

Inhaltsverzeichnis

1	Detektion und Estimation	1
1.1	Detektion	3
1.1.1	Signalerkennung	4
1.1.2	Mustererkennung	5
1.2	Estimation	6
1.2.1	Parameterschätzung	7
1.2.2	Signalschätzung	8
1.3	Entwurfsansätze	10
2	Grundbegriffe der Statistik	13
2.1	Zufallsvariable	13
2.2	Zufallsprozesse	18
2.3	Transformationen	21
2.3.1	Transformation von Zufallsvariablen	21
2.3.2	Transformation von Prozessen	22
3	Signaldarstellung durch Vektoren	27
3.1	Vektordarstellung determinierter Signale	28
3.2	Darstellung von Prozessen durch Vektoren	29
3.2.1	Diskrete Karhunen-Loëve-Transformation	30
3.2.2	Diskrete Cosinus-Transformation	33
3.3	Darstellung von instationären Prozessen	35
3.3.1	Definition der Wavelet-Transformation	36
3.3.2	Diskrete Wavelet-Transformation	38
3.3.3	Basisfunktionen für die Wavelet-Transformation	39
3.3.4	Wavelet-Transformation mit Hilfe von Filterbänken	42
3.3.5	Beispiel für ein Analysefilter	43
3.3.6	Implementation der diskreten Wavelet-Transformation	46
3.3.7	Gabor-Transformation	47
3.3.8	Diskrete Gabor-Transformation	50
3.3.9	Berechnung der Diskreten Gabor-Transformation	50

3.4	Vektordarstellung von M Signalen	51
3.4.1	Analyse und Synthese von Signalen	51
3.4.2	Gram-Schmidt-Verfahren	53
3.5	Irrelevante Information	55
3.6	Vektorkanäle	57
3.7	Unabhängigkeitsanalyse und Blinde Quellentrennung	58
4	Signal- und Mustererkennung	63
4.1	Binäre Detektion	63
4.1.1	Bayes-Kriterium	64
4.1.2	Maximum-a-posteriori-Kriterium (MAP)	67
4.1.3	Neyman-Pearson-Kriterium	71
4.1.4	Der Likelihood-Verhältnis-Test	73
4.1.5	Empfängerarbeitscharakteristik	74
4.1.6	Entscheidungsräume bei binärer Detektion	77
4.1.7	Rückweisung	84
4.2	Multiple Detektion	87
4.2.1	MAP-Prinzip für multiple Detektion	89
4.2.2	Entscheidungsregel bei Gaußprozessen	90
4.2.3	Wahl der Signalvektoren	92
4.2.4	Signalvektorkonfigurationen	93
4.2.5	Abschätzung der Fehlerwahrscheinlichkeit	103
4.2.6	Vergleich der Signalvektorkonfigurationen	106
4.3	Klassifikation durch Cluster	109
4.3.1	Vektorquantisierer	114
4.3.2	Cluster mit scharfen Partitionen	117
4.3.3	Cluster mit unscharfen Partitionen	121
4.4	Klassifikation ohne Kenntnis der Dichtefunktion	125
4.4.1	Schätzung der A-posteriori-Wahrscheinlichkeiten	127
4.4.2	Nächster-Nachbar-Klassifikator	129
4.4.3	Klassifikation mittels Mahalanobis-Abstand	131
4.4.4	Parzen-Fenster-Klassifikator	134
4.4.5	Mehrreferenzen-Klassifikation	135
4.4.6	Transformationen im Merkmalsraum	136
4.5	Vergleich der Verfahren	140
5	Systeme für die Signal- und Mustererkennung	143
5.1	Signalerkennung mit Korrelationsempfängern	144
5.2	Polynomklassifikator	152
5.3	Klassifikatoren als neuronale Netze	155
5.3.1	Strukturen künstlicher neuronaler Netze	158
5.3.2	Mehrschichten-Perzeptron	158
5.3.3	Koeffizienten des zweischichtigen Perceptrons	162
5.3.4	Netze mit radialen Basisfunktionen	167
5.3.5	Koeffizienten des RBF-Netzes	169

5.4	Klassifikation mit Fuzzy-Logik	171
5.4.1	Fuzzifizierung der Eingangsgrößen	174
5.4.2	Fuzzy-Inferenz mit Hilfe einer Regelbasis	176
5.4.3	Defuzzifizierung des Inferenz-Ergebnisses	180
5.5	MAP-Prinzip zur Mustererkennung	182
5.6	Entscheidungsbäume	183
5.7	Klassifikation mittels Support-Vektor-Maschinen	187
5.8	Dynamische Sequenzklassifikation	192
5.8.1	Baum-Welch Schätzung	194
5.8.2	Viterbi-Dekodierung	195
5.8.3	Dynamic-Time-Warping	196
5.9	Entscheidungsregeln	202
5.10	Partitionierung und Balancierung	205
5.11	Ensemble- und Metaklassifikation	208
5.11.1	Bagging, Boosting und MultiBoosting	210
5.11.2	Stacking und Voting	213
5.12	Gütemaße für Klassifikationssysteme	215
5.12.1	Gütemaße für Mehrklassenprobleme	216
5.12.2	Gütemaße für binäre Entscheidungen	219
5.12.3	Signifikanztests	219
5.13	Vergleich der Klassifikationssysteme	223
6	Parameterschätzung (Estimation)	225
6.1	Beurteilungskriterien für Schätzwerte	227
6.2	Parameterschätzung mit A-priori-Information	229
6.2.1	Kostenfunktion des quadratischen Fehlers	232
6.2.2	Kostenfunktion des absoluten Fehlers	233
6.2.3	Kostenfunktion mit konstanter Gewichtung großer Fehler ..	234
6.2.4	Invarianz des Bayes-Schätzwertes bezüglich der Kostenfunktion	236
6.3	Parameterschätzung ohne A-priori-Information	237
6.4	Minimaler mittlerer quadratischer Schätzfehler	245
6.4.1	Minimale Fehlervarianz bei fehlender A-priori-Dichte ..	245
6.4.2	Minimaler mittlerer quadratischer Fehler bei bekannter A-priori-Dichte	248
6.5	Multiple Parameterschätzung	250
6.5.1	Schätzverfahren	250
6.5.2	Schätzfehler	252
7	Lineare Parameterschätzsysteme	255
7.1	Gauß-Markoff-Theorem	256
7.2	Additive unkorrelierte Störungen	261
7.3	Parametervektor ohne A-priori-Information	263
7.4	Verbesserung der Schätzwerte	264
7.5	Schätzsystem als lineares Transversalfilter	268

7.6 Adaptive Parameterschätzung	273
8 Wiener-Filter	279
8.1 Zeitkontinuierliche Wiener-Filter	282
8.1.1 Aufgabenstellung und Annahmen	282
8.1.2 Die Wiener-Hopf-Integralgleichung	284
8.1.3 Lösung der Wiener-Hopf-Integralgleichung	285
8.2 Eigenschaften von Wiener-Filttern	289
8.2.1 Schätzung einfacher Signalprozesse	289
8.2.2 Wiener-Filter und konventionell entworfene Filter	298
8.3 Zeitdiskrete Wiener-Filter	302
8.3.1 Minimaler mittlerer quadratischer Schätzfehler	305
8.4 Anwendungen von Wiener-Filttern	306
8.4.1 DPCM-Codierer zur Redundanzreduktion	306
8.4.2 Geräuschreduktion bei Sprachübertragung	313
9 Kalman-Filter	319
9.1 Aufgabenstellung und Annahmen	320
9.2 Prädiktion	321
9.2.1 Prädiktion um einen Schritt	322
9.2.2 Prädiktion für beliebig viele Schritte	333
9.3 Filterung	339
9.4 Interpolation	343
9.4.1 Interpolation von einem festen Zeitpunkt aus	345
9.4.2 Interpolation für einen festen Zeitpunkt	352
9.4.3 Interpolation über einen festen Zeitabstand	358
Literaturverzeichnis	361
Index	367