

Seminar  
Agenten und Robotfußball  
Sommersemester 2003

**Multiagentensysteme MAS**  
Grundlagen und Begriffsbildung

Thorsten Wilmes  
Linnebornstiege 2

48155 Münster  
wilмест@web.de

Matr.-Nr.: 275298

## Inhaltsverzeichnis

0	Einleitung.....	3
1	Agenten.....	4
1.1	Definition.....	4
2	Intelligente Agenten.....	6
2.1	Pro-Aktivität.....	6
2.2	Reaktivität.....	7
2.3	Soziale Fähigkeiten.....	7
3	Multiagentensysteme (MAS).....	8
3.1	Koordination zwischen Agenten.....	8
3.2	Kommunikation zwischen Agenten.....	9
3.2.1	KIF.....	10
3.2.2	KQML.....	10
4	Literatur.....	12

## Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1:	Interaktion von Agenten und der Umwelt.....	5
Abbildung 2:	Koordination zwischen Agenten.....	9

# 0 Einleitung

Im Rahmen des Seminars *Robotfußball und Agenten* soll mit Hilfe dieser Arbeit versucht werden, die Funktionsweise von Agenten und Multiagentensystemen nähergehend zu beschreiben.

Hierzu wird zunächst versucht, den Begriff des Agenten weitestgehend zu definieren. Später wird zusätzlich dessen Verhalten innerhalb eines Multiagentensystems erklärt.

Generell zielt diese Arbeit auf die Beantwortung folgender Fragen:

Was ist ein Agent ?

Was ist ein intelligenter Agent ?

Wie kommunizieren Agenten ?

Was sind Multiagentensysteme ?

# 1 Agenten

## 1.1 Definition

„An agent is a computer system that is situated in some environment, and that is capable of autonomous action in this environment in order to meet its design objectives.“

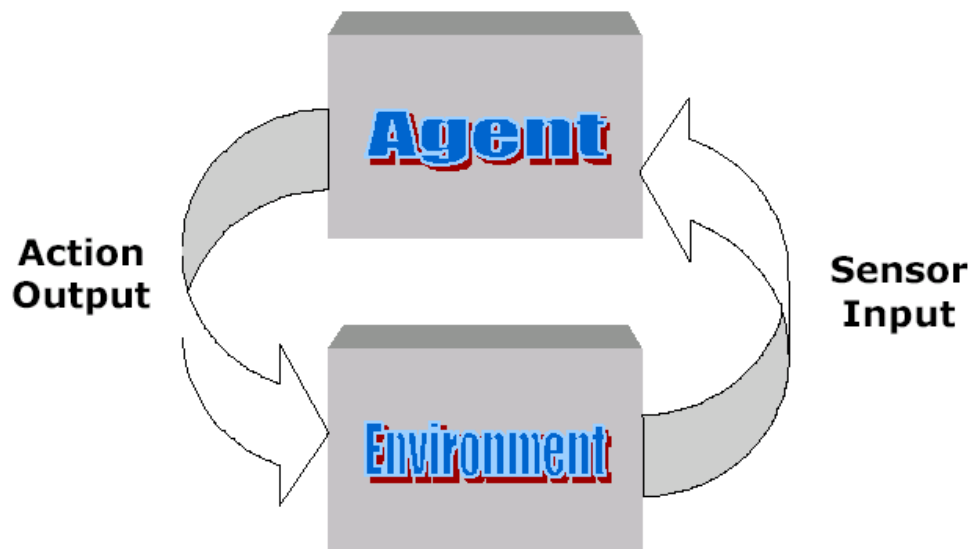
Es wird hier von einer autonomen Handlung gesprochen. Wann handelt ein Agent autonom ?

„Autonomous agents can operate without an immediate intervention of humans and have some kind of control over their internal state.“ [Knapik & Johnson, 1998]

Eine andere Definition versucht folgenden Ansatz:

"Intelligente Agenten führen kontinuierlich drei Funktionen aus: die Wahrnehmung von Bedingungen der (dynamischen) Umwelt; die Ausführung von Aktionen, die die Bedingungen in der Umwelt beeinflussen; und logisches Denken, um die Wahrnehmungen zu interpretieren, Probleme zu lösen, Schlussfolgerungen zu ziehen und (weitere) Aktionen festzulegen." [Hyaes-Roth, Hayes-Roth Agent, 19??]

Diese Definitionen lassen nun einen ersten Eindruck zu, wie Agenten agieren und was sie bewirken sollen. Ein dominanter Ausdruck hierbei ist die Umwelt. Sie beeinflusst im Wesentlichen den wesentlichen Charakter eines Agenten. Ein Agent handelt nur auf Veränderungen der Umwelt hin und beeinflusst diese wiederum durch sein Handeln.



**Abbildung 1: Interaktion von Agenten und der Umwelt**

Die obige Grafik veranschaulicht die Interaktion von Agenten und dessen Umwelt.

## 2 Intelligente Agenten

Nachdem der Begriff des Agenten grob umrissen worden ist, soll nun versucht werden, die typischen Eigenschaften von Agenten zu definieren.

Unter einem intelligenten Agenten versteht man einen Agenten, der die Fähigkeit besitzt, flexible, autonome Handlungen durchzuführen, um seine eigenen Ziele zu erreichen. Nach Woolridge & Jennings besitzen intelligente Agenten:

- Pro-Aktivität  
Intelligente Agenten sind in der Lage, zielorientiert zu agieren.
- Reaktivität  
Intelligente Agenten können ihre Umgebung wahrnehmen und in akzeptabler Zeit auf deren Veränderungen reagieren.
- Soziale Fähigkeiten  
Intelligente Agenten können mit anderen Agenten, bzw. Personen kommunizieren.

### 2.1 Pro-Aktivität

Pro-Aktive System zu erstellen, ist relativ einfach. Man beschreibt hierzu lediglich die Voraussetzungen (pre-condition) und erzielt ein Ergebnis (post-condition).

Notwendig ist, dass sich die Umwelteigenschaften während des Prozesses nicht ändern. Dieses funktionale Modell ist für viele Anwendungen ausreichend. Beispiele wären z.B. die Berechnung von Gleichungen, etc.

Es ist hierbei nicht notwendig, dass sich das System zusätzlich auch reaktiv verhält. Verändert sich jedoch zusätzlich die Umwelt, so sind außerdem noch reaktive Eigenschaften notwendig.

## 2.2 Reaktivität

Wie oben schon erwähnt, können reaktive System auf die Veränderungen der Umwelt reagieren. Bei streng funktionalen (pro-aktiven) Systemen würden solche Veränderungen zu einem nicht definierten Status führen.

Bei dynamischen Systemen muss ein Agent auf wechselnde Anforderungen schnell reagieren können, um so sein Verhalten hinsichtlich seines Ziels optimal beeinflussen zu können. Ausschließlich reaktive Agenten sind ähnlich wie bei den pro-aktiven Agenten relativ einfach umzusetzen. Das Problem hierbei ist jedoch, ein ausgeglichenes Verhalten zwischen Pro-Aktivität und Reaktivität herzustellen.

## 2.3 Soziale Fähigkeiten

Die dritte Eigenschaft, die einen intelligenten Agenten ausmacht, ist sein Vermögen, sich mit anderen Systemen, Agenten oder Personen auszutauschen. Wichtig hierbei, wie auch beim Verhalten der Menschen ist die Fähigkeit sein Wissen austauschen zu können, d.h. dass sich beide Parteien verstehen. Notwendig hierfür ist eine gemeinsame Sprache, um die eigenen Ziele mit Hilfe von Kooperation und/oder Verhandlung zu erreichen.

# 3 Multiagentensysteme (MAS)

Zunächst eine Definition des Begriffs Multiagentensystem:

"Multi Agent Systems are concerned with coordinating intelligent behaviour among a collection of autonomous intelligent agents, how they coordinate their knowledge, goals, skills, and plans jointly to take action or solve problems."

Es geht bei Multiagentensystemen zunächst, wie der Name schon andeutet, um eine Menge von autonomen intelligenten Agenten. Des weiteren geht es um die Frage, wie diese Agenten ihr Wissen und ihre Ziele, Fähigkeiten und Pläne koordinieren können, wie sie also ihr Zusammenleben und gemeinsames Handeln regeln können. Der folgende Kapitel versuchen nun, die Fragen der Koordination, sowie der Kommunikation zwischen Agenten zu beantworten.

## 3.1 Koordination zwischen Agenten

Agenten handeln untereinander unterschiedlich. Hierbei wird zwischen „Competition“ und „Cooperation“ unterschieden.

Bei der „Competition“ agieren die Agenten gegeneinander. Sie verfolgen unterschiedliche, sich teilweise widersprechende Ziele.

„Cooperation“ bedeutet, dass die Agenten ein gemeinsames Ziel verfolgen und hierbei zusammenarbeiten. (Beispiel: Roboterfußball)

Für die Zusammenarbeit ist es natürlich notwendig, sich zu überlegen, wie die gemeinsamen Ziele am besten erreicht werden können, d.h. welche Handlungsfolgen von den verschiedenen Agenten ausgeführt werden müssen, um dem Ziel möglichst gut zu dienen. Diese Handlungsfolgen heißen Pläne, und der Vorgang des Entwerfens dieser Pläne ist ein wesentlicher Teil der Kooperation. Diese sogenannte Planung (Planning) kann wiederum von einem Agenten für alle oder von allen gemeinsam erledigt werden.



Bei konkurrierenden Zielen ist ein wesentlicher Teil der Koordination die Verhandlung zwischen den Agenten und das Finden von Kompromissen (Negotiation).

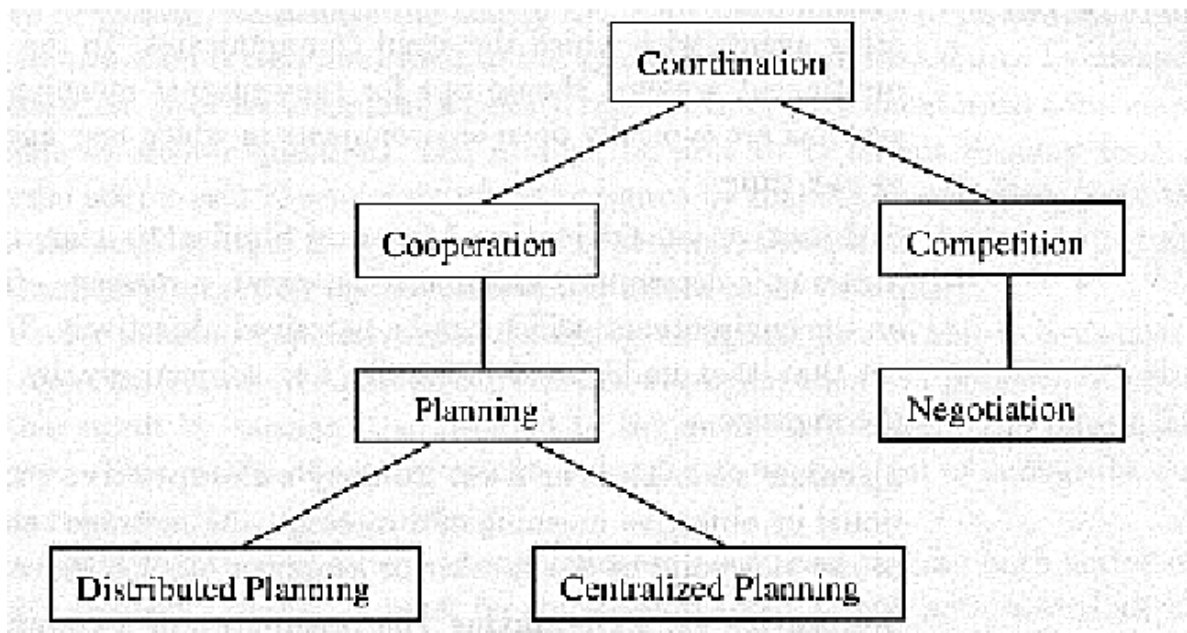


Abbildung 2: Koordination zwischen Agenten

## 3.2 Kommunikation zwischen Agenten

Grundsätzlich kann man zwei verschiedene Arten von Kommunikation unterscheiden:

1. shared memory:

Beim shared-memory-prinzip sind sämtliche Informationen von allen Agenten lesbar und können verwertet werden.

2. message passing:

Die andere Möglichkeit ist, Nachrichten direkt an den oder die Empfänger zu schicken, für die sie gedacht sind. Dazu muss der Sender der Nachricht natürlich wissen, für welche anderen Agenten die Nachricht interessant sein könnte und er muss sie entsprechend adressieren.

### 3.2.1 KIF

Für den Austausch von Informationen ist natürlich eine Sprache erforderlich, die alle Agenten verstehen können. Eine Möglichkeit des Austauschs für solche Informationen stellt in Multiagentensystemen das sogenannte KIF (Knowledge Interchange Format) dar. KIF ist jedoch lediglich ein Interface für den Austausch von Wissen zwischen Systemen mit unterschiedlichen Wissensrepräsentationen. Wenn alle Agenten dieselbe Wissensrepräsentationssprache verwenden, benötigt man keine besondere Zwischensprache, sondern kann als Transfersprache direkt diese interne Sprache verwenden.

### 3.2.2 KQML

KQML (Knowledge Query and Manipulation Language) setzt sich aus 2 Teilbereichen zusammen; die Formulierung verschiedener Nachrichtentypen und einem Protokoll zur Regelung des Nachrichtenaustauschs. Eine KQML-Nachricht hat folgende Struktur:

```
:content <eigentlicher Inhalt>
:type <Nachrichtentyp>
:language <für den Inhalt verwendete Sprache>
:ontology <Thema der Nachricht>
:sender <Sender der Nachricht>
:receiver <Empfänger der Nachricht>
```

Ein solcher Austausch zwischen Agenten mittels KQML könnte so aussehen:

```
(inform
  :sender      Agent1
  :receiver    Agent2
  :language    KIF
  :ontology    Blocks-World
  :content     (AND (Block A) (Block B) (On A B))
)
```

Der Nachfolger der KQML ist die FIPA-ACL (Foundation for Intelligent Physical Agents - Agent Communication Language).

## 4 Bezug zum Roboterfußball

Roboter-Fußball fordert Robotik und die Künstliche Intelligenz gleichermaßen heraus: „The Robot World Cup Soccer Games and Conferences“ ist dabei, sich zu einem anerkannten Testfeld zu etablieren, an dem weltweit viele führende Forschergruppen mit den Schwerpunkten "Mobile Roboter", "Multi-Sensorik", "Adaptivität und Lernen", "Multiagentensysteme", aber auch anderen Teilgebieten der Informatik und Ingenieurwissenschaften wie "Simulation und Visualisierung", "Realzeitsysteme" oder "Eingebettete Systeme" teilnehmen.

Beim Robotfußball agieren mehrere Agenten (je nach Liga) miteinander. Hierzu ist die oben angesprochene *Cooperation* von Nöten. Die kooperierenden Agenten (Mannschaft) spielen jedoch auch gegeneinander. Hier greift das Prinzip der *Competition*. Damit die jeweiligen Agenten (hier: Roboter) ihr Ziel verwirklichen können, ist es erforderlich, dass sie sich untereinander koordinieren und ihr Handeln planen. Der Austausch der Informationen lehnt sich immer an die oben erwähnten Austauschformate an.

# 5 Literatur

Ferber, Jacques: *Eine Einführung in Multiagentensysteme und deren Verwirklichung im Roboterfußball*. [www.multiagentensysteme.com](http://www.multiagentensysteme.com), 2002

Reining, Johannes: *Multiagentensysteme. Einige Beispiele*. 2001

Müller, Klaus: *Roboterfußball: Multiagentensystem*. Diplomarbeit Uni Freiburg, 2000

<http://www.fifa.org>, 07.05.2003

<http://www.robocup.org>, 08.05.2003