

Blechmänner zeigen Mitgefühl

Roboter-Simulationen helfen das Sozialverhalten von Tieren verstehen

Forscher der Universität Lausanne und der EPFL arbeiten mit Robotern, um etwas über das Sozialverhalten von Tieren zu erfahren. Mit Hilfe sogenannter Schwarm-Roboter soll die Entstehung von Kommunikationsstrukturen innerhalb von Kolonien simuliert werden.

Sie haben einen Durchmesser von 12 Zentimetern, surren wie wild gewordene Handzahnbürsten; sie blinken mit einer blauen Lampe und sehen aus wie Kinderzimmeradaptionen eines Mars-Erkundungsvehikels. Die sogenannten Schwarm-Roboter (S-Bots) sind nicht gerade das, was man sich gemeinhin unter sozialen Wesen vorstellt. Trotzdem zeigen die Roboter einige zutiefst menschliche Verhaltensweisen: Sie grenzen sich gegen Fremde ab, folgen dem Herdentrieb und betrügen, wenn sie daraus einen persönlichen Vorteil ziehen können. Vor allem die Tatsache, dass Roboter ihre Artgenossen im Kampf um eine fiktive Nahrungsquelle zum Teil bewusst in die Irre führen, hat Laurent Keller von der Universität Lausanne überrascht. Mit gezielten Experimenten möchte er dieses Phänomen nun ergründen. Dass Keller Roboter als «Versuchstiere» benutzt, ist allerdings schon an sich eine Überraschung. Bisher war der Biologe als Ameisen-spezialist bekannt, der die sozialen Gefüge der allgegenwärtigen Insekten erforscht.

Der Computer als Zeitraffer

«Mein wissenschaftliches Interesse gilt der Natur», präzisiert Keller sein derzeitiges Interesse an elektromechanischen Wesen. «Im Besonderen faszinieren mich die Kommunikation zwischen sozialen Lebewesen und die Frage, wie verschiedene Kommunikationsstrategien im Lauf der Evolution entstehen. Dies können wir an den Tieren selber schlicht nicht beobachten, weil alle sozialen Lebewesen, ob Ameisen, Bienen oder auch Menschen, viel zu lange Generationszeiten dafür haben.» Mit Hilfe von Robotern und Computermodellen lässt sich demgegenüber die Zeit fast beliebig beschleunigen. Tausende von Jahren der Entwicklung können im Rechner-Zeitraffer auf wenige Stunden reduziert werden.

Für seine Roboter-Experimente hat sich Keller mit Informatikspezialisten des Labors für intelligente Systeme der ETH Lausanne unter der Leitung von Dario Floreano zusammengeschlossen. Gemeinsam simulieren sie kommunikatives Verhalten mit Kolonien von S-Bots. Diese wurden in einem früheren Projekt so konstruiert, dass sie sich in Gruppen selbständig organisieren können. Jeder S-Bot verfügt über verschiedene Sensoren und eine Lampe, mit der er an andere S-Bots Signale aussenden kann. Die Sensoren und die Lampe werden dabei durch Kontrollelemente gesteuert, die in einem neuronalen Netzwerk verschaltet sind. So können die Roboter zum Beispiel auf ein Lichtsignal mit einer Richtungsänderung reagieren.

Um eine Vorstellung darüber zu bekommen, wie sich Kommunikationsmuster über Generationen herausbilden, haben die Forscher das neuronale Netzwerk aber variabel angelegt. Die Controller-Programmteile wurden dafür in kombi-

nierbare Stücke unterteilt, vergleichbar mit dem Erbgut von Lebewesen. Diese werden dann wie die Gene der Menscheneltern von Generation zu Generation in den Nachkommen neu kombiniert. Wählt man nun in jeder Generation immer jene Roboter aus, die sich am erfolgreichsten in ihrer Umwelt behaupten, bilden sich automatisch Verhaltensmuster heraus, so die Idee.

Der Lebensraum, in dem sich die Bots zurechtfinden mussten, war wie ihre Sensorik denkbar einfach: ein viereckiges, abgeschlossenes Feld mit je einer Gift- und einer Nahrungsquelle, die aus der Distanz beide genau gleich mit einem roten Licht auf sich aufmerksam machten. Erst aus der Nähe konnten die Roboter Nahrung und Gift anhand eines versteckten Zeichens unterscheiden. Roboter, die kein Essen fanden oder sich über das Gift hermachten, schieden aus. Der Aufbau einer Nachkommenschaft und das Beobachten sich verändernder Verhaltensmuster in freier Wildbahn dauern allerdings auch bei Robotern ihre Zeit – Zeit, die für Wissenschaftler ein knappes Gut ist.

Also verlegten die Forscher die Reproduktion der Maschinen in einen Computer. Paarung, Verhaltensanalyse und Auswahl der erfolgreichsten Eltern wurden über 500 Generationen in einem Rechner simuliert. Erst die letzte Generation der Software spielten die Wissenschaftler wieder in S-Bots ein, um nachzuweisen, dass sich die Roboter auch tatsächlich so verhalten, wie vom Computer berechnet. Und die Roboter zeigten sich gelehrt. In allen Experimenten begannen sie schnell, ihre blauen Lampen zu nutzen, um sich gegenseitig das Essen zu zeigen oder vor dem Gift zu warnen. Und das zahlte sich für sie auch aus. Bots, denen man das Blinklicht abgeschaltet hatte, brauchten nach 500 Generationen wesentlich länger, bis sie zur Nahrung fanden. Besonders gut klappte die Kommunikation zwischen Robotern, die verwandtes Programm-Erbgut besaßen. Sie verstanden die Zeichen gegenseitig viel schneller. Kommunikation ist demnach ein probates Mittel, um eine «Vetternwirtschaft» zu etablieren, von der die ganze Familie profitiert.

Verblüffend verhielten sich die S-Bots, wenn sie sich als Einzelgänger ohne Verwandtschaftsbeziehungen behaupten mussten. Zwar begannen auch die Egoisten bald zu blinken, und sie folgten auch den Lichtsignalen ihrer Artgenossen. Aber im Gegensatz zu miteinander verwandten Bots war ihr Geblinke nicht nur nett gemeint. Einige Roboter lockten damit andere Artgenossen absichtlich vom Essen weg. Wenn sie zum Egoismus verdammt sind, neigen also auch Roboter zum Betrug. Keller möchte nun analysieren, ob die Betrüger für sich und ihr Erbgut einen Vorteil erringen können. Dazu sollen lernfähige Bots eingesetzt werden. Denn interessanterweise schneidet die egoistische Population als Ganzes nicht besser ab, wenn sie kommunizieren kann, als wenn man die Bots mit abgestellter Lampe völlig voneinander isoliert. Die Frage ist nun, wie stark die Betrüger in einer egoistischen Welt auf Kosten ihrer naiven Artgenossen leben und ab welcher Konzentration sie sich nur noch gegenseitig das Leben vermiesen.

Moral und Ethik

Parallelen zur Fleisch-und-Blut-Welt drängen sich bei diesen Ergebnissen geradezu auf. Aber

