

Negatiivsete kahendarvude esitus

- märk-ja-(abs.)väärtus (sign-and-magnitude)
- täiendkood (two's complement)
- pöördkood (one's complement)

Märk-ja-väärtus kood

+/-	a ₆	a ₅	a ₄	a ₃	a ₂	a ₁	a ₀
0	0	1	1	0	1	1	1
1	0	1	1	0	1	1	1

Diapasoon: $-(2^{n-1} - 1)$ kuni $+(2^{n-1} - 1)$

Aritmeetika: liitmis/lahutamis-algoritm

- samamärgilistel väärtused liituvad;
- erimärgilistel on vaja väärtusi võrrelda:
 - - võrdsed väärtused $\rightarrow res=0$;
 - - erinevad väärtused \rightarrow lahutada suuremast väiksem;

Algoritm AGS kujul (vt. järgmine kile)

Korrutamine/jagamine - märk aritmeetika reeglitega; väärtus tavalise kahendtehtega.

Näited:

A=19 ; B=13 A +/-/*/: B

Täiendkood (täiend aluse suhtes)

Moodularvutus:

$$a = A \pmod{m}$$

$$(A-a)/m = \text{täisarv}$$

$$\text{Erijuht: } A < 0 \quad |A| < m \quad a > 0$$

$$(A-a)/m = -1$$

$$A-a=-m$$

$$a=m+A$$

$$a=m - |A|$$

Täiendkood 10-süsteemis

$$\text{Mod}=10\,000$$

$$\begin{array}{rcl} - & 0153 & \Rightarrow 9847 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} + & 0176 & \Rightarrow 0176 \end{array}$$

$$(1)0023$$

$$\begin{array}{rcl} + & 0153 & \Rightarrow 0153 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} - & 0176 & \Rightarrow 9824 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9977 \\ - 0023 \end{array}$$

- 0153 \Rightarrow 9847
 - 0176 \Rightarrow 9824

(1)9671
 0329

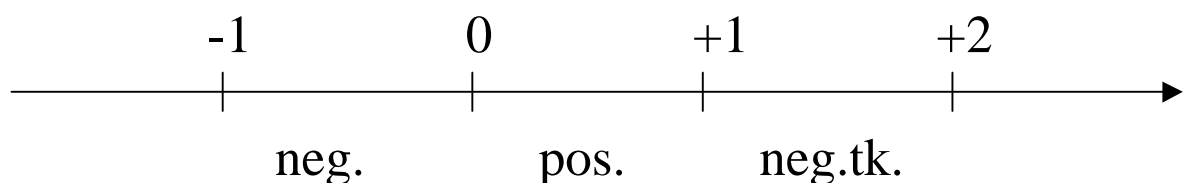
Moodul: 2^k

- murdarvud $(-1) \leq x \leq (1-2^{-m})$

+/-	a_{-1}	a_{-2}	a_{-3}	a_{-m+1}	a_{-m}
-----	----------	----------	----------	-------	------------	----------

moodul = 2

$x_t = 2 - |x|$ - täiendkood murdarvude jaoks



Positiivsed arvud:

0,000....00 - min
 0,111....11 - max
 1,111....11 - min
 1,000....00 - max

Täiendkoodi leidmine:

1. täiendkoodi valem
2. pöördkood + 1 nooremaste järku

3. nooremad järgud samaks kuni esimese üheni (k.a.), vanemad järgud pöördkoodi

$$(x_t)_t = 2 - |x_t| = 2 - |2 - |x|| = |x|$$

Summeerimine & ületäitumise probleemid

- ülekaned märgijärku ja sealt välja
- samamärgilised arvud

$$\begin{array}{r} 0,0101 \quad (5/16) \\ + \quad 0,1001 \quad (9/16) \\ \hline 0,1110 \quad (14/16) \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,1010 \quad (-6/16) \\ + \quad 1,1001 \quad (-7/16) \\ \hline (1)1,0011 \quad (-13/16) \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,0110 \quad (-10/16) \\ + \quad 1,0010 \quad (-14/16) \\ \hline (1)0,1000 \quad (-24/16) \end{array}$$

- erimärgilised arvud

$$\begin{array}{r} 0,0101 \quad (5/16) \\ + \quad 1,0010 \quad (-14/16) \\ \hline 1,0111 \quad (-9/16) \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 1,1011 \quad (-5/16) \\
 + \quad 0,1110 \quad (14/16) \\
 \hline
 (1)0,1001 \quad (9/16)
 \end{array}$$

Seega: mõlemad ülekanDED =1 või =0 - OK
 ülekanDED erinevad - ületäitumine

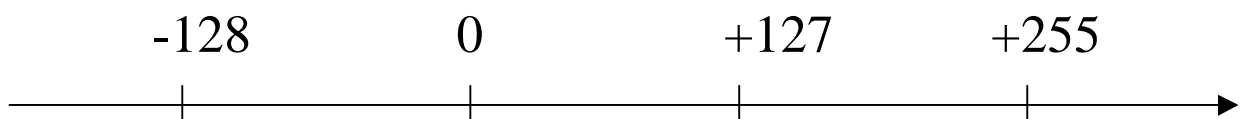
Täisarvude puhul:

+/-	a ₆	a ₅	a ₄	a ₃	a ₂	a ₁	a ₀
0	0	1	1	0	1	1	1
1	1	0	0	1	0	0	1

mod = 2^8

Diapasioon : $(-2^7) \rightarrow (2^7 - 1)$, kokku 2^8 vektorit

$$\begin{array}{r}
 + \quad 19 \quad 00010011 \\
 - \quad 19 \quad 11101101 \\
 + \quad 36 \quad 00100100 \\
 \hline
 (1) \quad 00010001
 \end{array}$$

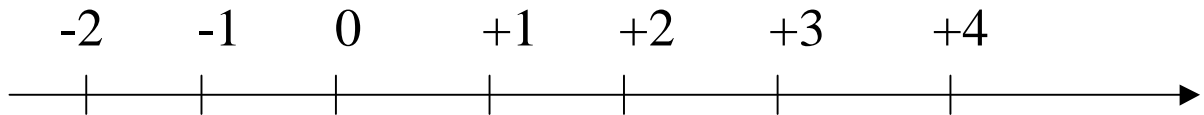


Näide: $-39 + (-51)$

Laiendatud (modifitseeritud) täiendkood

Murdarvud:

mod=4



00, - norm. pos. arvud

01, - ÜT pos. arvud

11, - norm. neg. arvud

10, - ÜT neg arvud

$$\begin{array}{r} 11,0110 \quad (-10/16) \\ + \quad 11,0010 \quad (-14/16) \end{array}$$

$$(1)10,1000 \quad (-24/16)$$

$$\begin{array}{r} 11,1011 \quad (-5/16) \\ + \quad 00,1110 \quad (14/16) \end{array}$$

$$(1)00,1001 \quad (9/16)$$

Täisarvud:

+/-	+/-	a ₅	a ₄	a ₃	a ₂	a ₁	a ₀
0	0	1	1	0	1	1	1
1	1	0	0	1	0	0	1

0...63 - pos.arvud

64 ... 127 - ÜT pos.arvud

128 ... 191 - ÜT neg.arvud

192 ... 255 - neg.arvud

Näited:

-21 + 57

-21 - 57

+21 - 57

Pöördkood (one's complement)

Murdarvud:

$$x_p = 2 - 2^{-m} - |x|$$

$$x_p = x_t - 2^{-m}$$

$$x_p = 2 - 2^{-m} - |x_1| + 2 - 2^{-m} - |x_2| = 2 + 2 - |x_1 + x_2| - 2 * 2^{-m}$$

Ringülekande kasutamine korrektsiooniks.

$$(-38/64) + (-24/64) = -0,100110 + (-0,011000)$$

1	0	1	1	0	0	1
1	1	0	0	1	1	1
<hr/>						
(1)1	0	0	0	0	0	0
						+1
<hr/>						
1	0	0	0	0	0	1

$$(-38/64) + (24/64) = -0,100110 + (0,011000)$$

1	0	1	1	0	0	1
0	0	1	1	0	0	0
1	1	1	0	0	0	1

$$(38/64) + (-24/64) = 0,100110 + (-0,011000)$$

0	1	0	0	1	1	0
1	1	0	0	1	1	1
(1)0	0	0	1	1	0	1
						+1
0	0	0	1	1	1	0

$$x_p = x_1 + 2 - 2^{-m} - |x_2| = 2 + x_1 - |x_2| - 2^{-m}$$

Täisarvud

$$x_p = 2^n - 1 - |x|$$

$$x_p = 2^n - 1 - |x_1| + 2^n - 1 - |x_2| = 2 * 2^n - |x_1 + x_2| - 2$$

Korrata näited täiendkoodi teemast

Näide

$$n=6$$

$$-22 + 28$$

64	32	16	8	4	2	1
1	1	0	1	0	0	1
0	0	1	1	1	0	0
(1)0	0	0	0	1	0	1
					+	1
				1	1	0

Laiendatud (modifitseeritud) pöördkood

$$x_p = 4 - 2^{-m} - |x|$$

$$x_p = x_t - 2^{-m}$$

Täiend- ja pöördkoodis esitatud arvude nihutamine

Vasakule nihutamine: $\ast 2$ ($\ast 2^k$)

Paremale nihutamine: $:2$ ($: 2^k$)

$$x_t = 2 - |x| \quad (\leftarrow 1)$$

$$2 \ast x_t = (2) + 2 - |2 \ast x|$$

$$x_t = 2 - |x| \quad (\rightarrow 1)$$

$$0,5 \ast x_t = 1 - |x/2| \quad \text{parandus märgibitti}$$

$$x_p = 4 - 2^{-m} - |x| \quad (\leftarrow 1)$$

$$2 \ast x_p = (4) + 4 - 2 \ast 2^{-m} - |2 \ast x| \quad \text{ringülekanne}$$

$$x_p = 4 - 2^{-m} - |x| \quad (\rightarrow 1)$$

$$0,5 \ast x_p = 4/2 - 2^{-m-1} - |0,5 \ast x| =$$

$$= 4/2 - 2^{-m} + 2^{-m-1} - |0,5 \ast x| \quad \text{parandus märgibitti}$$

Näide:

$$A=+36 \quad B=-6 \quad (1/4)*A + 8*B \quad (9-48)$$

A	0	1	0	0	1	0	0
B	1	1	1	1	0	0	1
1/4*A	0	0	0	1	0	0	1
8*B	1	0	0	1	1	1	1
-39	1	0	1	1	0	0	0
-39	-	1	0	0	1	1	1