

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen und Formelzeichen	XII
1 Einführung	1
1.1 Anwendungsbereiche von Orthogonaltransformationen in der Signalverarbeitung	1
1.2 Diskrete orthogonale Transformationen	5
1.3 Darstellungsformen und Komplexität der Transformationsalgorithmen	8
1.4 Organisation des Buches	10
2 Die wichtigsten diskreten Orthogonaltransformationen	12
2.1 Fourier-Transformation	12
2.2 Hartley-Transformation	17
2.3 Cosinus- und Sinus-Transformation	19
2.4 Walsh-Hadamard-Transformation	21
2.5 Haar-Transformation	34
2.6 Slant-Transformation	37
3 Strategien, Berechnungs- und Darstellungsformen	43
3.1 Berechnungsstrategien	43
3.1.1 Direkte Berechnung der Transformationskoeffizienten	43
3.1.2 Berechnung aus Koeffizienten von Teilfolgen	43
3.1.3 Berechnung aus den Koeffizienten einer anderen Transformation	44
3.2 Anwendung der Restklassenarithmetik	45
3.3 Faktorisierung der Transformationsmatrix	50

3.4	Indizierung der Daten im Objekt- und im Transformationsbereich ...	57
3.4.1	Aufteilung in Module	57
3.4.2	Darstellung durch Signalflußgraphen	60
3.4.3	Beziehungen zwischen Iterationenfolge, Objektdaten- und Koeffizientenreihenfolge	64
4	Algorithmen eindimensionaler Transformationen	74
4.1	Algorithmen für die diskrete Walsh-Transformation	74
4.1.1	Algorithmen für die Paley-, Hadamard- und Walsh-Ordnung	74
4.1.2	Berechnung der WHT aus Koeffizienten von Teilfolgen	77
4.2	Algorithmen für die diskrete Fourier-Transformation	78
4.2.1	Cooley-Tukey- und Sande-Tukey-Algorithmus	80
4.2.2	Radix-4- und Split-Radix-Algorithmus für die FFT	90
4.2.3	Primfaktor-Algorithmus für die DFT	97
4.2.4	Winograd-Algorithmus	103
4.2.5	Berechnung der DFT aus Walsh-Koeffizienten	107
4.2.6	Berechnung der DFT aus Koeffizienten von Teilfolgen	113
4.2.7	FFT-Algorithmus für reelle, symmetrische oder antisymmetrische Datensequenzen	120
4.3	Algorithmen für die diskrete Hartley-Transformation	130
4.3.1	DHYT-Algorithmus mit Zeitdezimierung	131
4.3.2	DHYT-Algorithmus mit Frequenzdezimierung	134
4.3.3	Primfaktor-Algorithmus für die DHYT	136
4.3.4	Split-Radix-Algorithmus für die DHYT	138
4.3.5	Berechnung der DHYT aus Koeffizienten von Teilfolgen	141
4.3.6	DHYT-Berechnung aus Walsh-Koeffizienten	146
4.3.7	Konversion zwischen DFT- und DHYT-Koeffizienten	151
4.4	Algorithmen für die diskrete Cosinus-Transformation	153
4.4.1	DCT-Berechnung mittels 2N-Punkte-DFT	154
4.4.2	DCT-Berechnung mittels N-Punkte-DFT	159
4.4.3	DCT-Berechnung aus DHYT-Koeffizienten	165
4.4.4	DCT-Algorithmus mit Matrixfaktorisierung	167
4.4.5	Algorithmus zur direkten DCT-Berechnung	174
4.4.6	DCT-Berechnung aus Koeffizienten von Teilfolgen	178
4.4.7	Algorithmus für eine modifizierte DCT	182

4.5	Algorithmen für die diskrete Sinus-Transformation	187
4.5.1	DST-Algorithmus mit Matrixfaktorisierung	187
4.5.2	DST-Berechnung über die DCT	191
4.6	Algorithmen für die diskrete Haar-Transformation	193
4.6.1	HT-Algorithmus ohne "in-place"-Eigenschaft	194
4.6.2	Algorithmen zur "in-place"-Berechnung der HT	196
4.7	Algorithmen für die Slant-Transformation	198
4.7.1	SLT-Algorithmus mit Faktorisierung der Transformationsmatrix	198
4.7.2	SLT-Algorithmus unter Verwendung der Walsh-Transformation .	198
4.7.3	SLT-Algorithmus unter Verwendung der Haar-Transformation ..	203
5	Berechnungsstrategien zweidimensionaler Transformationen	204
5.1	Berechnung der 2D-Koeffizienten durch eine 1D-Transformation (und umgekehrt)	208
5.2	Separierung in Zeilen- und Spaltentransformation	211
5.3	Direkte Berechnung der 2D-Koeffizienten aus der 2D-Datenmenge ...	215
5.4	Berechnung aus 2D-Koeffizienten niedrigerer Ordnung	221
6	Algorithmen zweidimensionaler Transformationen	225
6.1	Algorithmen für die 2D-Walsh-Transformation	225
6.2	Algorithmen für die 2D-Fourier-Transformation	231
6.2.1	Zeile/Spalte-Algorithmus der DFT	233
6.2.2	Vektor-Radix-Algorithmus der DFT	235
6.2.3	Direkter 2D-FFT-Algorithmus	241
6.2.4	Berechnung der 2D-FFT aus Koeffizienten niedrigerer Ordnung	250
6.2.5	Vereinheitlichte Behandlung der zweidimensionalen DFT-Algorithmen	256
6.2.6	DFT-Algorithmen für reelle 2D-Datenarrays	266
6.3	Algorithmen für die diskrete 2D-Hartley-Transformation	270
6.3.1	Zeile/Spalte-Algorithmus der DHYT	271
6.3.2	Vektor-Radix-Algorithmus der DHYT	273
6.4	Algorithmen für die diskrete 2D-Cosinus-Transformation	277

6.4.1 DCT-Algorithmus zur direkten Anwendung auf die 2D-Datenmenge	279
6.4.2 DCT-Berechnung aus Koeffizienten niedrigerer Ordnung	289
7 Implementierung der Algorithmen	293
7.1 Software-Implementierung	293
7.2 Hardware-Realisierung	296
Literaturverzeichnis	301
Sachverzeichnis	309