

Zeitschrift: Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin
Herausgeber: Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung
Band: - (2001)
Heft: 51

Artikel: Dossier Gattaca : Spielwiese für Roboterforscher
Autor: Matuschak, Bernhard
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-967574>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 24.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Im Labor für künstliche Intelligenz der Universität Zürich werden hochkomplexe Roboter ertüftelt, die ihr eigenes Können immer weiter optimieren – ohne dass der Mensch eingreift.

Spielwiese für Roboterforscher

von Bernhard Matuschak
Fotos Cinthya Soto

In Raum H12 des Labors für künstliche Intelligenz (AILab) an der Universität Zürich sieht es aus wie in einem unaufgeräumten Kinderzimmer. In einer Ecke schwiebt ein halb aufgeblasener Zeppelin, auf den vollgestopften Bücherregalen sitzen Plüschtiere, der Boden ist übersät mit Kartonschachteln, unter denen Autos, Pappflugzeuge und allerlei Holzspielzeug hervorlugen.

H12, Ort der Kreativität

H12 ist das Reich von Fumiya Iida, Lukas Lichtensteiger, Massimiliano Lungarella, Chandana Paul, Hiroshi Yokoio und Kojiro Matsushita. Die sechs wissenschaftlichen Mitarbeiter des AILab erwecken das Spielzeug mittels Software, Platinen und Kondensatoren zum Leben. Die Forscher konstruieren hochkomplexe Roboter. Da navigiert ein mit Heliumgas gefülltes Luftschiff durch den Raum, dort fährt ein fächerartiges Gebilde auf einer Metallschiene hin und her, auf dem Boden schnappt ein Greifarm nach Gegenständen. Die Geräte, die in H12 erfunden und konstruiert werden, haben eins gemeinsam: Sie sind intelligente Systeme. Eyebot, Melissa, Sahabot und wie sie alle heißen, lernen aus Fehlern, die sie bei der Bewältigung der Aufgaben machen, für die sie geschaffen wurden. Die Roboter erkennen Unzulänglichkeiten und beheben sie, indem sie sich selbst und ohne menschliches Zutun optimieren.

Vater des AILab – eines Zweigs des Instituts für Informatik (Ifi) – ist Rolf Pfeifer. Als der Physiker, Informatiker und Psychologe das Uniforschungslabor 1987 gründete, verfolgte er noch einen «klassischen» Ansatz, um künstlicher Intelligenz auf die Spur zu kommen: «Damals glaubte man, wenn man den unbesiegbaren Schachcomputer bau, habe man das Denken verstanden. Ein Trugschluss, denn auch ein Deep Blue hat uns dieses Verständnis nicht näher gebracht.» Eine Gastprofessur in Brüssel, die Pfeifer vor zehn Jahren antrat, war der Auslöser, seine gesamte Forschung umzustellen. Er erkannte, dass zur Entwicklung von Intelligenz nicht nur Algorithmen, sondern auch Körperllichkeit gehört. «Die Natur hat es vorgemacht: Ohne Sinnesorgane hätte sich Intelligenz nie entwickeln können. Es hat, salopp formuliert, immer eine Koevolution zwischen Körper und Geist stattgefunden.»

Zum Beweis seiner These erdachte der Zürcher Wissenschaftler ein Aufsehen erregendes Experiment. Er verteilt in einer Arena willkürlich Styroporwürfel und setzte anschliessend fahrbare Roboter hinein, an denen seitlich Sensoren angebracht waren, um Hindernissen auszuweichen, sobald sie in ihre Nähe kamen. Wenn sie aber frontal auf einen Würfel zusteuerten, konnten sie diesen nicht wahrnehmen und schoben ihn vor sich her. Liess man den Robotern genügend Zeit, so schoben sie die Würfel zu mehreren Haufen zusammen. Wurde ein einziger Sensor an die



Furby diente den Forschern als Anschauungsobjekt, um der interessierten Öffentlichkeit zu erklären, wie intelligente Robotersysteme funktionieren. Jetzt gehört er zu den H12-Bewohnern.



Frontpartie der Roboter versetzt, funktionierte dies nicht mehr. Dies zeigt: «Bei gleichem Steuerungsprogramm und gleicher Umgebung ändert sich das Verhalten, wenn ich die Morphologie des Roboters verändere. Verhalten ist nicht zu verstehen, wenn man es alleine auf neuronale Leistungen zurückführt.»

Vorbild Natur

Seither tüfteln die Wissenschaftler am AILab an Systemen, die auf Veränderungen ihrer Umwelt reagieren. Der Vorteil liegt auf der Hand: Solche Maschinen sind nicht auf konstante Bedingungen angewiesen, sie reagieren auf neue Rahmenbedingungen und sind daher in der Produktion für weit mehr als nur stereotype Arbeitsabläufe einsetzbar. Die Anregungen dazu holen sich Pfeifer und seine Mitarbeiter in der Natur. So ist beispielsweise Eyebot ein dem Facettenauge der Stubenfliege nachempfundener Roboter. «Dank Facettenauge können Fluginsekten trotz ihrer kleinen Gehirne navigatorische Höchstleistungen vollbringen. Deshalb ist es für die Robotertechnik geradezu ideal», sagt der Physiker Lukas Lichtensteiger. Eyebot bewegt sich auf einer Schiene und hat die Aufgabe, eine kritische Entfernung zu Objekten abzuschätzen. Während einiger Testfahrten justiert der Roboter das aus 16 Fotodioden bestehende Auge eigenständig so, dass er, je nach vorgegebenem Winkel, aus dem er sich dem Gegenstand nähert, die Aufgabe optimal erfüllen kann. Wiederum spielt für die Pro-

blemlösung nicht alleine die neuronale Kapazität des Organismus eine Rolle, sondern auch die Morphologie.

Virtuelles Eigenleben

Joshua Bongard, einer der Mitarbeiter Pfeifers, geht noch einen Schritt weiter. Der Informatiker entwickelt seine Modelle am Computer und versucht dabei, die Prinzipien der Evolution auf die Maschinenentwicklung zu übertragen. Der virtuelle, wurmähnliche Roboter, der wie ein Bildschirmschoner über den Monitor seines Rechners kriecht, ist konzipiert wie ein Lebewesen. Er setzt sich aus einzelnen Einheiten zusammen, die Muskel-, Knochen- und Nervenzellen entsprechen, hat eine Erbsubstanz und ein begrenztes Leben. «Ich sage dem Computer, was der Roboter tun soll, und programmiere eine Fitnessfunktion, die analog zur Evolution Individuen selektioniert, die für die vorgegebene Aufgabe besser geeignet sind.»

Im vorliegenden Fall soll der Wurm einen Quader in möglichst kurzer Zeit über eine bestimmte Strecke schieben. Am Anfang bewegt sich der Block keinen Zentimeter. Nach Hunderten von Robotergenerationen sind dem Wurm zwei muskelbeackte Arme gewachsen, der Knochenbau ist stabiler geworden, und auch das «Gehirn» hat an Volumen zugelegt. Dieses autonome Design ist das verblüffende und auch für die Wissenschaftler derzeit noch nicht zu erklärende Resultat einer Kom-

Ihre Vorbilder finden Rolf Pfeifers Robotersysteme oft in der Natur: lernfähiger virtueller Wurm (Mitte) und ein Roboter, der das Verhalten von Ameisen simuliert (unten).

munikation unter den künstlichen Zellen. Die simulierte Evolution hat Strukturen entwickelt, die vergleichbar mit Hox-Genen sind. Hox-Gene enthalten bei biologischen Lebewesen den Bauplan, welcher die Embryonalentwicklung und Differenzierung von Zellen steuert.

Für Rolf Pfeifer sind die Implikationen, die sich aus diesem neuartigen Ansatz des Roboterdesigns ergeben, in ihrer Tragweite noch nicht absehbar. «Damit liessen sich theoretisch sogar menschenähnliche Roboter herstellen», sagt er. Dass «David» aus dem Film «A.I.» tatsächlich einmal Realität werden könnte, bezweifelt er allerdings: «Ob eine humanoide Maschine jemals gebaut wird, entscheidet der Markt. Da es keine wirtschaftliche Notwendigkeit gibt, einen Roboter zu entwickeln, der zwar viele Dinge kann, aber nicht perfekt ist, ist dies jedoch nicht zu erwarten.» Dementsprechend gehören für den Informatiker auch Szenarien einer von Maschinen mit künstlicher Intelligenz versklavten Menschheit, wie wir sie beispielsweise aus «Terminator II» kennen, dem Reich der Fantasie an. Zudem sollten wir uns nichts vormachen: «Die Computer haben uns längst versklavt. Man denke nur an das Jahr-2000-Problem, wo uns die Computer dazu zwangen, Milliardenbeträge auszugeben.» ■

Mehr zum Thema in unseren Website-Empfehlungen auf Seite 35.

