

Dipl.-Ing. Klaus Michael Illgner, Aachen

# **Skalierbare Bildsequenzcodierung**

Reihe **10**: Informatik/  
Kommunikationstechnik Nr. **529**

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>Notationen und Abkürzungen</b>	<b>IX</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Anforderungen an ein skalierbares Codierverfahren . . . . .	2
1.2 Übersicht . . . . .	4
<b>2 Grundlagen der hierarchischen Signalverarbeitung</b>	<b>5</b>
2.1 Mathematische Grundlagen . . . . .	6
2.2 Signalrepräsentation . . . . .	11
2.2.1 Interpretation im Kontext der Signalverarbeitung . .	11
2.2.2 Diskrete Signale . . . . .	12
2.3 Signalapproximation . . . . .	14
2.3.1 Orthogonale Approximation . . . . .	15
2.3.2 Verallgemeinerte Abtastung . . . . .	17
2.3.3 Abtastung und Interpolation . . . . .	17
2.4 Hierarchische Signalverarbeitung . . . . .	18
2.4.1 Mehrskalen-Analyse . . . . .	19
2.4.2 Wavelets . . . . .	21
2.4.3 Teilbandfilterung . . . . .	22
2.4.4 Pyramiden . . . . .	24
2.5 Spline-Basen . . . . .	27
2.5.1 Zentrierte Splines . . . . .	32

---

<b>3</b>	<b>Bildsequenzmodellierung</b>	<b>35</b>
3.1	Das Bildmodell . . . . .	35
3.1.1	Abbildung . . . . .	35
3.1.2	Digitalisierung . . . . .	38
3.1.3	Randbegrenzung . . . . .	41
3.1.4	Farbbilder . . . . .	41
3.2	Modellierung von Bewegungen . . . . .	42
3.2.1	Bewegungsbeschreibung . . . . .	42
3.2.2	Bewegung in Bildfolgen . . . . .	44
3.2.3	Bewegung in Bildsequenzen . . . . .	45
3.2.4	Bewegte Kamera . . . . .	47
3.3	Bildfolgen im Spektralbereich . . . . .	47
3.3.1	Filterung von Bildfolgen . . . . .	50
<b>4</b>	<b>Bewegungskompensation</b>	<b>52</b>
4.1	Modell zur Bewegungskompensation . . . . .	54
4.2	Diskrete Bewegungskompensation . . . . .	57
4.2.1	Prädiktionsfehler bei translatorischer Bewegung . . . . .	60
4.2.2	Optimales Interpolationsfilter . . . . .	62
4.2.3	Quantisierung der Verschiebungsvektoren . . . . .	68
4.3	Kompensation nicht-translatorischer Bewegungen . . . . .	69
4.4	Hierarchische Bewegungskompensation . . . . .	70
4.4.1	Analyse des Driftfehlers . . . . .	71
4.4.2	Kompensation des Approximationsfehlers . . . . .	73
4.4.3	Kompensation in Teilbändern . . . . .	74
4.5	Bedingung zur Filterrealisierung . . . . .	76
4.6	Simulationsergebnisse . . . . .	78

<b>5</b>	<b>Verfahren zur skalierbaren Videocodierung</b>	<b>82</b>
5.1	3D-Codierung . . . . .	85
5.1.1	Skalierbare 3D-Coder . . . . .	87
5.2	Prädiktive Codierung . . . . .	88
5.3	Skalierbare Codierung auf der Basis einer Teilbandzerlegung . . . . .	90
5.3.1	Bandpaßprädiktion . . . . .	92
5.3.2	Tiefpaßprädiktion . . . . .	94
5.3.3	Hierarchische Codierung . . . . .	96
5.4	Skalierbare Codierung mit Auflösungs- pyramiden . . . . .	98
<b>6</b>	<b>Realisierung des skalierbaren Videocodecs</b>	<b>103</b>
6.1	Entwicklung der Coderstruktur . . . . .	103
6.1.1	Prinzip zur Prädiktionsfehler- und Vektorfeldcodierung . . . . .	105
6.2	Bewegungsschätzung und -kompensation . . . . .	107
6.2.1	Bewegungsschätzung . . . . .	107
6.2.2	Bewegungskompensation . . . . .	108
6.2.3	Implementierung . . . . .	110
6.3	Codierung der Prädiktionsfehlerbilder . . . . .	113
6.3.1	Sukzessive Quantisierung . . . . .	116
6.3.2	Entropiecodierung . . . . .	117
6.4	Codierung der Verschiebungsvektorfelder . . . . .	118
6.5	Multiplexer und Codersteuerung . . . . .	122
6.6	Simulationsergebnisse . . . . .	123
6.6.1	Bewegungskompensation . . . . .	123
6.6.2	Skalierbare Videocodierung . . . . .	127
6.7	Eigenschaften des Systems . . . . .	129
6.8	Erweiterungsmöglichkeiten und Ausblick . . . . .	133

<b>7 Zusammenfassung</b>	<b>135</b>
<b>A Halbpel-Bewegungskompensation in Teilbändern</b>	<b>139</b>
<b>B Realisierung der Spline-Filter</b>	<b>142</b>
<b>C Analyse der Quantisierungsfehler</b>	<b>143</b>
C.1 <i>Open-loop</i> Quantisierung . . . . .	143
C.2 Rückkopplung von Quantisierungsfehlern . . . . .	144
<b>Literatur</b>	<b>146</b>