] == c));

return count ;
}
```

```
int countchar(char *s, char c) {
int count = 0 ;
int i = 0;

  for( ; s[i]; count += (s[i++] == c));

return count ;
}
```

Μηχανισμοί κλήσης συναρτήσεων

Τι θα τυπωθεί;

```c
#include <stdio.h>

int myfun(int, int);

int main ( ) {
int a = 3, b = 3;

myfun(a, b);
printf("main: a:%d b:%d\n",
        a, b);

return 0;
}
```

```c
int myfun(int a, int b) {
a++;
b++;
printf("myfun: a:%d b:%d\n",
   a, b);
return 0;
}
```

Κλήση συνάρτησης κατ' αναφορά (call by reference)

- πρότυπο: **void** swap(**int** *a, **int** *b);

- κλήση: swap(&value1, &value2);

1. Η συνάρτηση επενεργεί **απευθείας στις θέσεις μνήμης** των μεταβλητών που χρησιμοποιούνται ως πραγματικά ορίσματα.
2. **Δεν** δημιουργούνται τοπικά αντίγραφα των δεδομένων.
   - Ισχύει για τις διευθύνσεις;
3. Στη C, ουσιαστικά, υλοποιείται ως κατ' αξία πέρασμα διευθύνσεων.

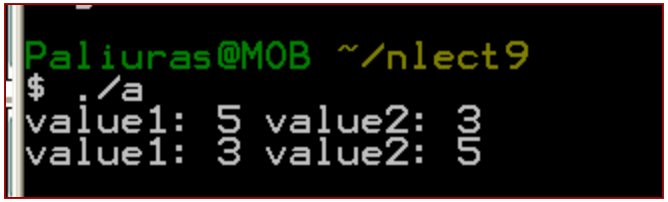
Ορισμός συνάρτησης swap( )

```
void swap(int *a, int *b) {
   int temp ;
   temp = *b ;
   *b = *a ;
   *a = temp ;
   return ;
}
```

Παράδειγμα χρήσης κλήσης κατ΄αναφορά

```
#include <stdio.h>
void swap (int *, int *);

main ( ) {
 int value1 = 5;
 int value2 = 3;

 printf("value1: %d value2: %d\n", value1, value2);

 swap (&value1, &value2) ;

 printf("value1: %d value2: %d\n", value1, value2);
}
```

```
void swap(int *a , int *b) {
int temp;
 temp = *a ;
 *a = *b ;
 *b = temp ;
}
```



Μερικές διαφορές

- Μηχανισμός κλήσης κατ' αξία
  - δημιουργούνται τοπικά αντίγραφα των ορισμάτων, τα οποία χρησιμοποιεί η συνάρτηση
  - Αν τα ορίσματα έχουν μήκος πολλών bytes, επιβαρύνεται η εκτέλεση.
  - Η συνάρτηση δεν μπορεί να αλλάξει τις τιμές ορισμάτων στο σημείο κλήσης.
- Μηχανισμός κλήσης με αναφορά
  - δεν δημιουργούνται τοπικά αντίγραφα, η συνάρτηση ενημερώνεται για τη θέση μνήμης στην οποία είναι αποθηκευμένο ένα όρισμα.
    - μπορεί να είναι ταχύτερο
  - είναι δυνατόν να αλλάξουν οι τιμές ορισμάτων στο σημείο κλήσης.
    - χρειάζεται προσοχή, μπορεί να γίνει εκ παραδρομής...

```
void function (void);
void function1 (void);
main () {
        function1();
        function ( ) ;
        function ( ) ;
        function ( ) ;
}
void function1() {
int j = 0;
}
void function ( ) {
int i;
        i++ ;
        printf("%d\n", i);
}
```

Διάρκεια μεταβλητής

Η τοπική μεταβλητή

i δεν αρχικοποιείται!

Δουλεύει «σωστά»(;;;)

Γιατί;

```
void function1 (void);
void function2 (void);
void function(void);
main ( ) {
        function();
        function1( ) ;
        function2( ) ;
        function1( ) ;
        function2( ) ;
        function1( ) ;
        function2( ) ;
}
void function() {
int k = 0;
}
void function1( ) {
int i;
        i++ ;
        printf("f1:%d\n", i);
}
void function2( ) {
int j;
        j++ ;
        printf("f2:%d\n", j);
}
```

Διάρκεια μεταβλητής (2)

Αν η κλήση της function1( ) γίνεται εναλλάξ με την function2( ), η συμπεριφορά αλλάζει...

Εμφανίζονται εξαρτήσεις (είναι δυνατόν να ...)

```
void function1 (void);
void function2 (void);

main ( ) {
        function1( ) ;
        function2( ) ;
        function1( ) ;
        function2( ) ;
        function1( ) ;
        function2( ) ;
}
void function1 () {
int i = 0;
        i++ ;
        printf("f1:%d\n", i);
}
void function2 () {
int j = 0;
        j++ ;
        printf("f2:%d\n", j);
}
```

Λύση;;;

Αρχικοποιώντας τις μεταβλητές

κάθε φορά που καλείται η συνάρτηση,

οι τοπικές μεταβλητές μηδενίζονται κάθε

φορά που καλείται η συνάρτηση.

```
void function1 (void);
void function2 (void);

main ( ) {
        function1( )  ;
        function2( ) ;
        function1( ) ;
        function2( ) ;
        function1( ) ;
        function2( ) ;
}
void function1 ( ) {
static int i = 0;
        i++ ;
        printf("f1:%d\n", i);
}
void function2 ( ) {
static int j = 0;
        j++ ;
        printf("f2:%d\n", j);
}
```

Η λέξη κλειδί **static** σε δηλώσεις τοπικών μεταβλητών

static: ο χώρος μνήμης της μεταβλητής δεν αποδεσμεύεται όταν ολοκληρωθεί μια εκτέλεση της συνάρτησης.

Άλλη χρήση της **static**: Ορισμός εμβέλειας αρχείου

- αρχείο πηγαίου κώδικα: code1.c

```
int func (int);
void report(void);

main () {
int i ;

for ( i=0; i< 5; i++)
    printf("%d\n", func(i));

report();
}
```

- αρχείο πηγαίου κώδικα: code2.c

```
static int sum = 0;

int func(int k) {
int i;
for (i=0;i<5; i++)
    sum += k ;  /* sum = sum + k */
return 2 * k;
}
void report() {
    printf("%d\n", sum);
}
```