

# Einführung in den RoboCup

Andreas Martmann

31. Mai 2003

## 1 Historie

1993 wurde die Robot World Cup Initiative gegründet, um die Forschung in den Gebieten der Künstlichen Intelligenz und der Robottechnik zu fördern. Man hatte eine Möglichkeit gesucht, die verschiedenen Forschungsansätze in der künstlichen Intelligenz zu bewerten bzw. zu vergleichen. Eine Fußballliga bietet genau dies: Die unterschiedlichsten Forschungsansätze stehen nun in Form von Robotern auf einem Spielfeld und müssen ihre Effizienz unter Beweis stellen. Neben der Vergleichbarkeit ist Fußball als Sport weit verbreitet, sodaß auch mit großem Interesse sowohl von teilnehmenden Universitäten als auch von Zuschauern gerechnet werden konnte.

Zwei Jahre nach der Gründung der Initiative, als erste Prototypen existierten und somit bewiesen war, dass eine Fußballliga praktisch umsetzbar ist, wurde eine Weltmeisterschaft für das Jahr 1997 angekündigt. Teilnehmende Teams hatten somit zwei Jahre Zeit, eine funktionsfähige Robotermannschaft zu bilden. Seit 1997 finden im jährlichen Rhythmus Weltmeisterschaften in verschiedenen Orten mit stark steigenden Teilnehmerzahlen statt.

## 2 Hauptziel des RoboCup

Die Robot World Cup Initiative hat sich ein Ziel gesetzt, dass folgendermaßen formuliert wird:

”Im Jahr 2050 soll ein Team aus voll autonomen, menschlichen Robotern ein Fußballspiel unter den regulären FIFA Regeln gegen den dann amtierenden Weltmeister gewinnen.”

Um dieses Ziel zu erreichen müssen viele Probleme gelöst werden, die heutigen Robotern noch stark zu schaffen machen. Sie müssen laufen, schießen, die Umgebung erkennen, die Spielsituation richtig abschätzen und im Team spielen können.

Zur Beschleunigung der Entwicklung dieser Anforderungen gibt es viele Ligen, die alle unterschiedliche Gewichtungen haben. Wie in Kapitel 4 genauer

erläutert wird, gibt es sowohl reine Software-Ligen, die sich auf das Zusammenspiel der Agenten und Taktiken stürzen können als auch Roboter-Ligen, die zuerst die Probleme des Laufens und Schiessens zufriedenstellend lösen müssen.

### 3 Regeln

Jede vorhandene Liga spielt nach ihren eigenen Regeln, sodaß das Spiel trotz der evtl. vorhandenen Hardwareeinschränkungen der Roboter noch spannend ist. Diese Regeln werden jährlich dem Stand der Technik und evtl. gefundenen Hintertüren angepasst. Erlaubte Hilfestellungen, damit Roboter besser spielen können, werden sukzessiv zurückgeschraubt. So gab es in der Middle-Size Liga 2001 noch eine Bande, anhand der sich die Roboter orientieren konnten, während 2002 nur noch viele farbige Zylinder die Spielfeldbegrenzung markiert haben. 2003 waren es auf dem gesamten Spielfeld nur noch vier Zylinder, in jeder Ecke einer. Dies ist ein Beispiel für die Beeinflussung der Forschungsschwerpunkte. Die teilnehmenden Teams müssen sich nun im Vorfeld der Weltmeisterschaft 2003 (in Padua, Italien) stärker mit der Bilderkennung auseinandersetzen, ansonsten haben sie keine Chance auf einen Sieg.

### 4 Die verschiedenen Ligen

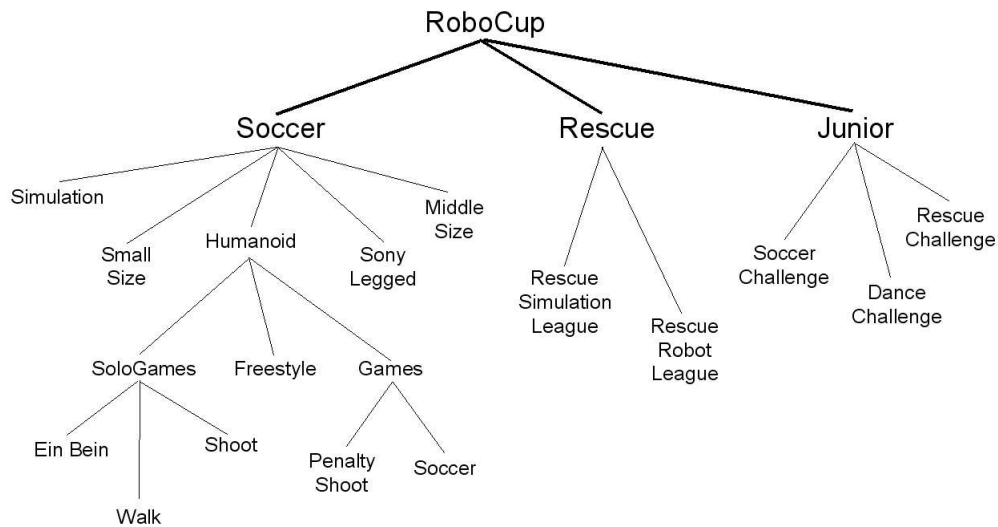


Abbildung 1: Übersicht der RoboCup Ligen

Die Abbildung 1 zeigt alle Ligen, die während der Weltmeisterschaft 2003 ausgetragen werden. Zu sehen sind drei Hauptbereiche, namentlich die Soccer-,

Rescue- und Junior-Ligen. In den folgenden Kapiteln werden die drei Teilbereiche mit ihren Unter-Ligen kurz vorgestellt.

## 4.1 RoboCupSoccer

RoboCupSoccer fasst alle wissenschaftlich ernst zu nehmenden fußballspielenden Ligen zusammen. Hier treten viele universitäre Institute an, die ihre Entwicklungen mit denen anderer Mannschaften messen wollen. Es gibt hier sehr unterschiedliche Ligen, wobei in jeder Liga unterschiedliche Probleme bestehen.

### 4.1.1 Simulation League



Abbildung 2: Endspiel der Simulation-League 1997

Die Simulationsliga ist ausschließlich Softwarebasiert. Elf autonome Agenten spielen in einer Mannschaft gegen eine andere Mannschaft auf einem Spielfeld (dem Multi Agenten System). Die Spieleragenten können in jeder Programmiersprache programmiert werden und sie dürfen indirekt miteinander kommunizieren. Es gelten die offiziellen FIFA-Regeln. Die Spieleragenten haben verschiedene Sensoren, über die sie Informationen über die Spielsituation erhalten.

- Sie können bis zu einer Entfernung von 50 m hören.
- Der visuelle Sensor teilt ihnen mit, was in einem Winkel von  $90^\circ$  vor ihnen passiert (Je nach Entfernung sehen sie mehr oder weniger Details wie Mannschaftszugehörigkeit und Spielernummer).
- Ein Sensor für die eigene körperliche Verfassung teilt ihnen z.B. den Grad der Erschöpfung mit und erlaubt so eine Anpassung ihres Verhaltens an die "physische" Verfassung.

### 4.1.2 Small Size Robot League

In dieser Liga wird auf einem Spielfeld der Größe  $2,9 * 2,4$  m gespielt, was in etwa der Größe einer Tischtennisplatte entspricht. Gespielt wird zwei mal 10 Minuten, wobei es eine Pause von 10 Minuten zwischen den beiden Halbzeiten



Abbildung 3: Spiel der Small Size Robot League

gibt. Die Roboter spielen mit einem handelsüblichen Golfball in der Farbe orange. Die Abseitsregel wird in dieser Liga - wie in allen nachfolgenden Ligen auch - nicht beachtet. Die autonomen Steuerungsprogramme der einzelnen Roboter laufen auf einem Zentralcomputer. Diese Agenten können mittels WaveLAN die Bewegungsanweisungen an die Roboter geben. Es ist erlaubt, eine Videokamera über dem Spielfeld anzubringen, deren Bilder dann den Agenten zur Verfügung gestellt werden.

#### 4.1.3 Middle Size Robot League



Abbildung 4: Spiel der Middle Size Robot League

Die Middle Size Liga verlangt vollautonome Spielroboter, sodaß es hier weder einen Zentralcomputer noch eine globale Videokamera gibt. Als Resultat hat jeder Roboter seine eigene Kamera und ein Notebook montiert. Es spielen vier Spieler pro Mannschaft zwei mal 10 Minuten lang mit einem orangenen FIFA Standardball. Die Roboter sind zwischen 50cm\*50cm und 60cm\*60cm groß und max 80cm hoch. Ihr Gewicht darf 80 kg nicht überschreiten. Die Kommunikation untereinander ist erlaubt, auch hier wird WaveLAN genutzt. Das Spielfeld ist ca. 10m\*5m groß und hat im Jahr 2003 zusätzlich zur weißen Linie nur vier farbige Zylinder als sichtbare Begrenzungen.

#### 4.1.4 Sony Legged Robot League



Abbildung 5: Spiel der Sony Aibo Hunde

Hier spielen die Sony Aibo Hunde Fußball. Diese Hunde sind im Handel erhältlich und dürfen nicht verändert werden. Die Spieldauer beträgt zwei mal 10 Minuten und es spielen vier Spieler (incl. Torwart) in einer Mannschaft. Es gibt keine globale Kamera.

#### 4.1.5 Humanoid League



Abbildung 6: Zwei Honda Asimo Roboter beim Penalty Shoot

Die Humanoide Liga umfasst alle Wettkämpfe, die menschenähnliche Roboter bestreiten. Diese Roboter müssen zweibeinig sein und keine Rollen zur Fortbewegung haben. Die Proportionen sind exakt festgelegt, wobei die Roboter in drei Größenstufen (H-40, H-80 und H-120) unterteilt werden.

**SoloGames** Alle Wettkämpfe, bei denen es keine Gegner gibt.

**Auf einem Bein stehen** Der Roboter muß beweisen, dass er eine Minute auf einem Bein stehen kann.

**Walk** Eine festgelegte Strecke muß absolviert werden. Die Roboter laufen eine gewisse Strecke in eine Richtung, gehen  $180^\circ$  um eine Markierung

und dann wieder zur Start/Ziel-Linie zurück. Die Länge der Strecke richtet sich nach der Größenklasse der Roboter. Der schnellste Roboter gewinnt.

**Shoot** Jeder Roboter muss sich auf den Ball zubewegen und ihn dann durch einen Schuss in das Tor befördern. Hier gibt es keinen Torwart

**Games** Wettkämpfe der zweibeinigen Roboter mit einem oder auch mehreren Gegnern

**Penalty Shoot** Freistoß auf das Tor, wobei es einen Torwart aus einer gegnerischen Mannschaft gibt.

**Soccer** Richtiges Fußballspiel zwischen zwei Teams, wobei jedes Team bis zu drei Robotern als Mannschaft einsetzen kann.

**Freestyle** In der Freestyle-Liga gibt es keine Einschränkungen. Es gibt Punkte für die technische Leistung und für den künstlerischen Eindruck. Jedes Team hat fünf Minuten Zeit für die Performance.

## 4.2 RoboCupRescue

Die neuen Rescue Ligen wurden eingerichtet, da für solche Systeme ein Interesse in der Bevölkerung besteht und es Aspekte bietet, die die Soccer-Ligen nicht bieten können.

Hier hat man verschiedene neue Probleme geschaffen, mit denen sich die Teams auseinandersetzen müssen. Es gibt verschiedene Agenten (Polizisten, Rettungssanitäter, Feuerwehrmänner, Opfer ...) die sich in verschiedenen (wechselnden) Situationen zurechtfinden und schnell viele Opfer retten müssen. Auch hier gibt es wieder verschiedene Ligen, wobei eine rein softwarebasiert ist, die andere mit Robotern arbeitet.

### 4.2.1 Rescue Simulation League

In der Rescue Simulation League werden meist Modelle realer Städte erstellt, in denen man dann Katastrophen simuliert. Die Rettungsagenten müssen so viele Opferagenten wie möglich in einer vorbestimmten Zeit retten. Diese Opferagenten sind vorgegeben und verhalten sich annähernd so wie reale Menschen in Notsituationen. Die verschiedenen Rettungsagenten haben unterschiedliche Fähigkeiten. So kann nur ein Feuerwehrmann Feuer löschen und nur die Ambulanzkräfte können verwundeten helfen. Es gibt zusätzlich zu den Rettungsagenten auch je eine Basis (Koordinierungsstelle) für die Feuerwehr, die Polizei und die Ambulanz. So besteht die Möglichkeit, die Einsatzkräfte zentral zu koordinieren, was realen Strukturen nachempfunden wurde.

Der Nachrichtenaustausch ist generell auf zwei Arten möglich: Das normale Sprechen ist auf einer Distanz von etwa 20 Meter hörbar. Alle Agenten können sich auf diese Art mit anderen, in diesem Radius befindlichen Agenten verständigen. Die zweite Möglichkeit des Nachrichtenaustausches entspricht der Kommu-

nikation mittels Sprechfunk. Nur Rettungskräfte (keine Opfer) können sich so verständigen.



Abbildung 7: Übersicht des simulierten Gebietes

#### 4.2.2 Rescue Robot League

In dieser Liga müssen sich Roboter durch verschiedene Räume bewegen und Opfer aufspüren. Die Opfer(-puppen) geben verschiedene Lebenssignale wie CO<sub>2</sub>-Emission, Klopfzeichen, Bewegung der Finger oder anderer Gliedmaßen und Lichtsignale ab, die die Roboter registrieren sollen. Je mehr Signale von den Robotern überprüft werden, desto mehr Punkte kann das Team für sich verbuchen. Wurde ein Opfer gefunden, muß eine Wegbeschreibung zum Opfer erstellt und der Jury überreicht werden. Die Anzahl der Punkte steigt auch hier mit der Präzision. Berührt oder Beschädigt ein Roboter etwas der Einrichtung oder Berührt oder Verletzt er ein Opfer gibt es Punktabzüge.



Abbildung 8: Ein Rettungsroboter fährt in den gelben Raum

Abbildung 9 zeigt schematisch das Gelände, auf dem der Wettkampf stattfindet. Es gibt drei Bereiche:

**Cold Zone** Hier halten sich alle Teammitglieder auf, die nicht Operator sind und somit nicht eingreifen dürfen.

**Warm Zone** Startpunkt des Roboters und Position der Operatoren (Sie sitzen von den Robotern abgewendet).

**Hot Zone** Zone, in der sich ausschließlich der Roboter aufhalten darf.

Die Hot Zone ist wiederum in drei Räume unterteilt. Der gelbe Raum hat einen ebenen Untergrund und ist nur wenig durcheinander. Der orangene Raum ist etwas uneben und stärker unordentlich. Der rote Raum ist ganz unstrukturiert und instabil.

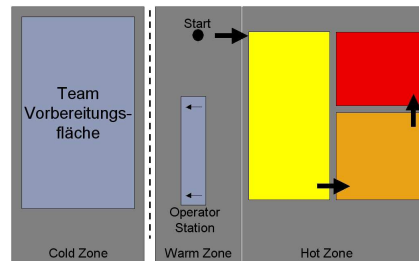


Abbildung 9: Schema des Spielfeldes

## 4.3 RoboCupJunior

RoboCupJunior umfasst alle Ligen, in denen ausschließlich Kinder und Jugendliche teilnehmen dürfen. Es gibt je eine Liga für Fußball-, Tanz- und Rettungsroboter.

### 4.3.1 Soccer Challenge

Hier treffen alle fußballspielenden Roboter aufeinander. Zur Vereinfachung emittiert der Ball IR-Licht, so daß sich die Roboter anhand einfacher IR-Sensoren orientieren können.



Abbildung 10: Die Roboter der Junior-League auf der Suche nach dem Ball



### 4.3.2 Dance Challenge

Die Dance Liga läßt jedem Team zwei Minuten für die Performance Zeit. Es ist ausdrücklich gewünscht, dass die Teams eigene Musik mitbringen und ihre Roboter durch aktive Teilnahme (tanzen, ...) unterstützen.



Abbildung 11: Eine Performance des Dance Challenges

### 4.3.3 Rescue Challenge

Trotzdem in der Übersicht der verschiedenen Ligen auf der Homepage des RoboCups<sup>1</sup> der Rescue Challenge aufgeführt ist, fehlt er bei den Regeln. Somit konnten keine Informationen über den Ablauf dieses Challenges gefunden werden.

---

<sup>1</sup><http://www.robocup.org>