

r

Tilman Butz

Fouriertransformation für Fußgänger

5., durchgesehene Auflage



Teubner

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	1
1 Fourierreihen	3
1.1 Fourierreihen	3
1.1.1 Gerade und ungerade Funktionen	4
1.1.2 Definition der Fourierreihe	4
1.1.3 Berechnung der Fourierkoeffizienten	6
1.1.4 Fourierreihe in komplexer Schreibweise	11
1.2 Theoreme und Sätze	14
1.2.1 Linearitätstheorem	14
1.2.2 Der 1. Verschiebungssatz	14
1.2.3 Der 2. Verschiebungssatz	17
1.2.4 Skalierungssatz	21
1.3 Partialsummen, Besselsche Ungleichung, Parsevals Gleichung.	22
1.4 Gibbssches Phänomen	25
1.4.1 Der Dirichletsche Integralkern	25
1.4.2 Integraldarstellung der Partialsummen	27
1.4.3 Gibbsscher Überschwinger	28
Spielwiese	31
2 Kontinuierliche Fouriertransformation	33
2.1 Kontinuierliche Fouriertransformation	33
2.1.1 Gerade und ungerade Funktionen	33
2.1.2 Die \wedge -Funktion	34
2.1.3 Hin- und Rücktransformation	35
2.1.4 Polardarstellung der Fouriertransformierten	40
2.2 Theoreme und Sätze	42
2.2.1 Linearitätstheorem	42
2.2.2 Der 1. Verschiebungssatz	42
2.2.3 Der 2. Verschiebungssatz	44
2.2.4 Skalierungssatz	46
2.3 Faltung, Kreuzkorrelation, Autokorrelation, Parsevals Theorem	47
2.3.1 Faltung	47
2.3.2 Kreuzkorrelation	56
2.3.3 Autokorrelation	57

XII Inhaltsverzeichnis

2.3.4	Parsevals Theorem	58
2.4	Fouriertransformation von Ableitungen	59
2.5	Fußangeln	62
2.5.1	„Aus 1 mach 3“	62
2.5.2	Abschneidefehler	64
	Spielwiese	67
3	Fensterfunktionen	71
3.1	Das Rechteckfenster	72
3.1.1	Nullstellen	72
3.1.2	Intensität im zentralen Peak	72
3.1.3	„Sidelobe“-Unterdrückung	73
3.1.4	3 dB-Bandbreite	74
3.1.5	Asymptotisches Verhalten der „Sidelobes“	75
3.2	Das Dreieckfenster (Fejer-Fenster)	76
3.3	Das Kosinus-Fenster	77
3.4	Das \cos^2 -Fenster (Hanning)	78
3.5	Das Hamming-Fenster	80
3.6	Das Triplett-Fenster	81
3.7	Das Gauß-Fenster	82
3.8	Das Kaiser-Bessel-Fenster	83
3.9	Das Blackman-Harris-Fenster	85
3.10	Überblick über die Fensterfunktionen	87
3.11	Wichten oder Falten?	90
	Spielwiese	91
4	Diskrete Fouriertransformation	93
4.1	Diskrete Fouriertransformation	93
4.1.1	Gerade und ungerade Zahlenfolgen und „wrap-around“	93
4.1.2	Das Kronecker-Symbol oder die „diskrete 5-Funktion“	94
4.1.3	Definition der diskreten Fouriertransformation	96
4.2	Theoreme und Sätze	100
4.2.1	Linearitätstheorem	100
4.2.2	Der 1. Verschiebungssatz	101
4.2.3	Der 2. Verschiebungssatz	102
4.2.4	Skalierungssatz/Nyquist- Frequenz	102
4.3	Faltung, Kreuzkorrelation, Autokorrelation, Parsevals Theorem	103
4.3.1	Faltung	105
4.3.2	Kreuzkorrelation	107
4.3.3	Autokorrelation	108
4.3.4	Parsevals Theorem	108
4.4	Das Sampling-Theorem	109
4.5	Daten spiegeln	114
4.6	„Zero-padding“	118
4.7	Fast Fourier Transform (FFT)	125

Spielwiese	132
5 Filterwirkung bei digitaler Datenverarbeitung	137
5.1 Transferfunktion	137
5.2 Tiefpaß, Hochpaß, Bandpaß, Notchfilter	139
5.3 Daten verschieben	146
5.4 Daten komprimieren	147
5.5 Differenzieren diskreter Daten	148
5.6 Integrieren diskreter Daten	149
Spielwiese	153
Anhang: Lösungen	157
Literaturverzeichnis	207
Sachverzeichnis	209