

Jöran Bergh · Fredrik Ekstedt  
Martin Lindberg

# Wavelets mit Anwendungen in Signal- und Bildbearbeitung

Aus dem Englischen übersetzt von Manfred Stern

Mit 85 Abbildungen



Springer

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	1
1.1	Haar-Wavelet und Approximation	3
1.2	Beispiel einer Wavelet-Transformation	5
1.3	Fourier <i>vs</i> Wavelet	7
1.4	Fingerabdrücke und Bildkompression	12
1.5	Unterdrückung von Rauschen (Denoising)	13
1.6	Bemerkungen	14

---

## Teil I Theorie

---

<b>2</b>	<b>Signalverarbeitung</b>	17
2.1	Signale und Filter	17
2.2	Die $z$ -Transformation	20
2.3	Die Fourier-Transformation	22
2.4	Linearer Phasengang und Symmetrie	25
2.5	Vektorräume	27
2.6	Zweidimensionale Signalverarbeitung	29
2.7	Sampling	30
<b>3</b>	<b>Filterbänke</b>	33
3.1	Zeitdiskrete Basen	33
3.2	Die zeitdiskrete Haar-Basis	36
3.3	Die Subsampling-Operatoren	39
3.4	Perfekte Rekonstruktion	41
3.5	Konstruktion von Filterbänken	45
3.6	Bemerkungen	48
<b>4</b>	<b>Multi-Skalen-Analyse</b>	49
4.1	Projektionen und Basen in $L^2(\mathbb{R})$	49
4.2	Skalierungsfunktionen und Approximation	55

4.3	Wavelets und Detail-Räume	61
4.4	Orthogonale Systeme	66
4.5	Die diskrete Wavelet-Transformation	71
4.6	Biorthogonale Systeme	74
4.7	Approximation und verschwindende Momente	78
4.8	Bemerkungen	80
<b>5</b>	<b>Wavelets in höheren Dimensionen</b>	<b>83</b>
5.1	Die separable Wavelet-Transformation	83
5.2	Zweidimensionale Wavelets	89
5.3	Nichtseparable Wavelets	93
5.4	Bemerkungen	98
<b>6</b>	<b>Das Lifting-Schema</b>	<b>99</b>
6.1	Die Grundidee	99
6.2	Faktorisierungen	103
6.3	Lifting	106
6.4	Implementierungen	107
6.5	Bemerkungen	109
<b>7</b>	<b>Die kontinuierliche Wavelet-Transformation</b>	<b>111</b>
7.1	Einige grundlegende Fakten	111
7.2	Globale Regularität	113
7.3	Lokale Regularität	115
7.4	Bemerkungen	116

---

## Teil II Anwendungen

---

<b>8</b>	<b>Wavelet-Basen: Beispiele</b>	<b>119</b>
8.1	Regularität und verschwindende Momente	119
8.2	Orthogonale Basen	120
8.3	Biorthogonale Basen	129
8.4	Wavelets ohne kompakten Träger	134
8.5	Bemerkungen	139
<b>9</b>	<b>Adaptive Basen</b>	<b>141</b>
9.1	Zeit-Frequenz-Zerlegungen	141
9.2	Wavelet-Pakete	144
9.3	Entropie und Best-Basis-Auswahl	148
9.4	Lokale trigonometrische Basen	152
9.5	Bemerkungen	156

<b>10</b>	<b>Kompression und Unterdrückung von Rauschen</b>	157
10.1	Bildkompression	157
10.2	Denoising	162
10.3	Bemerkungen	168
<b>11</b>	<b>Schnelle numerische lineare Algebra</b>	171
11.1	Modellprobleme	171
11.2	Diskretisierung	172
11.3	Die Nichtstandardform	174
11.4	Die Standardform	175
11.5	Kompression	176
11.6	Multilevel-Iterationsmethoden	178
11.7	Bemerkungen	179
<b>12</b>	<b>Funktionalanalysis</b>	181
12.1	Differenzierbarkeit und Wavelet-Darstellung	181
12.2	Bemerkungen	184
<b>13</b>	<b>Ein Analysewerkzeug</b>	185
13.1	Zwei Beispiele	185
13.2	Ein numerischer „Sometime Shortcut“	190
13.3	Bemerkungen	190
<b>14</b>	<b>Feature-Extraktion</b>	191
14.1	Der Klassifikator	191
14.2	Lokale Diskriminantenbasen	192
14.3	Diskriminantenmaße	193
14.4	Der LDB-Algorithmus	195
14.5	Bemerkungen	195
<b>15</b>	<b>Implementierungsfragen</b>	197
15.1	Signale endlicher Länge	197
15.2	Prä- und Post-Filterung	200
15.3	Bemerkungen	202
	<b>Literaturverzeichnis</b>	203
	<b>Sachverzeichnis</b>	205