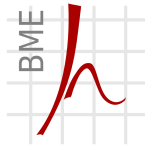




Mutatók – Sztringek

A programozás alapjai I.



Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék
Farkas Balázs, Fiala Péter, Vitéz András, Zsóka Zoltán

2018. október 8.

Tartalom

1 A felsorolt típus

- Motiváció
- Szintaxis
- Példák

2 Mutatók

- Mutatók definíciója

- Cím szerinti paraméterátadás
- Mutatóaritmetika
- Mutatók és tömbök

3 Sztringek

- Definíció
- Kezelés

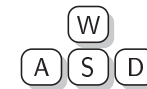
A felsorolt típus – Motiváció



1. fejezet

A felsorolt típus

- Mászkálós játékprogramot írunk, melyben a felhasználó a játékos mozgását négy billentyűvel vezérli.



- A felhasználói input beolvasására sokszor szükség van, ezért ezt a műveletet célszerűen egy `read_direction()` függvényre bízunk
- A függvény a billentyűzetről olvas, majd visszaadja a haladási irányt a hívó programrésznek.
- Milyen típust adjon vissza a függvény?



A felsorolt típus – Motiváció

- 1. javaslat: Adja vissza a leütött karaktert ('a', 's', 'w', 'd'):

```
1 char read_direction(void)
2 {
3     char ch;
4     scanf("%c", &ch);
5     return ch;
6 }
```

■ Problémák:

- A program többi részén (sok helyen) kell dekódolnunk a karakterekből az irányokat.
- Ha a programot átírjuk $\leftarrow \downarrow \uparrow \rightarrow$ vezérlésre, ezen helyen kell módosítanunk.

■ Megoldás:

- Helyben kell dekódolnunk, és csak az irányt kell visszaadnunk.
- De azt milyen formában?



A felsorolt típus – Motiváció

- 2. javaslat: Adjon vissza 0,1,2,3 int értékeket:

```
'a' 0 ← 1 int read_direction(void) {
'w' 1 ↑ 2     char ch;
'd' 2 → 3     scanf("%c", &ch);
's' 3 ↓ 4     switch (ch) {
5         case 'a': return 0; /* bal */
6         case 'w': return 1; /* fel */
7         case 'd': return 2; /* jobb */
8         case 's': return 3; /* le */
9     }
10    return 0; /* bal default :) */
11 }
```

■ Probléma:

- A program többi részén a 0-3 számokat kell használnunk az irányokra, a programozónak **emlékeznie kell** a szám-irány összerendelésre.



A felsorolt típus – Megoldás

- Egy direction nevű típusra van szükségünk, amely a LEFT, RIGHT, UP, DOWN értékeket tudja tárolni.

- C-ben csinálhatunk ilyet!

A megfelelő felsorolt típus (enumerated type, `enum`) deklarációja:

```
1 enum direction {LEFT, RIGHT, UP, DOWN};
```

■ A típus használata

```
1 enum direction d;
2 d = LEFT;
```



A felsorolt típus – Megoldás

■ A végleges megoldás az új típussal

```
1 enum direction {LEFT, RIGHT, UP, DOWN};
2 typedef enum direction direction; /* egyszerűsítés */
3
4 direction read_direction(void)
5 {
6     char ch;
7     scanf("%c", &ch);
8     switch (ch)
9     {
10        case 'a': return LEFT;
11        case 'w': return UP;
12        case 'd': return RIGHT;
13        case 's': return DOWN;
14    }
15    return LEFT;
16 }
```



A felsorolt típus – Megoldás

- És a függvény használata:

```
1 direction d = read_direction();
2 if (d == RIGHT)
3     printf("Megevett egy tigris\n");
```

- Ugyanez a felsorolt típus nélkül ilyen lenne:

```
1 int d = read_direction();
2 if (d == 2) /* "magic" konstans, mit is jelent? */
3     printf("Megevett egy tigris\n");
```

- A felsorolt típus...

- beszédes kóddal helyettesíti a „magic konstansokat”,
- a tartalomra koncentrál az ábrázolás helyett,
- magasabb szintű programozást tesz lehetővé.



A felsorolt típus – Definíció

A felsorolt (enum) típus

Szimbolikus néven hivatkozott egész típusú állandók összefogása egy típusá.

```
enum [<felsorolás címke>]opt
{ <felsorolás lista> }
[<változó azonosítók>]opt;
```

```
1 enum direction {LEFT, RIGHT, UP, DOWN} dir1, dir2;
```



enum példák

```
1 enum month {
2     JAN, /* 0 */
3     FEB, /* 1 */
4     MAR, /* 2 */
5     APR, /* 3 */
6     MAY, /* 4 */
7     JUNE, /* 5 */
8     JULY, /* 6 */
9     AUG, /* 7 */
10    SEPT, /* 8 */
11    OCT, /* 9 */
12    NOV, /* 10 */
13    DEC /* 11 */
14 };
15
16 enum month m=OCT; /* 9 */
```

```
1 enum {
2     RED, /* 0 */
3     BLUE = 3, /* 3 */
4     GREEN, /* 4 */
5     YELLOW, /* 5 */
6     GRAY = 10 /* 10 */
7 } c;
8
9 c = GREEN;
10 printf("c: %d\n", c);
```

c: 4

2. fejezet

Mutatók

Fundamental Theorem of Software Engineering ([FTSE](#))

„We can solve any problem
by introducing an extra level of indirection.”
Andrew Koenig



Hol vannak a változók?

Írjunk programot, mely kilistázza változók címét és értékét

```
1 int a = 2;
2 double b = 8.0;
3 printf("a címe: %p, értéke: %d\n", &a, a);
4 printf("b címe: %p, értéke: %f\n", &b, b);
```

```
a címe: 0x7fffa3a4225c, értéke: 2
b címe: 0x7fffa3a42250, értéke: 8.000000
```

- változó címe: a változót tartalmazó „memóriarekesz” kezdőcíme bajtokban mérve
- a címképzés operátorával tetszőleges változó ¹ címe képezhető &<balérték> formában

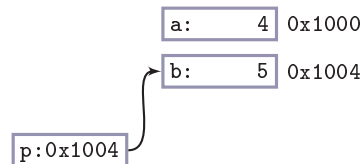
¹általánosabban balérték



Az indirekció operátora

- Ha a p mutató az a változó címét tartalmazza, akkor p „a-ra mutat”
- Ha p a-ra mutat, akkor az a változó *p-ként elérhető. Itt * az indirekció operátora (dereferencia operátor).

```
1 int a, b;
2 int *p; /* int pointer */
3
4 a = 2;
5 b = 3;
6 p = &a; /* p a-ra mutat */
7 *p = 4; /* a = 4 */
8 p = &b; /* p b-re mutat */
9 *p = 5; /* b = 5 */
```



A mutató típus

memóriacímek tárolására való

Mutató (pointer) deklarációja

<mutatott típus> * <azonosító>;

```
1 int* p; /* p egy int adat címét tárolja */
2 double* q; /* q egy double adat címét tárolja */
3 char* r; /* r egy char adat címét tárolja */
```

másként tördelve is ugyanaz

```
1 int *p; /* p egy int adat címét tárolja */
2 double *q; /* q egy double adat címét tárolja */
3 char *r; /* r egy char adat címét tárolja */
```



Címképzés és indirekció – összefoglalás

operátor	művelet	leírás
&	címképzés	változóhoz a címét rendeli
*	indirekció	címhez a változót rendeli

- Deklaráció értelmezése: *p int típusú

```
1 int *p; /* ezt szokjuk meg */
```

- Többszörös deklaráció: a, *p és *q int típusúak

```
1 int a, *p, *q; /* már csak ezért is */
```



Alkalmazás – Függvény két változó cseréjére

```

1 void xchg(int x, int y) {
2     int tmp = x;
3     x = y;
4     y = tmp;
5 }
6
7 void xchgp(int *px, int *py) {
8     int tmp = *px;
9     *px = *py;
10    *py = tmp;
11 }
12
13 int main(void) {
14     int a = 2, b = 3;
15     xchg(a, b); /* nem cserél */
16     xchgp(&a, &b); /* cserél */
17     return 0;
18 }

```



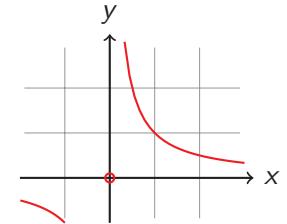
Alkalmazás – paraméterlistán visszaadott értékek

- Ha egy függvénynek több adatot kell kiszámolnia, akkor...
...alkalmazhatunk struktúrákat, de ez sokszor erőltetett.
Inkább...

```

1 int inverse(double x, double *py)
2 {
3     if (abs(x) < 1e-10) return 0;
4     *py = 1.0 / x;
5     return 1;
6 }

```



```

1 double y; /* helyfoglalás az eredménynek */
2 int success = inverse(5.0, &y);
3 if (success)
4     printf("%f reciproka %f\n", 5.0, y);
5 else
6     printf("Nem képezhető a reciprok");

```



Alkalmazás – paraméterlistán visszaadott értékek

- Most már értjük, mit jelent az, hogy

```

1 int n, p;
2 /* paraméterlistán visszaadott értékek */
3 scanf("%d%d", &n, &p); /* a címeket adjuk át */

```



Megjegyzések:

- Miért jó, hogy különböző típusok címei különböző típusúak?
- Típus = értékkészlet + műveletek
- Az értékkészlet nyilván minden mutatóra ugyanaz (előjel nélküli egész címek)
- A műveletek eltérőek!
- Az indirekció (*) operátor
 - int pointerből int-et
 - char pointerből char-t képez
- Egyéb műveletbeli különbségek a mutatóaritmetikában...

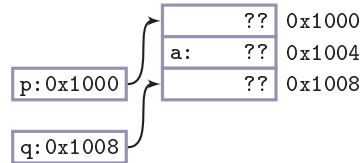


Mutatóaritmetika

Ha p és q azonos típusú mutatók, akkor

kif.	típus	jelentés
p+1	mutató	a következő <u>elemre</u> mutat
p-1	mutató	az előző <u>elemre</u> mutat
q-p	egész szám	két cím közötti <u>elemek</u> számát adja meg

```
1 int a, *p, *q;
2
3 p = &a;
4 p = p-1;
5 q = p+2;
6 printf("%d", q-p);
```



2

- Mutatóaritmetikai műveleteknél a címeket nem bájtban, hanem a mutatott típus ábrázolási méretében mérjük²

²A példában feltételezzük, hogy `int` 4 bájtos



Mutatóaritmetika

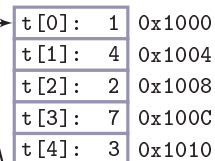
- A fenti példában a mutatóaritmetikának nincs sok értelme, hiszen nem tudhatjuk, mi áll az a változó előtt vagy mögött.
- A művelet ott nyer értelmet, ahol a memóriában egymást követő, azonos típusú változók helyezkednek el.
- Ezek a tömbök.



Mutatók és tömbök

- Tömb bejárása lehetséges mutatóaritmetika alkalmazásával

```
1 int t[5] = {1,4,2,7,3};
2 int *p, i;
3
4 p = &t[0];
5 for (i = 0; i < 5; ++i)
6     printf("%d ", *(p+i));
```



1 4 2 7 3

p:0x1000

- Jelen példában `*(p+i)` megegyezik `t[i]`-vel, mert p a t tömb elejére mutat



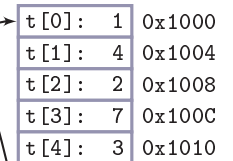
Mutatók és tömbök

- Mutatók tömbként kezelhetők, vagyis indexelhetők.

Definíció szerint

`p[i]` azonos `*(p+i)`-vel

```
1 int t[5] = {1,4,2,7,3};
2 int *p, i;
3
4 p = &t[0];
5 for (i = 0; i < 5; ++i)
6     printf("%d ", p[i]);
```



1 4 2 7 3

p:0x1000

- Jelen példában `p[i]` megegyezik `t[i]`-vel, mert p a t tömb elejére mutat



Mutatók és tömbök

- Tömbök mutatóként kezelhetők.

Tömb nevét írva a tömb kezdőcímét kapjuk meg, vagyis a `t` kifejezés értéke `&t[0]`

```
1 int t[5] = {1,4,2,7,3};
2 int *p, i;
3
4 p = t; /* &t[0] */
5 for (i = 0; i < 5; ++i)
6     printf("%d ", p[i]);
```

t[0]:	1	0x1000
t[1]:	4	0x1004
t[2]:	2	0x1008
t[3]:	7	0x100C
t[4]:	3	0x1010

1 4 2 7 3

p:0x1000

- A mutatóaritmetika tömbökre is működik:
`t+i` azonos `&t[i]`-vel



Mutatók és tömbök – összefoglalás

- Mutató kezelhető tömbként, tömb kezelhető mutatóként.
- Az index operátor csak egy jelölés
`a[i]`-t a fordító mindig `*(a+i)`-vel helyettesíti, akkor is, ha `a` mutató, akkor is, ha `a` tömb.
- Különbségek:
 - A tömbelemeknek fenntartott tárhelyük van (változók).
A mutatóhoz nem tartoznak foglalt elemek.
 - A tömb kezdőcíme konstans, nem változtatható.
A mutató változó, a benne tárolt cím módosítható.

```
1 int array[5] = {1, 3, 2, 4, 7};
2 int *p = array;
3
4 /* az elemek p-n és a-n keresztül elérhetőek */
5 p[0] = 2;          array[0] = 2;
6 *p = 2;            *array = 2;
7
8 /* p változtatható   array nem */
9 p = p+1; /* jó */    array = array + 1; /* HIBA */
```



Tömbök átadása függvénynek

- Határozzuk meg függvénnyel az array tömb első negatív elemét!

- Tömb átadása:

- Első elem címe `double*`

- Tömb mérete `typedef unsigned int size_t`³

```
1 double first_negative(double *array, size_t size)
2 {
3     size_t i;
4     for (i = 0; i < size; ++i) /* minden elemre */
5         if (array[i] < 0.0)
6             return array[i];
7
8     return 0; /* mind nemnegatív */
9 }
```

```
1 double myarray[3] = {3.0, 1.0, -2.0};
2 double neg = first_negative(myarray, 3);
```

³az `stdio.h` definiálja



Tömbök átadása függvénynek

- Hogy a paraméterlistán elkülönüljön a tömb és a mutató, tömbök átvételekor alkalmazhatjuk a tömbös jelölést is.

```
1 double first_negative(double array[], size_t size)
2     /* (double *array, size_t size) */
3 {
4     ...
5 }
```

- Formális paraméterlistán `double a[]` azonos `double *a`-val.
- Formális paraméterlistán csak az üres `[]` jelölés használható, a méretet mindig külön paraméterként kell átadni!



Tömbök átadása függvénynek

- Határozzuk meg függvénnyel az array tömb első negatív elemét!
- Visszatérési érték legyen a megtalált elem címe

```

1 double *first_negative(double *array, size_t size)
2 {
3     size_t i;
4     for (i = 0; i < size; ++i) /* minden elemre */
5         if (array[i] < 0.0)
6             return &array[i];
7
8     return NULL; /* mind nemnegatív */
9 }
```

3. fejezet

Sztringek



Nullpointer

- A nullpointer (NULL)
 - A 0x0000 memóriacímet tartalmazza
 - Megállapodás szerint „nem mutat sehova”

Sztringek



- C-ben a szövegeket végjeles karaktertömbökben, ún. sztringekben (string, karakterfüzér) tároljuk.
- A végjel a 0-s ASCII-kódú `'\0'` nullkarakter.

'E'	'z'	' '	's'	'z'	'ö'	'v'	'e'	'g'	'\0'
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------



Sztringek definiálása karaktertömbként

- Karaktertömb definiálása kezdetiérték-adással

```
1 char s[] = {'H', 'e', 'l', 'l', 'o', '\0'};
```

- Ugyanaz egyszerűbben

```
1 char s[] = "Hello"; /* s tömb (konst.cím 0x1000) */
```

'H'	0x1000	'D'	0x1000
'e'	0x1001	'e'	0x1001
'l'	0x1002	'l'	0x1002
'l'	0x1003	'l'	0x1003
'o'	0x1004	'a'	0x1004
'\0'	0x1005	'\0'	0x1005

- s elemei indexeléssel vagy mutatóaritmetikával elérhetőek

```
1 *s = 'D'; /* s-et mutatóként kezelem */
2 s[4] = 'a'; /* s-et tömbként kezelem */
```



Sztringek definiálása karaktertömbként

- Hosszabb sztringnek is helyet foglalhatunk későbbi felhasználás céljából

```
1 char s[10] = "Hello"; /* s tömb, (konst.cím 0x1000) */
```

'H'	0x1000	'H'	0x1000
'e'	0x1001	'e'	0x1001
'l'	0x1002	'l'	0x1002
'l'	0x1003	'l'	0x1003
'o'	0x1004	'o'	0x1004
'\0'	0x1005	'!'	0x1005
?	0x1006	'!'	0x1006
?	0x1007	'\0'	0x1007
?	0x1008	?	0x1008
?	0x1009	?	0x1009

- Módosítás:

```
1 s[5] = s[6] = '!';
2 s[7] = '\0'; /* le kell zárni */
```



Sztringek definiálása karaktermutatóként

- Konstans karaktertömb és rá mutató pointer definiálása kezdetiérték-adással

```
1 char *s = "Hello"; /* s mutató */
```

s:0x1000	'H'	0x1000
	'e'	0x1001
	'l'	0x1002
	'l'	0x1003
	'o'	0x1004
	'\0'	0x1005

- Itt a karaktereknek az ún. statikus területen foglalunk helyet, és a sztring tartalma nem módosítható.
- s értéke viszont felülírható, de ez nem ajánlott, mert a sztringnek lefoglalt területet csak s-en keresztül érjük el.



Megjegyzések

- Karakter vagy szöveg?

```
1 char s[] = "A"; /* két bájt: {'A', '\0'} */
2 char c = 'A'; /* egy bájt: 'A' */
```

- Üres szöveg van, üres karakter nincs

```
1 char s[] = ""; /* egy bájt: {'\0'} */
2 char c = ''; /* HIBA, ilyen nincs */
```



Sztring beolvasása és kiírása

- sztringek kiírása-beolvasása a `%s` formátumkóddal

```
1 char s[100] = "Hello";
2 printf("%s\n", s);
3 printf("Adj meg egy max 99 karakter hosszú szót: ");
4 scanf("%s", s);
5 printf("%s\n", s);
```

```
Hello
Adj meg egy max 99 karakter hosszú szót: csodalampa
csodalampa
```

- Miért nem kell a `printf` függvénynek átadni a méretet?
- Miért nem kell a `scanf` függvényben a `&`?



Sztring beolvasása és kiírása

- A `scanf` csak az első whitespace karakterig olvas. Több szóból álló szöveg beolvasása `fgets` függvénnyel:

```
1 char s[100];
2 printf("Adj meg max. 99 karakter hosszú szöveget: ");
3 fgets(s, 100, stdin);
4 printf("%s\n", s);
```

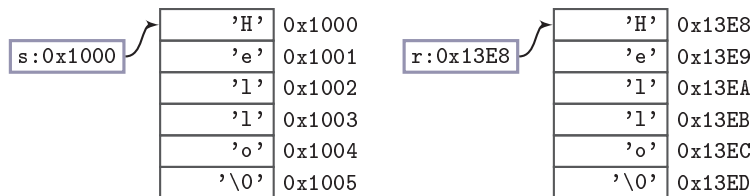
```
Adj meg egy max. 99 karakter hosszú szöveget: ez szöveg
ez szöveg
```



Sztringek – tipikus hibák

- Tipikus hiba: sztringek összehasonlítása

```
1 char *s = "Hello";
2 char *r = "Hello";
3 if (s == r) /* mit hasonlítunk össze? */
4 ...
```



- Tömbös definíció esetén ugyanez a hiba



Sztringfüggvények

- Sztringek összehasonlítása
- az eredmény
 - pozitív, ha `s1` a névsorban `s2` után áll
 - 0, ha megegyeznek
 - negatív, ha `s1` a névsorban `s2` előtt áll

```
1 int strcmp(char *s1, char *s2) /* mutatós jelölés */
2 {
3     while (*s1 != '\0' && *s1 == *s2)
4     {
5         s1++;
6         s2++;
7     }
8     return *s1 - *s2;
9 }
```

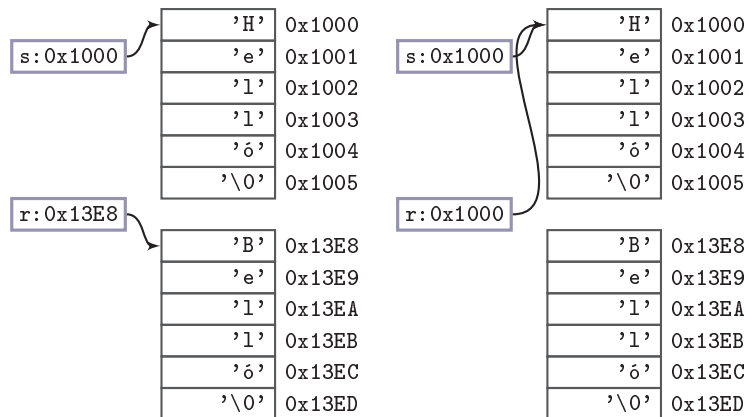
- Nem baj, hogy `s1` és `s2` megváltozott vizsgálat közben?
- Gondoljuk meg: A megoldásban kihasználtuk, hogy `\0` a 0 kódú karakter!



Sztringek – tipikus hibák

■ Tipikus hiba: sztringek (képzelt) másolása

```
1 char *s = "Helló";
2 char *r = "Belló";
3 r = s; /* mit másolunk? */
```



Egyéb sztringfüggvények

■ #include <string.h>

`strlen` sztring hossza

`strcmp` sztringek összehasonlítása

`strcpy` sztring másolása

`strcat` sztring másik után fűzése

`strchr` karakter keresése sztringben

`strstr` sztring keresése sztringben

- a `strcpy` és `strcat` függvények ész nélkül másolnak, a felhasználónak kell gondoskodnia az eredménynek fenntartott helyről!