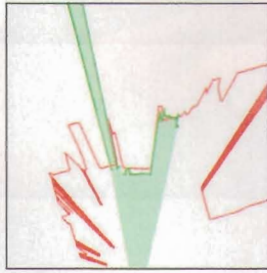


Sehen wie ein **MENSCH,** nur ohne Körper

In dreijähriger Forschungsarbeit hat sich „James“ vom technisch nackten Automaten zum menschenähnlich „sehenden“ Roboter entwickelt. Humanoide Körper wurden im EU-Projekt ROBOTS@HOME weggelassen.

TEXT: PETER MARTOS

Moderne Roboter. Humanoide und Hündchen sind ganz eindeutig Produkte aus japanischen Roboterwerkstätten.



Sichtweise: So „sieht“ der Roboter Gegenstände. Rot sind die Daten von den Lasersensoren, grün jene von den Stereokameras. Die entscheidenden Punkte überlappen sich.

Wo ist das Körbchen?“ Die vergängliche Bäckerwerbung ist an „James“ spurlos vorbeigegangen, schließlich soll er nach dem entsprechenden Reifeprozess zwar ein Butler werden, aber nicht geschmäckerlich und schon gar nicht TV-hörig.

Schon eher könnte man ihn fragen: „Wo ist der Küchentisch?“ Denn James ist ein Spezialist zum Erkennen von Gegenständen in einer Wohnung. Und das ist eine beachtliche Leistung für einen Roboter.

Dabei sieht er gar nicht so aus, aber das liegt an einem weitverbreiteten Missverständnis, eine Folge der japanischen Dominanz in der Bewerbung und Vermarktung von Robotern. Japaner bauen eher menschenähnliche Roboter wie etwa Hondas Asimo, oft auch nach dem Kindchenschema (übergroßer Kopf mit Riesenaugen). Das Argument, Menschen interagierten mit Humanoiden besser, ist zwar nicht bewiesen, aber auch nicht von der Hand zu weisen.

In Europa und auch den USA dominieren funktionale Roboter, wenn auch das EU-Projekt „Robotcub“ oder Aude Billards Puppe „Robota“ aus der Reihe tanzen.

Maschine statt Person. James wird im günstigsten Fall als Maschine anerkannt, nicht aber als „Person“. In seiner Basisversion hat er auch Räder statt Beinen, keinen Kopf und keine Arme. Er sieht aus wie ein etwas futuristisch geratener Staubsauger. Mit dem Unterschied, dass er nicht zufällig in der Wohnung herumfährt.

In dreijähriger Forschungsarbeit im Rahmen des EU-Projektes robots@

home haben Elektrotechniker der Technischen Universität Wien unter Leitung von Markus Vincze den so gar nicht menschlich aussehenden James wesentlich weiterentwickelt. Am selben Ort wie 2007, in einem unmöglichen Möbelhaus in Vösendorf im Süden Wiens, wurde er in einer Musterwohnung vorgeführt.

Vincze, Professor am TU-Institut für Automatisierungs- und Regelungstechnik (ACIN), war einer der Projektleiter des EU-Projektes robots@home, das mit Budgetmitteln von 3,2 Millionen Euro in drei Jahren die Grundlagen für eine „mobile Haushaltshilfe“ schaffen sollte. Im Vordergrund stehen nicht Anwendungen, sondern laut Vincze die „schrittweise Annäherung an das menschliche Sehsystem“ (siehe Kästen Seite 39).

Vier Bereiche. Das Ziel von robots@home wurde erreicht: eine offene mobile Plattform zu schaffen, auf der aufbauend Roboter entstehen können. Dabei sollen Anwendungen aus vier Bereichen entwickelt werden: Einsatz daheim (domotics), Sicherheit, Lebensmittelversorgung und Altenbetreuung. Als zweites Ziel war die Schaffung eines eingebauten Perzeptionssystems vorgesehen, das Daten zum Lernen und Kartografieren von Räumen sowie zum Klassifizieren von Gegenständen vorsah. Schließlich sollte eine sichere und robuste Navigationsmethode entwickelt werden, die für alle daraus entstehenden und darauf beruhenden Anwendungen geeignet ist. Die nach Szenarien geordnete Annäherung ist durch neueste Erkenntnisse in den Bereichen ko-



Gruppenbild mit Roboter. Die V4R-Gruppe mit einer James-Variante mit Greifarm: Konkrete Anwendungen wurden von den Forschern schon mitgedacht.

gnitive und Neuroforschung sowie tierische Navigation inspiriert. Eine hierarchische kognitive „Landkarte“ schließt topologische, metrische und semantische Informationen ein. Sie baut auf strukturellen Features auf, die durch ein neu entwickeltes eingebautes Stereo-Visionssystem entstehen, das von einer Reihe von Sonar- bzw. Infrarotsensoren ergänzt wird. Vinczes Kollege Roland Y. Siegwart trägt auch Theoretisches zur Diskussion bei.

„Als erster Schritt in ihrer Kohabitation mit Menschen“, so der Professor an der ETH Zürich, würden Roboter als „intelligente Maschinen“ anerkannt, die autonom adäquate Entscheidungen treffen können“. Die Arbeiten an der ETH konzentrierten sich auf neue Konzepte, „um die Umgebung in einer kompakten, teilweise semantischen Weise mit effizienter funktionsbasierter Objekterkennung zu repräsentieren“.

Neue Märkte. Die weitere Entwicklung sei schwer vorherzusagen. Siegwart vergleicht Roboter wie James mit den ersten Autos vor mehr als einem Jahrhundert. Wie die damaligen Fahrzeuge sei auch James einzigartig, begrenzt in der Leistung und fragil. „Aber James wird uns helfen,

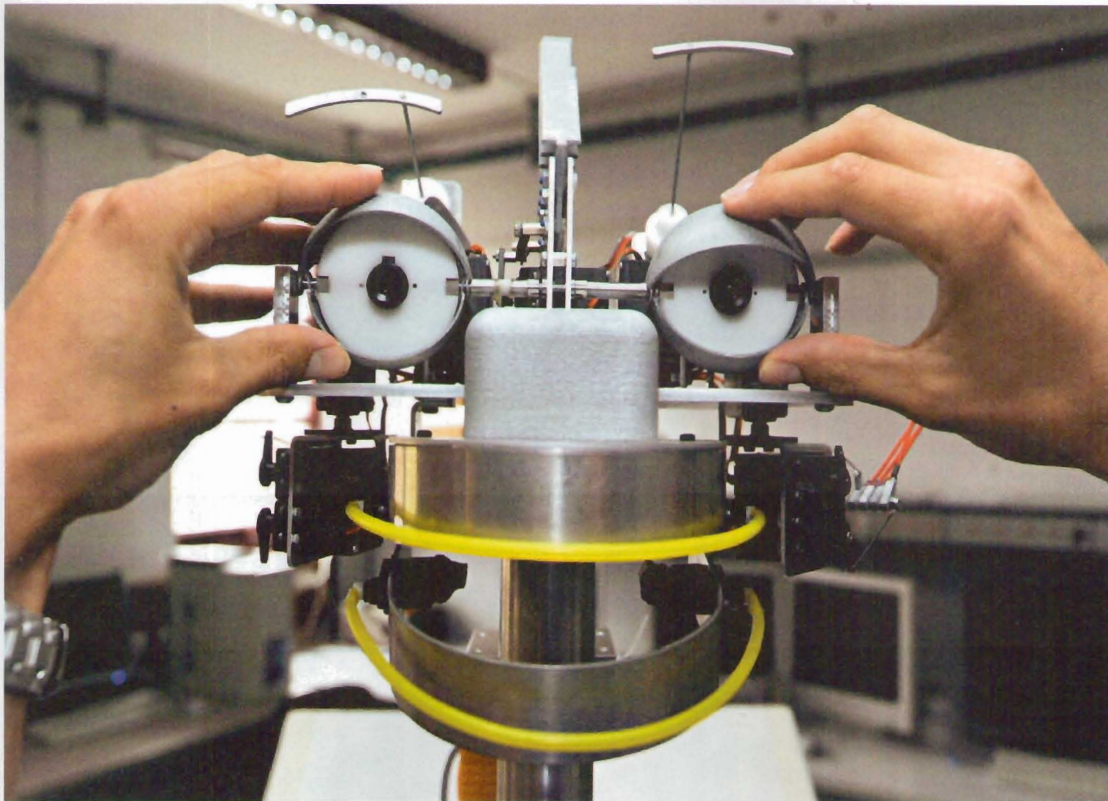
DIE SENSOREN

ROBOTER JAMES nimmt die Informationen über Orte mittels Stereokamerasystems und Lasersensoren auf. Die Lasersensoren knapp über dem Boden geben die Distanz zu Wänden an, mithilfe der beiden Stereokameras werden der Boden und Gegenstände erkannt. So ist James davor gefeit, eine schlafende Katze zu rammen oder Treppen hinunterzustürzen.

TEST. James wurde Ende Mai von Gutachtern der EU-Kommission in einer Wiener Wohnung getestet. In den sechs Zimmern wurden 14 Plätze eingelernt und konnten beliebig wieder angefahren werden. Die beiden vom Austrian Institute of Technology (AIT) entwickelten Stereokamerasysteme sollen Möbel auch erkennen, ohne dass jeder einzelne Platz programmiert werden muss: „Fahr zum Küchentisch!“ oder „Fahr zum Fernsehsessel!“ wird für James „verständlich“.

James soll ein Butler werden, ein **Spezialist**, der Gegenstände erkennt.

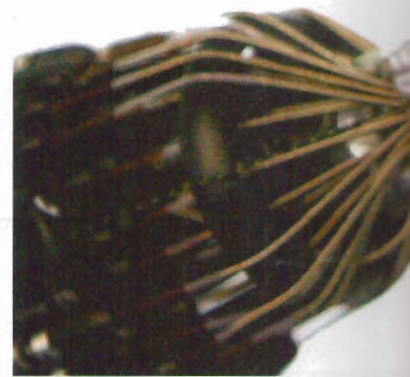




Sehen und Gesehenwerden. Menschenähnlicher Gesichtsausdruck ist dem Roboter James jedoch fremd.

„James wird uns helfen, **neue Ideen** zu entwickeln.“

ROLAND Y. SIEGWART, ETH ZÜRICH



Halt mal. Greifen besteht für Roboter aus vielen Aktionen, von der Entfernungsmessung bis zur Stärke des Fingerdrucks.

COMPUTERSEHEN

NEUE ÄRA. „Vision for Cognitive Tasks“, also Vision für kognitive Aufgaben, heißt ein Workshop, bei dem Anfang September auf der griechischen Insel Kreta die Zukunft der Forschung im Bereich des „Computersehens“ auf der Tagesordnung steht. „Wir befinden uns am Beginn einer neuen Ära, wenn technische Systeme von typischen Industrieanwendungen mit programmierten, verkabelten Verhaltensweisen expandieren in Alltagssituationen, in denen sie mit komplexen und unvorhersagbaren Ereignissen umgehen müssen“, schreiben die Organisatoren, unter ihnen der Wiener TU-Professor Markus Vincze.

HAUPTAUFGABE des Workshops sei es, einen Dialog zwischen den Gemeinschaften zu starten, um Synergien aus der integrierten Forschung zu gewinnen.

» neue Idee zu entwickeln und neue Märkte für Dienstleistungsroboter zu öffnen.“

So kann die Praxis nicht ausbleiben. Obwohl die Grundlagenarbeit mitten im Gang ist, haben sich die Industriepartner des EU-Projekts schon mit konkreten Absichten gemeldet. Legrand Austria will die Produkte in der Automatisierung von Licht- und Beschattungstechnik durch einen Roboter erweitern.

Nestlé Nespresso denkt daran, Roboter-Kaffeeservice anzubieten. Der Prothesenhersteller Otto Bock, mit dem ein Greifarm für James entwickelt wird, will bettlägerigen Personen ermöglichen, durch eine erweiterte Präsenz mit Bildschirm auf dem Roboter und den Bildern der Kameras besser am Familienleben teilzunehmen.

Elektronik und Superrechner. Die Fortschritte der vergangenen drei Jahre sind ganz gewaltig, mit Ausnahme der Energieversorgung: Noch muss James in etwa halbstündigen Abständen an eine Steckdose angeschlossen werden. „Wir haben soviel Elektronik und einen Superrechner eingebaut, dass der Akku ganz schnell leersaugt wird“, meint Vin-

czes engster Mitarbeiter Sven Olufs. In jeder anderen Beziehung ist James nahe daran, den Ansprüchen der Forscher gerecht zu werden.

Selbständig ansteuern. Die optische Perfektionierung – keine freiliegenden Drähte und Leitungen mehr – ist der geringste Fortschritt. „Er erkennt nicht nur die Möbel und Gegenstände in einem Zimmer, er kann jetzt selbstständig einen ge-

gy (AIT) entwickelten Stereokameras bekommt der Roboter den „Blick“ eines größeren Kindes.

Natürlich muss der Roboter mit Informationen gefüttert werden, das geschieht über einen Joystick, ganz ähnlich wie bei der Steuerung von Spielkonsolen. Die Plätze, die sich James merken soll, werden über ein Smartphone oder ein iPad eingegeben – per Sprache. Wenn Olufs als „Küchentisch“ sagt, folgt der Robo-

Durch das Herzeigen von Objekten lernt die Maschine.

lernten Ort ansteuern“, heißt es in einer Beschreibung. Die Betonung liegt auf selbstständig: „Während heutige Staubsaugroboter zufällig in der Wohnung herumfahren“, gelinge es nun erstmals, „dem Roboter einmal einen Platz in der Wohnung zu zeigen, den er lernt“.

James „sieht“ mithilfe von Lasersensoren und von zwei Stereokameras. Die einen geben die Distanz zu Wänden an, die anderen kartografieren Gegenstände. Mit den vom Austrian Institute of Technolo-

ter der Anweisung prompt. Vincze erklärt: „Das Gelernte dient ihm als Speicher, auf den er zurückgreifen und zu dem er Assoziationen herstellen kann.“ Derzeit erkennen Roboter die Textur einzelner Gegenstände, also deren Muster. Schwieriger werde es, wenn sie Dinge in Kategorien einordnen sollen.

Häferl oder Klopapier? Vincze zieht einen plastischen Vergleich: „Eine Tasse beispielsweise weist die Form eines Zylinders auf, hat ei-



Kognitives Handeln und Lernen

Entwicklung. Ob 3-D-Blick mit Objekterkennung, kognitive Systemerkennung oder das kognitive Greifen: Daran arbeitet die Wiener Arbeitsgruppe.



ROBOTER ZU HAUSE

VISION FOR ROBOTICS (V4R) nennt sich die Tätigkeit einer Gruppe unter der Leitung von Professor Markus Vincze an der Technischen Universität Wien. „Wir bringen Robotern das Sehen bei“, heißt es auf der Website. Dazu würden Methoden zur Wahrnehmung von Strukturen und Objekten entwickelt, damit Roboter handeln und daraus lernen können. Weiters: „Dies ebnet den Weg zu automatisierter Fertigung und Haushaltsrobotern, die das tägliche Leben erleichtern.“

NEBEN ROBOTS@HOME, dem hier hauptsächlich beschriebenen EU-Projekt, gehört ein anderes zu den wichtigsten Grundlagen: In „Movement“ (Modular VERSatile Mobility ENhancement Technology – Modulare Mobilitätsverbesserungstechnologie) wird ein vielseitig verwendbares System zur Erhöhung der Mobilität behinderter Menschen entwickelt. Den Kern bildet die unter dem „Künstlernamen“ James entstandene Plattform, an die Module wie etwa ein Sitz, ein Roboterarm oder ein Terminal angekoppelt werden können. Movement ist ein „Specific Targeted Research Project“, teilfinanziert durch die Europäische Kommission im Rahmen der Thematik „Information Society Technologies“. Sowohl robots@home als auch Movement sind abgeschlossen, ebenso wie XPERO, in dem Roboter durch Experimente lernen. Im Projekt NFN wurde kognitives Sehen für Assistenzsysteme entwickelt. Auch „Tracking Evaluation“ – eine Methodologie zur Prüfung von modellbasierten Objektverfolgungsmethoden – und das Trainings-Optimierungs-System TOS gehörten zu V4R.

LAUFENDE PROJEKTE. Unter den aktuellen Projekten sind vier besonders hervorzuheben: CogX beschäftigt sich mit kognitiven Systemen, die sich selbst verstehen und ihr Wissen erweitern können; „Grasp“ dient der Entwicklung von kognitivem Greifen durch Vorhersage und Erkennen von neuen Situationen; „Taco“ arbeitet an der Entwicklung einer dreidimensionalen adaptiven Tiefenkamera mit Fovea zur Objekterkennung; ACFVU stellt ein kognitives Framework dar, mit dessen Hilfe „Sehen“ besser verstanden werden soll. Daneben arbeitet die Gruppe an Software, die beispielsweise das einfache Kalibrieren von Kameras unter GNU/Linux ermöglichen soll („camcalb“).

nen Henkel und ist an der Unterseite geschlossen. Der Unterschied zwischen ihr und einer Klopapierrolle ist für den Menschen augenscheinlich. Für den Roboter noch nicht.“

Kategorien lernen. Seit 2003 beschäftigt sich Vincze mit dem Konzept der „kognitiven Bildverarbeitung“, das beim Roboter angewandt werden soll. Durch das Herzeigen von Objekten lernt die Maschine verschiedene Kategorien. Tische, Sessel oder Sofas weisen jeweils Gemeinsamkeiten auf. „Es wäre schön, wenn wir nicht alles programmieren und vorgeben müssten“, meint der Techniker.

Falls ein neues Objekt im Blickfeld des Roboters auftauche, soll das Sehsystem es selbstständig einlernen und kategorisieren können. Die TU-Forscher scheuen sich dabei nicht, auch von Kindern zu lernen: „Kinder lernen beim Versteckspielen sehr schnell, dass Objekte, die man versteckt, eigentlich nicht weg sind. Diese Objektpermanenz können technische Systeme noch nicht nachvollziehen.“

Vincze und Siegwart sind durchaus ähnlicher Meinung, dass robots@home eine offene Plattform ge-

schaffen habe, die weiterentwickelt werden müsse. Gegenwärtig könne James ohne Kollision durch eine „kartografierte“ Umgebung manövrieren. Durch das Begehen vieler Küchen und/oder Wohnzimmer könne er „generisch lernen, wie eine Küche oder ein Wohnzimmer aussieht“. Adaptierbarkeit und „lebens“-langes Lernen seien aber unerlässlich dazu. Deshalb gibt es auch zahlreiche Folgeprojekte (einige sind im nebenstehenden Kasten aufgeschlüsselt).

Museumsführer. Das gemeinsame Ziel ist es, eine „generische und preisgünstige mobile Roboterplattform“ zu schaffen und damit die Industrie zu einem breiten Angebot zu motivieren. Laut Siegwart könnte James auch als Museums- oder gar Stadtführer auftreten, auf Flughäfen und in Bahnhöfen Trägerdienste verrichten oder auch Rettungsaufgaben bei Feuerwehren übernehmen, die für Menschen buchstäblich zu heiß sind. Sogar als Chauffeur kann er sich den Butler vorstellen.

Nur eines wird James nicht haben: einen klassisch-griechischen Körpersiehe Diskussion zwischen Europa und Japan um humanoide oder funktionale Roboter. ■