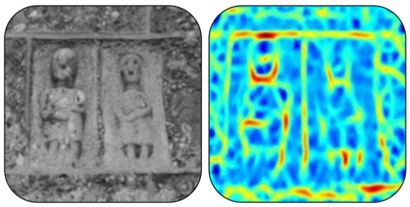
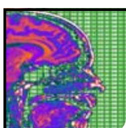
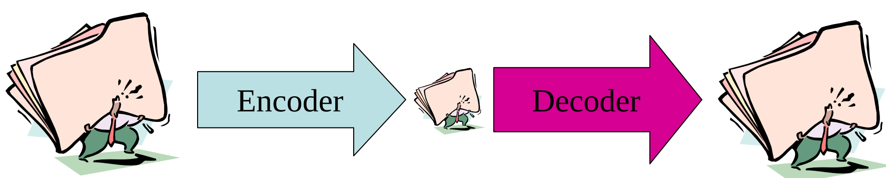


Kompression

FH OÖ Studiengänge • Hagenberg • Linz • Steyr • Wels



Kompression



Beseitigung der unnötigen Daten
... Redundanz

Inhalte

- Redundanz
- Channel Encoding
- Loss-less Compression
  - Hufmann Coding
  - Runlength Coding
- Lossy Compression
  - Transform Coding

Redundanz

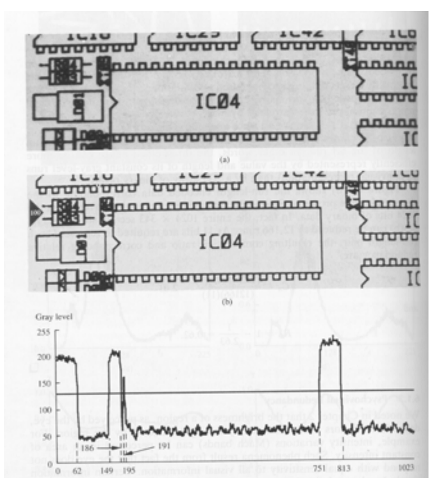
- Daten <=> Information
- Kompressionsrate= n_1/n_2
  - n_1, n_2 Anzahl der Info-Träger
- Relative Redundanz
  - $R_D=1-(1/C_R)$
- $n_1=n_2$ $R_D=0$, $n_2<<n_1$: R_D => 1
- Redundanz: coding, interpixel, psychovisual

Coding-Redundanz

r	p(r)	Code 1	l (r)	Code 2	l (r)
1	0,19	000	3	11	2
2	0,25	001	3	01	2
3	0,21	010	3	10	2
4	0,16	011	3	001	3
5	0,08	100	3	0001	4
6	0,06	101	3	00001	5
7	0,03	110	3	000001	6
8	0,02	111	3	000000	6

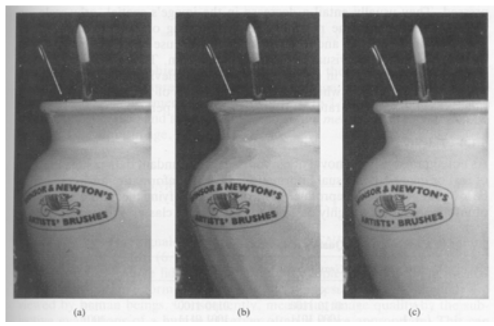
$$L = \sum_r l(r) \cdot p(r)$$

Interpixel-Redundanz



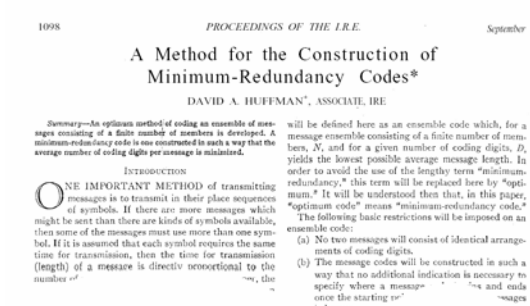
- Threshold
- Run-length
- 1024x343
- ~12.000 runs/ 11 bit
- C_R=2.63

Psychovisuelle Redundanz



(a) 256, (b) 16 gleichverteilt, (c) 16 quantisiert
Graustufen

Literatur



1098 PROCEEDINGS OF THE I.R.E. September

A Method for the Construction of Minimum-Redundancy Codes*

DAVID A. HUFFMAN*, ASSOCIATE, IRE

Summary—An optimum method of coding an ensemble of messages consisting of a finite number of members is developed. A minimum-redundancy code is one constructed in such a way that the average number of coding digits per message is minimized.

INTRODUCTION

ONE IMPORTANT METHOD of transmitting messages is to transmit in their place sequences of symbols. If there are more messages which might be sent than there are kinds of symbols available, then some of the messages must use more than one symbol. If it is assumed that each symbol requires the same time for transmission, then the time for transmission (length) of a message is directly proportional to the number of ... , the

will be defined here as an ensemble code which, for a message ensemble consisting of a finite number of members, N, and for a given number of coding digits, D, yields the lowest possible average message length. In order to avoid the use of the lengthy term "minimum-redundancy," this term will be replaced here by "optimum." It will be understood then that, in this paper, "optimum code" means "minimum-redundancy code."

The following basic restrictions will be imposed on an ensemble code:

(a) No two messages will consist of identical arrangements of coding digits.
(b) The message codes will be constructed in such a way that no additional indication is necessary to specify where a message ... and ends once the starting ... messages

- http://datacompression.info/
- comp.compression FAQ (part2)
- University of Western Australia algorithms course
  - http://ciips.ee.uwa.edu.au/~morris/Year2/PLDS210/huffman.html
- http://compression.graphicon.ru/download/articles/huff/huffman_1952_minimum-redundancy-codes.pdf

Entropie

- Zusammenhang zwischen der Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses und der Information die dadurch übermittelt wird
- Selbstinformation eines Ereignisses
- stets gleichbleibendes Ereignis *p(E)=1*
  - Information Null
- sinkende Wahrscheinlichkeit
  - steigende Information
- funktioneller Zusammenhang

$$I(E) = \log\left(\frac{1}{p(E)}\right) = -\log(p(E))$$

- durchschnittliche Selbstinfo = Entropie

$$H = -\sum_{j=1}^{J} p(E_j)\log(p(E_j))$$

Huffman: Source Reduction

Original source		Source reduction			
Symbol	Probability	1	2	3	4
a_2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6
a_6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4
a_1	0.1	0.1	0.2	0.3	
a_4	0.1	0.1	0.1		
a_3	0.06	0.1			
a_5	0.04				

- Häufigkeit der Quellsymbole wird ermittelt
- zwei Symbole mit niedrigster Wahrscheinlichkeit werde zusammengefaßt
- Reduktion auf zwei Gruppen

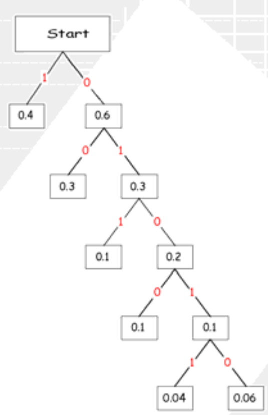
Huffman: Codierung

Original source			Source reduction							
Sym.	Prob.	Code	1		2		3		4	
a_2	0.4	1	0.4	1	0.4	1	0.4	1	0.6	0
a_6	0.3	00	0.3	00	0.3	00	0.3	00	0.4	1
a_1	0.1	011	0.1	011	0.2	010	0.3	01		
a_4	0.1	0100	0.1	0100	0.1	011				
a_3	0.06	01010	0.1	0101						
a_5	0.04	01011								

- Oberstes Level: Zuweisung der Symbole 0,1
- Aufspaltung der zusammengesetzen Gruppe
- Resulierender Code:
  - eindeutig, instant, minimale Redundanz (optimal)

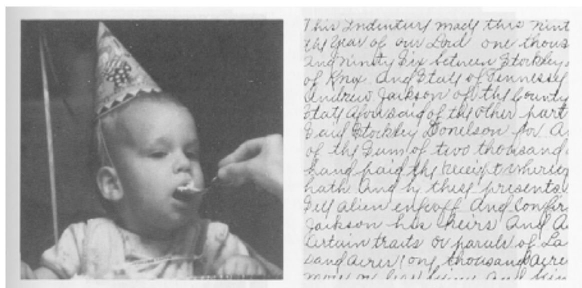
Decodierung

- Baum wird von oben nach unten durchlaufen
- dekodiertes Symbol am Ende eines Zweiges
- Symbole eindeutig
- Codelänge unterschiedlich für Symbole



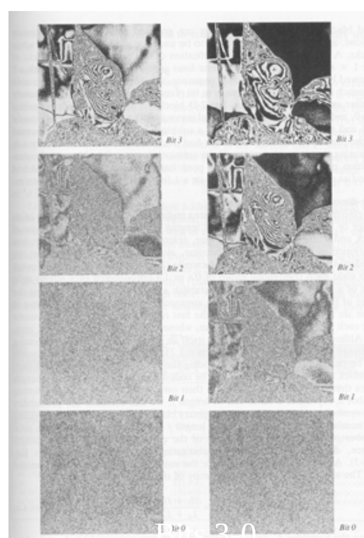
Run-length Coding

- zeilenweise Verarbeitung des Bildes
- Run: aufeinanderfolgende Pixel mit gleichem Wert
- zwei Zahlen zur Codierung eines Runs *(Grauwert, Anzahl)*
- optimale Kompression für binäre Bilder
  - binär: abwechselnde *runs* mit weißer und schwarzer Pixel
  - Codierung einer Zeile: Farbe des ersten Zeichens, Länge der abwechselnden *runs*
  - Konvention: Zeilenstart mit weißem *run*
- Fax-Übermittlung



Modifikation für Grauwertbilder: Bitplane Coding

Bits 7-4



Bits 3-0

Bitplane Decomposition & Coding

- Decomposition eines Grauwertes mit m-Bit/Pixel

$$a_{m-1}2^{m-1} + a_{m-2}2^{m-2} + \cdots + a_0 2^0$$

- Codierung mit exklusiv oder (XOR), g_i neuer Code

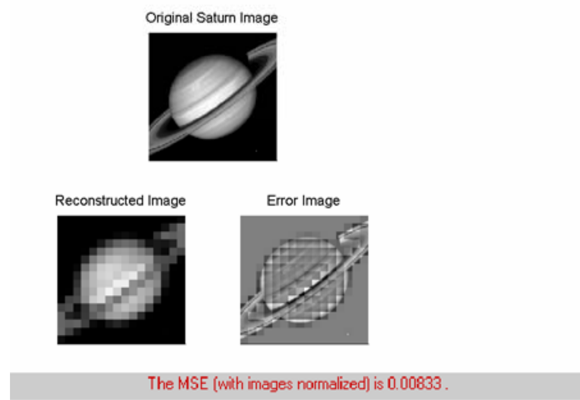
$$g_{m-1} = a_{m-1}$$
$$g_i = a_i \oplus a_{i+1}$$

zB. $127=\{0111\ 1111\}_a=\{0100\ 0000\}_g$

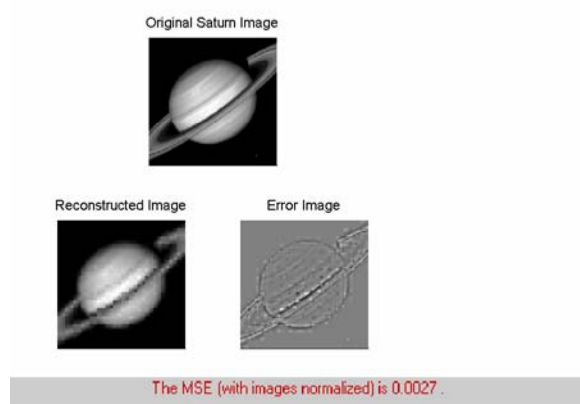
Transformations Coding

- Grundlage
- Ein Bild kann alternativ als Überlagerung von *Grundschwingungen* mit steigender Frequenz verstanden werden
- Die Stärke der jeweiligen Grundschwingung wird durch die *Amplitude* gekennzeichnet
- Die Amplituden aller Schwingungen bezeichen die *Koeffizienten* der Transformation
- Diskrete Cosinustransformation *(DCT):* Grundschwingungen sind *Cosinus*-Schwingungen

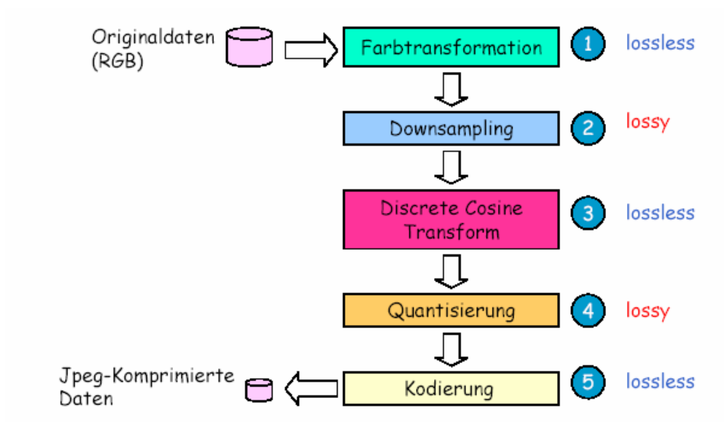
Beispiel: DCT 1 Koeffizient



Beispiel: DCT 3 Koeffizienten



JPEG-Verfahren



Farbtransformation

- RGB -> YUV ->YCbCr
  - Cb Abweichung Blau-Gelb
  - Cr Abweichung Rot-Cyan
- Komponenten in YUV geringer korreliert
- Farbebenen werden getrennt komprimiert

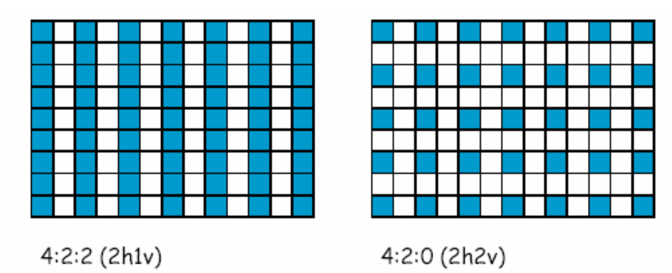
$$\begin{bmatrix} Y \\ U \\ V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.2999 & 0.587 & 0.111 \\ -0.1687 & -0.3313 & 0.5 \\ 0.5 & -0.4187 & -0.0813 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \Rightarrow$$

YCbCr

$$Cb = U + 128$$
$$Cr = V + 128$$

Down-Sampling

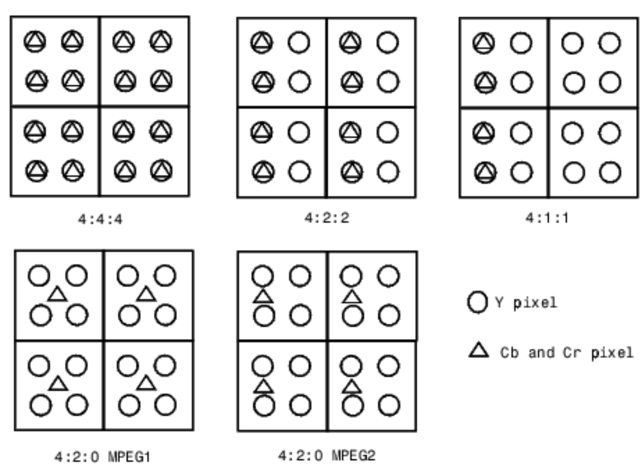
- Farbkomponente wird komprimiert
- Luninanz-Signal bleibt erhalten



4:2:0-Abtastung PAL-DV Standard

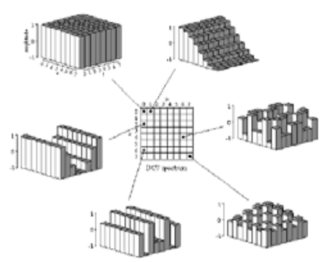
z.B. 2x2 Block: Original 4x3=12 Werte
komprimiert: 4+2=6 Werte = 50% reduziert

Down-sampling Schemata



Transformation

- Bildung von 8x8 Blöcken
- Diskrete Cosinustransformation
  - Basis-Funktionen



Quantisierung

- Gewichtung eines jeden Koeffizieneten der DCT

$$G'(u,v) = round\left(\frac{G(u,v)}{q(u,v)}\right)$$

Quantisierungs-Tabelle *q*
- eine Tabelle pro Farbebene
- für jeden Koeffizienten eine Qualitätswert
- niedrige Werte -> geringer Verlust

Quantisierungstabelle

16	11	10	16	24	40	51	61
12	12	14	19	26	58	60	55
14	13	16	24	40	57	69	56
14	17	22	29	51	87	80	62
18	22	37	56	68	109	103	77
24	35	55	64	81	104	113	92
49	64	78	87	103	121	120	101
72	92	95	98	112	100	103	99

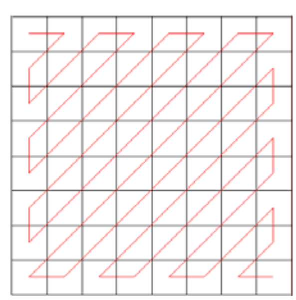
Codierung

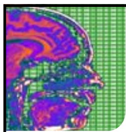
Umordnen der 8x8 Maske zu einem linearen Array:

Zigg-Zagg-Ordering:

Durch starke Quantisierung der hohen Frequenzen, entstehen lange Nullfolgen

- Huffman coding
- Runlength Coding





Zusammenfassung:

- Farbtransformation
- Downsampling
- Diskrete Cosinus-Transformation
- Quantisierung
- Codierung

Rot markierte Schritte komprimieren Daten