Programarea calculatoarelor

Decizia. Variabile și atribuirea. Iterația

Marius Minea

20 martie 2007

Decizia și secvențierea

– construcții fundamentale în scrierea programelor (+ recursivitatea)
– am folosit: *decizia* în expresii (`?  :`) și secvențierea instrucțiunilor

Mai multe instrucțiuni pot forma o singură *instrucțiune compusă*:

```
{
    instrucțiune
    ...
    instrucțiune
}
```

```
{
    printf("scriu ceva\n");
    functia_mea(3, 5);
    printf("scriu alta\n")
}
```

poate apărea oriunde sintaxa cere o instrucțiune (în corpul unei funcții)
Un exemplu e de instrucțiune compusă (*bloc*) e chiar corpul unei funcții.

În general, un bloc poate conține o secvență de *declarații* și *instrucțiuni*.

Discutăm: cum putem evalua două expresii una după alta (secvențiere)
și cum executăm instrucțiuni diferite în funcție de o condiție (decizie)

Secvențierea pentru expresii

După citirea unui număr vrem ca următorul caracter (care nu e cifră) să nu fie consumat din intrare, pentru a fi folosit ulterior. Ne trebuie:
– o funcție standard (de bibliotecă) care să "pună înapoi" caracterul
– cum să adăugăm asta la codul funcției

`int ungetc(int c); // declarată în stdio.h`
pune înapoi caracterul cu valoarea `c` în intrarea standard
(va fi returnat de următorul apel de citire, de ex. `getchar()`

Operatorul , (de *secvențiere*) *expr1* , *expr2*
– evaluează *expr1*, ignoră rezultatul ei, dă ca rezultat valoarea lui *expr2*
– are precedență mică ⇒ grupăm toată expresia în paranteze

```
unsigned readnat_rc(unsigned r, int c)
{
  return isdigit(c) ? readnat_rc(r*10 + (c-'0'), getchar())
                    : (ungetc(c, stdin), r);
} // stdin: identificator pentru intrarea standard
```

Instrucţiunea condiţională (`if`)

`if (`*expresie*`)`
  instrucţiune1
`else`
  instrucţiune2

sau

`if (`*expresie*`)`
  instrucţiune1

– dacă expresia e adevărată se execută *instrucţiune1*, altfel se execută *instrucţiune2* (resp. nimic, în varianta scurtă)
– fiecare ramură are *o singură* instrucţiune (care poate fi compusă `{ }`)
– expresia trebuie să fie de tip scalar (întreg, real, enumerare)
Obs. În C, operatorii de comparaţie (`==`, `!=`, `<`, etc) întorc valorile *întregi* 1 (pentru adevărat) sau 0 (pentru fals)
o valoare se consideră *adevărată* dacă e nenulă şi falsă dacă e nulă (atunci când e folosită ca şi condiţie: în `? :`, `if`, etc.)
– o ramură `else` aparţine întotdeauna de cel mai apropiat `if`

Exemple pentru instrucțiunea `if`

Tipărirea recursivă a unui număr natural:

```
#include <stdio.h>
void printnat(unsigned n) {
  if (n > 9)
    printnat(n/10); // tipareste si prima parte
  putchar('0' + n % 10);// oricum, tipareste si 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");
}
```

Putem rescrie `int abs(int x) { return x > 0 ? x : -x; }` cu `if`:

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

Operatori logici

Uneori apar decizii cu condiții compuse (chiar când există doar două variante de răspuns). Putem scrie programul mai simplu, fără a separa explicit toate ramurile de decizie, folosind direct operatorii logici: 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)
{
  return an % 4 == 0 && (!(an % 100 == 0) || an % 400 == 0);
}
// se putea scrie şi (an % 100 != 0)
```

Tabelele de adevăr pentru cei trei operatori sunt:

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

a) negație

e1 \ *e2*	0	$\neq 0$
0	0	0
$\neq 0$	0	1

b) conjuncție

e1 \ *e2*	0	$\neq 0$
0	0	1
$\neq 0$	1	1

c) disjuncție

Operatorii logici && (ȘI), || (SAU), ! (NU)

– C nu are tip boolean; se folosește `int` (C99: `_Bool`, `stdbool.h`)
  – operatorii logici produc 1 pt. *true*, 0 pt. *false*
  – un întreg e interpretat ca *true* dacă e $\neq 0$ și ca *false* dacă e 0

Operatorii relaționali: precedența mai mică decât cei aritmetici
  `x < y + 1` înseamnă în mod natural `x < (y + 1)`

precedența: întâi `>`, `>=`, `<`, `<=`, apoi `==`, `!=` (egal, diferit)

Operatorii logici binari: `&&` (ȘI), prioritar lui `||` (SAU)

– precedență mai mică decât cei relaționali
  $\Rightarrow$ se poate scrie natural `(x < y + z && y < z + x)`
– sunt evaluați de la stânga la dreapta
– *evaluarea se oprește* (*short-circuit*) când rezultatul e cunoscu t (dacă primul argument al lui `&&` (resp. `||`) e fals (resp. adevăra t)

Exemplu: `if (p != 0 && n % p == 0) { /* nu împarte la 0 */ }`

Operatorul logic unar `!` (negație logică)

– cea mai ridicată prioritate (ca și toți operatorii unari)
– transformă operand non-zero în 0, și zero în 1

Ex: `if (!gasit)` e echivalent cu `if (gasit == 0)`

Declararea variabilelor

Când rezolvăm o problemă (scriem o funcție), deosebim:
ce se dă (parametrii) și ce se cere (rezultatul).
Uneori, e nevoie de rezultate/valori intermediare ⇒*declarăm variabile*
Ex: în funcțiile de citire de numere, am transmis caracterul curent `c`, care nu face parte din enunțul problemei ⇒ funcția și-l poate citi singur:

```
unsigned readnat_r(unsigned r) {  // declaram variabila c
  int c = getchar(); // pentru a retine rezultatul lui getchar
  if (isdigit(c)) return readnat_r(10*r+c-'0');
  else { ungetc(c, stdin); return r; }
}
```

O *variabilă* e un obiect cu un *nume* și un *tip*. Se folosește la memorarea unor valori (altele decât parametrii de funcție) necesare în calcule.

Declarația de variabile: una sau mai multe variabile de același tip,, ex:
`double x;` `int a = 1, b, c;` (a e inițializat cu 1, retul nu)

Declarăm variabile când e nevoie să reținem rezultate (de exemplu returnate de funcții) pentru folosire ulterioară.

Despre variabile

Un program C e o colecție de funcții ⇒ e scris *modular*: fiecare funcție rezolvă o subproblemă; programul principal `main` le apelează/combină.

Numele *parametrilor* unor funcții diferite *nu* se influențează;
ca și în matematică putem avea $f(x) = \ldots$ și $g(x) = \ldots$
⇒ la fel pentru variabilele declarate în funcții (*variabile locale*)

Domeniul de vizibilitate al unui identificator (de ex. variabilă)
= partea de program unde poate fi utilizat (înțelesul său e cunoscut).

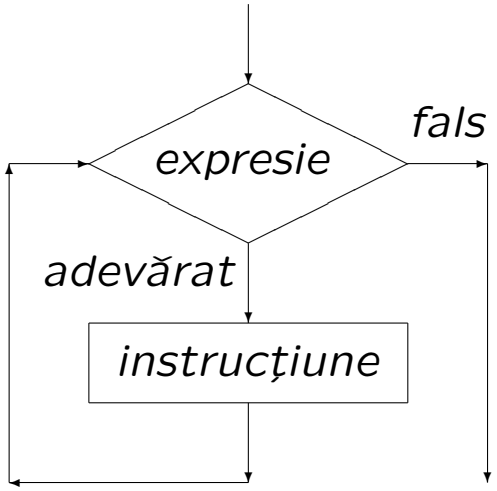
Parametrii și variabilele declarate în funcții au domeniul de vizibilitate corpul funcției ⇒ *nu* sunt vizibile în exteriorul funcției.

Variabilele locale au *durată de memorare* automată:
sunt create la fiecare apel al funcției și distruse la încheierea acestuia (între apeluri nu există și deci nu își păstrează valoarea).

Corpul `{ }` unei funcții C conține o *secvență de declarații și instrucțiuni*
– în C99, declarațiile și instrucțiunile pot apărea în orice ordine
– în standardele anterioare: întâi declarații, apoi instrucțiuni

Iterația. Ciclul cu test inițial

Sintaxa: `while` (*expresie*)
instrucțiune



Semantica: se exaluează 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
ATENTIE ! Parentezele ( ) în jurul (expresiei) sunt obligatorii !

Obs: Iterația și recursivitatea sunt strâns legate. Putem rescrie recursiv definiția iterației înlocuind (2) cu "se execută instrucțiunea `while`"

Atribuirea

O iterație e corectă dacă se oprește la un moment dat
$\Rightarrow$ condiția trebuie să devină falsă $\Rightarrow$ să se *modifice*
$\Rightarrow$ condiția trebuie să conțină o funcție cu efect lateral, ex. citire, `c = getchar()`), sau o *variabilă modificată* în ciclu, ex. `n = n - 1`

Atribuirea = operația prin care se modifică valoarea unei variabile
Sintaxa: *variabilă* `=` *expresie* (se evaluează expresia; se atribuie variabilei; aceasta e și valoarea întregii expresii de atribuire)
– poate fi folosită în alte expresii: `if ((c = getchar()) != EOF) ...`
inclusiv atribuire în lanț `a = b = x + 3` (`a` și `b` primesc aceeași valoare)

Doar prin atribuire putem modifica o variabilă, *nu* prin simpla scriere de alte expresii sau transmiterea ca parametru la funcții!
`n + 1` `sqr(x)` `toupper(c)` NU modifică nimic!

Rescrierea recursivității ca iterație

```
unsiged fact_r(unsigned n,
 unsigned r) {
  return n > 0
           ? fact_r(n - 1, n * r)
           : r;
} // apelat cu fact_r(n, 1)
```

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

```
unsigned fact_it(unsigned n) {
  unsigned r = 1;
  while (n > 0) {
    r = r * n;
    n = n - 1;
  }
  return r;
}
int pow_it(int x, unsigned n) {
  int r = 1;
  while (n > 0) {
    r = x * r;
    n = 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
– varianta recursivă are propria valoare a parametrilor calculată la fiecare apel (în funcție de cea precedentă): ex. `n * r`, `n - 1`, etc.
– în varianta iterativă, valorile variabilelor sunt *actualizate* la fiecare iterație, după aceleași relații (ex. `r = n * r`, `n = n - 1`, `r = x * r`
– în ambele cazuri se returnează valoarea acumulată a rezultatului

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

Scrierea ciclurilor

În conceperea programelor care conţin cicluri
– identificăm ce variabilă se modifică în fiecare iteraţie
– identificăm care e condiţia de oprire
– nu uităm instrucţiunea 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, condiţia e falsă
$\Rightarrow$ ne spune ceva despre valorile posibile ale variabilelor din condiţie
Folosim această informaţie 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 situaţii limită

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 `>>` `<<` `&` `^` `|`

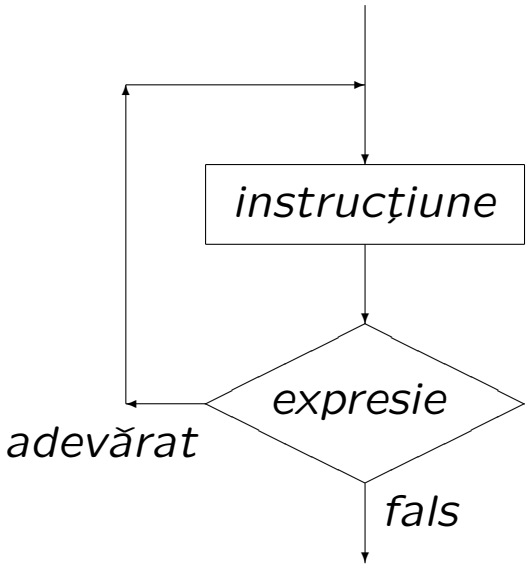
Operatori de incrementare/decrementare prefix/postfix: `++` `--`
`++i` incrementare cu 1, valoarea expresiei este cea de *după* atribuire
`i++` incrementare cu 1, valoarea expresiei este cea *dinainte* de atribuire
expresiile au același *efect lateral* (atribuirea) dar *valoare* diferită
`int x=2, y,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

Ciclul cu test final

```
do
   instrucţiune
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 când execuția expresiei e nenulă (adevărată)
– expresia se evaluează însă *după* fiecare iterație

– echivalent cu:

```
instrucţiune
while ( expresie )
   instrucţiune
```

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) {
  int c = getchar();
  unsigned nrw = 0;
  while (1) {            // conditie adevarata, ciclu infinit
    while (isspace(c)) c = getchar();
    if (c == EOF) break;                  // se iese din ciclu
    nrw = nrw + 1;
    do c = getchar(); while (c != EOF && !isspace(c));
  }
  printf("%u\n", nrw);
  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)
```