

Index

A

Abklingrate ρ (rho) 183
 Actor-Critic-Algorithmus 371
 AdaDelta 183
 AdaGrad 182
 Adam 183
 AI (Artificial Intelligence) 62
 Aktivierung 166
 Aktivierungsfunktion 112, 404
 ReLU-Neuron 116
 Sigmoid 166, 299
 Sigmoid-Funktion 113
 Softmax 130, 132
 Tanh 139, 300
 Tanh-Neuron 115
 Aktivierungs-Map 202, 326
 Slices 205
 Tiefendimension 205
 Alexa 28
 AlexNet 30
 Überblick 17
 AlphaGo 74
 Policy Network 76
 Silver, David 77
 Value Network 76
 AlphaGo Fan 79
 AlphaGo Lee 79
 AlphaGo Zero 78
 AlphaZero 81
 Schach 81
 Shogi 81
 Architektur
 CNN 215
 Deep Learning 29
 gestapeltes RNN 303
 hierarchische von AlexNet 18
 hierarchische von LeNet-5 12

Architektur (Fortsetzung)

 Mask R-CNN 231
 neuronale Netze 102
 nichtsequenzielle 308
 U-Net 57, 231
 vollständig verbundenes Netzwerk 282
 Arithmetik
 Wortvektoren 36
 Artificial General Intelligence (AGI) 89,
 394
 Hürden zum Erreichen der 395
 Artificial Narrow Intelligence (ANI) 89,
 394
 Artificial Super Intelligence (ASI) 89, 394
 Attention 294
 Ausgabeschicht 64, 129

B

Backpropagation 139, 155, 295, 303, 317,
 403
 Aktivierungsfunktion 404
 euklidischer Abstand 403
 formale Notation für neuronale
 Netzwerke 403
 Gleichungen 403
 Gradient 403
 Kostenfunktion 403
 partielle Ableitungen 403
 Batch-Größe 148
 Batch-Normalisierungstransformation für
 Aktivierungen 185
 Bazińska, Julia 38
 Bengio, Yoshua 47, 168
 Turing Award für Deep Learning 17
 Berechnungskomplexität 198
 Bereich unter der ROC-Kurve 268
 BERT (Bi-Directional Encoder Represen-
 tations from Transformers) 307

- Bewegung erkennen im visuellen Cortex 9
- Bias 111
- Bigramm-Kollokation 249
- Binärklassifikator 315
- biologische Neuroanatomie 105
- biologische Neuronen
 - Aktionspotenzial 105
 - Dendriten 105
 - Zellkörper 105
- biologisches neuronales Netzwerk 105
- bokeh-Bibliothek 265
- Brettspiele
 - Go 74
 - Schach 74
 - Shogi 74
- Burges, Chris
 - MNIST-Datensatz handgeschriebener Ziffern 95
- C**
- Capsule Networks 237
- Cart-Pole-Spiel 342
- Chen, Chen 57
- CNN (Convolutional Neural Network) 65, 197
 - Conv-Pool-Block 218
 - tiefe 221
 - Transfer-Lernen 233
 - YOLO (You Only Look Once) 230
- Code-Notebook 94
 - GitHub-Repository des Buches 94
 - Installationsanweisungen 94
- conditional GAN (cGAN) 54
- ConvNet (Convolutional Neural Network) 65, 197
- Convolutional Layer 50, 197
- Convolutional Neural Networks 65, 72, 197, 288
 - Bildsegmentierung 230
 - Conv-Pool-Block 218
 - Konvolutionsoperation 199
 - Konvolutionsschicht 197, 288
 - tiefe 221
 - Transfer-Lernen 233
 - Verarbeitung räumlicher Muster 197
- Conv-Pool-Block 218
- convTranspose-Schicht 326
- Cortana 28
- Cortes, Corinna
 - MNIST-Datensatz handgeschriebener Ziffern 95
- D**
- Datenaugmentation 180
- de Oliveira, Luke 379
- deCNN
 - De-Convolutional-Schicht 326
 - Generator-Netzwerk 326
- Deep Blue (IBM) 81
- Deep Learning 64
 - Anwendungen 393
 - Bildverarbeitung 56
 - Dahl, George 30
 - Deep Reinforcement Learning 341
 - eigene Projekte 377
 - Geschichte 30
 - Hyperparameter 147
 - Long Short-Term Memory (LSTM) 66
 - maschinelles Sehen 65
 - Maschinenkunst 47
 - Natural Language Processing 26, 66
 - Reinforcement Learning 61
 - Repräsentationen automatisch lernen 26
 - RNN (Recurrent Neural Networks) 66
 - spielende Maschinen 61
 - Sprachanwendungen 25
 - Theorie 93
 - Vektoren 43
 - verminderte Rechenkomplexität 30
 - Vorteil gegenüber traditionellen Machine-Learning-Ansätzen 27
- Deep Learning, Einführung
 - biologisches Sehen 3
 - traditioneller Machine-Learning-Ansatz vs. 14
- Deep Q-Learning Networks 72
- Deep Reinforcement Learning 61, 70, 341, 380
 - Brettspiele 73
 - DeepMind Lab 86
 - Deep-Q-Learning-Netzwerk 349
 - Imitation Learning 369
 - Manipulation von Objekten 83
 - Modelloptimierung 370
 - Monte Carlo Tree Search (MCTS) 76
 - OpenAI Gym 85
 - Policy-Gradient 370
 - Policy-Optimierung 370
 - populäre Umgebungen 85
 - UnityML-Agents 88
 - Value-Optimierung 369
 - Vorteile 71

- Deep-Learning-Bibliothek
 - PyTorch 407
- Deep-Learning-Bibliotheken
 - Caffe 391
 - CNTK 391
 - Keras 387
 - MXNet 391
 - PyTorch 389
 - TensorFlow 388
 - Theano 391
- Deep-Learning-Modell
 - GAN 315
 - trainieren 103
- Deep-Learning-Modelle
 - nichtsequenzielle Architekturen 308
- Deep-Learning-Netz 64
 - Ausgabeschicht 64
 - Eingabeschicht 64
 - verborgene Schicht 64
- DeepMind
 - AlphaGo Zero 78
 - AlphaZero 81
 - DeepMind Lab 86
 - Silver, David 77
- DeepMind Lab 86
- Deep-Q-Learning-Netzwerk 349, 351
 - Aktion auswählen 361
 - Deque 355
 - Erinnerungen 355, 359
 - Theorie 349
- Diskriminator
 - Fälschungen von Bildern erkennen 315
- Diskriminator-Netzwerk 323
- DQN (Deep-Q-Learning-Netzwerk) 351
- DQN-Agent 352–353
 - Nachteile 369
 - OpenAI-Gym 362
- Dropout 177
- E**
- Efros, Alexei 53
- eigene Deep-Learning-Projekte 377
 - Deep Reinforcement Learning 381
 - Fashion-MNIST-Datensatz 377
 - gesellschaftlich nützliche Projekte 382
 - Machine-Learning-Projekte überführen 381
 - Modellierungsprozess 384
 - Ressourcen 382
- einfache Neuronen 6
- Eingabeschicht 64
- Elemente der natürlichen menschlichen Sprache 41
- ELMo (Embeddings from Language Models) 307
- Epoche 103
- Euklidischer Abstand 35
- F**
- Facebook AI Research (FAIR)
 - Facebook AI Research oder FAIR 390
 - Mask R-CNN 231
- Faltungsschicht *siehe Konvolutionsschicht*
- Farbe, primärer visueller Cortex erkennt 9
- Fast R-CNN 228
- Faster R-CNN 228
- Feature 13, 26, 63
 - automatisches Lernen 27
 - manuelle Herstellung 26
- Feature Engineering
 - Definition 13
 - fachlich gestütztes 19
 - traditioneller Machine-Learning-Ansatz 14
- Feature-Generierung
 - automatische 19
- Feedforward-Netz 295
- Figure Eight 379
- Filter in Konvolutionsschichten 199
- Finn, Chelsea 83
- Forwardpropagation 125–126, 317
 - durch alle verborgenen Schichten eines Netzes 128
- Fukushima, Kunihiko 10
- Fusiform Face Area 9
- G**
- GAN
 - Adversarial-Netzwerk 329
 - Backpropagation 317
 - Diskriminator 315, 323
 - Fälschungen von Bildern erkennen 315
 - Forwardpropagation 317
 - Generative Adversarial Networks 315
 - Generator 315, 326
 - Hyperparameter 330
 - Kreativität 319
 - Kunst herstellen mit 315
 - Quick, Draw!, Spiel 319
 - Training 331

- GAN (Generative Adversarial Networks)
 - 47
 - conditional GAN (cGAN) 54
 - CycleGAN 53
 - Diskriminator 48
 - Generator 48
 - latenter Raum 50
 - pix2pix 54
 - StackGAN 55
- GAN-Training 331
- Gated Recurrent Units (GRU) 293, 305
- Generative Adversarial Networks 315
- generatives Modell 48
- Generator-Netzwerk 326
- gesellschaftlich nützliche Deep-Learning-Projekte 383
- Gesichtserkennung 65
 - generierte Features für robuste Echtzeit- 15
 - im visuellen Cortex 9
- Gewichte
 - Initialisierung 163
- Gewichtsinitialisierung
 - Glorot-Gleichverteilung 169
 - Glorot-Normalverteilung 168
 - Glorot-Verteilung 168
 - He-Initialisierung 170
 - LeCun-Initialisierung 170
 - mit Standardnormalverteilung 165
- Girshnick, Ross
 - Fast R-CNN 228
 - R-CNN 227
- GitHub-Repository des Buches 94
- globales Max-Pooling in Deep-Learning-NLP-Modellen 291
- Glorot-Verteilung 168
- Glorot, Xavier 168
- GloVe 34, 257
- Goldlöckchen und die drei Bären 147
- Goodfellow, Ian 47, 325
- Google
 - DeepMind 72
- Google Duplex 44
- Gradienten
 - explodierende 172
 - instabile 171
 - schwindende 221
 - verschwindende 171
- Gradientenabstieg 139, 143
 - Batch-Größe 148
- Gradientenabstieg (Fortsetzung)
 - Lernrate 146
 - stochastischer 148, 173, 256
- Großhirnrinde 4
 - Verarbeitung visueller Informationen 4
- H**
- Hassabis, Demis
 - DeepMind 72
- Hauptkomponentenanalyse 263
- Hinton, Geoffrey 17, 177
 - Capsule Networks 237
 - Pate des Deep Learning 17
 - ReLU (Rectified Linear Units) 116
 - t-distributed stochastic neighbor embedding 263
 - Turing Award für Deep Learning 17
- Hochreiter, Sepp
 - Long Short-Term Memory Units (LSTM) 299
- Hubel, David
 - Forschungen zum visuellen Cortex 4
 - LeNet-5-Modell 12
 - maschinelles Sehen 10
 - visueller Cortex 4
- Hyperparameter 147, 274, 310
 - Abklingrate ρ (rho) 183
 - Anzahl der Neuronen 157
 - Batch-Größe 148
 - Dimensionen im Wortvektorraum 259
 - Diskontierungsfaktor 355
 - Dropout-Optionen 179
 - Explorationsrate 356
 - Faustregeln 202
 - Fenstergröße 259
 - Filtergröße 208
 - Filterzahl 202
 - Gesamtanzahl an Epochen 151
 - Lernrate 356
 - Lernrate η (eta) 147
 - Netzwerktiefe 157
 - Padding 209
 - Schrittlänge 209
 - Suche automatisieren 387
- I**
- Identitätsfunktion 223
- ILSVRC 225
 - ResNet 225
- ILSVRC (ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge) 16

- ImageNet und ILSVRC 15
- IMDb-Filmkritiken für die Klassifikation 274
- Input Features 26
- Instanzensegmentierung 226
- J**
- Jones, Michael, Echtzeit-Gesichtserkennung 14
- Jupyter-Notebooks 94, 164, 184, 212, 233, 244, 274, 296, 353, 389
 - mittleres Netz in Keras programmieren 158
- K**
- Kaggle 379
- Kambrische Explosion 3
- Karpathy, Andrej
 - Software 2.0 391
- Kasparow, Garry 81
- Keras 164, 388
 - Aktivierungsfunktionen 118
 - AlexNet-Modell 218
 - automatische Parameteranpassung 179
 - funktionale API 308
 - LeNet-5-Modell 212
 - LSTM 301
 - Regression 186
 - RNN 296
 - VGGNet programmieren 218
 - VGGNet19 233
- KI (künstliche Intelligenz) 62
- klassisches Problem aus der Regelungstechnik 342
- komplexe Neuronen 6
 - bilden primären visuellen Cortex 4
 - Neocognitron und 10
- Konvolutionsfilter
 - Hyperparameter 208
- Konvolutionsschicht 50, 65, 199, 288
 - Beispiel 203
 - Filter 199, 202
 - Gewichte 207
 - grundlegende Eigenschaften 208
 - Kernel 199
 - mehrere Filter 202
- Kosten
 - Backpropagation zum Reduzieren der 155
 - minimieren 317
 - minimieren mittels Gradientenabstieg 143
- Kosten (Fortsetzung)
 - minimieren mittels Optimierung 143
 - Validierungskosten 152
- Kostenfunktion 137
 - auch Verlustfunktion 138
 - Kosten minimieren mittels Optimierung 143
 - Kreuzentropie-Kosten 140
 - mittlerer quadratischer Fehler 359
 - quadratische Kosten 138
- Kreuzentropie-Kosten 140, 317
 - Klassifizierungsprobleme 140
- Krizhevsky, Alex 17
- künstliche Intelligenz 61
 - Artificial General Intelligence (AGI) 89
 - Artificial Narrow Intelligence (ANI) 89
 - Artificial Super Intelligence (ASI) 89
 - Definition 61
 - Machine Learning 63
 - Representation Learning 63
- künstliche neuronale Netze 48, 63, 121
 - Ausgabeschicht 64
 - Code-Notebook 93
 - Deep Reinforcement Learning 341
 - DQN-Agent 358
 - Eingabeschicht 64, 121
 - flache 96
 - Forwardpropagation 124
 - Neuronensättigung 115
 - Perzeptron 106
 - ReLU (Rectified Linear Units) 116
 - Softmax-Schicht 129
 - verborgene Schicht 64
 - vollständig verbundene Schicht 122
 - vollständig verbundenes Netzwerk 123
- künstliche Neuronen 27, 63
 - Aktivierungsfunktion 112
 - Gewichte 108
 - Neuronensättigung 115
 - Perzeptron-Gleichung 111
 - Sigmoid-Neuron 113
 - Theorie 105
- L**
- LASSO-Regression 176
- latenter Raum 50
- LeCun, Yann 48, 212
 - Facebook AI Research oder FAIR 390
 - LeNet-5-Modell 12
 - MNIST-Datensatz handgeschriebener Ziffern 95
 - Turing Award für Deep Learning 17

- LeNet-5
 - Backpropagation 12
 - United States Postal Service (USPS) 12
- Lernen durch Repräsentation 26
- Lernrate 146
- Lernrate η (eta) 147
- Levine, Sergey 83
- lineare Regression 227
- Linguistik 26
- List Comprehension (Listenabstraktion) 247
- Li, Fei-Fei 16
- lokalistische vs. verteilte Repräsentationen 39
- Long Short-Term Memory Units (LSTM) 293, 299
 - Backpropagation in beide Richtungen 303
 - bidirektionale 303
- Long Short-Term Memory (LSTM) 66
- L1-/L2-Regularisierung 176
- M**
- Maas, Andrew
 - Textkorpora aus Filmkritiken 251
- Machine Learning 63
 - Hyperparameter 147
 - Kostenfunktion 138
 - Reinforcement Learning 341
- Machine Vision *siehe maschinelles Sehen*
- Machine-Learning-Algorithmen 26
 - Random Forest 26
 - Regression 26
 - Support Vector Machines 26
- Machine-Learning-Ansätze
 - lineare Regression 227
 - Support Vector Machines 227
- Machine-Learning-Probleme 66
 - Deep Reinforcement Learning 70
 - Klassifikation 67
 - Regression 67, 186
 - Reinforcement Learning 68
 - Supervised Learning (überwachtes Lernen) 67
 - Unsupervised Learning (unüberwachtes Lernen) 67
 - Videospiele 72
- Magnetresonanztomographie (MRT) und visueller Cortex 9
- Manning, Christopher
 - GloVe 257
- Markov-Entscheidungsprozesse 344
 - Menge aller möglichen Aktionen 345
 - Menge der möglichen Zustände 345
 - Policy-Funktion 347
 - Verteilung der Belohnungen 345
 - Wahrscheinlichkeitsverteilung 346
 - Zustands-Aktions-Paar 345
 - γ (Gamma) als Diskontierungsfaktor (Abklingfaktor) 346
- maschinelles Sehen 10, 65, 197
 - AlexNet 17
 - Anwendungen 225
 - Capsule Networks 237
 - CNN (Convolutional Neural Network) 65
 - Gesichtserkennung 65
 - ImageNet und ILSVRC 15
 - LeNet-5 11
 - Neocognitron 10
 - Objekterkennung 226
 - Quick, Draw! 22
 - selbstfahrende Autos 65
 - TensorFlow Playground 20
 - traditioneller Machine-Learning-Ansatz 14
 - Überblick 10
- Maschinenkunst 47
- Matrizen
 - dünn besetzt 32
 - 1-aus-n 32
- Merkmale *siehe Features*
- mittlere quadratische Abweichung 138
- mittlerer quadratischer Fehler 138
- Mnih, Volodymyr
 - Deep Q-Learning Networks 72
- MNIST-Datensatz handgeschriebener Ziffern 95
 - flaches Netzwerk in Keras programmieren 95
- MNIST-Ziffern 96, 164, 198, 212
 - klassifizieren 132
- Modellgeneralisierung 174
- Modell, generatives 48
- Momentum 181
- Monte-Carlo Tree Search (MCTS) 76
- Morpheme 42
- MRT (Magnetresonanztomographie) und visueller Cortex 9
- Muster
 - in Daten erkennen 63
 - räumliche verarbeiten 197

N

- Nair, Vinod
 - ReLU (Rectified Linear Units) 116
- Natural Language Processing 28, 66, 241, 380, 393
 - Attention 294, 305
 - Chatbots 28
 - Google Translate 306
 - Klassifikation von Dokumenten 28
 - Long Short-Term Memory Units (LSTM) 299
 - maschinelle Übersetzungen 28
 - Neuronale maschinelle Übersetzung (Neural Machine Translation; NMT) 305
 - neuronale Netzwerke 30
 - Project Gutenberg 244
 - Seq2seq 305
 - Spracherkennung 28
 - Transfer-Lernen 307
 - Vorverarbeitung von Sprachdaten 241
- natürliche Sprache klassifizieren 274
- natürliche Sprache verarbeiten *siehe* *Natural Language Processing*
- Neocognitron
 - maschinelles Sehen 10
 - Vorteile des LeNet-5 gegenüber 12
- Nesterov-Momentum 182
- Neuronale maschinelle Übersetzung (Neural Machine Translation; NMT) 305
- neuronale Netze
 - Aktivierung 401
 - Ausgabeschicht 402
 - Backpropagation 401
 - Bias 402
 - Eingabeschicht 401
 - formale Notation 401
 - Forwardpropagation 402
 - Gewichte 163, 402
 - Neuronen 401
 - Parameter 164
 - Recurrent Neural Networks 294
 - verborgene Schichten 401
 - vollständig verbundene 281, 402
 - vollständig verbundene Schicht 166
- neuronale-Netze-Modell
 - DQN-Agent 358
- Neuronen
 - Aktivierung 402
 - AlexNet vs. LeNet-5 18
 - Neuronen (Fortsetzung)
 - Bias 111, 402
 - biologische 105
 - Dendriten 105
 - gesättigte 139
 - Gewichte 108, 402
 - komplexe 6
 - künstliche 27, 63, 105
 - Neocognitron und 10
 - Neuronensättigung 139
 - primärer visueller Cortex 4
 - Regionen im visuellen Cortex, die visuelle Stimuli verarbeiten 9
 - ReLU 358
 - Schwellenwert 109
 - Sigmoid 98
 - Sigmoid-Neuron 113, 166
 - Softmax-Schicht 98
 - Neuronensättigung 139
 - schwächen 163
 - NLP (Natural Language Processing) 28, 241
 - Google Duplex 44
 - maschinelle Übersetzungen 28
 - neuronale Netzwerke 30
 - Suchmaschinen 28
 - NLP-Anwendungen
 - Extrahieren von Informationen 29
 - Klassifizieren von Dokumenten 29
 - Lesefunktion 29
 - Rechtschreibprüfungen 29
 - Stichwortsuche 29
 - Synonyme vorschlagen 29
 - Vorhersagen wahrscheinlicher Wörter bei Suchmaschinenabfrage 29
 - NMT (Neural Machine Translation) 305
 - Noë, Alva 47
- O**
- Objekterkennung 226
- One-Hot-Kodierung 31
- OpenAI Gym 85, 342, 353
- Optimierer 143
 - AdaDelta 183
 - AdaGrad 182
 - Adam 183
 - Momentum 181
 - Nesterov-Momentum 182
 - RMSProp 183, 321
- Optimierung 143
- Overfitting (Überanpassung) 152

P

Parameter
 Batch-Normalisierung 172
 Bias 165
 Gewichte 165
 interne Kovarianzverschiebung 172
 Regularisierung 173
 Parametereinstellung durch mehrere
 Schichten künstlicher Neuronen 155
 Pattern Analysis, Statistical Modeling and
 Computational Learning (PASCAL)
 Visual Object Classes (VOC),
 Wettbewerb 227
 Pennington, Jeffrey
 GloVe 257
 Perzeptron 106
 nimmt nur binäre Informationen als
 Eingabe 108
 Perzeptron-Gleichung 111
 Phoneme 42
 Pichai, Sundar (Google-CEO) 44
 pix2pix 54
 Policy Network 76
 AlphaGo 76
 Policy-Funktion 347
 Policy-Gradient 370
 Pooling-Schicht 210
 Filtergröße 211
 gleitet über ihre Eingaben 211
 Schrittlänge 211
 primärer visueller Cortex 4
 Project Gutenberg 244
 Python 94
 PyTorch 389, 407
 Autograd System 407
 automatische Differentiation 411
 Bausteine 410
 Define-by-Run Framework 407
 Installation 409
 Jupyter-Notebooks 409
 Just-In-Time-(JIT-)Compiler seit
 PyTorch 1.0.0 409
 Kompatibilität zu NumPy-Operationen
 390
 Python 409
 Tensor 410
 TensorBoard-Integration 408
 tiefes neuronales Netz in 411
 umgekehrte automatische Differen-
 tiation 407
 vs. TensorFlow 408

Q

Q-Learning-Ansatz 350
 Q-Value-Funktion 350
 Value-Funktion 350
 quadratische Kosten
 Regressionsprobleme 140
 Quick, Draw!, Spiel 319
 Q-Value-Funktion 350

R

R-CNN 227
 Receiver Operating Characteristic (ROC)
 269
 Recurrent Neural Network 66, 293
 gestapelte Schichten 303
 Struktur 295
 Redmon, Joseph
 YOLO (You Only Look Once) 230
 Reduzieren der Dimensionalität von
 Wortvektoren 263
 Regions of Interest 227
 Regression 186
 REINFORCE-Algorithmus 370
 Reinforcement Learning 61
 Actor-Critic-Algorithmus 371
 Agent 341
 Aktion 341
 Belohnung 341
 Cart-Pole-Spiel als Einführung in 344
 Deep Reinforcement Learning 341
 Erinnerungen 359
 Explorationsrate 356
 Markow-Entscheidungsprozesse 344
 REINFORCE-Algorithmus 370
 sequenzielle Entscheidungsprobleme
 342
 Theorie 341
 Umgebung 341
 ReLU (Rectified Linear Units) 116
 ReLU-Neuron 116
 Repräsentation
 komplexere und abstraktere 305
 lokalistische vs. verteilte 39
 lokalistische, 1-aus-n 40
 verteilte, vektorbasierte 40
 Repräsentationen 26, 63
 Representation Learning 26, 63
 künstliche neuronale Netze 63
 Residualblock 222
 Identitätsfunktion 223
 Identitätszuordnung 223

- Residualnetzwerk 221
 - Identitätszuordnung 223
- Residualverbindung 222
 - Skip-Verbindung 223
- ResNet
 - Microsoft Research 225
- Ridge-Regression 176
- RMSProp 183
- RNN (Recurrent Neural Networks) 66, 293
- ROC AUC (area under the curve) 269
 - berechnen 270
- ROC (Receiver Operating Characteristic) 269
- ROI 227
- Rosenblatt, Frank
 - Perzeptron 106
- S**
- Sabour, Sara
 - Capsule Networks 237
- Schicht
 - De-Convolutional 328
 - Gated Recurrent Units (GRU) 293
 - Konvolutionsschicht 328
 - Long Short-Term Memory Units (LSTM) 293, 299
 - SimpleRNN 298
 - Upsampling 328
- Schlüsselkonzepte 119
 - Backpropagation 162
 - Batch-Normalisierung 193
 - De-Convolutional 338
 - Deep-Q-Learning 374
 - Dropout 193
 - Einbettungsschicht 313
 - Flatten-Schicht 239
 - Forwardpropagation 135
 - GAN-Komponenten 339
 - Gewichtsinitialisierung 193
 - Hyperparameter 162
 - instabile Gradienten 193
 - Konvolutionsschicht 239
 - Kostenfunktionen 162
 - Max-Pooling 239
 - Neuronen für künstliche neuronale Netze 119
 - Optimierer 162
 - Parameter für künstliche neuronale Netze 119
 - Schlüsselkonzepte (Fortsetzung)
 - RNN 313
 - Schichten eines neuronalen Netzes 135
 - Upsampling 338
 - Verkettungsschicht 313
 - word2vec 314
 - (bidirektional-)LSTM 313
 - Schmidhuber, Jürgen
 - Long Short-Term Memory Units (LSTM) 299
 - Schritt-für-Schritt-Anleitung für eigene Deep-Learning-Projekte 384
 - scikit-learn-Bibliothek 286
 - Sehen
 - biologisches 3
 - maschinelles 10, 197
 - semantische Segmentierung 226
 - sequenzielle Daten 293
 - sequenzielle Entscheidungsprobleme 342
 - Shaoqing, Ren
 - Faster R-CNN 228
 - Sigmoid-Neuron 129, 166
 - Vorteil gegenüber dem Perzeptron 115
 - Sigmoid-Neuronen 98
 - Silver, David 76
 - Single Forest 179
 - Siri 28
 - SLM Lab
 - Hyperparameter-Suche automatisieren 387
 - Socher, Richard
 - GloVe 257
 - Softmax-Schicht 98, 129
 - zum Klassifizieren 129
 - Software 2.0 391
 - Spearmint
 - Hyperparameter-Suche automatisieren 387
 - Spielen
 - Reinforcement Learning 68
 - Sprache
 - Morpheme 42
 - Morphologie 42
 - Phoneme 42
 - Phonologie 42
 - Semantik 43
 - Wort 41
 - StackGAN 55
 - Standardnormalverteilung als Datenquelle 165

- stochastischer Gradientenabstieg 148
- Supervised Learning (überwachtes Lernen)
66
 Deep Blue (IBM) 81
- Support Vector Machines 227
- Sutskever, Ilya 17
- Syntax 43
- T**
- Tacotron 45
- Tanh-Neuron 115
- Tensor 410
- TensorBoard 189
- TensorFlow 388
- TensorFlow-Bibliothek 189
- Text-to-Speech-(TTS-)Engine 45
- tiefes neuronales Netz 163
 in Keras programmieren 184
- Tokenisierung 241, 244
 natürliche menschliche Sprache 43
 Vorverarbeitung natürlicher Sprache
 241–244
 zur Untersuchung von IMDb-Daten
 277–279
- traditioneller Machine-Learning-Ansatz 14
 Deep Learning 14
 ILSVRC 15
- Training
 Epoche 103
 tiefe neuronale Netze 137
 Validierungsgenauigkeit 104
- Transfer-Lernen 233, 307
 BERT (Bi-Directional Encoder Representations from Transformers) 307
 ELMo (Embeddings from Language Models) 307
 ULMFiT (Universal Language Model Fine-Tuning) 307
 VGGNet19 233
- Trilobiten 3
- U**
- Überanpassung 152
 L1-/L2-Regularisierung 176
 vermeiden mittels Datenaugmentation 180
 vermeiden mittels Dropout 177
 vermeiden mittels Modell-generalisierung 174
- überwachtes Lernen *siehe Supervised Learning*
- ULMFiT (Universal Language Model Fine-Tuning) 307
- U-Net 232
 expandierender Pfad 232
 kontrahierender Pfad 232
 Konvolutionsschicht 232
- UnityML-Agents 88
- Universität Freiburg
 U-Net 232
- Unix-Kommandozeile 93
- Unsupervised Learning (unüberwachtes Lernen) 66–67
 word2vec 254
- Unteranpassung 174
- Upsampling-Schicht 328
- V**
- Validierungsdatensatz 104
- Validierungsgenauigkeit 104
- Validierungskosten 152
- Value-Funktion 350
- van der Maaten, Laurens
 t-distributed stochastic neighbor embedding 263
- Vector-Space Embeddings 32
- Vektorraum 33, 256
 Euklidischer Abstand 35
- Verarbeitung natürlicher Sprache *siehe Natural Language Processing*
- Verarbeitung räumlicher Muster 197
- verborgene Schicht 64
- verstärkendes Lernen (Reinforcement Learning) 61
- Viola, Paul, Echtzeit-Gesichtserkennung 14
- visuelle Bilddarstellung
 zweidimensionale Struktur 198
- visuelle Wahrnehmung
 Entwicklung der Arten auf der Erde 4
 Hirnforschung 4
- vollständig verbundene Schicht 122, 166
- Vorverarbeitung von Sprachdaten
 IMDb-Filmkritiken 277
 Interpunktionen entfernen 242, 247
 kompletter Textkorpus 251
 Konvertierung in Kleinbuchstaben 241, 247
 N-Gramme 242, 249

Vorverarbeitung von Sprachdaten

(Fortsetzung)

Stemming 242, 248

Stoppwörter entfernen 242, 247

Tokenisierung 241, 244

Vor- und Nachteile 243

W

Wahrheitsmatrix 269

WaveNet 45

Wiesel, Torsten

Forschungen zum visuellen Cortex 4

Wittgenstein, Ludwig 25

Word Embeddings 32

word2vec 34

ausführen 258

Continuous bag of words-Modellarchitektur (CBOW) 255

Kontextwort 255

prinzipielle Theorie hinter 254

Skip-gram-(SG-)Modellarchitektur 255

Worteinbettungen 254

Zielwort 255

word2viz 37

Worteinbettungen 32, 254

Wörter

Bedeutung 25, 35

Tokenisierung 43

Vektordarstellungen 32

1-aus-n-Repräsentationen 31

Wortvektor 257

evaluieren 257

extrinsische Evaluation 257

intrinsische Evaluation 257

plotten 263

Reduzieren der Dimensionalität 263

t-SNE 263

vortrainiert 283

Wortvektor-Arithmetik 37

Wortvektoren 31, 36

Kontextwörter 33

Repräsentationen von Sprache im Computer 31

Y

YOLO (You Only Look Once) 230

Z

Zellstatus einer LSTM-Zelle 299

Zhang, Xiang

Sprachdatensätze 380

zweidimensionale Struktur

reduzieren 198

Ziffern

1-aus-n-Kodierung 31, 41, 101, 292

1-aus-n-Wortdarstellungen vs. Wortvektor-Repräsentationen 292