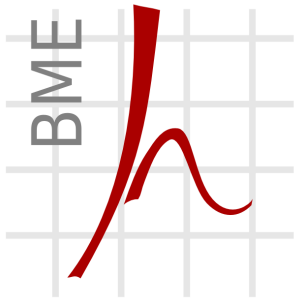
Mutatók és tömbök. Sztringek. Keresés

A programozás alapjai I.



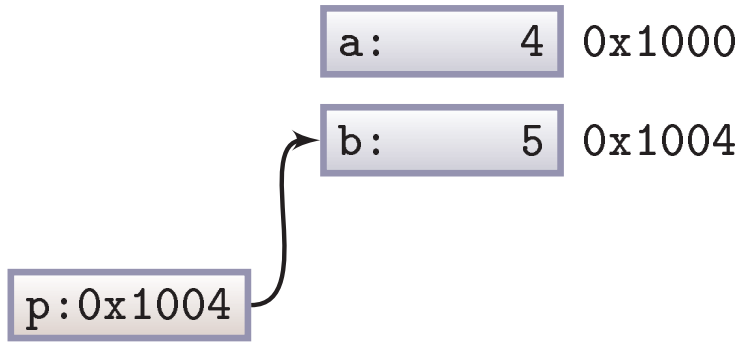
Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék
Farkas Balázs, Fiala Péter, Vitéz András, Zsóka Zoltán

2021. október 19.

Tartalom

Mutatók – Ismétlés

```
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 */
```



1. fejezet

Mutatók és tömbök

Megjegyzések:

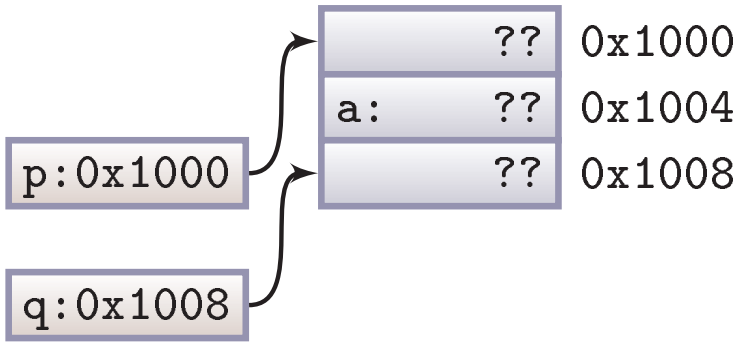
- Miért jó, hogy különböző típusok címei különböző típusúak?
- Típus = értékkészlet + műveletek
- Az értékkészlet nyilván minden mutatóra ugyanaz (előjel nélküli egész címek)
- A műveletek eltérőek!
- Az indirekció (*) operátor
  - `int` pointerből `int`-et
  - `char` pointerből `char`-t képez
- Egyéb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

Mutatóaritmetika

Ha p és q azonos típusú mutatók, akkor

kif.	típus	jelentés
p+1	mutató	a következő elemre mutat
p-1	mutató	az előző elemre mutat
q-p	egész szám	két cím közötti elemek 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 mérjük[1]

[1] A példában feltételezzük, hogy `int` 4 bájtos

Mutatóaritmetika

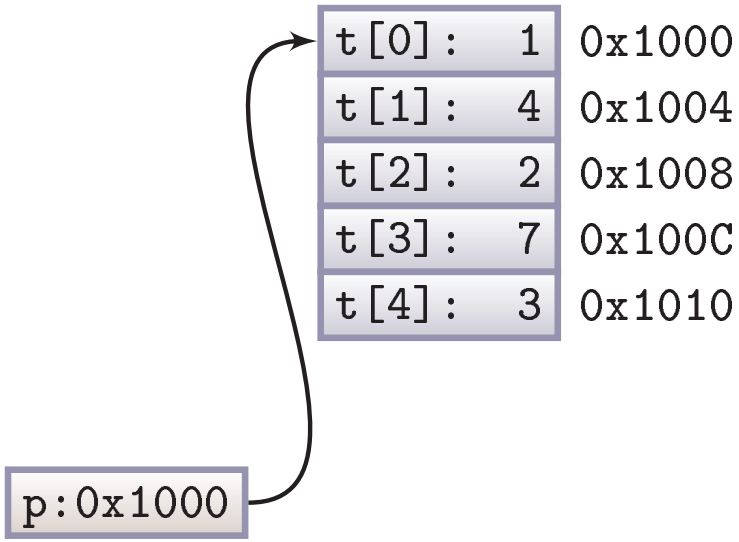
- A fenti példában a mutatóaritmetikának nincs sok értelme, hiszen nem tudhatjuk, mi áll az a változó előtt vagy mögött.
- A művelet ott nyer értelmet, ahol a memóriában egymást követő, azonos típusú változók helyezkednek el.
- Ezek a tömbök.

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
```



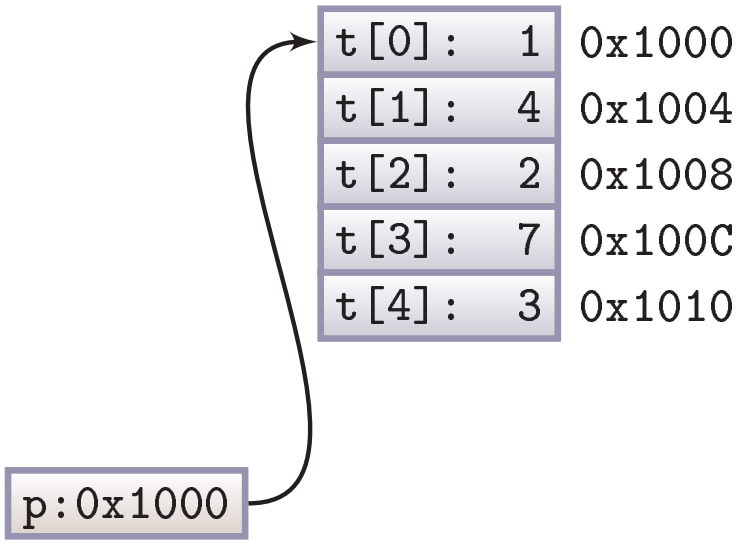
- Jelen példában *(p+i) megegyezik t[i]-vel, mert p a t tömb elejére mutat

Mutatók és tömbök

- Mutatók tömbként kezelhetőek, vagyis indexelhetőek. 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
```



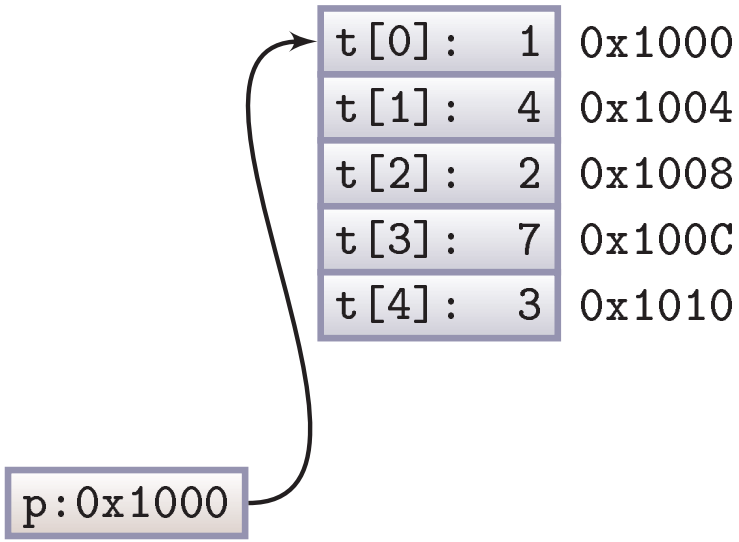
- Jelen példában `p[i]` megegyezik `t[i]`-vel, mert `p` a `t` tömb elejére mutat

Mutatók és tömbök

- Tömbök mutatóként kezelhetőek.
  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]);
```

```
1 4 2 7 3
```



- 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`[2]

```
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  }
```

link

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

link

[2] az `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  }
```

link

Nullpointer

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

2. fejezet

Sztringek

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
'e'	0x1001
'l'	0x1002
'l'	0x1003
'o'	0x1004
'\0'	0x1005

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

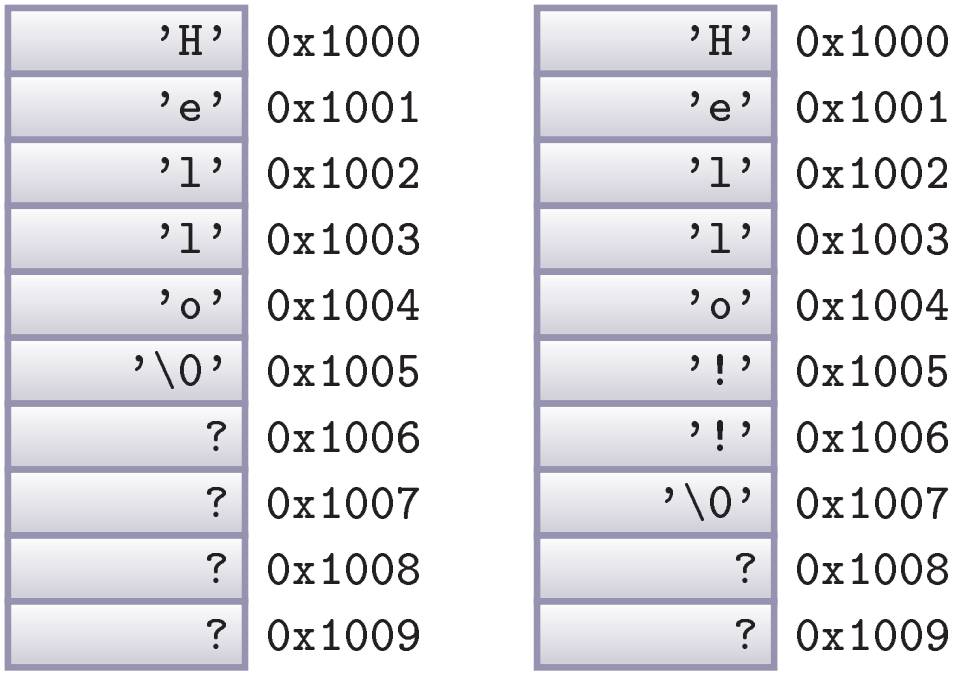
- s elemei indexeléssel vagy mutatóaritmetikával elérhetőek

```
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) */
```



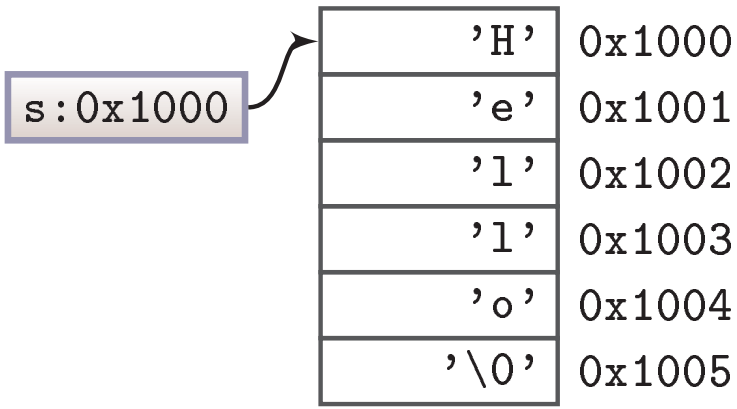
- Módosítás:

```
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 */
```



- 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:  csodalámpa
csodalámpa
```

- 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:

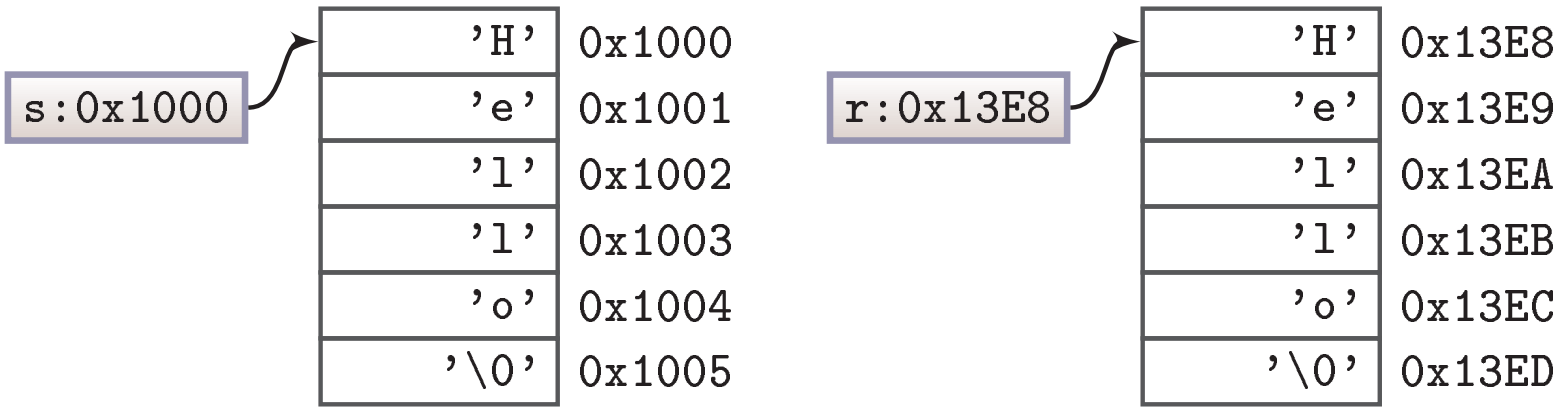
```
1 char s[100];
2 printf("Adj meg max. 99 karakter hosszú szöveget: ");
3 fgets(s, 100, stdin);
4 printf("%s\n", s);
```

```
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

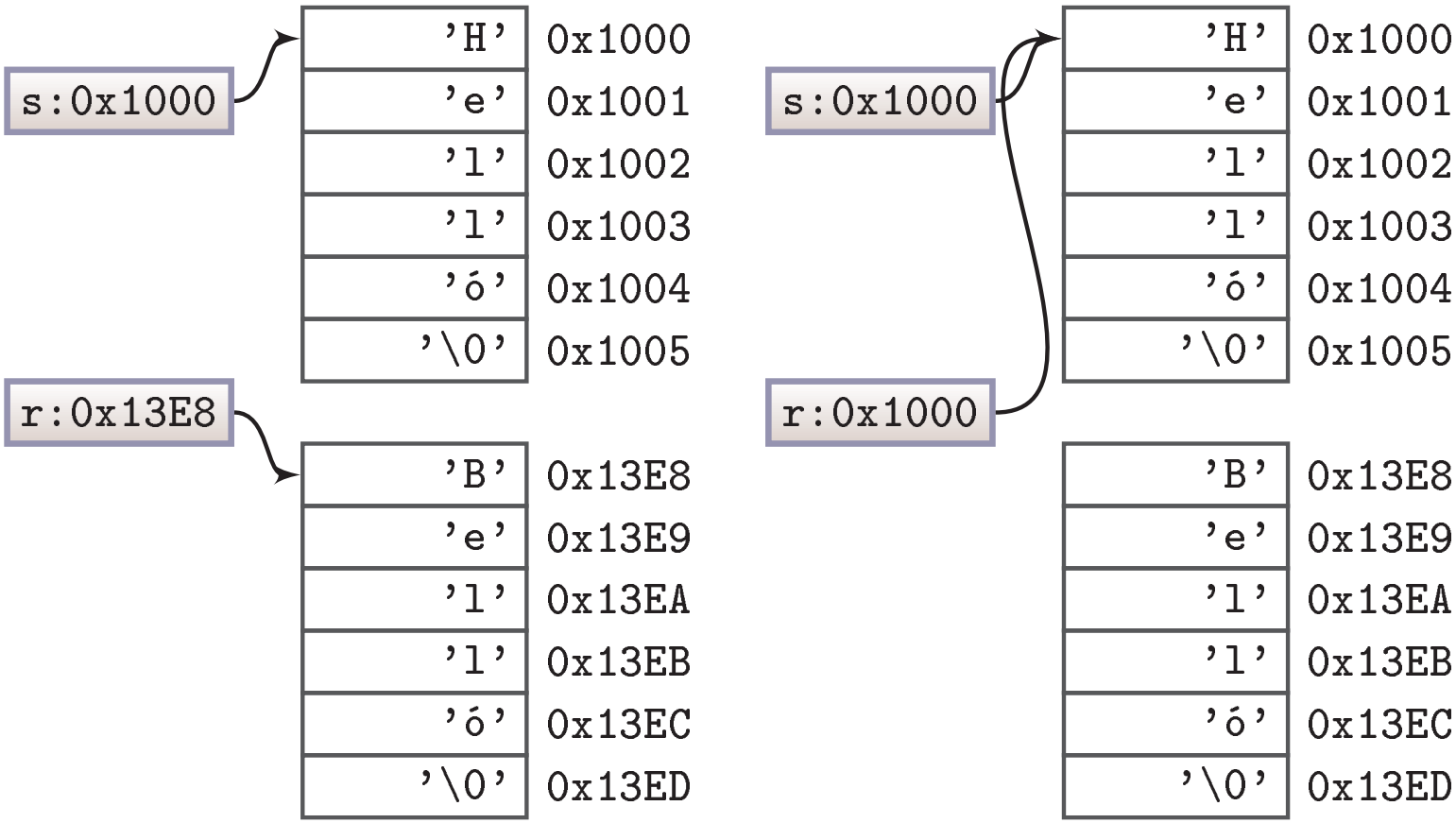
```
1  int strcmp(char *s1, char *s2) /* mutatós jelölés */
2  {
3    while (*s1 != '\0' && *s1 == *s2)
4    {
5      s1++;
6      s2++;
7    }
8    return *s1 - *s2;
9  }
```

- 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!

3. fejezet

Keresés adatvektorban

Vektoralgoritmusok

- Emlékeztető: eldöntési feladat
  - Van-e a vektornak olyan eleme, amely rendelkezik egy adott tulajdonsággal?

- Keresési feladat
  - Van-e a vektornak olyan eleme, amely rendelkezik egy adott tulajdonsággal?
  - Ha van, melyik az első ilyen?
  - tulajdonság: a tárolt elem valamelyik része (a keresés kulcsa) megegyezik egy konkrét értékkel.

Lineáris keresés

- Az első elemtől kezdve egyesével vizsgáljuk az elemeket, amíg
  - a keresett elemet meg nem találjuk,
  - vagy ki nem derül, hogy nincs ilyen elem.
- A vektor elemtípusa
  - struktúra, amelynek egyik tagja a kulcs,
  - nagyon egyszerű esetben maga a kulcs típusa.

```
1  typedef int kulcs_tipus; /* pl. cikkszám */
2
3  typedef struct{
4    kulcs_tipus kulcs;
5    double ar;
6  } tombelem;
```

Keresés függvénnyel

- Ha függvényként valósítjuk meg
  - milyen paramétereket adjunk át?
  - mi legyen a visszatérési érték?
- Visszaadhatjuk a megtalált elemet

```
1  tombelem lin_keres_elem(tombelem t[], int n,
2                          kulcs_tipus kul)
3  {
4    int i;
5    for(i=0; i<n; i++)
6      if(t[i].kulcs == kul)
7        return t[i];
8    return t[0]; /* ajjaj */
9  }
```

  - kényelmes, de nem tudjuk, hol volt
  - Mit adjunk vissza, ha nem találtunk megfelelőt?!

Keresés hivatkozás visszaadásával

- A függvény visszaadhatja a megtalált elem indexét

```
1  int lin_keres_ind(tombelem t[], int n,
2                    kulcs_tipus kul)
3  {
4    int i;
5    for(i=0; i<n; i++)
6      if(t[i].kulcs == kul)
7        return i;
8    return n;
9  }
```

  - Az elemet indexeléssel elérhetjük.
  - Ha nem találtunk megfelelőt, visszaadhatunk
    - negatív indexet (pl. -1)
    - n-et, ilyen indexű elem már nincs
- Visszaadhatjuk a megtalált elem címét
  - Az elemet indirekcióval elérhetjük.
  - Ha nem találtunk megfelelőt, visszaadhatunk
    - null-pointert, ezt könnyű tesztelni is

A lineáris keresés várható lépésszáma

Fontos, hogy olyan kulcs érték, amely nincs tárolva a tömbben, általában sokkal több létezik, mint olyan, amely tárolva van.
Ha a tömb mérete N, a várható lépésszám N.

2	-1	-3	4	-2	3	-5

Ha a tömb a kulcs szerint rendezett, a lépésszám csökkenthető $N/2$-re.

- a tárolt kulcsok megtalálásához átlagosan $N/2$ lépés szükséges
- nem tárolt kulcsok keresésekor átlagosan $N/2$ lépés után dől el, hogy nincsenek meg (meghaladtuk)

-5	-3	-2	-1	2	3	4

Keresés rendezett tömbben

```
1  tombelem* linrend_keres(tombelem t[], int n,
2                          kulcs_tipus kul)
3  {
4    int i;
5    for(i=0; i < n; i++)
6      if(t[i].kulcs >= kul)
7        return t+i;
8    return NULL;
9  }
```

- ha megvan a keresett kulcsú elem, akkor hivatkozást adhatunk vissza az elemre
- ha nincs, akkor hivatkozást adhatunk vissza arra a tömbelemre, ahol lennie kéne
  - ez további vizsgálatot igényelhet a hívás helyén, de később még jól jöhet
- Ha a tömb rendezett, van még ennél is jobb módszer

Egy régi ismerős feladat

```c
int main() {
  int a=1,f=127;
  printf("Gondolj egy szamra %d es %d kozott!\n",a,f);

  while (1) {
    int v, k = (a+f)/2;
    printf("%d?\t", k);
    scanf("%d", &v);
    if(v==0)
      break;
    if(v>0)
      a=k+1;
    else
      f=k-1;
  }
  return 0;
}
```

link

Számkitaláló játék adott intervallumon...

Logaritmikus (bináris) keresés

- Ugyanígy, csak nem egy számot, hanem egy indexet keresve
- Minden egyes összehasonlító lépésben a keresési tartomány középső elemét vizsgáljuk
- A keresési tartomány minden egyes lépésben feleződik

```
1  int log_keres(tombelem t[], int n,
2                kulcs_tipus kul) {
3    int a=0, f=n-1, k;
4    while(a<f) {
5      k = (a+f)/2;
6      if(kul == t[k].kulcs)
7        return k;
8      if(kul > t[k].kulcs)
9        a=k+1;
10     else
11       f=k-1;
12   }
13   return kul <= t[k].kulcs ? k : k+1;
14 }
```

link

Köszönöm a figyelmet.