

Seminar Agenten und Robotfussball - SS 03

Ausarbeitung zum Referat: Ausblick - Roboter zu anderen Zwecken

Christian Brüske

RoboCupRescue [1]

Die Absicht des RoboCupRescue Projektes ist es, die Forschung und Entwicklung von Robotern in Rettungs- und Katastrophenschutz Einsätzen auf unterschiedlichen Ebenen zu fördern.

Nach dem großen Erfolg des RoboCup Fußballprojektes wurden im Jahre 2000 zunächst Foren für technische Diskussionen und die konkurrierende Auswertungen von Rescue-Robotern geschaffen.

Seit 2001 gibt es zwei Ligen im Bereich RoboCupRescue.

Die RoboCupRescue Simulation Liga ist ein neues praktisches Gebiet von RoboCup. Ein städtisches Unfallsszenario wird auf Netzcomputern simuliert. Die am Unfallgeschehen beteiligten Gruppen wie Feuerwehrlente, Opfer, Freiwillige, etc. sollen so gut wie nur möglich mit ihren reellen Aufgaben nachgebildet werden. Verschiedene Gruppen nehmen weltweit an dieser Simulationsforschung teil. Erstmals wurde 2001 ein Wettbewerb ausgetragen.

Im Gegensatz dazu werden bei der RoboCupRescue Liga Roboter in eine physisch nachgebildete Katastrophe entsendet und sollen dort zur Rettung und Sicherung beitragen. Die Roboter sind unter anderem mit Bewegungssensoren, Geräuschsensoren, CO₂ Sensoren, Wärmesensoren und Multispektralsensoren ausgerüstet um Lebenszeichen wahrzunehmen.

Landminensuche [2]

Das Project ELADIN steht für „Eliminating Land mines by Aqueous Detection Identification and Neutralization“ und erforscht die Landminensuche mit autonomen Robotern. In vielen armen Ländern der Welt (das sind auch die hauptsächlichen Orte, wo noch immer Landminen ausgelegt sind oder sogar noch werden) werden immer noch Minensuch- und Entschärfungstechniken verwendet, die während des zweiten Weltkrieges entwickelt wurden.

Das Hauptproblem ist die billige Herstellung, aber extrem teure und gefährliche Neutralisation von Landminen. Die Landminensuche durch Menschen gestaltet sich folgendermaßen. Mit einer Metallstange wird der Boden durchsucht. Dabei wird diese Lanze in einem Winkel von ca. 30° in den Boden vorsichtig eingestochen. Der Abstand zwischen den einzelnen Einstichen sollte 1,5 cm betragen. Gefundene Landminen müssen vorsichtig mit der Hand freigelegt werden um anschließend entschärft werden zu können.

Die Landminensuche stellt sich deshalb so problematisch dar, weil die jeweilige Beschaffenheit eines minenverseuchten Bodens die Suche sehr schwierig und aufwendig gestalten kann. So sind speziell von Vegetation überwucherte oder in Vegetation versteckte Minen kaum aufzuspüren. Auch in grob-klastischen Böden ist es schwierig eine Mine von einem Stein zu unterscheiden. Böden in wechselklimatischen Regionen sind zu einigen Jahreszeiten völlig verkrustet und hart, so dass ein Stechen mit Lanzen unmöglich ist. Auch ist das nur langsame vorankommen beim Landminensuche ein entscheidender Punkt. Verseuchte Felder müssen schnell geräumt werden, damit die Bevölkerung wieder Früchte zur Ernährung anbauen kann.

Aufgrund dieser langwierigen, gefährlichen Suchmethode sollen Roboter entwickelt werden, die kostengünstig ohne Gefährdung von Menschenleben agieren und Landminen entschärfen.

Das Prinzip der Landminensuche und –neutralisation besteht aus drei Schritten.

1. Finden der Mine

Bei ELADIN wird das herkömmliche Prinzip der Suche mit Lanzen weiterentwickelt. Mit einem Wasserhochdruckstrahl wird die Metallstange ersetzt. Der Strahl des Wassers dringt in einer Zeit von weniger als 0,014 Sekunden bis zu 20 cm in den Boden ein. Anhand der verschiedenen Töne, die durch das Auftreffen des Wasserstrahls erzeugt werden, können Minen von anderen Gegenstände wie Steinen im Boden unterschieden werden.

2. Freilegen der Mine

Sobald eine Mine gefunden wurde, wird sie von drei Wasserstrahlen freigelegt, der entstehende Schlamm wird abgepumpt.

3. Entschärfung der Mine

Auch hier wird mithilfe eines Hochdruckwasserstrahls gearbeitet. Zum Wasser wird aber ein Anteil an Sand gemischt. Mit dieser Technik ist es problemlos möglich auch dicke Stähle zu durchbohren.

Speziell durch die Hochdruck-Wassertechnologie konnten Fortschritte erzielt werden. So stellt ein verkrusteter Boden kein Hindernis mehr dar und auch die Unterscheidung von Mine zu Stein ist möglich. Durch die Kooperation von mehreren Minenräumrobotern ist die Räumung schneller durchzuführen. Nur in Vegetationsreichen Arealen können auch Roboter bis jetzt nicht helfen.

Rattenroboter [3]

Mittels in ein Rattengehirn implantierter Elektroden und ein auf den Rücken geschnallter Mikroprozessor lassen sich die Ratten noch aus 500 Meter Entfernung zielgerichtet lenken.

Mit kleinen Stromschlägen werden genau die Regionen gereizt, die normalerweise Signale von den Tasthaaren der Schnauze verarbeiten. So können gezielt die Berührungen entweder der rechten oder der linken Tasthaare simuliert werden. Reagiert die Ratte auf ein solches Signal mit einer korrekten Richtungsänderung, wird zusätzlich das "Belohnungszentrum" im Gehirn der Ratten gereizt.

Nachdem die Tiere in einem Labyrinth die Wahrnehmung der Signale und die richtige Reaktion darauf erlernt hatten, konnten die Ratten auch im freien Gelände problemlos gesteuert werden. Außer diesen einfachen Rechts-Links-Bewegungen brachten die Forscher die Ratten auch zum Springen oder Klettern. Darüber hinaus gelang es, sie in Gelände zu führen, welche die Nager normalerweise meiden würden, wie zum Beispiel hell erleuchtete Flächen.

So könnten die Ratten möglicherweise künftig für Rettungsaufgaben oder bei der Räumung von Landminen eingesetzt werden.

Marsroboter [4, 5, 6]

Um den Mars zu erforschen benötigt man möglichst autonome Roboter. Ferngesteuerte Roboter empfangen auf dem Mars das Signal mit einer Verzögerung von 6 bis 41 Minuten.

Das Ziel 2019 den ersten bemannten Marsflug zu starten führt seit den 80er Jahren zur Entwicklung von Marsrobotern. Schon damals erkannte man, dass die Roboter kooperativ mit überschaubaren Verhaltensweisen jedes einzelnen Roboters arbeiten sollten, um ein gemeinsames Ziel zu erreichen, auch wenn einzelne Roboter der Gruppe ausgefallen sind.

Im Juli 1997 schickt die NASA Sojourner, einen einzelnen Roboter, zur Erkundung der Oberfläche auf den Mars. Trotz mehrerer technischer Schwierigkeiten konnte Sojourner eingesetzt werden. Dieser Roboter agiert in Grenzen autonom. So kennt er neben der Steuerung von der Erde auch Befehle wie „find rock“. Durch diesen Befehl hat der Roboter einen 3 Meter entfernten Stein selbstständig gefunden.

Zukünftige Marsroboter [7]

Entomopter, das ist eine Entwicklung der University of Cambridge, Großbritannien und des Nasa Instituts for Advanced Concepts in Atlanta, Georgia (USA).

Der Entomopter ist ein Prototyp eines Roboterflugerätes um den Mars zu erforschen. Der Auftrieb wird auf eine Art und Weise erzeugt, die dem eines Insekts ähnlich ist. Im Entomopter erzeugt ein von einer Flüssigbrennstoffquelle gespeister

chemischer Muskel autonomes Flügelschlagen. Der Muskel stellt zudem Elektrizität für die Boardsysteme zur Verfügung.

Ein Mars Entomopter besitzt eine Flügelspannweite von einem Meter und bietet Auftrieb für bis zu 15 Kilogramm Nutzlast. Dieses wiederbetankbare Roboterinsekt ist somit ein dauerhaftes wertvolles Werkzeug für die Wissenschaft. Die Auftriebskräfte des Entomopter sind leistungsfähig genug, um innerhalb der sehr dünnen Marsatmosphäre zu funktionieren. Außerdem gibt das Flattern der Flügel einem Insekt die Fähigkeit, weich aufzusetzen, schnell abzuheben, die Richtung schnell zu ändern, sowie im Schwebeflug zu verweilen.

Autonomous Helicopter Project [8]

Das Autonomous Helicopter Projekt setzt sich zum Ziel Helikopter zu entwickeln, die selbstständig starten und zu einem bestimmten Areal auf einem vorgegebenen Weg fliegen und dabei selbstständig Hindernisse umfliegen. Im Zielareal sollen sie selbstständig ein Objekt suchen und lokalisieren, dieses Objekt verfolgen. Die aufgenommen Bilder sollen zur Bodenstation gesendet werden. Anschließend sollen die Helikopter sicher wieder zu ihrer Ausgangsbasis fliegen und landen.

Einige dieser Forderungen sind schon umgesetzt. So gelingt es mit Modellhelikoptern vorgegebene Strecken zu fliegen, dabei Hindernissen auszuweichen und wieder an der Ausgangsstelle zu landen.

Ziele der Forschung sind Technologien für die Suche und Rettung, Überwachung und die automatische Luftkinematographie.

Rasenmäher-Roboter [9, 10]

Die Firma Husqvarna hat zwei Rasenmäher-Roboter entwickelt. Beide Modelle arbeiten mit Akkumulatoren völlig autonom. Das einfachere Modell sucht selbstständig seine Ladestation auf, wenn die Akkus leer werden. Das komfortablere Modell lädt seine Batterien bei Sonnenschein und kann auch so im Schatten arbeiten. Es muss lediglich ein Kabel im Garten die Rasenfläche markieren. Per Induktion erkennen die Rasenmäher ihren Einsatzbereich.

Stoßen die Rasenmäher auf Hindernisse, umfahren sie diese. Außerdem fahren die Klingen sofort ins Schneidwerk ein, wenn sie einen Stein oder etwas Ähnliches berühren. Völlig autonom sind die Rasenmäher-Roboter aber nur, weil das abgemähte Gras nicht entsorgt werden muss. Es wird nämlich immer nur soviel abgemäht, dass das Mähgut im Rasen verschwinden kann.

Reinigungsroboter [11]

Seit August 1996 testete die Niederländische Einzelhandelskette Albert Heijn den ersten intelligenten Reinigungsroboter im Alltagsbetrieb während der Öffnungszeiten. Nun, ab dem Jahr 2000 wird der Roboter im Regelbetrieb zur Reinigung eingesetzt. Entwickelt wurden diesen gemeinsam von dem niederländischen Reinigungsspezialisten RTB und dem Siemens-Bereich Automatisierungs- und Antriebstechnik (A&D).

Bei seiner Reinigungstätigkeit achtet der Roboter auf Hindernisse. Steht ein Kunde im Weg, bittet ihn die Maschine zur Seite zu treten. Kommt dieser der Aufforderung nicht nach, umfährt der Roboter die Stelle, ohne den Angesprochenen weiter zu belästigen.

Das Besondere am Navigationssystem Sinas „Siemens Navigationssystem für autonome Serviceroboter“ ist, dass es keine zusätzlichen Navigationshilfen benötigt, wie zum Beispiel Reflektoren, und sich in seiner Einsatzumgebung selbständig orientiert. Sinas verfügt über Strategien Hindernisse zu erkennen und sie zu umfahren, manövriert geschickt in engen Bereichen, erkennt Sackgassen und findet selbständig aus ihnen heraus

Um autonom agieren zu können, muss der Reinigungsroboter zuvor seine Umgebung kennen lernen. Mit dem eingebauten Laserscanner wird eine merkmalsbasierte Karte aufgebaut. Anhand der Merkmale (Wand, Regel, Säule etc.) orientiert sich der Roboter. Zusätzlich erlernt der Roboter seine Reinigungsbahn. Nicht erfasste Bereiche sind für den Roboter „No-go-areas“ (verbotene Bereiche), die er im autonomen Betrieb nicht befährt.

Der autonome Betrieb kann beginnen, wenn der Roboter auf seiner Startposition steht. Ein im Navigationssystem integrierter „Pilot“ vergleicht den gelernten mit dem jeweils aktuellen Fahrkurs, indem er ständig das Bild der momentanen Umgebung ermittelt und der abgespeicherten Karte gegenüber stellt. Hierzu werden alle verfügbaren Sensordaten verwendet, vom Laserscanner, durch Ultraschall und Gyroskop – einem speziellen Kompass – ermittelte sowie die Daten der Weg- und Winkelgeber.

Kooperation [12]

Mit Ausnahme des existierenden Marsroboters „Sojourner“, der Rasenmäher-Roboter und des Reinigungsroboters arbeiten die oben genannten Roboter kooperativ; ähnlich dem Sprichwort „gemeinsam sind wir stark“.

Die Kooperation von Robotern wird auf verschiedene Weisen definiert.

- Zusammenarbeit und kombiniertes Verhalten, das auf gemeinsame Interessen und Ziele gelenkt wird.
- Eine Art der Interaktion, die für gewöhnlich auf Kommunikation basiert.
- Ein Zusammenschluss von Robotern um ein Problem besser lösen zu können oder bei der Lösung des Problems Zeit zu sparen.

- Bei gegebener Aufgabe zeigt ein Mehrfachrobotersystem kooperatives Verhalten, wenn durch einen zugrundeliegenden Mechanismus (zB Kooperation) der Nutzen des Systems zunimmt.

Mehrere Rattenroboter werden aber nicht als elektronisches System kooperativ miteinander arbeiten, sondern eher in einer natürlichen, instinktiven Kooperation. So werden zwei Ratten nicht gleichzeitig versuchen über einen schmalen Stock zugelangt, sondern hintereinander herlaufen.

Künstliche Intelligenz [13]

Dennoch, um einen großen Schritt in der Roboterforschung im Bereich Künstliche Intelligenz voranzukommen sind noch einige Probleme zu lösen. So ist es bis jetzt noch keinem Forscher gelungen ein Zentrales-Nerven-System nachzubilden. Die Rechenleistung ist immer noch nicht ausreichend, so entsprechen 3000 Mips einer einzelnen Echsen-Gehirnzelle.

So wie wir Menschen und Tiere die Umwelt wahrnehmen, nämlich durch eine Art Schnappschüsse (Sakkaden genannt) kann noch kein technisches Gerät arbeiten.

Weiterhin gibt es keinen gültigen Lehrsatz à la Moore. Im Gegenteil die Größe der Applikationen verdoppelt sich alle 18 Monate, aber die Leistungsfähigkeit stagniert.

Quellen:

[1] <http://www.r.cs.kobe-u.ac.jp/robocup-rescue/>

[2] <http://eladin.umn.edu/>

[3] http://www.ngz-online.de/news/wissenschaft/allgemein/2002-0502/ratten_roboter.html

[4] Künstliches Leben aus dem Computer; S. Levy, 1992

[5] <http://rhein-zeitung.de/old/97/07/08/topnews/marschem.html>

[6] <http://www.sternwarte-solingen.de/mars/logbuch1.html>

[7] http://www.space.com/scienceastronomy/solarsystem/mars_flapper_011205-1.html

[8] <http://www.systranlinks.com/systran/cgi>

[9] <http://wdw.prosieben.de/wdw/Technik/Hightech/AutoMower/>

[10] <http://www.husqvarna.de/>

[11] http://w4.siemens.de/de2/html/press/press_release_archive/releases/2000052501d.html

[12] Cooperative Mobile Robotics: Y. Unycao, Alex S. Fukunaga, AndrewB. Kahng, 1997

[13] <http://www.heise.de/tp/deutsch/special/robo/6708/1.html>