

Artikel drucken

Um diese Seite auszudrucken, benutzen Sie bitte die entsprechenden Funktionen Ihres Browsers (z.B. **Datei > Drucken**).

Günstig 4 Wochen testen und Geschenk sichern - das Handelsblatt Probeabo

Abo-Service Handelsblatt Tel.: 0180.2 782 782 (0,06 € pro Anruf)

Technologie > Forschung + Innovation

HANDELSBLATT, Sonntag, 10. April 2005, 18:04 Uhr

Technik stellt die Wissenschaftler vor große Herausforderungen

Roboterforscher peilen WM-Titel an

Von Grischa Brower-Rabinowitsch

Die internationalen Roboterforscher haben sich ein großes Ziel gesetzt: Im Jahr 2050 sollen zweibeinige Roboter gegen den menschlichen Fußballweltmeister antreten - und gewinnen, natürlich.

PADERBORN. Doch von diesem plakativen Ziel ist die Forscherwelt in der Tat noch Jahre entfernt. Denn Robotern Fußballspielen beizubringen, stellt die Wissenschaftler vor immense Herausforderungen. Die Maschine muss ihre Umwelt, also den Fußball-Platz, den Ball, die Tore und die Gegner wahr nehmen, und darauf sinnvoll reagieren, wie schießen, verteidigen, passen und so weiter. Klingt logisch, ist aber höchst kompliziert.

Schon die Wahrnehmung der Umwelt ist schwierig. Die meisten Fußball-Roboter haben dafür eine Standardkamera eingebaut. „In der Vierbeiner-Liga benutzen wir so genannte CCD-Kameras, das ist der Standard in vielen digitalen Kameras des mittleren und unteren Preissegments. Die Kameras haben eine Auflösung von ca. 270 mal 150 Pixeln“, sagt Professor Oskar von Stryk von der Universität Darmstadt, einer der führenden Roboterforscher in Deutschland, dem Handelsblatt. Bei den zweibeinigen Maschinen, den so genannten Humanoiden, ist die Auflösung etwas besser, ungefähr dreimal so hoch. Die Kamera liefert etwa 25 bis 30 Bilder pro Sekunde. Jedes Bild besteht aus den drei Farbkanälen rot, grün und blau, dargestellt in je einer Matrix von 270 mal 150 Pixeln. In der Matrix geben an jedem der 40 500 Punkte Zahlen von 0 bis 255 die Intensität der Farbe an. Aus diesen Zahlenwust muss der Prozessor dann ausrechnen: Wo befindet sich der Roboter selbst auf dem Spielfeld, wo sind die anderen Spieler, wo ist der Ball.

Die Rechnung steuert ein Software-Programm, an dem die Forscher meist bereits seit Jahren tüfteln. „Die Software bei unseren vierbeinigen Sony-Robotern besteht aus mehreren 100 000 Zeilen Code der Programmiersprache C++. Davon sind 40 bis 50 Prozent aber für Fehlersuche und Testzwecke nötig“, sagt Professor von Stryk. Denn wenn zum Beispiel ein Ball ganz langsam an einem Roboter vorbeifläht und der einfach gar nichts macht, dann könnte es sein, dass ein anderer Spieler besser positioniert gewesen sei, oder dass der Roboter falsche Informationen über die Spielsituation gehabt habe. „Oder aber, es steckt ein ordinärer Programmierfehler dahinter. Das müssen wir natürlich heraus finden“, sagt von Stryk. „Alle Bewegungen der Roboter sind selbst programmiert. Zum Beispiel haben die Vierbeiner drei Gelenke in jedem Bein und im Kopf. Diese 15 Gelenke müssen gleichzeitig koordiniert und gesteuert werden. Das ist eine sehr komplexe und große Herausforderung für die Programmierer“

Dazu kommt die Berechnung, ob ein Roboter zum Beispiel schießen, dribbeln, laufen oder abwehren soll. Die ist ohnehin nicht einfach – richtig schwierig wird sie deshalb, weil der Spieler nie die volle Information über den Platz hat. „Die Fußball-Roboter sehen nur einen Teil des Spielfeldes und wissen nicht genau, wo sich alle anderen Spieler befinden. Verglichen mit Schach wäre das so, als ob der Computer nicht genau wüsste, wo die Schachfiguren eigentlich so stehen“, sagt von Stryk.

Um ihre mangelnde Sicht zu kompensieren stehen die Roboter in einigen Ligen bereits über Funk in Kontakt. „Etwa im Sekundentakt tauschen sie Informationen über ihre Position und die des Balles aus. Bisher können Sie aber noch nicht übermitteln, wo der Gegner ist. Daran arbeiten noch. Denn im Moment erkennen die Roboter die Gegner nur als Hindernisse“, sagt von Stryk.

„Zudem haben die Roboter im Fußball keine Zeit zum Nachdenken. Alle Entscheidungen müssen in Echtzeit fallen“, sagt der Darmstädter Professor. Das verlangt eigentlich nach einem leistungsstarken Computer, doch da die Roboter ihre gesamte Technik mitschleppen müssen, sind der Leistung erhebliche Grenzen gesetzt. „Die Prozessoren dürfen nicht so groß sein. In unseren vierbeinigen Sony-Fußball-Robotern haben wir je einen 64-Bit-Prozessor eingebaut, der etwa 28 Zentimeter lang ist und eine Rechenleistung von knapp 700 Megahertz hat“, sagt von Stryk. Die Leistung entspreche etwa einem PC von vor sechs bis acht Jahren. In Humanoide bauen die Forscher zwei Prozessoren ein: Ein einfacher Mikrocontroller steuert die Gelenke, ein anderer besorgt die Bildbearbeitung und Verhaltenssteuerung. „Dafür

setzen wir marktübliche Taschencomputer (PDAs) ein“, sagt von Stryk. Die Rechner dürfen schließlich auch nicht zuviel Strom verbrauchen, denn angetrieben werden die meisten Spieler über ganz herkömmliche Batterien. Die mangelnde Rechenleistung begrenzt wiederum auch die „Sehkraft“ der Roboter.

„Die Bildverarbeitung ist eigentlich kein großes Problem mehr, bis auf die Tatsache, dass wir immer zu wenig Rechenpower haben“, sagt auch Professor Paul Plöger vom Fraunhofer Institut für Autonome Intelligente Systeme. Er forscht seit rund acht Jahren an Fußball-Robotern. „Inzwischen“, sagt der Professor aus Sankt Augustin, „geht die Tendenz weg von den Farben“. Es reiche auch, Ball, Gegner, Tore und so weiter rein nach der Form in schwarz-weiß zu erkennen. „Woran es aber am meisten fehlt ist die Fähigkeit, den Ball zu stoppen, dribbeln und liften – eben brasilianischen Fußball zu spielen“, sagt Plöger. Das liegt an den eingeschränkten Bewegungsmöglichkeiten der Maschinen auf Rädern oder auf vier Beinen. „Die Komplexität des Roboters reicht bei weitem nicht an die Bewegungsfreiheit des Menschen heran. Es ist eine der größten Herausforderungen geeignete Antriebe zu finden. Im Moment sind die Eigenschaften verfügbarer Antriebe noch zu weit von menschlichen Muskeln weg“, sagt Forscher Sven Behnke von der Universität Freiburg. Er ist einer der wenigen Forscher in Deutschland, der mit humanoiden Fußball-Robotern arbeitet.

„Meine persönliche Vision ist es, einen Torwart zu bauen, der fausten kann. Das ist sehr schwer, weil ein schnell bewegliches Objekt (der Ball) und mehrere eigene Bewegungen von den Beinen über den Arm bis zur Hand abgeschätzt werden müssen“, sagt der Professor, der auch an der Fachhochschule Bonn-Rhein-Sieg unterrichtet. Fausten sollte ein Torwart wohl mindestens können, wenn die Forscher ihr Ziel erreichen wollen, 2050 den amtierenden menschlichen Weltmeister zu bezwingen. Doch nicht alle Wissenschaftler identifizieren sich damit. „Das gefällt mir nicht. Es unterstützt dieses klassische Bild ‚Mensch kontra Roboter‘. Mir persönlich wäre es lieber, es gäbe gemischte Teams“, sagt Oskar von Stryk aus Darmstadt. Denn ein wichtiger Aspekt in der Forschung sei das Miteinander von Mensch und Roboter, die Interaktion. „Roboter sollen Partner oder Helfer der Menschen sein. Allerdings ist die Interaktion eine noch schwierigere Herausforderung, von deren Lösung wir noch sehr, sehr weit entfernt sind.“

Nutzungshinweise:

Die in Handelsblatt.com veröffentlichten Artikel, Daten und Prognosen sind mit größter Sorgfalt recherchiert. Nachrichten und Artikel beruhen teilweise auf Meldungen der Nachrichtenagenturen AP, AFP, ddpADN, dpa, sid, Reuters, und vwd. Dennoch können weder die Verlagsgruppe Handelsblatt noch deren Lieferanten für die Richtigkeit eine Gewähr übernehmen. Das Handelsblatt weist ausdrücklich darauf hin, dass die veröffentlichten Artikel, Daten und Prognosen keine Aufforderung zum Kauf oder Verkauf von Wertpapieren oder Rechten darstellen. Sie ersetzen auch nicht eine fachliche Beratung. Die Verlagsgruppe Handelsblatt versichert zudem, dass persönliche Kundendaten mit größter Sorgfalt behandelt und nicht ohne Zustimmung der Betroffenen an Dritte weitergegeben werden. Alle Rechte vorbehalten.

Die Reproduktion oder Modifikation ganz oder teilweise ohne schriftliche Genehmigung des Verlages ist untersagt.

All rights reserved. Reproduction or modification in whole or in part without express written permission is prohibited.

[schließen](#)