

Dipl.-Ing. Michael J. Ruf, Hildesheim

Kombinierte Quell- und Kanalcodierung für Festbilder

Reihe **10**: Informatik/
Kommunikationstechnik Nr. **452**

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Gliederung der Arbeit	4
2	Quellcodierung	6
2.1	Transformation	6
2.1.1	Diskrete-Kosinus-Transformation (DCT)	7
2.1.2	Die Teilband-Transformation	8
2.1.3	Die diskrete Wavelet-Transformation	16
2.2	Quantisierung	20
2.2.1	Statistische Eigenschaften	20
2.2.2	Gleichförmige skalare Quantisierung	21
2.2.3	Nicht-gleichförmiger skalarer (GG) Quantisierer	23
2.2.4	Pyramiden-Vektor-Quantisierung	25
2.3	Codierung	32
2.3.1	Auslese-Reihenfolgen	33
2.3.2	Codierung mit fester Codewortlänge	34
2.3.3	Variable-Längen-Codierung (VLC)	36
2.4	Untersuchte Systeme	40
2.4.1	JPEG	40
2.4.2	Wavelet-Transformation mit UT- bzw. GG-Quantisierer	41
2.4.3	DCT, Teilband- oder Wavelet-Transformation mit PPVQ	41
2.4.4	Wavelet-Transformation und VLC	42

3	Kanäle, Modulation und Kanalcodierung	45
3.1	Kanalmodelle	45
3.1.1	Der AWGN-Kanal	45
3.1.2	Der Rayleigh-Fading-Kanal	46
3.2	Modulationsverfahren	47
3.2.1	BPSK	48
3.2.2	QPSK	49
3.2.3	Vergleich der Leistungsfähigkeit	49
3.3	Kanalcodierung	50
3.3.1	Beschreibung der eingesetzten Kanalcodierung	50
3.3.2	RCPC-Codes	51
3.3.3	Blockcodes (BCH und RS)	52
3.3.4	Leistungsfähigkeit der verwendeten Kanalcodes	54
4	Leistungsfähigkeit und Bildfehlerarten	56
4.1	Verwendetes Verzerrungsmaß	56
4.2	Leistungsfähigkeit bei ungeschützter Übertragung	59
4.2.1	Leistungsfähigkeit ohne Kanalfehler	59
4.2.2	Leistungsfähigkeit mit Übertragungsfehlern	65
4.2.3	Bildbeispiele und Bildfehlerarten	68
4.2.4	Zusammenfassung der Ergebnisse	71
5	Theorie von Quell- und Kanalcodierung	73
5.1	Entropie eines Quell-Alphabets	73
5.1.1	Entropie der untersuchten Quantisierer	74
5.1.2	Rate-Distortion-Diagramm	75
5.2	Theoretische Auswirkungen von Kanalfehlern	77
5.2.1	Theoretische Beschreibung der Auswirkungen der Kanalfehler	78
5.2.2	Gesamtrate und Gesamtverzerrung	80
5.3	Kanalkapazität und Cutoff-Rate	81
5.3.1	Kanalkapazität	81
5.3.2	Restfehlerwahrscheinlichkeit	83
5.3.3	Cutoff-Rate	84
5.3.4	Vergleich von Kanalkapazität und Cutoff-Rate	85
5.4	Grenzen der gemeinsamen Quell- und Kanalcodierung	86

6	Kombinierte Quell- und Kanalcodierung bei FLC	89
6.1	Bisherige Arbeiten	89
6.2	Anmerkung zum weiteren Vorgehen	91
6.2.1	Beschreibung der Bit-Allokation	92
6.3	Berechnung der Sensitivitäten bei FLC	94
6.3.1	Gleichförmiger UT-Quantisierer	94
6.3.2	Nicht-gleichförmiger GG-Quantisierer	97
6.3.3	Produkt-Pyramiden-Vektor-Quantisierer	99
6.3.4	Das Bit-Sensitivitäts-Diagramm	103
6.4	Optimierung von gemeinsamer Quell- und Kanalcodierung	105
6.4.1	Gleichförmiger Fehlerschutz (EEP)	106
6.4.2	Unterschiedlicher Fehlerschutz für Teilbänder (UEEP)	108
6.4.3	Ungleichgewichtiger Fehlerschutz (UEP)	110
6.4.4	Vergleich der Leistungsfähigkeit	113
6.4.5	Zusammenfassung	121
7	Kombinierte Quell- und Kanalcodierung bei VLC	122
7.1	Fehlersicherung und Bit-Sensitivitäten bei VLC	122
7.2	Arten der gemeinsamen Quell- und Kanalcodierung	123
7.2.1	EEP ohne Synchronisationsstellen	124
7.2.2	Synchronisationsstellen an den Bandgrenzen (UEEP)	126
7.2.3	UEEP mit zusätzlichen SMs im Teilband (UEEP-SM)	127
7.2.4	Separate Übertragung von VLC- und FLC-Daten (UEP)	131
7.3	Vergleich der Leistungsfähigkeit	135
7.3.1	Bit-Sensitivitäts-Diagramm	135
7.3.2	Leistungsfähigkeit	136
7.3.3	Zusammenfassung	144
8	Quellengesteuerte Kanaldecodierung (APRI-SOVA)	145
8.1	Der APRI-SOVA	145
8.2	Einsatz des APRI-SOVA bei der Bildübertragung	150
8.2.1	Simulations-Ergebnisse	154
8.2.2	Zusammenfassung	159

9 Vergleich der Übertragungssysteme	160
9.1 Theoretischer Vergleich	160
9.2 Subjektiver Vergleich	165
9.3 Bewertung und Diskussion	166
10 Zusammenfassung und Ausblick	176
10.1 Wesentliche Ergebnisse	176
10.2 Ausblick	179
A Der Gamma-Quantisierer	180
B Der GG-Quantisierer	184
C Randbehandlung, Filterkoeffizienten	188
C.1 Randbehandlung	188
C.2 Filterkoeffizienten	189
D Wichtige Abkürzungen und Formelzeichen	190
D.1 Formelzeichen	190
D.2 Abkürzungen	193
D.3 Mathematische Ausdrücke	194
Literatur	196