Limbaje de programare

Decizia. Atribuirea. Iterația

20 octombrie 2009

Secvențierea

Pentru a face mai multe prelucrări (într-o funcție), scriem instrucțiunile una după alta (*secvențial*)
⇒ împreună cu *decizia* și *recursivitatea* putem scrie orice program

Instrucțiunea compusă: mai multe instrucțiuni grupate cu *acolade* { }
Un exemplu e de instrucțiune compusă (*bloc*) e chiar corpul unei funcții.

```
{                          {
  instrucțiune               int c = getchar();
  ...                        printf("tiparim caracterul: ");
  instrucțiune               putchar(c);
}                          }
```

Instrucțiunea compusă e considerată *o singură instrucțiune*
Poate conține și declarații: oriunde (C99)/doar la început (ANSI C)
Orice instrucțiune care *nu e* compusă se termină cu *punct-virgulă* **;**

Operatorul de secvențiere pentru expresii e *virgula*: *expr1* **,** *expr2*
Se evaluează *expr1*, se ignoră, valoarea întregii expresii e cea a lui *expr2*

Instrucțiunea condițională (`if`)

Operatorul condițional `? :` selectează din două *expresii* de evaluat
Instrucțiunea condițională selectează din două *instrucțiuni* de executat

Sintaxa:

```
if ( expresie )                 sau      if ( expresie )
  instrucțiune1                            instrucțiune1
else
  instrucțiune2
```

Efectul:
Dacă expresia e *adevărată* se execută *instrucțiune1*,
altfel se execută *instrucțiune2* (sau nimic, dacă nu există)

Fiecare ramură are *o singură* instrucțiune. Dacă e nevoie de mai multe instrucțiuni, trebuie grupate într-o *instrucțiune compusă* { }
Parantezele ( ) din jurul condiției sunt obligatorii.

Expresii cu valoare logică în limbajul C

Obișnuit, *condiția* din instrucțiunea `if` sau operatorul `? :`
e o expresie relațională, cu valoare logică: `x != 0`, `n < 5`, etc.
Limbajul C a fost însă conceput fără un tip boolean dedicat.

O valoare se consideră *adevărată* dacă e *nenulă* și *falsă* dacă e *nulă*
(atunci când e folosită ca și condiție: în `? :` , `if` , `while` etc.) ⇒
Condiția în `if` trebuie să aibă tip *scalar* (întreg, real, enumerare)

Corespunzător: *Operatorii de comparație* (`==` `!=` `<` etc.) întorc în C valorile *întregi* 1 (pentru *adevărat*) sau 0 (pentru *fals*)

C99 adaugă tipul `_Bool`, și are în fișierul `stdbool.h` definițiile macro:
`bool` (pentru `_Bool`), `true` (pentru `1`) și `false` (pentru `0`)

O ramură `else` aparține întotdeauna de *cel mai apropiat* `if`

```
if (x > 0) if (y > 0) printf("x+, y+"); else printf("x+, y-");
```


Exemple cu instrucțiunea `if`

```
#include <stdio.h>
void printnat(unsigned n) {   // tipareste recursiv un nr. natural
  if (n > 9)                  // daca are mai multe cifre
    printnat(n/10);           // atunci tipareste si prima parte
  putchar('0' + n % 10);      // oricum, tipareste ultima cifra
}
int main(void) { printnat(312); return 0; }
```

Tipărirea soluțiilor ecuației de gradul II:

```
void printsol(double a, double b, double delta) {
  if (delta >= 0) {
    printf("Sol. 1%f\n", (-b-sqrt(delta))/2/a);
    printf("Sol. 2%f\n", (-b+sqrt(delta))/2/a);
  } else printf("nu are solutie\n");
}
```

Operatorul condițional `? :` se rescrie (mai puțin concis) cu `if`

```
int abs(int x) { if (x > 0) return x; else return -x; }
```


Operatori logici

Cu operatorii logici, putem scrie *decizii cu condiții complexe*:

Un an e bisect dacă: se divide cu 4 **și**
nu se divide cu 100 **sau** se divide cu 400

```
int e_bisect(unsigned an) {   // raspuns 1: e bisect, 0: nu e
  return an % 4 == 0 && (!(an % 100 == 0) || an % 400 == 0);
}   // se putea scrie şi (an % 100 != 0)
```

Reamintim: operatorii logici produc 1 pt. *adevărat*, 0 pt. *fals*
Un întreg e interpretat ca *adevărat* dacă e *nenul*, și ca *fals* dacă e 0

expr	! *expr*
0	1
$\neq 0$	0

negație `!` NU

e_1 && e_2	e_2 = 0	$e_2 \neq 0$
e_1 = 0	0	0
$e_1 \neq 0$	0	1

conjuncție `&&` ȘI

e_1 || e_2	e_2 = 0	$e_2 \neq 0$
e_1 = 0	0	1
$e_1 \neq 0$	1	1

disjuncție `||` SAU

Precedența operatorilor logici

Operatorul logic unar `!` (negație logică): precedență cea mai ridicată
`if (!gasit)` e echivalent cu `if (gasit == 0)` (nul e fals)
`if (gasit)` e echivalent cu `if (gasit != 0)` (nenul e adevărat)

Operatorii relaționali: precedența mai mică decât cei aritmetici
⇒ putem scrie natural `x < y + 1` pentru `x < (y + 1)`
Precedența: întâi `>` `>=` `<` `<=` , apoi `==` `!=` (egal, diferit)

Operatorii logici binari: `&&` (ȘI) e prioritar lui `||` (SAU)
Au precedență mai mică decât cei relaționali
⇒ putem scrie natural `x < y + z && y < z + x`

Evaluarea în scurt-circuit

Evaluarea expresiilor logice se face de la stânga la dreapta.
Evaluarea se oprește (*scurt-circuit*) când rezultatul e cunoscut:
primul argument e fals a `&&`
primul argument e adevărat la `||`

```
if (p != 0 && n % p == 0)      if (p != 0)          // doar atunci fa
  printf("p e divizor");         if  (n % p == 0)    // si testul 2
                                   printf("p e divizor");
```

⇒ Atenție la modul cum scriem testele compuse !

Atribuirea

În *recursivitate* fiecare apel creează *noi copii* de parametri cu *alte valori*
Uneori ajunge să *atribuim* (dăm) *o valoare nouă* unei variabile

Sintaxa: *variabilă* = *expresie* Totul e o *expresie (de atribuire)*.
Efect: Se evaluează expresia; valoarea se *atribuie* variabilei (și devine valoarea întregii expresii). `c = getchar()` `n = n-1` `r = r * n`

Poate fi folosită în alte expresii: `if ((c = getchar()) != EOF) ...`
inclusiv atribuire în lanț `a = b = x + 3` (`a` și `b` primesc aceeași valoare)

Orice *expresie* (ex. apel de funcție, atribuire) cu `;` devine *instrucțiune*
`printf("salut");` `printnat(n);` `c = getchar();` `x = x + 1;`

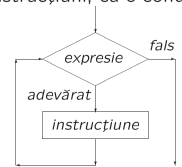
O variabilă *se poate modifica doar prin atribuire*, *nu* prin transmiterea ca parametru la funcții, sau prin alte expresii!
`n + 1` `sqr(x)` `toupper(c)` calculează ceva, NU modifică nimic!
ATENȚIE! `=` operatorul de atribuire `==` operatorul de comparare.

Iterația. Ciclul cu test inițial

Am scris funcții recursive ca să *repetăm* prelucrări – ceva esențial.
Adesea, putem controla directa repetiția unei instrucțiuni, cu o condiție:

Sintaxa:

```
while ( expresie )
  instrucțiune
```



ATENȚIE! Parantezele `( )` sunt obligatorii la expresie!

Semantica (efectul): evaluează expresia. Dacă e adevărată (nenulă):
(1) se execută instrucțiunea (*corpul* ciclului)
(2) se revine la începutul lui `while` (evaluarea expresiei)
Altfel (dacă condiția e falsă/nulă) nu se execută nimic.
⇒ corpul se execută repetat *atât timp* cât condiția e adevărată

Putem defini iterația recursiv. Pct. (2) = "execută instrucțiunea `while`"

Rescrierea recursivității ca iterație

```
unsigned fact_r(unsigned n,              unsigned fact_it(unsigned n) {
                unsigned r) {              unsigned r = 1;
  return n > 0                             while (n > 0) {
           ? fact_r(n - 1, r * n)            r = r * n;
           : r;                              n = n - 1;
} // apelat cu fact_r(n, 1)                }
                                           return r;
                                         }
int pow_r(int x, unsigned n,             int pow_it(int x, unsigned n) {
                     int r) {              int r = 1;
  return n > 0                             while (n > 0) {
           ? pow_r(x, n-1, x*r)              r = x * r;
           : r;                              n = n - 1;
} // apelat cu pow_r(x, n, 1)              }
                                           return r;
                                         }
```


Rescrierea recursivității ca iterație

– se face mai direct dacă funcția e *recursivă la dreapta*: e scrisă cu acumularea rezultatului parțial, transmis mai departe ca parametru (`r`)
– testul de oprire și valoarea inițială pentru rezultat rămân aceleași
– în varianta recursivă, fiecare apel creează *copii noi* de parametri, cu valori proprii (în funcție de cele vechi): ex. `n * r`, `n - 1`, `x * r`, etc.
– varianta iterativă, *actualizează (atribuie)* la fiecare iterație valorile variabilelor, după aceleași relații. Ex. `r = n * r`, `n = n - 1`, `r = x * r`
– ambele variante returnează valoarea acumulată a rezultatului

ATENȚIE: recursivitatea și iterația produc ambele prelucrări *repetate*.
⇒ în probleme simple folosim una sau cealaltă, rareori amândouă!

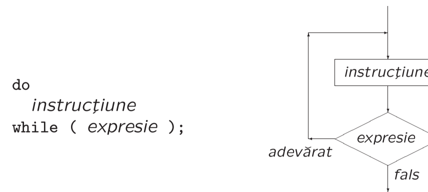
Citirea iterativă a unui număr, cifră cu cifră

```
#include <ctype.h>              // pentru isdigit()
#include <stdio.h>              // pt. getchar(), ungetc(), stdin
unsigned readnat(void)
{
  int c; unsigned r = 0;        // caracterul si rezultatul
  while (isdigit(c = getchar()))        // cat timp e cifra
    r = 10*r + c - '0';                 // compune numarul
  ungetc(c, stdin);            // pune inapoi ce nu-i cifra
  return r;
}
int main(void) {
  printf("numarul citit: %u\n", readnat());
}
```

`ungetc(c, stdin)` pune înapoi caracterul `c` în intrarea standard
Caracterul va fi preluat de următorul apel de citire, de ex. `getchar()`

Ciclul cu test final

```
do
  instrucțiune
while ( expresie );
```



– uneori știm sigur că un ciclu trebuie executat cel puțin o dată
(citim cel puțin un caracter, un număr are măcar o cifră, etc.)
– ca și ciclul cu test inițial, execută *instrucțiune* atât timp căd execuția expresiei e nenulă (adevărată)
– expresia se evaluează însă *după* fiecare iterație

– echivalent cu:

```
instrucțiune
while ( expresie )
  instrucțiune
```


Citirea caracter cu caracter: filtre

Frecvent: prelucrăm intrarea și extragem / calculăm ceva.

```
void skipspace(void) {
  int c;
  while (isspace(c = getchar()));
  ungetc(c, stdin);
}
```

```
void skipspace(void) {
  int c;
  do
    c = getchar();
  while (isspace(c));
  ungetc(c, stdin);
}
```

Ciclul are corpul `;` (instrucțiunea *vidă*)
ATENȚIE! Nu puneți `;` din greșeală!

```
int wordlen(void) {          // lungimea unui cuvânt citit
  int c, l = 0;
  while ((c = getchar()) != EOF && !isspace(c)) l++;
  return l;
}
```

ATENȚIE: Testați întotdeauna sfârșitul intrării, poate apărea oricând!
Fără acest test, ciclul *s-ar bloca* când `c` e `EOF` (care nu e spațiu)

Operatori de atribuire

ATENȚIE: Nu greșiți folosind atribuirea în loc de test de egalitate!!
`if (x = y)` testează dacă valoarea lui `y` (atribuită și lui `x`) e nenulă.

Operatori compuși de atribuire: `+=  -=  *=  /=  %=`
`x += expr` e o formă mai scurtă de a scrie `x = x + expr`
vezi ulterior și pentru operatorii pe biți `>>  <<  &  ^  |`

Operatori de incrementare/decrementare prefix/postfix: `++  --`
`++i` incrementare cu 1, valoarea expresiei este cea de *după* atribuire
`i++` incrementare cu 1, valoarea expresiei este cea *dinainte* de atribuire
expresiile au același *efect lateral* (atribuirea) dar *valoare* diferită
`int x=2, y, z; y = x++; /* y=2,x=3 */; z = ++x; /* x=4,z=4 */`

ATENȚIE Evitați expresii compuse cu mai multe efecte laterale!
(nu e precizat care se execută întâi).
Ex. INCORECT: `i = i++` (două atribuiri în aceeași expresie: `=` și `++`)

ATENȚIE Atribuim doar variabile, nu definim cu `=` valoarea funcției.
INCORECT: `int fact(int n) {fact(0) = 1; fact(n) = n*fact(n-1);}`
INUTIL: `c = toupper(c); return c;` Suficient: `return toupper(c);`

Instrucțiunea `break`

– produce ieșirea din corpul ciclului *imediat înconjurător*
– folosită dacă nu dorim să continuăm restul prelucrărilor din ciclu
– de regulă: `if (`*conditie*`) break;`

```
#include <ctype.h>
#include <stdio.h>
int main(void) {                  // numără cuvintele din intrare
  int c;
  unsigned nrw = 0;
  while (1) {           // condiţie adevărată, iese doar cu break;
    while (isspace(c = getchar()));           // consumă spaţiile
    if (c == EOF) break;             // gata, nu mai urmează nimic
    nrw = nrw + 1;                   // altfel e început de cuvânt
    while (!isspace(c = getchar() && c != EOF);       // cuvaâtul
  }
  printf("%u\n", nrw);
  return 0;
}
```


Exemplu: rescrie fiecare cuvânt cu majusculă

```
#include <ctype.h>
#include <stdio.h>
int main(void) {
  int c;
  for (;;) {             // condiţie adevărată, iese doar cu break;
    while (isspace(c = getchar()))        // cât timp citeşte spaţii
      putchar(c);                          // se scriu şi spaţiile
    if (c == EOF) break;                   // nu mai urmează nimic
    putchar(toupper(c));                           // prima literă
    while ((c = getchar()) != EOF) {
      putchar(c);                        // scrie caracter din cuvânt
      if (isspace(c)) break;                // la primul spaţiu iese
    }                                          // şi reia ciclul for
  }
  return 0;
}
```

Instrucțiunea `for`

```
for (expr-init ; expr-test ; expr-actualiz)
  instrucțiune
```

e echivalentă* cu:

```
expr-init;
while (expr-test) {
  instrucțiune
  expr-actualiz;
}
```

* excepție: instrucțiunea `continue`, vezi ulterior

– oricare din cele 3 expresii poate lipsi (dar cele două `;` rămân)
– dacă *expr-test* lipsește, e tot timpul adevărată (ciclu infinit)

În C99 în loc de *expr-init* e permisă o *declarație* de variabile (inițializate) cu domeniu de vizibilitate întreaga instrucțiune (dar nu și după)

Cel mai des folosit: pentru a *număra* (repeta de un număr fix de ori)

```
for (int i = 0; i < 10; ++i) { /* fă de 10 ori */ }   // i dispare
int i; for (i = 1; i <= 10; ++i) { /* fă de 10 ori */ }   // i e 11
```

ATENȚIE Instrucțiunea `;` e caz particular al instrucțiunii *expresie* `;` cu expresia vidă: nu face nimic! Scriem `;` după `)` la `while` sau `for` doar dacă vrem ciclu cu corp vid (doar cu test, iar la `for` și cu *expr-actualiz*)
`while (isspace(c = getchar()));` (consumă secvență de spații)

Scrierea ciclurilor

În conceperea programelor care conțin cicluri
– identificăm ce variabilă se modifică în fiecare iterație
– identificăm care e condiția de oprire
– nu uităm instrucțiunea care modifică acea variabilă
(altfel ciclul continuă la infinit)

Definim precis ce știm despre program când iese dintr-un ciclu.
– la ieșirea dintr-un ciclu, condiția e falsă
⇒ ne spune ceva despre valorile posibile ale variabilelor din condiție
Folosim această informație pentru a gândi mai departe programul.

Verificăm programul:
– mental, executându-l "cu creionul pe hârtie" (întâi pe cazuri simple)
– apoi la rulare, cu teste tot mai complexe, și pentru situații limită