



erasmus

HOGESCHOOL BRUSSEL

IT Essentials:

Deel I: Getalrepresentaties en schakelingen
1: Talstelsels en codesystemen

INHOUD

- Talstelsels
- Voorstelling in de computer
- Bewerking op binaire getallen
- Symbolen / characters
- Audio / video

TALSTELSELS

- Decimaal
 - Grondtal 10 = aantal cijfers/symbolen
 - Getallen worden weergegeven in (veelvouden van) machten van 10:
1 (10^0), 10 (10^1), 100 (10^2), 1000 (10^3), ...
 - Tellen: 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9
 - 15648
 - = $(1 \times 10^4) + (5 \times 10^3) + (6 \times 10^2) + (4 \times 10^1) + (8 \times 10^0)$
 - = 10000 + 5000 + 600 + 40 + 8
 - Positioneel talstelsel
 - Slecht formaat voor computers: 10 verschillende waarden: 0V, 1V, 2V, ..., 9V

TALSTELSELS

- Binair
 - “There’s 10 kinds of people:
those who know binary and those who don’t.”
 - Grondtal 2
 - Tellen: 0,1,10, 11, 100...
 - 11011_{bin}
 $= (1 \times 2^4) + (1 \times 2^3) + (0 \times 2^2) + (1 \times 2^1) + (1 \times 2^0)$
 $= 16 + 8 + 0 + 2 + 1$
 $= 27_{\text{dec}}$
 - Goed formaat voor computers
 - $0 \rightarrow 0V$
 - $1 \rightarrow 5V$

TALSTELSELS

- Hexadecimaal

- Grondtal 16

- Tellen: 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F

- 1A5B

$$= (1 \times 16^3) + (10 \times 16^2) + (5 \times 16^1) + (11 \times 16^0)$$

$$= 4096 + 2560 + 80 + 11$$

$$= 6747_{\text{dec}}$$

- Binair vereist veel symbolen voor kleine waarden: niet mensvriendelijk

- Hexadecimaal: eenvoudigere weergave

- Vb: mac adres: c0-ea-e4-69-96-5c =
110000001110101011100100011010011001011001011100

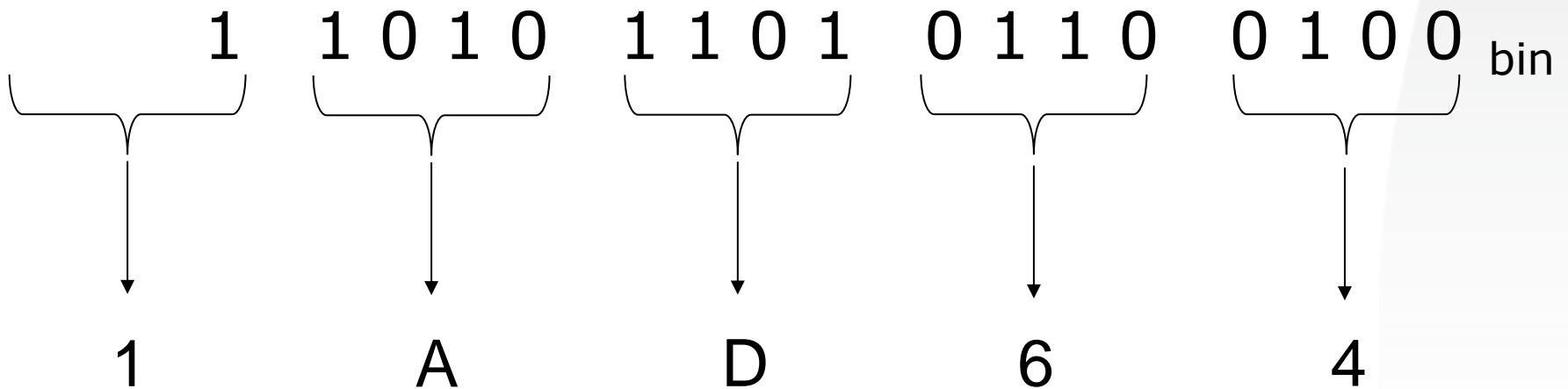
TALSTELSELS

- Relatie tussen binaire en hexadecimale schrijfwijze

0 _{dec}	0000 _{bin}	0 _{hex}
1 _{dec}	0001 _{bin}	1 _{hex}
2 _{dec}	0010 _{bin}	2 _{hex}
3 _{dec}	0011 _{bin}	3 _{hex}
4 _{dec}	0100 _{bin}	4 _{hex}
...		
13 _{dec}	1101 _{bin}	D _{hex}

TALSTELSELS

- Relatie tussen binaire en hexadecimale schrijfwijze



TALSTELSELS

- Conversie tussen decimaal en binair:
Decimaal → Binair
 - Met behulp van conversietabel
 - Tabel voor positieve getallen (positie 1 tot 8)

Positie in getal	8	7	6	5	4	3	2	1
Macht van 2	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
Waarde in decimaal	128	64	32	16	8	4	2	1

TALSTELSELS

- Conversie tussen decimaal en binair:
Decimaal → Binair
 - Met behulp van conversietabel
 - Tabel voor positieve getallen (positie 9 tot 16)

Positie in getal	16	15	14	13	12	11	10	9
Macht van 2	2^{15}	2^{14}	2^{13}	2^{12}	2^{11}	2^{10}	2^9	2^8
Waarde in decimaal	32768	16384	8192	4096	2048	1024	512	256

TALSTELSELS

- Conversie tussen decimaal en binair:
Decimaal → Binair
 - Met behulp van conversietabel
 - Tabel voor negatieve getallen (positie -8 tot 1)

Positie komma		,							
Positie in getal	1	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8
Macht van 2	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	2^{-4}	2^{-5}	2^{-6}	2^{-7}	2^{-8}
Waarde in decimaal	1	0,5	0,25	0,125	0,06	0,03	0,02	0,01	0

TALSTELSELS

- Conversie tussen decimaal en binair:
Decimaal → Binair
 - Met behulp van conversietabel
 - Samengestelde tabel (positie -8 tot 16)

Positie komma																	,									
Positie in getal	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8		
Macht van 2	2 ¹⁵	2 ¹⁴	2 ¹³	2 ¹²	2 ¹¹	2 ¹⁰	2 ⁹	2 ⁸	2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	2 ⁻¹	2 ⁻²	2 ⁻³	2 ⁻⁴	2 ⁻⁵	2 ⁻⁶	2 ⁻⁷	2 ⁻⁸		
	32768	16384	8192	4096	2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1	0,5	0,25	0,13	0,06	0,03	0,02	0,01	0		

TALSTELSELS

- **Oefening:** zet 35893_{dec} om naar binair
- **Oplossing:** $35893_{\text{dec}} = 1000110000110101_{\text{bin}}$

TALSTELSELS

- Conversie tussen decimaal en binair:
Binair → Decimaal
 - Met behulp van dezelfde conversietabel

TALSTELSELS

- **Oefening:** zet 110100100 om naar decimaal
- **Oplossing:** $110100100_{\text{bin}} \rightarrow 420_{\text{dec}}$

TALSTELSELS

- Conversie tussen decimaal en hexadecimaal:

Decimaal → hexadecimaal

- Met behulp van conversietabel

TALSTELSELS

Positie in getal	8		7		6		5		4		3		2		1	
Macht van 16	16 ⁷		16 ⁶		16 ⁵		16 ⁴		16 ³		16 ²		16 ¹		16 ⁰	
Waarde in decimaal	0	0 0	0	0 0	0	0 0	0	0 0	0	0 0	0	0 0	0	0 0	0	0
1	268435456	1	16777216	1	1048576	1	65536	1	4096	1	256	1	16	1	1	1
2	536870912	2	33554432	2	2097152	2	131072	2	8192	2	512	2	32	2	2	2
3	805306368	3	50331648	3	3145728	3	196608	3	12288	3	768	3	48	3	3	3
4	1073741824	4	67108864	4	4194304	4	262144	4	16384	4	1024	4	64	4	4	4
5	1342177280	5	83886080	5	5242880	5	327680	5	20480	5	1280	5	80	5	5	5
6	1610612736	6	100663296	6	6291456	6	393216	6	24576	6	1536	6	96	6	6	6
7	1879048192	7	117440512	7	7340032	7	458752	7	28672	7	1792	7	112	7	7	7
8	2147483648	8	134217728	8	8388608	8	524288	8	32768	8	2048	8	128	8	8	8
9	2415919104	9	150994944	9	9437184	9	589824	9	36864	9	2304	9	144	9	9	9
A	2684354560	A	167772160	A	10485760	A	655360	A	40960	A	2560	A	160	A	10	10
B	2952790016	B	184549376	B	11534336	B	720896	B	45056	B	2816	B	176	B	11	11
C	3221225472	C	201326592	C	12582912	C	786432	C	49152	C	3072	C	192	C	12	12
D	3489660928	D	218103808	D	13631488	D	851968	D	53248	D	3328	D	208	D	13	13
E	3758096384	E	234881024	E	14680064	E	917504	E	57344	E	3584	E	224	E	14	14
F	4026531840	F	251658240	F	15728640	F	983040	F	61440	F	3840	F	240	F	15	15

TALSTELSELS

- Conversie tussen decimaal en hexadecimaal:
Decimaal → hexadecimaal
 - Zoek het grootste getal in de tabel dat in het gegeven getal past
 - Trek dit getal af van het gegeven getal
 - Ga naar de volgende kolom, en zoek weer het grootste getal dat in het nieuwe getal past
 - Vervolg tot alle getallen zijn gevonden
 - Opm.: ook 0 staat in de kolom (gaat dus altijd!)

TALSTELSELS

- **Oefening:**
zet 12345_{dec} om naar het hexadecimale stelsel
- **Oplossing:** $12345_{\text{dec}} = 3039_{\text{hex}}$

TALSTELSELS

- Conversie tussen decimaal en hexadecimaal:
Hexadecimaal → Decimaal
 - Met behulp van dezelfde conversietabel
 - Voor elk cijfer in het hexadecimale getal:
 - Zoek de waarde op in de tabel
 - Tel alle gevonden waarden op

TALSTELSELS

- **Oefening:**
zet B6A6 om naar decimale stelsel
- **Oplossing:**
 $B6A6_{\text{hex}} = 46758_{\text{dec}}$

TALSTELSELS

- Oefeningen

1. Zet $2F3_{\text{hex}}$ om naar decimaal
2. Zet 1010011_{bin} om naar hexadecimaal
3. Zet 2872_{dec} om naar binair
4. Zet 1027_{dec} om naar hexadecimaal
5. Zet 100101_{bin} om naar decimaal

TALSTELSELS

- Oefeningen: oplossingen

1. = 755

2. = 53

3. = 101100111000

4. = 403

5. = 37

VOORSTELLING IN DE COMPUTER

- Bits, bytes, nibbles, ...
- 1 bit = elementje dat 0 of 1 kan zijn
 - cfr. schakelaar : aan of uit
- 1 byte = 8 bits (= 1 cel)
- 1 nibble = 4 bits
- 1 woord (Word) = 2 cellen (= 16 bits)
 - waarden van 0 tot 65535 met in totaal dus 65536 mogelijkheden (vergeet de 0 niet!)
- 1 dubbelwoord (Double word) = 4 cellen (32 bits)
- 1 quad word of qword = 8 cellen (64 bits)

VOORSTELLING IN DE COMPUTER

- Voor grote hoeveelheden worden bits en bytes vermenigvuldigd met (machten van) 1000 (SI) of 1024 (binair)

Veelvouden van bytes								
met SI-voorvoegsel				met binair voorvoegsel				afwijking tussen SI en binair
symbool	naam	voor- voegsel	waarde	symbool	naam	voor- voegsel	waarde	
KB	kilobyte	kilo	$1000^1 = 10^3$	KiB	kibibyte	kibi	$1024^1 = 2^{10}$	2,4%
MB	megabyte	mega	$1000^2 = 10^6$	MiB	mebibyte	mebi	$1024^2 = 2^{20}$	4,9%
GB	gigabyte	giga	$1000^3 = 10^9$	GiB	gibibyte	gibi	$1024^3 = 2^{30}$	7,4%
TB	terabyte	tera	$1000^4 = 10^{12}$	TiB	tebibyte	tebi	$1024^4 = 2^{40}$	10,0%
PB	petabyte	peta	$1000^5 = 10^{15}$	PiB	pebibyte	pebi	$1024^5 = 2^{50}$	12,6%
EB	exabyte	exa	$1000^6 = 10^{18}$	EiB	exbibyte	exbi	$1024^6 = 2^{60}$	15,3%
ZB	zettabyte	zetta	$1000^7 = 10^{21}$	ZiB	zebibyte	zebi	$1024^7 = 2^{70}$	18,1%
YB	yottabyte	yotta	$1000^8 = 10^{24}$	YiB	yobibyte	yobi	$1024^8 = 2^{80}$	20,9%

VOORSTELLING IN DE COMPUTER

- Getallen
 - Positieve getallen (natuurlijke getallen)
 - Positieve en negatieve getallen (gehele getallen)
- Unsigned binair getal (positief)
 - Vb.: 4 bits: $2^4 = 16$ mogelijkheden
getal 0..15 voorstelbaar
= unsigned binair getal
 - Algemeen voor unsigned binaire voorstelling:
 - n bits voorstelling
 - Getallen 0 tot $(2^n - 1)$ voorstelbaar

VOORSTELLING IN DE COMPUTER

- Negatieve getallen
- Signed binair getal (positief en negatief)
 - Linkerbit is tekenbit (MSB = most significant bit)
 - 0: positief
 - 1: negatief
 - Range van getallen voor byte: -127..0..127
 - 00000000 10000000
 - Algemeen:
 - n bits voorstelling
 - Getallen $-(2^{n-1} - 1) .. 0 .. +(2^{n-1} - 1)$ voorstelbaar
 - Nadelen:
 - 2 x een weergave voor 0 (en daardoor ook verlies van een getal)
 - Moeilijk om op te tellen

VOORSTELLING IN DE COMPUTER

- Signed binair getal (positief en negatief)
- Negatieve getallen
 - 1 byte:
 - positieve waarden 0 .. 127 worden voorgesteld door 0000 0000_{bin} .. 0111 1111_{bin}
 - negatieve waarden -127 .. -0 worden voorgesteld door 1111 1111_{bin} .. 1000 0000_{bin}

VOORSTELLING IN DE COMPUTER

- Negatieve getallen: 1's complement notatie
 - Alles omdraaien:
 - Een 1 wordt een 0, een 0 wordt een 1
 - Bijvoorbeeld:
5 = 00000101
-5 = 11111010
 - Nadelen:
 - Ook hier 2 mogelijkheden voor 0 (00000000 en 11111111)
 - Moeilijk om mee te rekenen

VOORSTELLING IN DE COMPUTER

- Negatieve getallen: 2's complement notatie
 - De linkerbit wordt geïnterpreteerd als -128
 - Omrekenen: gewone binaire getal inverteren, daarna 1 bij optellen
 - Voordelen:
 - Geen dubbele weergave van 0 meer
 - Geen verlies van een getal meer
 - Getallen kunnen gewoon opgeteld worden met correcte resultaten
- Negatieve getallen: 2's complement berekenen
 - Vb.: -121 hoe binair schrijven in 2's complement? (8 bits voorstelling)
 - $121 = 0111\ 1001_{\text{bin}}$
 - Complement: $1000\ 0110_{\text{bin}}$
 - Complement + 1: $1000\ 0111_{\text{bin}}$

VOORSTELLING IN DE COMPUTER

- Negatieve getallen: 2's complement
 - Vb.: welk decimaal getal stelt $1010\ 0101_{\text{bin}}$ voor?
 - De linkerbit is -128
 - De andere bits samen vormen 37
 - $-128 + 37 = -91$

VOORSTELLING IN DE COMPUTER

- **Oefening:**

1. Schrijf -127 in 2's complement notatie
(notatie 2's complement over 1 byte)
2. Schrijf -20 in 2's complement notatie
(notatie 2's complement over 1 byte)
3. Welk getal stelt 1010 1111 in 2's complement voor?
4. Welk getal stelt 0000 1010 in 2's complement voor?

VOORSTELLING IN DE COMPUTER

- **Oplossingen:**

1. 1000 0001

2. 1110 1100

3. -81

4. 10

VOORSTELLING IN DE COMPUTER

- [illegible]



VOORSTELLING IN DE COMPUTER

- Floating Point: Kommagetallen
 - Floating point, vastgelegd door IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers)



- $\text{getal} = \text{mantisse} \times \text{grondtal}^{\text{exponent}}$
- $78_{\text{dec}} = 0.078_{\text{dec}} \times 10^3$
- $7_{\text{dec}} = 1.110\ 0000_{\text{bin}} \times 2^2$

VOORSTELLING IN DE COMPUTER

- Kommagetallen in het binaire talstelsel:
 - Kommagetal:

Positie komma		,							
Positie in getal	1	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8
Macht van 2	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	2^{-4}	2^{-5}	2^{-6}	2^{-7}	2^{-8}
Waarde in decimaal	1	0,5	0,25	0,125	0,06	0,03	0,02	0,01	0

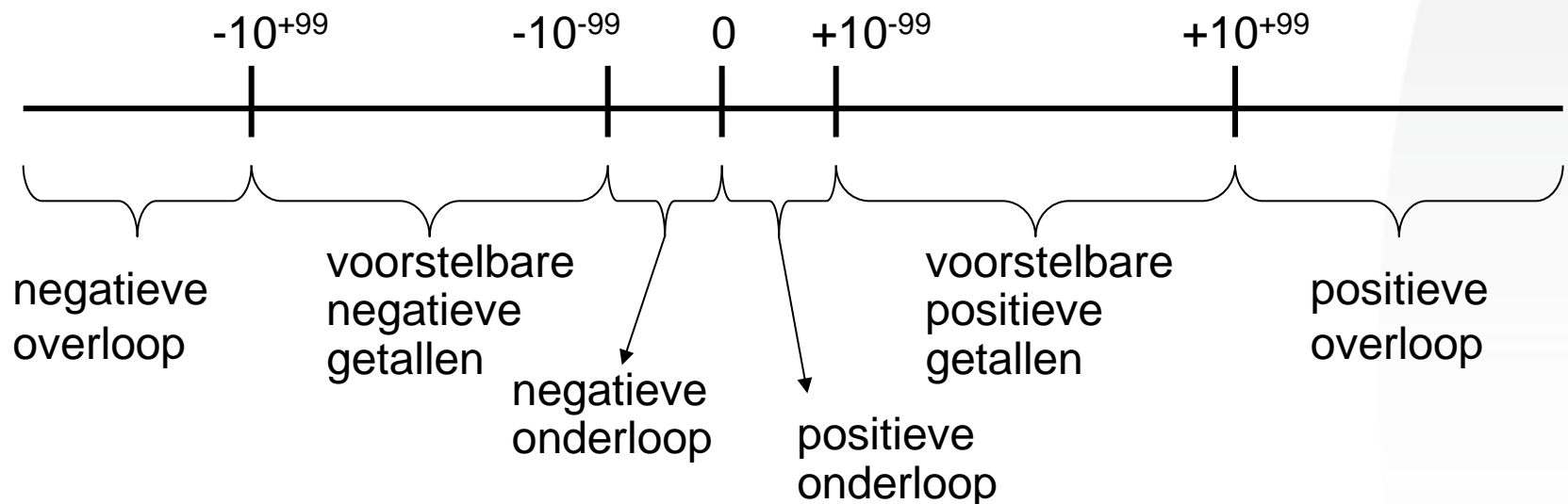
- Sommige getallen uit het decimale talstelsel kunnen niet exact worden voorgesteld in het binaire talstelsel:
 - Bv.: $0.1_{\text{dec}} = 0.001100110011001100.._{\text{bin}}$

VOORSTELLING IN DE COMPUTER

- Verschillende voorstellingswijzen mogelijk bij floating point getallen:
 - $7.56183 \times 10^4 = 75.6183 \times 10^3 = 0.0756183 \times 10^6$
 - Genormaliseerd werken: de punt komt na het eerste cijfer.
- Verschillende zaken bijhouden per getal:
 - Tekenbit
 - Mantisse
 - Exponent

VOORSTELLING IN DE COMPUTER

- Overflow en underflow: sommige getallen kunnen niet weergegeven worden



VOORSTELLING IN DE COMPUTER

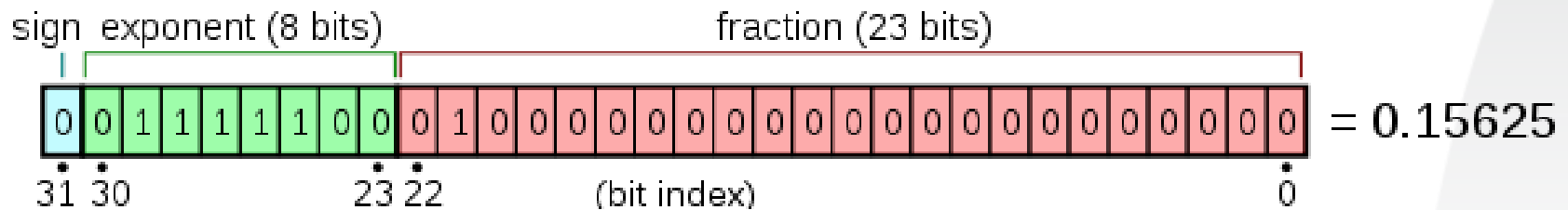
- Aantal bits voor mantisse en exponent
 - IEEE Single precision: 32 bits

T EEEEEEEEE MMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMM

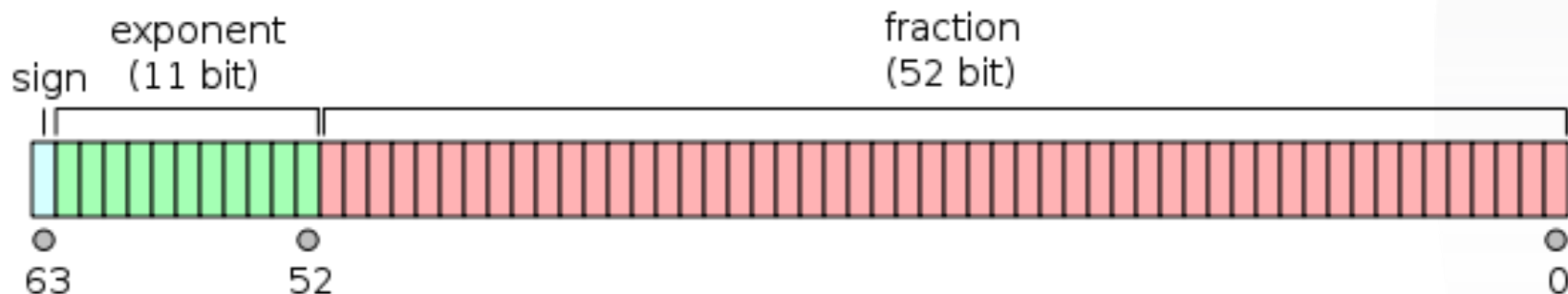
- Tekenbit: 0 is positief, 1 is negatief
- Exponent niet gewoon geschreven, maar de som van de exponent met 127 wordt neergeschreven
- De mantisse begint altijd met "1,"
 - de genormaliseerde werkwijze eist dat de komma start na het eerste cijfer
 - in binair kan dit enkel een 1 zijn
- We laten deze "1," weg (hidden bit) in de voorstellingswijze
 - Staat er toch altijd bij
- Bit gewonnen om meer data weer te geven

VOORSTELLING IN DE COMPUTER

- IEEE floating point single precision



- IEEE floating point double precision



VOORSTELLING IN DE COMPUTER

- Voorbeelden:

- 0 1001 0101 111000000000000000000000

- Exponent: 1001 0101 = 149_{dec}

- 149_{dec} - 127_{dec} = 22_{dec}

- Tekenbit: 0 = +

- Mantisse: 1.111_{bin}

- Totaal: +1 x 2²² x 1.111_{bin}

- = 111100000000000000000000_{bin}

- = 7864320_{dec}

VOORSTELLING IN DE COMPUTER

- Voorbeelden:

- 1 0000 0011 000100000000000000000000

- Exponent: 0000 0011 = 3_{dec}

- $3_{\text{dec}} - 127_{\text{dec}} = -124_{\text{dec}}$

- Tekenbit: 1 = -

- Mantisse: 1.0001_{bin}

- Totaal: $-1 \times 2^{-124} \times 1.0001_{\text{bin}}$

- ...

BEWERKINGEN OP BINAIRE GETALLEN

- Optellen
- Aftrekken
- Vermenigvuldigen
- Delen

BEWERKINGEN OP BINAIRE GETALLEN

- Optellen
 - Zelfde als bij decimale stelsel

$$\begin{array}{r} 1010111011 \\ \quad 11101 \\ \hline 1011011000 \end{array} +$$

BEWERKINGEN OP BINAIRE GETALLEN

- Aftrekken
 - Zelfde als bij decimale stelsel
 - Opletten bij lenen van bits

$$\begin{array}{r} 101001 \\ - 100 \\ \hline 100101 \end{array}$$

BEWERKINGEN OP BINAIRE GETALLEN

- Vermenigvuldigen
 - Zelfde als bij decimale stelsel

$$\begin{array}{r} 10110 \\ 1101 \\ \times \hline 10110 \\ 00000 \\ 10110 \\ 10110 \\ + \hline 100011110 \end{array}$$

- Speciaal geval: vermenigvuldigen met n-de macht van 2:
 - Getal n posities naar links schuiven
 - Vb.: $10010101 \times 2^5 = 1001010100000$

BEWERKINGEN OP BINAIRE GETALLEN

- Delen
 - Zelfde als bij decimaal stelsel (staartdeling)

$$\begin{array}{r|l} 11110011 & 1001 \\ - 1001 & 11011 \\ \hline 1100 & \\ - 1001 & \\ \hline 001101 & \\ - 1001 & \\ \hline 1001 & \\ - 1001 & \\ \hline 0000 & \end{array}$$

- Speciaal geval: delen door een n-de macht van 2:
 - Getal n posities naar rechts schuiven
 - Vb.: $101001000_{\text{bin}} : 2^3_{\text{bin}} = 101001$

SYMBOLEN / CHARACTERS

- Ook letters, tekens,... moeten we kunnen voorstellen
 - Door middel van afspraken in verband met de voorstelling
- ASCII-code
 - American Standard Code for Information Interchange
 - 7-bit
 - <http://www.asciitable.com>

ASCII TABLE

Decimal	Hex	Char	Decimal	Hex	Char	Decimal	Hex	Char	Decimal	Hex	Char
0	0	[NULL]	32	20	[SPACE]	64	40	@	96	60	`
1	1	[START OF HEADING]	33	21	!	65	41	A	97	61	a
2	2	[START OF TEXT]	34	22	"	66	42	B	98	62	b
3	3	[END OF TEXT]	35	23	#	67	43	C	99	63	c
4	4	[END OF TRANSMISSION]	36	24	\$	68	44	D	100	64	d
5	5	[ENQUIRY]	37	25	%	69	45	E	101	65	e
6	6	[ACKNOWLEDGE]	38	26	&	70	46	F	102	66	f
7	7	[BELL]	39	27	'	71	47	G	103	67	g
8	8	[BACKSPACE]	40	28	(	72	48	H	104	68	h
9	9	[HORIZONTAL TAB]	41	29	)	73	49	I	105	69	i
10	A	[LINE FEED]	42	2A	*	74	4A	J	106	6A	j
11	B	[VERTICAL TAB]	43	2B	+	75	4B	K	107	6B	k
12	C	[FORM FEED]	44	2C	,	76	4C	L	108	6C	l
13	D	[CARRIAGE RETURN]	45	2D	-	77	4D	M	109	6D	m
14	E	[SHIFT OUT]	46	2E	.	78	4E	N	110	6E	n
15	F	[SHIFT IN]	47	2F	/	79	4F	O	111	6F	o
16	10	[DATA LINK ESCAPE]	48	30	0	80	50	P	112	70	p
17	11	[DEVICE CONTROL 1]	49	31	1	81	51	Q	113	71	q
18	12	[DEVICE CONTROL 2]	50	32	2	82	52	R	114	72	r
19	13	[DEVICE CONTROL 3]	51	33	3	83	53	S	115	73	s
20	14	[DEVICE CONTROL 4]	52	34	4	84	54	T	116	74	t
21	15	[NEGATIVE ACKNOWLEDGE]	53	35	5	85	55	U	117	75	u
22	16	[SYNCHRONOUS IDLE]	54	36	6	86	56	V	118	76	v
23	17	[ENG OF TRANS. BLOCK]	55	37	7	87	57	W	119	77	w
24	18	[CANCEL]	56	38	8	88	58	X	120	78	x
25	19	[END OF MEDIUM]	57	39	9	89	59	Y	121	79	y
26	1A	[SUBSTITUTE]	58	3A	:	90	5A	Z	122	7A	z
27	1B	[ESCAPE]	59	3B	;	91	5B	[	123	7B	{
28	1C	[FILE SEPARATOR]	60	3C	<	92	5C	\	124	7C	|
29	1D	[GROUP SEPARATOR]	61	3D	=	93	5D	]	125	7D	}
30	1E	[RECORD SEPARATOR]	62	3E	>	94	5E	^	126	7E	~
31	1F	[UNIT SEPARATOR]	63	3F	?	95	5F	_	127	7F	[DEL]

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ASCII-Table-wide.svg>

SYMBOLEN / CHARACTERS

- Extended ascii
 - 8-bit
 - Extra bit t.o.v. ascii geeft extra 128 characters
 - Nog te beperkt set van letters
 - Enkel Latijnse schrift
 - Geen Cyrillisch, Arabisch, Chinees,...
 - <https://www.ascii-code.com/>

EXTENDED ASCII TABLE

128	Ç	144	É	160	á	176	░	192	Ł	208	⌌	224	α	240	≡
129	ü	145	æ	161	í	177	▒	193	⌐	209	⌑	225	β	241	±
130	é	146	Æ	162	ó	178	▓	194	⌒	210	⌒	226	Γ	242	≥
131	â	147	ô	163	ú	179	|	195	⌓	211	⌌	227	π	243	≤
132	ä	148	ö	164	ñ	180	⌔	196	—	212	⌍	228	Σ	244	∫
133	à	149	ò	165	Ñ	181	⌕	197	⌕	213	⌎	229	σ	245	∫
134	â	150	û	166	²	182	⌖	198	⌖	214	⌏	230	μ	246	÷
135	ç	151	ù	167	°	183	⌗	199	⌗	215	⌐	231	τ	247	≈
136	ê	152	ÿ	168	¸	184	⌘	200	⌘	216	⌑	232	Φ	248	°
137	ë	153	Ö	169	¸	185	⌙	201	⌙	217	⌒	233	Θ	249	·
138	è	154	Ü	170	¸	186	⌚	202	⌚	218	⌓	234	Ω	250	·
139	ï	155	◊	171	½	187	⌛	203	⌛	219	■	235	δ	251	√
140	î	156	£	172	¼	188	⌜	204	⌜	220	■	236	∞	252	∞
141	ì	157	¥	173	¡	189	⌝	205	=	221	■	237	φ	253	²
142	Ä	158	£	174	«	190	⌞	206	⌞	222	■	238	ε	254	■
143	Å	159	f	175	»	191	⌟	207	⌟	223	■	239	∩	255	

Source: www.LookupTables.com

SYMBOLEN / CHARACTERS

- UNICODE

- Breed ondersteund

- zowat alle schriften, intussen zelfs de schriften van dode talen zoals hiëroglyfen

- Verschillende encoderingsmethodes

- UCS-2

- Oorspronkelijke unicode standaard
 - 16-bit vaste lengte

- UCS-16

- Vervanger van UCS-2
 - Variabele lengte (karakter met code point boven 16-bit: 2 x 16 bit)
 - Weinig populair

SYMBOLEN / CHARACTERS

- UNICODE

- Verschillende encoderingsmethodes

- **UTF-8**

- Zeer populair (meer dan 90% van alle websites en groeiend)
 - Eerste 128 karakters komen overeen met ASCII
 - Variabele lengte: karakters worden weergegeven met min. 1 byte (zie ASCII, startend met 0), max. 4 bytes in totaal
 - Meest populaire karakters in het begin, dus meestal slechts beperkt aantal bytes nodig

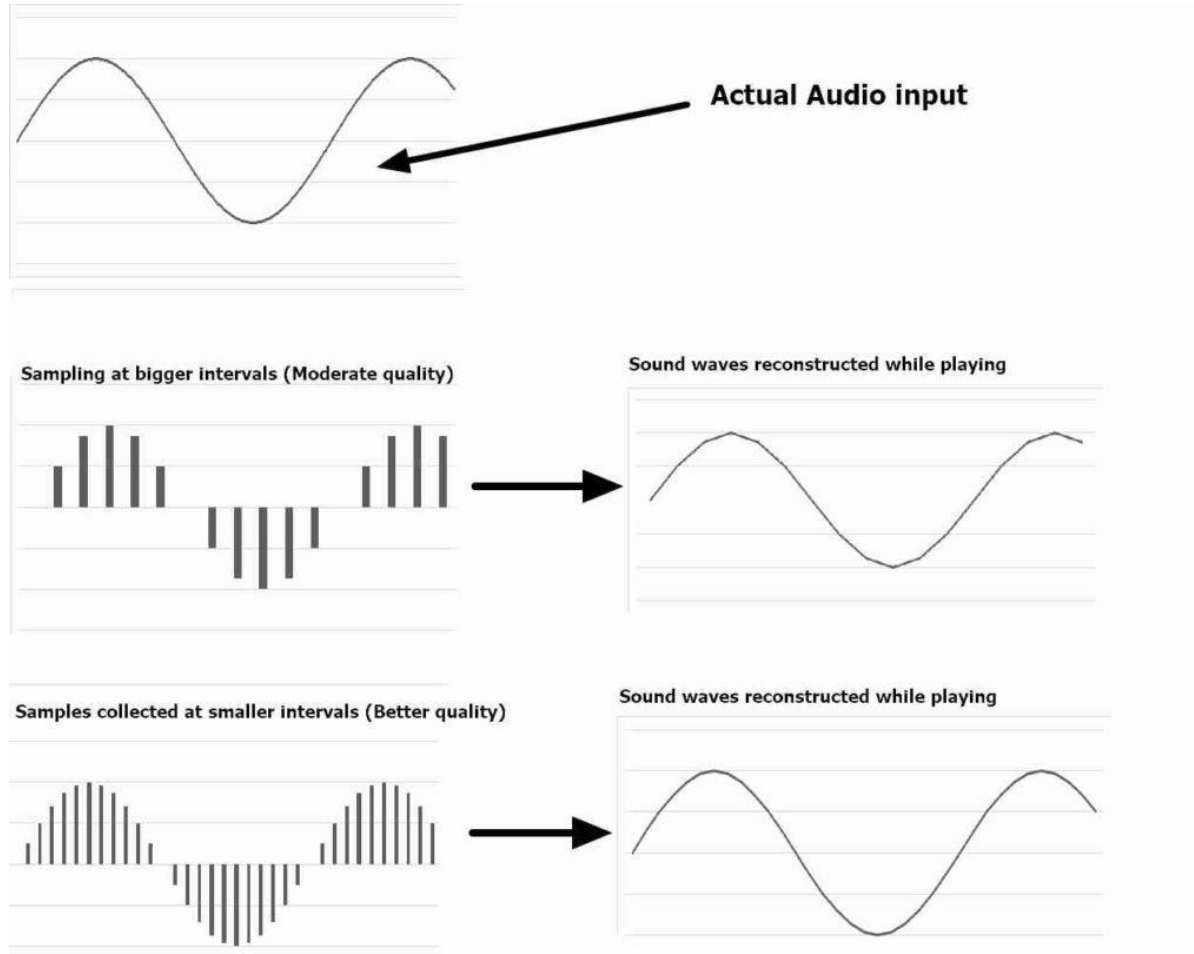
Number of bytes	Bits for code point	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4
1	7	0xxxxxxx			
2	11	110xxxxx	10xxxxxx		
3	16	1110xxxx	10xxxxxx	10xxxxxx	
4	21	11110xxx	10xxxxxx	10xxxxxx	10xxxxxx

AUDIO / VIDEO

- Audio
 - In essentie analoog
 - Moet gedigitaliseerd worden om als digitale data te kunnen opslaan
- => SAMPLING

AUDIO / VIDEO

- Audio
SAMPLING



AUDIO / VIDEO

- Audio
 - Compressieloos
 - Data wordt opgeslagen in oorspronkelijke vorm
 - .wav
 - Compressie
 - Speciale algoritmes gespecialiseerd in audio compressie worden toegepast op de data
 - Veel kleiner bestandsformaat
 - Compressie/decompressie vereist relatief veel cpu

AUDIO / VIDEO

- Audio
 - Compressie
 - 2 vormen audiocompressie:
 - Lossless
 - » Geen dataverlies
 - » .flac, .alac
 - Lossy
 - » Met dataverlies: frequenties die minder goed gehoord worden, worden verwijderd.
 - » “Samenvatting” van de data
 - » .mp3

AUDIO / VIDEO

- Beeld
 - Beeld is in essentie analoog
 - Moet gedigitaliseerd worden om als digitale data te kunnen opslaan
- => pixels
- Voor elke pixel waarde voor gemiddelde kleur
 - Data is lijst van pixels met bijhorende kleurwaarde

AUDIO / VIDEO

- Beeld
=> pixels



AUDIO / VIDEO

- Beeld
 - Compressieloos
 - .bmp, raw
 - Gecomprimeerd
 - Lossless
 - .tiff
 - Lossy
 - .png, .jpg, .gif, .webp

AUDIO / VIDEO

- Video
 - Video is opeenvolging van stilstaand beeld
 - Audiotrack toevoegen
 - Bijna altijd gecomprimeerd
 - .mp4, .avi, .mov, .wmw, .mkv