Προγραμματισμός Ι (ECE115)

#2

δομή προγράμματος C
τύποι δεδομένων
λειτουργίες εισόδου / εξόδου

Σπύρος Λάλης
lalis@uth.gr

Η γλώσσα προγραμματισμού C

- Από τις παλιές γλώσσες προγραμματισμού
- Γλώσσα «**προστακτικού**» (imperative) προγραμματισμού με σχετικά λίγες εντολές
- Ιδιαίτερα διαδεδομένη, σε επίπεδο υλοποίησης λειτουργικών συστημάτων αλλά και εφαρμογών
- Υπάρχει **συντακτικός έλεγχος** αλλά και **ευελιξία**
- Η ελάχιστη μονάδα υποπρογράμματος (δόμησης κώδικα) είναι η **συνάρτηση** (function)
- Ένα πρόγραμμα C **μεταφράζεται** και μετά εκτελείται
- Υποστηρίζεται ξεχωριστή μετάφραση και διασύνδεση διαφορετικών υποπρογραμμάτων
- Οι γλώσσες C++ και Java είναι «απόγονοι» της C

Μορφοποίηση

- Σχεδόν κάθε εντολή τερματίζεται με `';'`
- Μπορούμε να γράφουμε πολλές διαδοχικές εντολές στην ίδια γραμμή του κειμένου
- «**σώμα**» ή «**μπλοκ**»: μια ή περισσότερες εντολές ανάμεσα σε `'{'` `'}'` και συμπεριφέρονται ως «ομάδα»
- Σχόλια (κείμενο που δεν λαμβάνει υπ' όψη του ο μεταφραστής) δίνονται ανάμεσα σε `' /*'` και `' */'`
- Κενοί χαρακτήρες / γραμμές ανάμεσα σε εντολές δεν λαμβάνονται υπ' όψη από τον μεταφραστή
  - όμως χρησιμεύουν, όπως και τα σχόλια, για την αναγνωσιμότητα του κώδικα

Πως να **ΜΗΝ** γράφετε κώδικα

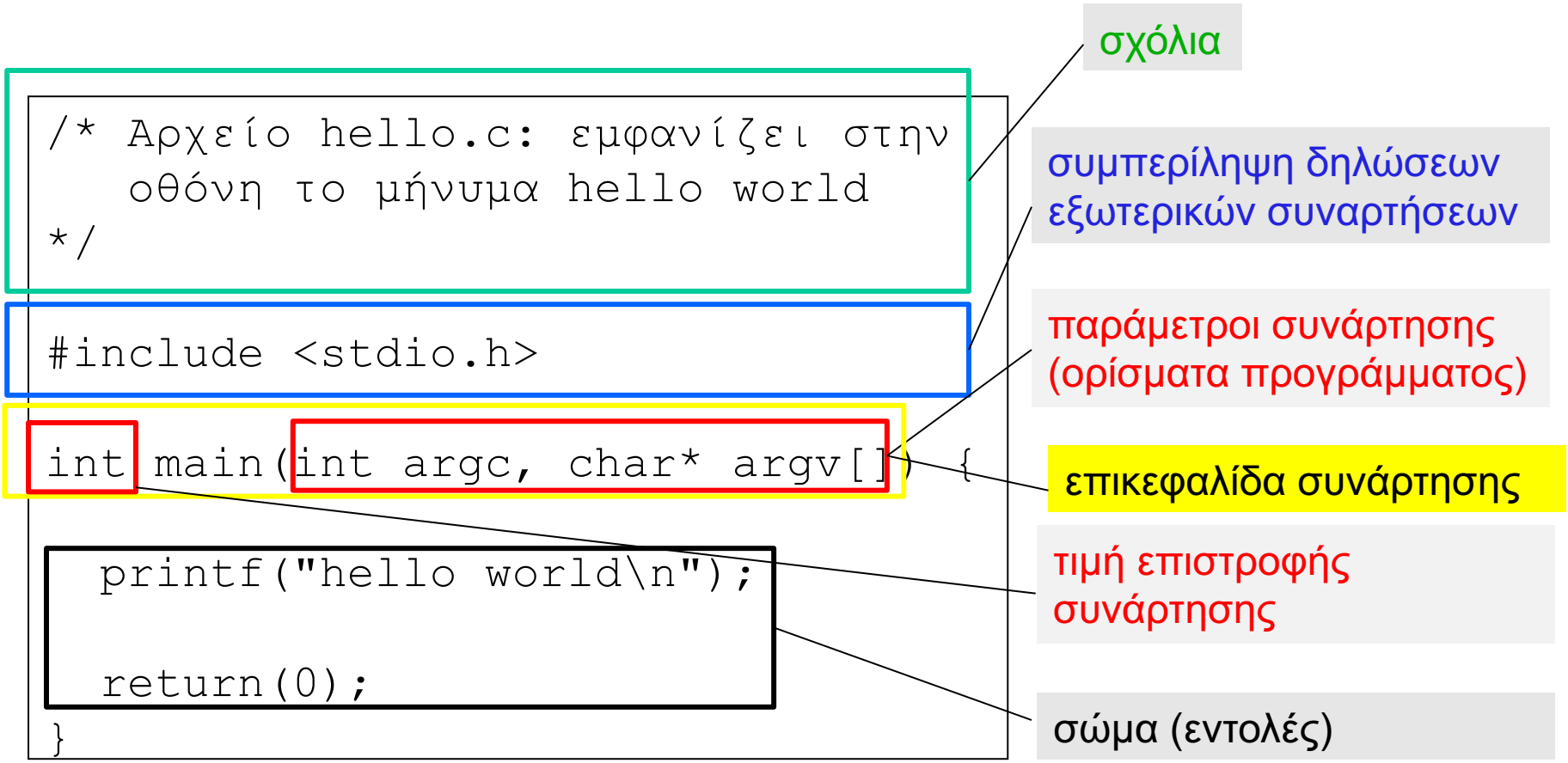
```
/*                                      ,*/
          #include                                  <time.h>
           #include/*                          _  ,o*/  <stdlib.h>
           #define  c(C)/*     -       . */return      ( C); /*    2004*/
            #include   <stdio.h>/*.   Moekan            "'   `\b-'     */
              typedef/*  */char   p;p* u                      ,w       [9
                ][128] ,*v;typedef  int _;_   R,i,N,I,A               ,m,o,e
             [9],  a[256],k    [9], n[              256];FILE*f       ;_ x    (_ K,_ r
      ,_ q){;   for(;                                          r<     q    ; K       =((
   0xffffff)   &(K>>8))^                                        n[255     &        ( K
  ^u[0        +                                        r  ++      ]     )]);c          (K
 )}        _ E                          (p*r,    p*q  ){     c(          f         =
         fopen                       (r  ,q))}_   B(_ q){c(    fseek        (f,      0
       ,q))}_ D(){c(  fclose(f ))}_  C(  p    *q){c(  0-    puts(q    )   )}_/*   /
     */main(_ t,p**z){if(t<4)c(   C("<in"       "file>"    "\40<l"   "a"  "yout> "
    /*b9213272*/"<outfile>"   ) )u=0;i=I=(E(z[1],"rb")) ?B(2)?0 :   (((o   =ftell
   (f))>=8)?(u     =(p*)malloc(o))?B(0)?0:!fread(u,o,1,f):0:0)?0:  D():0      ;if(
  !u)c(C("      bad\40input  "));if(E(z[2],"rb" )){for(N=-1;256> i;n[i++] =-1   )a[
  i]=0;       for(i=I=0;   i<o&&(R  =fgetc(   f))>-1;i++)++a[R] ?(R==N)?( ++I>7)?(n[
 N]+1       )?0:(n [N   ]=i-7):0:   (N=R)    |(I=1):0;A =-1;N=o+1;for(i=33;i<127;i++
 )(        n[i   ]+  1&&N>a[i])?    N= a     [A=i]     :0;B(i=I=0);if(A+1)for(N=n[A];
I<       8&&   (R  =fgetc(f ))>    -1&& i   <o        ;i++)(i<N||i>N+7)?(R==A)?((*w[I
]            =u [i])?1:(*w[I]=   46))?(a            [I++]=i):0:0:0;D();}if(I<1)c(C(
           "  bad\40la" "yout  "))for(i            =0;256>(R=  i);n[i++]=R)for(A=8;
            A  >0;A --)   R  = ( (R&1)==0)         ?(unsigned int)R>>(01):((unsigned
           /*kero  Q'        ,KSS  */)R>>         1)^        0xedb88320;m=a[I-1];a[I
           ]=(m           <N)?(m=   N+8):        ++        m;for(i=00;i<I;e[i++]=0){
          v=w         [i]+1;for(R                  =33;127  >R;R++)if(R-47&&R-92
          &&       R-(_)* w[i])*(                 v++)=    (p)R;*v=0;}for(sprintf
                 /*'_  G*/  (*w+1,             "%0"     "8x",x(R=time(i=0),m,o)^~
               0)   ;i<       8;++          i)u      [N+ i]=*(*w+i+1);for(*k=x(~
                 0,i=0     ,*a);i>-        1;      ){for (A=i;A<I;A++){u[+a [ A]
                ]=w[A       ][e[A]]  ;     k     [A+1]=x (k[A],a[A],a[A+1]
              );}if     (R==k[I])      c(      (E(z[3  ],"wb+"))?fwrite(
             /* */   u,o,1,f)?D          ()|C("  \n    OK."):0    :C(
            "  \n  WriteError"            ))  for  (i  =+I-
           1  ;i >-1?!w[i][++                 e[+ i]]:0;
             ) for( A=+i--;                  A<I;e[A++]
             =0); (i <I-4                   )?putchar
             ((_   )  46)                    | fflush
            /*'      ,*/                    ( stdout
            ):       0&                     0;}c(C
           ("       \n                     fail")
           )      /*                      dP' /
                 dP                      pd  '
                '                        zc
                                        */
                                       }
```

Από το Obfuscated C Contest
http://www.ioccc.org/

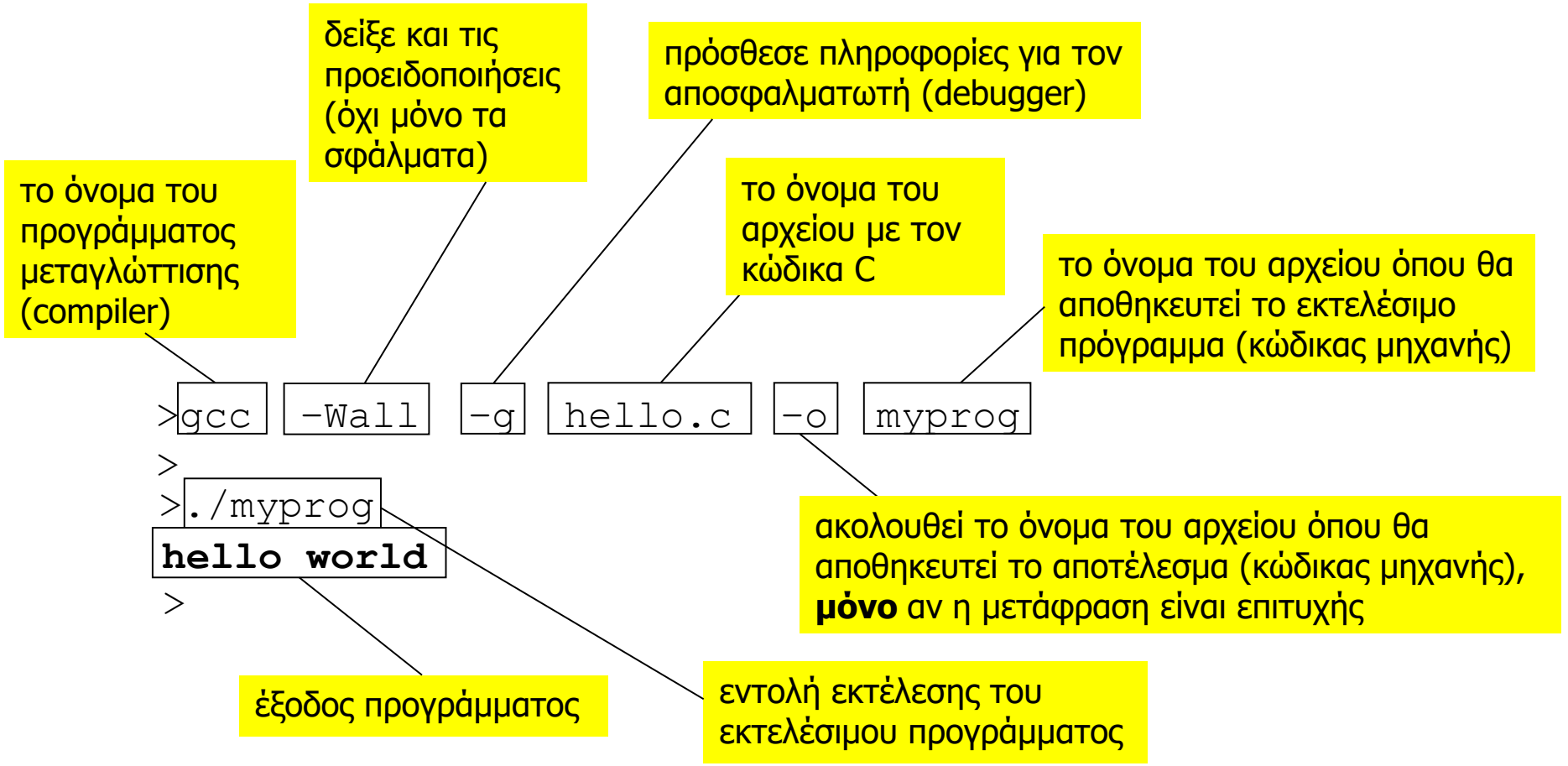
Η συνάρτηση `main`

- Η εκτέλεση του προγράμματος αρχίζει με την κλήση της **κυρίως συνάρτησης** `main`
  - η κλήση πραγματοποιείται από το περιβάλλον εκτέλεσης (λειτουργικό), χωρίς να υπάρχει εντολή μέσα στο πρόγραμμα
- Η εκτέλεση ακολουθεί την «συνηθισμένη» ροή
  - εκτελούνται οι εντολές της `main`
- Η `main` μπορεί να καλέσει άλλες συναρτήσεις
  - αρχικά (για απλότητα) θα εστιάσουμε σε προγράμματα που αποτελούνται μόνο από την συνάρτηση `main`
- Η εκτέλεση του προγράμματος ολοκληρώνεται (το πρόγραμμα τερματίζει) όταν επιστρέψει η `main`
- Η `main` επιστρέφει μια ακέραια τιμή
  - αν όλα πάνε καλά, **κατά σύμβαση** επιστρέφεται `0`

Ένα απλό παράδειγμα



Μεταγλώττιση & εκτέλεση (στο Linux)



Στοιχεία ενός προγράμματος

- Literal / κυριολεκτικό
  - μια συγκεκριμένη («καρφωτή») τιμή στον κώδικα
  - π.χ. 3, "Hello", 5.19
- Variable / μεταβλητή
  - μια ονομασμένη θέση μνήμης όπου αποθηκεύεται μια τιμή
  - που μπορεί να διαβαστεί/αλλαχθεί κατά την εκτέλεση του
- Constant / σταθερά
  - μια ονομασμένη θέση μνήμης όπου αποθηκεύεται μια τιμή
  - η τιμή που αποθηκεύεται σε μια σταθερά **δεν** μπορεί να αλλαχθεί κατά την εκτέλεση του προγράμματος
- Τελεστές
  - συνδυάζουν τα παραπάνω σε πράξεις / εκφράσεις
  - αριθμητικές, λογικές, κλπ.

Στοιχεία ενός προγράμματος (2)

- Expression / έκφραση
  - οτιδήποτε μπορεί να αποτιμηθεί
  - συνδυασμός μεταβλητών, κυριολεκτικών και τελεστών
- Statement / εντολή
  - μια ολοκληρωμένη οδηγία προς εκτέλεση
  - κάθε έκφραση γίνεται εντολή αν βάλουμε στο τέλος `';'`
- Function / συνάρτηση
  - ονομασμένη ομάδα εντολών, που κάνουν μια λειτουργία
  - μπορεί να δέχεται παραμέτρους, και να επιστρέφει μια τιμή
- Library / βιβλιοθήκη
  - συλλογή συναρτήσεων που υλοποιούν παρεμφερείς λειτουργίες, που μπορεί να έχουν **γενικότερη χρησιμότητα** σε πολλά διαφορετικά προγράμματα


Κυριολεκτικά
Μεταβλητές
Τελεστές
Εκφράσεις
Εντολές
Συναρτήσεις
Βιβλιοθήκες
Πρόγραμμα

Τύποι δεδομένων

Βασικοί τύποι: ακέραιοι

Όνομα	Τύπος / Κωδικοποίηση	Μέγεθος (bytes)
`char`	χαρακτήρας	1
`int`	ακέραιος	2 ή 4 (*)
`float`	πραγματικός απλής ακρίβειας	4
`double`	πραγματικός διπλής ακρίβειας	8
`void`	'τίποτα'	

(*) εξαρτάται από την αρχιτεκτονική του επεξεργαστή

Προσδιοριστές μεγέθους / πεδίου τιμών

Όνομα	Τύποι / Ερμηνεία	Μέγεθος (bytes)
short	«μικρός» `int`	1, 2 ή 4 (*)
long	«μεγάλος» `int`	2, 4 ή 8 (*) >= int
long	«μεγάλος» `double`	12 ή 16 (*)

(*) εξαρτάται από την αρχιτεκτονική του επεξεργαστή / πλατφόρμα

- `short / long` χωρίς τύπο: υπονοείται `int`

Όνομα	Τύποι	Πεδίο Τιμών
signed	`int / char` με πρόσημο	$[-2^{N-1}...2^{N-1}-1]$
unsigned	`int / char` χωρίς πρόσημο	$[0...2^{N}-1]$

N: αριθμός bits

- τύπος χωρίς `signed / unsigned:` υπονοείται `signed`

Τύποι / μεγέθη / πεδία τιμών (μηχανήματα x86 64-bit του εργαστηρίου)

Τύπος	bytes	Πεδίο Τιμών
`unsigned char`	1	0 ... 255
`char`	1	-128 ... 127
`unsigned int`	4	0 ... 4,294,967,295
`short int`	2	-32,768 ... 32,767
`int`	4	-2,147,483,648 ... 2,147,483,647
`unsigned long`	8	0 ... 18,446,744,073,709,551,615
`long`	8	-9,223,372,036,854,775,808 ... 9,223,372,036,854,775,807
`float`	4	1.17549435 * (10^-38) ... 3.40282347 * (10^+38)
`double`	8	2.2250738585072014 * (10^-308) ... 1.797693134862315 7 * (10^+308)
`long double`	16	3.4 * (10^-4932) ... 1.1 * (10^4932)

Πως τα βρίσκω;

```
/* εκτύπωση μεγέθους βασικών τύπων */

#include <stdio.h>

int main(int argc, char *argv[]) {
  printf("sizeof(char) = %lu\n",sizeof(char));
  printf("sizeof(short) = %lu\n",sizeof(short));
  printf("sizeof(int) = %lu\n",sizeof(int));
  printf("sizeof(long) = %lu\n", sizeof(long));
  printf("sizeof(float) = %lu\n",sizeof(float));
  printf("sizeof(double) = %lu\n",sizeof(double));
  printf("sizeof(long double) = %lu\n",sizeof(long double));

  return(0);
}
```

- `sizeof()` επιστρέφει τον αριθμό των bytes ενός τύπου ή αντικειμένου δεδομένων / μεταβλητής

Δηλώσεις μεταβλητών

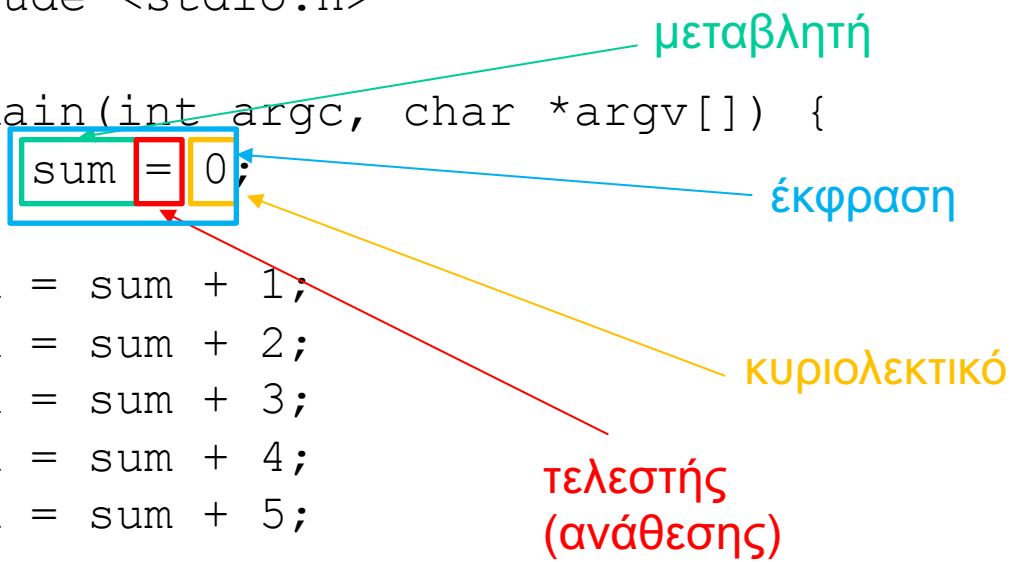
- Οι δηλώσεις μεταβλητών δίνονται πριν από (σχεδόν) όλες τις υπόλοιπες εντολές ενός προγράμματος
- Μορφή των εκφράσεων δήλωσης είναι
  - `<τύπος> <όνομα> ;`
  - `<τύπος> <όνομα>,..., <όνομα> ;`
  - `<τύπος> <όνομα> = <τιμή> ;`
- Το όνομα μιας μεταβλητής επιτρέπεται να περιέχει μόνο γράμματα, ψηφία ή τον χαρακτήρα _ (κάτω παύλα) και δεν επιτρέπεται να ξεκινά από ψηφίο.

Δηλώσεις μεταβλητών

- Κάθε μεταβλητή (και συνάρτηση) πρέπει να έχει διαφορετικό όνομα (για να μην υπάρχει αμφισημία)
- Κατά την δήλωση της, μια μεταβλητή μπορεί (προαιρετικά) να λάβει και μια αρχική τιμή
  - το πρόθεμα `const` σε συνδυασμό με την ανάθεση αρχικής τιμής υποδηλώνει ότι η τιμή της μεταβλητής δε μπορεί να αλλάξει κατά την διάρκεια της εκτέλεσης

Υπολογισμός 1+2+3+4+5 με ενδιάμεση αποθήκευση σε μεταβλητή

```
/* άθροισμα 1 έως 5 */

#include <stdio.h>

int main(int argc, char *argv[]) {
  int sum = 0;

  sum = sum + 1;
  sum = sum + 2;
  sum = sum + 3;
  sum = sum + 4;
  sum = sum + 5;

  printf("%d\n", sum);

  return(0);
}
```



Υπολογισμός 1+2+3+4+5 με αποθήκευση σε μεταβλητή

```
/* άθροισμα 1 έως 5 */

#include <stdio.h>

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

  sum = 1 + 2 + 3 + 4 + 5;

  printf("%d\n", sum);

  return(0);
}
```

εντολή

σταθερή έκφραση που μπορεί να αποτιμηθεί κατά την μετάφραση

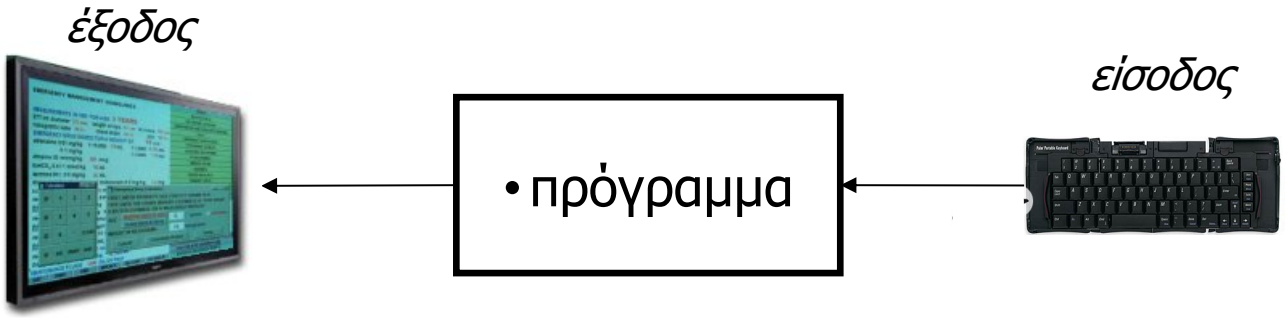
Υπολογισμός 1+2+3+4+5 χωρίς αποθήκευση σε μεταβλητή

```
/* άθροισμα 1 έως 5 */

#include <stdio.h>

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

  printf("%d\n", 1 + 2 + 3 + 4 + 5);

  return(0);
}
```

σταθερή έκφραση που μπορεί να αποτιμηθεί κατά την μετάφραση

Είσοδος / Έξοδος προγράμματος

Είσοδος και έξοδος



- Το πρόγραμμα πρέπει να μπορεί να εισάγει/εξάγει δεδομένα από/προς το «περιβάλλον» του
- Συνήθως από το πληκτρολόγιο και προς την οθόνη
  - ή από και προς το δίκτυο, το δίσκο κλπ.
- Αυτό γίνεται χρησιμοποιώντας ειδικές **συναρτήσεις εισόδου/εξόδου** (input/output functions)

Η βιβλιοθήκη stdio

- Οι συναρτήσεις εισόδου/εξόδου υλοποιούνται στην **βιβλιοθήκη stdio**
- Τα «πρωτότυπα» των συναρτήσεων της stdio υπάρχουν στο **αρχείο κεφαλίδων** `stdio.h`
- Πρέπει να **συμπεριληφθεί** στο πρόγραμμα
  - για να γνωρίζει ο μεταφραστής την ύπαρξη των συναρτήσεων με τις παραμέτρους που δέχονται και τα αποτελέσματα που επιστρέφουν
- Μέσω της εντολής `#include <stdio.h>`
- Περισσότερα για το τις βιβλιοθήκες και τον ρόλο των αρχείων κεφαλίδων, πολύ-πολύ αργότερα ...
  - Για την ώρα αρκεί να ξέρετε: Άλλο η βιβλιοθήκη και άλλο το αρχείο κεφαλίδων για αυτή την βιβλιοθήκη, παρόλο που συχνά πάνε μαζί.

Βασικές συναρτήσεις εισόδου/εξόδου

- `getchar()`: διαβάζει ένα (τον επόμενο) χαρακτήρα από την είσοδο του προγράμματος (πληκτρολόγιο)
- `putchar()`: γράφει ένα χαρακτήρα στην έξοδο του προγράμματος (οθόνη)

- `scanf()`: διαβάζει από την είσοδο χαρακτήρες και αναθέτει τιμές σε συγκεκριμένες μεταβλητές
  - διαβάζονται όσοι χαρακτήρες είναι απαραίτητοι για να ανατεθεί τιμή στις «συγκεκριμένες» μεταβλητές
- `printf()`: εκτυπώνει στην έξοδο κείμενο καθώς και τιμές από συγκεκριμένες μεταβλητές

```c
#include <stdio.h>

int main(int argc, char* argv[]) {
  char c1, c2, c3;

  putchar('3');
  putchar(' ');
  putchar('c');
  putchar('h');
  putchar('a');
  putchar('r');
  putchar('s');
  putchar(':');
  putchar('\n');

  c1=getchar();
  c2=getchar();
  c3=getchar();

  putchar(c1);
  putchar(c2);
  putchar(c3);
  putchar('\n');

  return(0);
}
```

```
>./myprog<enter>
3 chars:
a2$<enter>
a2$
>
>./myprog<enter>
3 chars:
a bcdefg<enter>
a b
>
```

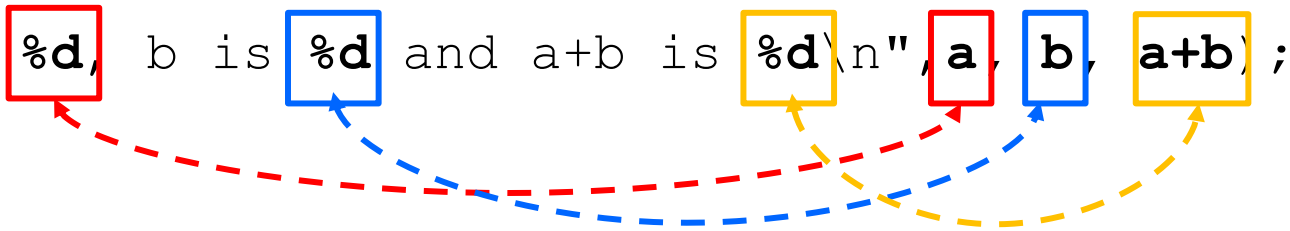
το πρόγραμμα **δεν** διαβάζει τα «επιπλέον» δεδομένα ...

... απλά γιατί δεν υπάρχουν αντίστοιχες εντολές στον κώδικα του προγράμματος

`printf()`

- Δέχεται ως παράμετρο μια συμβολοσειρά και προαιρετικά έναν (ανοιχτό) αριθμό **εκφράσεων αποτίμησης**
- Η πρώτη παράμετρος περιέχει το κυριολεκτικό κείμενο προς εκτύπωση και τους **προσδιορισμούς εκτύπωσης** για τις τιμές κάθε μιας έκφρασης αποτίμησης
- ο ειδικός χαρακτήρας `'\n'` οδηγεί άμεση εκτύπωση
- Προσοχή:
  - δείτε **οπωσδήποτε** το εγχειρίδιο της γλώσσας για τις συμβάσεις των προσδιορισμών εκτύπωσης
  - ο μεταγλωττιστής **δεν** εμφανίζει λάθος αν οι εκφράσεις αποτίμησης είναι λιγότερες από τους προσδιορισμούς εκτύπωσης
  - ο μεταγλωττιστής δίνει **μόνο** μια προειδοποίηση αν οι προσδιορισμοί εκτύπωσης δεν είναι συμβατοί με τους αντίστοιχους τύπους των εκφράσεων αποτίμησης

```c
#include <stdio.h>

int main(int argc, char* argv[]) {
  int a=1,b=2;

  printf("a is %d, b is %d and a+b is %d\n",a, b, a+b);

  return(0);
}
```



```
>./myprog<enter>
a is 1, b is 2 and a+b is 3
>
```

Προσδιοριστές της `printf()`

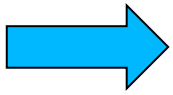
http://en.cppreference.com/w/cpp/io/c/printf

- `%c` : `char`
- `%d` : `int`
- `%u` : `unsigned int`
- `%x` : δεκαεξαδική αναπαράσταση
- `%f` : `float`
- `%ld` : `long int`
- `%lu` : `long unsigned int`
- `%lf` : `double`
- `%s` : συμβολοσειρά (string – για αργότερα)
- `%p` : δείκτης (pointer – για αργότερα)

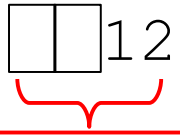
Επιπλέον προσδιορισμοί εκτύπωσης

- Εκτύπωση ακέραιου αριθμού με συνολικό πλάτος 4 θέσεις:

```
int x = 12;
printf("%4d", x);
```



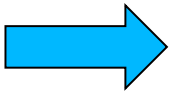
Εκτυπώνει:



2 κενά + 2 ακέραια ψηφία → 4 θέσεις

- Εκτύπωση ακέραιου αριθμού με συνολικό πλάτος 4 θέσεις και "γέμισμα" με μηδενικά:

```
int x = 12;
printf("%04d", x);
```



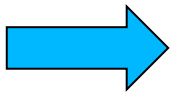
Εκτυπώνει:

```
0012
```

Επιπλέον προσδιορισμοί εκτύπωσης

- Εκτύπωση αριθμού κινητής υποδιαστολής με 2 δεκαδικά ψηφία:

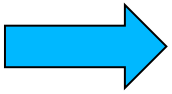
```
double x = 1.2345;
printf("%.2lf", x);
```



Εκτυπώνει:
1.23

- Εκτύπωση αριθμού κινητής υποδιαστολής με 2 δεκαδικά ψηφία και συνολικό πλάτος 6 θέσεις:

```
double x = 12.345;
printf("%6.2lf", x);
```



Εκτυπώνει:
␣12.34

1 κενό + 2 ακέραια ψηφία + τελεία + 2 δεκαδικά → 6 θέσεις

scanf()

- Δέχεται ως παράμετρο σε μορφή συμβολοσειράς και έναν (ανοιχτό) αριθμό **διευθύνσεων μεταβλητών**
- Η πρώτη παράμετρος περιέχει το επιθυμητό **μοτίβο εισόδου** με **προσδιορισμούς ανάγνωσης** για τις τιμές κάθε μιας μεταβλητής η διεύθυνση της οποίας δίνεται ως παράμετρος
- Πάντα να **ελέγχετε** την τιμή επιστροφής!
- Προσοχή:
  - δείτε **οπωσδήποτε** το εγχειρίδιο της γλώσσας για τις συμβάσεις του μοτίβου εισόδου / προσδιορισμών ανάγνωσης
  - ο μεταγλωττιστής δίνει **μόνο** προειδοποίηση αν οι προσδιορισμοί ανάγνωσης δεν είναι συμβατοί με τους τύπους των μεταβλητών που δίνονται ως παράμετροι

```
#include <stdio.h>

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

  printf("enter 2 int values: ");

  scanf("%d %d",&a,&b);

 printf("a is %d, b is %d and a+b is %d\n",a, b, a+b);

  return(0);
}
```

προσοχή: πάντα να υπάρχει το **&** πριν το όνομα της μεταβλητής (επεξήγηση προσεχώς)

```
>./myprog<enter>
enter 2 int values: 5 10 15<enter>
a is 5, b is 10 and a+b is 15
>
```

το πρόγραμμα **δεν** διαβάζει τα «επιπλέον» δεδομένα αφού αυτό δεν ζητήθηκε από το πρόγραμμα

Προσδιοριστές της `scanf()`

http://en.cppreference.com/w/cpp/io/c/scanf

- `%c` : `char`
- `%d` : `int`
- `%u` : `unsigned int`
- `%x` : δεκαεξαδική αναπαράσταση
- `%f` : `float` (χωρίς εκθέτη)
- `%g` : `float` (χωρίς ή με εκθέτη)
- `%ld` : `long int`
- `%lu` : `long unsigned int`
- `%lf` : `double`
- `%s` : string (βλέπε συνέχεια)
- `%p` : pointer (βλέπε συνέχεια)

Παραδείγματα

- Ανάγνωση χαρακτήρα:

```
char letter;
scanf(" %c", &letter);
```

κενό ανάμεσα στο " και στο `%c` για να **αγνοηθούν** τυχόν προηγούμενοι λευκοί χαρακτήρες

- Ανάγνωση τιμών με μορφή εισόδου `1/10/2023`:

```
int day, month, year;
scanf("%d/%d/%d", &day, &month, &year);
```

- Ανάγνωση τιμών με μορφή εισόδου `PRICE: 3.75`

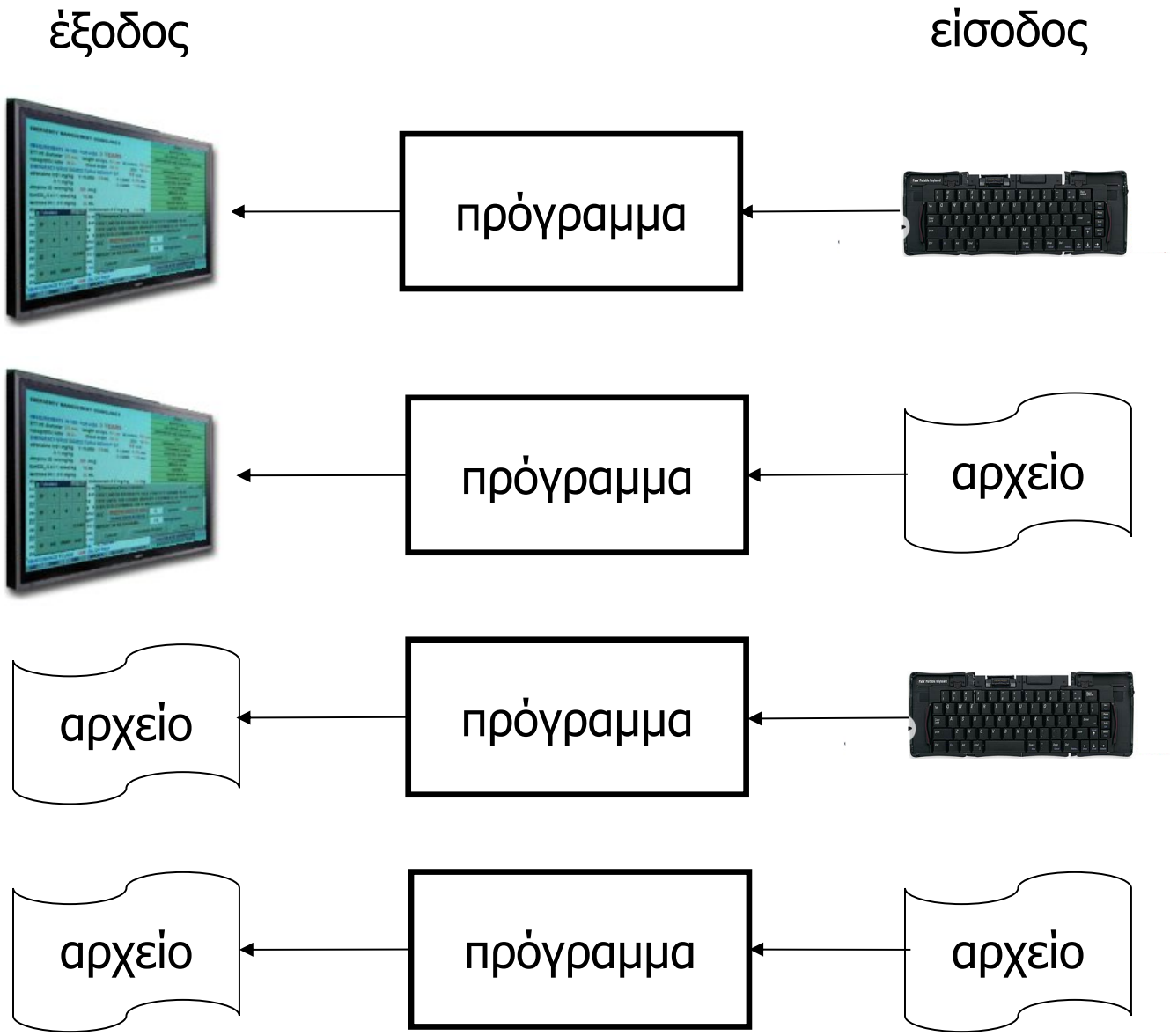
```
double price;
scanf("PRICE: %lf",  &price);
```

Είσοδος από πληκτρολόγιο

- Οι συναρτήσεις εισόδου μπλοκάρουν μέχρι να υπάρξουν τα δεδομένα προς ανάγνωση
- Οι χαρακτήρες στέλνονται για ανάγνωση στο πρόγραμμα **μόνο αφού** πατηθεί το `<enter>`
  - για να μπορεί να γίνουν διορθώσεις
  - το λάθος διαπιστώνεται «εκ των υστέρων» ...
- Το κενό ' ' είναι ένας κανονικός χαρακτήρας
- Το `<enter>` δημιουργεί τον «λευκό» χαρακτήρα `'\n'`
- Η είσοδος του προγράμματος μπορεί να τερματιστεί από το πληκτρολόγιο μέσω `Crtl-D`
  - αφού «καταναλωθούν» τα δεδομένα εισόδου που έχουν ήδη δοθεί, οι συναρτήσεις εισόδου επιστρέφουν `EOF` (end of file)
  - το πρόγραμμα πρέπει να κάνει κατάλληλο **έλεγχο**

Ανακατεύθυνση εισόδου/εξόδου (ε/ε)

- Οι συναρτήσεις εισόδου / εξόδου διαβάζουν / γράφουν από την είσοδο / έξοδο του προγράμματος
  - συνήθως η είσοδος αντιστοιχεί στο πληκτρολόγιο (με αυτόματη εκτύπωση των χαρακτήρων που εισάγονται και στην οθόνη) και η έξοδος αντιστοιχεί στην οθόνη
- Τόσο η είσοδος όσο και η έξοδος ενός προγράμματος μπορούν να **ανακατευθυνθούν**
- Π.χ. σε αρχεία έτσι ώστε οι πράξεις εισόδου να διαβάζουν δεδομένα από ένα αρχείο ή/και οι πράξεις εξόδου να γράφουν δεδομένα σε ένα αρχείο
  - τα αρχεία που δίνονται για είσοδο στο πρόγραμμα πρέπει να είναι αρχεία κειμένου (ASCII)
  - τα αρχεία που δημιουργούνται για την αποθήκευση των δεδομένων εξόδου του προγράμματος είναι ASCII


έξοδος
είσοδος
πρόγραμμα
πρόγραμμα
αρχείο
αρχείο
πρόγραμμα
πρόγραμμα
αρχείο
αρχείο

Σημειώσεις

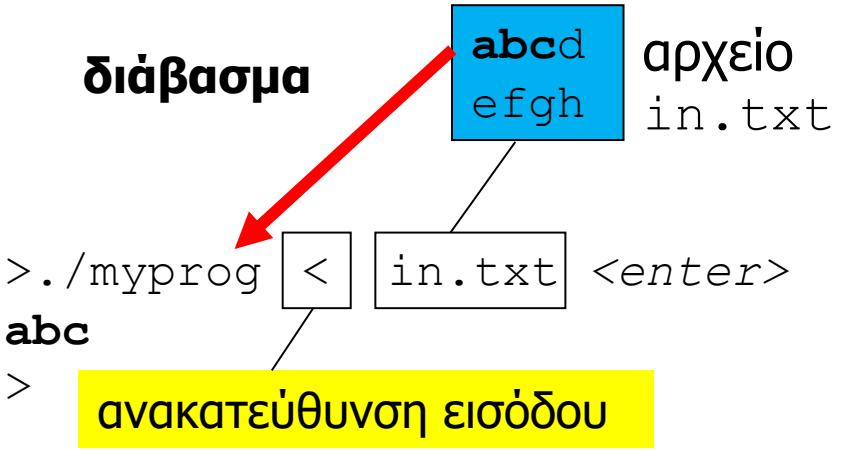
Ανακατεύθυνση εισόδου σε αρχείο

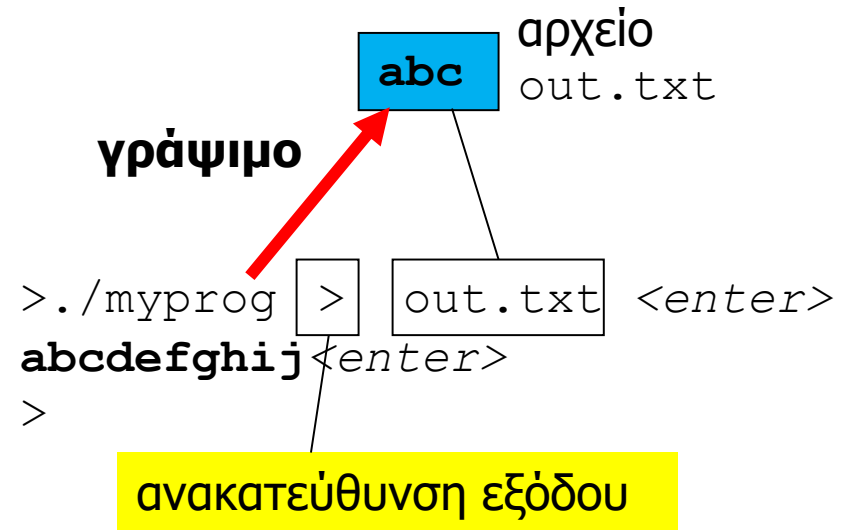
- Αν το πρόγραμμα επιχειρήσει να διαβάσει έχοντας φτάσει το τέλος του αρχείου, επιστρέφεται `EOF`
  - παρόμοια συμπεριφορά με το τέλος εισόδου μέσω `Ctlr-D`

Ανακατεύθυνση εξόδου σε αρχείο

- Αν το αρχείο δεν υπάρχει, **δημιουργείται** αυτόματα
- Αν το αρχείο υπάρχει και έχει ήδη κάποια δεδομένα, **κόβεται** στην αρχή του (τα δεδομένα χάνονται)
- Εναλλακτικά, το αρχείο μπορεί να **επεκταθεί**
  - χρήση >> αντί για > κατά την ανακατεύθυνση
- Σε κάθε περίπτωση, το αρχείο μεγαλώνει **αυτόματα**, κάθε φορά που το πρόγραμμα γράφει στην έξοδο του

```c
#include <stdio.h>

int main(int argc, char* argv[]) {
  char c1, c2, c3;

  c1=getchar();
  c2=getchar();
  c3=getchar();

  putchar(c1);
  putchar(c2);
  putchar(c3);

  return(0);
}
```





```c
#include <stdio.h>

int main(int argc, char* argv[]) {
  char c1, c2, c3;

  c1=getchar();
  c2=getchar();
  c3=getchar();

  putchar(c1);
  putchar(c2);
  putchar(c3);

  return(0);
}
```