

Reprezentácia čísel v počítači

- závisí od druhu čísla
- základné typy čísel:
 - prirodzené (\mathbb{N}_0)
 - celé (\mathbb{Z})
 - desatinné (\mathbb{R})

Prirodzené čísla

Prevod so binárneho kódu. N-bitové číslo má rozsah **0 až $2^n - 1$** . Napr. pre 8-bitové číslo je rozsah 0 - 255.

Celé čísla

Priamy kód

Priamy kód je pre ľudí najprirodzenejší. Kladné aj záporné čísla sú zobrazené rovnako, rozdiel je len v znamienku. Znamienko je tiež zakódované pomocou 0 resp. 1 a to tak, že kladné číslo má znamienko 0 a záporné má znamienko 1. Znamienko je umiestnené na začiatku čísla, teda v jeho najvyššom bite. N-bitové číslo bude mať rozsah **$-2^{n-1} + 1$ až $2^{n-1} - 1$** . Pre osembitové číslo to znamená rozsah -127 do 127. Ale to je len 255 hodnôt, pričom pomocou ôsmich bitov je možné rozlíšiť až 256 možností. Tento rozdiel je spôsobený tým, že číslo „0“ je v priamom kóde reprezentované až dvoma rôznymi spôsobmi. Existuje teda „kladná nula“ (00000000) aj „záporná nula“ (10000000).

Jednotkový doplnok (inverzný kód)

Negácia (inverzia) všetkých bitov čísla sa nazýva jednotkový doplnok (každý bit sa „doplná“ na jednotku). Keď sa na reprezentáciu záporných čísel používa jednotkový doplnok, hovoríme o inverznom kóde. Rozsah n-bitového čísla bude **$-2^{n-1} + 1$ až $2^{n-1} - 1$** . Pre 8-bitové číslo to predstavuje -127 až 127. Tento kód je z hľadiska rozsahu rovnaký ako priamy kód. Má dva kódy pre číslo „0“ a tiež je rovnaký v tom, že záporné čísla majú najvyšší bit rovný 1. Ale nie je znamienkový bit!

číslo	Jednotkový doplnok
+0	0000 0000
-0	1111 1111
1	0000 0001
-1	1111 1110
125	0111 1101
-125	1000 0010

Dvojkový doplnok

Doplnkový kód je odvodený od inverzného. Rozdiel je v tom, že okrem negovania všetkých bitov sa ešte pripočíta jednotka. Takýmto spôsobom vytvorené číslo sa nazýva aj dvojkový doplnok (doplná sa číslo na najbližšiu vyššiu mocninu čísla 2). Týmto spôsobom sa odstráni dvojité zobrazenie nuly. Rozsah n-bitového čísla v doplnkovom kóde je potom **-2^{n-1} až $2^{n-1} - 1$** . To znamená pre 8-bitové čísla rozsah od -128 do 127.

číslo	Dvojkový doplnok
+0	0000 0000
+1	0000 0001
-1	1111 1110
+125	0111 1101
-125	1000 0011
+126	0111 1110
-126	1000 0010
+127	0111 1111
-127	1000 0001
-128	1000 0000

Kód posunutej nuly (kód "excess N" alebo "excess notation" alebo "predpätý kód")

Číslo x zobrazíme ako $x + N$ kde N je pevne dané číslo. Napríklad pre osembitové číslo a posun $N = 127$ dostaneme takéto kódovanie (nazývané aj „excess 127“): $\rightarrow \rightarrow \rightarrow$

Pomocou tohto kódovania je možné zobrazovať aj záporné čísla ako kladné. Výhodou je jednoduché porovnanie veľkosti dvoch čísel bez ohľadu na znamienko.

číslo	Posunuté číslo	Binárne číslo
-127	$-127 + 127 = 0$	0000 0000
-126	$-126 + 127 = 1$	0000 0001
-1	$-1 + 127 = 126$	0111 1110
0	$0 + 127 = 127$	0111 1111
1	$1 + 127 = 128$	1000 0000
128	$128 + 127 = 255$	1111 1111

Reálne čísla

V dvojkovej sústave sa dajú zobrazit aj reálne čísla rovnako ako v desiatkovej sústave.

$$(1001.101)_2 = 2^3 + 2^0 + 2^{-1} + 2^{-3} = 8 + 1 + 0.5 + 0.125 = 9.625$$

Pevná rádová čiarka

V N bitoch teda môžeme zobrazit čísla s pevnou čiarkou tak, že prvých K cifier zľava je „pred desatinnou čiarkou“ a zvyšok je „za ňou“ ($K \leq N$); napríklad ak $N = 16$ a $K = 8$:

0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Pohyblivá rádová čiarka

Zobrazenie desatinných čísel v pohyblivej rádovej čiarkke prináša značné zväčšenie rozsahu, ale za cenu zhoršenia rozlišovacej schopnosti (niečo za niečo). Čísla v pohyblivej rádovej čiarkke sú v skutočnosti reprezentované dvojicou čísel v pevnej rádovej čiarkke: $x = m \cdot z^e$ kde m je mantisa, z je základ (v číslicových počítačoch najčastejšie 2) a e je exponent. Tento zápis čísla je nazývaný tiež semilogaritmický tvar; v angloamerickej literatúre sa takáto aritmetika označuje floating-point arithmetic.

Zápis s pohyblivou rádovou čiarkou s jednoduchou presnosťou (Single Precision Floating Point)

1 bit na znamienko, 8 bitov na exponent v zápise s posunom a 23 bitová absolútna hodnota mantisy s pevnou desatinnou čiarkou pred prvou cifrou. Spolu 32 bitov.

Umožňuje zapísať veľmi (10^{38}) veľké aj veľmi malé čísla (10^{-37}) s presnosťou 7 desatinných miest.

Zápis s pohyblivou rádovou čiarkou s dvojitou presnosťou (Double Precision Floating Point)

1 bitové znamienko mantisy, 11 bitový exponent v kóde "excess 1023" a 52 bitová absolútna hodnota mantisy. Spolu 64 bitov. Presnosť 15 desatinných miest.

Normalizované číslo má pred desatinnou bodkou nenulovú cifru, v dvojkovej sústave jediná nenulová cifra je 1. Keď vieme, že pred desatinnou bodkou je vždy 1, tak si ju nemusíme pamätať (v počítači, v hlave áno) a ušetríme jeden bit mantisy.

Príklad zobrazenia čísla vo formáte IEEE 754-1985, single precision

