

Einführung in die Künstliche Intelligenz

Zu einem Buch von Günther Görz

Was ist Lernen? Eine von vielen «Definitionen» lautet: Lernen ist ein Prozess, bei dem ein System eine *abrufbare Repräsentation* von vergangenen Interaktionen mit seiner Umwelt aufbaut. Die Definition mag auf den ersten Blick überzeugen, doch beim zweiten Hinsehen bemerkt man, dass dann beispielsweise auch ein Seismograph lernfähig wäre – was sicher zu verwerfen ist. Eine Definition von «Lernen» wird wohl ebensowenig gelingen wie von «Intelligenz». Dennoch ist es nicht sinnleer zu sagen, die Künstliche Intelligenz habe es sich zum Ziel gesetzt, Aspekte der menschlichen Intelligenz auf Maschinen zu übertragen.

Das Buch «Einführung in die Künstliche Intelligenz» von *Günther Görz* (Hrsg.)* versucht, die Themen, den bisher erreichten Wissensstand und die Probleme der Künstlichen Intelligenz (KI) aufzuzeigen – und es gelingt ihm ausgezeichnet. Das Buch bietet vertiefte Einstiege in alle Disziplinen der KI in dem Sinne, dass der Leser nachher weiss, für welche Problemstellungen die KI welche Lösungen bereitgestellt hat, wie sie lauten, im Überblick ablaufen und wo die Details nachzulesen sind. Das Buch eignet sich allerdings nicht für den allerersten Einstieg, da ziemlich viele Kenntnisse der mathematischen Logik verlangt werden. Sie werden zwar von Grund auf vermittelt, doch ist es eine Illusion zu glauben, ein der mathematischen Logik Unkundiger vermöge einer so gerafften, formalisierten Darstellung bereits zu folgen.

Einige Bemerkungen sollen das Buch dem interessierten Leser näherbringen:

- Sinnvollerweise wird das Problem der *Wissensrepräsentation* an den Anfang des Buches gestellt. Soll irgendein Weltausschnitt einem Computer zugänglich gemacht werden, so muss er(*) modelliert und das Wissen über ihn formalisiert werden, wobei sich die ganz entscheidende Frage nach der Art der Repräsentation stellt. Ein sprachverstehender Computer, der z. B. den letzten Satz dieses Textes liest, muss Sprache in sich so repräsentieren, dass ihm klar wird, dass das mit einem Stern bezeichnete Pronomen sich auf *Weltausschnitt* bezieht und nicht auf *Computer*.
- Das automatische Beweisen, also das automatische logische *Schlussfolgern*, ist mathematisch intensiv,

* Günther Görz (Hrsg.): Einführung in die Künstliche Intelligenz. Addison-Wesley (Deutschland) GmbH. DM 99.90. ISBN 3-89319-507-6.

aber von zentraler Bedeutung im Buch wie in der KI überhaupt. Vorgestellt werden u. a. die Prädikatenlogik 1. Stufe und der Resolutionskalkül in mathematisch vorbildlicher Weise. Es lässt sich zu Recht einwenden, dass der Mensch oft gar nicht logisch denkt. Aber es geht auch nicht darum, einen künstlichen Menschen herzustellen, sondern einen Aspekt unserer mentalen Kompetenz, den des logischen Schliessens (dessen wir sehr wohl fähig sind), technisch umzusetzen; die Aufgabenverteilung zwischen Mensch und Maschine ist heute viel klarer als in der KI der sechziger Jahre!

- Durch seine *Lernfähigkeit*, seine *Adaptivität*, unterscheidet sich das menschliche Gehirn wohl am stärksten von allen heutigen Maschinen. Allein der Erwerb der Muttersprache ist eine Leistung, die KI-Forscher immer wieder in Erstaunen versetzt. Im Buch findet man deshalb eine grundlegende Diskussion zum Thema «maschinelles Lernen».
- Will man einer Maschine das Verständnis *natürlicher Sprache* beibringen, etwa um mündlich Datenbankzugänge oder Steuerungen von Handhabungssystemen oder Expertensystemen vornehmen zu können, steht man vor schier unüberbrückbaren Schwierigkeiten. Man möchte nämlich einem Ausdruck der natürlichen Sprache (nS) auf Systemebene eine prädikatenlogische Formel zuordnen, weil dann Ableitungskalküle, die (teils) korrekt und vollständig (im mathematischen Sinne der Begriffe) sind, sowie eine (von Tarski 1937 geschaffene) Semantik zur Verfügung stehen. Der Weg von nS zu prädikatenlogischen Formeln ist aber gepflastert mit mathematischen und sprachtheoretischen Problemen, z. B. besitzt die Prädikatenlogik 1. Stufe nicht genügend Ausdruckstärke für die Beschreibung von nS-Ausdrücken. Höhere Logiken besitzen sie zwar, sind aber nicht mehr vollständig. «You can't have your cake and eat it». Schon der Satz «Peter ist leidenschaftlicher Informatiker» ist kompliziert, da man ihn nicht einfach in die die Prädikate trennende Konjunktion «Peter ist leidenschaftlich, und Peter ist Informatiker» umformen kann! (Von einem Satz wie «a rose is a rose» von Getrude Stein wollen wir gar nicht reden!)
- Ein weiteres Kapitel des Buches beschäftigt sich mit der Frage, wie das *menschliche Sehvermögen* durch Berechnungstheorie erklärt und maschinell nachgebildet werden kann. In diesem vielleicht schwierigsten Gebiet der KI fallen die Probleme haufenweise an. Wie erkennt der Computer die Kanten der visuell erfassten Szene, wie die zusammenhängenden Bildelemente, wie die Schatten? Wie unterscheidet er Baumstämme von schmalen Wegen? (Kürzlich fuhr

sich «Terregator», ein sehender, autonomer Geländewagen, an einem Baum fest, weil er ihn für seine Fahrbahn hielt.) Wie erkennt man einen Würfel als Würfel, wenn seine Raumdiagonale ausgerechnet mit der Betrachtungsrichtung koinzidiert? Wiederum geht es nicht darum, einen künstlichen Menschen zu konstruieren. Die technische Umsetzung gewisser Aspekte des menschlichen Sehvermögens bietet schon eine breite Palette von Anwendungen: Zeichenerkennung, Qualitätsprüfungen, Luftbildauswertung, Fahrzeugsteuerung, usw.

Gegen Anfang der siebziger Jahre erkannte man, wie wenig wir selber, wenn wir Probleme lösen, allgemeines Wissen und logische Regeln benötigen, wie sehr wir aber auf *problemspezifisches Erfahrungswissen*, das uns in Jahren zum Experten gemacht hat, zurückgreifen. Wir wissen sehr oft, wie etwas zu tun ist, ohne dieses Wissen je verbalisiert zu haben. Es drängt sich der Versuch auf, solches Expertenwissen in sogenannten Expertensystemen zu konservieren. Alle in der Praxis funktionierenden Expertensysteme zeigen, dass menschliches Wissen umfangreicher und vernetzter ist als bisher angenommen; deshalb sind diese Systeme (noch) stärker spezialisiert als erhofft. Wissen Sie, wie man das englische Kunstwort «ghoti» ausspricht? Wie «fish», wenn man «gh» wie

in «to cough», «o» wie in «women» und «ti» wie in «nation» aussprechen würde! Das Neuronale Netzwerk *NETtalk* lernt sehr schnell und mit geringer Fehlerrate das Aussprechen von englischen Texten. Andere Neuronale Netze balancieren Stäbe auf Wagen, erkennen verrauschte Muster oder nehmen selbständig Qualitätsprüfungen vor. Diesem seit wenigen Jahren erneut hochaktuellen KI-Gebiet, das die Architektur des menschlichen Gehirns maschinell nachzuahmen sucht, ist ein weiteres hervorragendes Kapitel im Buch gewidmet.

Die Übertragung von Intelligenz auf Maschinen setzt die Annahme voraus, dass Intelligenz losgelöst vom menschlichen Körper, unabhängig von der stofflichen Hülle, denkbar ist (das seit Descartes so wichtige *Körper-Geist-Problem*) und dass Mensch und Maschine Informationen in vergleichbarer Weise speichern und verarbeiten. Diese Annahme wird wohl nie beweisbar sein. Der Physiologe Emil du Bois-Reymond sagte einmal: Wir wissen nicht und werden nicht wissen. Das wird ihm die Wissenschaft wohl nie verzeihen – aber wahrscheinlich wird er recht behalten.

Armia P. Barth