



# Der künstliche Gelehrte



Illustration: Mathis Rekowski

Einer künstlichen Intelligenz das gesamte Weltwissen per Hand einprogrammieren zu wollen, klingt wahnwitzig. Doch nach mehr als 30 Jahren Arbeit ist mit Cyc ein **solches Projekt jetzt marktreif.**

VON ULRICH HOTTELET UND WILL KNIGHT

**V**or 31 Jahren nahm sich Doug Lenat nicht weniger vor, als einem Computer zu erklären, wie die Welt funktioniert. Dazu gab er 1984 sogar seinen Posten als Professor in Stanford auf. Denn es braucht Zeit, um einen Computer mit dieser Unmenge an Wissen zu füttern. Und vieles taucht in keiner Enzyklopädie auf, weil es für Menschen selbstverständlich ist. Lenat musste dem Computer beispielsweise beibringen, dass ein Apfel nach unten fällt, wenn man ihn loslässt; dass ein Apfel nicht größer ist als ein Mensch; und dass kein Mensch einen Apfel in den Weltraum werfen kann. Nach und nach schuf Lenat eine Datenbank mit Tausenden von semantischen Informationen, eine sogenannte Ontologie, und die

Software, die sie zu nutzen versteht. Nun ist das Projekt Cyc – vom englischen „encyclopedia“ – abgeschlossen. Es sei zwar nicht so, „dass nichts mehr zu tun wäre“, sagt Lenat. Aber das meiste, was noch hinzugefügt werden müsse, betreffe nur spezielle Themen wie Finanzen oder Krebsforschung.

Auf den ersten Blick wirkt Cyc wie ein Anachronismus, wie eine künstliche Intelligenz, die von der Evolution an den Rand gedrängt wurde. Harte Regeln und Fakten gelten mittlerweile als ziemlich altmodischer Ansatz. Dank kluger Algorithmen, leistungsfähiger Hardware und vieler Trainingsdaten haben Deep Learning und neuronale Netze in den letzten Jahren das Feld dominiert. Seit 2012 gab es Riesenfortschritte bei den Maschinen in der Bild- und Spracherkennung und im Verstehen

(siehe Seite 68). „Neuronale Netze versuchen, die Welt mit Beispielen abzubilden. Die traditionelle Schule dagegen wollte alles mit festen Regeln und Ontologien definieren. Aber die Welt ändert sich, sodass dieser Ansatz nicht immer funktioniert“, sagt Damian Borth, Direktor des Kompetenzzentrums für Deep Learning im Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI). Der neue Ansatz befähigt KI-Systeme dagegen, durch Erfahrung zu lernen und mit einer komplexen Welt umzugehen, zum Beispiel beim autonomen Fahren.

**Lenat ist allerdings überzeugt**, dass Deep Learning ohne manuell eingegebenes Wissen lückenhaft bleibt. „Klar ist es toll, bei Dame, Schach oder Go zu gewinnen“, sagt er. „Aber es ist eine ganz andere Frage, ob solche Programme auch eine längere Konversation führen können, von der Entscheidungen über menschliches Leben abhängen.“ Ähnlich sieht das Professor Jürgen Schmidhuber vom Schweizer KI-Labor IDSIA (Istituto Dalle Molle di Studi sull'Intelligenza Artificiale), Pionier des Deep Learning: „Die alten, regelbasierten Expertensysteme und Theorembeweiser können immer noch manches besser als die neuronalen Netze, zum Beispiel symbolische Logik und Recherche in tiefen Suchbäumen. Beide Methoden haben ihre Stärken und können sich ergänzen.“

Ein Praxisbeispiel stammt aus der Medizin. Der Computer wird mit Symptomen gefüttert, durchläuft einen Entscheidungsbaum und gibt auf dieser Grundlage Empfehlungen. Entscheidungsbäume sind eine Klassifikationsmethode, die Merkmale der Daten als einen Baum darstellt und diese nacheinander abarbeitet. Hat ein Patient etwa Kopfschmerzen, fragt der Arzt Schritt für Schritt die Symptome ab und kann so die Diagnose eingengen, wie Verdacht auf Gehirntumor oder Migräne.

Ein weiterer Vorteil eines Systems wie Cyc: Es kann seine Entscheidung erklären. Das ist wichtig, wenn sie relevante Konsequenzen für die Gesellschaft haben. Für Lenat gibt es deshalb gute Gründe, Cyc endlich zum Marktdurchbruch zu verhelfen. Bereits 1994 hatte der Wissenschaftler zur Kommerzialisierung seiner Erfindung Cycorp gegründet – und damit die älteste KI-Firma der Welt. Sie bietet Cyc als Unternehmensplattform an, die einem Menschen vergleichbar Schlussfolgerungen und logisches Denken ermöglicht. Im Unterschied zu anderen KI-Systemen zeigt Cyc nicht nur Korrelationen auf, sondern darüber hinaus Ursache-Wirkungs-Beziehungen. In einer riesigen Gendatenbank etwa fand das KI-System so viele Wechselbeziehungen, dass dies allein die Arbeitskraft der auswertenden Wissenschaftler überfordert hätte. Cyc stellte jedoch zudem Gründe dar, warum es diese Korrelationen geben könnte. Dadurch ersparte das System den Wissenschaftlern die Zeit, in der sie Tausende von falschen Korrelationen hätten verfolgen müssen.

Um Cyc weltweit zu vermarkten, gründete der langjährige Mitarbeiter von Lenat, Michael Stewart, 2008 die Firma Lucid. Sein zweites Ziel: unterschiedliche KI-Technologien zusammenzubringen wie IBMs Watson und was Google, Facebook und andere aufgebaut haben. „Jeder möchte mit seiner Entwicklung bestimmte Charakteristiken der menschlichen Intelligenz imitieren, kommt ihr aber allein nicht wirklich nahe“, so Stewart. „Aber kombiniert mit anderen Systemen ist die Leis-

tung der KI den intellektuellen Fähigkeiten des menschlichen Denkens schon recht ähnlich.“

Konkrete Anwendungen sind zum Beispiel ein mit der Klinik in Cleveland entwickelter Assistent. Er hilft Medizinern bei der Suche nach Patienten für klinische Studien. Ärzte können in natürlicher Sprache Anfragen eingeben. Dabei soll die Software nicht nur die richtigen Kandidaten finden, sondern auch erklären, warum sie gerade diese ausgewählt hat. Mit Banken und Finanzdienstleistern arbeitet Lucid an Lösungen, die neue Einblicke in Investmentmöglichkeiten bieten oder Insider-Deals entdecken sollen. Tatsächlich konnte Cyc bereits bei der Aufdeckung eines Insiderhandels helfen. Anhand einer Organisationsstruktur hatte es bemerkt, dass zwei Beteiligte früher direkt nebeneinander gearbeitet haben. Daraus folgerte Cyc, dass sie sich gut genug gekannt haben mussten, um unerlaubte Absprachen treffen zu können.

**Mit einem Macro-Hedgefonds arbeitet Lucid** zudem an der Analyse weltweiter Ereignisse mit möglichen Auswirkungen für Investoren. Die Nachricht von einem Tsunami in Japan führt so eventuell zu dem Hinweis, dass die Preise für Computerchips anziehen könnten, weil eine Chipfabrik in Japan beschädigt wurde. Die Daten stammen aus Quellen wie Interviews mit Fachleuten, Firmendokumenten und Krankenakten.



Nach Stewarts Angaben steigen Lucids Umsätze beständig. 2016 sei ein „sehr gutes Jahr“. Zahlen will er aber nicht nennen. Viele Fachleute sind jedoch skeptisch, ob Lucid sich gegen die Marktmacht von Giganten wie Google und Facebook durchsetzen kann. Stewart entgegnet fast trotzig: „Google hat nach wenigen Jahren Yahoo und andere durch bessere Technologie geschlagen. Das zeigt, dass ursprünglich kleine innovative Unternehmen die Etablierten besiegen können. Allerdings nutzen Google und die anderen lediglich ihre eigenen Werkzeuge.“ Anders ausgedrückt: Wer nicht die anderen in seinen Werkzeugkasten aufnimmt, könnte scheitern. „Die Kombination wird gewinnen.“