

Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen der Digitalisierung	1
1.1	Digitale Daten	2
1.2	Predictive Analytics	7
1.3	Industrie 4.0	11
1.4	Künstliche Intelligenz	13
	Literaturhinweise	21
2	Zentrale Konzepte	23
2.1	Wahrscheinlichkeitsrechnung	24
2.1.1	Allgemeine Grundbegriffe	24
2.1.2	Bedingte Wahrscheinlichkeiten	26
2.1.3	Satz von Bayes	30
2.1.4	Verteilungsfunktionen	32
2.1.5	Erwartungswert und Varianz	40
2.1.6	Mehrdimensionale Verteilungen	42
2.1.7	Kovarianz und Korrelation	47
2.2	Klassifikation	50
2.2.1	Problemstellung	50
2.2.2	Nächste Nachbar Methode	54
2.2.3	Lernende Vektorquantisierung	58
2.2.4	Entscheidungsbäume	59
2.2.5	Anwendungen	64
2.3	Clustering	68
2.3.1	Problemstellung	68
2.3.2	Hierarchisches Clustering	69
2.3.3	K-Means-Verfahren	71
2.3.4	Anwendungen	72
2.4	Validierung	74
2.4.1	Trainings- und Testdaten	75
2.4.2	Kreuzvalidierung	76

2.5	Boosting	77
2.5.1	AdaBoost-Verfahren	78
2.5.2	Viola-Jones-Verfahren	79
2.6	Übungsaufgaben	84
	Literaturhinweise	87
3	Neuronale Netze	89
3.1	Einführung	90
3.1.1	Biologisches Prinzip	90
3.1.2	Allgemeines Arbeitsprinzip	92
3.1.3	Einfache Mustererkennung	93
3.1.4	Architektur der Netze	95
3.1.5	Anwendungsbereiche	96
3.2	Einfaches Perzeptron	97
3.2.1	Netzarchitektur	97
3.2.2	Lernverfahren	99
3.3	Mehrlagiges Perzeptron	102
3.3.1	Netzarchitektur	102
3.3.2	Lernverfahren	108
3.4	Rekurrente Netze	126
3.4.1	Netzarchitektur	126
3.4.2	Lernverfahren	128
3.5	Faltungsnetze	129
3.5.1	Netzarchitektur	129
3.5.2	Lernverfahren	133
3.6	Anwendungen	137
3.7	Übungsaufgaben	145
	Literaturhinweise	147
4	Bayes-Netze	149
4.1	Naive-Bayes-Klassifikator	150
4.2	Grundlegende Begriffe	158
4.3	Problemstellung	163
4.4	Grundlegende Lösungsprinzipien	163
4.5	Algorithmus und Implementierung	170
4.6	Anwendungen	176
4.7	Übungsaufgaben	178
	Literaturhinweise	180

5	Probabilistische Robotik	183
5.1	Allgemeine Grundlagen	184
5.1.1	Einführendes Beispiel	184
5.1.2	Grundlegende Methoden	184
5.1.3	Dynamisches stochastisches System	187
5.2	Bayes-Filter	188
5.2.1	Einführendes Beispiel	188
5.2.2	Grundlegende Begriffe	190
5.2.3	Problemstellung	191
5.2.4	Grundlegende Lösungsprinzipien	191
5.2.5	Algorithmus und Implementierung	193
5.2.6	Anwendungen	195
5.3	Kalman-Filter	197
5.3.1	Einführendes Beispiel	197
5.3.2	Grundlegende Begriffe	200
5.3.3	Problemstellung	201
5.3.4	Grundlegende Lösungsprinzipien	201
5.3.5	Algorithmus und Implementierung	204
5.3.6	Anwendungen	205
5.4	Partikel-Filter	210
5.4.1	Einführendes Beispiel	210
5.4.2	Grundlegende Begriffe	211
5.4.3	Problemstellung	212
5.4.4	Grundlegende Lösungsprinzipien	212
5.4.5	Algorithmus und Implementierung	213
5.4.6	Anwendungen	214
5.5	Übungsaufgaben	216
	Literaturhinweise	218
6	Markov-Modelle	219
6.1	Markov-Ketten	220
6.1.1	Einführendes Beispiel	220
6.1.2	Grundlegende Begriffe	222
6.1.3	Problemstellung	229
6.1.4	Grundlegende Lösungsprinzipien	230
6.1.5	Algorithmus und Implementierung	232
6.1.6	Anwendungen	233

6.2	Hidden-Markov-Modelle	240
6.2.1	Einführendes Beispiel	240
6.2.2	Grundlegende Begriffe	241
6.2.3	Problemstellung	245
6.2.4	Grundlegende Lösungsprinzipien	246
6.2.5	Algorithmus und Implementierung	253
6.2.6	Anwendungen	256
6.3	Markovsches Entscheidungsmodell	262
6.3.1	Einführendes Beispiel	262
6.3.2	Grundlegende Begriffe	263
6.3.3	Problemstellung	265
6.3.4	Grundlegende Lösungsprinzipien	267
6.3.5	Algorithmus und Implementierung	275
6.3.6	Anwendungen	282
6.4	Übungsaufgaben	286
	Literaturhinweise	290
7	Entwicklungsmethodiken	291
7.1	Entwicklung von Softwaresystemen	291
7.1.1	Allgemeine Grundlagen	292
7.1.2	Zentrale Entwicklungshinweise	294
7.1.3	Vorgehens- und Prozessmodelle	295
7.1.4	Prinzipien des Softwaretests	301
7.1.5	Menschliche Komponente	306
7.2	Entwicklung von Mensch-Maschine-Kommunikation	308
7.2.1	Allgemeine Grundlagen	308
7.2.2	Menschliche Fähigkeiten	311
7.2.3	Prinzipien der Entwicklung	314
7.2.4	Der Sprint-Prozess	315
7.2.5	Prinzipien der Gestaltung	317
7.3	Entwicklung von digitalen Produkten	320
7.3.1	Digitale Technologien	320
7.3.2	Lean-Startup-Methode	324
7.3.3	Digitale Geschäftsmodelle	326
	Literaturhinweise	331
8	Digitale Technologien	333
8.1	Autonomes Fahren	333
8.1.1	Allgemeine Grundlagen	333
8.1.2	Komponenten autonomer Fahrzeuge	336
8.1.3	Aufnahme von Sensordaten	338
8.1.4	Modellierung der Umgebung	341
8.1.5	Lokalisierung und Pfadplanung	343

8.2	Kognitive Systeme	344
8.2.1	Allgemeine Grundlagen	344
8.2.2	Prinzipielle Funktionsweise	345
8.2.3	Prozess der Verarbeitung	346
8.2.4	Umsetzung und Anwendung	347
8.3	Digitale Medizin	349
8.3.1	Allgemeine Grundlagen	350
8.3.2	Intelligente Diagnosesysteme	351
8.3.3	Gesundheits-Monitoring	353
8.3.4	Online-Dienste	353
8.3.5	Automatisierte Recherche	354
8.3.6	Digitale Vernetzung	355
8.3.7	Lern- und Assistenzsysteme	355
8.4	Intelligente Roboter	356
8.4.1	Allgemeine Grundlagen	357
8.4.2	Wahrnehmung und Lokalisierung	359
8.4.3	Bewegungsplanung und Steuerung	360
8.4.4	Anwendungen	362
8.5	Software-Agenten	363
8.5.1	Allgemeine Grundlagen	364
8.5.2	Agentenarchitektur	365
8.5.3	Agentenorientierte Programmierung	366
8.5.4	Anwendungen	367
	Literaturhinweise	369
9	Schritte in die Digitalisierung	371
	Anhang	379
	Sachverzeichnis	385