

Invasion der Roboter: Von Medizin bis Militär halten die Maschinen Einzug

Mobile, intelligente Roboter arbeiten sich langsam in den gesellschaftlichen Mainstream voran und übernehmen Aufgaben, die normalerweise Menschen vorbehalten sind. In einigen Jahren könnten sie zu einem mehrere Milliarden Dollar schweren Markt werden.

14. April 2004 von Michael Kanellos, CNET News.com



Das Unternehmen iRobot behauptet, dass es innerhalb nur eines Jahres mehrere Hunderttausend Stück des Roomba, eines selbst steuernden Staubsaugers mit unabhängigem Antrieb, zu einem Preis von jeweils etwa 200 Dollar verkauft habe.

Andere Erfinder haben den Gesundheitsmarkt im Auge. Der weithin als Vater der Robotik bekannte Joe Engelberger bemüht sich um die Finanzierung von Robotern, die ältere Mitbürger ankleiden, für sie kochen und allgemein für sie sorgen. In Japan befinden sich Roboter zur häuslichen Pflege in der Erprobungsphase, während in US-Krankenhäusern bereits Geräte im Einsatz sind, die Krankenblätter oder Medikamente transportieren oder sogar bei Operationen assistieren.

"Pflegeheime oder im Hause lebende Pfleger sind teuer und es kann zu persönlichen Konflikten kommen", sagt Engelberger. "Die Technik an sich ist vorhanden. Man braucht sehr viel technisches Know-how, aber neu erfunden werden muss nichts."

Ein weiterer potentiell großer Markt liegt in der Entwicklung von Geräten, die in gefährlichen und extremen Umgebungen operieren. Das von William Whittaker, einem Professor an der Carnegie Mellon University, gegründete Unternehmen Workhorse Technologies arbeitet an Robotern, die Minenschächte kartografieren können. Der Gedanke dazu kam ihm nach dem Minenunglück in Quecreek im US-Bundesstaat Pennsylvania, wo neun Minenarbeiter aufgrund fehlerhafter Karten vier Tage lang eingeschlossen waren.

Whittaker hat auch Roboter entwickelt, die Mähdrescher fahren, Kanalrohre reinigen und radioaktiven Abfall entsorgen können.

"Wenn man in einer dieser Versorgungs-Branchen tätig ist und die Möglichkeit hat, die Effizienz zu steigern, kommt es nicht darauf an, ob man im Tagebau Lasten für einen geringeren Betrag pro Meile und Tonne transportieren kann oder ob man die Produktivität des Abbaugeräts erhöht", so Whittaker. "Jede noch so geringe Veränderung kann bereits viel ausmachen, und diese Technologien könnten größere Veränderungen bewirken."

Die technologischen Fertigkeiten der Carnegie Mellon-Universität in diesem Bereich werden im DARPA Grand Challenge auf die Probe gestellt, wo sich um einen Preis von einer Million Dollar fahrerlose Roboterfahrzeuge ein Rennen von Los Angeles nach Las Vegas liefern. Das Red Team Racing der Universität ist der Favorit. Zu den anderen Teams zählen Lehrkräfte des California Institute of Technology, zwei Brüder aus dem Staat New York und eine Gruppe Schüler von der Palos Verdes High School nahe Los Angeles.

Roboter-Evolution

Der Boom in Sachen Roboter lässt sich zumindest teilweise mit der stetig steigenden Leistung und den ebenso stetig fallenden Kosten für Prozessoren, Sensoren, Navigationssoftware und der anderen für den Bau eines mobilen Roboters erforderlichen Technologien erklären.

Was die Leistung betrifft, so hat zum Beispiel das von Hans Moravec, einem weiteren Professor der Carnegie Mellon-Universität, mitbegründete Unternehmen Seegrid eine Software entwickelt, die es einem mobilen Gerät ermöglicht, in nur einem Durchgang eine detaillierte 3D-Abbildung eines Korridors oder eines Raumes zu erzeugen. Außerdem können globale Positionierungssysteme einen Roboter oder auch jedes andere Objekt überall auf der Welt mit einer Genauigkeit von 10 cm auffinden und auch die Prozessoren, die im Gerät selbst Sensordaten verarbeiten und die Bewegungen des Roboters koordinieren, verfügen über eine immer höhere Leistung.

Auch Bauteile werden immer preiswerter. Obwohl Robotik-Forscher in der Vergangenheit ihre Bauteile selbst entwickeln mussten, zieht der Bereich heute Chiphersteller und Softwareentwickler wie Intel, Microsoft und Texas Instruments sowie eine ganze Anzahl junger Unternehmen an.

Genauso arbeiten Roboterbauer auch mit anderen Branchen zusammen um die Herstellungskosten zu senken. Der Grundaufbau des Roomba geht auf einen für Johnson Wax entwickelten Reinigungsroboter zurück und Irobot hat dreieinhalb Jahre lang mit Hasbro zusammengearbeitet, um mehr über die preisgünstige Herstellung von Spielzeug zu erfahren.

Ebenso wichtig wie Leistung und Kosten ist vom Vertriebsstandpunkt aus die Zufriedenheit der Kunden. Die Entwickler von Robotern haben ihre Erzeugnisse den praktischen Wünschen der Kunden angepasst und sie nicht einfach nur zur Demonstration ihrer technischen Möglichkeiten oder als Unterhaltungsgeräte benutzt.



"Die Branche hat vierzig Jahre lang enttäuschende Ergebnisse geliefert", sagt Colin Angle, CEO von Irobot. "Seit es Rosie von den Jetsons gab, waren Roboter das nächste große Ding, aber niemand ist die Sache vom unternehmerischen Standpunkt angegangen. Es ist einfach, einen Roboter zu bauen, der unerschwinglich teuer ist."

Kundenorientierung ist wichtig

Der PackBot von Irobot wurde nach praktischen Gesichtspunkten entwickelt. Es handelt sich um einen etwas über 18 kg schweren Roboter für Kampfeinsätze, der für

Aufklärungsmissionen, das Helfen von verwundeten Soldaten, das Auffinden chemischer Leckagen und den Transport von Gerät in unwegsamem Gelände entwickelt wurde.

Bei einem Einsatz in Afghanistan ist kürzlich "einer aus fast 8 Metern Höhe herabgefallen und hat sich selbst wieder aufgerichtet", sagt Angle. "Es ist ein unglaublich mobiles 800-MHz-Linux-Gerät."

PackBots sind nicht billig: Sie kosten zwischen 50.000 Dollar und 100.000 Dollar pro Stück. Der Hauptabnehmer - die US-Regierung - scheint aber zufrieden zu sein. Die Armee hat nicht nur in Afghanistan und im Irak PackBots eingesetzt, sondern Irobot auch 25 Millionen Dollar für die Entwicklung automatischer Fahrzeuge für den Kampfeinsatz zur Verfügung gestellt.

Ein weiterer Erfolg der letzten Zeit ist der Predator, ein unbemanntes Flugzeug, das verwendet wurde, um El Qaida im Jemen und an anderen Orten anzugreifen. Es wird erwartet, dass das US-Heimatschutz-Ministerium diesem Projekt in den kommenden Jahren in größerem Umfang Forschungsgelder zukommen lässt.



"Die Möglichkeiten sind unendlich, aber es hängt alles davon ab, ob die Robotik-Unternehmen verstärkt kundenorientiert arbeiten." sagt Kishore Rao, Senior Associate beim Investment-Unternehmen Trident Capital. Das Unternehmen hat einen Teil seiner Mittel in Irobot investiert, räumt aber ein, dass die Zahl der mit Wagniskapital unterstützten Roboterfirmen "an einer Hand abgezählt werden kann".

Roboter-Geschichte

Die Vorstellung von einem Automaten, der unterschiedliche Aufgaben übernehmen kann, gab es bereits im alten Ägypten. Das Wort "Roboter" ist allerdings etwas jüngeren Jahrgangs und wurde von dem tschechischen Bühnenauteurs Karel Capek in dem Stück "R.U.R." von 1921 geprägt.

Die ersten kommerziell genutzten Roboter erschienen in den frühen 60er Jahren auf der Bildfläche, als die ganze Welt von der Atomzeitalter-Wissenschaft des Kalten Krieges besessen war. Das von Engelberger gegründete Unternehmen Unimation entwickelte Roboterarme für Fabriken, während Barrett Electronics mit einem fahrerlosen Wagen für Gemüselagerhäuser herauskam, der sich an im Boden verlegten Drähten orientierte, von denen Signale ausgingen.

Die Geräte ließen sich nicht leicht an den Mann bringen. "Ich musste bei 46 verschiedenen Unternehmen vorsprechen, darunter General Motors und IBM, bevor ich schließlich Geld von einer Eisenbahngesellschaft erhielt", erinnert sich Engelberger. Auch wenn GM zunächst eine Absage erteilte, war dies schließlich das erste Unternehmen, das ein Gerät von Unimation einsetzte.

Zwar sind junge Robotik-Unternehmen auch aus der CalTech und dem Massachusetts Institute of Technology hervorgegangen, aber eine der größten Konzentrationen findet sich in Pittsburgh. Seit Westinghouse vor 25 Jahren die Entwicklung des Programms für Robotik an der Carnegie Mellon-Universität finanzierte, haben sich rund dreißig Unternehmen aus diesem Bereich in der Region angesiedelt, so Bill Thomasmeyer, Präsident der Robotics

Foundry, die sich um die Förderung der Robotik als Wirtschaftszweig im Westen Pennsylvanias bemüht.

Zu den regional ansässigen Firmen gehört auch das Unternehmen Bombardier Transportation, das die Personenförderbänder in den Flughäfen herstellt. "Dort will man das Geschäftsfeld auf den Transport in den Innenstädten ausdehnen", sagt Thomasmeyer. Für dieses Vorhaben benötigt man Technologien, mit denen man die dort unvermeidbaren Hindernisse umgehen kann.

Noch kein wichtiger Faktor

Weltwirtschaftlich betrachtet sind Roboter noch kein wichtiger Faktor. Laut Jeff Burnstein, Sprecher der Robotic Industries Association, verkaufen die nordamerikanischen Roboterhersteller pro Jahr insgesamt Erzeugnisse im Wert von etwa einer Milliarde Dollar. Andere Erhebungen zeigen, dass der internationale Markt sich der Marke von fünf Milliarden Dollar nähert.

Der größte Teil der Einnahmen wird über Geräte mit beschränktem Funktionsumfang erzielt, wie sie in der Herstellung oder bei der Verpackung eingesetzt werden, aber in den vergangenen Jahren kamen auch vielseitigere Roboter auf den Markt.

So gibt es zum Beispiel das da Vinci Surgical System von Intuitive Surgical, ein Satz präziser Roboterhände für Ärzte. Das System kostet etwas über eine Million Dollar und kann Knochen durchbohren und Schnitte durchführen.

Operationen können weit weniger invasiv durchgeführt werden, da das Gerät seine Bewegungen genau kontrollieren kann und durch 3D-Grafiken in der Lage ist, zu "sehen". Dies wiederum beschleunigt die Rekonvaleszenz und macht Eingriffe weniger schmerzhaft und preiswerter, so das Unternehmen. Heute werden etwa 192 da Vinci-Systeme in Krankenhäusern eingesetzt.

Der Markt für persönliche und mobile Roboter könne dieses Jahr auf 5,4 Milliarden Dollar anwachsen und damit den Markt für standortgebundene Industrieroboter überrunden, so Dan Kara, Präsident von Robotics Trends, einer Organisation, die Konferenzen veranstaltet und sich für die Branche stark macht. Bis 2010 werde diese Ziffer auf 17 Milliarden Dollar steigen, sagt Kara.

Während einige der Ansicht sind, dass solche Prognosen übertrieben optimistisch seien, kann Kara einzelne Beweise für eine Ausbreitung des Roboterfiebers anführen. Etwa 68.000 Menschen besuchten letztes Jahr die Robodex in Japan, sagte er, und die Verkaufszahlen von Roomba und da Vinci sind schwer zu leugnen.

Ähnlichkeiten mit der PC-Branche

"Hätten wir hier vor zehn Jahren gesessen, so glaube ich, dass niemand wirklich gewusst hätte, was einen intelligenten Roboter ausmacht", sagt Whittaker, der die Ansicht vertritt, dass der Robotermarkt in etwa 20 Jahren einen ähnlichen Stellenwert einnehmen könnte wie die PC-Branche.

Damit die Branche jedoch ihre volle Blüte erreichen kann, müssen erst einige Kernprobleme gelöst werden. Kommunikation und Koordination stellen noch immer eine Herausforderung dar. Diese Gebiete werden derzeit von mehreren Wissenschaftlern angegangen, welche an Systemen arbeiten, die sich an der Schwarmbildung bei Insekten orientieren.



Auch an den Greifern muss gearbeitet werden. Mobile Roboter wie der PackBot oder die Geräte von Workhorse können gut Bilder aufnehmen und Gegenstände liefern, wenn es aber darum geht, Gegenstände aufzuheben, sieht es anders aus.

Nichtsdestotrotz sind die Fähigkeiten der Roboter in schnellem Anstieg begriffen. Ein menschliches Gehirn von 1.500 g kann pro Sekunde etwa 100 Billionen Befehle verarbeiten, so eine Studie von Hans Moravec an der Carnegie Mellon-Universität - fast dreimal so viele wie der Earth Simulator, der leistungsstärkste Computer der Welt. Moore's Gesetz zufolge könnte die Leistungsfähigkeit der Prozessoren bis zu einem Punkt ansteigen, an dem Maschinen fast so gut arbeiten wie das menschliche Gehirn.

"Was noch besser ist: Roboter benötigen nicht die geistigen Kapazitäten eines Menschen", schreibt Moravec in seinem Aufsatz. "Erfahrungen aus Forschung und kommerzieller Praxis haben mich zu der Überzeugung gebracht, dass die mentalen Fähigkeiten eines kleinen Guppys, etwa 1.000 MIPS, ausreichen, um mobile Versorgungsroboter zuverlässig durch unbekanntes Terrain zu führen, was sie für Aufgaben an Hunderttausenden von Industriestandorten und schließlich in vielen Hundert Millionen Haushalten qualifiziert."

Auch abgesehen von den Fähigkeiten des menschlichen Gehirns dürften anthropomorphe Roboter einen Teil des Marktes erobern. Sony, Honda und einige andere japanische Unternehmen vertreiben robotische Begleiter und Wow Wee, ein Unternehmen, das technischen Spielzeug herstellt, wird bald den "RoboSapien" für 99 Dollar auf den Markt bringen.

Die Imitation menschlichen Verhaltens bleibt in den meisten Fällen jedoch schwierig und die Nachfrage gering. "Man kann einen Roboter dazu bringen, dass er mit einem redet, aber man wird nicht über den Philosophen Spinoza mit ihm diskutieren können", so Engelberger.

Ein weiteres menschliches Charakteristikum, das dem Roboter abgeht, sind offensichtlich die Beine. Während ein paar experimentelle Roboter Beine haben, welche die Fortbewegung von Geckos oder Krabben imitieren, leisten Räder in fast jeder Umgebung genauso gute Dienste und sind bei weitem einfacher zu konstruieren.

"Meiner Ansicht nach sind Beine etwas für Hollywood", so Irobots Angle.

ZDNet IT-Manager (www.zdnet.de/itmanager)

Der **IT-Manager Channel** von ZDNet ist speziell auf die Informationsbedürfnisse von Business- und IT-Entscheidungssträgern in Unternehmen zugeschnitten. Fundierte Analysen von Trends und Tendenzen im IT-Sektor liefern eine wichtige Grundlage für strategische

Entscheidungen. Case Studies informieren anhand von Fallbeispielen über den praktischen Einsatz neuer Produkte und Lösungen in Unternehmen, IT-Whitepapers bieten wertvolle Hintergrundinformationen für Technologie-Investitionen. Interviews mit führenden Köpfen der Branche sowie Management- und Karrieretipps runden das inhaltliche Angebot ab.

Der **IT-Manager Newsletter** informiert im Wochenrhythmus über alle neuen Inhalte des Channels, wahlweise im Text- oder HTML-Format. Jetzt kostenlos abonnieren: (reg.zdnet.de)

Copyright © 2004 CNET Networks Deutschland GmbH bzw. CNET Networks Inc. Alle Rechte vorbehalten. Vervielfältigung im Ganzen oder in Teilen ist ohne ausdrückliche Genehmigung von CNET in jeglicher Form auf jedem Medium verboten. ZDNet und das ZDNet-Logo sind Warenzeichen der CNET Networks, Inc. ZDNet ist nicht verantwortlich für die Inhalte externer Websites.