

Úloha č. 7: referát : NE

Operace s čísly

Základní operace v DSP: sčítání, násobení a zpoždění.

Polyadická soustava

$$Z = \pm \sum_{i=-\infty}^{+\infty} a_i z^{-i}; a_i \in \{0, 1 \dots z-1\} \quad \text{Binární soustava: } z=2;$$

- **Zobrazení v pevné řádové čárce (fix point)**

Zobrazení int (*fix.point, two's complement integer*) se nepoužívá – problémy při násobení i sčítání.

V DSP vyjádření pomocí zlomků: *fixed point, two's complement fractions*.

Formát: většinou Q15 tj. 16 bit. systém, 1 znaménkový bit, 15 bitů pro číslo ve formě zlomku

$$X = 0.110\ 0000\ 0000\ 0000$$

Zobrazitelná čísla : leží mezi $<-1 \dots 1-2^{-B}>$; kde B je počet bitů reprezentující číslo.

Table 12.3 A comparison of two's complement and offset binary number systems for a 4-bit wordlength.

Number	Decimal fractions	Two's complement	Offset binary
7	7/8	0111	1111
6	7/8	0110	1110
5	5/8	0101	1101
4	4/8	0100	1100
3	3/8	0011	1011
2	2/8	0010	1010
1	1/8	0001	1001
0	0	0000	1000
-1	-1/8	1111	0111
-2	-2/8	1110	0110
-3	-3/8	1101	0101
-4	-4/8	1100	0100
-5	-5/8	1011	0011
-6	-6/8	1010	0010
-7	-7/8	1001	0001
-8	-1	1000	0000

Dvojkový doplněk zobrazuje kladná čísla v *přímém binárním kódu* (zachovává)!

Existuje a hojně se používá tzv. *posunutý binární kód* (offset binary), zvláště u AD a DA převodníků => nutný převod na dvojkový doplněk a zpět pouhou změnou MSB bitu.

Všimněte si tvorby a reprezentace záporného čísla ve *dvojkovém doplňku*.

Př: vyjádřete záporné číslo -131 v:

- a) přímém kódu
- b) inverzním kódu
- c) dvojkovém doplňku

Přesnost v pevné řádové čárce:

B bity mohou reprezentovat pouze 2^B různých hodnot s přesností 2^{-B} .

Jaká je relace k desítkovému číslu?

Mějme zlomkové číslo X mající d číslic. Jeho přesnost je pak dána $\pm 0.5 \times 2^{-d}$.

Budeme-li reprezentovat stejné číslo v binárním tvaru pomocí B bitů,

pak přesnost je $\pm 0.5 \times 2^{-B}$.

Tj. $B = d * \log_2 10 = 3.3d$ bitů.

Př: $x = 0.23456$ D => na přesnou reprezentaci potřebuji $3.3 \times 5 = 17$ bitů.

Table 12.4 Relationship between the number of bits and accuracies in decimal digits.

Number of bits	Accuracy (number of decimal digits)
7	2.1
8	2.4
10	3
12	3.6
14	4.2
15	4.5
16	4.8
18	5.4
20	6.1
23	7.0
24	7.3
64	19.4

Př. Reprezentujte desítkové číslo 0.95624 jako

- číslo ve formátu Q3
- číslo ve formátu Q4
- porovnejte chybu zobrazení
- určete počet bitů pro zachování přesnosti desítkového čísla

Návod pro a,b: násobit číslem 2^B

Tj. $0.95624 * 2^3 = 7.64992$, po zaokrouhlení $7 = 0111B$ (nejvyšší zobrazitelné číslo v Q3)

Chyba: $0.64992/2^3 = 0.08124$.

Př: *Násobení* : vynásobte 2 čísla reprezentovaná jako zlomky 0.5625 jako Q4 formát.

Př: *Sčítání* : sečtěte 2 čísla reprezentovaná ve formě dvojk. doplňku:

A = 0001 1001b

B = 0110 1101 0111 1101b

Př: Sečtěte čísla -0.25 a 0.75

• *Zobrazení v pohyblivé řádové čárce (float) IEEE 754*

$$F = s * M \times 2^E$$

Forma : $M = 1.xxxxxxxx$

Exponent : E kód s posunutou nulou => tj. při zápisu/čtení nutno přičítat / odečítat číslo 7F/3FF pro zobrazení v jednoduché/dvojitě přesnosti.

- jednoduchá přesnost (single precision) 32bitů – S, E 8 bitů, M 23 bitů
- dvojitá přesnost (double precision) 64 bitů – S, E 11 bitů, M 52 bitů

Převěďte na desítkový tvar čísla (float, single precision):

- 1) $F = 41480000 H$
- 2) $F = C1480000 H$
- 3) $F = BEA00000 H$

Převěďte v Matlabu binární výpis Ludolf. čísla na dekadické (s přesností 2^{-4}).