



**I.A.T.** Institut  
Arbeitswissenschaft und  
Technologiemanagement  
Universität Stuttgart



**Fraunhofer** Institut  
Arbeitswirtschaft und  
Organisation

Micheal Vetter

# Ein Multiagentensystem zur Verhandlungsautomatisierung in elektronischen Märkten

Nr. 446

# Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis .....	13
Tabellenverzeichnis .....	15
Symbolverzeichnis .....	16
1 Einleitung .....	20
1.1 Ausgangssituation im Handel über das Internet .....	20
1.2 Problemstellung .....	20
2 Zielsetzung und Vorgehensweise .....	22
2.1 Zielsetzung .....	22
2.2 Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit .....	22
3 Stand der Wissenschaft und Technik .....	25
3.1 Verhandlungen in elektronischen Märkten .....	25
3.1.1 Elektronische Märkte .....	25
3.1.1.1 Marktbegriff .....	25
3.1.1.2 Definitionen und Architekturen elektronischer Märkte .....	26
3.1.1.3 Markttransaktionen und Electronic Commerce .....	27
3.1.2 Verhandlungen .....	29
3.1.2.1 Definitionen .....	29
3.1.2.2 Spieltheorie .....	30
3.1.2.3 Nutzenfunktionen .....	31
3.1.2.4 Verhandlungsprotokolle .....	32
3.1.2.5 Verhandlungsstrategie .....	35
3.2 Agenten .....	37
3.2.1 Definitionen .....	37
3.2.2 Klassifikation von Agentensystemen .....	37
3.2.3 Intelligente Agenten .....	38
3.2.4 Agenten-Architekturen .....	39
3.2.5 Agentenkommunikation .....	40
3.2.6 Modellierung von Agentensystemen .....	42
3.2.7 Implementierung von Agentensystemen .....	44
3.2.8 Agentenbasierte Anwendungen im Electronic Commerce .....	44
3.2.9 Agentenbasierte Verhandlungen .....	45
3.2.9.1 Agentenumgebung und Anwendungsbereiche .....	45
3.2.9.2 Strategie und Taktik .....	46
3.2.10 Agentenbasierte elektronische Marktplätze .....	50
3.2.10.1 Darstellung der Systeme .....	50
3.2.10.2 Vergleich der Systeme .....	51
3.2.11 Defizite .....	54
4 Analyse der Anforderungen an Agentensysteme zur Verhandlungsautomatisierung .....	56
4.1 Allgemeine Anforderungen an agentenbasierte Verhandlungen .....	56
4.2 Anforderungen von Systembetreibern und Anwendern .....	56
4.3 Ergonomische Anforderungen .....	57
5 Lösungsansatz und Konzeption eines Multiagentensystems für Verhandlungen .....	58

5.1	Spezifische Anforderungen an das Multiagentensystem .....	58
5.2	Lösungsansatz .....	59
5.3	Anwendungsfälle .....	60
5.4	Design-Ziele für die Verhandlungsmechanismen .....	61
6	Modellierung eines Multiagentensystems für Verhandlungen .....	64
6.1	Vorgehensweise zur Modellierung .....	64
6.2	Entwurf von Modellen für das Agentensystem .....	65
6.2.1	Rollenmodell für das Verhandlungssystem .....	65
6.2.2	Interaktionsmodell für Verhandlungsagenten .....	67
6.2.3	Ontologiediagramm für Verhandlungsagenten .....	69
6.2.4	Agentenmodell für Verhandlungen .....	71
6.2.5	Dienstemodell der Verhandlungsagenten .....	72
6.2.6	Bekanntschaftsmodell für Verhandlungsagenten .....	73
6.2.7	AUML-Protokolldiagramm für Verhandlungen .....	74
6.2.8	Sequenzdiagramm zum Verhandlungsprotokoll .....	75
6.2.9	Zustandsdiagramme für Agenten und Verhandlungen .....	77
7	Entwurf von Algorithmen und Strategien für Verhandlungsagenten .....	79
7.1	Einführung .....	79
7.2	Verhandlungsaktivitäten .....	79
7.3	Angebotsbewertung mit Nutzenfunktionen .....	81
7.3.1	Allgemeines .....	81
7.3.2	Diskret monotone Nutzenfunktionen .....	83
7.3.2.1	Intervalle .....	83
7.3.2.2	Diskret monoton steigende Nutzenfunktionen .....	83
7.3.2.3	Diskret monoton fallende Nutzenfunktionen .....	86
7.3.3	Diskret nichtmonotone Nutzenfunktionen .....	88
7.3.4	Nutzenfunktionen der Verhandlungspartner .....	88
7.4	Angebotsgenerierung .....	90
7.4.1	Vorgehensweise .....	90
7.4.2	Zielnutzen bestimmen .....	90
7.4.3	Taktiken zur Bestimmung des Gesamtnutzens .....	91
7.4.3.1	Taktikfamilien .....	91
7.4.3.2	Zeitabhängige Taktiken .....	91
7.4.3.3	Ressourcenabhängige Taktiken .....	92
7.4.3.4	Verhaltensabhängige Taktiken .....	94
7.4.4	Gesamtnutzen auf die einzelnen Attribute verteilen .....	95
7.4.4.1	Entgegenkommen .....	95
7.4.4.2	Mehrstufige Berechnung des Entgegenkommens .....	96
7.4.4.3	Relatives Entgegenkommen bestimmen .....	97
7.4.4.4	Absolutes Entgegenkommen bestimmen .....	99
7.4.5	Attributnutzen auf erlaubten Attributwert abbilden .....	102
7.4.5.1	Fallunterscheidung .....	102
7.4.5.2	Bestimmung eines Attributwerts anhand einer diskret monotonen Nutzenfunktion .....	103
7.4.5.3	Bestimmung eines Attributwerts anhand einer diskret nichtmonotonen Nutzenfunktion .....	104

7.4.6	Potenzielles Angebot prüfen.....	105
7.5	Entscheidung über Verhandlungsende.....	105
7.5.1	Vorgehensweise.....	105
7.5.2	Einteilung des Gesamtnutzenbereichs.....	106
7.5.3	Entscheidung auf Basis der Taktikfunktionen.....	106
7.5.4	Mehrere Vertragsabschlüsse.....	108
7.5.5	Abbruchkriterien.....	108
7.6	Komplexität.....	109
7.7	Neuerungen.....	110
8	Realisierung des Agentensystems.....	112
8.1	Prototyp.....	112
8.2	Agenten-Software.....	112
8.2.1	Technologien und Systemarchitektur zur Integration des Agentensystems in elektronische Märkte.....	112
8.2.2	Implementierung und Steuerung der verhandelnden Agenten.....	114
8.2.3	Leistungsbetrachtung.....	114
9	Evaluierung durch Simulation von Agentenverhandlungen.....	116
9.1	Einführung.....	116
9.2	Simulations-Software.....	116
9.3	Simulationsexperimente.....	119
9.3.1	Entwurfsprinzipien und Ziele.....	119
9.3.2	Standardparameter für die Untersuchungen.....	120
9.3.3	Untersuchung zur Verteilung des Gesamtnutzens auf Attribute.....	121
9.3.4	Untersuchung zum minimal akzeptablen Nutzen.....	122
9.3.5	Untersuchung zur Risikobereitschaft.....	123
9.3.6	Untersuchung der Kombination von zwei Taktiken.....	124
9.3.7	Untersuchung der Kombination von allen Ressourcentaktiken.....	125
9.3.8	Fazit.....	126
10	Integration des Agentensystems in E-Commerce-Anwendungen.....	127
10.1	Einführung.....	127
10.2	Katalogbasierte, automatisierte Auktionen zwischen kleinen Unternehmen.....	127
10.3	Auktionen von Pauschalreisen.....	128
10.4	Verhandlungen über Werbeanzeigen in Medien.....	129
10.5	Digitale Container für den Verkauf von Photographien.....	131
10.6	Bewertung des Agentensystems.....	132
11	Zusammenfassung und Ausblick.....	134
11.1	Zusammenfassung.....	134
11.2	Ausblick.....	136
	Summary.....	137
	Literaturverzeichnis.....	139