

Phrasencodierung und Übersicht ausgewählter Bildformate

Dr. Detlev Marpe
Fraunhofer Institut für Nachrichtentechnik HHI



Fachhochschule für Technik und Wirtschaft Berlin
University of Applied Sciences



Fraunhofer Institut für Nachrichtentechnik
Heinrich-Hertz-Institut

Phrasencodierung

- **Zusammenfassung von Folgen von Symbolen**
 - Verallgemeinerung der Lauflängencodierung
- **Symbolfolgen, auch "Phrasen" genannt, werden in Wörterbüchern abgelegt: Wörterbuchbasierte Codierung**
- **A. Lempel und J. Ziv:**
 - "A Universal Algorithm for Sequential Data Compression", 1977 → **LZ77**
 - "Compression of Individual Sequences via Variable-rate Coding", 1978 → **LZ78**
- **Gemeinsame Merkmale von LZ77 + LZ78:**
 - Symbolfolge wird durch **Zeiger zu entsprechendem Eintrag** im Wörterbuch ersetzt
 - **Wörterbuch wird adaptiv erzeugt**, d.h. Einträge im Wörterbuch werden mit aktuell codierten Symbolfolgen ergänzt

2 © Detlev Marpe, Kai Uwe Barthel

LZ77: Beispiel "abcabacabacabad"

Gleitendes Fenster ("sliding window")

Typische Codes fester Länge:
O = 12 bit; L = 4 bit; NZ = 8 bit

Wörterbuch												Vorschau-puffer								Code									
16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1	O	L	NZ			
(leer)												a	b	c	a	b	a	c	a	b	0	0	a						
(leer)												a	b	c	a	b	a	c	a	b	a	0	0	b					
(leer)												a	b	c	a	b	a	c	a	b	a	c	0	0	c				
(leer)												a	b	c	a	b	a	c	a	b	a	c	a	3	2	a			
a	b	c	a	b	a	c	a	b	a	c	a	b	a	d	(leer)								(fertig)						

Rekursiv verwendete Phrase (L > O)

3 © Detlev Marpe, Kai Uwe Barthel

LZ77: Merkmale und Anwendungen

- **Jede Phrase wird mit einem Tripel codiert**
 - (Offset, Länge, Nachfolge-Zeichen)
- **Typische Wörterbuchgrößen: 2¹² - 2¹⁶**
- **Effizienz hängt vom Suchaufwand ab**
 - Beschleunigung der Suche durch Organisation des Wörterbuchs mit Hilfe geeigneter Datenstrukturen
- **Deflate = LZ77 + Huffman**
 - Huffman-Tabellen (ggf. optimiert für Blöcke von Eingangsdaten) für Codierung von O und (L, NZ)
 - Verwendung in Archivformaten: **zip, gz, cab**
 - Verwendung in Bild- und Dokumentenformaten: **PNG, TIFF, PDF**

4 © Detlev Marpe, Kai Uwe Barthel

LZ78 und LZW

- **Wesentliche Unterscheidungsmerkmale von LZ78 vs. LZ77:**
 - Verwendung eines **expliziten Wörterbuchs**
 - Phrasen werden als **Index in das Wörterbuch** codiert
 - Neuer Eintrag: vorhandene Phrase + Nachfolgesymbol
- **Varianten von LZ78 unterscheiden sich vor allem bzgl.**
 - Wörterbuchgröße (adaptiv, statisch)
 - Verwendung vorinitialisierter Wörterbücher
- **LZW = LZ78 + Wörterbuch mit komplettem Symbolalphabet**
 - **T. Welch:** "A Technique for High-Performance Data Compression", 1984
 - Verwendung in **GIF, TIFF**
 - War lange Patent- und lizenrechtlich vorbelastet (<2004)

5 © Detlev Marpe, Kai Uwe Barthel

LZW: Beispiel "abcabacabacabad"

	Wörterbuch		Puffer		Code
	Index	Phraseneintrag	Phrase	Nachfolgezeichen	
vorinitialisiertes Wörterbuch	0	a	-	-	-
	1	b	-	-	-
	2	c	-	-	-
	3	d	-	-	-
Phraseneintrag = aktuell codierte Phrase + Nachfolgezeichen	4	ab	a	b	0
	5	bc	b	c	1
	6	ca	c	a	2
	7	aba	ab	a	4
	8	ac	a	c	0
	9	cab	ca	b	6
	10	ba	b	a	1
	11	aca	ac	a	8
	12	abad	aba	d	7
	13	-	d	-	3

LZW-Code: 10 x 8 bit = 80 bit
vgl.: LZ77-Code: 5 x 24 bit = 120 bit, mit Codes fester Länge

6 © Detlev Marpe, Kai Uwe Barthel

Auswahl typischer Bildformate

- **JPG:** JPEG File Format (1992)
- **TIFF:** Tagged Image File Format (~1985)
- **BMP:** MS Windows Bitmap
- **RLE:** Run-length encoded BMP
- **GIF:** Graphics Interchange Format (1987/9)
- **TGA:** Targa Image File (1984)
- **PNG:** Portable Network Graphics (1996)
- **PBM, PGM, PPM:** Portable Bit-/Grey-/Pix-Map (~1985)
- **RAW:** Rohdatenformat (herstellerabhängig)
- **PSD:** (Adobe) Photoshop Document
- **JP2, JPX, JPM:** JPEG2000 File Formate (2002)

7 © Detlev Marpe, Kai Uwe Barthel

Eigenschaften von Bildformaten

- Elementare Bildparameter
- Metadaten
- Funktionalitäten / Interaktionsmöglichkeit / Unterstützte Bildtypen
- Kompressionsart / -prinzip
- Unterstützung durch Browser/ Programme bzw. Java Support
- Verbreitung / Interoperabilität

8 © Detlev Marpe, Kai Uwe Barthel

Elementare Bildparameter

Notwendig:

- Pixelanzahl des Bildes (Breite und Höhe)
- Anzahl der Farbkanäle
- Farbtiefe
- Pixelwerte

Optional:

- Farbmanagementinformationen
- Auflösung
- Metadaten
- Transparenz
- ...

9 © Detlev Marpe, Kai Uwe Barthel

PGM als einfachstes Beispiel

```
P2
# PGM example
17 7
15
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 7 7 7 0 0 0 11 0 0 15 0 0 0 15 0
0 0 7 0 0 7 0 0 11 0 0 15 15 0 15 15 0
0 0 7 7 7 0 0 0 11 0 0 15 0 15 0 15 0
0 0 7 0 0 7 0 0 11 0 0 15 0 0 0 15 0
0 0 7 7 7 0 0 0 11 0 0 15 0 0 0 15 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
```

10 © Detlev Marpe, Kai Uwe Barthel

PxM (Portable (x=Bit/Gray/Pix) Map)

- keine Datenkompression: enthalten Rohbilddaten
- optional: lesbare ASCII-Dateien
- 3 Grundformate:
 - PBM (Bitmap) für Schwarz-Weiß Bilder
 - PGM (Graymap) für Graustufenbilder
 - PPM (Pixmap) für True Color Bilder
- Datenstruktur für PBM Dateien:

Zeile	Inhalt
1	Text "P1", "P2", "P3", "P4", "P5" oder "P6"
2	Breite, Höhe in Pixel
3	maximaler Intensitätswert
ab 4	Bilddaten: ASCII bei P1 bis P3, binär bei P4 bis P6

11 © Detlev Marpe, Kai Uwe Barthel

Funktionalitäten von digitalen Bildern

- Progressive Darstellung
- Art der Progressivität (Auflösung, Kanäle, Qualität, ...), Mehrfachauflösungen
- Transparenzen (Alpha-Kanal: 1 bit, 8 oder 16 bits)
- Unterstützung großer Bilder
- Unterstützung unterschiedlicher Bildtypen: Anzahl der Kanäle, Bitonal, Palettenbilder, RGB, CYMK, LAB, Multispektral, Mehrfachbilder, etc.
- Dokumentenbilder (Mischung aus Text-, Grafik- und Bilddaten)
- Annotationen (i.a. textuelle Anmerkungen) / Metadaten
- Fehlertoleranz bzw. Fehlererkennung

12 © Detlev Marpe, Kai Uwe Barthel

Internet-Bildformate

- ❑ **JPG**
- ❑ **GIF**
- ❑ **PNG**

wobei GIF und PNG im folgenden näher vorgestellt werden

Java-Unterstützung

- ❑ JPG / GIF ab Java 1.1
- ❑ PNG ab Java 1.3

13 © Detlev Marpe, Kai Uwe Barthel

GIF

- ❑ GIF (Graphics Interchange Format)
- ❑ Entwickelt durch CompuServe (1987): GIF87a
- ❑ **das** erste verlustfreie Internet-Bildformat für Palettenbilder
- ❑ Palettengröße auf **256 Farbeinträge** limitiert
- ❑ Erweitert (1989): **GIF89a**
 - **Mehrfachbilder** in einem File: **Animation**
 - Interlacing: 4-Pass (**Progressive Übertragung**)
- ❑ Verlustfreie Kompression mit **LZW**
 - Gute Codiereffizienz bei geringer Komplexität
 - **Aber:** patent- und lizenzrechtliche Probleme (inzwischen behoben, da Patente 2003 ausgelaufen)
- ❑ Patentproblematik führte zur Entwicklung von PNG



14 © Detlev Marpe, Kai Uwe Barthel

Progressives (Interlaced) GIF89a

1. Durchgang	2. Durchgang	3. Durchgang	4. Durchgang
12,5%	25%	50%	100%

15 © Detlev Marpe, Kai Uwe Barthel

PNG

- ❑ PNG (Portable Network Graphics),
- ❑ Version 1: 1996; Version 2: W3C Rec. und **International Standard**: ISO/IEC 15948, 2004.
- ❑ Bis zu **48 bit Farbtiefe** und **16 bit Graustufen**
- ❑ **Alpha-Kanäle** (Transparenzinformation): 8 oder 16 bit
- ❑ **Nur Einzelbilder** (MNG für Mehrfachbilder)
- ❑ Verlustfreie Kompression mit **deflate** (LZ77: lizenzfrei)
- ❑ deflate kann mit DPCM-Vorfiltern kombiniert werden
- ❑ **Interlacing: 2D 7-Pass-Schema** (Adam 7)
- ❑ Metadaten-Support
- ❑ CRC: Prüfsummen zur **Fehlererkennung**
- ❑ Inzwischen **breite Unterstützung** durch mehr als **60 HTML-Browser**



16 © Detlev Marpe, Kai Uwe Barthel

2D Progressives (Interlaced) PNG

Startbild	1. Durchgang	2. Durchgang	3. Durchgang
Einteilung in 8x8 Blöcke	Alle Bildpunkte oben links	... plus Bildpunkte in orange	... plus Bildpunkte in blau
Prinzip: pro Durchgang Übertragung spezieller Bildpunkte in jedem 8x8 Block, die empfangenseitig vervielfacht werden.			
... plus Bildpunkte in weiß	... plus Bildpunkte in gelb	... plus Bildpunkte in rot	... plus Bildpunkte in grün
7. Durchgang	6. Durchgang	5. Durchgang	4. Durchgang

17 © Detlev Marpe, Kai Uwe Barthel

1,6 % (= 1/64)	3% (= 1/32)	6% (= 1/16)	12,5% (= 1/8)
25% (= 1/4)	50% (= 1/2)	100% (der Bildinformation)	

PNG:
2D 7-Pass Interlaced Demo

Internet-Bildformate im Vergleich

image format	GIF	JPEG	PNG 8 / 24
color mode			
bitonal	■		■
palletized	■		■
RGB		■	■
Lab			
CMYK		□	
features			
progressive transmission	■□	■□	■□
lossless compression	■		■
lossy compression		■	
high compression efficiency		■*)	
meta data		□	
animation	■		
transparency / alpha **)	■		■□
ICC support		□	□
random access in huge images			□

■ = supported by image format & web browser

□ = supported by image format, but not supported by web browser

■□ = supported by image format, but problems with some web browsers

*) today JPEG is outperformed by newer & better algorithms like JPEG2000, which has no browser support yet