

Kódolás

Az információ kódolása

- Kódolás – közölnivalónknak a szokásostól eltérő ábrázolása, kifejezési formája. Információ tárolása számítógépen – a gép számára érthető, olvasható formában kell megadni. A gépek stabilan csak két állapotot tudnak tárolni – a számítógépnek szánt információt két jelből álló, bináris kódkészlettel kell kifejezni.

Kódolás

- $S = \{s_1, s_2, \dots, s_p\}$ – az elsődleges szimbólumok halmaza.
- $A = \{a_1, a_2, \dots, a_q\}$ – a kódok ábécéje, elemei a „betűk”.
- $A^n = A \times A \times \dots \times A = \{w \mid w = a_1 a_2 a_3 \dots a_n, a_j \in A, j = 1, n\}$ – az összes n hosszúságú, A elemeiből képzett szavak halmaza.
- $A^+ = A \cup A^2 \cup A^3 \cup \dots \cup A^n$ – az A -n képezhető összes szavak halmaza.
- *Kód* – $C : S \rightarrow A^+$ injektív leképezés.
- C injektív: $C(s_k) = C(s_l) \Rightarrow s_k = s_l$.
- *Egyenletes kód* – $C : S \rightarrow A^n$ injektív függvény (az összes kódszó n hosszúságú).

Kódolás

Példák:

A 0-9 számjegyek bináris ábrázolása *egyenletes kód*.

$$S = \{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9\}, \quad A = \{0,1\}, \quad n = 4,$$

$$C(0) = 0000, \quad C(1) = 0001, \quad C(2) = 0010, \quad \dots, \quad C(9) = 1001.$$

A Morse ábécé *nem egyenletes*.

$$S = \{\text{kisbetűk, számjegyek, különleges jelek}\}$$

$$A = \{\bullet \text{ (ti)}, \text{—} \text{ (tá)}\}$$

$$C(e) = \bullet, \quad C(a) = \bullet \text{—}, \quad C(s) = \bullet \bullet \bullet, \quad C(b) = \text{—} \bullet \bullet \bullet,$$

$$C(\acute{e}) = \bullet \bullet \text{—} \bullet \bullet, \text{ stb.}$$

Dekódolás

- $C : S \rightarrow A^+$ injektív függvény $\Rightarrow C : S \rightarrow C(S) \subseteq A^+$ bijektív.
- C inverz függvénye $C^{-1} : C(S) \rightarrow S$.
- $w \in A^+$ kódszó – határozzuk meg $s \in S$ -et úgy, hogy $C(s) = w$, vagy azt a választ kapjuk, hogy nem létezik ilyen s .
- Az egyenletes kódok dekódolása egyszerű.
- A nem egyenletes kódok esetén külön elválasztási szimbólumra lehet szükség két egymásután következő $C(s_1)$ és $C(s_2)$ sorozat között
- Egyes nem egyenletes kódok elválasztási szimbólum nélkül is dekódolhatók.
- Egy C kód *egyértelműen dekódolható függvény*, ha bármely két S -beli s_i és s_j szimbólumra a $C(s_i)$ és $C(s_j)$ kódszakaszok egyike sem előtagja a másiknak.

Dekódolás

Példa:

Nem egyenletes kód, amely esetén nincs szükség elválasztási szimbólumra a dekódolásnál.

$$S = \{0, 1, 2, \dots, 9\} \text{ és } A = \{1, 2, 3\}$$

$C(0) = 11$
$C(1) = 12$
$C(2) = 212$
$C(3) = 222$
$C(4) = 31$
$C(5) = 321$
$C(6) = 322$
$C(7) = 211$
$C(8) = 3321$
$C(9) = 3312$

$$C(2004) = 212111131, C(1848) = 123321313321$$

Adatábrázolás a számítógépben

- A kódolás alapja a kettes számrendszer
- Minden elem ugyanannyi bináris számjegyet tartalmaz.

Alfanumerikus adatok ábrázolása

ASCII (American Standard Code for Information Interchange)

- Eredetileg 7 bites kód
- 8 bites változat – kiterjesztett ASCII kód
- 0 – 1F vezérlő karakterek
 - pl. 0A – LF 07 – BEL 1B – ESC
 - 0D – CR 08 – BS
- 20 – 2F speciális karakterek
 - pl. 20 – szóköz
- 30 – 39 számjegyek „0” – „9”
- 41 – 5A „A” – „Z”
- 61 – 7A „a” – „z”
- 80 – FF különböző, a kiválasztott készlet szerint
 - pl. 160 – „á” 130 – „é”

ASCII

0		24	↑	48	0	72	H	96	`	120	x	144	É	168	¿	192	L	216	±	240	≡
1	⊙	25	↓	49	1	73	I	97	a	121	y	145	æ	169	⌈	193	┌	217	⌋	241	±
2	⊗	26	→	50	2	74	J	98	b	122	z	146	Æ	170	└	194	└	218	┌	242	≧
3	♥	27	←	51	3	75	K	99	c	123	{	147	ô	171	½	195	└	219	■	243	≦
4	♦	28	└	52	4	76	L	100	d	124	|	148	ö	172	¼	196	└	220	■	244	∫
5	♣	29	+	53	5	77	M	101	e	125	}	149	ò	173	¾	197	└	221	┌	245	∫
6	♠	30	▲	54	6	78	N	102	f	126	~	150	û	174	«	198	└	222	┌	246	÷
7		31	▼	55	7	79	O	103	g	127	Δ	151	ù	175	»	199	└	223	■	247	∫
8		32		56	8	80	P	104	h	128	Ç	152	ÿ	176	⋮	200	└	224	α	248	°
9		33	!	57	9	81	Q	105	i	129	ü	153	ÿ	177	▨	201	└	225	β	249	·
10		34	"	58	:	82	R	106	j	130	é	154	Ü	178	▩	202	└	226	Γ	250	·
11	♂	35	#	59	;	83	S	107	k	131	â	155	ç	179	▪	203	└	227	Π	251	√
12	♀	36	\$	60	<	84	T	108	l	132	ä	156	£	180	▫	204	└	228	Σ	252	n
13		37	%	61	=	85	U	109	m	133	à	157	¥	181	▬	205	└	229	σ	253	²
14	♫	38	&	62	>	86	U	110	n	134	ä	158	₣	182	▮	206	└	230	μ	254	■
15	⊗	39	'	63	?	87	W	111	o	135	ç	159	ƒ	183	▯	207	└	231	γ	255	a
16	▶	40	(	64	@	88	X	112	p	136	ê	160	á	184	▰	208	└	232	ϕ		
17	◀	41	)	65	A	89	Y	113	q	137	ë	161	í	185	▱	209	└	233	θ		
18	↕	42	*	66	B	90	Z	114	r	138	è	162	ó	186	▲	210	└	234	Ω		
19	!!	43	+	67	C	91	[	115	s	139	ï	163	ú	187	△	211	└	235	δ		
20	¶	44	,	68	D	92	\	116	t	140	î	164	ñ	188	▴	212	└	236	ω		
21	§	45	-	69	E	93	]	117	u	141	ì	165	Ñ	189	▵	213	└	237	∅		
22	■	46	.	70	F	94	^	118	v	142	ï	166	ä	190	▾	214	└	238	ε		
23	↕	47	/	71	G	95	_	119	w	143	ÿ	167	ø	191	▿	215	└	239	∩		

Unicode

- megfeleltetés nem byte-ok és karakterek között, hanem nemnegatív egész számok és karakterek között
- különböző nyelvekben, szakterületeken használt összes karakter egységes kódolása
- kezdetben 2^{16} karakter (2 byte), nem elegendő
- 2^{32} karakter, valószínűleg 2^{21} elegendő
- nem ad útmutatást az ábrázolásra, csak a kódokat adja meg

Bővebb információ:

<http://www.unicode.org/>

Néhány karakter Unicode kódja

á	U+00E1	Á	U+00C1	ă	U+0103	Ă	U+0102
é	U+00E9	É	U+00C9	â	U+00E2	Â	U+00C2
í	U+00ED	Í	U+00CD	î	U+00EE	Î	U+00CE
ó	U+00F3	Ó	U+00D3	ș	U+015F	Ș	U+015E
ö	U+00F6	Ö	U+00D6	ț	U+0163	Ț	U+0162
ő	U+0151	Ő	U+0150				
ú	U+00FA	Ú	U+00DA				
ü	U+00FC	Ü	U+00DC				
ű	U+0171	Ű	U+0170				
„	U+201E	”	U+201D				
–	U+2013						

The Unicode Character Code Charts By Script

[SYMBOLS AND PUNCTUATION](#) | [NAME INDEX](#) | [HELP AND LINKS](#)

European Alphabets	African Scripts	Indic Scripts	East Asian Scripts	Central Asian Scripts
(see also Comb. Marks)	Ethiopic	Bengali	Han Ideographs	Kharoshthi
Armenian	Ethiopic	Devanagari	Unified CJK Ideographs (5MB)	Mongolian
Armenian	Ethiopic Supplement	Gujarati	CJK Ideographs Ext. A (2MB)	Phags-Pa
Armenian Ligatures	Ethiopic Extended	Gurmukhi	CJK Ideographs Ext. B (13MB)	Tibetan
Coptic	Other African scripts	Kannada	Compatibility Ideographs (.5MB)	
Coptic	N'Ko	Limbu	... Supplement (.5MB)	
Coptic in Greek block	Tifinagh	Malayalam	Kanbun	

Cyrillic	Middle Eastern Scripts	<u>Oriya</u>	(see also <u>Unihan Database</u>)	Ancient Scripts
<u>Cyrillic</u>	Arabic	<u>Sinhala</u>	Radicals and Strokes	Ancient Greek
<u>Cyrillic Supplement</u>	<u>Arabic</u>	<u>Syloti Nagri</u>	<u>CJK Radicals</u>	<u>Ancient Greek Numbers</u>
Georgian	<u>Arabic Supplement</u>	<u>Tamil</u>	<u>KangXi Radicals</u>	<u>Ancient Greek Musical</u>
<u>Georgian</u>	<u>Arabic Presentation Forms A</u>	<u>Telugu</u>	<u>CJK Strokes</u>	Cuneiform
<u>Georgian Supplement</u>	<u>Arabic Presentation Forms B</u>		<u>Ideographic Description</u>	<u>Cuneiform</u>
Greek	Hebrew	Philippine Scripts	Chinese-specific	<u>Cuneiform Numbers</u>
<u>Greek</u>	<u>Hebrew</u>	<u>Buhid</u>	<u>Bopomofo</u>	<u>Old Persian</u>
<u>Greek Extended</u>	<u>Hebrew Presentation Forms</u>	<u>Hanunoo</u>	<u>Bopomofo Extended</u>	<u>Ugaritic</u>

(see also Ancient Greek)	Syriac	<u>Tagalog</u>	Japanese-specific	Linear B
Latin	<u>Syriac</u>	<u>Tagbanwa</u>	<u>Hiragana</u>	<u>Linear B Syllabary</u>
<u>Basic Latin</u>	Thaana		<u>Katakana</u> ,	<u>Linear B Ideograms</u>
<u>Latin-1</u>	<u>Thaana</u>	South East Asian	<u>Katakana Phonetic Ext.</u>	Other Ancient Scripts
<u>Latin Extended A</u>	American scripts	<u>Buginese</u>	<u>Halfwidth Katakana</u>	<u>Aegean Numbers</u>
<u>Latin Extended B</u>	<u>Canadian Syllabics</u>	<u>Balinese</u>	Korean-specific	<u>Counting Rod Numerals</u>
<u>Latin Extended C</u>	<u>Cherokee</u>	<u>Khmer</u>	<u>Hangul Syllables</u> (4MB)	<u>Cypriot Syllabary</u>
<u>Latin Extended D</u>	<u>Deseret</u>	<u>Khmer Symbols</u>	<u>Hangul Jamo</u>	<u>Gothic</u>
<u>Latin Extended Additional</u>	Other Scripts	<u>Lao</u>	<u>Hangul Compatibility Jamo</u>	<u>Old Italic</u>
<u>Latin Ligatures</u>	<u>Shavian</u>	<u>Myanmar</u>	<u>Halfwidth Jamo</u>	<u>Ogham</u>
<u>Fullwidth Latin Letters</u>	<u>Osmanya</u>	<u>New Tai Lue</u>	Yi	<u>Runic</u>
<u>Small Forms</u>	<u>Glagolitic</u>	<u>Tai Le</u>	<u>Yi</u> (.6MB)	<u>Phoenician</u>
(see also Phonetic Symbols)		<u>Thai</u>	<u>Yi Radicals</u>	

Code Charts for Symbols and Punctuation

[SCRIPT CHARTS](#) | [NAME INDEX](#) | [HELP AND LINKS](#)

Punctuation	Mathematical Symbols	Symbols	Private Use
General Punctuation	Numbers and Digits	Miscellaneous Symbols	Private Use Area
ASCII Punctuation	(see also specific scripts)	Dingbats	Suppl. Private Use Area A
Latin-1 Punctuation	ASCII Digits	Miscellaneous Symbols	Suppl. Private Use Area B
General Punctuation	Fullwidth ASCII Digits	Tai Xuan Jing Symbols	Surrogates
Supplemental Punctuation	Number Forms	Yijing Hexagrams	High Surrogates
CJK Punctuation	Super and Subscripts	Braille Patterns	High Private Use Surrogates
CJK Punctuation	Letterlike Symbols	Musical Notation	Low Surrogates
Fullwidth ASCII Punctuation	Letterlike Symbols	Ancient Greek Musical...	Noncharacters in Charts
Vertical Forms	Math Alphanumeric Symbols	Byzantine Musical Symbols	Reserved range
Enclosed and Square	Arrows and Operators	Western Musical Symbols	At End of BMP
Enclosed Alphanumerics	Arrows	Currency Symbols	At End of Plane 1
... CJK Letters and Months	Mathematical Operators	(see also specific scripts)	At End of Plane 2
CJK Compatibility	Suppl. Math Operators	Dollar Sign , Euro Sign	At End of Plane 3

(see also Letterlike Symbols)	<u>Misc. Math Symbols A</u>	<u>Yen, Pound and Cent</u>	<u>At End of Plane 4</u>
Combining Diacritical Marks	<u>Misc. Math Symbols B</u>	<u>Currency Symbols</u>	<u>At End of Plane 5</u>
<u>Combining Diacritical Marks</u>	<u>Supplemental Arrows A</u>	<u>Fullwidth Currency Symbols</u>	<u>At End of Plane 6</u>
<u>... for Symbols</u>	<u>Supplemental Arrows B</u>	<u>Mark and Pfennig (historic)</u>	<u>At End of Plane 7</u>
<u>... Supplement</u>	<u>Misc. Symbols and Arrows</u>	<u>Rial Sign</u>	<u>At End of Plane 8</u>
<u>Combining Half Marks</u>	Geometrical Symbols	Specials	<u>At End of Plane 9</u>
Phonetic Symbols	<u>Geometrical Shapes</u>	<u>Controls: C0, C1</u>	<u>At End of Plane 10</u>
<u>IPA Extensions</u>	<u>Box Drawing</u>	<u>Layout Controls</u>	<u>At End of Plane 11</u>
<u>Phonetic Extensions</u>	<u>Block Elements</u>	<u>Invisible Operators</u>	<u>At End of Plane 12</u>
<u>Phonetic Extensions Supplement</u>	Technical Symbols	<u>Specials</u>	<u>At End of Plane 13</u>
<u>Modifier Tone Letters</u>	<u>Control Pictures</u>	<u>Tags</u>	<u>At End of Plane 14</u>
<u>Spacing Modifier Letters</u>	<u>Miscellaneous Technical</u>	<u>Variation Selectors</u>	<u>At End of Plane 15</u>
(see also Super and Subscript)	<u>OCR</u>	<u>Variation Selectors Supplement</u>	<u>At End of Plane 16</u>

UTF-8

- Unicode ábrázolásmódja
- egy karakter kódja változó hosszúságú lehet (max. 6 byte)
- az ASCII karakterek kódja 1 byte, megegyezik az ASCII kóddal (<128)
- 128-nál nagyobb vagy egyenlő kódú Unicode karaktereket több 128-nál nagyobb byte ábrázol

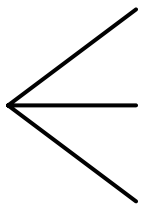
Unicode érték

UTF-8 bytesorozat

Unicode érték				UTF-8 bytesorozat			
				1. byte	2. byte	...	
				7	0 7	0	...
30			0	<->	0xxxxxxx		
00000000	00000000	00000000	0xxxxxxx	<->	0xxxxxxx		
00000000	00000000	00000xxx	xxxxxxx	<->	110xxxx	10xxxxx	
00000000	00000000	xxxxxxx	xxxxxxx	<->	1110xxxx	10xxxxx	10xxxxx
00000000	000xxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	<->	11110xxx	10xxxxx	10xxxxx 10xxxxx
.....							

Számok ábrázolása

Fixpontos ábrázolás

- a törtrészt jelölő képzeletbeli vessző 
 - az utolsó bit után – egész számok
 - az első bit előtt
 - az utolsó n bit előtt
- nincs kerekítés

Lebegőpontos ábrázolás

- kerekített értékek
- nagy ábrázolható számtartomány

Fixpontos ábrázolás

- a kódszó hossza adott (általában szóhossz)
- az első bit előjelbit (0 pozitív, 1 negatív)
- a törtrészt jelző pont nem szerepel az ábrázolásban, helye fix

Fixpontos ábrázolás – $|x| < 1$, 2-es számrendszerben

Direkt kód

$$[x]_D = \begin{cases} x & , \text{ ha } x \geq 0 \\ 1 - x & , \text{ ha } x \leq 0 \end{cases}$$

Inverz kód

$$[x]_I = \begin{cases} x & , \text{ ha } x \geq 0 \\ (10)_2 - (10)_2^{-n+1} + x & , \text{ ha } x < 0 \end{cases}$$

Komplementer kód

$$[x]_C = \begin{cases} x & , \text{ ha } x \geq 0 \\ (10)_2 + x & , \text{ ha } x < 0 \end{cases}$$

(n a törtrész számjegyeinek száma).

Fixpontos ábrázolás – $|x| < 1$

Megjegyzések:

– ha $x \geq 0$: $[x]_D = [x]_I = [x]_C$

– ha $x < 0$, $x = -0, x_{-1}x_{-2} \dots x_{-n}$:

$$[x]_D = 1, x_{-1}x_{-2} \dots x_{-n}$$

$$[x]_I = 1, \bar{x}_{-1}\bar{x}_{-2} \dots \bar{x}_{-n}$$

$$[x]_C = 1, \bar{x}_{-1}\bar{x}_{-2} \dots \bar{x}_{-n} + \underbrace{0.0 \dots 01}_n$$

$$, \text{ ahol } \bar{x}_i = \begin{cases} 1, & \text{ha } x_i = 0 \\ 0, & \text{ha } x_i = 1 \end{cases}.$$

– direkt kód:

– különböző ábrázolás $+0$, illetve -0 ;

– összeadás algoritmusban külön kell tárgyalni előjel szerint a lehetséges eseteket;

– inverz kód:

– összeadás algoritmusban külön kell tárgyalni előjel szerint a lehetséges eseteket;

Összeadás komplementer kódban

Definíció

Legyen $a, b \in [0, (10)_2)$ (komplementer kódok)

$$a \oplus b = \begin{cases} a + b & , \text{ ha } a + b < (10)_2 \\ a + b - (10)_2 & , \text{ ha } a + b \geq (10)_2 \end{cases}$$

Tétel

Legyen $x, y \in (-1, 1)$. Akkor

$$[x]_c \oplus [y]_c = [x + y]_c$$

Bizonyítás

a. $x, y \geq 0 \Rightarrow x + y \geq 0$ ($x + y < 1$, ha nincs túlcsordulás)

$$[x]_c \oplus [y]_c = x + y = [x + y]_c$$

b. $x \geq 0, y < 0, x + y \geq 0 \Rightarrow x + y + (10)_2 \geq 10$

$$[x]_c \oplus [y]_c = x + (10)_2 + y - (10)_2 = x + y = [x + y]_c$$

c. $x \geq 0, y < 0, x + y < 0 \Rightarrow x + y + (10)_2 < 10$

$$[x]_c \oplus [y]_c = x + (10)_2 + y = (10)_2 + (x + y) = [x + y]_c$$

d. $x < 0, y < 0 \Rightarrow x + y < 0$ ($|x + y| < 1$, ha nincs túlcsordulás)

$$[x]_c \oplus [y]_c = (10)_2 + x + (10)_2 + y - (10)_2 = (10)_2 + (x + y) = [x + y]_c$$

Egész számok ábrázolása – komplementer kód

n bináris számjegy ($n \in \{8, 16, 32\}$)

$$x \in \mathbf{Z}, \quad |x| < 2^{n-1}$$

$$[x]_c = \begin{cases} x & , \text{ ha } x \geq 0 \\ (10)_2^n + x & , \text{ ha } x < 0 \end{cases}$$

Túlcsordulás összeadásnál

Az összeadás eredménye helyes, ha bináris ábrázolásban:

- nincs átvitel az előjelbitre és nincs kifutó bit
- van átvitel az előjelbitre és van kifutó bit

Példák – 8 bites ábrázolás

$$10 = 00001010_2$$

$$[-10]_C = (10_2)^8 - 00001010_2 = 100000000_2 - 00001010_2 = 11110110_2$$

egyszerűbben:

00001010 bitenként invertáljuk

11110101+ hozzáadunk 1-et

$$\begin{array}{r} 11110101+ \\ \underline{\quad\quad\quad 1} \\ 11110110 \end{array}$$

$$-10 + (-7)$$

$$-15 + 7$$

$$65+70$$

$$11110110+$$

$$11110001+$$

$$01000001+$$

$$\underline{11111001}$$

$$\underline{00000111}$$

$$\underline{01000110}$$

$$1|11011111$$

$$11111000$$

$$10000111$$

túlcsordulás

Valós számok lebegőpontos ábrázolása (1)

– $\forall x \in \mathbb{R} \quad x \neq 0 \quad x = \pm m \times 10^k$, ahol m – mantissza, k – exponens

– normalizált alak egység alatti mantisszával: $\frac{1}{10} \leq m < 1$

– kettes számrendszerben normalizált alak: $x = (-1)^s \cdot 1, m_2 \cdot 10_2^k$

Példa: $128,25_{10} = 10000000,01_2 = 1,000000001_2 \cdot (2^7)_{10}$

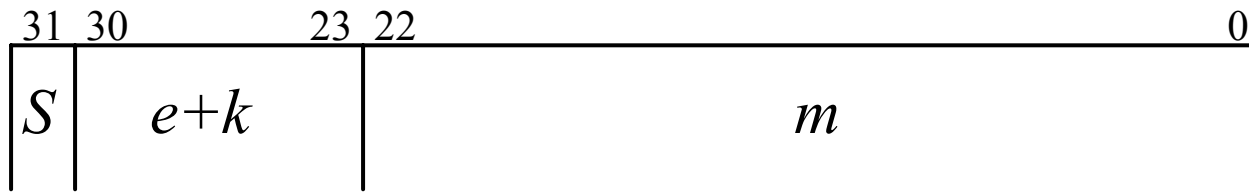
$0,375_{10} = 0,011_2 = 1,1_2 \cdot (2^{-2})_{10}$

Valós számok lebegőpontos ábrázolása (2)

- két előjel szerepel: a szám illetve a kitevő előjele
- a kitevőt *eltolt nullapontú* formában ábrázoljuk, azaz az ábrázolható legkisebb értéket tekintjük nullának
- ábrázolandó: előjel, eltolt kitevő, mantissza
- minden formátumra jellemző az e eltolás értéke
- általános alakban az $x = (-1)^S \cdot 1, m_2 \cdot 10_2^k$:

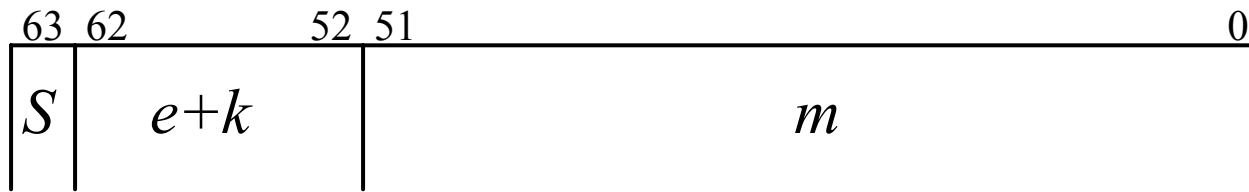
S	$e+k$	m
-----	-------	-----

Egyszerű pontosság – single



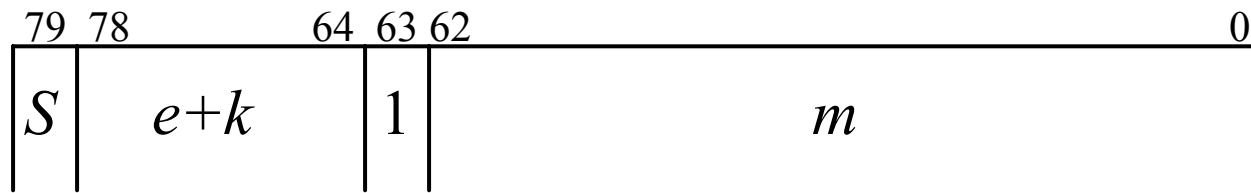
- 4 byte
- $e = 127_{10} = 0111\ 1111_2$
- értékes tízes alapú számjegyek száma = 6
- legkisebb ábrázolható tízes hatvány: -37
- legnagyobb ábrázolható tízes hatvány: 38

Dupla pontosság – double



- 8 byte
- $e = 1023_{10} = 011\ 1111\ 1111_2$
- értékes tízes alapú számjegyek száma = 15
- legkisebb ábrázolható tízes hatvány: -307
- legnagyobb ábrázolható tízes hatvány: 308

Kiterjesztett pontosság – extended



- 10 byte
- $e = 16383_{10} = 011\ 1111\ 1111\ 1111_2$
- értékes tízes alapú számjegyek száma = 19
- legkisebb ábrázolható tízes hatvány: -4931
- legnagyobb ábrázolható tízes hatvány: 4932

Megjegyzések

- a legkisebb és a legnagyobb exponenst hibakezelésre használja, ezért $-126 \leq k \leq 127$
- az egyszerű és dupla pontosságú formátumnál az egészeket jelentő 1-es bitet nem ábrázoljuk

Példák – 4 byte-os ábrázolás

1. $-128,25_{10} = -10000000,01_2 = -1,000000001_2 \cdot (2^7)_{10}$

$$S = 1$$

$$k = 7$$

$$e + k = 127_{10} + 7_{10} = 134_{10} = 1000\ 0110_2$$

11000011 00000000 01000000 00000000 azaz C3004000

2. $0,375_{10} = 0,011_2 = 1,1_2 \cdot (2^{-2})_{10}$

$$S = 0$$

$$k = -2$$

$$e + k = 127_{10} - 2_{10} = 125_{10} = 0111\ 1101_2$$

00111110 11000000 00000000 00000000 azaz 3EC00000

Egész számok – BCD formátum

- BCD – Binary Coded Decimal
- minden 10-es számrendszerbeli számjegyet 4 biten ábrázolunk
- a koprocesszor BCD formátuma:
 - 10 byte
 - 1. byte előjel (1000 0000 negatív, 0000 0000 pozitív)
 - 18 számjegy