

AOSE



## Agentensysteme und AOSE-Methoden

Seminar: E-Commerce-Systeme  
Sommersemester 2002

Wilfried Röper

---

13.5.2002, Seminar: E-Commerce-Systeme 1

AOSE

### Inhalt

- Agenten
  - Definition und Klassifizierung
  - Motivation, Vergleich mit OO-Modellen
- Agentenorientierte Softwareentwicklung
  - Standard-UML zum agentenorientierten Design
  - Analyse/Design am Beispiel von MESSAGE/UML
- Interaktionsmodellierung
  - Highlevel Sicht auf Interaktionen
  - AUML zur Interaktionsmodellierung
  - Sprechakte
  - Interaktionspattern
- Literaturverzeichnis

---

13.5.2002, Seminar: E-Commerce-Systeme 2

AOSE

### Was ist ein Agent?

- Der Begriff Agent ist nicht klar definiert
- Oberbegriff für sehr unterschiedliche Sichtweisen
- Verschiedene Forschungsschwerpunkte mit unterschiedlichen Verständnis von Agenten
- Nicht vollständig – aber prägnant:  
„An agent can say go or no...“

---

13.5.2002, Seminar: E-Commerce-Systeme 3

AOSE

### Aspekte die Agenten ausmachen

- Proaktivität
  - Ein Agent kann eigenständig Aktionen ausführen
- Autonomie
  - Ein Agent muß nicht jeder Forderung nachkommen
- Kommunikation
  - Agenten kommunizieren zur verteilten Problemlösung
  - Kommunikation erfolgt über asynchronen Nachrichtenaustausch
- Umgebungszugehörigkeit
  - Ein Agent wird in einem bestimmten Kontext ausgeführt (dieser kann aber gewechselt werden)

---

13.5.2002, Seminar: E-Commerce-Systeme 4

AOSE

### Agent versus Objekt

- Objekte sind passiv
  - Aktionen erfolgen durch Methodenaufruf
  - Keine eigenständige Aktivität
- Hierarchische Anordnung
  - Benutzbeziehung definiert direkte gerichtete Abhängigkeiten zwischen Objekten
- Kommunikation
  - Als Aufrufverfahren dient der Methodenaufruf
  - Nur synchrone Kommunikation
  - Keine Möglichkeit, einen Auftrag abzulehnen

---

13.5.2002, Seminar: E-Commerce-Systeme 5

AOSE

### Unterschiedliche Sichtweisen

- Historisch bedingt sehr unterschiedliche Herangehensweise an Multiagentensysteme
- Erste Benutzung des Agentenbegriffs in der KI
  - Starke Fixierung auf Intelligenz der Agenten
  - Agenten mit internen logischen Modellen
  - Verteiltes Lernen durch Kommunikation
- Zweite Phase der Agenten im Bereich verteilter Systeme, Informationssystem, E-Commerce
  - Kommunikation, Verhandlungen im Vordergrund
  - Logische Weltmodelle nicht so relevant
  - Agenten als Assistenten zum Gewinnen von Information und zum Erlangen von Wirtschaftsgütern (vergleiche E-Procurement)

---

13.5.2002, Seminar: E-Commerce-Systeme 6

## Klassifizierung (I)

AOSE

- Klassifizierung anhand von mobilitätsaspekten
- Static Agents:
  - Agenten, die an ihre Ausführungsumgebung gebunden sind
  - Zur Zeit ist dies der Stand der Technik
- Mobile Agents
  - Agenten, die zwischen Umgebungen migrieren können
  - Idee des virtuellen Marktplatzes
  - Wissenschaftlich interessant, aber derzeit noch nicht ausgereift

13.5.2002, Seminar: E-Commerce-Systeme

7

## Klassifizierung (II)

AOSE

- Klassifizierung anhand des internen Modells
- Reactive Agents
  - Agenten, die auf bestimmte Schlüsselreize bestimmte vordefinierte Aktionen verrichten
  - Kein eigenes logisches Weltmodell
  - Sehr einfaches Modell der künstlichen Intelligenz
- Deliberable Agents
  - Agenten mit einem eigenen logischen Weltmodell
  - Der Agent „errechnet“ seine nächsten Handlungen, indem er versucht den aktuellen Zustand seines System in einen wünschenswerten Zielzustand zu überführen

13.5.2002, Seminar: E-Commerce-Systeme

8

## BDI-Agenten

AOSE

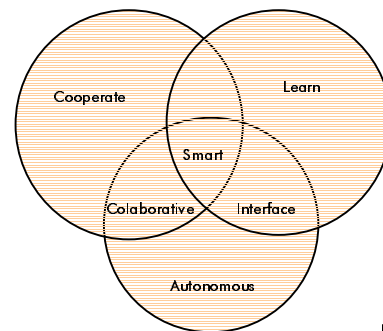
- Modell für einen deliberable Agent
- BDI steht für Believes, Desires, Intentions
- Believes
  - Wissen des Agenten über seine Welt
  - Im Allgemeinen als logisches Modell formuliert
- Desires
  - Wünsche des Agenten
  - Zustand innerhalb seines logischen Modells, den der Agent herbeiführen möchte
- Intentions
  - Konkrete Pläne des Agenten um seine Ziele zu erreichen

13.5.2002, Seminar: E-Commerce-Systeme

9

## Klassifizierung (III)

AOSE



Nach Nwana

13.5.2002, Seminar: E-Commerce-Systeme

10

## Softwareentwicklungsmethoden

AOSE

- Zunächst: Highlevel-Analyse und Design von Multiagentensystemen
- Objektorientierte Methoden sind nicht ausreichend für Multiagentensysteme
- Ziel: Dekomposition eines komplexen Systems in Agenten, Rollen und Organisationen
- Beispiele:
  - Modellierung mit „reinem“ UML
  - UML-Erweiterungen wie MESSAGE/UML
  - Textuellbasierte Verfahren wie Gaia

13.5.2002, Seminar: E-Commerce-Systeme

11

## UML zur Agentenmodellierung

AOSE

- Verschiedene Ansätze auf diesem Gebiet
  - Als Beispiel hier: Arbeiten von Bergenti, Poggi
- Verwendung von UML-Klassendiagrammen zur Modellierung von Abhängigkeiten zwischen Agenten und Datenobjekten
- Verwendung des Stereotyps agent zur Kennzeichnung von Agenten
- entity kennzeichnet Datenobjekte
- Öffentliche Methoden stellen den Service des Agenten dar
- Keine Interaktionsmodellierung

13.5.2002, Seminar: E-Commerce-Systeme

12

## Beispiel: CD-Shop

AOSE

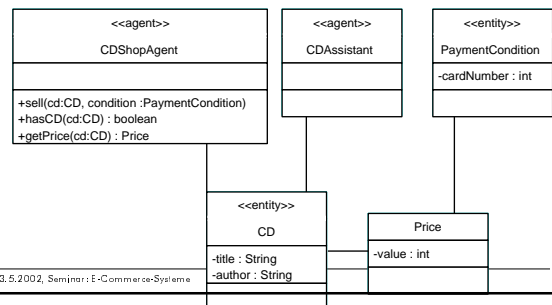
- Online-CD-Shop besitzt einen Shop-Agenten, der CD-Wünsche seiner Kunden verwaltet
- Services:
  - Gibt es eine bestimmte CD?
  - Wieviel kostet eine CD?
  - Kaufe bestimmte CD
- Der menschliche Kunde benutzt einen CD-Assistant Agenten, der für ihn die Einkäufe erledigt
- Beispiel: Du hast 10 Euro Budget, besorge mir einen 80 Jahre Sampler mit Kim Wilde...

13.5.2002, Seminar: E-Commerce-Systeme

13

## UML-Diagramm: CD-Shop

AOSE



13.5.2002, Seminar: E-Commerce-Systeme

14

## Pro und Contra

AOSE

- Vorteile von Standard-UML
  - Allgemein verständlicher und akzeptierter Standard
  - Tool-Unterstützung möglich
- Nachteile
  - Geringe Ausdrucksstärke
  - Abbildung von Services auf Methoden ungenau
  - Interaktionsmodellierung schwierig
  - keine Modellierung von Zielen eines Agenten
- Der Trend scheint in Richtung UML-Erweiterung zu gehen, aber...
  - noch keine einheitliche Linie
  - Verfahren noch nicht ausgereift

13.5.2002, Seminar: E-Commerce-Systeme

15

## MESSAGE/UML

AOSE

- MESSAGE (Methodology for Engineering Systems of Software Agents) erweitert UML um agentenspezifische Objekte und Diagrammtypen
- basiert auf dem UML-Metamodell
- Hinzufügen agentenspezifischer Entitäten
  - Concrete Entities
  - Activities
  - Mental State Entities
- Definition verschiedener Sichten auf das System und zugehöriger Diagramme

13.5.2002, Seminar: E-Commerce-Systeme

16

## Concrete Entities in MESSAGE

AOSE

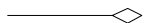

- Agenten
  - Autonome Einheit, die eine bestimmte definierte Aufgabe erfüllt
- Rollen
  - Die äußeren Eigenschaften eines Agenten in einem bestimmten Kontext
- Organisationen
  - Gruppe von Agenten und Ressourcen, die eine einheitliche Aufgabe erfüllen
- Ressourcen
  - Externe Programme oder Datenbanken, die von Agenten genutzt werden

13.5.2002, Seminar: E-Commerce-Systeme

17

## Organisations-Diagramme

AOSE

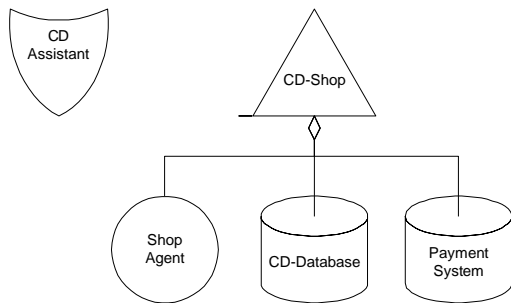
- Zwei Typen von Diagrammen
  - Structural Relationship Diagrams
  - Acquaintance Relationship Diagrams
- Basierend auf UML-Klassendiagrammen
- Aggregation
  - Agent gehört zu Organisation 
- Acquaintance
  - Agenten arbeiten zusammen 
  - Acquaintance-Beziehung führt i.A. zu einer Interaktion

13.5.2002, Seminar: E-Commerce-Systeme

18

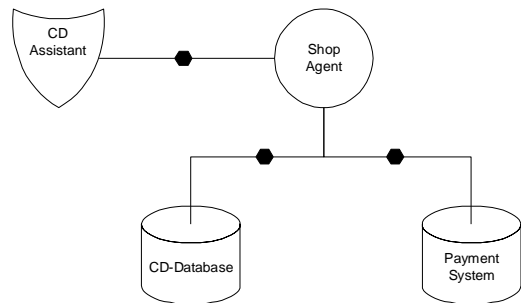
### CD-Shop in MESSAGE (I)

AOSE



### CD-Shop in MESSAGE (II)

AOSE



### Interaktionen

AOSE

- Kommunikation ist einer der zentralen Aspekte in einem Multiagentensystem
- High-Level-Sicht auf Interaktionen
  - Interaktionen werden anhand der Teilnehmer und der ausgetauschten Dateneinheiten modelliert
  - Beispiele: MESSAGE, Gaia
- Detailliertere Sicht auf Interaktionen
  - Betrachten den expliziten Nachrichtenaustausch und Timingaspekte
  - Beispiel: Agent UML (AUML)

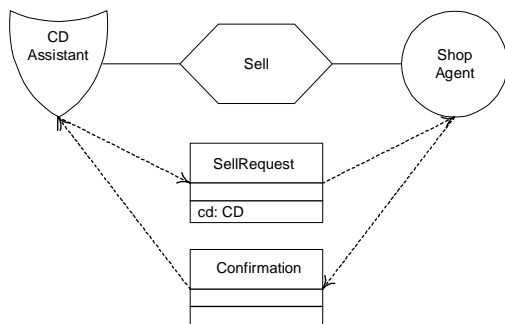
### Interaktionen in MESSAGE

AOSE

- Interaktion
  - Informationsaustausch zwischen zwei oder mehr Kommunikationspartner
- Informationseinheit
  - Ein Stück Information, daß bei einer Interaktion ausgetauscht wird
- Teilnahmebeziehung
  - Ungerichtete Kante gibt an, daß ein Agent an einer Interaktion teilnimmt
- Datenflußbeziehung
  - Gibt die Richtung des Informationsaustausches an

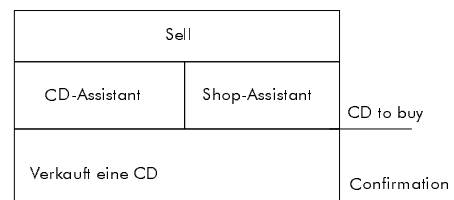
### Beispiel: Interaktion in MESSAGE

AOSE



### Beispiel: Interaktion in Gaia

AOSE



## Detailliertere Sicht auf Interaktionen

AOSE

- Die Highlevel-Darstellungen von Interaktionen
  - erlauben eine übersichtliche Darstellung der notwendigen Interaktionsvorgänge
- Es fehlen:
  - Die Abfolge des Nachrichtenaustausches
  - Bedingungen, Kausalitäten
  - Ausnahmebehandlung
- Designmöglichkeiten
  - UML-Sequenz-Diagramme (AUML)
  - UML-Aktivitätsdiagramme
  - Endliche Automaten (MaSE)

13.5.2002, Seminar: E-Commerce-Systeme

25

## AUML

AOSE

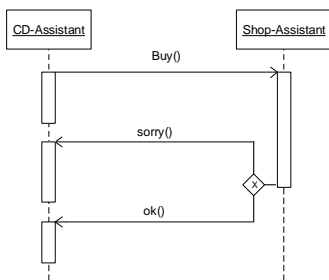
- AUML (Agent UML) erweitert UML-Sequenz-Diagramme
- Standard der FIPA (löst UAML ab)
- Agenten haben horizontale Lebenslinien
- Pfeile stellen asynchronen Nachrichtenaustausch dar
- Verzweigungen mittels „und“- bzw. „oder“-Verknüpfungen
- Erzeugen neuer Agentenexemplare möglich
- Multiplizitäten ermöglichen Multicast von Nachrichten

13.5.2002, Seminar: E-Commerce-Systeme

26

## AUML-Beispiel

AOSE



13.5.2002, Seminar: E-Commerce-Systeme

27

## Kommunikation zwischen Agenten

AOSE

- Special Propose Protokolle
  - hohe Flexibilität
  - hoher Implementierungsaufwand
  - keine Interoperabilität
- Standardisierte Nachrichten
  - Communicative Acts
  - Bedeutung bestimmter Nachrichten ist vordefiniert
- Kommunikationsabläufe
  - Interaktionspattern
  - Beispiel: Standardisierter Verhandlungsablauf

13.5.2002, Seminar: E-Commerce-Systeme

28

## Communicative Acts

AOSE

- Angelehnt an Speech Acts (Sprechakttheorie)
- Ursprünglich sprachwissenschaftliche bzw. sprachphilosophische Bedeutung
- Grundidee:
  - Nachricht übermittelt nicht nur Information, sondern verfolgt bestimmte Intention
  - Die Intention einer Nachricht ist kontextabhängig

13.5.2002, Seminar: E-Commerce-Systeme

29

## FIPA Communicative Acts

AOSE

- FIPA: Foundation for Intelligent Physical Agents
- Die FIPA standardisiert verschiedene Standard-Nachrichten
- Diese Nachrichten werden in FIPA ACL (Agent Communication Language) beschrieben
- Agenten greifen bei Bedarf auf diese Nachrichtentypen zurück
- Beispiele: Propose, Request, Inform...

13.5.2002, Seminar: E-Commerce-Systeme

30

## FIPA Request Communicative Act

AOSE

- Request: Ein Agent fordert einen anderen Agenten zu einer bestimmten Handlung auf
- Die Sprache der Aufforderung ist nicht vorgeschrieben, muß dem Empfänger aber mitgeteilt werden

```
(request
  :sender (agent-identifier :name i)
  :receiver (set (agent-identifier :name j))
  :content
    "open \"db.txt\" for input"
  :language vb)
```

## Interaktionspattern

AOSE

- Design-Pattern in der OO-Welt
  - (nach Gamma, et al): Universelle Problemlösungen auf Klassenebene
  - Auch hier „Das Rad nicht neu erfinden“ ...
- Interaktionspattern in der Agentenwelt
  - Wiederkehrende Kommunikationsabläufe
  - Verknüpfung mehrerer Communicative Acts
- Idee (u.a. der FIPA)
  - Standardisierung dieser Kommunikation
  - Formale Beschreibung mit AUML

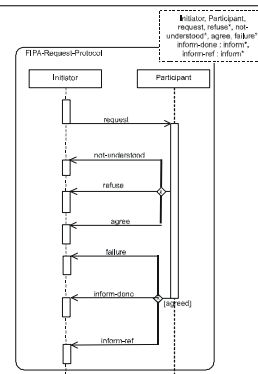
## FIPA-Interaktionspattern

AOSE

- Die FIPA stellt eine Sammlung von derzeit 10 Standardprotokollen zur Agentenkommunikation zur Verfügung
- Die Protokolle werden in AUML modelliert
- Ein Interaktionsprotokoll setzt sich aus mehreren Sprechakten zusammen
- Von Interaktionspattern werden Exemplare erzeugt, die das konkrete Kommunikationsprotokoll darstellen.

## FIPA Contract Net

AOSE



## Literatur

AOSE

- Software Agents: An Overview  
Nwana, 1996
- Agent-oriented Software Construction with UML  
Berenti, Poggi
- Agent Oriented Analysis using MESSAGE/UML  
Caire, et al, 2000
- Extending UML for Agents  
Odell, Parunak, Bauer, 2000
- FIPA-Spezifikationen  
<http://www.fipa.org>