

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

Roboter in der Krabbelstube

Europäische Forscher bauen einen verspielten Maschinenzwerg, der die Welt wie ein Kind auf allen Vieren erkundet.

Könnte sich in dem Wesen einst ein Funke von Verstand regen?

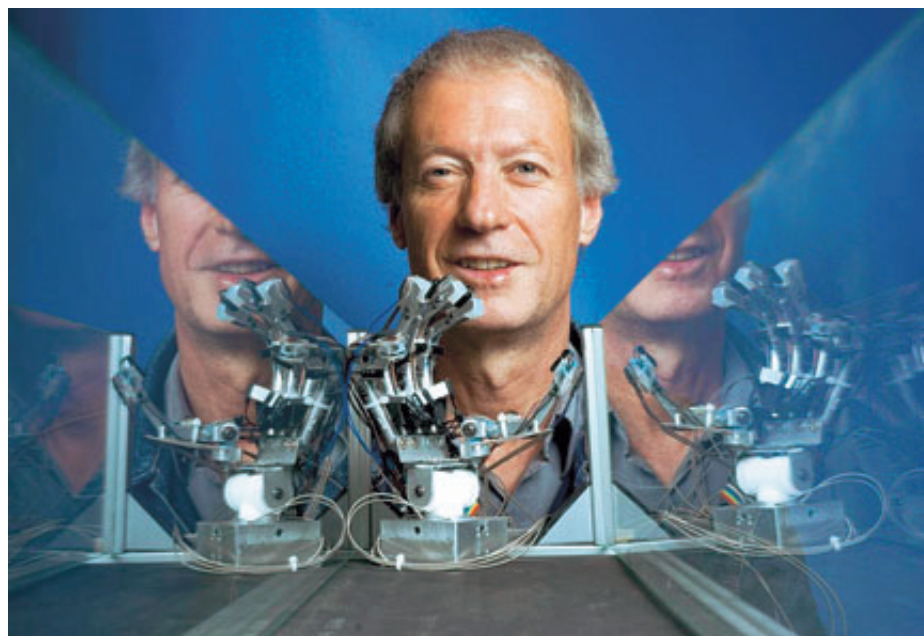
Rührend, das Kerlchen. Und wenn es dann erst zu krabbeln beginnt! Die Hersteller werden entzückt sein. Mögen auch die Gelenke ein wenig knirschen, die Motoren ein wenig surren – es ist doch fast ein richtiges Baby.

Etwa 90 Zentimeter misst der Wichtel aus Metall, gut 23 Kilogramm ist er schwer, und seine Gestalt ähnelt einem Kleinkind von zwei Jahren. Er kann zwar nicht laufen, aber er bewegt sich flink auf allen Vieren, und keine Gummiente ist vor seiner Neugier sicher.

Bald geht der wundersam verspielte Humanoide in Bau; im Jahr 2007 soll er fertig sein. Für die Gemeinde der Roboterfor-

geht. Hin und wieder basteln sie an der Software. Und dann heißt es geduldig sein: Macht der Zögling Fortschritte? Wird sich am Ende gar eine Art Intelligenz in seinem Köpfchen regen?

Auf fünf Jahre ist das Projekt angelegt; die EU fördert es mit 8,5 Millionen Euro. Das erste Jahr ist bereits um, und die Pläne für den Körper der Kindchenmaschine – vorläufiger Name: „Robotcub“, zu deutsch etwa Roboterjunges – sind so gut wie fertig. Es dauerte eine Weile, denn hierbei kommt es auf jedes Detail an. Der Kleine soll schließlich im Stande sein, aus dem Sitz behände loszukrabbeln, seine Spielsachen zu ergreifen, in den Händen



Roboterforscher Pfeifer: Sehnsucht nach einer Steckdose

scher wird es ein denkwürdiges Datum sein: die Geburt des ersten kompletten Kunstkindes.

Elf europäische Forschungszentren haben sich dafür zusammengetan, dazu zwei in den USA und drei in Japan. Das Geschöpf, das sie in die Welt setzen wollen, soll heranwachsen wie ein kleiner Mensch. Sein gesamtes Dasein wird von Anfang an protokolliert: wie der Roboter über den Boden rutscht, wie er emsig bunte Klötzchen bepatscht. Und wie er sich zum ersten Mal die Kniemechanik aufschlägt.

Stets messen die Forscher, was in den Speicherbausteinen des Roboters vor sich

zu drehen und gelegentlich auch durch die Gegend zu werfen.

Sensoren in den feingliedrigen Fingern verleihen dem rührigen Zwerg eine Art Tastsinn; er hat Temperaturfühler und kann sein Gleichgewicht halten. Derart gerüstet, erforscht der Roboter seine kleine Welt; er muss allein sehen, wie er darin zurechtkommt – alle Risiken inbegriffen: Die Mechanik ist so ausgelegt, dass sie auch Stöße und Stürze verkraftet.

Das Projekt entsprang der Überzeugung, dass sich so etwas wie Verstand nicht von außen, als fertiges Programm, einhauchen lässt. „Intelligenz kann nur

entstehen, wo handelnde Wesen auf ihre Umwelt einwirken“, sagt der Roboterforscher Giulio Sandini von der Universität von Genua, der das Vorhaben koordiniert. Sein Leitspruch: „Intelligenz braucht einen Körper.“

Der Kopf des Kindchenroboters, so der Plan, ist deshalb anfangs so gut wie leer. Eingebaut ist nur eine Grundausstattung: Neugier auf alles, was sich bewegt, und ein paar Reflexe. Drückt man dem Robotcub etwas in die Hand, greift er zu. „Das könnte zum Beispiel ein Hammer sein“, sagt Rolf Pfeifer vom Labor für Künstliche Intelligenz an der Uni Zürich, das an dem Konsortium beteiligt ist. „Dann muss der Roboter herausfinden, wie er das Teil am besten anpackt. Und was er damit alles anfangen kann.“

So lernt der Kleine allmählich durch seine Aktionen. Ob daraus je ein Funke Intelligenz entspringt, ist ungewiss. Auf die hergebrachte Weise aber geht es bestimmt nicht; da sind sich die meisten Forscher heute einig: Roboter mit vorgefertigter Software stellen sich im Durcheinander des Lebens viel zu hölzern an. Selbst das Erkennen schlichter Objekte überfordert häufig ihre Prozessoren. Kaum wechselt die Beleuchtung, sind sie schon verwirrt.

„Ein Roboter, der Erfahrungen mit dem Greifen hat, dürfte sich dagegen mit dem Sehen sehr viel leichter tun“, meint Pfeifer. Mit dem Robotcub will er herausfinden, ob diese Vermutung stimmt.

Bislang versuchten die Robotiker vor allem, einzelne Körperteile intelligenter zu machen: Sie konstruierten mechanische Arme, die die Kunst des Greifens ergründen, und Zweibeiner ohne Rumpf für das naturnahe Laufen mit möglichst wenig Steuerungsaufwand.

Für die höheren Funktionen gibt es am amerikanischen MIT den Koboldkopf Kismet, den berühmtesten Vorläufer des Robotcub. Kismet lernt im Umgang mit Menschen die Anfänge eines Sozialverhaltens: Gesichter erkennen, Gesten deuten, Stimmungen aus dem Tonfall heraushören. Der Roboter antwortet mit passender Mimik und Säuglingsgebrabbel. Seine Tage verbringt Kismet allerdings festgeschraubt auf einem Podest; er kann den Kopf drehen und seine Glubschaugen rollen.

Der mobile Robotcub dagegen, so hoffen die Forscher um den Genuesen Sandini, spielt im Glücksfall bald die Vorzüge eines wendigen Ganzkörpers aus: Er ist im Stande, das ganze Labor unsicher zu machen; so sollte er sich ungleich vitalere Erfahrungen verschaffen.

Verglichen mit einem Kind ist solch eine krabbelnde Rechenmaschine jedoch immer noch überaus brav. Es ist nicht zu befürchten, dass sie auch nur anfängt, aus eigenem Antrieb Schubladen auszuräumen. Sie wird auch nicht vor Hunger rebellisch.

Allenfalls messen Roboter gleichmütig den Ladestand ihrer Akkus. Verzweiflung

Künstliches Kind

Der Roboterzögling des Forschungsprojekts Robotcub



Quelle: Robotcub Konsortium

Wie ein Kleinkind soll der kleine Maschinenmensch Robotcub mit vielerlei Objekten hantieren und aus seinen Erfahrungen lernen.

Das internationale Konsortium, das den Roboter baut, erhofft sich davon einen Durchbruch auf dem Gebiet der künstlichen Intelligenz. Forscher in aller Welt dürfen zudem den Robotcub über das Internet kostenlos für Versuche mit eigenen Verhaltensprogrammen nutzen.

ist ihnen fremd. Vielleicht entdecken sie dafür andere, ebenso exklusive Zustände in sich. Manche Forscher überlegen, ob eine Maschine Sehnsucht nach einer Steckdose entwickeln könnte, wenn die Energie nachlässt. „Wir werden nie wissen“, sagt Pfeifer, „was für ein Gefühl es ist, an einer Ladestation zu hängen.“

Das Roboterkind bekommt wohl zunächst, als Ersatz für dringende Bedürfnisse, ein Bewertungssystem einprogrammiert. Das ist eine Art Katalog, in dem der Kleine nachschlägt, was gut für ihn ist und was schlecht.

Gut könnte es etwa sein, ein Objekt mit möglichst vielen Sinnen zugleich zu erkunden: den Hammer sehen und zugleich betasten. Dann noch ein tüchtiger Schlag auf den Tisch, und auch das Gehör bekommt wertvollen Input – förderlich fürs Köpfcchen. „Das Zusammenspiel mehrerer Sinneskanäle“, sagt Pfeifer, „ist die Grundlage des Lernens.“

Ähnliche Erfahrungen blühen einem Roboter namens Kurt 3D in St. Augustin bei Bonn. Das Fraunhofer-Institut für Autonome Intelligente Systeme richtet ihm dort gerade ein Spielzimmer ein. Kurt, ein kompaktes Rollwägelchen mit einem Magnetarm, wird darin die Natur der Dinge studieren.

Es gibt große und kleine Dosen, dazu allerhand Rampen und Schwellen. Wenn der Roboter lang genug spielt, kann er einiges über sein kleines Reich erfahren – etwa dass es eine Klasse von Dingen gibt, die er anheben kann: Sie sind magnetisch, nicht zu schwer und haben eine ebene Oberfläche zum Andocken des Arms.

Projektleiter Erich Rome hofft, dass der kleine Kurt mit der Zeit aus seinen Erfahrungen auch mal was macht. Zu den Dingen, die er lernen soll, gehört es beispielsweise, eine Tür zu öffnen, indem er eine Dose auf einen Druckschalter stellt. Wenn Kurt das kann, sagt Rome, geben die Forscher ihm Dosen, die nur halb so schwer sind. Die Frage ist dann: Wird er begreifen, dass er zwei Dosen übereinander stellen muss? „Ich weiß nicht, ob wir so weit mit ihm kommen“, sagt Rome.

Die Robotik ist, nach vielen unerfüllten Versprechen, bescheiden geworden. Auch das Großvorhaben Robotcub ist zunächst eine Ausgeburt der Defensive: „Für ein einzelnes Labor“, sagt Koordinator Sandini, „sind die anstehenden Probleme längst zu groß.“ Das internationale Konsortium

„Der Kopf aus Lissabon, die Beine aus dem britischen Salford, die Fingerchen aus Pisa.“

sei der erste Schritt zu einem neuen Anlauf.

Die Produktion des gesamteuropäischen Maschinenkindes ist, wie die des Airbus, auf etliche Länder verteilt. Das Design des Kopfes kommt aus Lissabon, die Hüfte mitsamt den Beinen aus dem britischen Salford, und ein Labor in Pisa kümmert sich derzeit um die Fingerchen.

Zehn Exemplare (Materialkosten: je 50 000 Euro) sind insgesamt geplant. Einige von ihnen werden in einer Art Roboterkrabbelstube hausen, wo sie übers Internet auch anderen Fachleuten kostenlos

zugänglich sind (siehe Grafik). Baupläne und Software liegen offen; Gastforscher können sogar eigene Programme in die Elektronenhirne der Gnome laden. Das Konsortium räumt sie dafür leer bis auf Motorik und Sinneswahrnehmung; ihre Persönlichkeiten werden an einem sicheren Ort zwischengespeichert. Dann stehen die Roboter für Fremdversuche aller Art bereit.

Auch Entwicklungspsychologen und Kognitionsforscher sind eingeladen, neue Theorien zu erproben. Die Frage etwa, wie Kinder lernen, ihren Körper zu beherrschen, lässt sich womöglich erhellen, wenn man Teilfunktionen probeweise in einem Roboter nachbaut: von der Fähigkeit, beim Kopfdrehen das angeschaute Objekt nicht aus dem Auge zu verlieren, bis hin zur beidhändigen Koordination beim Eingießen eines Glases Apfelsaft.

So bekommt die possierliche Menschenähnlichkeit des Robotcub doch ihren tiefen Sinn. Es gehe weder um Marketing noch um wohlfeile Rührungseffekte, sagen die Forscher. Der Humanoide diene schließlich auch als Modellkind, das die Entwicklung des menschlichen Gehirns verstehen hilft.

Selbst dass der Kleine unbedingt krabbeln muss (anstatt einfach auf Rollen herumzufahren), entspringt offenbar nicht nur einem unerfüllten Gebärdwunsch männlicher Konstrukteure. Selbst hier geht es, wie Projektleiter Sandini versichert, um reine Wissenschaft und Modellbildung: „Auch das Krabbeln der Kleinkinder“, sagt er, „ist ja bislang kaum erforscht.“

MANFRED DWORSCHAK