

# TUM HALL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

## im Bereich Informatik

### “EVERYTHING ROBOTS ALWAYS WANTED TO KNOW ABOUT HOUSEWORK” ODER WIE BRINGE ICH EINEM ROBOTER BEI, MEINE HAUSARBEIT ZU ERLEDIGEN?

Aufbereitet von Elena Hubwieser

Wäre es nicht toll, wenn Roboter künftig in der Lage wären, Hausarbeiten für uns auszuführen? Genau das wollen Wissenschaftler weltweit erreichen, die an der Entwicklung von Robotern forschen. Dabei haben sie dasselbe Ziel: Roboter sollen von uns beauftragt werden können, Arbeiten auf natürliche Weise eine gewisse Zeit lang selbstständig auszuführen. Diese Aufträge sollen ganz alltägliche sein, wie eben zum Beispiel häusliche Arbeiten. Uns Menschen erscheinen solche Aufträge meistens ziemlich banal. Tätigkeiten wie Kochen oder Putzen sind für uns einfache Routine. Ein Roboter aber braucht ein großes Vorwissen, um die von ihm geforderte Aktion gut ausführen zu können. Er muss dazu wissen, wie eine bestimmte Aktivität im jeweiligen Kontext auszuführen ist. Außerdem stehen dem Roboter dabei noch Hilfsmittel zu Verfügung, über die er genau Bescheid wissen muss. Ein Roboter benötigt also eine ganze Menge an komplexer Hintergrundinformation, was ihn an so manche Wissensgrenze bringt.

Woran Michael Beetz und Daniel Nyga [1] von der TUM zu diesem Thema forschen haben wir für die gymnasiale Oberstufe in Bayern im Folgenden zusammengefasst:

## Der Koch-Robo [2,3]



Bildquelle: [3]  
Foto:  
Michael Bahlo

Das Bild zeigt den Koch-Roboter PR2, den unter anderem Prof. Beetz in seiner Zeit an der TUM entwickelt hat. Der Roboter ist auf dem Bild gerade dabei, Pfannkuchen zu wenden. Außerdem kann PR2 auch Getränke holen, Billard spielen und Popcorn machen und ist somit ein gelungener Haus-Roboter. Das besondere an ihm ist, dass er lernfähig ist. Er lernt nämlich aus dem Internet und aus Gebrauchsanweisungen. Auf dieser Website könnt ihr seine Fortschritte verfolgen und dort kann man vielleicht sogar einmal selbst ein Exemplar kaufen: <http://www.willowgarage.com/pages/pr2/overview>

### WIE VIEL MUSS EIN ROBOTER ÜBER EINE HANDLUNG WISSEN?

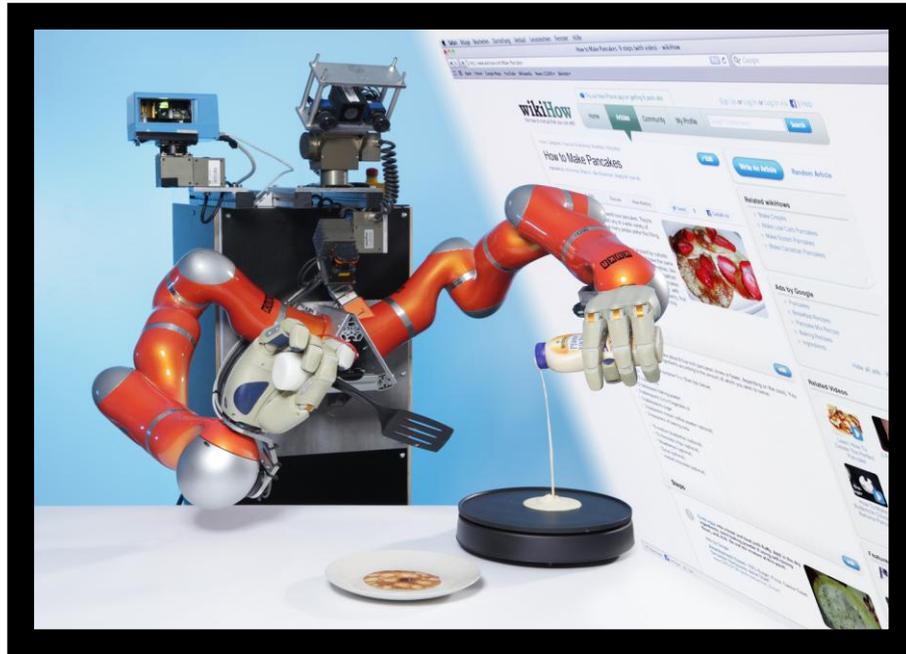
**WICHTIG!**

Er braucht ein grundlegendes Verständnis der Anforderungen

Um herauszufinden, wie Anweisungen aussehen, die Menschen erteilen, haben Beetz und Nyga Rezepte auf der Internetseite [www.wikihow.com](http://www.wikihow.com) untersucht. Dort kann man Anleitungen, Pläne, Lösungen für Alltagsprobleme und eben auch Rezepte finden, die von Anderen weltweit hochgeladen wurden. Sie haben mit einem sogenannten Parser 130.000 Sätze analysiert und 53.000 zielgerichtete Instruktionen herausgefiltert, in denen überflüssige Erklärungen und Kommentare entfernt wurden. Dabei konnten sie drei Dinge feststellen:

- ✓ Mit 100 verschiedenen Aktionsverben können Anweisungen für 8786 Pläne erstellt werden. Die wichtigsten Aktionen sind Aufheben und Platzieren und solche, die zwei oder mehr Substanzen (Eier, Mehl, usw.) enthalten.

- ✓ Die meisten Anweisungen sind ziemlich ungenau. Das liegt daran, dass Handlungen mit unterschiedlichen Parametern und Wörter wie „mit“, „von“, „zu“ und „hinein“ in abweichenden Umgebungen auftreten und dort jeweils andere Bedeutungen haben. Außerdem sind an einer Aktion oft viele andere beteiligt.
- ✓ Die Menschen drücken sich unspezifisch und vage aus. Sie lassen gerne Informationen weg, die aber für die Ausführung wichtig sind oder sprechen zweideutig. Damit liefert eine menschliche Erklärung lediglich Anhaltspunkte in einem komplexen Netz aus Abhängigkeiten zwischen Objekten und Aktionen. Der Rest muss daraus gefolgert werden. Menschen sind dazu in der Lage, weil sie über ein fundiertes Hintergrundwissen verfügen, was manche Teilhandlungen für sie selbstverständlich macht.



Der Roboter „TUM-Rosie“ macht Pfannkuchen nach einem Rezept aus wikiHow [1].

## WELCHE PROBLEME TRETEN AUF, WENN EIN ROBOTER IN MENSCHLICHEN BEREICHEN HANDELT UND ANWEISUNGEN INTERPRETIERT?

### 1. Begriffserklärung:

„Pfanne“ =



Dem Roboter fehlen die Hintergrundinformationen, die den Menschen bei lebensnahen Handlungen vollkommen klar sind.

### 2. Beenden einer Tätigkeit:

„Der Kuchen ist fertig...  
und nun?“



**Roboter brauchen die Fähigkeit, Erklärungen, die Menschen geben, zu verstehen.**



Anweisungen in lebensnaher Sprache wurden in eine formale Sprache übersetzt. Dann musste eine Befehlsfolge darin gefunden werden, die zum Ziel führt. Das war sehr anstrengend, denn Hausarbeit soll so einfach wie möglich ausführbar sein. Man braucht also eine bessere Taktik, um das Wissen der Roboter zu vergrößern.

## Der Schlüssel zu schlauneren Robotern: „generische Modellierung“



Menschen lernen sehr schnell, selbst wenn sie nur wenige Beispiele hören. Sie können nämlich von einzelnen Ereignissen auf ein allgemeines (*generisches*) Ereignismuster *abstrahieren*, indem sie Kategorien bilden, die die konkreten Ereignisinstanzen zusammenfassen. Mit dieser Fähigkeit sollen Roboter auch ausgestattet werden, damit sie in jeder Situation über das nötige aktionsspezifische Wissen verfügen. Dazu müssen die Kategorien so abstrakt wie möglich, aber gleichzeitig so spezifisch wie nötig sein.

### BEISPIEL:

Ein Roboter erhält den Befehl: „Wende den Pfannkuchen mit einem Pfannenwender“. Der Pfannenwender ist ein Hilfsmittel, also ordnet er den Befehl sofort in die Kategorie „Pfannkuchen mit Hilfsmittel wenden“ ein. Diese Kategorie wird von einer weiteren Kategorie abgeleitet, nämlich der Kategorie „Pfannkuchen wenden“. Diese ist wiederum ein Teil von der Kategorie „Essen wenden“ und „Essen wenden“ von der Kategorie „wenden“. Damit ist die Oberkategorie, von der die Bedeutung des Befehls abgeleitet wird „wenden“. Mit den Informationszusätzen „Essen“, „Pfannkuchen“ und „Hilfsmittel“ weiß der Roboter nun genau, was zu tun ist. Diese Hierarchie berechnet er übrigens in kürzester Zeit, viel schneller als ein Mensch das kann.

Die Lösung dazu ist:

## PROBABILISTIC ROBOT ACTION CORES (PRAC)

Dies ist eine Darstellung der gemeinsamen Wahrscheinlichkeitsverteilung von Handlungsregeln. Mit Hilfe von PRAC können Anhaltspunkte, die aus menschlichen Anweisungen hervorgehen, verwendet werden, um Informationen daraus abzuleiten, die zur kompletten Spezifizierung der Handlung nötig sind.

Das System ist sehr vielschichtig, aber gar nicht so kompliziert. Unter Zusatzmaterial könnt ihr dazu auf der Website gerne mehr nachlesen.

Für noch mehr Informationen könnt ihr euch auch diese Publikation ansehen:

<http://ias.cs.tum.edu/media/spezial/bib/nyga12actioncore.pdf>

Das sind übrigens die Autoren der Publikation:

Professor Michael Beetz: <http://ias.cs.tum.edu/people/beetz>

Daniel Nyga: <http://ias.cs.tum.edu/people/nyga>

Und von dieser Internetseite kommen die Anweisungen an die Roboter: [www.wikihow.com](http://www.wikihow.com)

Hier gibt es noch mehr zu ähnlichen Themen:

<https://ias.in.tum.de/media/spezial/bib/nyga11trajcluster.pdf>

<https://ias.in.tum.de/media/spezial/bib/tenorth10webinstructions.pdf>

### QUELLEN:

- [1] D. Nyga, M. Beetz, „*Everything Robots Always Wanted to Know About Housework (But were afraid to ask)*“, In: 2012 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), 2012
- [2] dpa, „*Der Koch-Robo*“, In: OVB, Stand: 01.03.2013, <http://www.ovb-online.de/weltspiegel/koch-roboter-2776712.html> (abgerufen am 24.04.2013)
- [3] Irena Güttel, „*Roboter "PR2" kann Popcorn oder Pfannkuchen machen*“, In: General-Anzeiger, Stand: 28.02.2013, <http://www.general-anzeiger-bonn.de/news/web/telekommunikation/Roboter-PR2-kann-Popcorn-oder-Pfannkuchen-machen-article992709.html> (abgerufen am 10.09.2013)