

Die Intelligenz der Dummen

Roboter brauchen keine komplizierte Software – Hauptsache, ihr Körper kann schnell auf seine Umwelt reagieren

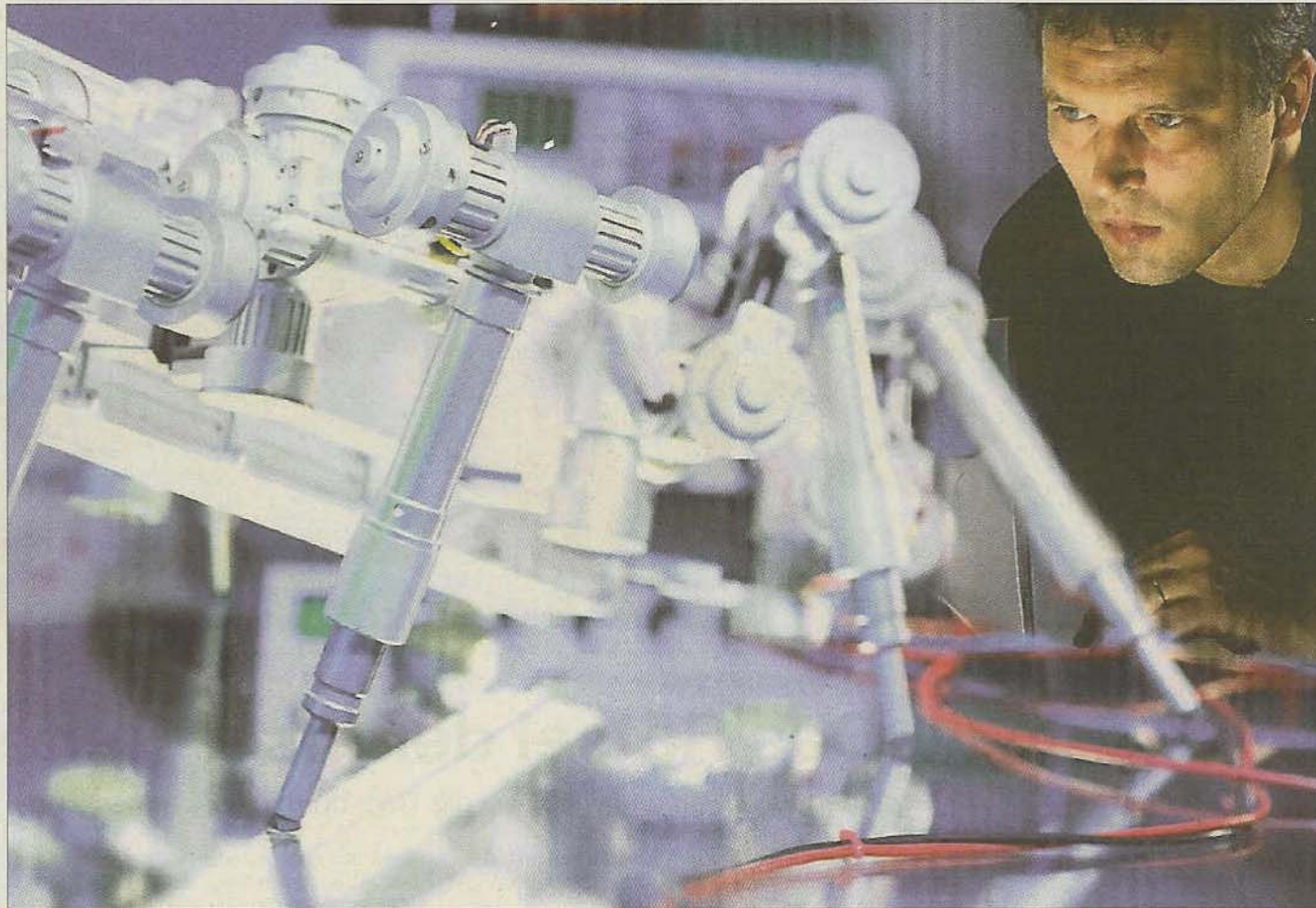
Von Jenny Friedrich-Freksa

Unbeweglich steht der Roboter zwischen Schreibtischen und Stühlen auf dem Linoleumboden. Er hat die Größe eines kleinen Hundes, äußerlich gleicht er mit seinen acht Beinen jedoch eher einem Insekt. Aussehen und Innenleben passen zusammen, denn der Roboter „Scorpion“ imitiert das Verhalten eines echten Skorpions. Entwickelt wurde er von Frank Kirchner, Professor für Robotik an der Universität Bremen. Von den Beinen seines Laufroboters führen Kabel zum Rücken. In dessen Mitte ist die Elektronik des Roboters befestigt, rechts und links davon sitzen Batterien. Von diesem elektrischen Zentrum aus werden Signale in die Beine geleitet – sie sind der Grundantrieb des Skorpions.

Kirchner schaltet den Strom ein und das Insekt erwacht zum Leben. Unregelmäßig hebt es ein Bein nach dem anderen, beugt mal eins, streckt mal ein anderes, hält sekundenlang inne und beginnt wieder vorsichtig zu tasten. Nach einer Weile werden die Bewegungen schneller. Es sieht aus, als ob „Scorpion“ einen Tanz vollführte. Er wirkt jetzt lebendig, trotz der Kabel, des Metalls und der Beine, die an kleine Fotostative erinnern. Vielleicht liegt es daran, dass er nicht monoton vorwärts marschiert, sondern sich unregelmäßig und schwankend bewegt. Der Rücken hebt und senkt sich, und wie ein echter Skorpion krabbelt die Kreatur vorwärts, seitwärts und diagonal.

„Das Besondere an Robotern wie „Scorpion“ ist, dass sie nicht von einem Gehirn gesteuert sind. Die Reflexe kommen aus den einzelnen Beinen und werden von dort zu einem Zentrum geleitet, das erst dann die Bewegung bestimmt“, sagt Kirchner. „Embodied“ heißt diese Art der Steuerung bei Robotern, deren Informationen zur Fortbewegung direkt aus ihrem Körper kommen. Sie ist dem Verhalten von Tieren nachempfunden. Ihre Schöpfer interessieren sich für die Intelligenz des Körpers, nicht des Gehirns. Und darum bauen sie keine Menschen nach, sondern Hummer, Fliegen, Fische, Schlangen oder Hunde.

Kirchner tritt heftig gegen eines der Beine seines Roboters. Seltsamerweise fällt dieser nicht um, sondern verharrt kurz, um sich dann selbstständig zu stabilisieren. Mit seinen anderen Beinen hat der Roboter die unerwartete Bewegung ausgeglichen. Er entstammt einem der Projekte im Sonderforschungsbereich „Raumkognition“, den die Deutsche For-



Frank Kirchner lernt von den Tieren: Der Roboter „Scorpion“, den der Bremer Forscher konstruiert hat, krabbelt über Schreibtische und Felsblöcke, ohne dass ein Gehirn die Bewegung steuern müsste. Foto: Dieter Klein

schungsgemeinschaft 2003 an den Universitäten Bremen und Freiburg eingerichtet hat. 55 Informatiker, Linguisten, Psychologen und Geografen arbeiten daran, Robotern räumliches Vorstellungsvermögen beizubringen – und die Fähigkeit, mit ihren Erfindern darüber zu kommunizieren, was sie gerade ertasten oder sehen. Es ist der große Vorteil der körpergesteuerten Roboter, dass sie keine ausgefeilte Software benötigen, um komplizierte Vorgänge auszuführen. Entscheidend für ihre Intelligenz ist, ob ihre Körper zu vielseitigem, autonomem Verhalten in der Lage sind, das keiner aufwändigen Rechnerleistung bedarf.

Kirchner hebt „Scorpion“ hoch und lässt ihn auf den Boden fallen. Die acht Beine federn ein bisschen nach, dann setzt der Roboter seinen Weg im Büro fort. Später setzt ihn Kirchner in einen

Übungsraum mit einer Sandkiste, Kieselsteinen und Gesteinsbrocken aus. Im Sand beginnt „Scorpion“ zu watscheln. Und als er die Steine betritt, sieht es so aus, als würde er gleich stecken bleiben. Doch dann stapft der Roboter unermüdlich voran, einige Beine bewältigen die größeren Steine, andere sinken im Kies ein. Fast empfindet man Mitleid mit dem Metalltier, das sich so abrackert. Kirchner hat dessen Fähigkeit, sich in unterschiedlichsten Landschaften fortzubewegen, ausgiebig getestet: „Scorpion“ kann durch Wasser laufen, sich an einem Baumstamm entlanghangeln und einen zweieinhalb Meter langen Baumstamm tragen: Dafür klappt er ein Bein nach oben, um ihn festzuhalten. Die anderen Beine laufen weiter.“

Seit mehr als zehn Jahren befasst sich der 41-jährige Kirchner mit so genann-

ten biomimetischen autonomen Robotern, unter anderem in Boston. Dort, an der Northeastern University, hat währenddessen sein Kollege Joseph Ayers „RoboLobster“ entwickelt, die Kopie eines Hummers. Und das Team um Rolf Pfeifer von der Universität Zürich hat den Metallhund „Puppy“ ersonnen: An dessen Beinen übernehmen Federn die Funktionen der Waden- und Oberschenkelmuskeln, ein flexibles Rückgrat macht elastische Bewegungen möglich. Das Fortkommen selbst ist wie bei „Scorpion“ nicht zentral gesteuert; die Elektronik im Körper gibt nur ein paar Impulse. Weder das Gehirn eines Hundes noch das eines Skorpions oder Hummers wären schließlich in der Lage, derart komplexe Vorgänge wie das Laufen zu steuern – ihre Körperintelligenz hingegen schon. Auch der Mensch hätte übrigens arge Pro-

bleme, wollte er bei jedem Schritt die Bewegung jedes Muskels bewusst lenken.

So ist die Biomimetik zu einem internationalen Arbeitsfeld geworden. An der Universität Bielefeld betreibt Holk Cruse Grundlagenforschung dazu. Der Biologe erforscht Stabheuschrecken und interessiert sich dafür, welchen Einfluss zentrale Organisation und ständig neue Wahrnehmungen auf die Bewegung der Tiere haben. Bevor seine Gruppe nach diesem Vorbild einen Roboter konstruiert, schauen sich die Forscher die Ergebnisse auf dem Rechner an. Wenn die an den Insekten beobachteten Verhaltensweisen in der Simulation funktionieren, wird ein Gerät gebaut, das die Erkenntnisse übernimmt. „Wir wollen die Regeln herausfinden, nach denen sich Insekten fortbewegen“, so Cruse. „Denen sagt ja niemand, was sie tun sollen. Wir wissen beispielsweise, dass die Beine einer Stabheuschrecke kommunizieren. Sobald wir verstehen, wie das funktioniert, können wir auch dafür sorgen, dass sich die Beine des Roboters nach dieser Regel verständigen.“

Die Forscher wollen sich von der Biologie inspirieren lassen, damit ihre Roboter an Orten arbeiten können, an denen herkömmliche Roboter versagen. „RoboLobster“ kann zum Beispiel Minen in flachen Gewässern aufspüren. Und ein Folgemodell von „Scorpion“ könnte widriges Terrain auf dem Mars erkunden. Gemeinsam mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt und der Europäischen Weltraumagentur Esa versucht Kirchner, einen geeigneten Vierbeiner zu entwickeln. Jedes Bein soll fünf so genannte Freiheitsgrade haben – also Möglichkeiten, sich zu bewegen, ein Gelenk zu beugen oder etwas zu greifen. „Scorpion“ hat zwar acht Beine, jedes ist jedoch nur mit drei Freiheitsgraden ausgestattet. Der Mars-Roboter soll dann in der Lage sein, in die kilometertiefen Schluchten auf dem Roten Planeten zu klettern und den Weg zurück zu seiner Raumsonde zu finden.

Auch die Nasa hat ein Modell des „Scorpion“ erworben, für 135 000 Dollar. „Das ist allerdings nicht der Marktpreis“, sagt Kirchner, „allein die Entwicklungskosten belaufen sich auf 2,5 Millionen Dollar.“ Auch zur Bergung von Erdbebenopfern könnten Roboter eines Tages eingesetzt werden oder als Alltagshelfer pflegebedürftiger Menschen. Intelligente Beine, die Bewegungen alleine ausführen, spielen zudem eine wichtige Rolle für die Entwicklung moderner Prothesen. Diesen neuen Ansatz der Robotik fasst Frank Kirchner mit einem Zitat von John Steinbeck zusammen: „Du machst mit Sicherheit einen Fehler, wenn du glaubst, du hast alles unter Kontrolle.“

Verantwortlich: Dr. Patrick Illinger