СТРУКТУРА НА ПРОГРАМА. ФУНКЦИИ

Ненко Табаков
Пламен Танов
Технологическо училище “Електронни системи”
Технически университет – София

Версия 0.2

ВЪВЕДЕНИЕ

- Функциите разделят големите задачи на по-малки (подход „разделяй и владей“) и дават възможност на програмиста да използва стар код, вместо всеки път да започва от нищото
- Когато ползваш дадена функция е необходимо само да знаеш какво прави тя, без да е необходимо да знаеш как точно го прави
- Една програма на **C** може да е съставена от повече от един сорс файла
- Съществуват правила за видимост на различните имена (променливи, типове и т.н.)

ФУНКЦИИ

```
return_type function_name(arguments) {
   /* function body */
}
```

- Аргументите (тип и име), ако ги има, се изреждат разделени със запетайки
- Връщаната стойност може да бъде и void, т.е. функцията не връща стойност
- Стойност се връща чрез оператор **`return;`** При неговото срещане се излиза незабавно от функцията. Ако не се срещне **`return;`** върнатата стойност е случайна

```
int abs(int a) {
   return (a>=0)?a:-a;
}
```

ПРИМЕР

Програма, която извежда само редовете, в които се среща дадена дума („ould“).
Логическа структура:

```
while (има още един ред)
   if (думата се съдържа в реда)
      изведи го


getline(), strindex(), printf();
```

ПРИМЕР

```
#include <stdio.h>
#define MAXLINE 1000 /* maximum input line length */

int getline(char line[], int max);
int strindex(char source[], char searchfor[]);
char pattern[] = "ould"; /* pattern to search for */

/* find all lines matching pattern */
int main() {
   char line[MAXLINE];
   int found = 0;
   while (getline(line, MAXLINE) > 0)
      if (strindex(line, pattern) >= 0) {
         printf("%s", line);
         found++;
      }
   return found;
}
```

ПРИМЕР

```
/* getline: чете нов ред в s, връща дължината му */
int getline(char s[], int lim) {
   int c, i;
   i = 0;
   while (--lim > 0 && (c=getchar()) != EOF && c != '\n')
      s[i++] = c;

   if (c == '\n')
      s[i++] = c;

   s[i] = '\0'; //слага край на низа
   return i;
}
```

ПРИМЕР

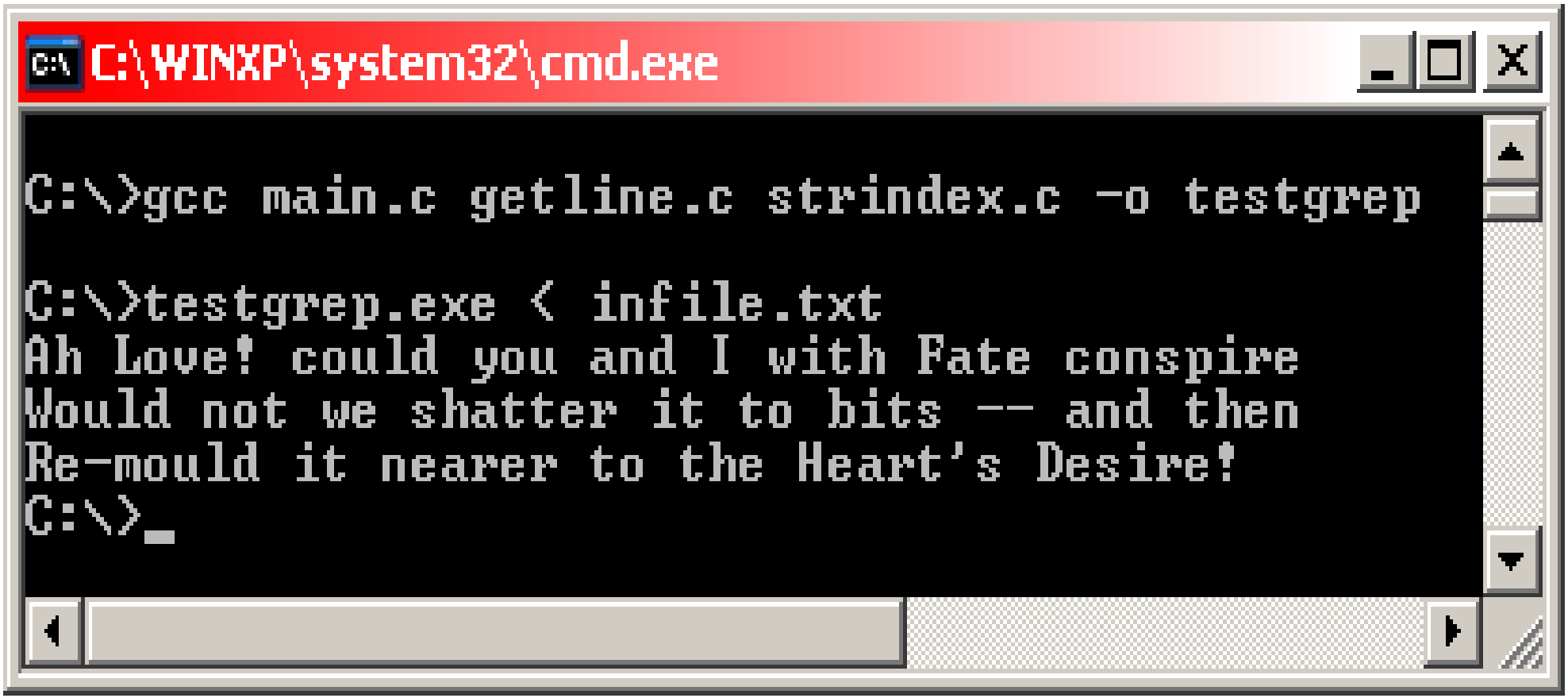
```
/* strindex: връща къде в s се среща t, -1 ако не се */
int strindex(char s[], char t[]) {
   int i, j, k;

   for (i = 0; s[i] != '\0'; i++) {

      //сравнява всеки един символ докато съвпадат
      for (j=i, k=0; t[k]!='\0' && s[j]==t[k]; j++, k++)
         ;

      if (k > 0 && t[k] == '\0')
         /* ако е достигнат края на t,
            явно всички символи съвпадат */
         return i;
   }

   //няма съвпадение
   return -1;
}
```

ПРОГРАМА СЪСТОЯЩА СЕ ОТ ПОВЕЧЕ ОТ ЕДИН ФАЙЛ

- По една програма може да работи повече от един човек без това да пречи на останалите
- Лесно различими, логически отделени части (по-лесна поддръжка на кода)
- По-лесно използване на стар код в нови програми
- По-бърза компилация (компилират се само тези файлове, които са променяни)
- По-добър стил

ПРИМЕР

Файлове: main.c, getline.c и strindex.c



ВИДИМОСТ НА ПРОМЕНЛИВИ И ФУНКЦИИ

- Една променлива може да се използва (да се вижда) от мястото на нейната декларация/дефиниция до края на блока (или файла), в който тя е декларирана/дефинирана
- За да ползваме променлива, която е дефинирана в друг файл ползваме **`extern`** декларация
- Една променлива може да скрие друга променлива със същото име, но дефинирана в блок (съставен оператор)

ПРИМЕР

```
#include <stdio.h>
int somefunc();
int main() {
   int k = 5;
   //k се „вижда", i и z не се „виждат":
   printf("k = %d\n", k);
   //ГРЕШКА: printf("i = %d, z = %d\n", i, z);
   {
      int i = 0;
      //k и i се „виждат", z не се „вижда":
      printf("k = %d, i = %d\n", k, i);
      //ГРЕШКА: printf("z = %d\n", z);
   }
}

int z = 0; //z се „вижда" от тук надолу ...
int somefunc() {
   printf("z = %d\n", z);
}
```

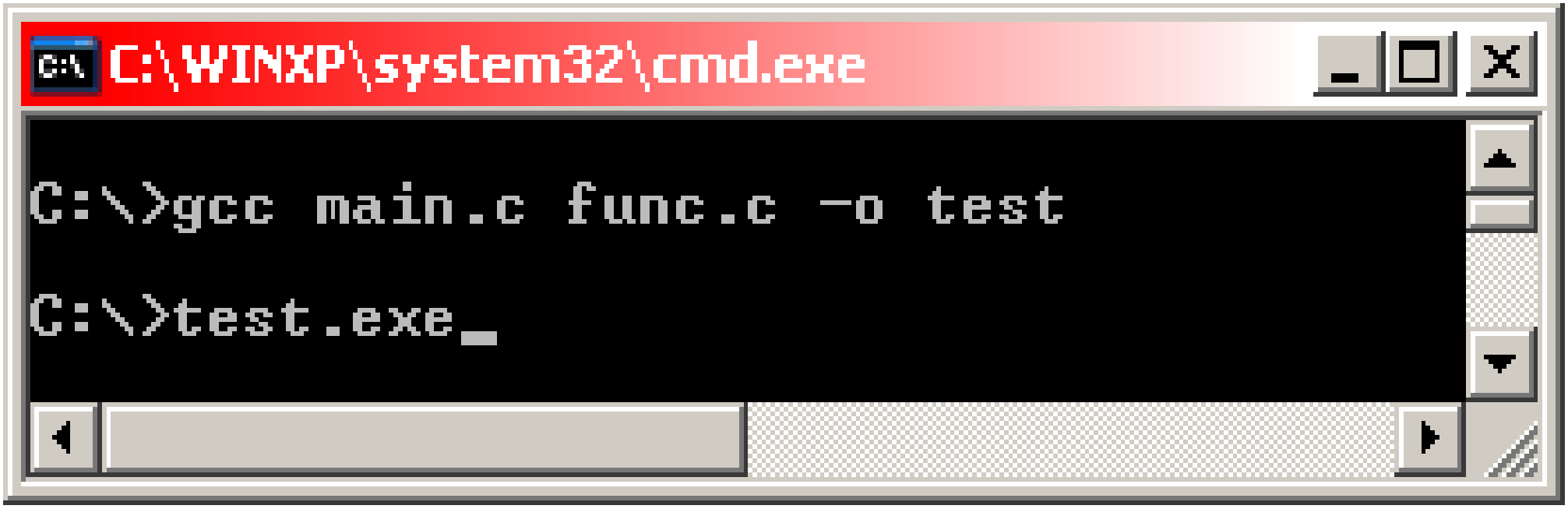
ПРИМЕР

Файл 1 (main.c):

```
extern int i; //декларация

int main() {
 ++i;// i = 6 ...
}
```

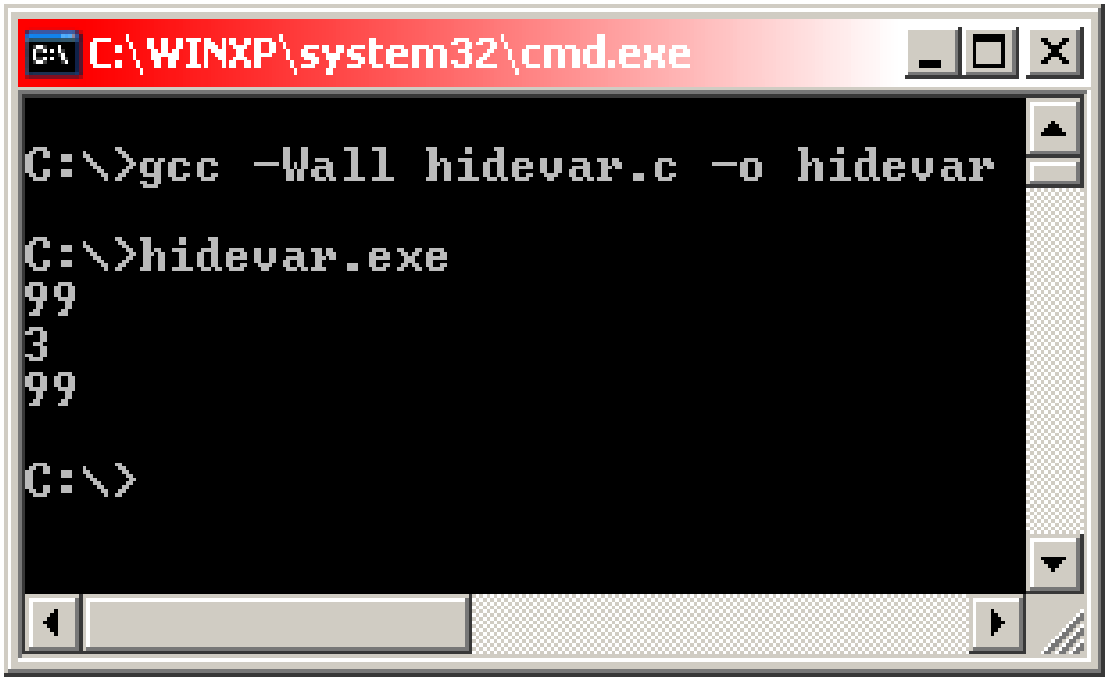
Файл 2 (func.c):

```
/* дефиниция, тук се заделя
място за променливата */

int i = 5;
```



ПРИМЕР

```
#include <stdio.h>

int main () {
   int nc=99;
   printf ("%d\n", nc);

   {
      int nc = 3;
      printf("%d\n", nc);
   }

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

   return 0;
}
```



ПРОМЕНЛИВИ

- Глобални (външни) – дефинирани извън функция
- Вътрешни – дефинирани в блок (функция) или аргумент на функция

```
int global=6;//глобална

int main () {
   int b=7;//вътрешна
   ...
   return 0;
}
```

ГЛОБАЛНИ ПРОМЕНЛИВИ

- Една **C** програма може да съдържа „външни“ (глобални) обекти – променливи и функции.
- Дефинират се извън блок и могат да се ползват от много функции
- По подразбиране са достъпни и от функции компилирани отделно (в друг файл)
- Съществуват от стартирането на програмата до нейния край

ПРИМЕР

Калкулатор, който използва обратна полска нотация, т.е. всеки оператор е след операндите:

`(1 – 2) * (4 + 5)` в обратна полска нотация:

`1 2 - 4 5 + *`

```
while (има нов оператор или операнд)
   if (число)
      добави го в стека (push)
   else if (операция) {
      прочети операндите от стека (pop)
      извърши операцията
      добави резултата в стека (push)
   } else if (нов ред)
      извеждаме и изтриваме върха на стека (pop)
   else
      грешка
```

ПРИМЕР

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h> /* for atof() */
#define MAXOP 100   /* max size of operand or operator */
#define NUMBER '0'  /* signal that a number was found */

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

/* reverse Polish calculator */
int main() {
   int type;
   double op2;
   char s[MAXOP];
   while ((type = getop(s)) != EOF) {
      switch (type) {
         case NUMBER:
            push(atof(s));
            break;
```

ПРИМЕР

```
            case '+':
               push(pop() + pop());
               break;
            case '*':
               push(pop() * pop());
               break;
            case '-':
               op2 = pop();
               push(pop() - op2);
/* push(pop()-pop()) е ГРЕШНО, защото редът на извикване е от
значение! */
               break;
            case '/':
               op2 = pop();
               if (op2 != 0.0)
                  push(pop() / op2);
               else
                  printf("error: zero divisor\n");
            break;
```

ПРИМЕР

```
            case '\n':
               printf("\t%.8g\n", pop());
               break;
            default:
               printf("error: unknown command %s\n", s);
               break;
         } //край на switch
      } //край на while
      return 0;
} //край на main()
```

ПРИМЕР

```
#define MAXVAL 100   /* максималната дълбочина на стека */
int sp = 0;          /* следващата празна позиция в стека */
double val[MAXVAL];  /* данните на стека */
/* push: push f onto value stack */
void push(double f) {
   if (sp < MAXVAL)
      val[sp++] = f;
   else
      printf("error: stack full, can't push %g\n", f);
}
/* pop: pop and return top value from stack */
double pop(void) {
   if (sp > 0)
      return val[--sp];
   else {
      printf("error: stack empty\n");
      return 0.0;
   }
}
```

ПРИМЕР

```
#include <ctype.h>
int getch(void);
void ungetch(int);
/* getop: get next character or numeric operand */
int getop(char s[]) {
   int i, c;
   while ((s[0] = c = getch()) == ' ' || c == '\t');
   s[1] = '\0'; //добавя null terminator на низа
   if (!isdigit(c) && c != '.')
      return c; /* not a number */
   i = 0;
   if (isdigit(c)) /* collect integer part */
      while (isdigit(s[++i] = c = getch()));
   if (c == '.') /* collect fraction part */
      while (isdigit(s[++i] = c = getch()));
   s[i] = '\0'; //добавя null terminator на низа
   if (c != EOF)
      ungetch(c);
   return NUMBER;
}
```

ПРИМЕР

```
#define BUFSIZE 100
char buf[BUFSIZE];   /* buffer for ungetch */
int bufp = 0;        /* next free position in buf */

/* get a (possibly pushed-back) character */
int getch(void) {
   return (bufp > 0) ? buf[--bufp] : getchar();
}

/* push character back on input */
void ungetch(int c) {
   if (bufp >= BUFSIZE)
      printf("ungetch: too many characters\n");
   else
      buf[bufp++] = c;
}
```

ДЕКЛАРИРАНЕ И ДЕФИНИРАНЕ

- Декларацията описва характеристиките на променливата (например типът й).
- При дефиниция се заделя и място за променливата и евентуално тя се инициализира
- Една променлива може да бъде декларирана на няколко места (например: в няколко файла), но се дефинира (и заделя място в паметта) само веднъж

```
//деклариране:
extern int sp;
extern double val[];
```

```
//дефиниране:
int sp;
double val[1000];
```

ЗАГЛАВНИ (`header`) ФАЙЛОВЕ

- Заглавните файлове в **C** са файлове, с разширение **`.h`**, които обикновено съдържат декларации (прототипи) на функции
- Когато една програма се състои от повече от един файл е добре декларациите (прототипите) на функциите да се запишат в отделен **`.h`** файл. При нужда, след това е по-лесно да се смени прототипа на дадена функция

ПРИМЕР

main.c:
```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include "calc.h"
#define MAXOP 100
int main() {
   ...
}
```

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

getop.c:
```
#include <stdio.h>
#include <ctype.h>
#include "calc.h"
int getop(char s[]){
   ...
}
```

getch.c:
```
#include <stdio.h>
#define BUFSIZE 100
char buf[BUFSIZE];
int bufp = 0;
int getch(void) {
...}
void ungetch(int c)
{
...}
```

stack.c:
```
#include <stdio.h>
#include "calc.h"
#define MAXVAL 100
int sp = 0;
double val[MAXVAL];
void push(double f){
... }
double pop(void) {
... }
```

ГЛОБАЛНИ (`static`) ПРОМЕНЛИВИ

- Модификаторът **`static`**, приложен към дадена глобална променлива или функция оказва, че тя може да бъде ползвана („виждана“) само от функциите в нейния **`.c`** файл
- По този начин тези променливи се скриват от външния свят (другите файлове) и могат да бъдат променяни от него единствено косвено

В getch.c buf и bufp се променят само от getch(void) и ungetch(int c), които се извикват от друг файл. Т.е. buf и bufp трябва да са static:

```
static char buf[BUFSIZE]; /* buffer for ungetch */
static int bufp = 0;      /* next free position in buf */
int getch(void) { ... }
void ungetch(int c) { ... }
```

ВЪТРЕШНИ (`static`) ПРОМЕНЛИВИ

- Модификаторът **`static`**, приложен към дадена вътрешна променлива оказва, че тя няма да бъде унищожена след излизането от блока, а ще запази стойността си и при следващото преминаване от там.
- По този начин се дава възможност една функция да пази дадена информация докато програмата се изпълнява
- Поведението ѝ е като на глобална променлива, но видима само от функцията, в която е дефинирана

ПРИМЕР

```c
#include <stdio.h>

int sum(int i);
int main () {
   int i = 0;
   for (;i<10;i++)
      sum(i);

   printf("%d\n", sum(0));
//извежда се 45!
   return 0;
}

int sum(int add) {
   static int s = 0;
   return s+=add;
}
```

```c
#include <stdio.h>

int sum(int i);
int main () {
   int i = 0;
   for (;i<10;i++)
      sum(i);

   printf("%d\n", sum(0));
//извежда се 0!
   return 0;
}

int sum(int add) {
   int s = 0;
   return s+=add;
}
```

`REGISTER` ПРОМЕНЛИВИ

- Модификаторът **`register`**, приложен към дадена променлива дава препоръка на компилатора, че тя ще бъде ползвана много активно
- Идеята е тези променливи да се разположат в регистрите на процесора, което води до по-бързи и по-малки програми
- Компилаторът е свободен да игнорира тази препоръка – променливата се създава като нормална

```
register int x;
register char c;
```

REGISTER ПРОМЕНЛИВИ

- Може да бъде прилаган само към automatic променливи (а не към глобални или static) и към формални параметри на функции
- Типът на променливите, които могат да са register зависи от системната архитектура
- На register променлива не може да се взима адреса (унарна операция &) без значение дали тя наистина е сложена в регистър или не

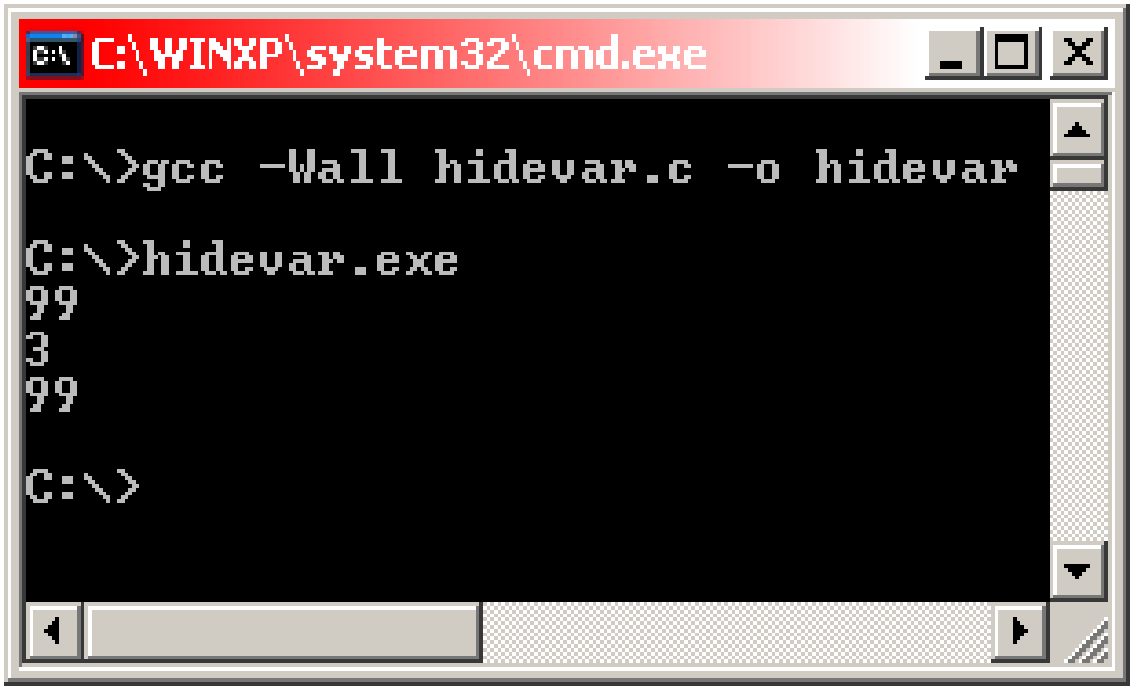
```
int f(register unsigned m, register long n) {
   register int i;
   ...
}
```

БЛОКОВА СТРУКТУРА

- **C** не е блоково структуриран език в смисъла на Паскал – функция не може да се дефинира в друга функция
- Може да се дефинира променлива в началото на всеки блок и тя съществува до съответната затваряща фигурна скоба (края на блока)
- Всеки път като се мине през началото на дадения блок се създава нова променлива (с изключение на **`static`** променливите)

ПРИМЕР

```
#include <stdio.h>

int main () {
   int nc=99;
   printf ("%d\n", nc);

   {
      int nc = 3;
      printf("%d\n", nc);
   }

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

   return 0;
}
```



БЛОКОВА СТРУКТУРА

- Дефинирането на променлива в блок или аргументи на функция „скрива“ други променливи със същото име, дефинирани в по-външен блок
- Добрият стил изисква да не се използват дублиращи имена – възможността за откриване на грешка е много малка

```
int x;
int y;
int f(double x) {
   double y;
//double x и y скриват int x и y
}
```

ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ НА СКАЛАРНИ ПРОМЕНЛИВИ

- Глобалните и **`static`** променливите автоматично се инициализират с 0
- Всички останали – имат неопределена стойност
- Променливи могат да се инициализират като след дефинирането им се добави **`= value`**
- За глобалните и **`static`** променливи **`value`** трябва да е константа, докато за останалите може да е всеки един израз, извикване на функция и т.н.а

ПРИМЕР

```
int x = 1;
char squota = '\'';
long day = 1000L * 60L * 60L * 24L; // milliseconds/day
```

```
int binsearch(int x, int v[], int n) {
    int low = 0;
    int high = n - 1;
    int mid;
    ...
}
```

```
int binsearch(int x, int v[], int n) {
    int low, high, mid;
    low = 0;
    high = n - 1;
    ...
}
```

ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ НА МАСИВИ

- Масиви могат да се инициализират чрез стойности разделени с “,“ и заградени в **{}**
- Когато е пропуснат броя на елементите компилаторът го пресмята като брои броя на елементите при инициализация

```
int days[] = {31, 28, 31, 30, 31, 30, 31, 31, 30, 31, 30, 31};
//компилаторът сам пресмята, че това е масив с 12 елемента
```

ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ НА МАСИВИ

- Ако има по-малко инициализирани елементи – следващите се запълват с 0. Без значение дали променливата е **automatic**, **static** или глобална
- Не се допуска да има повече инициализиращи елементи от големината на масива

```
int week[7] = {6, 7, 8, 7, 5};
//масив със 7 елемента със стойности: 6, 7, 8, 7, 5, 0, 0

//ГРЕШКА: масив с 3 елемента има 4 инициализиращи стойности
int err[3] = {1, 2, 3, 4};
```

ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ НА МАСИВИ ОТ СИМВОЛИ

- Може символите да се затворят в “” без 0 на края
- Може да се използва и стандартния начин за масив

```
//масив с 5 елемента (има 0 на края!):
char pattern = "ould";


char pattern[] = { 'o', 'u', 'l', 'd', '\0' };
```

РЕКУРСИЯ

- Рекурсия имаме, когато функция извиква себе си директно или индиректно
- Задължително трябва да има някакво условие, при което рекурсията да спира
- При всяко едно извикване функцията разполага с нов набор от **`automatic`** променливи
- Рекурсивният код е по-компактен и по-лесен за разбиране от итеративния (не рекурсивния)
- Често се ползва за рекурсивни структури като дървета, графи и т.н.

ПРИМЕР

```
#include <stdio.h>

/* printd: извежда n като десетично число */
void printd(int n) {
   if (n < 0) {
      putchar('-');
      n = -n;
   }
   if (n / 10)           //условие за край на рекурсията
      printd(n / 10);    //рекурсивно извикване
   putchar(n % 10 + '0');
}
```

ПРИМЕР

```
/* qsort: сортира v[left]...v[right] в нарастващ ред */
void qsort(int v[], int left, int right) {
   int i, last;
   void swap(int v[], int i, int j);
   if (left >= right) /* do nothing if array contains */
      return;         /* fewer than two elements */
   swap(v, left, (left + right)/2); //move partition elem
   last = left;                     //to v[0]
   for (i = left + 1; i <= right; i++) /* partition */
      if (v[i] < v[left])
         swap(v, ++last, i);
   swap(v, left, last); /* restore partition elem */
   qsort(v, left, last-1);
   qsort(v, last+1, right);
}
void swap(int v[], int i, int j) {
   int temp = v[i];
   v[i] = v[j];
   v[j] = temp;
}
```

ПРЕДПРОЦЕСОР. ВМЪКВАНЕ НА ФАЙЛ

```
#include "filename"
#include <filename>
```

- Всеки такъв ред се заменя със съдържанието на **`filename`**
- **`"filename"`** се търси в директорията на сорс кода и ако не е намерен там или името е заградено в **<>** (а не в "") - в директорията със стандартните библиотеки
- В такива файлове обикновено се записват прототипи на функции, често ползвани **`#define`** и други. Така се гарантира, че цялата програма ще ползва еднакви декларации, прототипи и други

ПРЕДПРОЦЕСОР. ЗАМЯНА НА ТЕКСТ

```
#define name заменящ текст
```

- За „**name**“ важат същите правила като за име на променлива
- „**заменящ текст**“ е текстът до края на реда. Ако на края на реда има **** то той продължава и на следващия ред

```
#include <stdio.h>
#define H "Hello, World"

int main () {
   printf ("%s\n", H);
   return 0;
}
```

```
#include <stdio.h>
#define H "Hello, \
World"
int main () {
   printf ("%s\n", H);
   return 0;
}
```

ПРЕДПРОЦЕСОР. ЗАМЯНА НА ТЕКСТ

```
#define name заменящ текст
```

- Замяната се прави от съответния **#define** до края на файла
- Не се заменят части от дума или низове
- „**заменящ текст**“ може да е практически всичко

```
#include <stdio.h>
#define YES da
#define forever for (;;) /* безкраен цикъл */
int main() {
   printf("YES");     //НЯМА да се замести с da
   int YESMAN = 0;    //НЯМА да се замести с da (daMAN)

   forever printf("aa");   //извежда aa до безкрай
   return 0;
}
```

ПРЕДПРОЦЕСОР. ЗАМЯНА НА ТЕКСТ

- Възможност за добавяне на аргументи
- Възможност за премахване на име

```
//работи за всеки тип, който може да се сравнява:
#define max(A, B) ((A) > (B) ? (A) : (B))
x = max(p+q, r+s); //x = ((p+q) > (r+s) ? (p+q) : (r+s));

max(i++, j++); //ГРЕШКА – по-голямото се увеличава два пъти!
               // ((i++) > (j++)? (i++) : (j++) )

#define square(x) x * x //ГРЕШКА: трябва да е (x) * (x)
int t = square(z+1);    // = z+1 * z+1 = z+(1*z)+1
...
#undef square
int square(int x) {
   return x*x;
}
```

ПРЕДПРОЦЕСОР. ЗАМЯНА НА ТЕКСТ

- # към низ
- ## конкатенация

```
#include <stdio.h>
#define dprint(expr) printf(#expr " = %d\n", expr)
#define paste(front, back) front ## back

int main() {
   int x = 5, y=2;
   int test1 = 55, test2 = 555;
   dprint(x);
   dprint(y);
   dprint(x/y);
//printf("x/y" " = %d\n", x/y);

   dprint(paste(test,1));
   dprint(paste(test,2));
   return 0;
}
```

КОНТРОЛ НА ПРЕДПРОЦЕСОРА

- **#if, #ifdef, #ifndef**
- **#endif, #elif, #else**

```
#if !defined(HDR)
#define HDR
// hdr.h
#endif
```

```
#ifndef HDR
#define HDR
// hdr.h
#endif
```

```
#include <stdio.h>
#define DEBUG_LEVEL 5
#define dprint(expr) printf(#expr " = %d\n", expr)
int main() {
   int i = 0;
   #if DEBUG_LEVEL>3
      dprint(i);
   #endif

   return 0;
}
```