

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	.	.	.	.	1
2 Mathematische Grundlagen	.	.	.	.	5
2.1 Lineare Gleichungssysteme	.	.	.	.	6
2.1.1 Zustandsvariablen-Darstellung	.	.	.	.	6
2.1.2 Rechenregeln für Matrizen	.	.	.	.	12
2.1.3 Transformationsmatrizen	.	.	.	.	20
2.2 Wahrscheinlichkeitsrechnung	.	.	.	.	23
2.2.1 Mittelwerte und Varianzen	.	.	.	.	23
2.2.2 Häufigkeitsverteilungen	.	.	.	.	25
2.2.3 Definitionen der Wahrscheinlichkeit	.	.	.	.	26
2.2.4 Bedingte Wahrscheinlichkeiten	.	.	.	.	27
2.2.5 Folgen unabhängiger Ereignisse	.	.	.	.	28
2.2.6 Folgen abhängiger Ereignisse	.	.	.	.	30
2.2.7 Normalverteilung	.	.	.	.	32
2.2.8 Erwartungswerte	.	.	.	.	34
2.3 Komplexe Rechnung	.	.	.	.	35
2.3.1 Elementare Rechenregeln	.	.	.	.	36
2.3.2 Exponentialdarstellung	.	.	.	.	38
2.3.3 Höhere Rechenarten	.	.	.	.	39
2.4 Differentialgleichungen	.	.	.	.	41
2.5 Aufgaben	.	.	.	.	43
3 Digitale Filtertechnik	.	.	.	.	47
3.1 Grundbegriffe der Filtertechnik	.	.	.	.	48
3.1.1 Definition eines Filters im Frequenzbereich	.	.	.	.	49
3.1.2 Definition eines Filters im Zeitbereich	.	.	.	.	51
3.1.3 Grundbegriffe digitaler Filtertechnik	.	.	.	.	52

3.2	Berechnung linearer Filter	55
3.2.1	Filterkoeffizienten bei bekannter Zeitfunktion	56
3.2.2	Filterkoeffizienten bei bekanntem Frequenzgang	58
3.2.3	Filterkoeffizienten einer Differentialgleichung	60
3.3	Aufgaben	66
4	Frequenzanalyse-Verfahren	71
4.1	Diskrete Fouriertransformation	73
4.1.1	Festlegen der Parameter der Fourierreihe	73
4.1.2	Allgemeine Berechnung der Fourierkoeffizienten	75
4.1.3	Kontrolle der Fourierkoeffizienten	78
4.1.4	Komplexe Form der Fourierreihe	79
4.2	Fast Fourier Transformation (FFT)	82
4.2.1	Spiegelung der Einheitswurzeln	83
4.2.2	Matrizendarstellung der Einheitswurzeln	87
4.2.3	Schmetterlingsdiagramme	89
4.3	Anwendung der FFT-Algorithmen	91
4.3.1	Reelle Funktionen	92
4.3.2	Anwendung von Fensterfunktionen	92
4.4	Aufgaben	95
5	Regressions- und Korrelationstechniken	101
5.1	Ausgleichen einer Meßfolge (Regression)	102
5.1.1	Grundbegriffe der Regression	102
5.1.2	Prinzip der kleinsten Fehlerquadrate	106
5.1.3	Lineare Regression	107
5.1.4	Nichtlineare Regression	113
5.1.5	Mehrdimensionale Regression	124
5.2	Korrelation zwischen Meßdaten	130
5.2.1	Grundbegriffe der Korrelation	131
5.2.2	Korrelationskoeffizient	134
5.2.3	Definition der Korrelationsfunktionen	136
5.2.4	Mehrdimensionale Korrelation	149
5.3	Zusammenhang von Zeit- und Frequenzbereich	153
5.4	Aufgaben	161

6 Trendanalyse-Verfahren	163
6.1 Prinzipien der Trendanalyse	163
6.2 Herleitung eines variablen Trendfilters	166
6.3 Charakterisierung eines Trendfilters	176
6.4 Mehrfach-Filterung	182
6.5 Aufgaben	187
7 Modellierung von Zufallsprozessen	189
7.1 Prinzip der Modellierung	189
7.2 Autoregressive Prozesse (AR)	194
7.3 Moving Average Prozesse (MA)	207
7.4 Kombinierte Prozesse (ARMA, ARIMA)	218
7.5 Aufgaben	224
8 Kalmanfiltertechnik	227
8.1 Grundprinzip der Kalmanfiltertechnik	229
8.1.1 Optimale Kombination von Meßwerten	230
8.1.2 Rekursive Zustandsschätzung	232
8.2 Allgemeine Gleichungen des Kalmanfilters	233
8.2.1 Herleitung der Filtergleichungen	234
8.2.2 Adaptiver Filteralgorithmus	236
8.2.3 Rückwärtsfilterung von Meßdaten	237
8.2.4 Zusammenstellung der Filtergleichungen	241
8.3 Anwendungsbeispiel eines Kalmanfilters	242
8.3.1 Verstärkungs- und Kovarianzmatrix	245
8.3.2 Zustandsvektor	248
8.4 Aufgaben	249
Literaturverzeichnis	253
Sachwortverzeichnis	259