

Metallene Pfadfinder

Noch können sich Roboter in fremder Umgebung nur schlecht zurechtfinden. Ein Forscherverbund will das jetzt ändern

Von Christian Herbst

Ein leichtes Surren ist zu hören, und das Knirschen im Sand. Leichtfüßig, fast elegant, schwenkt das metallene Getier seine acht Beine auf und ab und krabbelt los. Die Maschine reißt jedes Bein, das einen Schritt vollführt, schwingvoll in die Höhe, um es dann wieder niedersausen zu lassen. Die Teststrecke in einem Labor an der Bremer Universität hat es in sich: Erst muss „Scorpion“ durch Sand stapfen, dann versperren Steine den Weg. Schnell stellt sich der Roboter auf den Parcours ein und bewältigt die unwegsamen Strecken.

Der Skorpion aus Aluminium zeigt, wie gut ein Roboter in schwierigem Terrain klar kommt. Allerdings kann der zehn Kilogramm schwere Krabbler nur stur in vorgegebene Richtungen laufen und sich in ungewohnter Umgebung nicht selbstständig orientieren. Er kann weder sehen noch hören. Lediglich Ultraschallsensoren vorn und hinten lassen ihn sich vortasten. Im nächsten Jahr wollen die Bremer Wissenschaftler einen Nachfolger testen: einen vierbeinigen Roboter, der mit Kameras ausgestattet wird.

Robotern beizubringen, sich in einer neuen Umwelt zurechtzufinden, gehört ohnehin zu den schwierigsten Aufgaben in der Künstlichen Intelligenz. Computer schlagen zwar inzwischen Schachweltmeister, Roboterhunde laufen possierlich durch die Landschaft, und in den Fabriken führen Maschinen landauf landab wichtige Produktionsschritte selbstständig aus. Dennoch gilt nach wie vor: Die Maschinen sind nicht in der Lage, sich auch nur annähernd so gut wie Menschen in einer unbekannt Umgebung zurechtzufinden. Die Sensortechnik ist noch längst nicht so ausgefeilt wie menschliche Sinne, und auch die maschinelle Datenverarbeitung kann sich nicht mit der Leistung des Gehirns messen. Menschen verfügen zudem über einen großen Schatz an Erfahrungswissen, der ihnen hilft, ihre Umwelt richtig zu interpretieren.

Forscher verschiedener Disziplinen aus Bremen und Freiburg arbeiten deshalb in einem gemeinsamen Projekt zusammen, um Robotern die Orientierung im Raum beizubringen. Unterstützt durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft, tragen mehr als 50 Informatiker, Psychologen, Sprachwissenschaftler, Geografen und Neurobiologen ihr geballtes Wissen zusammen.

Weil Menschen den Maschinen beim Erkunden ihrer Umgebung haushoch überlegen sind, wollen die Forscher vor allem ergründen, wie der Mensch das Navigieren bewältigt. Das beginnt mit dem Erforschen unbekannter Terrains. „Gerade mal ein bis zwei Sekunden braucht der Mensch, um komplexe räumliche Situationen zu erfassen“, sagt die Bremer Informatikerin Kerstin Schill. Wie das geht, untersuchen Schills Mitarbeiter, indem sie die Augenbewegungen von Testpersonen analysieren. „Wir versuchen, dem Computer beizubringen, wie der Mensch sieht.“

Die Augen der Probanden vollführen immer wieder dieselben Bewegungen, um einen Raum kennen zu lernen – sie scannen ihn systematisch ab. Die Forscher bilden diese Abläufe im Rechner nach. Der Computer imitiert den Menschen. „Es rentiert sich, auf das biologische System zu gucken“, sagt Schill.

Das Sehen und das Verarbeiten der Eindrücke ist nur ein kleiner Teil der Orientie-

rungskunst. Menschen sind dank ihres Vorstellungsvermögens und ihrer Erfahrung sogar in der Lage, Wegbeschreibungen in anschauliche Bilder umzusetzen. Zu diesem Schluss jedenfalls kam der Freiburger Psychologe Markus Knauff. Während seine Probanden – zumeist Psychologiestudenten – im Kernspintomografen lagen, erklärte ihnen eine freundliche Stimme per Kopfhörer eine Route durch die Stadt. Knauff und sein Team verfolgten, welche Regionen des Gehirns beim Zuhören angeregt wurden. „Wir glauben, dass die Probanden sich anschaulich vorstellen, was sie hörten. Sehr viele Leute können offenbar sehr gut mit sprachlichen Beschreibungen umgehen.“

Sprache richtig zu verstehen ist eine weitere Kunst, die Menschen viel besser beherrschen als Computer. Der Bremer Rollstuhl „Rolland“ kann das schon ganz gut. Jedenfalls dann, wenn man klar und deutlich mit dem Forschungsfahrzeug spricht. Der Informatiker Christian Mandel ist soeben auf Rolland durch einen größeren Raum an der Bremer Universität gefahren, in dem einige Pappkartons als Hindernisse aufgebaut sind. Lasersensoren, die vorn und hinten an den Rollstuhl montiert sind, haben jedes Hindernis registriert.

Das Notebook, das der Nachwuchsforscher vor sich hat, während er per Joystick den Rollstuhl steuert, setzt die Daten gleich

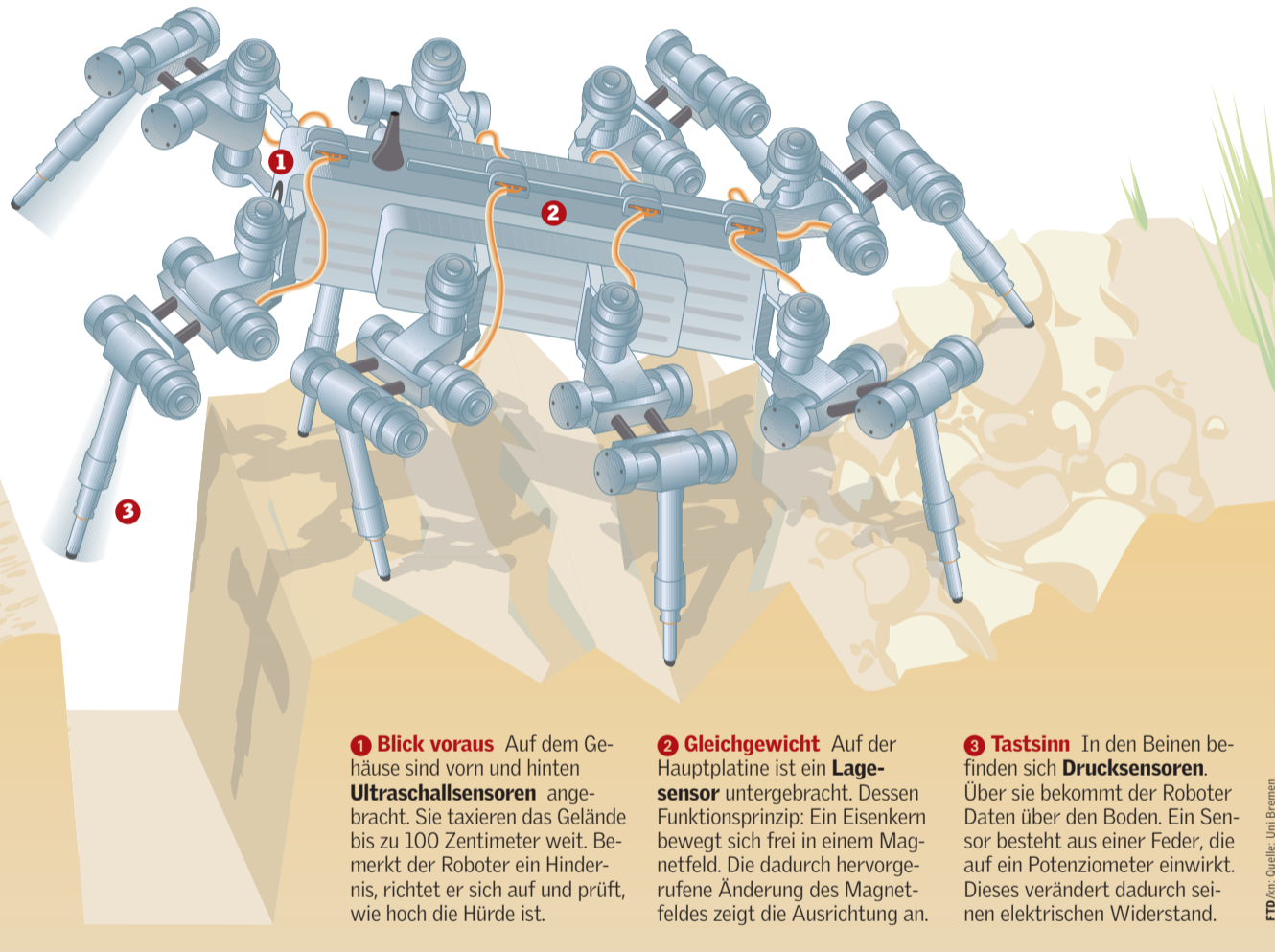
in eine Lageskizze des Raumes um. „Rolland, fahre zum Karton hinten links“, sagt der junge Mann langsam und deutlich. Die Hand hat er vom Joystick genommen, langsam setzt sich der Rollstuhl in Bewegung – und hält am richtigen Ort. Christian Mandel ist erleichtert.

Roboter sollen Menschen bestmöglich bei bestimmten Alltagsdingen helfen, sollen ihnen die Wohnung saugen, den Rasen mähen oder sie still und zuvorkommend bedienen. Damit die Interaktion zwischen Mensch und Maschine gut funktioniert, brauchen beide ähnliche Denkstrukturen. „Es hat sich als sinnvoll erwiesen, sich an bewährten Strukturen und Prozessen in der Natur zu orientieren“, erläutert der Bremer Informatiker und Projektsprecher Christian Freksa.

„Die Biologie hat so viel Fantasie, da können wir nicht mithalten“, sagt Frank Kirchner, der Erbauer der Roboter-Spinne Scorpion. Auch bei dem maschinellen Achtbeiner war die Natur Vorbild. „Skorpione können ihr Laufverhalten sehr gut anpassen“, lobt der Wissenschaftler seine Kreatur. Damit der Roboter noch versierter wird, wollen die Bremer Forscher ihm noch eine weitere Stärke von echten Skorpionen einverleiben: Die Tiere haben einen Schwanz, mit dem sie sich bei einer Steigung von mehr als 35 Grad abstützen können. Einen solchen Schwanz soll im nächsten Jahr auch der Bremer Scorpion bekommen. Mit technischer Sonderausstattung: einer integrierten Kamera – damit er eine noch bessere Übersicht hat.

„Die Biologie hat so viel Fantasie, da können wir nicht mithalten“

Frank Kirchner, Universität Bremen



1 Blick voraus Auf dem Gehäuse sind vorn und hinten **Ultraschallsensoren** angebracht. Sie taxieren das Gelände bis zu 100 Zentimeter weit. Bemerket der Roboter ein Hindernis, richtet er sich auf und prüft, wie hoch die Hürde ist.

2 Gleichgewicht Auf der Hauptplatine ist ein **Lage-sensor** untergebracht. Dessen Funktionsprinzip: Ein Eisenkern bewegt sich frei in einem Magnetfeld. Die dadurch hervorgerufene Änderung des Magnetfeldes zeigt die Ausrichtung an.

3 Tastsinn In den Beinen befinden sich **Drucksensoren**. Über sie bekommt der Roboter Daten über den Boden. Ein Sensor besteht aus einer Feder, die auf ein Potenziometer einwirkt. Dieses verändert dadurch seinen elektrischen Widerstand.

Skorpion aus Aluminium

Der Bremer Achtbeiner „Scorpion“ ahmt geschickt sein natürliches Vorbild nach

PORTRÄT-SERIE - HEUTE: MAXIMILIAN FLEISCHER

Der Patentsammler

16/101 101 Köpfe der deutschen Forschung

Maximilian Fleischer ist einer der untrübigsten Industrieforscher bei Siemens.

2003 erhielt er von seinem Arbeitgeber den „Preis des Erfinders“.

Von Kristin Hüttmann

Die stecknadelkopfgroßen Bauteile verschwinden fast in den großen Händen. Maximilian Fleischer berührt sie, als seien es Edelsteine: „Eigentlich sind Gassensoren dumme Bauteile.“ Harte Worte für die winzigen Plättchen, die Fleischer als „künstliche Nasen“ beschreibt und denen er seinen Erfolg bei Siemens verdankt.

Fleischer sammelt Patente wie andere Leute Bierhumpen. Das Patent für den weltweit ersten preisgünstigen CO₂-Sensor, das Patent für Messfühler, mit denen man eine bestimmte Art von Fahrzeug-Klimaanlagen überwachen kann, das Patent für einen Sport-

ler-Brustgurt, der den CO₂-Gehalt im Blut misst und hilft, Muskelkater vorzubeugen. Aus den kleinen Fühlern, an denen er „irgendwie hängen geblieben“ sei, hat Fleischer eine Art Miniatur-Alarmanlage für Gerüche gemacht. Sie schnüffeln in Laboren, Kliniken und Fabriken und warnen, sobald gefährliche Gase aufsteigen. Sie riechen Feuer und spüren Schimmelpilze auf. Und in schlechtem Atem wintern sie Krankheiten wie Magengeschwüre und Asthma.

Nicht weniger als 120 Patente haben ihm 2003 den „Preis des Erfinders“ seines Arbeitgebers eingebracht. Siemens, so die Firmenpolitik, will Mitarbeiter motivieren. Fleischer ist motiviert. Ein ganzer Wald von Zettelchen wächst auf seinem Holzschreibtisch; es sind kleine „to do“-Papiere, die ihn durch den Tag treiben. Bevor die nicht abgearbeitet sind, verlässt er seinen Posten nicht – ein Büro, das mit Holzvertäfelung und Grünpflanze an eine Beamtenstube erinnert. Beim größten deutschen Elektrokonzern hätte man eine schicke Glasfront erwartet.

Fleischer ist bescheiden geblieben. „Es ist auch Glück, dass so viele meiner Erfindungen vermarktet werden kön-

nen“, sagt er. Man müsse ein Arbeitsgebiet erwischen, in dem Siemens neue Sachen anpackt. Nun will er die Sensoren schlauer machen. „Sie müssen noch vielseitiger werden“, sagt er. Siliziumchips sollen dem Gasfühler helfen, eventuelle Fehler zu erkennen.

Eigentlich wollte Maximilian Fleischer Mediziner werden, Schwerpunkt Psychiatrie. Doch die Physik erschien ihm handfester. Das Gefühl für den richtigen Umgang mit seinen Mitmenschen hat er auch so, sagen die, die ihn kennen. „Er ist ein sehr, sehr umgänglicher Mensch“, meint Elfriede Simon aus seiner Arbeitsgruppe. Wichtig sei ihm vor allem, dass alle als Team zusammenarbeiten und keiner vortreibt. „Manchmal lobt er fast ein bisschen viel“, sagt Simon. „Ein bisschen mehr Kritik könnte er ruhig rauslassen.“

Fleischer ist durch und durch Münchner. Hier ist er geboren, hier hat er studiert und hier lebt der 43-Jährige mit seiner Familie. Er würde seine Heimatstadt zwar schon verlassen, wenn es die Umstände verlangen würden, aber nur ungern. „Ist doch schön hier, warum soll ich weg?“, fragt er. Selbst der Ruf verschiedener Universitäten

konnte ihn nicht locken. Das sei natürlich eine Versuchung, sagt Fleischer. „Aber hier, in der Forschung eines Großkonzerns, kann ich mehr bewirken als an einer Universität“, sagt er. Überzeugende Argumente eines Lokalpatrioten für die Heimat.

Ohnehin arbeitet er eng mit Hochschulen zusammen. Vielen Kollegen, die dort geblieben sind, hat er zumindest eines voraus: Er drückt sich verständlich aus. Seine Sprache ist griffig und gebraucht, wo immer die Wissenschaft es zulässt, Worte des Alltags.

Ein Mann ganz ohne Schwächen? Sein Bauch verrät zumindest einen gesunden Appetit oder wahlweise Weißbier zum Feierabend. Der Schalk blitzt in seinen Augen. „Ich war mal 1,90“, sagt er. „Doch langsam werde ich kleiner, Hohlkreuz – daher auch der Bauch“. Patente Ausrede.

Nächste Folge: Der Frankfurter Max-Planck-Forscher Wolf Singer zählt zu den arriviertesten, aber auch zu den umstrittensten Hirnforschern der Republik.

WWW.FTD.DE/101KOEFFE



Wann haben Sie die besten Einfälle?

Nicht in der Badewanne, sondern im Gespräch mit meinen Kollegen.

Eine Technik, mit der Sie auf Kriegsfuß stehen?

Sämtliche Betriebsanleitungen von Geräten unseres Alltags.

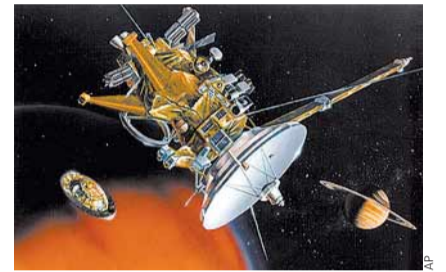
Was wünschen Sie sich von Frau Bulmahn?

Dass Forschungsprojekte so lange betreut werden, bis sie wirklich umgesetzt worden sind.

WISSENSWERTES

Forscher gegen Rassengenetik

Die Unterscheidung von Menschen ethnischer Zugehörigkeit ist nach Meinung von Genomforschern nicht nur politisch riskant, sondern auch wissenschaftlich unhaltbar. „Wir sind genetisch weitaus nuancierter und differenzierter als an unserer Hautfarbe abzulesen“, sagt Francis Collins, Leiter des amerikanischen Genomforschungsinstitutes. Nur ein winziger Bruchteil der rund 25 000 Gene im Erbgut des Menschen beeinflusst die Hautpigmente. Auch bei der Ermittlung von Krankheitsursachen mache die ethnische Zuordnung wenig Sinn. Collins: „Die Forschung muss sich endlich über diese schwache und ungenaue Verknüpfung (von Rasse und Krankheit) hinwegsetzen.“ *Nature Genetics, dpa*



Cassini küsst Titan

Mit dem bislang dichtesten Vorbeiflug am Saturnmond Titan bereitet die europäisch-amerikanische Sonde „Cassini-Huygens“ die Landung auf dem wolkenumhüllten Trabanten vor. Gestern Abend sollte die Sonde in 1200 Kilometern Entfernung an Titan vorbeirauschen. Eine Bestätigung dafür erwarten die Forscher für den frühen Mittwochmorgen (siehe <http://saturn.esa.int>). Die Nasa-Sonde „Cassini“ untersucht per Radar die Mondoberfläche. Der Tiefflug soll den Abwurf der europäischen Tochtersonde „Huygens“ vorbereiten und deren Operationsgebiet erkunden. Am 14. Januar 2005 soll sich „Huygens“ in die Gashölle des Saturn-Trabanten stürzen und eine Landung versuchen. Die Doppelsonde hatte im Sommer nach sieben Jahren Flugzeit den Saturn erreicht und kreist seitdem in seinem Orbit. *ESA, dpa*

Wir sind Gutmenschen

Der Mensch ist von Natur aus nicht so egoistisch wie angenommen. Er ist bereit, mit anderen zusammenzuarbeiten – wenn er schmarotzende Trittbrettfahrer bestrafen kann. Für diese Erkenntnis erhält Simon Gächter von der Schweizer Wirtschaftsuniversität St. Gallen den mit 65 000 € dotierten Latsis-Preis des Schweizerischen Nationalfonds. Gächter entwickelte ein Modell, bei dem Studenten in Gruppen Geld in eine gemeinsame Kasse einzahlen. Das Geld wurde vermehrt und unabhängig vom einbezahlten Betrag gleichmäßig verteilt. Ein Gewinn war nur durch die Beiträge der Mitspieler möglich. Dabei konnte jeder Spieler Profiteure entlarven und bestrafen. Diese Sanktionsmöglichkeit führte dazu, dass die Kooperation dauerhaft klappte. *dpa*

Weltrekord im Wurzelziehen

Im sächsischen Annaberg-Buchholz treffen am Wochenende 20 Superhirne aus fünf Kontinenten aufeinander, um sich bei den erstmals ausgetragenen Weltmeisterschaften im Kopfrechnen zu messen. Auf dem Programm stehen vier Einzeldisziplinen: Zum Beispiel müssen die Teilnehmer zehn zehnstellige Zahlen addieren oder die Quadratwurzel aus einer sechsstelligen Zahl ziehen. Einige der sechs deutschen Teilnehmer haben gute Chancen auf Gold. *Uni Leipzig*

GELDSEGEN

Herausragende Nachwuchsforscher können sich noch bis zum 30. November für den European Young Investigator Award (EURYI) bewerben – einem Programm, das von 20 Wissenschaftsorganisationen aus 16 europäischen Ländern getragen wird. Insgesamt werden 25 Awards mit jeweils bis zu 1,25 Mio. € für fünf Jahre zum Aufbau einer Nachwuchsgruppe vergeben. Nähere Informationen gibt es unter www.dfg.de.

