

Vorwort	XI
----------------------	-----------

Teil I Einführung ins Generative Deep Learning

1 Generative Modellierung	3
Was ist generative Modellierung?	3
Vergleich der generativen und diskriminativen Modellierung	4
Fortschritte im maschinellen Lernen	6
Der Vormarsch der generativen Modellierung	7
Das generative Modellierungskonzept	10
Wahrscheinlichkeitsbasierte generative Modelle	12
Hallo Wrodl!	15
Ihr erstes wahrscheinlichkeitsbasiertes generatives Modell	16
Das naive Bayes-Modell	19
Hallo Wrodl! – Fortsetzung	22
Die Herausforderungen der generativen Modellierung	23
Representation Learning	25
Einrichten Ihrer Arbeitsumgebung	28
Zusammenfassung	31
2 Deep Learning	33
Strukturierte und unstrukturierte Daten	33
Tiefe neuronale Netzwerke	35
Keras und TensorFlow	36
Ihr erstes tiefes neuronales Netzwerk	37
Einlesen der Daten	37
Erstellen des Modells	39
Kompilierung des Modells	43

Trainieren des Modells.	45
Bewertung des Modells	46
Verbesserung des Modells	48
Konvolutionsschichten.	49
Batch-Normalisierung	54
Drop-out-Schichten	56
Zusammenführen aller Teilelemente	58
Zusammenfassung	61
3 Variational Autoencoder	63
Die Kunstausstellung	63
Autoencoder	66
Ihr erster Autoencoder	67
Der Encoder	68
Der Decoder	69
Verbinden von Encoder und Decoder	72
Analyse des Autoencoders	73
Die »Variationale« Kunstausstellung	76
Erstellen eines Variational Autoencoders	78
Der Encoder	78
Die Verlustfunktion	84
Analyse des Variational Autoencoders.	85
Erzeugen von Gesichtern mithilfe von VAEs	86
Trainieren des VAE	87
Analyse des VAE	89
Erzeugen neuer Gesichter	90
Arithmetik im latenten Raum	91
Verschmelzen von Gesichtern	93
Zusammenfassung	94
4 Generative Adversarial Networks	95
Ganimals.	95
Einführung in GANs.	97
Ihr erstes GAN	98
Der Diskriminator	99
Der Generator	101
Trainieren des GAN.	104
GAN-Herausforderungen	109
Oszillierender Verlust	109
Mode-Collapse.	110
Uninformativer Verlust	111

Hyperparameter	111
Bewältigung der GAN-Herausforderungen	111
Wasserstein-GAN	111
Wasserstein-Verlust	112
Die Lipschitz-Bedingung	114
Gewichte beschränken	115
Training des WGAN	115
Analyse des WGAN	116
WGAN-GP	117
Der Gradient-Penalty-Verlust	118
Analyse des WGAN-GP	121
Zusammenfassung	122

Teil II **Maschinen das Malen, Schreiben, Komponieren und Spielen beibringen**

5 Malen	127
Äpfel und Orangen	128
CycleGAN	130
Ihr erstes CycleGAN	132
Überblick	132
Die Generatoren (U-Net)	133
Die Diskriminatoren	137
Kompilieren des CycleGAN	138
Trainieren des CycleGAN	140
Analyse des CycleGAN	141
Erstellen eines CycleGAN, das wie Monet malt	143
Die Generatoren (ResNet)	144
Analyse des CycleGAN	145
Neuronaler Stiltransfer	147
Inhaltsverlust	148
Stilverlust	150
Gesamt-Varianz-Verlust	153
Ausführen des neuronalen Stiltransfers	154
Analyse des neuronalen Stiltransfer-Modells	155
Zusammenfassung	156
6 Schreiben	157
Die literarische Gesellschaft für lästige Bösewichte e. V.	158
Long-Short-Term-Memory-Netzwerk	159

Ihr erstes LSTM-Netzwerk	160
Tokenisierung	160
Erstellen des Datensatzes	163
Die Architektur des LSTM-Netzwerks	164
Die Embedding-Schicht	164
Die LSTM-Schicht	166
Die Zelle eines LSTM-Netzwerks	167
Einen neuen Text erzeugen	170
Erweiterungen von RNNs	174
Hintereinandergeschaltete rekurrente Netzwerke	174
Gated Recurrent Units	174
Bidirektionale Zellen	177
Encoder-Decoder-Modelle	178
Ein Frage-Antwort-Generator	180
Ein Frage-Antwort-Datensatz	181
Die Modellarchitektur	182
Inferenz	186
Modellergebnisse	187
Zusammenfassung	189
7 Komponieren	191
Vorabklärungen	192
Musiknotation	192
Ihr erstes Musik erzeugendes RNN	195
Der Aufmerksamkeitsmechanismus	196
Erstellen eines Aufmerksamkeitsmechanismus in Keras	198
Analyse des RNN mit Aufmerksamkeitsmechanismus	203
Aufmerksamkeit in Encoder-Decoder-Netzwerken	207
Erzeugen mehrstimmiger Musiktitel	210
Das »Musikorgan«	211
Ihr erstes MuseGAN	212
Der Generator des MuseGAN	215
Akkorde, Stil, Melodie und Groove	216
Der Taktgenerator	218
Zusammenführen aller Elemente	219
Der Kritiker	221
Analyse des MuseGAN	222
Zusammenfassung	224
8 Spielen	227
Reinforcement Learning	228
OpenAI Gym	229

Architektur von World Models	231
Der Variational Autoencoder	232
Das MDN-RNN	232
Der Controller.	233
Setup	234
Überblick über den Trainingsprozess	234
Sammeln zufälliger Roll-out-Daten	235
Trainieren des VAE	238
Die Architektur des VAE.	239
Untersuchung des VAE.	239
Sammeln von Daten zum Trainieren des RNN	243
Trainieren des MDN-RNN	244
Die Architektur des MDN-RNN.	245
Ziehen des nächsten z und der Belohnung aus dem MDN-RNN.	246
Die MDN-RNN-Verlustfunktion	247
Trainieren des Controllers.	249
Die Architektur des Controllers	249
CMA-ES	250
Parallelisierung von CMA-ES	252
Ausgabe des Controller-Trainings	254
In-Traum-Training	255
In-Traum-Training des Controllers	257
Herausforderungen des In-Traum-Trainings	258
Zusammenfassung.	259
9 Die Zukunft der generativen Modellierung	261
Fünf Jahre Fortschritt	261
Der Transformer	263
Positionscodierung	264
Mehrköpfige Aufmerksamkeit	266
Der Decoder	268
Analyse des Transformers.	268
BERT.	270
GPT-2	270
MuseNet	272
Fortschritte bei der Bilderzeugung.	272
ProGAN	272
GAN mit Selbstaufmerksamkeitsmechanismus (SAGAN)	274
BigGAN.	275
StyleGAN	276

Anwendungen der generativen Modellierung.....	279
Durch KI geschaffene Kunst.....	280
Durch KI geschaffene Musik.....	281
10 Schlussbemerkung	283
Index.....	287