

magmaOffenburg qualifiziert sich für RoboCup WM

Einleitung

Seit 1997 finden jährlich Weltmeisterschaften im Roboterfußball statt. Dabei wird in verschiedenen Ligen teils mit echten teils mit simulierten Robotern Fußball gespielt. In der small size league spielen fünf gegen fünf Roboter auf einem 5*4,5 m großen Feld (Bild 1<smallsizeleague.jpg>). Die Steuerung der Roboter wird von einem externen Rechner übernommen, der seine Information von einer über dem Feld angebrachten Kamera erhält. In der middle size league spielen vier gegen vier Roboter auf einem 8*12 m großen Feld (Bild 2<midSizeLeague.jpg>). Hier müssen im Unterschied zur small size league die Roboter vollständig autonom sein, d.h. alle Sensoren und auch die Entscheidungslogik muss auf dem Roboter selbst untergebracht sein. Dasselbe gilt für die four legged robot league, bei der jeweils vier Sony Aibo Roboter gegeneinander antreten (Bild 3<sonyFourLeggedLeague.jpg>) sowie für die Königsklasse, der humanoid league, bei der jeweils drei zweibeinige Roboter gegeneinander spielen (Bild 4 <humanoidLeague.jpg>). Daneben existieren zwei Simulationsligen: die seit 1997 existierende 2D simulation league, bei der elf gegen elf gespielt wird und die seit 2005 im Programm befindliche 3D simulation league, bei der im Gegensatz zur 2D league tatsächlich existierende zweibeinige Nao-Roboter simuliert werden. In dieser Liga hat sich erstmals eine Mannschaft der Hochschule Offenburg für die Weltmeisterschaft 2009 qualifiziert. Neben Fußballrobotern gibt es auch Ligen für Hausroboter (RoboCup@Home) und Rettungsroboter (RoboCup Rescue). Inzwischen ist die RoboCup WM mit der zugehörigen Konferenz zum größten Robotik-Event weltweit avanciert.

3D Simulation

Bei der 3D Simulation werden durch die Teilnehmer simulierte Nao-Roboter gesteuert (Bild 5, 6 <One player.jpg, realNao.jpg>). Ein zentraler Server übernimmt die physikalische Simulation der Roboter und ihrer Umgebung. Dazu wird die frei verfügbare Physik-Simulation ODE verwendet.

Jeder Spieler ist ein eigenes Programm, das selbständig über alle Aktionen des Spielers entscheidet. Es erhält vom Server individuelle Wahrnehmungen der einzelnen Sensoren des Roboters. Dazu zählen Wahrnehmungen zu Winkelstellungen der Gelenke, Drucksensoren an beiden Füßen, ein Gyro-Sensor sowie ein Kamera. Alle Wahrnehmungen liegen bereits in symbolischer Form vor, d.h. der Spieler erhält z.B. keine Bitmap von der Kamera, sondern bereits die ungefähre Information, in welchem Winkel und wie weit entfernt der Ball ist. Der Spieler schickt zum Server die Aktionen, die er durchführen möchte in Form von Ansteuerungen an die verschiedenen Motoren. Diese werden vom Server entsprechend ausgeführt.

Neben der reinen Physik-Simulation implementiert der Server auch die Fußballregeln und übernimmt die Funktion eines Schiedsrichters. An den Server ebenfalls angeschlossen ist ein Programm zur Visualisierung des Spielverlaufs (Bild 7 <gesamtarchitektur3D.jpg>).

magmaOffenburg

Die Mannschaft der Hochschule Offenburg, magmaOffenburg ist forschungstechnisch der Nachfolger der 2D Simulations-Mannschaften magmaFreiburg (2. in Stockholm 1999, 5. In Melbourne 2000), living systems (13. In Seattle 2001) und magmaFurtwangen (23. In Padua 2003).

Implementierungstechnisch handelt es sich aber um eine vollkommene Neuentwicklung für die 3D Simulationsliga. Aus technischer Sicht ist die komponentenbasierte Schichtenarchitektur erwähnenswert, die es gestattet sowohl einzelne Komponenten auszutauschen als auch beliebige Schichten wiederzuverwenden (Bild 8 <UMLOverview.jpg> kann man auch weglassen). Aus wissenschaftlicher Sicht ist besonders die auf Extended Behavior Networks (EBNs) basierende Entscheidungskomponente interessant, die im Weiteren kurz erläutert wird.

Extended Behavior Networks

Extended Behavior Networks (EBNs) wurden 1999 zur situationsangepassten und planenden Verhaltenssteuerung vorgeschlagen [1]. EBNs bestehen aus den Zielen und Wahrnehmungen des Agenten sowie aus sogenannten Kompetenzmodulen.

Die Ziele bestehen aus einer Zielbedingung (fuzzy-Proposition), einer Wichtigkeit und einer situationsabhängigen Relevanzbedingung. Damit lassen sich z.B. unterschiedliche Wichtigkeiten von Zielen wie ‚Tor erzielen‘ für Stürmer und Abwehrspieler modellieren. Außerdem kann mit Hilfe der Relevanzbedingung z.B. der Einfluss dieses Ziels auf die Verhaltensauswahl reduziert werden, wenn sich der Ball in der Nähe des eigenen Tors befindet.

Die Wahrnehmungen sind fuzzy-Propositionen, die zur Ermittlung der Ausführbarkeit von Kompetenzmodulen dienen. Sie werden in der Regel als lineare Fuzzy-Werte implementiert, so dass z.B. die Proposition ‚nahe am Tor‘ wahr (1.0) ist ab 4 m vor dem Tor, falsch ist (0.0) bei mehr als 16 m Abstand vom Tor und dazwischen linear interpoliert wird. Die Verknüpfung mehrerer Wahrnehmungen wird durch ein Fuzzy-und bewerkstelligt.

Die Kompetenzmodule enthalten Verhaltensregeln mit Vorbedingungen (und Verknüpfte fuzzy-Propositionen), Aktion und Effekten mit Eintrittswahrscheinlichkeit. Eine Regel kann z.B. lauten: Wenn naheAmTor und habeBall dann schiesseAufTor mit Effekt torErzielt 0.4 und nicht habeBall 0.96.

Ziele, Wahrnehmungen und Kompetenzmodule werden in ein Netzwerk verknüpft (Bild 9<ebnSoccer>). Die Verbindungen dienen dazu, einerseits die Ausführbarkeit jedes Kompetenzmoduls zu berechnen, andererseits den erwarteten Nutzen zu bestimmen. Das Kompetenzmodul mit dem höchsten Produkt aus Ausführbarkeit und erwartetem Nutzen (Aktivierung) kommt zur Ausführung. Die Aktivierung, die ein Kompetenzmodul von einem Ziel erhält, entspricht dabei dem Produkt aus Wahrscheinlichkeit und Nutzen entsprechend der Entscheidungstheorie. Je mehr und je wahrscheinlicher ein Kompetenzmodul ein Ziel wahr macht, desto höher die Aktivierung. Weiterhin werden Kompetenzmodule, die nicht erfüllte Vorbedingungen anderer Kompetenzmodule wahr machen können zu Unterzielen dieser und senden ebenfalls Aktivierung an diese. So wird durch einen Prozess des Aktivierungsaustauschs ständig berechnet, welches Kompetenzmodul und damit welches Verhalten das Nützlichste in der aktuellen Situation ist. Dieses kommt dann zur Ausführung.

Neuerdings konnte auch gezeigt werden, dass sich mit EBNs neben rationalem Entscheidungsverhalten auch menschliches Entscheidungsverhalten modellieren lässt, das unter bestimmten Umständen nicht der rationalen Entscheidungstheorie folgt [2].

Turniere

Die Mannschaft magmaOffenburg wird auf der German Open vom 20. – 24. April in Hannover erste Turnier Erfahrung sammeln. Darüber hinaus hat sie sich auch für die diesjährige Weltmeisterschaft Anfang Juli in Graz qualifiziert. Bis dahin gibt es für die Studierenden der Informatik und Communications and Media Engineering noch viel zu tun (Bild 10<team.jpg> auf keinen Fall weglassen).

Literatur

[1] Dorer, K.: Behavior Networks for Continuous Domains using Situation-Dependent Motivations. *Proceedings of the 16th International Conference of Artificial Intelligence (1999)*, pp. 1233-1238

[2] Dorer, K.: Modeling Human Decision Making using Extended Behavior Networks. Submitted to *RoboCup Symposium, Graz, Austria (2009)*