

Vorwort zur ersten Auflage

Maschinelles Lernen bedeutet, Computer so zu programmieren, dass ein Leistungskriterium auf der Basis eines Beispiels oder früherer Erfahrungswerte optimiert wird. Lernen ist dann nötig, wenn wir für das Lösen eines bestimmten Problems nicht unmittelbar ein Computerprogramm schreiben können, sondern zunächst Beispieldaten oder Erfahrungswerte betrachten müssen. Eine solche Situation liegt etwa dann vor, wenn keine menschliche Expertise vorhanden ist oder wenn Menschen nicht in der Lage sind, ihre Expertise zu erklären. Betrachten wir zum Beispiel die natürliche Spracherkennung, d. h. die Umwandlung akustischer Sprachsignale in ASCII-Text. Diese Aufgabe bereitet uns offensichtlich keine Schwierigkeiten, doch wir können nicht erklären, wie wir sie lösen. Verschiedene Personen sprechen ein und dasselbe Wort unterschiedlich aus, wobei Alter, Geschlecht oder Dialekt eine Rolle spielen. Der Ansatz des maschinellen Lernens besteht darin, eine große Sammlung von Sprachäußerungen anzulegen und dann zu lernen, diesen Sprachäußerungen Wörter zuzuordnen.

Ein weiterer Fall ist der, dass das zu lösende Problem sich zeitlich ändert oder von bestimmten Umgebungsbedingungen abhängig ist. Für solche Probleme hätten wir gern universelle Systeme, die sich an die jeweiligen Umstände anpassen können. Denken wir etwa an Datenpakete, die in einem Computernetzwerk übertragen werden. Der Pfad, welcher die Servicequalität von der Quelle zum Ziel maximiert, wird sich in Abhängigkeit von der Netzauslastung fortwährend ändern. Ein Lernprogramm für das Routing ist in der Lage, sich an den besten Pfad anzupassen, indem es die Netzauslastung überwacht. Ein anderes Beispiel ist eine intelligente Benutzeroberfläche, die sich an die biometrischen Daten der Benutzer anpassen kann, d. h. an Merkmale wie Dialekt, Handschrift oder Arbeitsweise.

Bereits heute gibt es in vielen Bereichen nützliche Anwendungen des maschinellen Lernens. Dazu zählen kommerziell verfügbare Sprach- und Handschrifterkennungssysteme. Einzelhandelsunternehmen analysieren ihre Verkaufsdaten, um daraus etwas über das Verhalten ihrer Kunden zu lernen und so die Kundenbeziehung zu verbessern. Finanzinstitute analysieren Transaktionen, um die Kreditausfallrisiken ihrer Kunden einschätzen zu können. Roboter lernen, ihr eigenes Verhalten zu optimieren, um die ihnen gestellten Aufgaben mit minimalem Ressourcenaufwand zu erledigen. In der Bioinformatik ist es nur mit Computern möglich, die vorhandenen, riesigen Datenmengen zu analysieren und Wissen daraus zu extrahieren. Dies sind nur einige der Anwendungsfelder, auf die in dem vorliegenden Buch immer wieder Bezug genommen wird. Wir können uns zumindest vorstellen, welche zukünftigen Anwendungen durch maschinelles Lernen realisiert werden: autonome Fahrzeuge, die sich auf unterschiedliche Straßen- und Wetterverhältnisse einstellen, Telefone, die Übersetzungen aus einer bzw. in eine Fremdsprache in Echtzeit ausfüh-

ren, autonome Roboter, die in einer unbekannten Umgebung navigieren, zum Beispiel auf der Oberfläche eines anderen Planeten. Das maschinelle Lernen wird mit Sicherheit ein spannendes Arbeitsgebiet bleiben!

In dem vorliegenden Buch werden viele Methoden vorgestellt, deren Grundlagen aus unterschiedlichen Forschungsgebieten stammen: Statistik, Mustererkennung, neuronale Netze, künstliche Intelligenz, Signalverarbeitung, Regelungstechnik und Data Mining. In der Vergangenheit folgten die Forscher der genannten Gebiete unterschiedlichen Pfaden und setzten unterschiedliche Schwerpunkte. Dieses Buch hat das Ziel, die verschiedenen Ansätze zu verbinden und eine vereinheitlichte Behandlung der Probleme sowie Lösungsvorschläge vorzulegen.

Es handelt sich hierbei um ein einführendes Lehrbuch, das für Kurse über maschinelles Lernen im fortgeschrittenen Bachelorstudium oder am Anfang des Masterstudiums gedacht ist. Es wendet sich auch an Ingenieure, die in der Industrie arbeiten und sich für die Anwendung der hier diskutierten Verfahren interessieren. Vorausgesetzt werden Vorkenntnisse über Programmierung, Wahrscheinlichkeitsrechnung, Analysis und lineare Algebra. Es wurde angestrebt, alle behandelten Lernalgorithmen so ausführlich zu erklären, dass es nur noch ein kleiner Schritt ist, die im Buch angegebenen Gleichungen in ein Computerprogramm zu überführen. In einigen Fällen wurden zusätzlich Pseudocodes beigelegt, wodurch diese Aufgabe noch einfacher wird.

Das Buch kann als Grundlage für eine einsemestrige Vorlesung dienen, indem ausgewählte Themen aus den verschiedenen Kapiteln behandelt werden. Auch für eine zweisemestrige Vorlesung bietet das Buch ausreichend Stoff, der durch zusätzliche Forschungsaufsätze vertieft werden kann; in diesem Fall hoffe ich, dass die Referenzen am Ende jedes Kapitels hilfreich sind.

Unter <http://www.cmpe.boun.edu.tr/~ethem/i2m1/> finden Sie die Website des Buches, auf der ich für das Thema relevante Informationen veröffentlichen werde, die mir nach Drucklegung des Buches bekannt geworden sind, beispielsweise Errata. Ihr Feedback ist mir unter meiner E-Mail-Adresse alpaydin@boun.edu.tr willkommen.

Es hat mir viel Freude bereitet, dieses Buch zu schreiben, und ich hoffe, dass es Ihnen beim Lesen ebenso ergeht.