

# Welche Rolle spielt Abstraktion für intelligentes Verhalten?

Der interdisziplinäre Workshop „The Role of Abstraction and Hierarchical Structures“, der am 22. und 23. Juli 2012 am Institute for Advanced Study der TU München stattfand, zeigte, wie wichtig der interdisziplinäre Austausch bei der Entwicklung künstlicher intelligenter Systeme wie z. B. Robotern ist.

VON ALEXANDRA KIRSCH

MENSCHLICHES DENKEN ist von der bemerkenswerten Fähigkeit der Abstraktion geprägt. Es gelingt uns, aus zweidimensionalen Bildern auf unserer Netzhaut ein mentales dreidimensionales Modell unserer Umgebung zu erstellen, wir nutzen Objekte je nach Situation als Werkzeuge für ganz verschiedene Aufgaben, und wir definieren die Welt mit den abstrakten Begriffen unserer Sprache. Abstraktion scheint also ein wesentliches Merkmal von Intelligenz und die Voraussetzung für intelligentes Handeln zu sein.

In einem Workshop am Institute for Advanced Study der TU München wurde das Phänomen der Abstraktion und möglicherweise zugrundeliegender hierarchischer Strukturen in einem interdisziplinären Rahmen diskutiert.

## Der Begriff „Abstraktion“

Schon der Begriff „Abstraktion“ wird je nach Fachgebiet unterschiedlich verwendet. Stefan Glasauer vom Zentrum für Sensomotorik der LMU München stellte in seinem Vortrag verschiedene Sichtweisen vor: In der Philosophie wird Abstraktion als das Weglassen von Objekteigenschaften verstanden. Die Eigenschaft „weiß“ entsteht demnach, wenn man alle Eigenschaften eines Objektes (z. B., dass das Objekt ein Ei ist) außer seiner Farbe ignoriert. Neurowissenschaftliche Modelle erklären Abstraktion hingegen durch Ähnlichkeit und Assoziation von bekannten Objekten. Danach erkennen wir ein Objekt als weiß, weil wir viele weitere Objekte mit dieser Farbe kennen.

Ist das Assoziationssystem von Menschen gestört, ergeben sich daraus spezielle Krankheitsbilder. Tim Shallice, Neuropsychologe am SISSA (Triest), stellte Studien zur Tiefendyslexie vor. Bei diesem Krankheitsbild vergessen Patienten die Bedeutung von Begriffen. Abstrakte Konzepte werden hier eher vergessen als konkrete. Eine mögliche Erklärung dafür ist, dass konkrete Begriffe wie „Bett“ mit einer größeren Zahl anderer Konzepte aus dem täglichen Leben assoziiert werden als abstrakte Begriffe wie „Fakt“.

Aus Sicht der Ingenieurwissenschaften ist Abstraktion eine Notwendigkeit, um komplexe Probleme für

Der iCub Roboter wurde als Nachbildung eines Kindes entwickelt, um kognitive Prozesse besser zu verstehen. Insbesondere für das Lernen durch Imitation ist eine humanoide Form der Roboter von Vorteil.



eine technische Lösung handhabbar zu machen. Visvanathan Ramesh vom Frankfurt Institute for Advanced Studies stellte Anwendungen zur Videoüberwachung, für Fahrerassistenzsysteme und medizinische Bildverarbeitung aus seiner Zeit bei Siemens Corporate Research vor. Durch statistische Verfahren werden in großen Datenmengen abstrakte Strukturen erkannt und damit die Datenmenge und Fehler in den Daten reduziert.

Im Bereich der Künstlichen Intelligenz ist Wissensrepräsentation ein eigenes Forschungsgebiet. Eyal Amir von der University of Illinois, Urbana-Champaign, stellte unter anderem die relationale Abstraktion vor. Dabei werden Objekte nicht einzeln behandelt, sondern in Klassen zusammengefasst, wobei alle Objekte einer Klasse bestimmte Eigenschaften teilen. Beispielsweise haben alle Hunde vier Beine. Wenn man solche Objektklassen in Baumstrukturen anordnet, beispielsweise mit Hunden und Katzen als Unterklassen von Säugetieren, kann diese Struktur für effiziente Schlussfolgerungsprozesse verwendet werden.

### Liegen der Abstraktion hierarchische Strukturen zugrunde?

Solche hierarchischen Strukturen haben allerdings auch Nachteile. Michael Beetz (Universität Bremen) schilderte anschaulich, welche Probleme ein autonomer Roboter, der beispielsweise in einem Haushalt helfen soll, zu bewältigen hat. Um eine Tasse zu transportieren, genügt es nicht zu wissen, dass der Roboter zum Tisch fahren, die Tasse greifen und diese in die Höhe heben muss. Vielmehr muss er wissen, wo genau er hinfahren muss (nah genug zum Tisch zum Greifen, weit genug entfernt, um nicht mit dem Arm anzustoßen), mit welcher Art von Griff er die Tasse greifen soll (von oben, von der Seite, am Henkel), und in welcher Geschwindigkeit sie hochgehoben werden kann. Eine mögliche Lösung könnte sein, die abstrakten Handlungen vor der Ausführung mit konkreten Parametern in einer Simulation zu testen und so die Lücke zwischen abstraktem Schlussfolgern und konkretem Ausführen zu überbrücken.

Eine baumartige Abstraktions- und Kommando-hierarchie stellte auch Stefan Glasauer aus neurowissenschaftlicher Sicht in Frage: Es gibt keinerlei Hinweise darauf, dass Hirnregionen hierarchisch gekoppelt sind. Man findet hingegen

eine modulare Struktur mit Regionen, die auf verschiedenen zeitlichen und räumlichen Skalen arbeiten. Diese sind jedoch nicht als Kommandostruktur von der gröberen zur feineren Skala hin verbunden, sondern tauschen in beide Richtungen Informationen aus.

Andererseits kann man einige Phänomene menschlichen Problemlösevermögens gut durch hierarchische Strukturen erklären. Zygmunt Pizlo vom Department of Psychological Sciences der Purdue University stellte ein hierarchisches Pyramidenmodell vor, das menschliche Lösungen von Optimierungsproblemen im Hinblick auf Recheneffizienz, Speicherverbrauch und Lösungsqualität sehr gut erklärt.

Die Aufgabe, aus einer Menge von Pixeln in einem Bild einen Menschen zu identifizieren, ist an sich eine Abstraktionsaufgabe. Christoph von der Malsburg (Frankfurt Institute for Advanced Studies) stellte seine Forschung zu dem Thema vor, die mittlerweile den Standard für Gesichtserkennungssoftware gesetzt hat. Das Verfahren basiert auf Mustern von verschiedenen Aspekten des Bildes und ist aus Untersuchungen zur menschlichen Wahrnehmung entstanden.

Hierarchische Prozesse spielen also sowohl für die Wahrnehmung als auch für die Aktionsgenerierung eine Rolle. Oft werden diese beiden Aspekte jedoch isoliert untersucht. Giulio Sandini vom Department of Robotics, Brain and Cognitive Sciences des Instituto Italiano di Tecnologia betonte hingegen die Verbindung dieser beiden Prozesse. Sein Institut hat den humanoiden Roboter iCub entwickelt, um Lernprozesse, wie man sie bei Kindern beobachtet, durch Nachbildung auf einem Roboter besser zu verstehen. In der Verbindung mit Aktionen tritt bei der Wahrnehmung das Erkennen von Formen in den Hintergrund. Vielmehr ist es wichtig zu erkennen, wofür ein Objekt verwendet werden kann.

### Ausblick

Der Workshop hat gezeigt: Abstraktion ist für viele Fachbereiche ein wichtiges Thema, ein verstärkter Austausch ist unbedingt notwendig. Während Psychologie und Neurowissenschaften Modelle liefern, die in technischen Systemen umgesetzt werden, setzen Künstliche Intelligenz und Robotik neue Anreize für die Untersuchung menschlicher Intelligenz. Es herrscht Konsens darüber, dass Abstraktion eine Voraussetzung für intelligentes Verhalten und Kommunikation ist. Allerdings sind grundlegende Fragen, welche Repräsentationen und Strukturen dafür geeignet sind, noch weitgehend ungeklärt. ■

### DIE AUTORIN

*Jun.-Prof. Dr. Alexandra Kirsch ist Juniorprofessorin für Medieninformatik an der Universität Tübingen und seit 2012 Mitglied im Jungen Kolleg der Bayerischen Akademie der Wissenschaften. Sie beschäftigt sich mit Künstlicher Intelligenz und Mensch-Computer-Interaktion. Den vorgestellten Workshop organisierte sie als Carl von Linde Junior Fellow des TUM Institute for Advanced Study zusammen mit Dr.-Ing. Georg von Wichert (Siemens Corporate Technology, IAS Rudolf Diesel Industry Fellow) und Prof. Dongheui Lee, Ph. D. (TU München, IAS Carl von Linde Junior Fellow).*

