Xpert.press

Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

Die Reihe **Xpert.press** des Springer-Verlags vermittelt Professionals in den Bereichen Betriebs- und Informationssysteme, Software Engineering und Programmiersprachen aktuell und kompetent relevantes Fachwissen über Technologien und Produkte zur Entwicklung und Anwendung moderner Informationstechnologien.

Dr. Torsten Eymann

ist wissenschaftlicher Assistent am Institut für Informatik und Gesellschaft, Abteilung Telematik, der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg. Seine Forschung beschäftigt sich mit dem Einsatz von Software-Agenten im Digitalen Wirtschaften, Automatisierten Verhandlungsverfahren und Konzepten der ökonomischen Selbstorganisation in vernetzten Informationssystemen. Nach dem Studium der Wirtschaftsinformatik an der Berufsakademie Schleswig-Holstein und der Universität Mannheim promovierte er 2000 an der Universität Freiburg und erhielt den Dissertationspreis 2001 der Alcatel SEL Stiftung für Kommunikationsforschung. Zusammen mit Diebold Deutschland TIMELabs und Living Systems AG erstellte er die Technologiestudie „Digital Business Agents“ (2001). Zu Forschungsaufenthalten besuchte er British Telecom Labs in England (2000) und Hitachi System Development Labs in Japan (2002/03).

Torsten Eymann

Digitale Geschäftsagenten

Softwareagenten im Einsatz

Springer

Torsten Eymann
Institut für Informatik und Gesellschaft
Abteilung Telematik
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
79085 Freiburg
e-mail: eymann@iig.uni-freiburg.de

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.ddb.de abrufbar.

Additional material to this book can be downloaded from http://extras.springer.com.

ISBN 978-3-642-62884-9 ISBN 978-3-642-55622-7 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-642-55622-7

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Der Springer-Verlag ist nicht Urheber der Daten und Programme. Weder der Springer-Verlag noch der Autor übernehmen Haftung für die CD-ROM und das Buch, einschließlich Ihrer Qualität, Handels- und Anwendungseignung. In keinem Fall übernehmen der Springer-Verlag oder der Autor Haftung für direkte, indirekte, zufällige oder Folgeschäden, die sich aus der Nutzung der CD-ROM oder des Buches ergeben.

http://www.springer.de

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2003
Originally published by Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York in 2003
Softcover reprint of the hardcover 1st edition 2003

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften. Text und Abbildungen wurden mit größter Sorgfalt erarbeitet. Verlag und Autor können jedoch für eventuell verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernehmen.

Satz: Daten des Autors
Herstellung: LE-TeX Jelonek, Schmidt & Vöckler GbR, Leipzig
Umschlaggestaltung: KünkelLopka Werbeagentur, Heidelberg
Gedruckt auf säurefreiem Papier SPIN 10888905 - 33/3142YL - 5 4 3 2 1 0

Vorwort

Die Technologie der Software-Agenten entzündet seit fast 10 Jahren die Phantasie der Informatiker und derjenigen, die sich mit Anwendungen für Informationstechnologien beschäftigen. Es überrascht daher nicht, dass betriebswirtschaftliche Anwendungen an erster Stelle der Interessen und Bemühungen stehen.

Tatsächlich ist die Spanne der Agenten-Projekte weit gefasst. Mensch-Maschine-Interaktion, Informationsfilterung, soziologische und organisatorische Betrachtungen sind hier genauso zu finden wie technische Realisierungen von mobilen Objekten, Fertigungs- oder Workflowsystemen. Je nach Einsatzgebiet wird der Agentenbegriff unterschiedlich verstanden und vermittelt. In diesem Buch wird von einer Sichtweise ausgegangen, die Agenten als spezielle Ausprägung von Softwaretechnologie begreift.

Mit der Spezialisierung der Endgeräte und deren Anschluss an das Internet entsteht die Möglichkeit zur spontanen Vernetzung. Eine Vielzahl mobiler Endgeräte übernimmt die Aufgaben der zentralen Universalmaschine Personal Computer, wobei eine drahtlose Vernetzung überdies eine spontane Kooperation erlaubt. Diese Vernetzung betrifft nicht nur die Hardware, sondern wird auch Hardware-Software-Kombinationen miteinander in Verbindung bringen. Auf dieser technischen Entwicklung werden Digitale Geschäftsagenten (DGAs) aufsetzen.

DGAs sind personalisierte Software-Objekte, die autonom im Auftrag ihres Benutzers wirtschaftliche Handlungen unterstützen oder selbständig durchführen. DGAs werden menschlichen Käufern und Verkäufern auf elektronischen Märkten assistieren, sie werden die Märkte überwachen, nach Informationen und günstigen Gelegenheiten suchen und aktiv Handel betreiben. Wirtschaftliches Handeln ist damit von jedem Ort der Welt und zu jeder Tageszeit möglich. Damit vereinfachen sie ökonomische Transaktionen über das Internet und senken Transaktionskosten, erlauben, schnell und flexibel auf veränderte Marktbedingungen zu reagieren, ermöglichen neue Geschäftsmodelle im digitalen Wirtschaften und erschaffen

neue Arbeits-, Markt- und Organisationsformen. Die technische Infrastruktur für ihren Einsatz ist heute bereits vorhanden.

Das Thema des Buches wurzelt in zwei vollkommen unterschiedlichen wissenschaftlichen Disziplinen, den Wirtschaftswissenschaften und der Informatik. Über die Jahre haben sowohl Informatiker als auch Ökonomen mit mir über mein Verständnis von Software-Agenten diskutiert. Viele Anregungen haben Eingang in die Implementation gefunden und die technischen Grundlagen verbessert; andere haben den Forschungsschwerpunkt kommentiert und mich die Fragestellung fokussierter darstellen lassen.

Meinem akademischen Lehrer, Günter Müller, schulde ich viel Dank für die fachliche Begleitung und Unterstützung in der gemeinsamen Forschung. Über die Jahre haben einige Kollegen mit mir an der Universität Freiburg die Software-Agenten erforscht, denen ich ebenfalls für ihre Unterstützung danken möchte, so Detlef Schoder und Boris Padovan. Das Gebiet der Software-Agenten beginnt jedoch gerade erst interessant zu werden; mit eigenen Forschungsfragen tragen derzeit Stefan Sackmann, Ingo Pippow, Norbert Nopper und Michael Reinicke zur Weiterentwicklung sowohl der Technologieplattform B2B-OS als auch zum wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn bei.

Klaus Dorer, Christian Dannegger und Clemens Fritschi von Living Systems AG, Donaueschingen, danke ich für die Einwilligung zur Weitergabe von LARS Community Edition in diesem Buch sowie für ihre technische Unterstützung. Kai Ruhl danke ich für die Erlaubnis, die Bibliothek COAT zu benutzen, Torsten Layda für den OrderMatcher aus dem Programmierwettbewerb DesignFest der Konferenz OOPSLA 2000.

Dorothee Dersch, Claudia Bernard und Isaac van Deelen von Diebold Deutschland GmbH, Eschborn, haben mir als Erste die Möglichkeit gegeben, in der Technologiestudie „Digital Business Agents“ das Thema einer interessierten Öffentlichkeit in den Unternehmen darzustellen.

Die Zuerkennung des Dissertationspreises 2001 der Alcatel SEL Stiftung für Kommunikationsforschung, bei deren Kuratorium ich mich bedanke, hat mich motiviert, meine Dissertation noch einmal zu überprüfen, mit Beispielen, Programmierverfahren und Java-Code anzureichern und daraus das vorliegende Buch zu erstellen.

B2B-OS ist das Ergebnis vieler Bemühungen auch von Studierenden der Telematik der Universität Freiburg. Sie haben im Rahmen von Haus-, Seminar- oder Diplomarbeiten trotz einer unvollständigen Dokumentation teilweise erstaunliche Ergebnisse zustande gebracht. Thomas Albrecht, Kai Lessmann und Stefan Avram, die

jeweils die erste (1998), zweite (1999) und dritte Version (2001) der Software grundlegend gestaltet haben, verdienen dabei besonderen Respekt.

Ein besonderer Dank gebührt schließlich meiner Frau Stephanie, die mich angespornt hat und mir vielfältige Unterstützung und Motivation zukommen lässt.

Dem Leser wünsche ich Neugierde, Experimentier- und Wissensfreude und die notwendige Toleranz für den Umgang mit fremder Software.

Freiburg, im August 2002 Torsten Eymann

Inhaltsverzeichnis

Vorwort ..... **V**

Inhaltsverzeichnis ..... **IX**

1 Software-Agenten im digitalen Wirtschaften **1**

1.1 Ziel des Buches 1

1.2 Visionen des digitalen Wirtschaftens 2

1.3 Fehlentwicklungen in elektronischen Marktplätzen 10

1.4 Aufbau des Buches 15

2 Grundlagen der Software-Agenten **17**

2.1 Die Entwicklungsgeschichte der Software-Agenten 17
2.1.1 Was sind Software-Agenten? 19
2.1.2 Einsatz von Software-Agenten im Digitalen Wirtschaften 24

2.2 Technische Komponenten eines Software-Agenten 28
2.2.1 Bausteine zur Eingabe, Verarbeitung und Ausgabe 29
2.2.2 Das interne Modell 30

2.3 Mehragentensysteme 35
2.3.1 Ein Schichtenmodell zur Beschreibung von Mehragentensystemen 36
2.3.2 Koordination in Mehragentensystemen 38
2.3.3 Koordination durch verteiltes Problemlösen 41

2.4 Multi-Agenten-Systeme 49
2.4.1 Unterschiede zu DPS 49
2.4.2 Unterschiede zu zentralen Planungssystemen 53

2.5 Kommunikation zwischen Agenten 56
2.5.1 Broadcast-Kommunikation 56
2.5.2 Blackboardsysteme 56
2.5.3 Direkte Kommunikation 57
2.5.4 Federated Systems 58
2.5.5 Kommunikationssprachen 59

2.6 Kooperation durch automatisierte Verhandlungsverfahren 61
2.6.1 Verhandlungsarten 62
2.6.2 Die Verhandlungsobjekte 64
2.6.3 Das Ziel der Agenten 66
2.6.4 Ansätze für Verhandlungsstrategien 67

2.7 MAS in der Praxis 78
2.7.1 Grundsätzliche Einsatzfelder 81
2.7.2 Branchenspezifische Realisierungen 84

3 Koordination und Markt 109

3.1 Der Markt als dynamischer Koordinationsmechanismus 111
3.1.1 Das Koordinationsproblem elektronischer Marktplätze 114
3.1.2 Formale Beschreibung des Koordinationsproblems 118
3.1.3 Anforderungen an den Koordinationsmechanismus 122
3.1.4 Spieltheoretische Konzepte 125

3.2 Der Markt als Arbitrationsverfahren 130

3.3 Der Markt als dezentraler Koordinationsmechanismus 137
3.3.1 Der Walras'sche Auktionator und Market-Oriented Programming 138
3.3.2 Der Ansatz der „Agoric Open Systems" 144
3.3.3 Auktionsverfahren 147
3.3.4 Konsequenzen für den Einsatz von Auktionsverfahren 150

3.4 Koordination durch marktliche Selbstorganisation 154
3.4.1 Die Katallaxie als Erklärungsmodell 157
3.4.2 Selbstorganisatorische Koordination für offene Märkte 162

4 Das Multi-Agenten-System B2B-OS 165

4.1 B2B-OS zwischen Ökonomie und Technologie 165

4.2 Referenzszenario der Koordination einer Wertschöpfungskette 167
4.2.1 Ein Wertschöpfungsprozess der Möbelherstellung 168
4.2.2 Agentenbasierte Modellierung des Wertschöpfungsprozesses 170

4.3 Installation der mitgelieferten Software 173

4.4 Softwarearchitektur eines agentenbasierten Marktes 175

4.5 Strukturierung der Datentypen 177

4.6 Grundlegende Konzepte und Softwareklassen 178
4.6.1 Kommunikation zwischen LARS-Agenten 178
4.6.2 Initialisierung von LARS-Agenten über Konfigurationsdateien 180
4.6.3 Starten der B2B-OS – Agenten und Auswahl von Marktplatzvarianten 181

4.7 Klassen und Methoden der Softwareagenten 183
4.7.1 Das Paket de.uni_freiburg.iig.b2bos 183
4.7.2 Die Klasse BAgentTemplate.java 184
4.7.3 Die Klasse BAgent.java 187
4.7.4 Die Klasse BHolding.java 191
4.7.5 Unterstützende Klassen zur Ablaufsteuerung 199
4.7.6 Marktplatz-Intermediäre 202

4.8 Das Verhandlungsprotokoll 215

4.9 Klassen und Methoden der Buchhaltung 220

4.10 Klassen und Methoden der Verhandlungsstrategie 222
4.10.1 Das Paket b2bos.strategy 222
4.10.2 Die Klasse zeroIntelligence.java als Beispiel einer Strategierealisierung 224

4.11 Kooperation, Interaktion und Verhandlungen 227
4.11.1 Das Paket b2bos.negotiation 227
4.11.2 Definition der Güter 228
4.11.3 Definition der Zielbildung der Agenten 230

4.11.4 Definition einer heuristischen Verhandlungsstrategie ... 230

4.12 Klassen und Methoden für Lernverfahren ... 243
4.12.1 Das Paket b2bos.learning ... 243
4.12.2 Das Paket b2bos.learning.stdea ... 244
4.12.3 Darstellung der Gene und des Genotyps ... 245
4.12.4 Messung und Weitergabe von Fitness-Informationen ... 248

4.13 Klassen und Methoden des Marktplatzes ... 253
4.13.1 Bildung und Adressierung von Gruppen ... 253
4.13.2 Bildung und Adressierung von Diensten (Services) ... 257

4.14 Datentypen und Methoden der Experimentsteuerung ... 258
4.14.1 Datenerfassung und -anzeige ... 258
4.14.2 Zeitnahme ... 262

4.15 Unterstützende Klassen und Methoden ... 263

4.16 Ausgewählte Experimente ... 264
4.16.1 Gleiche Agenten ... 265
4.16.2 Geringe Konzessionsbereitschaft ... 268
4.16.3 Unterschiedliche Konzessionsbereitschaft ... 270

5 Die Zukunft agentenbasierter Informationssysteme ... 273

5.1 Konsequenzen für Ökonomie und Informatik ... 275

5.2 Katallaktische Informationssysteme ... 278
5.2.1 Herausforderungen an den praktischen Einsatz von MAS ... 280
5.2.2 Zukünftiger Einsatz von MAS im digitalen Wirtschaften ... 283

5.3 Anforderungen an die Unternehmen ... 286

5.4 Anforderungen an die Organisationsentwicklung ... 287

5.5 Anforderungen an das Projektmanagement ... 292

5.6 Anforderungen an die Softwareentwicklung ... 296
5.6.1 Fehlerquellen im Projektmanagement ... 297
5.6.2 Fehlerquellen in der Softwareentwicklung ... 299

5.6.3 Fehlerquellen der Entwicklung einzelner Software-Agenten 301
5.6.4 Fehlerquellen der Entwicklung von Agentensystemen 302

5.7 Sind Agenten eine positive Technologie? 303

Literatur 307

Stichwortverzeichnis 325