

Einführung	VII
1 Grundbausteine	1
Funktionen	2
Ableitungen	7
Verschachtelte Funktionen	9
Die Kettenregel	11
Ein etwas längeres Beispiel	14
Funktionen mit mehreren Eingaben	17
Ableitungen von Funktionen mit mehreren Eingaben	19
Funktionen mit mehrfachen Vektoreingaben	20
Aus vorhandenen Merkmalen neue Merkmale erstellen	21
Ableitungen von Funktionen mit mehreren Vektoreingaben	23
Vektorfunktionen und ihre Ableitungen: der nächste Schritt	25
Rechengraph mit zwei 2-D-Matrizen als Eingabe	29
Der angenehme Teil: die Rückwärtspropagation	32
Schlussbemerkung	39
2 Erste Modelle	41
Überblick über das überwachte Lernen	42
Modelle für das überwachte Lernen	44
Lineare Regression	45
Das Modell trainieren	50
Das Modell bewerten: Trainingsdaten oder Testdaten?	54
Das Modell bewerten: der Code	55
Neuronale Netze von Grund auf	58
Unser erstes neuronales Netz trainieren und bewerten	65
Schlussbemerkung	68
3 Deep Learning von Grund auf	71
Definition des Deep Learning: ein erster Durchgang	71
Bausteine neuronaler Netze: Operationen	73

Bausteine neuronaler Netze: Schichten	77
Die Bausteine zusammensetzen	79
Die NeuralNetwork-Klasse und vielleicht noch ein paar andere	84
Deep-Learning-Basics	88
Trainer und Optimizer	92
Die Einzelteile zusammenfügen	96
Schlussbemerkung und nächste Schritte	98
4 Techniken zur Verbesserung des Trainings	99
Etwas Grundverständnis zu neuronalen Netzen	100
Die Softmax-Kreuzentropie als Abweichungsfunktion	102
Experimente	110
Momentum	113
Lernratenabnahme (Learning Rate Decay)	116
Gewichtungsinitialisierung	118
Dropout	122
Schlussbemerkung	126
5 CNNs – Faltungsbasierte neuronale Netze	127
Neuronale Netze und merkmalgesteuertes Lernen	127
Faltungsschichten (Convolutional Layers)	132
Eine mehrkanalige Faltungsoperation implementieren	138
Die Operation verwenden, um ein CNN zu trainieren	153
Schlussbemerkung	156
6 RNNs – Rekurrente neuronale Netze	159
Die Hauptbeschränkung: mit Verzweigungen umgehen	160
Automatische Differenzierung	162
Gründe für die Verwendung rekurrenter neuronaler Netze	167
Einführung in rekurrente neuronale Netze	168
RNNs: der Code	175
Schlussbemerkung	193
7 PyTorch	195
PyTorch-Tensoren	195
Deep Learning mit PyTorch	197
Faltungsbasierte neuronale Netze mit PyTorch	204
Nachtrag: Unüberwachtes Lernen mit Autoencodern	212
Schlussbemerkung	220
A Die Feinheiten	221
Index	231