

10. Allika kodeerimine

Arvutivõrgud IEE1100

Ivo Mürsepp

Allika mudel



Allika Entroopia

- Shannoni entroopia on informatsiooniallika poolt toodetava informatsiooni **keskmine** hulk.

$$H(A) = \sum_{j=1}^N p(a_j) I(a_j) = - \sum_{j=1}^N p(a_j) \log_2 p(a_j)$$

Allika Entroopia

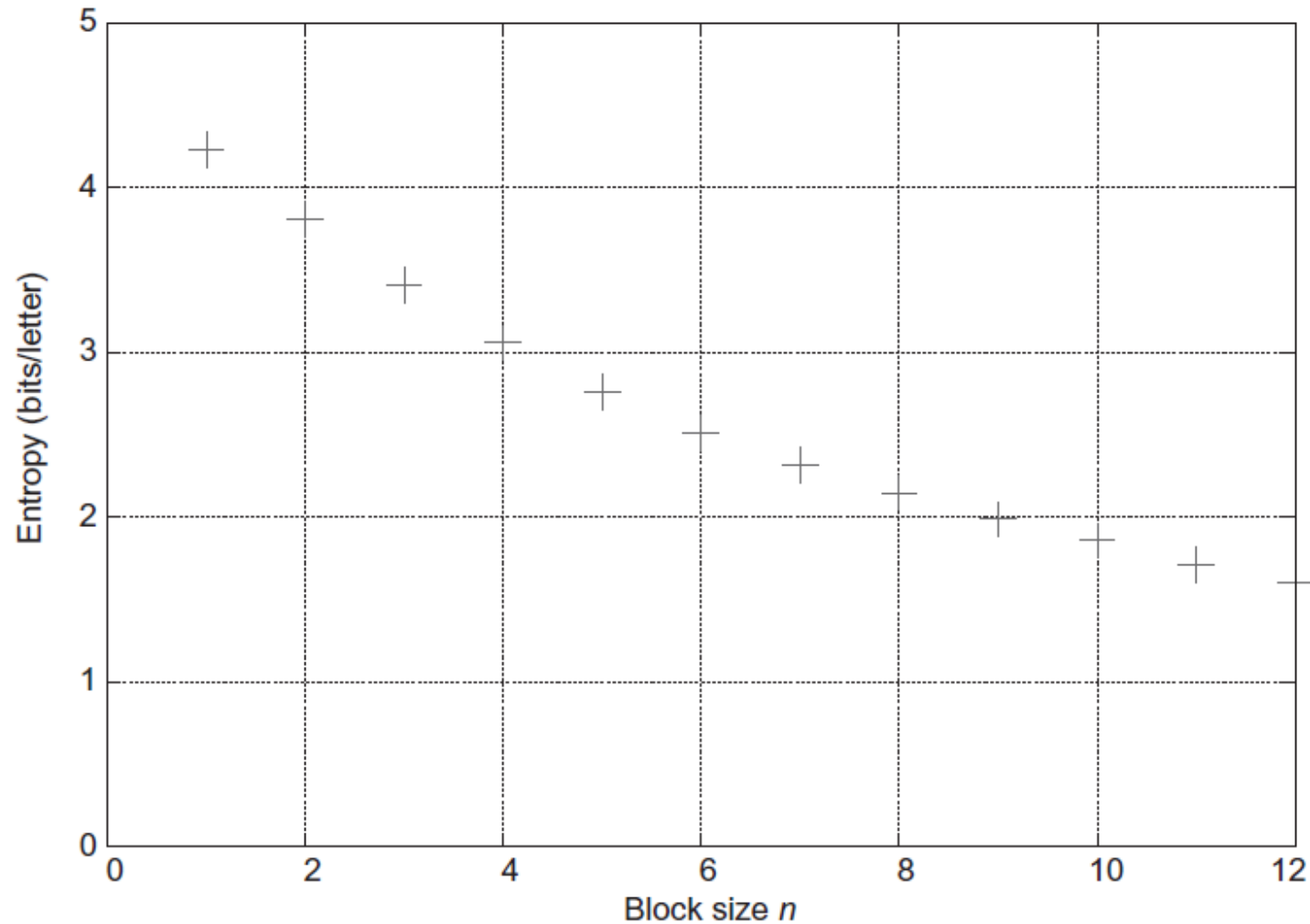


FIGURE 2.1 H_n in bits per letter for $n = 1, \dots, 12$ for *Wealth of Nations*.

Kood

- Koodi C all peetakse silmas ühest vastavust allika sümbolite a_i ja neid sümboleid kirjeldavate digitaalsete sümbolite (koodsõnade) c_i vahel.

USASCII code chart

<div><div>0 0 0 0 0 0 0 0</div><div>0 0 0 0 0 0 0 0</div><div>0 0 0 0 0 0 0 0</div><div>0 0 0 0 0 0 0 0</div><div>0 0 0 0 0 0 0 0</div><div>0 0 0 0 0 0 0 0</div><div>0 0 0 0 0 0 0 0</div><div>0 0 0 0 0 0 0 0</div></div>												
Bits					Column							
Row					0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	NUL	DLE	SP	0	@	P	\	p
0	0	0	1	1	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
0	0	1	0	2	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
0	0	1	1	3	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
0	1	0	0	4	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
0	1	0	1	5	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
0	1	1	0	6	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
0	1	1	1	7	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w
1	0	0	0	8	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
1	0	0	1	9	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
1	0	1	0	10	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
1	0	1	1	11	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
1	1	0	0	12	FF	FS	,	<	L	\	l	|
1	1	0	1	13	CR	GS	-	=	M	]	m	}
1	1	1	0	14	SO	RS	.	>	N	^	n	~
1	1	1	1	15	SI	US	/	?	O	_	o	DEL

Koodi parameetrid

- Koodsõna keskmine pikkus

$$L = \sum_{j=1}^N p(a_j) n(a_j)$$

- Koodsõna keskmise pikkuse ja allika entroopia erinevust nimetatakse koodi liiasuseks (*redundancy*)

$$D = L - H$$

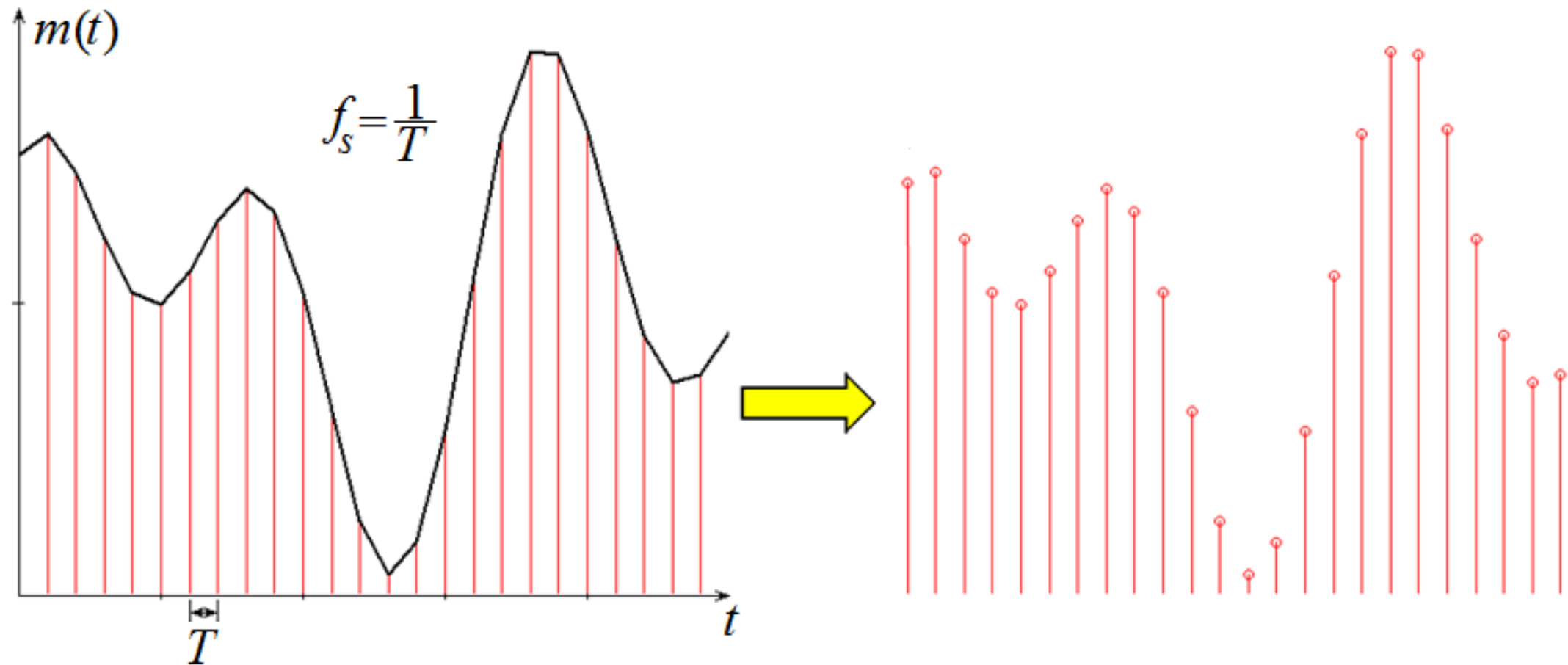
Morse kood

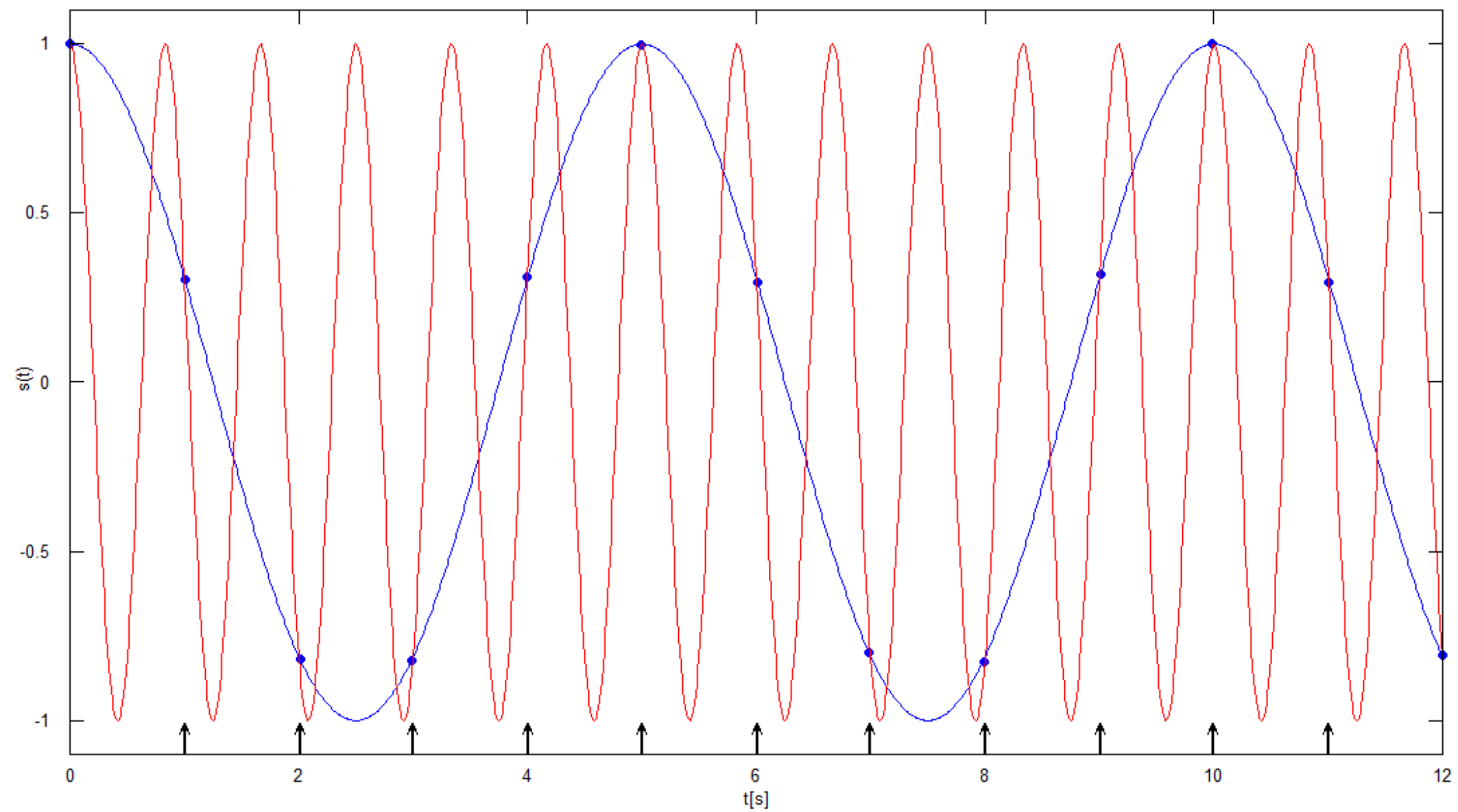
A	..	J	..---	S	...	1	..----
B	....	K	---	T	-	2	..---
C	....	L	....	U	---	3-
D	---	M	--	V	...-	4-
E	.	N	..	W	---	5	.....
F	....	O	---	X	....-	6	.....
G	---	P	....	Y	---	7	---...
H	....	Q	---	Z	....	8	---...
I	..	R	...	0	-----	9	-----

Analoog-digitaalmuundus

- Analoogsignaali pidev argument ja väärtus $s(t)$.
- Esimese sammuna fikseeritakse analoogsignaali väärtus mingil lõplikul hulgal ajahetkedel $s(n \cdot \Delta t)$.
- Protsessi nimetatakse diskreetimiseks.
- Nyquist-Shannon-Kotelnikovi teoreem:
 - Kui signaali $s(t)$ ribalaius on B hertsi, siis on see signaal täielikult määratud disreetsete väljavõtetega ajavahemike $1/2B$ sekundi tagant.
 - Vajalik diskreetimissamm $\Delta t \leq 1/(2B)$
 - Põhiriba signaali korral diskreetimissagedus $f_s \geq 2f_m$

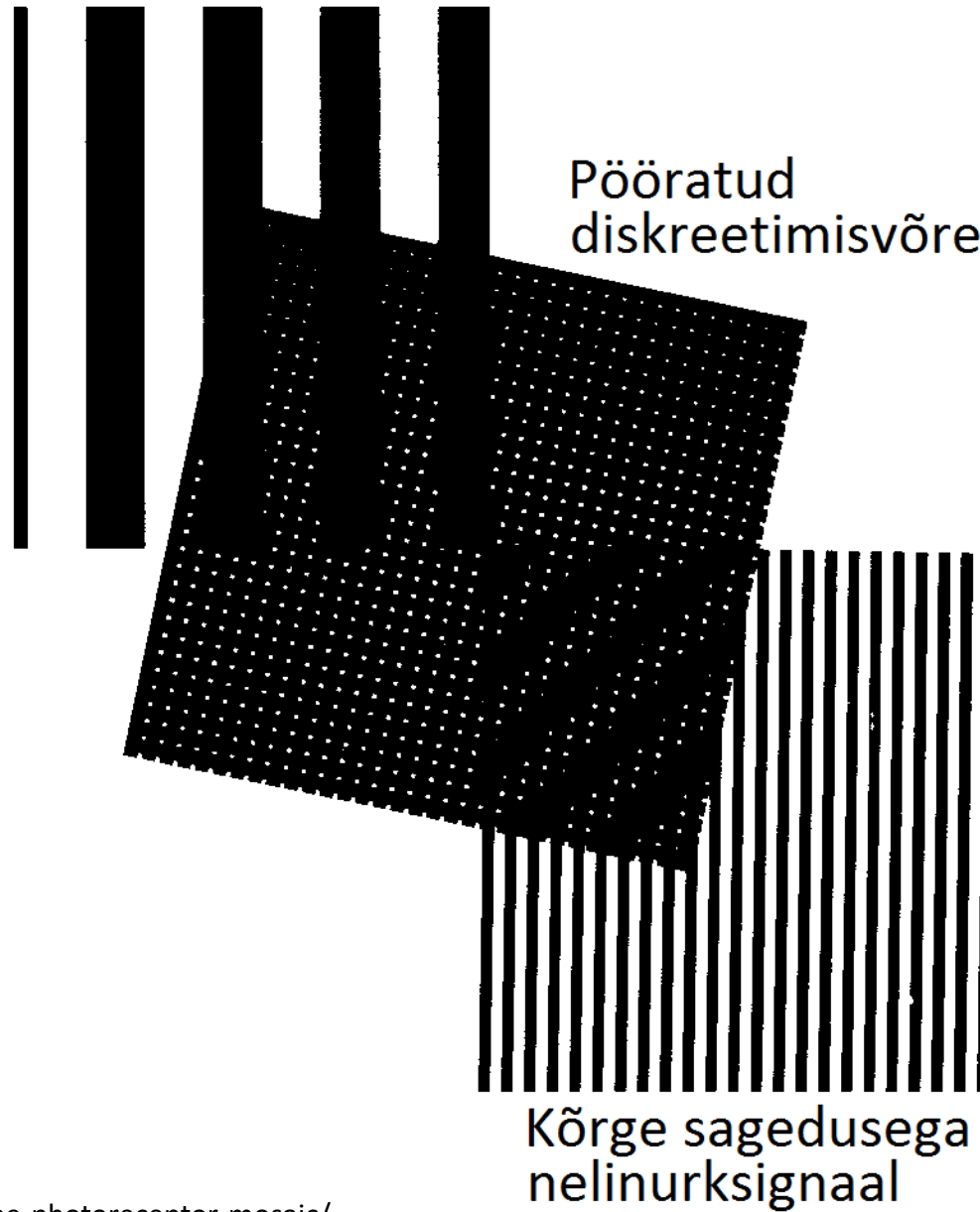
Diskreetimine





Aliased

Madala sagedusega
nelinurksignaali



Kvantimine

- Signaali väärtus diskreetsetel ajahetkedel $s(n \cdot \Delta t)$ mõõdetakse mingi lõpliku täpsusega $\pm q/2$ ja salvestatakse digitaalsel kujul bittide arvuga n_B .
- Kvantimissammu q suurus on määratud bittide arvuga n_B ja sisendpinge maksimaalse muutumisvahemikuga U_{pp} ($-U_m \dots U_m$)

$$q = \frac{U_{pp}}{2^{n_B} - 1} \approx \frac{U_{pp}}{2^{n_B}} = \frac{U_m}{2^{n_B - 1}}$$

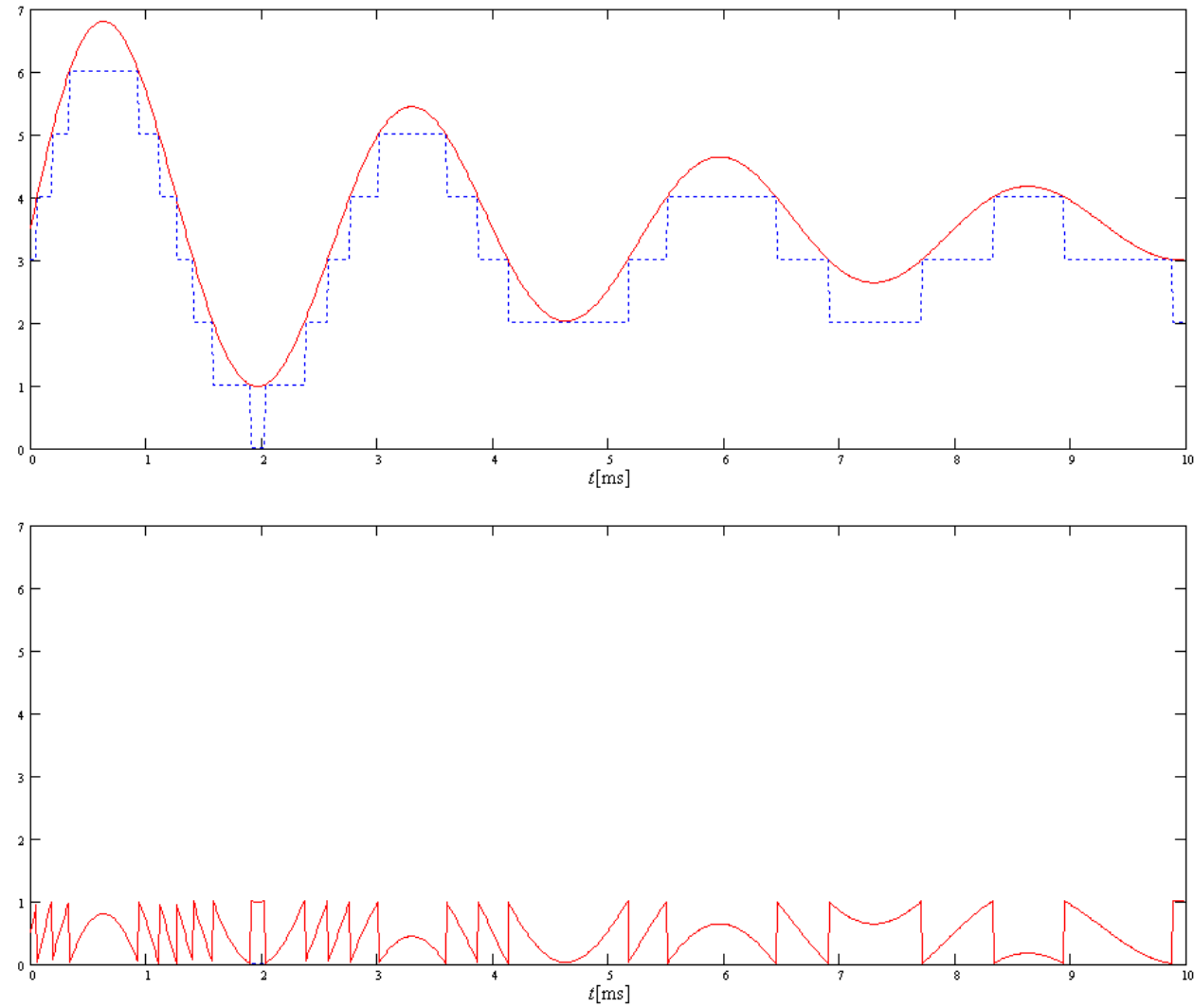
- Kvantimisega kaasneb alati pöördumatu informatsioonikadu, mida iseloomustab kvantimismüra võimsusega

$$N = \frac{q^2}{12}$$

- Signaal-kvantimismüra suhe:

$$SNR \approx 6 \cdot n_B + 4,7 \text{ [dB]}$$

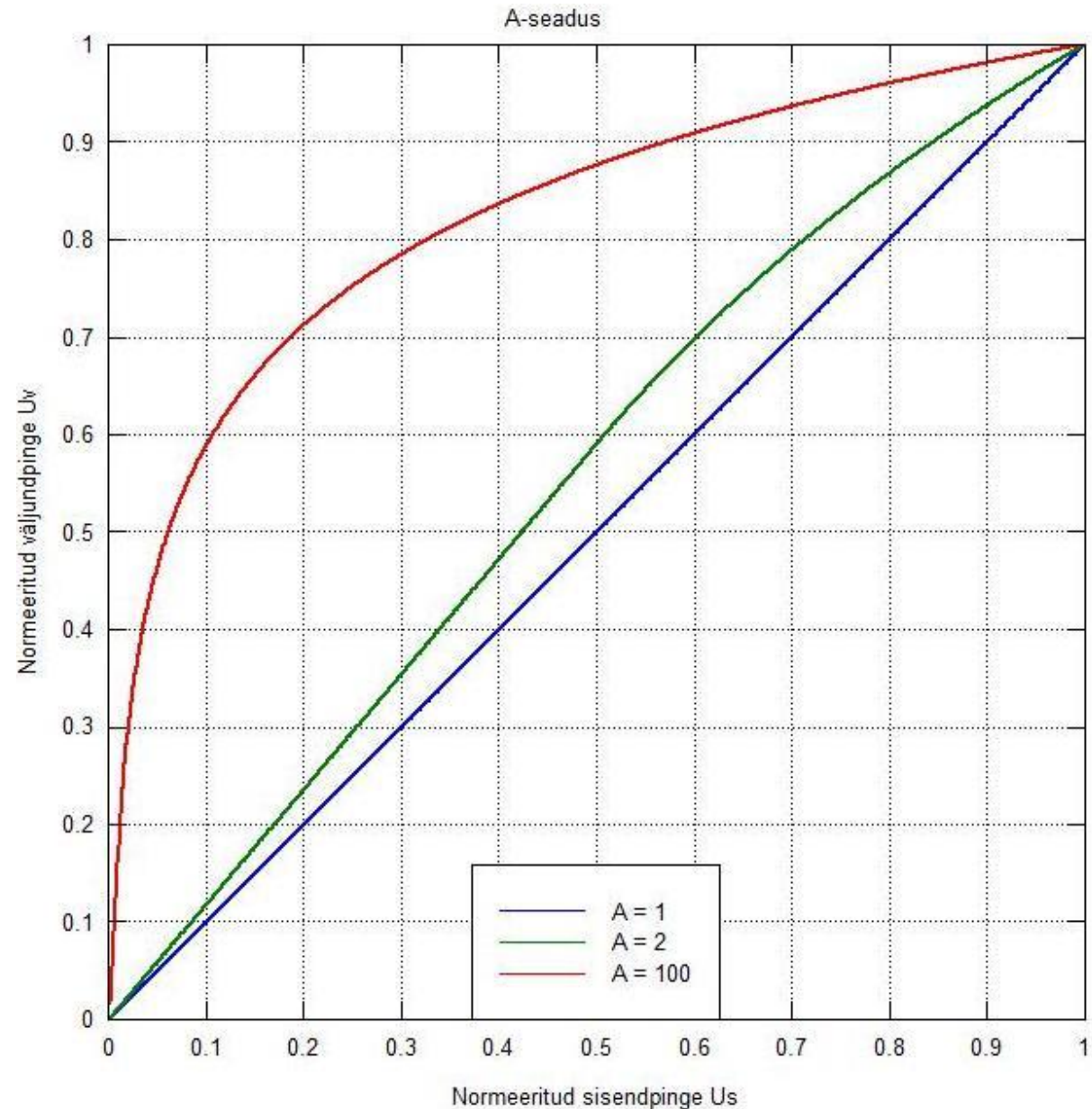
Kvantismüra



G.711 koodek

- 300-3400Hz
- $f_s = 8\text{kHz}$
- $r = 64\text{kb/s}$
- A ja μ seadused.
 - $A = 87,6$

$$|u_v| = \begin{cases} \frac{A|u_s|}{1 + \ln(A)} & 0 \leq |m| \leq \frac{1}{A} \\ \frac{1 + \ln(A|u_s|)}{1 + \ln(A)} & \frac{1}{A} \leq |m| \leq 1 \end{cases}$$



YUV kodeering

- Võimaldab värvusinfo suuremat kompressiooni
- Tagas omal ajal ühilduvuse mustvalge ja värvitelevisiooni vahel (analoog).
- Heleduskomponent Y (ITU-R BT.601)

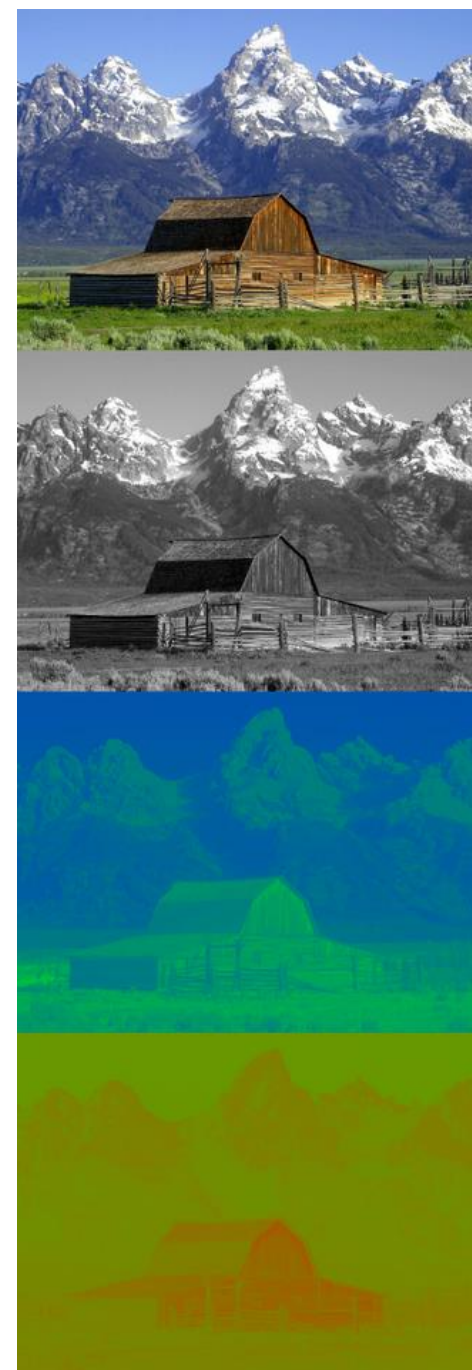
$$Y = 0,299 \cdot R + 0,587 \cdot G + 0,114 \cdot B$$

- Värvivahe signaalid U (*blue projection*) ja V (*red projection*)

$$U = 0,492 \cdot (B - Y)$$

$$V = 0,877 \cdot (R - Y)$$

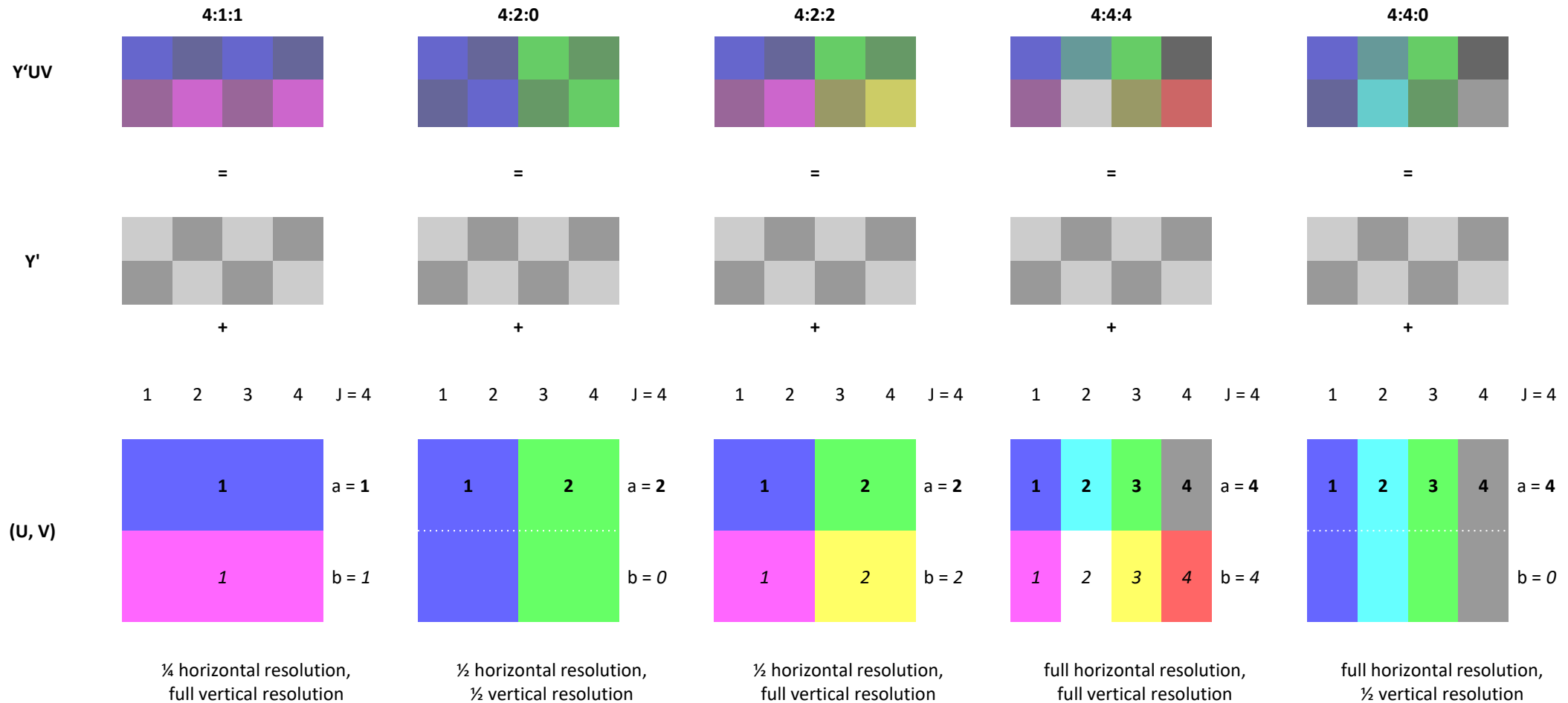
- Digitaaltehnikas $Cb = U$ ja $Cr = V$ (YCbCr)



Värvivahesignaali aladiskreetimine

- *Chroma Subsampling*
- Inimsilma eraldusvõime on heleduse suhtes parem kui värvuse suhtes.
- Viimast asjaolu saab ära kasutada vähendamaks kujutise salvestamiseks kuluvat informatsioonihulka.
- Aladiskeetamise skeem esitatakse üldjuhul kolme arvuna $J:a:b$ (näiteks 4:2:2) mis kirjeldab heledus- ja värvivahesignaali diskreetide arvu J piksli laiuses ja kahe piksli kõrguses alas:
- J : Vaadeldava ala laius, tavaliselt 4
- a : Värvivahesignaali diskreetide arv (Cr, Cb) esimeses J pikslit sisaldavas reas.
- b : Värvivahesignaali muutuste arv (Cr, Cb) esimese ja teise rea vahel

Värvusinfo skeem (4x2 plokk)





4:1:1



4:2:0



4:2:2



4:4:4



Materjalid

- All About Circuits. Introduction to Digital-Analog Conversion.
<https://www.allaboutcircuits.com/textbook/digital/chpt-13/digital-analog-conversion/> , 03.31.2018
- ITU-T Recommendation G.711
http://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-G.711-198811-I!!PDF-E&type=items, 03.31.2018

