

Inhalt

Vorwort	XIII
Aufbau des Buches	XV
1 Künstliche Intelligenz	1
1.1 Grundlagen	1
1.1.1 Schwache künstliche Intelligenz	2
1.1.2 Starke künstliche Intelligenz	3
1.1.3 Hybride künstliche Intelligenz	3
1.2 Themenfelder der künstlichen Intelligenz	4
1.2.1 Machine Learning	5
1.2.2 Deep Learning	5
1.2.3 Cognitive Computing	6
1.2.4 Big Data und Data Science	6
1.2.5 Predictive Analytics	7
1.2.6 Natural Language Processing	7
1.3 KI-Service-Plattformen	8
1.3.1 Amazon	8
1.3.2 Google	9
1.3.3 Microsoft Cognitive Services	11
1.3.4 IBM	12
1.4 Künstliche neuronale Netze	13
1.4.1 Funktionsweise	13
1.4.2 Netztypen	14
1.4.3 Anwendungsbereiche	16
1.5 Grundbaustein Neuron	16
1.5.1 Aktivierungsfunktion	17
1.5.2 Matrizendarstellung	20
1.6 Architekturprinzipien	21
2 Konzepte und Methoden von Machine Learning	23
2.1 ML - Machine Learning	23
2.2 Algorithmen und Modelle	25

2.3	Die Schritte in einem Machine-Learning-Projekt	26
2.4	Machine-Learning-Verfahren	28
2.4.1	Klassifikation	29
2.4.2	Regression	29
2.4.3	Clustering	29
2.4.4	Bayes-Klassifikation	30
2.4.5	Künstliche neuronale Netze	30
2.5	Lernformen	31
2.5.1	Überwachtes Lernen	31
2.5.2	Unüberwachtes Lernen	31
2.5.3	Semi-überwachtes Lernen	32
2.5.4	Verstärkendes Lernen	32
2.6	Machine-Learning-Algorithmen	33
2.6.1	k -Nearest-Neighbour	34
2.6.2	Support Vector Machine	35
2.6.3	Entscheidungsbäume	37
2.6.4	Decision Tree und Random-Forest	38
2.6.5	Clustering	38
2.6.5.1	K-Means Clustering	38
2.6.5.2	EM-Clustering	39
2.6.5.3	Hierarchische Clusteranalyse	39
2.7	Training und Validierung des ML-Modells	40
2.8	Das einfache neuronale Netz	41
2.9	Deep Learning	48
2.10	Einsatzgebiete und Anwendungen	49
3	Neuronale Netze	51
3.1	Vom Problem zum KNN	51
3.2	KNN-Modelle	52
3.3	Mathematik neuronaler Netze	55
3.3.1	Lineare Algebra	55
3.3.2	Vektor	56
3.3.2.1	Rechnen mit Vektoren	57
3.3.2.2	Skalarprodukt	58
3.3.3	Matrix	58
3.3.3.1	Rechnen mit Matrizen	59
3.3.3.2	Matrizenmultiplikation	59
3.3.3.3	Transponieren	61
3.3.4	Tensor	61
3.3.5	Eigenwert- und Singulärwertzerlegung	61
3.4	Mehrschichtige neuronale Netze	62
3.4.1	Multilayer Perceptron (MLP)	62
3.5	Predictive Maintenance	65

3.6	Maschinensimulation mit MLP	67
3.6.1	Datenmodellierung	67
3.6.1.1	Ziel des Feedforward-Netzes	68
3.6.1.2	Mehrklassen-Klassifikation	68
3.6.2	Entwurf	70
3.6.3	Projekt anlegen	71
3.6.4	Erfassung und Berechnung der Daten	73
3.6.5	Bias-Neuron	75
3.6.6	Die Programmierung	76
3.6.7	Aktivierungsfunktionen implementieren	85
3.6.8	Fazit	86
3.7	Lernalgorithmus für Neuronen	87
3.7.1	Kostenfunktion	87
3.7.2	Gradientenabstiegsverfahren	88
3.7.3	Backpropagation-Algorithmus	89
3.8	Backpropagation programmieren	92
3.9	Implementierung	97
4	Training von neuronalen Netzen	111
4.1	Trainings- und Testphase	111
4.1.1	Generalisierung	112
4.1.2	Dimensionsreduzierung	112
4.2	Batch-, inkrementelles und Mini-Batch-Training	113
4.2.1	Batch-Training	113
4.2.2	Inkrementelles Training	113
4.2.3	Mini-Batch-Training	114
4.3	Lernprozess beim Backpropagation-Algorithmus	114
4.3.1	Problemstellung	116
4.3.2	Vorbereiten der Daten	116
4.3.3	Das neuronale Netz programmieren	117
4.3.4	Benutzeroberfläche	118
4.3.4.1	Code-Behind der MainWindow-Klasse	121
4.3.4.2	Nutzen der Hold-Out Validation	124
4.3.5	Programmablauf	127
4.3.6	Das neuronale Netz implementieren	127
4.3.7	Auswertung ermitteln	137
4.4	Simulationsergebnis	138
4.5	Parameteranpassungen	140
5	Recurrent Neural Networks	141
5.1	Sequenzen und Rückkopplung	142
5.2	Architektur eines RNN	144
5.3	Backpropagation Through Time	147

5.4	Long Short-Term Memory Networks	149
5.4.1	Funktionsweise von LSTMs	151
5.4.1.1	Forget-Gate	152
5.4.1.2	Input-Gate	152
5.4.1.3	Output-Gate	154
5.4.1.4	Zusammenfassung	154
5.4.2	Gradient Clipping	155
5.4.3	Varianten	155
5.4.4	LSTM-Implementierung	156
6	Convolutional Neural Networks	159
6.1	Aufbau eines CNN	160
6.2	Detektionsteil	162
6.2.1	Kantenerkennung	162
6.2.2	Pooling	164
6.2.3	Schrittweite	165
6.2.4	2D- und 3D-Volumen	165
6.2.5	Aktivierungsfunktion	166
6.2.6	Ein sehr einfaches CNN	167
6.2.7	Subsampling	168
6.2.8	CNN mit Pooling Layer	169
6.3	Identifikationsteil	170
6.4	Schlussbemerkung	171
7	Machine Learning Frameworks	173
7.1	Einbindung von ML-Frameworks in C#	174
7.2	TensorFlow	175
7.2.1	Ablauf in TensorFlow	176
7.2.2	Das TensorBoard	177
7.2.3	Begriffe	178
7.2.4	TensorFlow Playground	178
7.3	Keras	179
7.4	Infer.NET	180
7.4.1	Probabilistische Programmierung	181
7.4.2	Arbeitsweise von Infer.NET	182
7.4.3	Infer.NET-Architektur	184
7.4.4	Infer.NET Modelling-API	185
7.4.5	Lernen und Trainieren	186
7.4.6	Infer.NET in der Anwendung	186
7.4.7	Das Modell entwerfen	187
7.4.8	Infer.NET anwenden	188
7.5	ML.NET mit AutoML und ModelBuilder	192
7.5.1	Einbinden von ML.NET	193

7.5.2	Was ist AutoML	193
7.5.3	Model Builder	195
7.5.4	Einbinden in das Projekt	195
7.5.5	Szenario	196
7.5.6	Daten	197
7.5.7	Training und Auswertung	200
7.5.8	Der Code	200
7.5.9	Automatisiert modellieren	201
7.5.10	Die Kommandozeile (CLI)	207
7.5.11	Die Zukunft von AutoML	207
7.6	Benutzerdefiniertes ML.NET	208
7.6.1	ML.NET-Komponenten	209
7.6.2	Benutzerdefinierter Workflow	211
7.6.3	Erstellen einer benutzerdefinierten Anwendung	212
7.6.4	Datentransformation	214
7.6.5	ML.NET-Algorithmus	215
7.6.6	Erstellen und Trainieren eines ML-Modells	215
7.6.7	Modellauswertung	216
7.6.8	Modellbereitstellung	218
7.6.9	TensorFlow, ONNX und ML.NET	218
8	SciSharp Stack	221
8.1	TensorFlow.NET	222
8.1.1	TensorFlow.NET-SDK installieren	222
8.1.2	Tensor	224
8.1.3	Platzhalter	225
8.1.4	Variable	226
8.1.5	Konstante	227
8.1.6	Berechnungsgraph	228
8.1.7	Lineare Regression	229
8.1.8	Von der Theorie zum Code	230
8.2	Keras.NET	233
8.2.1	Keras.NET installieren	233
8.2.2	Modelle erstellen	234
8.3	NeuralNetwork.NET	236
9	Machine Learning as a Service	237
9.1	Amazon Machine Learning und KI-Services	238
9.1.1	Amazon Lex	239
9.1.2	Die Lex-Chatbot-Struktur	240
9.1.3	Entwickeln mit AWS-Lambda-Funktionen	242
9.2	Erstellen eines Lex-Chatbots für .NET	244
9.2.1	Erste Schritte	244

9.2.2	Beispiel Chatbot	245
9.2.3	Intents.	247
9.2.4	Testen Sie den Bot	249
9.2.5	AWS-Lambda-Funktion	251
9.2.6	Slots	255
9.2.7	Error Handling.	255
9.2.8	Konfigurieren von Cognito	256
9.2.9	Die Web-Applikation	257
9.3	Azure Cognitive Services	259
9.3.1	Intelligente kontextbasierte Suchfunktion	260
9.3.1.1	Bing-Websuche	260
9.3.1.2	Bing Suche über REST API.	262
9.3.1.3	Die eigene Suchmaschine.	263
9.4	Azure Machine Learning Studio	269
9.4.1	Arbeitsbereich	269
10	Anwendungen entwerfen	273
10.1	Predictive Analytics	273
10.1.1	Fallbeispiel: Energiebranche	274
10.1.2	Zeitreihenanalyse	274
10.1.3	Beispielprogramm und Anwendung der Prognose	276
10.1.4	Definieren der Pipeline.	277
10.2	Bildklassifikation	280
10.2.1	Benötigte Daten	280
10.2.2	Projekt konfigurieren	281
10.2.3	Importieren des MNIST-Datensatzes.	283
10.2.4	Aktivierungsfunktion	287
10.2.5	Input Layer	288
10.2.6	Hidden Layer	289
10.2.7	Output Layer	291
10.2.8	Neural Network	293
10.2.9	Initialisierung und Auswertung	297
10.2.10	Training und Backpropagation	300
10.2.11	Auswertung und Verbesserung	301
10.3	Visuelle Muster erkennen	302
10.3.1	Aufgabenstellung.	302
10.3.2	Convolutional Layer.	303
10.3.3	Pooling Layer	303
10.3.4	Flatten Layer	305
10.3.5	Fully Connected Layer	306
10.3.6	Methoden.	306
10.3.7	Training	307
10.4	Objekterkennung	309

10.4.1	Transferlernen mit ML.NET	310
10.4.2	Neue Bilddaten vorbereiten	311
10.4.3	Trainiertes TensorFlow-Modell verwenden	313
10.4.4	MLContext, Pipeline und Prognose	315
10.5	Natural Language Processing	317
10.5.1	Textklassifikation	318
10.5.2	Merkmalsvektoren (Feature Vectors)	320
10.5.3	Texterkennung mit CNN	322
10.5.4	Textklassifikation mit RNN	323
10.5.5	Word Embedding mit ML.NET	325
10.5.6	Stoppwörter	328
10.6	Stanford CoreNLP für .NET	331
10.7	Sentiment-Analyse	333
10.7.1	Sentiment	333
10.7.2	Sentiment-Analyse mit ML.NET	333
10.7.3	Sentiment-Analyse mit AutoML	338
10.7.4	Modell erstellen mit dem Model Builder	338
10.7.5	Das Modell als Web-App	343
Referenzen und Quellen		347
Stichwortverzeichnis		351