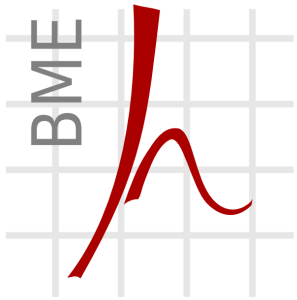
Dinamikus memóriakezelés. Operátorok

A programozás alapjai I.



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

2020. október 26.

Tartalom

1. fejezet

Dinamikus memóriakezelés

Dinamikus memóriakezelés

- Olvassunk be egész számokat, és írjuk ki őket fordított sorrendben!
- A beolvasandó egész számok számát is a felhasználótól kérjük be!
- Csak annyi memóriát használjunk, amennyi feltétlenül szükséges!

1. Beolvassuk a darabszámot (`n`)
2. `n` egész szám tárolására elegendő memóriát kérünk az operációs rendszertől
3. Beolvassuk és eltároljuk a számokat, kiírjuk őket fordítva
4. Visszaadjuk a lefoglalt memóriát az operációs rendszernek

Példa

```
1  int n, i;
2  int *p;
3
4  printf("Hányat olvassak be? ");
5  scanf("%d", &n);
6  p = (int*)malloc(n*sizeof(int));
7  if (p == NULL) return;
8
9  printf("Kérek %d számot:\n", n);
10 for (i = 0; i < n; ++i)
11   scanf("%d", &p[i]);
12
13 printf("Fordítva:\n");
14 for (i = 0; i < n; ++i)
15   printf("%d ", p[n-i-1]);
16
17 free(p);
18 p = NULL;
```

link

p:0x0000

```
Hányat olvassak be?  5
Kérek 5 számot:
1 4 2 5 8
Fordítva:
8 5 2 4 1
```

A malloc és free függvények – <stdlib.h>

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

- size bájt egybefüggő memóriát foglal, és a lefoglalt terület címét visszaadja void* típusú értékként
- A visszaadott void* „csak egy cím”, ami nem dereferálható. Akkor lesz használható, ha átkonvertáljuk (pl. int*-gá).

```
1 int *p; /* int adat címe */
2 /* Memóriafoglalás 5 int-nek */
3 p = (int *)malloc(5*sizeof(int));
```

- Ha nem áll rendelkezésre elég egybefüggő memória, a visszatérési érték NULL. Ezt mindig ellenőrizni kell.

```
1 if (p != NULL)
2 {
3   /* használat, majd felszabadítás */
4 }
```

A malloc és free függvények – <stdlib.h>

```
void free(void *p);
```

- A p címen kezdődő egybefüggő memóriaterületet felszabadítja
- Méretet nem adjuk meg, mert azt az op.rendszer tudja (felírta a memóriaterület elé, ezért a kezdőcímmel kell hívni)
- free(NULL) megengedett (nem csinál semmit), ezért lehet így is:

```
1 int *p = (int *)malloc(5*sizeof(int));
2 if (p != NULL)
3 {
4   /* használat */
5 }
6 free(p);  /* nem baj, ha NULL */
7 p = NULL; /* ez jó szokás */
```

- Mivel a nullpointer nem mutat sehova, jó szokás felszabadítás után kinullázni a mutatót, így látni fogjuk, hogy nincs használatban.

malloc – free

- a malloc és a free kéz a kézben járnak
- ahány malloc, annyi free

```
1 char *WiFi = (char *)malloc(20*sizeof(char));
2 int *Lunch = (int *)malloc(23*sizeof(int));
3 ...
4 free(WiFi);
5 free(Lunch);
```

- Ha a felszabadítás elmarad, memóriaszivárgás (memory leak)
- Jó szokások:
  - Amelyik függvényben foglalunk, abban szabadítsunk
  - A malloc által visszaadott mutatót ne módosítsuk, ha lehet, ugyanazon keresztül szabadítsunk
- Van, hogy nem lehet tartani a jó szokásokat, ezt külön (kommentben) jelezzük

A calloc függvény – <stdlib.h>

```
void *calloc(size_t num, size_t size);
```

- egybefüggő memóriát foglal num darab, egyenként size méretű elemnek, a lefoglalt területet kinullázza, és címét visszaadja void* típusú értékként
- Használata szinte azonos a malloc-kal, csak ez elvégzi a num*size szorzást, és kinulláz.
- A lefoglalt területet ugyanúgy free-vel kell felszabadítani

```
1 int *p = (int *)calloc(5, sizeof(int));
2 if (p != NULL)
3 {
4   /* használat */
5 }
6 free(p);
```

A realloc függvény – <stdlib.h>

```
void *realloc(void *memblock, size_t size);
```

- korábban lefoglalt meóriaterületet átméretez size bájt méretűre
- új méret lehet kisebb is, nagyobb is, mint a régi
- ha kell, új helyre másolja a korábbi tartalmat, az új elemeket nem inicializálja
- visszatérési értéke az új terület címe

```
1 int *p = (int *)malloc(3*sizeof(int));
2 p[0] = p[1] = p[2] = 8;
3 p = realloc(p, 5*sizeof(int));
4 p[3] = p[4] = 8;
5 ...
6 free(p);
```

Példa

- Írjunk függvényt, mely a paraméterként kapott két sztringet összefűzi. A függvény foglaljon helyet az eredménysztringnek, és adja vissza annak címét.

```
1  /* concatenate -- két sztring összefűzése
2    dinamikusan foglal, az eredmény címét adja vissza
3  */
4  char *concatenate(char *s1, char *s2) {
5      size_t l1 = strlen(s1);
6      size_t l2 = strlen(s2);
7      char *s = (char *)malloc((l1+l2+1)*sizeof(char));
8      if (s != NULL) {
9          strcpy(s, s1);
10         strcpy(s+l1, s2); /* vagy strcat(s, s2) */
11     }
12     return s;
13 }
```

link

Példa

A függvény használata

```
1  char word1[] = "ló", word2[] = "darázs";
2
3  char *res1 = concatenate(word1, word2);
4  char *res2 = concatenate(word2, word1);
5  res2[0] = 'v';
6
7  printf("%s\n%s", res1, res2);
8
9  /* A függvény memóriát foglalt, felszabadítani! */
10 free(res1);
11 free(res2);
```

link

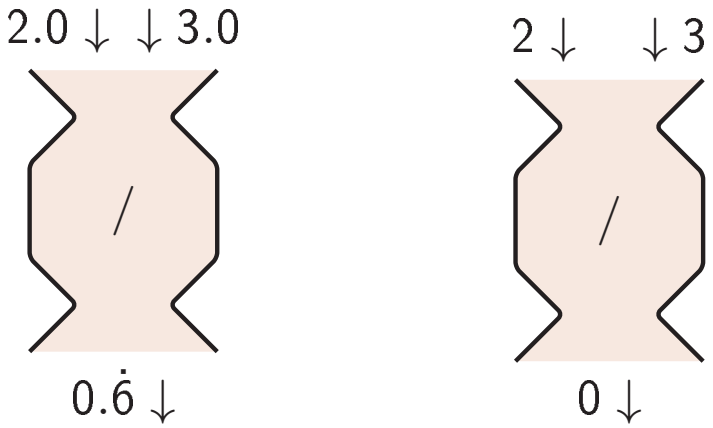
```
lódarázs
varázsló
```

2. fejezet

Operátorok

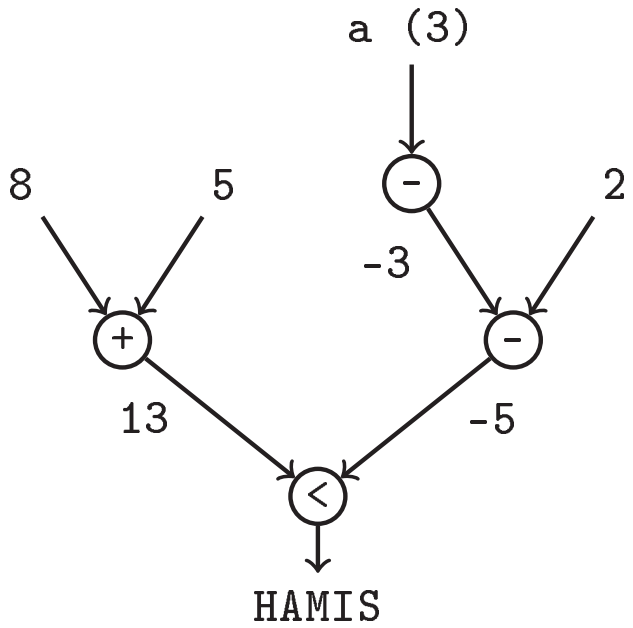
Operációk (műveletek)

- Műveleti jellel jelöljük őket
- Operandusokon dolgoznak
- Típusos adatot hoznak létre
- Többalakúak: eltérő típusú operandusokra eltérő működés



Kifejezések és operátorok

- Kifejezések
  - pl. `8 + 5 < -a - 2`
  - Konstansokból, változóhivatkozásokból és műveletekből épülnek fel



  - kiértékelésük során egy típusos adatot kapunk eredményként.

Az operátorok fajtái

- Az operandusok száma alapján
  - monadikus (unary) – egyoperandusú
    `-a`
  - diadikus (binary) – kétoperandusú
    `1+2`
- Az operandus értelmezése alapján
  - aritmetikai
  - összehasonlító, rendező
  - logikai
  - bitszintű
  - egyéb

Aritmetikai operátorok

művelet	**szintaxis**
egyoperandusú plusz	`+<kifejezés>`
egyoperandusú mínusz	`-<kifejezés>`
összeadás	`<kifejezés> + <kifejezés>`
kivonás	`<kifejezés> - <kifejezés>`
szorzás	`<kifejezés> * <kifejezés>`
bennfoglalás vagy osztás	`<kifejezés> / <kifejezés>`
az eredmény típusa az operandusok típusától függ, ha mindkettő egész, akkor egész osztás	
maradékképzés	`<kifejezés> % <kifejezés>`

Igazságérték (részben ismétlés)

- Egy érték igazságértékként értelmezve
  - hamis, ha értéke csupa 0 bittel van ábrázolva
  - igaz, ha értéke **nem** csupa 0 bittel van ábrázolva

```
1 while (1)     { /* végtelen ciklus */ }
2 while (-3.0)  { /* végtelen ciklus */ }
3 while (0)     { /* ide egyszer sem lépünk be */ }
```

- Minden igazságérték jellegű eredmény `int` típusú, és értéke
  - 0, ha hamis
  - 1, ha igaz

```
1 printf("%d\t%d", 2<3, 2==3);
```

```
1    0
```

Rendező és összehasonlító operátorok

művelet	szintaxis
relációs operátorok	`<kifejezés> < <kifejezés>`
	`<kifejezés> <= <kifejezés>`
	`<kifejezés> > <kifejezés>`
	`<kifejezés> >= <kifejezés>`
egyenlőség-vizsgálat	`<kifejezés> == <kifejezés>`
nem-egyenlő operátor	`<kifejezés> != <kifejezés>`

Logikai (`int`, 0 vagy 1) értéket adnak eredményként

Logikai operátorok

művelet	szintaxis
tagadás	`!<kifejezés>`

```
1  int a = 0x5c; /* 0101 1100, igaz */
2  int b = !a;   /* 0000 0000, hamis */
3  int c = !b;   /* 0000 0001, igaz */
```

- Tanulság: `!!a` $\neq$ a, csak igazságérték szempontjából.

```
1  int vege = 0;
2  while (!vege) {
3    int b;
4    scanf("%d", &b);
5    if (b == 0)
6      vege = 1;
7  }
```

Logikai operátorok

művelet	**szintaxis**
logikai és	`<kifejezés> && <kifejezés>`
logikai vagy	`<kifejezés> || <kifejezés>`

Logikai rövidzár: Az operandusokat balról jobbra értékeljük ki.
Csak addig, míg az eredmény nem egyértelmű.
Ezt gyakran ki is használjuk

```
1  int a[5] = {1, 2, 3, 4, 5};
2  int i = 0;
3  while (i < 5 && a[i] < 20)
4    i = i+1; /* nincs túlindexelés */
```

További operátorok

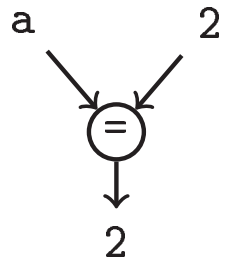
Már használtunk ilyeneket, csak nem mondtuk ki, hogy operátorok

művelet	**szintaxis**
függvényhívás	`<függvény>(<aktuális paraméterek>)`
tömbhivatkozás	`<tömb>[<index>]`
struktúratag-hivatkozás	`<struktúra>.<tag>`

```
1  c = sin(3.2); /* () */
2  a[28] = 3;    /* [] */
3  v.x = 2.0;    /* . */
```

Operátorok mellékhatással

- Bizonyos operátoroknak mellékhatásuk is van
  - főhatás: a kiértékelés során kapott eredmény kiszámítása
  - mellékhatás: operandus értéke változik
- Az értékadás operátor =
  - C-ben az értékadás kifejezés!
  - mellékhatása az értékadás (a megváltozik)
  - főhatása a új értéke
  - A főhatás miatt ez is értelmes:




```
1 int a;
2 int b = a = 2;
```

- b-t az a=2 mellékhatásos kifejezés értékével inicializáljuk, melynek mellékhatásaként a is megváltozik.

Balérték

- Az értékadás operátor megváltoztatja a bal operandus értékét. A bal oldalon csak „változtatható dolog” állhat

Balérték (lvalue)

Olyan kifejezés, amely értékadás bal oldalán állhat

- balérték lehet
  - változóhivatkozás `a = 2`
  - tömbelem `array[3] = 2`
  - dereferált mutató `*p = 2`
  - struktúratag `v.x = 2`
- Nem balérték kifejezések (példák)
  - konstans `3 = 2` hiba
  - aritmetikai kifejezés `a+4 = 2` hiba
  - logikai kifejezés `a>3 = 2` hiba
  - függvényérték `sin(2.0) = 2` hiba

Kifejezés vagy utasítás?

Mellékhatásos kifejezés utasításként is szerepelhet a programban

Kifejezésutasítás

```
<Kifejezés>;
```

- A kifejezést kiértékeljük, és értékét eldobjuk.

```
1 a = 2 /* kifejezés, az értéke 2, mellékhatásos */
```

```
1 a = 2; /* utasítás, nincs értéke       */
2        /* a mellékhatást hajtja végre */
```

- Mivel a főhatást elnyomjuk, csak mellékhatásos kifejezésekből van értelme kifejezésutasítást alkotnunk.

```
1 2 + 3; /* helyes utasítás, semmit nem hajt végre */
```

Értékadó operátorok

művelet	szintaxis
viszonyított értékadás	`<balérték> += <kifejezés>`
	`<balérték> -= <kifejezés>`
	`<balérték> *= <kifejezés>`
	`<balérték> /= <kifejezés>`
	`<balérték> %= <kifejezés>`

- Körülbelül: `<balérték>=<balérték><op><kifejezés>`

```
1  a += 2;           /* a = a + 2; */
2  t[rand()] += 2; /* NEM t[rand()] = t[rand()] + 2; */
```

A balértéket csak egyszer értékeljük ki.

Egyéb mellékhatásos operátorok

művelet	szintaxis
utótagos inkrementálás	`<balérték> ++`
utótagos dekrementálás	`<balérték> --`
kiértékelés után növeljük/csökkentjük eggyel	
előtagos inkrementálás	`++<balérték>`
előtagos dekrementálás	`--<balérték>`
kiértékelés előtt növeljük/csökkentjük eggyel	

```
1  b = a++; /* b = a; a += 1; */
2  b = ++a; /* a += 1; b = a; */
```

```
1  for (i = 0; i < 5; ++i) { /* ötször */ }
```

Mutatókhoz kapcsolódó operátorok

művelet	**szintaxis**
dereferencia	`*<mutató>`
címképzés	`&<balérték>`
dereferencia és struktúratag-hivatkozás	`<mutató> -> <tag>`

Dereferencia esetén operandusként egy mutatót eredményül adó kifejezés kell álljon.

```
1  c = *(t+3); /* * */
2  p = &c;     /* & */
3  sp->a = 2.0;  /* -> */
```

További operátorok

művelet	szintaxis
kényszerített típusmódosítás (casting)	`(<típus>)<kifejezés>`
tárolás helyigénye (bájtokban) a kifejezést nem értékeljük ki	`sizeof <kifejezés>`

```
1  int a1=2, a2=3, meret;
2  double b;
3  b = a1/(double)a2;
4  meret = sizeof 3/a1;
5  meret = sizeof(double)a1;
6  meret = sizeof(double);
```

További operátorok

művelet	szintaxis
vessző	<kifejezés> , <kifejezés>

- Az operandusokat balról jobbra értékeli ki
- Az első kifejezés értékét eldobjuk.
- A teljes kifejezés értéke és típusa a második kifejezés értéke illetve típusa lesz.

```
1  int step, j;
2  /* A ketjegyűek növekvő lépésközzel */
3  for(step=1,j=10; j<100; j+=step, step++)
4    printf("%d\n", j);
```

További operátorok

művelet	szintaxis
feltételes kifejezés	`<felt.> ? <kif.1> : <kif.2>`

- ha <felt> igaz, akkor <kif.1>, egyébként <kif.2>
- `<kif.1>` és `<kif.2>` közül csak az egyiket értékeljük ki
- Nem helyettesíti az `if` utasítást

```
1  a = a < 0 ? -a : a; /* abszolút érték képzése */
```

Adatokkal végzett operációk (műveletek) jellemzői

Precedencia

eltérő műveletek találkozásakor melyik művelet értéke lesz a másik művelet argumentuma?

```
1  int a = 2 + 3 * 4; /* 2 + (3 * 4) */
```

Asszociativitás

azonos precedenciájú műveletek találkozásakor melyik művelet értéke lesz a másik művelet argumentuma?
(Balról jobbra vagy jobbról balra köt?)

```
1  int b = 11 - 8 - 2;   /* (11 - 8) - 2 */
2  int a = b = 3;        /* a = (b = 3) */
```

A szabályok megjegyzése helyett inkább zárójelezzünk!

A C nyelv operátorainak listája

A precedencia sorrend szerint rendezve (az azonos precedenciájúak egy sorban)

```
1  ()   []   .   -> /* legerősebb */
2  !   ~   ++   --   +   -   *   &   (<type>)   sizeof
3  *   /   %
4  +   -
5  <<   >>
6  <   <=   >   >=
7  ==   !=              /* tilos precedenciát tanulni! */
8  &                    /* tessék zárójelezni! */
9  ^
10 |
11 &&
12 ||
13 ?:
14 =   +=   -=   *=   /=   %=   &=   ^=   |=   <<=   >>=
15 , /* leggyengébb */
```

A C nyelv operátorai

Összefoglalva

- Sok, hatékony operátor
- Egyes operátoroknál a kiértékelés során mellékhatások is fellépnek
- Mindig igyekezzünk szétválasztani a fő- és mellékhatást ehelyett:

```
1  t[++i] = func(c-=2);
```

írjuk inkább ezt:

```
1  c -= 2;              /* ugyanazt jelenti */
2  ++i;                 /* ugyanolyan hatékony */
3  t[i] = func(c);      /* holnap is érteni fogom */
```

Mellékhatások szinkronizálása

A kifejezések kiértékelési sorrendje sokszor definiálatlan.

```
1 int i = 0, array[8];
2 array[++i] = i++; /* array[2] = 0;?  array[1] = 1;? */
```

Definiálatlan működés, „véletlen program”.

Sorrend-határ pont (sequence point)

A program végrehajtásának azon pontja, ahol

- minden előzőleg végrehajtott tevékenység mellékhatásának be kell fejeződnie.
- egyetlen későbbi végrehajtandó tevékenység mellékhatása sem kezdődhet el.

Ha „normális programokat” írunk, és nem keverjük a fő- és mellékhatásokat, nem kell foglalkoznunk vele.

3. fejezet

Típuskonverzió

Mi az?

Bizonyos esetekben a C-programnak konvertálnia kell kifejezéseink típusát.

```
1  long func(float f) {
2    return f;
3  }
4
5  int main(void) {
6    int i = 2;
7    short s = func(i);
8    return 0;
9  }
```

A példában: `int` → `float` → `long` → `short`

- `int` → `float` kerekítés, ha a szám nagy
- `float` → `long` túlcsordulhat, egészre kerekítés
- `long` → `short` túlcsordulhat

Típusok konverziója

- Alapelv
  - érték megőrzése, ha lehet
- Túlcsordulás esetén
  - a kapott érték elvileg definiálatlan

- Egyoperandusú konverzió (ezt láttuk)
  - értékadáskor
  - függvény hívásakor (a formális paraméterek aktualizálásakor)
- Kétoperandusú konverzió (pl. `2/3.4`)
  - műveletvégzéskor

Kétoperandusú konverzió

A két operandus azonos típussá alakítása az alábbi szabályoknak megfelelően

egyik operandus	másik operandus	közös, új típus
`long double`	bármi	`long double`
`double`	bármi	`double`
`float`	bármi	`float`
`unsigned long`	bármi	`unsigned long`
`long`	bármi (`int`, `unsigned`)	`long`
`unsigned`	bármi (`int`)	`unsigned`
`int`	bármi (`int`)	`int`

Típuskonverziók

Példa a konverzióra

```
1 int a = 3;
2 double b = 2.4;
3 a = a*b;
```

1. $3 \rightarrow 3.0$
2. $3.0 * 2.4 \rightarrow 7.2$
3. $7.2 \rightarrow 7$

Köszönöm a figyelmet.