

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	13
Über dieses Buch	14
Wer sollte dieses Buch lesen?	15
Überblick	15
Erforderliche Hard- und Software	16
Quellcode	17
Das Forum zum Buch	17
Über den Autor	17
Über den Fachkorrektor	17
Danksagungen	18
Teil I Grundlagen des Deep Learnings	19
1 Was ist Deep Learning?	21
1.1 Künstliche Intelligenz, Machine Learning und Deep Learning.	21
1.1.1 Künstliche Intelligenz	22
1.1.2 Machine Learning	22
1.1.3 Die Repräsentation anhand der Daten erlernen	24
1.1.4 Das »Deep« in Deep Learning	27
1.1.5 Deep Learning in drei Diagrammen erklärt	29
1.1.6 Was Deep Learning heute schon leisten kann	31
1.1.7 Schenken Sie dem kurzfristigen Hype keinen Glauben	32
1.1.8 Das Versprechen der KI	33
1.2 Vor Deep Learning: eine kurze Geschichte des Machine Learnings	35
1.2.1 Probabilistische Modellierung	35
1.2.2 Die ersten neuronalen Netze	36
1.2.3 Kernel-Methoden	36
1.2.4 Entscheidungsbäume, Random Forests und Gradient Boosting Machines	38
1.2.5 Zurück zu neuronalen Netzen	39
1.2.6 Das Besondere am Deep Learning	40
1.2.7 Der Stand des modernen Machine-Learnings	42

1.3	Warum Deep Learning? Und warum jetzt?	42
1.3.1	Hardware	43
1.3.2	Daten	44
1.3.3	Algorithmen	45
1.3.4	Eine neue Investitionswelle	46
1.3.5	Die Demokratisierung des Deep Learnings	47
1.3.6	Bleibt es so?	47
2	Bevor es losgeht: die mathematischen Bausteine eines NNs	49
2.1	Ein erster Blick auf ein NN	49
2.2	Datenrepräsentationen	54
2.2.1	Skalare (0-D-Tensoren)	54
2.2.2	Vektoren (1-D-Tensoren)	55
2.2.3	Matrizen (2-D-Tensoren)	55
2.2.4	3-D-Tensoren und höherdimensionale Tensoren	55
2.2.5	Die wichtigsten Attribute	56
2.2.6	Bearbeiten von Tensoren mit Numpy	58
2.2.7	Datenstapel	58
2.2.8	Beispiele für Datentensoren aus der Praxis	59
2.2.9	Vektordaten	59
2.2.10	Zeitreihen oder sequenzielle Daten	60
2.2.11	Bilddaten	61
2.2.12	Videodaten	62
2.3	Das Getriebe von NNs: Tensoroperationen	62
2.3.1	Elementweise Operationen	63
2.3.2	Broadcasting	64
2.3.3	Tensorprodukt	66
2.3.4	Tensoren umformen	69
2.3.5	Geometrische Interpretation von Tensoroperationen	70
2.3.6	Eine geometrische Interpretation des Deep Learnings	72
2.4	Der Antrieb von NNs: gradientenbasierte Optimierung	73
2.4.1	Was ist eine Ableitung?	74
2.4.2	Ableitung einer Tensoroperation: der Gradient	76
2.4.3	Stochastisches Gradientenabstiegsverfahren	77
2.4.4	Ableitungen verketten: der Backpropagation- Algorithmus	80
2.5	Zurück zum ersten Beispiel	81
2.6	Zusammenfassung Kapitel 2	83

3	Einführung in neuronale Netze	85
3.1	Aufbau eines NNs	86
3.1.1	Layer: Bausteine des Deep Learnings	86
3.1.2	Modelle: vernetzte Layer	88
3.1.3	Verlustfunktionen und Optimierer: Konfiguration des Lernvorgangs	88
3.2	Einführung in Keras	89
3.2.1	Keras, TensorFlow, Theano und CNTK	91
3.2.2	Mit Keras entwickeln: eine kurze Übersicht	92
3.3	Einrichtung eines Deep-Learning-Rechners	93
3.3.1	Die bevorzugte Methode zum Ausführen von Deep-Learning-Experimenten: Jupyter-Notebooks	94
3.3.2	Keras zum Laufen bringen: zwei Möglichkeiten	95
3.3.3	Pro und Kontra: Deep Learning in der Cloud ausführen	95
3.3.4	Für Deep Learning geeignete GPUs	96
3.4	Klassifizierung von Filmbewertungen: ein Beispiel für eine Binärklassifizierung	96
3.4.1	Die IMDb-Datensammlung	96
3.4.2	Daten vorbereiten	98
3.4.3	NN erzeugen	99
3.4.4	Validierung des Ansatzes	103
3.4.5	Vorhersagen über neue Daten mit einem trainierten NN treffen	107
3.4.6	Weitere Experimente	108
3.4.7	Zusammenfassung	108
3.5	Ein Beispiel für eine Mehrfachklassifizierung: Klassifizierung von Nachrichtmeldungen	109
3.5.1	Die Reuters-Datensammlung	109
3.5.2	Daten vorbereiten	110
3.5.3	NN erzeugen	111
3.5.4	Validierung des Ansatzes	113
3.5.5	Vorhersagen über neue Daten treffen	116
3.5.6	Eine weitere Möglichkeit zur Handhabung der Klassenbezeichnungen und der Verlustfunktion	116
3.5.7	Hinreichend große zwischenliegende Layer sind wichtig	117
3.5.8	Weitere Experimente	117
3.5.9	Zusammenfassung	118

3.6	Ein Beispiel für eine Regression: Vorhersage der Kaufpreise von Häusern	118
3.6.1	Die Boston-Housing-Price-Datensammlung	119
3.6.2	Daten vorbereiten	120
3.6.3	NN erzeugen	120
3.6.4	K-fache Kreuzvalidierungen des Ansatzes	121
3.6.5	Zusammenfassung	127
3.7	Zusammenfassung Kapitel 3	127
4	Grundlagen des Machine Learnings	129
4.1	Vier Teilgebiete des Machine Learnings	129
4.1.1	Überwachtes Lernen	129
4.1.2	Unüberwachtes Lernen	130
4.1.3	Selbstüberwachtes Lernen	130
4.1.4	Verstärkendes Lernen	131
4.1.5	Glossar: Klassifizierung und Regression	132
4.2	Bewertung von Machine-Learning-Modellen	133
4.2.1	Trainings-, Validierungs- und Testmengen	133
4.2.2	Worauf zu achten ist.	137
4.3	Datenvorverarbeitung, Merkmalerstellung und Erlernen von Merkmalen	138
4.3.1	Datenvorverarbeitung für NNs	138
4.3.2	Merkmalerstellung	140
4.4	Überanpassung und Unteranpassung	142
4.4.1	Das NN verkleinern	143
4.4.2	Regularisierung der Gewichtungen	147
4.4.3	Dropout-Regularisierung	149
4.5	Ein allgemeiner Machine-Learning-Workflow	151
4.5.1	Definition der Aufgabe und Zusammenstellen einer Datenmenge	152
4.5.2	Auswahl eines Erfolgskriteriums	153
4.5.3	Auswahl einer Bewertungsmethode	153
4.5.4	Daten vorbereiten	154
4.5.5	Entwicklung eines Modells, das besser funktioniert als zufälliges Raten	154
4.5.6	Hochskalieren: Entwicklung eines Modells mit Überanpassung	156
4.5.7	Regularisierung des Modells und Abstimmung der Hyperparameter	156
4.6	Zusammenfassung Kapitel 4	157

Teil II	Deep Learning in der Praxis	159
5	Deep Learning und maschinelles Sehen	161
5.1	Einführung in CNNs	161
5.1.1	Die Faltungsoperation	164
5.1.2	Die Max-Pooling-Operation	170
5.2	Ein CNN von Grund auf mit einer kleinen Datenmenge trainieren	172
5.2.1	Die Bedeutung des Deep Learnings für Aufgaben mit kleinen Datenmengen	173
5.2.2	Daten herunterladen	173
5.2.3	NN erzeugen	177
5.2.4	Datenvorverarbeitung	179
5.2.5	Datenaugmentation	184
5.3	Verwendung eines vortrainierten CNNs	189
5.3.1	Merkmalsextraktion	190
5.3.2	Feinabstimmung	202
5.3.3	Zusammenfassung	210
5.4	Visualisierung: Was CNNs erlernen können	210
5.4.1	Visualisierung zwischenliegender Aktivierungen	211
5.4.2	Visualisierung von CNN-Filtern	219
5.4.3	Visualisierung der Heatmaps der Klassenaktivierung	224
5.5	Zusammenfassung Kapitel 5	230
6	Deep Learning, Text und sequenzielle Daten	231
6.1	Textdaten	232
6.1.1	One-hot-Codierung von Wörtern und Zeichen	234
6.1.2	Worteinbettung	237
6.1.3	Zusammengefasst: von reinem Text zu Wort-einbettungen	243
6.1.4	Zusammenfassung	251
6.2	Rekurrente neuronale Netze	252
6.2.1	Ein rekurrenter Layer in Keras	255
6.2.2	LSTM- und GRU-Layer	260
6.2.3	Ein konkretes LSTM-Beispiel in Keras	263
6.2.4	Zusammenfassung	265
6.3	Erweiterte Nutzung rekurrenter neuronaler Netze	265
6.3.1	Temperaturvorhersage	266
6.3.2	Daten vorbereiten	269
6.3.3	Eine vernünftige Abschätzung ohne Machine Learning	272

6.3.4	Ein elementarer Machine-Learning-Ansatz	274
6.3.5	Ein erstes RNN	276
6.3.6	Rekurrentes Dropout-Verfahren zum Verhindern einer Überanpassung.	277
6.3.7	Hintereinanderschaltung rekurrenter Layer.	279
6.3.8	Bidirektionale RNNs.	281
6.3.9	Noch einen Schritt weiter gehen	286
6.3.10	Zusammenfassung.	286
6.4	Verarbeitung von Sequenzen mit CNNs	288
6.4.1	Eindimensionale Faltung sequenzieller Daten.	288
6.4.2	Eindimensionales Pooling sequenzieller Daten.	289
6.4.3	Implementierung eines eindimensionalen CNNs	290
6.4.4	Lange Sequenzen mit einer Kombination aus CNNs und RNNs verarbeiten	293
6.4.5	Zusammenfassung.	297
6.5	Zusammenfassung Kapitel 6	298
7	Bewährte Verfahren des Deep Learnings.	299
7.1	Jenseits des Sequential-Modells: die funktionale Keras-API	299
7.1.1	Einführung in die funktionale API	303
7.1.2	Modelle mit mehreren Eingaben.	305
7.1.3	Modelle mit mehreren Ausgaben	308
7.1.4	Gerichtete azyklische Graphen von Layern.	311
7.1.5	Gemeinsam genutzte Gewichtungen von Layern	316
7.1.6	Modelle als Layer	318
7.1.7	Zusammenfassung.	319
7.2	Deep-Learning-Modelle mit Callbacks und TensorBoard untersuchen und überwachen	319
7.2.1	Beeinflussung eines Modells während des Trainings durch Callbacks.	320
7.2.2	Einführung in das Visualisierungs-Framework TensorBoard	325
7.2.3	Zusammenfassung.	332
7.3	Modelle richtig ausreizen	332
7.3.1	Erweiterte Architekturmuster	333
7.3.2	Hyperparameteroptimierung.	336
7.3.3	Ensemblemodelle	339
7.3.4	Zusammenfassung.	341
7.4	Zusammenfassung Kapitel 7	342

8	Generatives Deep Learning	343
8.1	Texterzeugung mit LSTM-Modellen	345
8.1.1	Eine kurze Geschichte generativer RNNs.	345
8.1.2	Wie erzeugt man sequenzielle Daten?	346
8.1.3	Die Bedeutung der Sampling-Strategie	347
8.1.4	Implementierung der LSTM-Texterzeugung für Zeichen	349
8.1.5	Zusammenfassung	356
8.2	DeepDream	356
8.2.1	DeepDream in Keras implementieren	357
8.2.2	Zusammenfassung	364
8.3	Stilübertragung mit dem Neural-Style-Algorithmus	365
8.3.1	Verlustfunktion für den Inhalt	366
8.3.2	Verlustfunktion für den Stil	366
8.3.3	Stilübertragung in Keras	367
8.3.4	Zusammenfassung	376
8.4	Bilderzeugung mit Variational Autoencoders	376
8.4.1	Sampling eines latenten Bilderraums.	376
8.4.2	Konzeptvektoren für das Bearbeiten von Bildern	377
8.4.3	Variational Autoencoders.	378
8.4.4	Zusammenfassung	385
8.5	Einführung in Generative Adversarial Networks	386
8.5.1	Eine schematische GAN-Implementierung	388
8.5.2	Einige nützliche Tricks	389
8.5.3	Der Generator	390
8.5.4	Der Diskriminator	391
8.5.5	Das gegnerische Netz	392
8.5.6	Training des DCGAN	393
8.5.7	Zusammenfassung	396
8.6	Zusammenfassung Kapitel 8	396
9	Schlussfolgerungen	397
9.1	Kernkonzepte im Überblick	397
9.1.1	Verschiedene Ansätze der KI.	398
9.1.2	Die Besonderheiten des Deep Learnings	398
9.1.3	Was ist vom Deep Learning zu halten?	399
9.1.4	Wichtige zugrunde liegende Technologien	401
9.1.5	Der allgemeine Machine-Learning-Workflow	402

9.1.6	Wichtige Netzarchitekturen	403
9.1.7	Der Raum der Möglichkeiten	407
9.2	Grenzen des Deep Learnings	409
9.2.1	Das Risiko der Vermenschlichung von Deep-Learning- Modellen	410
9.2.2	Lokale und extreme Verallgemeinerung.	413
9.2.3	Zusammenfassung.	414
9.3	Die Zukunft des Deep Learnings	415
9.3.1	Modelle als Programme	416
9.3.2	Jenseits von Backpropagation und differenzierbaren Layern	418
9.3.3	Automatisiertes Machine Learning.	418
9.3.4	Beständiges Lernen und Wiederverwendung modularer Subroutinen	419
9.3.5	Langfristige Aussichten	421
9.4	Auf dem Laufenden bleiben	422
9.4.1	Praktische Erfahrungen sammeln mit Kaggle	423
9.4.2	Aktuelle Entwicklungen auf der arXiv-Website nachlesen.	423
9.4.3	Erkundung des Keras-Ökosystems	424
9.5	Schlusswort	424
A	Installation von Keras und der Erweiterungen unter Ubuntu	425
A.1	Installation der wissenschaftlichen Pakete	426
A.2	Einrichtung der GPU-Unterstützung.	427
A.3	Theano installieren (optional).	428
A.4	Keras installieren	429
B	Jupyter-Notebooks auf einer EC2-GPU-Instanz ausführen	431
B.1	Was sind Jupyter-Notebooks? – Gründe, sie auf AWS-GPUs ausführen	431
B.2	Gründe, auf AWS-Jupyter-Notebooks zu verzichten.	431
B.3	Einrichtung einer AWS-GPU-Instanz	432
B.3.1	Jupyter konfigurieren.	435
B.4	Keras installieren	436
B.5	Lokale Portweiterleitung einrichten	437
B.6	Jupyter mit dem lokalen Browser verwenden	437
	Stichwortverzeichnis	439