Enostavni podatkovni tipi

Znaki:

- signed char - števila ki grejo v 1 B
- unsigned char

Cela števila:

- **signed short int** (vsaj 16 bit)
- **unsigned short int**
- **signed int** (vsaj 16 bit, običajno 32 bit, vendar odvisno od sistema):

  |------------------------|------------------------|

-2^{n-1} 0 $2^{n-1} - 1$ (n = 32)

- **unsigned int**:

  |---|

  0 $2^{n} - 1$ (n = 32)

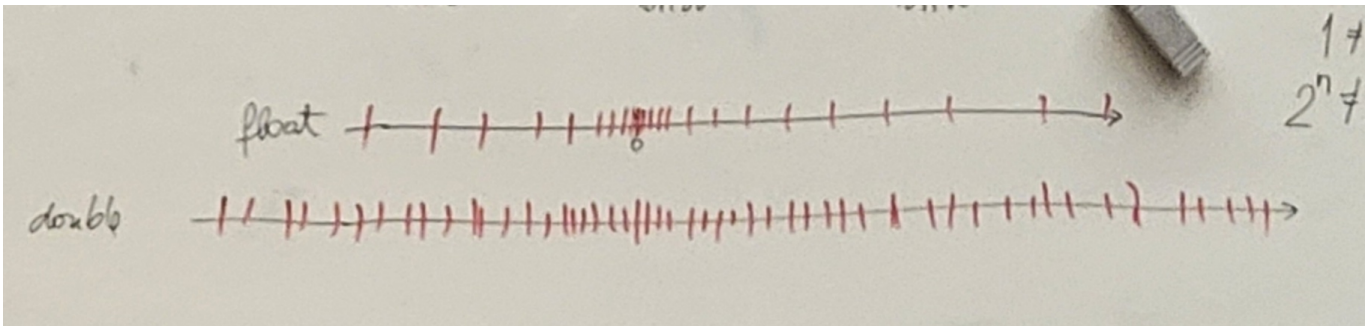
- **signed long int** (vsaj 32 bit)
- **unsigned long int**

```
Velja:

  short int       <=         int          <=      long int
(vsaj 16 bit)           (vsaj 16 bit)           (vsaj 32 bit)
```

Realna števila:

- float
- double
- long double



$0.1_{10} = 1 * 10^{-1} + 0 * 10^{-2} + ...$

$0.d_1d_2 ... d_n$

$1/10 != d_1 * 2^{-1} + d_2 * 2^{-2} + d_3 * 2^{-3} + ... + d_n * 2^{-n}$ (ne moremo zapisati kot vsoto potenc dvojk)

$števec = 1 != 2 * 5 * (d_1 * 2^{-1} + d_2 * 2^{-2} + d_3 * 2^{-3} + ... + d_n * 2^{-n})$

$imenovalec = 10 != 2^n$

--> Sledi, da v računalniku ne moremo predstaviti vseh realnih števil, zato uporabljamo predstavitev s plavajočo vejico, kjer nimamo neomejeno decimalnih mest, zato se lahko program včasih obnaša drugače, kot bi pričakovali za operacije s pravimi realnimi števili.

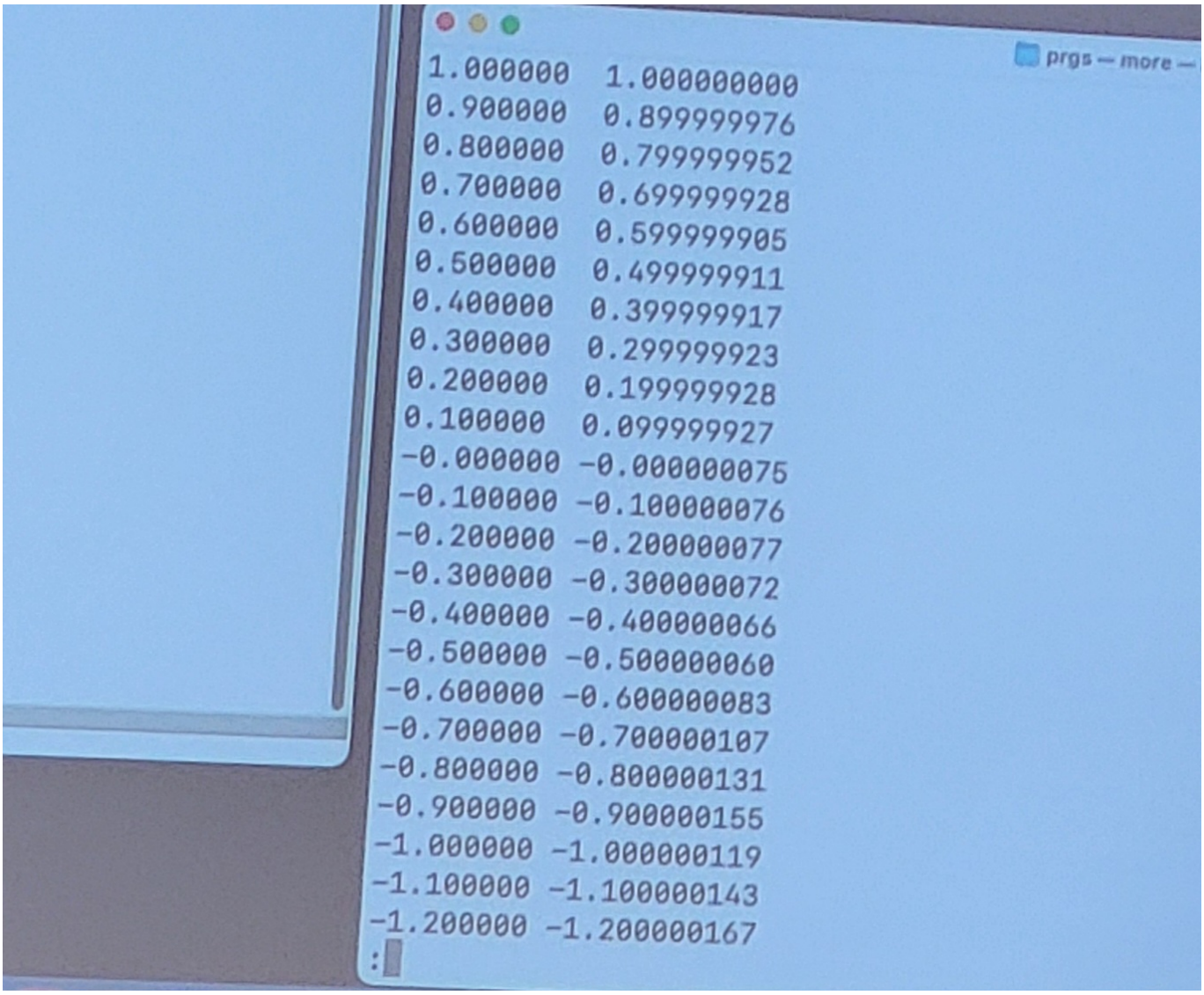
```c
#include <stdio.h>

int main(){
    float num = 1.0;
    float step = 0.1;

    while(num != 0.0){  // POGOJ NI OK!
        printf("%f %12.9f\n", num, num);
        num = num - step;
    }

    printf("%f\n", num);
    return 0;
}
```

zgornji primer programa ni v redu ker ne upošteva, da je num float, zgodi se naslednje:



ker num zaradi napak v predstavitvi s plavajočo vejico nebo nikoli točno 0, je while zanka zaciklana

Namesto zgornjega pristopa, raje uporabimo funkcijo fabsf(float x) iz knjižnice math, ki vrne absolutno vrednost spremenljivke x tipa float (ogled podrobnosti: `man fabs`):

```c
#include <stdio.h>
#include <math.h>

int main(){
    float num = 1.0;
    float step = 0.1;

    while(fabsf(num) > 0.001){  // NE PREVERJAMO ENAKOSTI, AMPAK BLIŽINO NIČLI
        printf("%f %12.9f\n", num, num);
        num = num - step;
    }

    printf("%f\n", num);
    return 0;
}
```

rezultat je:

```
1.000000  1.000000000
0.900000  0.899999976
0.800000  0.799999952
0.700000  0.699999928
0.600000  0.599999905
0.500000  0.499999911
0.400000  0.399999917
0.300000  0.299999923
0.200000  0.199999928
0.100000  0.099999927
-0.000000
```

Pazimo tudi na to, da seštevanje "realnih števil" v c tudi ni vedno komutativno:

```
float a = ___;
float b = ___;

if((a + b) + b == a + (b + b)){
    ...
}
```

```
velja:
če b = 0.05:     a + b = 1.00 + 0.05 = 1.05
če b = 0.005:    a + b = 1.00 + 0.005 = 1.00
```

```
zato poglejmo obe možnosti:

(a + b) + b = (1.00 + 0.005) + 0.005 = 1.00 + 0.005 = 1.00

a + (b + b) = 1.00 + (0.005 + 0.005) = 1.00 + 0.01 = 1.01

oziroma z drugim zapisom:

(a + b) + b = (1.00E0 + 5.00E-3) + 5.00E-3 = 1.00E0 + 5.00E-3 = 1.00E0

a + (b + b) = 1.00E0 + (5.00E-3 + 5.00E-3) = 1.00E0 + 1.00E-2 = 1.01E0
```

Poglejmo še ta program:

```c
#include <stdio.h>

int main(){
    float a = 0.1;
    float b = 0.1;

    while((a + b) + b == a + (b + b)){
        printf("%f %f : %f == %f\n", a, b, (a + b) + b, a + (b + b));
        b = b / 2.0;
    }

    printf("%f %f : %f == %f\n", a, b, (a + b) + b, a + (b + b));
    return 0;
}
```

tukaj zgleda ni problemov:

```
0.100000 0.100000 : 0.300000 == 0.300000
0.100000 0.050000 : 0.200000 == 0.200000
0.100000 0.025000 : 0.150000 == 0.150000
0.100000 0.012500 : 0.125000 == 0.125000
0.100000 0.006250 : 0.112500 == 0.112500
0.100000 0.003125 : 0.106250 == 0.106250
```

nam pa že majhen popravek programa pokaže, da števili v resnici nista enaki: če spremenimo zadnji klic `printf("%f %f : %.9f != %.9f\n", a, b, (a + b) + b, a + (b + b));`, s tem izpišemo števili na 9 decimalk:

```
0.100000 0.100000 : 0.300000 == 0.300000
0.100000 0.050000 : 0.200000 == 0.200000
0.100000 0.025000 : 0.150000 == 0.150000
0.100000 0.012500 : 0.125000 == 0.125000
0.100000 0.006250 : 0.112500 == 0.112500
0.100000 0.003125 : 0.106249996 != 0.106250003
```

- float
- double
- long double

```c
float a = 1;
float b = 1.0;
// a in b NI ENAKO, prvo je celo število (ki ga shranimo kot float), drugo pa
float
```

```
double + int = double

c pretvori v največji tip in priredi, to dela avtomatsko če gre, sicer opozori
```

Poglejmo si naslednji program, kaj bo izpisal?

```c
#include <stdio.h>

int f();

int main(){
    printf("%d\n", f(3));
    printf("%d\n", f(3.14));

    return 0;
}

int f(int n){
    printf("[%d]\n", n);
    return 2 * n;
}
```

najprej opazimo, da se prototip funkcije: `int f();` ne sklada z dejansko deklaracijo: `int f(int n){...}`, kar ni zaželjeno. Poglejmo si oba izpisa programa:

```
[3]
6
[-875802272]
-1751604544
```

Razkrijeta nam, da se pri klicu z argumentom tipa `int`: `3` program izvede po pričakovanjih, pri klicu z napačnim argumentom necelоštevilskega tipa `float`: `3.14` pa dobimo povsem nepričakovane rezultate. Novejši prevajalniki bodo za tako kodo izpisali opozorilo ali celo napako pri prevajanju, nekateri prevajalniki pa bodo prevedli kodo pri čemer ne vemo točno, kako.

Logične vrednosti:

- logična vrednost false je določena kot število 0, true pa katerokoli drugo od 0 različno število:

```c
if(10 - 9){
    // se izvede
}

if(10 - 10){
```

```
    // se NE izvede
}
```

- za lažjo uporabo dodamo z `#include <stdbool.h>`, tako lahko uporabimo tip `bool`:

```
bool jeOpravil = true;
bool jePrepisal = false;
```

Dodatno

- operator `sizeof()` nam pove, kako velik je dan številski tip (vrne long):

```
printf("%ld\n", sizeof(bool));          1
printf("%ld\n", sizeof(int));           4
printf("%ld\n", sizeof(long int));      8
printf("%ld\n", sizeof(float));         4
printf("%ld\n", sizeof(double));        8
printf("%ld\n", sizeof(long double));   16
```

Bitni pomik in operacije

1_{10} 000 ... 000001_2

$1_{10} << 1$ 000 ... $000010_2 = 2_{10}$

$1_{10} << 5$ 000 ... $100000_2 = 32_{10}$

Napisati želimo program, ki bo izpisal vse variacije s ponavljanjem na *n*-mestih, s *k*-elementi:

n = 5, k = 2 = |{A, B}|

2^n vrstic	dvojiško	desetiško
AAAAA	00000	0
AAAAB	00001	1
AAABA	00010	2
...		
BBBBB	11111	31

Pomagali si bomo še z bitnimi operacijami:

```
&   ... bitni AND
|   ... bitni OR
^   ... bitni XOR
~   ... bitni NOT (1'K)
```

```
<<  ... bitni pomik v levo
>>  ... bitni pomik v desno
```

Kako pridobimo 1'K (eniški komplement) števila? Izvedemo bitni NOT nad dvojiškim številom.

Za naš primer bomo izvedli bitni AND s številom *i* (vrstica) in številom, ki ga dobimo z bitnim pomikom enke za *j*-mest:

```
          i = 01011
    1 << j = 00001  [j = 0]
bitni AND:   00001 = 1, kar je true = (i & (1 << j))

...

          i = 01011
    1 << j = 00100  [j = 2]
bitni AND:   00000 = 0, kar je false = (i & (1 << j))

...
```

s tem dobimo pogoj, kdaj izpisati 'A' in kdaj 'B':

```c
#include <stdio.h>

int main(){

    int n = 5;
    int k = 2;

    for(int i = 0; i < (1 << n); i++){  // (i < 32)
        for(int j = 0; j < n; j++){
            if(i & (1 << j)){
                printf("B");
            }
            else{
                printf("A");
            }
        }
        printf("\n");
    }

    return 0;
}
```

DODATNO, KORISTNE OPERACIJE Z BITNIMI OPERATORJI ??? Recimo da imamo dvojiško število: 01001010, potem bomo izvedli bitni OR z bitno negiranim številom:

```
število:    01001010
negirano:   10110101
bitni OR:   11111111
```

???

Naloga:

Napiši program, ki bo izpisal vse variacije s ponavljanjem na *n*-mestih, s *k*-elementi:

npr. n = 5, k = 3 = |{A, B, C}|

AAAAA
AAAAB
AAAAC
AAABA
...
CCCCC

```
// rešitev:
...
```