

«

»

DAS INHALTS- VERZEICHNIS

» Hier geht's
direkt
zum Buch

Inhaltsverzeichnis

	Einleitung	9
1	Denkende Maschinen	11
1.1	Was ist künstliche Intelligenz?	11
1.2	Chatbots	12
1.3	Vorbereitung: Python installieren	13
1.4	Projekt: Mini-Eliza	15
1.5	Lernende Programme (Entscheidungsbäume)	28
1.6	Trainingscamp: Programmieren mit Listen	29
1.7	Projekt: An wen denkst du?	33
1.8	Subsymbolische KI – Machine Learning	41
1.9	Projekt: k-Means-Clustering	47
1.10	Rückblick	52
2	Einfache Vorhersagen – lineare Regression	53
2.1	Lernen durch Erfahrung: Wie lernt man Murmeln?	53
2.2	Projekt: Ein klassischer Währungsrechner	55
2.3	Was ist eine lineare Beziehung?	56
2.4	Lernen durch Beobachten	57
2.5	Projekt: Ein Währungsrechner, der lernen kann	62
2.6	Trainingscamp: Daten visualisieren	65
2.7	Daten professionell auswerten: Lineare Regression	74
2.8	Rückblick	78
3	Daten klassifizieren: Wie lernt ein Computer, Objekte zu erkennen?	79
3.1	Bilddaten auswerten: Von Menschen und Hunden	79
3.2	Etikettierte Daten (Labeled Data)	83
3.3	Mit etikettierten Daten lernen	83
3.4	Moderation: Gemäßigte Änderungen	91
3.5	Projekt: Ein lernfähiges Vorhersageprogramm	93
3.6	Hintergrund: Linear separierbare Daten	98
3.7	Noch etwas Programmiertechnik: Daten laden und speichern	100
3.8	Rückblick	106

4	Neuronale Netze	107
4.1	Neuronale Netze in der Natur	107
4.2	Feuern! Das Alles-oder-nichts-Prinzip	109
4.3	Künstliche Gehirne	110
4.4	Ein Gehirn ist kein Computer	111
4.5	Projekt: Reaktionstest – Ein Blick ins eigene Nervensystem	112
4.6	Künstliche neuronale Netze	113
4.7	Die Anfänge: Das Perzeptron von Frank Rosenblatt	115
4.8	Logische Operationen	116
4.9	Ein Perzeptron für logische Operationen	118
4.10	Training	119
4.11	Projekt: Ein Rosenblatt-Perzeptron	121
4.12	Die Grenzen des einlagigen Perzeptrons: Das XOR-Problem	127
4.13	Rückblick	129
5	Moderne künstliche neuronale Netze	131
5.1	Eine bessere Aktivierungsfunktion: Die Sigmoid-Funktion	132
5.2	Projekt: Eine Wertetabelle für die Sigmoid-Funktion	133
5.3	Die Ableitung der Sigmoid-Funktion	134
5.4	Projekt: Die Sigmoid-Funktion als Aktivierungsfunktion für das ODER-Perzeptron	138
5.5	Verborgene Knoten und die Grundideen der Error Backpropagation	141
5.6	Projekt: Ein neuronales Netz, das das XOR-Problem löst	162
5.7	Projekt: Gurke oder Apfel?	168
5.8	Rückblick	179
6	Bilder auswerten und Ziffern erkennen	181
6.1	Was sind Vektoren und Matrizen?	181
6.2	Trainingscamp: NumPy	182
6.3	Mit Arrays die Programmierung vereinfachen	198
6.4	Projekt: Ziffern erkennen	205
6.5	Rückblick	218
7	Eigene Projekte zur Bilderkennung	219
7.1	Fotolabor: Bilder verarbeiten mit der Python Imaging Library (PIL)	219
7.2	Projekt: Ziffern auf eigenen Bildern erkennen	228
7.3	Projekt: Mit der Kamera Gesten erkennen	233
7.4	Rückblick	242

8	Fortgeschrittene Projekte mit künstlicher Intelligenz	243
8.1	Computer Vision	243
8.2	Neuronale Netze mit PyTorch	246
8.3	KI mit Google Colaboratory	248
Glossar: Mathematisches Wörterbuch für KI		251
Stichwortverzeichnis		267