Limbaje de programare

Pointeri. Alocare dinamică (continuare)

26 noiembrie 2012

EROARE: lipsa inițializării

E o *EROARE* să folosim o *variabilă neinițializată*

~~`int sum; for (i=0; i++ < 10; ) sum += a[i];`~~ `// şi iniţial?`

⇒ programul începe calculul cu o valoare *la întâmplare !!*

Pointerii, ca orice variabile, trebuie inițializați!

- cu *adresa* unei variabile (sau cu alt pointer inițializat deja)
- cu o adresă de memorie *alocată dinamic* (vom discuta ulterior)

EROARE: ~~`int *p; *p = 0;`~~ *EROARE*: ~~`char *p; scanf("%s", p);`~~

p este *neinițializat* (eventual nul, dacă e variabilă globală)

⇒ valoarea e scrisă la o *adresă de memorie necunoscută*

⇒ memorie coruptă, vulnerabilități de securitate, terminare forțată

ATENȚIE: un pointer nu este un întreg. Greșit: ~~`int *p = 640;`~~ !

NU putem alege adresa unei variabile (unde e pusă în memorie)

⇒ se determină la încărcarea programului / când se alocă memoria

Tablouri și pointeri

În C *numele unui tablou* e un *pointer*

declararea unui tablou alocă un bloc de memorie pt. elemente

numele tabloului e *adresa* blocului de mem. (a primului element)

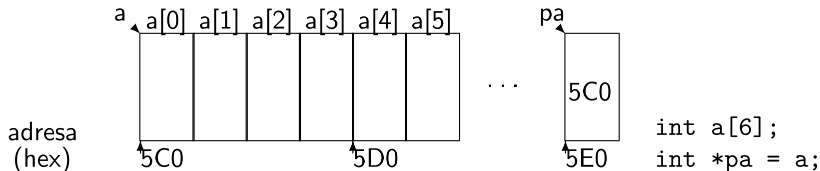
Dacă declarăm *tip* `a[LEN], *pa;` putem atribui `pa = a;`

`&a[0]` e echivalent cu `a` iar `a[0]` e echivalent cu `*a`

Diferența: adresa `a` e o *constantă* (tabloul e alocat la o adresă fixă)

⇒ *nu putem atribui* `a =` *adresă*, dar putem atribui `pa =` *adresă*

`pa` e o *variabilă* ⇒ ocupă spațiu de memorie și are o adresă `&pa`



Tablouri și pointeri (continuare)

Ca parametri la funcții, cele două scrieri înseamnă *același lucru*

`size_t strlen(char s[]);` sau `size_t strlen(char *s);`

Ca declarații, de tablou / pointer, *sunt diferite* !

Tablou: `char s[] = "test";`   `s[0]` e `'t'`, `s[4]` e `'\0'` etc.
`s` e *adresă constantă* (tip `char *`), nu variabilă cu loc în memorie
NU se poate atribui `s = ...` dar se poate atribui `s[0] = 'f'`
`sizeof(s)` e 5 `* sizeof(char)`   `&s` e chiar `s`
(dar are alt tip, adresă de tablou de 5 char: `char (*)[5]`)

Pointer: `char *p = "test";`   `p[0]` e `'t'`, `p[4]` e `'\0'` (la fel)
`p` e o *variabilă de tip adresă* (`char *`), ocupă loc în memorie
NU se poate atribui `p[0] = 'f'` ("test" e o constantă șir),
se poate atribui `p = "ana";` sau `p = s;` și apoi `p[0] = 'f'`
`sizeof(p)` e `sizeof(char *)`   `&p` NU e `p`
⇒ GREȘIT: ~~`scanf("%4s", &p);`~~   CORECT: `scanf("%4s", p);`

Aritmetica cu pointeri

O variabilă `v` de un anumit `tip` ocupă `sizeof(tip)` octeți
⇒ `&v + 1` e adresa de după locul alocat lui `v`
(adresa cu `sizeof(tip)` mai mare decât `&v`).

1. *Adunarea* de pointer cu întreg: ca adresa unui element de tablou
`a + i` înseamnă `&a[i]` iar `*(a + i)` înseamnă `a[i]`
`++a`, `a++`: `a` devine `a + 1` înainte / după evaluare

```
char *endptr(char *s) { // ret. pointer la sfârşitul lui s
  char *p = s;          // sau: char *p; p = s;
  while (*p) p++;       // adică la poziţia marcată cu '\0'
  return p;
}
```

2. *Diferența*: doar între doi pointeri de *același* tip `tip *p, *q;`
= numărul întreg de obiecte de `tip` care încap între cele 2 adrese

Pentru numărul de octeți: se convertesc pointerii la `char *`

```
p - q == ((char *)p - (char *)q) / sizeof(tip)
```

Nu sunt definite alte operații aritmetice pentru pointeri !
Se pot efectua operații logice de comparație (`==`, `!=`, `<`, etc.)

Pointeri și indici

Termenul “pointer” provine de la “to point (to)” (a indica)

Elementul de tablou `a[i]` se scrie cu două variabile: tabloul și indicele, și implicit o adunare (indicele la adresa de bază)

Mai simplu: direct cu un pointer la adresa elementului `&a[i]` `(a+i)`
⇒ la parcurgere, în loc să avansăm indicele, incrementăm pointerul

```
char *strchr_i(const char *s, int c) {  // caută caracter în şir
  for (int i = 0; s[i]; ++i)    // parcurge şirul s până la '\0'
    if (s[i] == c) return s + i; // s-a găsit: returnează adresa
  return NULL; // nu s-a găsit: returnează NULL
}

char *strchr_p(const char *s, int c) {
  for ( ;*s; ++s)     // folosim parametrul pentru parcurgere
    if (*s == c) return s;        // s indică caracterul curent
  return NULL;        // nu s-a găsit
}
```

Pointeri și tablouri multidimensionale

Un tablou bidimensional (matrice) se declară *tip* `a[DIM1][DIM2];`
`a[i]` e adresa (constantă *tip* `*`) a unui tablou (linii) de `DIM2` elem.
`a[i][j]` e al `j`-lea element din tabloul de `DIM2` elemente `a[i]`
`&a[i][j]` sau `a[i]+j` e cu `DIM2*i+j` elem. după adresa `a`
⇒ o funcție cu tablou are nevoie de toate dimensiunile
în afară de prima ⇒ trebuie declarată *tip-f* `f(`*tip-t* `t[][DIM2]);`

```
char t[12][4]={"ian",...,"dec"};   char *p[12]={"ian",...,"dec";}
```

`t` e un tablou 2-D de caractere

i	a	n	\0
f	e	b	\0
...			
d	e	c	\0

`t` ocupă 12 * 4 octeți

`p` e un tablou de pointeri

p					
0x460	⟶	i	a	n	\0
0x5C4	⟶	f	e	b	\0
...					
0x9FC	⟶	d	e	c	\0

`p` ocupă 12*sizeof(char *) octeți
(+ 12*4 octeți pt. *constantele* șir)

`t[6] = ...` e GREȘIT
(`t[6]` e adresa constantă a liniei 7)

`p[6]="iulie"` modifică o adresă
(elementul 7 din tabloul de adrese `p`)

Argumentele liniei de comandă

Linia de comandă conține *numele programului* urmat de eventuale *argumente* (parametri): opțiuni, nume de fișiere ... Exemple:

`gcc -Wall -o prog prog.c` `ls` *director* `cp` *fisier1 fisier2*

În C, accesăm linia de comandă declarând `main` cu 2 parametri:

`int argc` nr. cuvinte din linia de comandă (nr. argumente + 1)
`char *argv[]` tablou, adresele argumentelor (șiruri de caractere)

```
#include <stdio.h>
int main(int argc, char *argv[]) {
  printf("Numele programului: %s\n", argv[0]);
  if (argc == 1) printf("Program apelat fără parametri\n");
  else for (int i = 1; i < argc; i++)
    printf("Parametrul %d: %s\n", i, argv[i]);
  return 0;  /* codul returnat de program */
}
```

`argv[0]` (primul cuvânt) e numele programului, deci `argc >= 1`
tabloul `argv[]` e încheiat cu un element `NULL` (`argv[argc]`)

Funcții de citire/scriere formatată în șiruri

Variante de `printf`/`scanf` cu sursă/destinație și șiruri de char.

```
int sprintf(char *s, const char *format, ...);
int sscanf(const char *s, const char *format, ...);
```

`sprintf` nu are limitare ⇒ poate depăși mărimea tabloului. Folosiți

```
int snprintf(char *str, size_t size, const char *format, ...);
```

în care scrierea e limitată la `size` caractere ⇒ variantă sigură

Conversia din șir în număr `int n; char *s, *end;`

`if (sscanf(s, "%d", &n) == 1) ...` (citire corectă)

(folosim când nu trebuie prelucrat restul șirului după număr)

`strtol`: atribuie adresa primului caracter rămas, putem prelucra restul

```
char *end;
n = strtol(s, &end, 10);
```

(în baza 10, sau în altă bază)

`n = atoi(s);` (returnează 0 la eroare, dar și la șirul `"0"`)

Alocarea dinamică

Alocarea dinamică a memoriei (cu funcții din `stdlib.h`) permite să obținem la *rularea* programului memorie de dimensiunea dorită

`void *malloc(size_t size);` alocă `size` octeți

`void *calloc(size_t n, size_t size);` n*size octeți init. cu 0

Returnează adresa blocului de memorie alocată sau `NULL` la eroare (mem. insuficientă) ⇒ *trebuie testat rezultatul!*

Modificarea dimensiunii unei zone alocate cu `malloc`/`calloc`:

`void *realloc(void *ptr, size_t size);` modifică marimea la size

Poate muta conținutul existent și returna altă adresa decât `ptr`

```
if (p1 = realloc(p, size)) { p = p1; /* apoi folosim p */ }
```

Memoria alocată dinamic *trebuie eliberată* când nu mai e necesară

`void free(void *ptr);` eliberează memoria alocată cu `c/malloc`

Când și cum folosim alocarea dinamică

NU e necesară când știm dinainte de câtă memorie e nevoie

DA, când nu știm de la compilare câtă memorie e necesară
(tablouri cu dimensiuni aflate la rulare, liste, arbori, etc.)

DA, când trebuie să returnăm un obiect nou creat dintr-o funcție
(NU putem returna adresa var. locale, memoria dispare la revenire!)

```
char *strdup(const char *s) {      // creeaza copie a lui s
  char *d = malloc(strlen(s) + 1); // loc pentru sir si '\0'
  return d ? strcpy(d, s) : NULL;  // fa copia, returneaza d
}
```

DA, când trebuie păstrat un obiect citit într-un loc temporar

```
char *tab[10], buf[81]; int i = 0;
while (i < 10 && fgets(buf, 81, stdin))
  tab[i++] = strdup(buf); // salveaza adresa copiei
```

Exemplu: citirea unei linii de dimensiune nelimitată

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#define BLOCK  16
char *getline(void) {
  char *p, *s = NULL; // s initializat pentru realloc
  int c, lim = -1, size = 0; // pastram un loc pentru \0
  while ((c = getchar()) != EOF) {
    if (size >= lim) // s-a umplut zona alocata
      if (!(p = realloc(s, (lim+=BLOCK)+1))) { // mai aloca 16
        ungetc(c, stdin); break; // termina daca nu mai e loc
      } else s = p;  // tine minte noua adresa alocata
    s[size++] = c;   // adauga ultimul caracter
    if (c == '\n') break; // iese la linie noua
  } // termina cu \0, realoca doar cat e nevoie
  if (s) { s[size++] = '\0'; s = realloc(s, size); }
  return s;
}
```

Pointeri la funcții

Parametri, *variabile* ⇒ calcule cu valori *diferite*, nu doar constante
Uneori dorim să variem *funcția* apelată într-un punct de program.
Exemplu: parcurgerea unui tablou pentru diverse prelucrări:
`for (int i = 0; i < len; ++i) f(tab[i]);` (cu diverse funcții `f`)

Numele unei funcții reprezintă *adresa* funcției. Avem declarațiile:
de *funcție*: *tip_rez* `fct` (*tip1*, ..., *tipn*);
de *pointer la funcție*: *tip_rez* `(*pfct)` (*tip1*, ..., *tipn*);

Putem atribui `pfct = fct;` (numele funcției e adresa ei)

`int fct(void);` declară o *funcție* ce returnează un întreg
`int (*fct)(void);` *pointer la funcție* ce returnează întreg

ATENȚIE! Parantezele la `(*pointer)` sunt obligatorii! Altfel:
`int *fct(void);` e o funcție ce returnează *pointer la întreg*

Declarând un tip pointer, e ușor să declarăm variabile de acest tip:
`typedef void (*funptr)(void);` (tip pointer la funcție void)
`funptr funtab[10];` (tablou de pointeri de funcție void)

Folosirea pointerilor la funcții

Exemplu: funcția standard de sortare `qsort` (`stdlib.h`)

```
void qsort(void *base, size_t num, size_t size,
                              int (*compar)(void *, void *));
```

adresa tabloului de sortat, numărul și dimensiunea elementelor

adresa funcției de comparat elemente (returnează $<$, $=$ sau $>$ 0)

⇒ are argumente `void *`, compatibile cu pointeri la orice tip

```
typedef int (*comp_t)(const void *, const void *); //tip ptr.fct
int intcmp(int *p1, int *p2) { return *p1 - *p2; }
int tab[5] = { -6, 3, 2, -4, 0 };  // tabloul de sortat
qsort(tab, 5, sizeof(int), (comp_t)intcmp); // sortat crescator
```