

# Turnier der Automaten



Wo ist denn der Ball?

Wohin muss ich jetzt laufen, um den Ball zu kriegen?

Ist das die Außenlinie?

Wo ist denn eigentlich oben und unten?

Gehört der Spieler vor mir zu meiner Mannschaft?

In welche Richtung rollt der Ball?

Seit 2001 findet der RoboCup German Open jährlich im Heinz Nixdorf MuseumsForum in Paderborn statt.

Von Professor Dr. Thomas J. Schult

**Mobile Roboter werden in Zukunft viele Aufgaben erledigen: Rasen mähen, Teppiche saugen, Bürogebäude bewachen, Pflegebedürftigen das Essen bringen, den Mars und andere Planeten erkunden. Dabei dürfen sie keine festen Verhaltensprogramme abspulen, sondern müssen sich flexibel an ihre Umgebung anpassen: Sie lernen.**

Die Roboterforscher haben sich weltweit auf einen Wettbewerb verständigt, mit dem sie die zentralen Fähigkeiten ihrer Geschöpfe testen und vergleichen können: sich orientieren, navigieren, Hindernissen ausweichen, mit großer Ausdauer Ziele erreichen, mit anderen kooperieren. Dieser Wettbewerb heißt Roboterfußball. In unterschiedlichen Kategorien treten regelmäßig Teams von Universitäten und Forschungsabteilungen gegeneinander an. Vordergründig ist es ihr Ziel, das Runde ins Eckige zu befördern; aber eigentlich geht es darum, dass die mobilen Gefährten eines Tages den Menschen zur Seite stehen, ihren Alltag erleichtern sollen.

Im Augenblick lässt sich eine Fußballmannschaft aus Robotern noch von jeder Kindergarten-Elf haushoch schlagen. Doch das soll anders werden: Im Jahre 2050, so die Vision der Forscher, werden die Maschinenmenschen den amtierenden Fußballweltmeister nach den Regeln des Weltfußballverbandes schlagen.

Bis dahin ist noch eine Menge zu tun: Lernen steht dabei im Mittelpunkt, denn die Verhältnisse auf dem Fußballplatz, welche die Roboter etwa über Infrarot-, Licht- und Berührungssensoren erfassen, lassen sich nicht mithilfe von „Fußballformeln“ in Bewegungen umsetzen. Stattdessen muss ein autonomer, also nicht ferngesteuerter maschineller Spieler intensiv trainiert werden, auch in ganz elementaren Situationen.

Schon einen Ball geschickt anzunehmen bedeutet eine enorme Herausforderung. Der Spieler, der den Ball erreichen will, muss auf alle Fälle zu der Linie laufen, die der abgegebene Ball beschreibt. Den Punkt auf dieser Linie zu finden, an dem er den Ball am schnellsten erreicht, ist allerdings eine Aufgabe, die ein menschlicher wie auch ein Software-gesteuerter Spieler nur nach intensivem Training beherrscht: Verpasst er den Punkt in der einen Richtung, muss er auf den Ball warten und geht das Risiko ein, dass ihn der Gegner wegschnappt. Verpasst er den Punkt in der anderen Richtung, so kommt er zu spät, weil der Ball den Punkt bereits passiert hat.

Ein menschlicher Spieler bekommt im Laufe des Trainings ein Gefühl für den optimalen Punkt, an dem er den Ball annehmen kann. Geschwindigkeit und Richtung seiner Bewegung passt er dabei der Situation an, ohne nachzudenken. Auch Roboterspieler trainieren, oft mithilfe *Künstlicher Neuronaler Netze*. Diese nach biologischen Prinzipien arbeitenden Software-Techniken stammen aus den Forschungen zum *Maschinellen Lernen*. Dabei optimieren die Spieler durch intensives Training die Bestimmung des Zielpunktes anhand der Situationsmerkmale wie Position,

explore: INFOBOX

**Buchtipps:**

„Endspiel 2050. Wie Roboter Fußball spielen lernen.“ von Hans-Dieter Burkhard und Hans-Arthur Marsiske, Verlag Heinz Heise, 2003, ISBN: 3-936931-02-X, 304 Seiten, 19,50 Euro

„Robotik“ von Alois Knoll und Thomas Christaller, Fischer Taschenbuch, 2003, ISBN: 3-596-15552-5, 130 Seiten, 8,90 Euro

„Roboter. Geschichte – Technik – Entwicklung.“ von Daniel Ichbiah, Knesebeck, 2005, ISBN: 3-89660-276-4, 540 Seiten, 35 Euro

Geschwindigkeit und Richtung des Balls. Nach jedem Versuch verarbeiten sie eine Rückmeldung, die ihr Verhalten bewertet. Verfehlen sie den Ball, dann sollte sich ihr Verhalten so ändern, dass dieser Fehler zumindest in einer ähnlichen Situation nicht mehr vorkommt.

Andere Verfahren des *Maschinellen Lernens*, die auch beim Roboterfußball zum Einsatz kommen, laufen unter dem Titel *Data Mining*. Hier geht es darum, in großen Datenmengen Zusammenhänge zu entdecken und als einfache Regeln zu formulieren. Auf dem Spielfeld kann ein zentrales Coach-Programm genau wie ein Fußballtrainer das Spiel der Gegner analysieren und seiner Mannschaft von Zeit zu Zeit Informationen über typische Verhaltensweisen und Schwächen übermitteln. Letztlich werden nur die Fans nicht durch Maschinen ersetzt: Die Wettbewerbe ziehen regelmäßig begeisterte Besucher an. ■