Programarea calculatoarelor

Adrese. Tablouri. Şiruri de caractere

Marius Minea

8 aprilie 2008

Variabile şi adrese

Orice variabilă are o valoare, şi un tip care determină numărul de octeţi de memorie ocupaţi (`sizeof`). Aceşti octeţi se află la o anumită adresă.

Operatorul prefix `&` dă adresa operandului: `&x` e adresa variabilei `x`
Operandul lui `&`: orice *lvalue* (destinaţie validă a unei atribuiri)
– nu au adrese: expresii arbitrare, constante, etc.

O adresă poate fi tipărită (în hexazecimal) cu formatul `%p` în `printf`

```
#include <stdio.h>
int main(void)
{
  double d; int n;
  printf("Adresa lui d: %p\n", &d); // de ex. 0xbff60f38
  printf("Adresa lui n: %p\n", &n); // de ex. 0xbff60f34
  return 0;
}
```


Tablouri

Tablou (vector) = o secvenţă de elemente de *acelaşi tip* de date
asociază o *valoare* (x_n) cu un anumit *indice* (n) (ca un şir matematic)

Declarare: *tip nume-tablou*`[`*nr-elem*`];` `double x[20];` `int mat[10][20];`
iniţializat: între acolade, cu virgule: `int a[4] = { 0, 1, 4, 9 };`

– *numele* tabloului e *adresa* la care începe memorarea elementelor
– *dimensiunea* tabloului (nr. de elemente) = o *constantă* pozitivă
C99: dimensiuni variabile, dar valoare cunoscută la momentul declarării
ex. parametru la funcţie: `int f(int n) { int tab[n]; //folosim tab }`
– un *element*: dat de *numele* tabloului şi un indice întreg: `x[3];`
ca indice se poate folosi orice *expresie* de valoare întreagă
– un element de tablou poate fi folosit ca orice variabilă individuală
(are o valoare, şi poate primi una nouă, în stânga unei atribuiri)

ATENŢIE! în C, numerotarea elementelor începe de la zero!
`int a[4];` are elemente `a[0], a[1], a[2], a[3]`, NU există `a[4]`

Sintaxa declaraţiei: *tip* `a[`*dimens*`];` sugerează că `a[`*indice*`]` are tipul *tip*

Exemplu: Calculul primelor numere prime

```
#include <stdio.h>
#define MAX 100
int main(void) {
  unsigned p[MAX] = {2};    // primul element initializat cu 2
  unsigned cnt = 1, n = 3;  // avem un prim, 3 e urmatorul candidat
  do {
    for (int j = 0; n % p[j]; ++j) // cat timp nu am gasit divizor
      if (p[j]*p[j] > n) {         // daca nu mai sunt altii e prim
        p[cnt++] = n; break;   // il inregistram si iesim din ciclu
      }
    ++n;                       // trecem la numarul urmator
  } while (cnt < MAX);         // pana nu e plin tabloul
  for (int j = 0; j < MAX; ++j)
    printf("%d\n", p[j]);      // tiparim pe rand tabloul
  return 0;
}
```


Tablouri multidimensionale (matrice)

Sunt de fapt tablouri cu elemente care sunt la randul lor tablouri.
Decl.: *tip nume*`[`*dim1*`][`*dim2*`]...[`*dimN*`];` `double m[6][8]; int a[2][4][3];`
`m`:tablou de 6 elemente, fiecare un tablou de 8 reali. Element: `m[4][3]`
Aceleaşi reguli: dimensiuni *constante* (C99: cunoscute la declarare)

```
#define LIN 2   // definitii de simboluri pentru preprocesor
#define COL 5   // inlocuite in sursa in prima faza de compilare
int main(void) {    // mai bine ca a[2][5], 2 si 5 se repeta in cod
  double a[LIN][COL] = { {0, 1, 2, 3, 4}, {5, 6, 7, 8, 9} };
  // initializare: fiecare sub-tablou in parte sau sir simplu
  for (int i = 0; i < LIN; ++i) { // pe linii
    for (int j = 0; j < COL; ++j) // pe coloane
      printf("%f ", a[i][j]);
    putchar('\n');  // gata o linie
  }
  return 0;
}
```

Elementele: dispuse succesiv în memorie: `m[i][j]` e pe poziţia `i*COL+j`

Tablouri ca parametri la funcţii

Declaraţia unui tablou alocă şi memorie pentru elementele sale
dar *numele* reprezintă *adresa* sa şi nu tabloul ca tot unitar
⇒ numele tabloului *NU* poartă informaţii despre dimensiunea lui
excepţie: `sizeof(`*numetab*`)` este *nr-elem* `*` `sizeof(`*tip-elem*`)`
La funcţii trebuie transmis *numele* tabloului (*adresa*) *ŞI lungimea* sa
nu scriem lungimea între `[]` la parametru, nu e luată în considerare

```
#include <stdio.h>
void printtab(int t[], unsigned len) {
  for (int i = 0; i < len; ++i) printf("%d ", t[i]);
  putchar('\n');
}
int main(void) {
  int prim[10] = {2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29 };
  printtab(prim, 10);  // ATENTIE: NU prim[10], NU prim[]
  return 0;
}
```

Tablouri ca parametri la funcţii

Transmiterea parametrilor în C se face *prin valoare*
⇒ un parametru tablou e transmis prin *valoarea adresei sale*
Având adresa, funcţia poate accesa (*citi ŞI scrie*) elementele tabloului

```
void sumvect(double a[], double b[], double r[], unsigned len) {
  for (unsigned i = 0; i < len; ++i) r[i] = a[i] + b[i];
}
#define LEN 3   // macro pt. constanta utilizata de mai multe ori
int main(void) {
  double a[LEN] = {0, 1.41, 1}, b[LEN] = {1, 1.73, 1}, c[LEN];
  sumvect(a, b, c, LEN);
  return 0;
}
```

Iniţializare
Tablourile neiniţializate au elemente de valoare necunoscută.
Tablourile iniţializate parţial au restul elementelor nule.

Tablouri de dimensiune variabilă (C99)

cu dimensiune cunoscută la declarare (ex. parametru la funcţie)

```
#include <stdio.h>
void fractie(unsigned m, unsigned n) {
  int apare[n]; // dimensiune data de parametrul n
  for (int i = 0; i < n; ++i) apare[i] = 0; // init
  printf("%u.", m/n); // catul
  while (m %= n) {    // rest nenul
    if (apare[m]) { printf("%u...", 10*m/n); break; } // periodic
    apare[m] = 1; // marcam ca apare
    m *= 10; putchar(m/n + '0'); // urmatoarea cifra
  }
  putchar('\n');
}
int main(void) {
  fractie(5, 28); // 5/28 = 0.178571428...
  return 0;
}
```


Tablouri multidimensionale ca parametri la funcţii

`m[i][j]` e pe poziţia `i*COL+j` ⇒ trebuie cunoscut `COL` ⇒ la parametri trebuie *toate* dimens. în afară de prima. Ex: $A_{lin\times 10} \times B_{10\times 6} = C_{lin\times 6}$

```
void matmul(double a[][10],double b[][6],double c[][6],int lin) {
  for (int i = 0; i < lin; ++i)    // functia e buna doar pentru
    for (int j = 0; i < 6; ++j) {  // matrici cu dim. 10 si 6
      c[i][j] = 0;
      for (int k = 0; k < 10; ++k) c[i][j] += a[i][k]*b[k][j];
    }
} // pentru folosire vom scrie (de exemplu in main):
  double m1[8][10], m2[10][6], m3[8][6]; // le dam apoi valori
  matmul(m1, m2, m3, 8); // NU: m1[][], NU: m2[][6], NU: m3[8][6]
```

În C99: parametri la funcţii pot fi tablouri de dimensiuni variabile (dar cunoscute în momentul apelului – dimensiunile sunt tot parametri)

```
void matmul(int lin, int n, int p, double a[][n], double b[n][p],
            double c[][p]); // n, p declarati inainte de folosire
```


Tablouri şi şiruri de caractere

```
char cuvant[20]; // tablou de caractere neinitializat
char msg[] = "test"; // 5 octeti, terminat cu '\0'
char msg[] = {'t','e','s','t','\0'}; // acelasi, scris altfel
char nume[3] = { 'E', 'T', 'C' }; // nu are '\0' la sfarsit !
char sir[20] = "test"; // restul pana la 20 sunt '\0'
```

În C, termenul *şir de caractere* înseamnă un tablou de caractere încheiat în memorie cu caracterul/octetul `'\0'` (la fel *constantele şir*: `"salut\n"`)
(la memorare, nu în reprezentarea la intrare: nu citim/tipărim `'\0'`)

ATENŢIE: toate funcţiile standard pentru şiruri depind de aceasta!
nu au nevoie de parametru lungime, dar şirul trebuie terminat cu `'\0'`

La şiruri iniţializate, dar fără dimensiune specificată (ex. `msg` mai sus) se alocă dimensiunea iniţializatorului + 1 caracter `'\0'`

Tipul pointer

Rezultatul unei operaţii *adresă* are un tip, ca şi orice expresie

Pentru o variabilă declarată *tip* `x;` *tipul adresei* sale `&x` e *tip* `*`
(citit: *pointer la tip*, adică: adresă unde se află un obiect de acel *tip*)

În particular, *numele* unui tablou are tipul pointer la tipul elementului
`int a[4];` `a` are tipul `int *` `char s[8];` `s` are tipul `char *`

La declararea parametrilor funcţiei, `void f(`*tip* `a[])` înseamnă de fapt `void f(`*tip* `*a)` (de aceea dimensiunea: `void f(`*tip* `a[6])` *nu contează*)

Tipul unei constante şir de caractere `"sir"` este `char *`:
adresa unde se găseşte şirul în memorie

Valoarea specială `NULL` (0 de tip `void *` = adresă de tip nepreccizat) e folosit pentru a indica o adresă *invalidă*

Funcţii cu şiruri de caractere (`string.h`)

```
size_t strlen(const char *s); // returneaza lungimea sirului s
char *strchr(const char *s, int c); // cauta caract. c in sirul s
// returneaza adresa unde l-a gasit sau NULL (0) daca nu-l gaseste
char *strcpy(char *dest, const char *src); // copiaza src in dest
char *strcat(char *dest, const char *src); // concat. src la dest
// pentru ambele e necesar ca la dest sa fie loc suficient
int strcmp (const char *s1, const char *s2); // compara 2 siruri
// returneaza intreg < 0 sau == 0 sau > 0 dupa cum e s1 fata de s2
char *strncpy(char *dest, const char *src, size_t n);
// copiaza cel mult n caractere din src in dest
char *strncat(char *dest, const char *src, size_t n);
// concateneaza cel mult n caractere din src la dest
int strncmp (const char *s1, const char *s2, size_t n);
// compara sirurile pe lungime cel mult n caractere
```

`size_t`: tip întreg fără semn pentru dimensiuni
`const`: specificator de tip, indică că obiectul respectiv nu e modificat