

Seminararbeit

Agenten im E-Business

Andreas Bühmann
andreas.buehmann@web.de

Januar 2002

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	2
2	Was ist ein Agent?	2
2.1	Ein schwacher Agentenbegriff	2
2.2	Ein stärkerer Agentenbegriff	2
2.3	Weitere Eigenschaften von Agenten	3
3	Anwendungsgebiete im E-Business	3
3.1	E-Commerce	3
3.1.1	Erkennen eines Bedürfnisses	5
3.1.2	Auswahl von Produkten	5
3.1.3	Auswahl von Anbietern	6
3.1.4	Verhandlung	6
3.2	M-Business	7
3.2.1	Stand der Technik	7
3.2.2	Ein M-Business-Framework aus mobilen Agenten	7
3.2.3	Vorteile des Frameworks	10
3.3	Informationsfilterung	10
3.3.1	Personal Information Agent	11
3.4	Workflow-Management	12
3.4.1	Agentenbasierte Workflows	12
4	Fazit	13

1 Einleitung

Wäre es nicht schön, wenn Computer uns nicht mehr nur insofern unterstützten, dass sie uns viele Dinge schneller und einfacher erledigen lassen, sondern sogar selbständig für uns arbeiten, auch einmal die Initiative ergreifen und sich unseren Wünschen anpassen könnten? Eine Wunschvorstellung, in deren Richtung der Begriff des Agenten weist. Wenn man weiter phantasiert, könnten solche Agenten sogar irgendwann das wirtschaftliche Treiben völlig verändern; inwieweit dies Realität werden wird, ist unklar. Klar ist, dass seit vielen Jahren unter dem Schlagwort E-Business Computersysteme mehr und mehr Aufgaben in Unternehmen übernehmen und dass auch der Begriff des Agenten schon seit geraumer Zeit kursiert. Wir werden deshalb an einigen Beispielen betrachten, welche Ansätze heute für den Einsatz von Agenten im E-Business bestehen; vorher beleuchten wir jedoch, was sich eigentlich hinter dem Begriff „Agent“ verbirgt.

2 Was ist ein Agent?

Eine knappe und exakte Definition des Begriffs des Agenten im Kontext der Informatik oder künstlichen Intelligenz zu geben, ist schwer, wenn nicht gar unmöglich. Nwana und Ndumu (1998) sehen in einem Agenten eine Software- oder Hardwarekomponente, die in anspruchsvoller Art und Weise handeln kann, um Aufgaben im Sinne ihres Benutzers zu erfüllen. Woolridge und Jennings (1995) unterscheiden zwei verschieden starke Agentenbegriffe, an die wir uns hier anlehnen wollen.

2.1 Ein schwacher Agentenbegriff

Der Begriff Agent bezeichnet im landläufigen Sinn ein Computersystem oder eine Software-Komponente mit folgenden Eigenschaften:

Autonomie: Agenten haben in gewisser Weise Kontrolle über ihre Aktionen und ihren inneren Zustand, und Menschen oder andere Systeme brauchen nur wenig in ihre Arbeit einzugreifen.

Sozialfähigkeit: Agenten kommunizieren untereinander (oder auch mit Menschen) mit Hilfe einer geeigneten Sprache.

Reaktionsfähigkeit: Ihre Umwelt wird von Agenten wahrgenommen. Auf Veränderungen können sie zeitnah und in angebrachter Weise reagieren.

Proaktivität: Zusätzlich zu reaktivem Verhalten zeichnet Agenten aus, dass sie in der Lage sind, die Initiative zu ergreifen. Sie können somit den ersten Schritt in der Interaktion mit ihrer Umwelt machen, um Ziele zu erreichen.

2.2 Ein stärkerer Agentenbegriff

Vor allem für Forscher im Umfeld der künstlichen Intelligenz hat der Begriff des Agenten eine strengere Bedeutung. Wichtig ist neben allen oben genannten Eigenschaften für sie, dass das betrachtete Computersystem mit Hilfe von Konzepten dargestellt wird, die normalerweise eher auf

Menschen angewandt werden. Solche Konzepte können beispielsweise Wissen, Glauben, Intention oder Verpflichtung sein. (Deshalb gibt man Agenten auch oft Namen, die bestimmte Personen/Rollen/Aufgabengebiete bezeichnen und benutzt Formulierungen wie „der Agent bewegt sich“, „er möchte etwas“ etc.)

2.3 Weitere Eigenschaften von Agenten

Es gibt noch weitere Eigenschaften, die Agenten von Zeit zu Zeit zugeschrieben werden. Auch in der folgenden Liste wird deutlich, dass man an Agenten gerne (vielleicht idealistische) menschliche Maßstäbe anlegt:

Mobilität: Agenten können sich in Netzwerken von Rechnern bewegen und ihre Ausführung auf anderen Knoten im Netz fortsetzen. Dieser Aspekt wird im Abschnitt 3.2 eine wichtige Rolle spielen, wo mobile Agenten helfen, mit der eingeschränkten Netzverbindung zu mobilen Endgeräten umzugehen.

Zielorientierung: Alles, was ein Agent tut, ist auf die Erreichung vorgegebener Ziele angelegt.

Lernen: Ein Agent sollte aus der Interaktion mit seiner Umgebung lernen können, so dass über längere Zeit seine Leistungsfähigkeit steigt.

Wahrheitsliebe: Normalerweise geht man davon aus, dass Agenten nicht wissentlich falsche Informationen an ihre Umwelt weitergeben.

Wohllwollen bezieht sich auf die Annahme, dass Agenten keine widersprüchlichen Ziele haben, und entsprechend immer das tun, was von ihnen verlangt wird (oder es zumindest versuchen).

Rationalität: Ein Agent führt zur Erreichung seiner Ziele notwendige Aktionen aus, wird sich aber nie so verhalten, dass das Erreichen dieser Ziele verhindert wird (natürlich nur in dem Maße, in dem er die Auswirkungen seiner Aktionen richtig einschätzen kann).

3 Anwendungsgebiete im E-Business

Unter den Anwendungsgebieten von Agenten im E-Business lassen sich zunächst diejenigen identifizieren, die den Teilbereich E-Commerce betreffen, also den Kaufprozess unterstützen. Aber auch außerhalb des E-Commerce lassen sich Agenten für die Bearbeitung von Aufgaben einsetzen, die in einer Unternehmung anfallen, beispielsweise zur Abwicklung von Workflows über mobile Geräte (Abschnitt 3.4) oder zur auf individuelle Bedürfnisse zugeschnittenen Informationsfilterung (Abschnitt 3.3). Ein auf Agenten basierendes Framework zur Entwicklung von M-Business-Lösungen wird in Abschnitt 3.2 vorgestellt.

3.1 E-Commerce

Obwohl man schon heutzutage viele Dinge via Internet kaufen kann, müssen dabei bestimmte zeitraubende Aufgaben manuell durchgeführt werden. Dies beginnt bei der Suche nach Anbietern und

Produkten und geht über die Interpretation der gefundenen Informationen und Entscheidungsfindung bis hin zur Eingabe von Kaufs- und Zahlungsinformationen. Der Einsatz von Agenten kann ein erster Schritt sein, diese Aktivitäten zu automatisieren.

Zur Betrachtung der möglichen Rollen von Agenten beschränken wir uns hier auf den Kaufprozess selbst. Weitere E-Commerce-Aufgaben, die für den Kunden nicht unmittelbar sichtbar sind, liegen beispielsweise im Bereich Supply Chain oder Customer Relationship Management. Ein einfaches Modell des Kaufprozesses besteht aus folgenden sechs Phasen (Maes u. a. 1999):

Erkennen eines Bedürfnisses: (warum?) Der (potentielle) Käufer wird sich eines unbefriedigten Bedürfnisses bewusst. Dieser Vorgang kann durch Werbung oder Produktinformationen beeinflusst werden.

Auswahl von Produkten: (was?) Der Käufer versorgt sich mit Informationen über verschiedene Produkte und trifft aufgrund seiner eigenen Bewertungsmaßstäbe eine Auswahl daraus.

Auswahl von Anbietern: (von wem?) Diese Produktinformationen werden mit Informationen über Anbieter kombiniert. Anhand seiner eigenen Qualitätsvorstellungen (beispielsweise über Preis, Garantieleistungen, Verfügbarkeit, Lieferzeit und Ruf des Anbieters) wählt der Kunde einen oder mehrere Anbieter aus, von denen er die gewünschten Produkte beziehen könnte.

Verhandlung: (zu welchen Bedingungen?) Der Käufer tritt in Verhandlungen mit den Anbietern über die Bedingungen eines Kaufes. Die Komplexität dieser Verhandlungen kann stark variieren: Im Einzel- oder Versandhandel liegen Preise und Versandkosten oft unveränderbar fest, beim Kauf eines Autos oder von Kunstgegenständen ist dagegen noch viel Raum für Verhandlungen.

Kauf und Lieferung: (los!) Der Kauf ist der erfolgreiche Abschluss der Verhandlungsphase; die Lieferung erfolgt eine gewisse Zeit später (beim Kauf von downloadbaren Informationen via Internet auch sofort).

Produktservice und Bewertung: (wie war es?) Diese Phase schließt auf der einen Seite Kundenservice und -betreuung des Anbieters und ein abschließendes Urteil über die Zufriedenheit des Kunden auf der anderen Seite ein.

Es sollte klar sein, dass in diesem Modell keine streng lineare Ordnung auf den Phasen bestehen kann, ein typischer Durchgang durch den Verkaufsprozess ist eher iterativer Natur: Misserfolge in den Phasen „Auswahl von Produkten“, „Auswahl von Anbietern“ oder „Verhandlungen“ machen Rückschritte in frühere Phasen erforderlich und beeinflussen die dort getroffenen Entscheidungen. Dennoch können wir an diesem einfachen Modell zeigen, wo Agenten am Kaufprozess teilnehmen können.

Ein autonomer Agent, ausgestattet mit den Verhaltensmustern und Präferenzen seines Benutzers, kann diesen vor allem in den ersten vier Phasen des Kaufprozesses ersetzen bzw. unterstützen: Er kann autonom Informationen sammeln und filtern (siehe auch Abschnitt 3.3), kann benutzerspezifische Bewertungen vornehmen und sogar Verhandlungen mit anderen Agenten führen (häufig im Rahmen von Auktionen).

3.1.1 Erkennen eines Bedürfnisses

Heutzutage können Agenten Bedürfnisse nur dann erkennen, wenn diese sich wiederholen oder vorhersagbar sind. Dennoch können sie auf diesem Gebiet durchaus nützlich sein. Man kann beispielsweise einen sogenannten Monitor als einfache Form eines Agenten betrachten, der über verschiedene Sensoren seine Umwelt (z. B. in Form eines Lagerbestandes) beobachtet und bei Eintreten bestimmter Ereignisse entsprechende Aktionen auslöst (wie die automatische Nachbestellung von Teilen, wenn der Lagerbestand eine Schranke unterschreitet). Ein weiteres Beispiel ist der sogenannte „Informationsservice“ von Amazon.de (<http://www.amazon.de/>), der unter anderem Produktempfehlungen anhand bisheriger Käufe (z.B. Neuerscheinungen der Lieblingsautoren von Kunden) bietet.

Ob Agenten irgendwann in der Lage sein werden, komplexere und einmalige Bedürfnisse von Einzelpersonen oder Unternehmungen zu erkennen, ist fraglich. Es bedarf wohl einer fortgeschrittenen Art von Intelligenz, wenn beispielsweise ein Agent aus der Beobachtung des Verhalten eines Menschen darauf schließt, welche arbeitserleichternden Werkzeuge nützlich wären und angeschafft werden könnten.

3.1.2 Auswahl von Produkten

Der Kunde weiß, dass er ein bestimmtes Bedürfnis befriedigen will und sucht nach einem passenden Produkt, indem er Informationen über verschiedene Produkte vergleicht. Diese Aufgabe kann durch Agenten erleichtert werden.

Ein Agent kann dem Menschen die Arbeit abnehmen, in verschiedensten Produktkatalogen zu suchen und geeignete Produkte zu finden. Er wendet sich selbständig an alle ihm bekannten Anbieter (in Zukunft könnte er vielleicht auch diese zunächst suchen), nachdem er weiß, was der Benutzer will. Eine Möglichkeit, um dies festzustellen, ist, dass der Kunde eine Liste von harten und weichen Constraints auf Produkteigenschaften spezifiziert und der Agent die gesammelten Informationen mit Hilfe von Constraint-Satisfaction-Methoden filtert (alle Produkte, die harten Constraints widersprechen, kommen nicht in Frage) und sortiert (die weichen Constraints definieren ein Optimierungsproblem). In diesem Zusammenhang kann auch der Aspekt Lernen eine Rolle spielen: Ein Agent könnte beispielsweise aus mehreren Durchläufen durch die Phase „Auswahl von Produkten“ gelernt haben, dass für seinen Benutzer bestimmte Produkteigenschaften generell einen hohen Stellenwert haben, und diese Information in folgende Bewertungen einbeziehen.

Andere Systeme stützen sich zur Empfehlung von Produkten auf das sogenannte Collaborative Filtering, das im Prinzip die in der Realität auftretende Mund-zu-Mund-Propaganda widerspiegelt. Aufgrund von ähnlichem Kaufverhalten oder ähnlicher Bewertung bestimmter Produkte werden andere Kunden bestimmt, die in diesem Sinne dem betrachteten Kunden ähnlich sind. Wenn man nun davon ausgeht, dass diese Ähnlichkeit auf einen ähnlichen Geschmack oder eine ähnliche Wertevorstellung der Kunden hindeutet, kann man dem einen Kunden Produkte vorschlagen, die der andere schon gekauft oder für gut befunden hat. Ein Beispiel dafür findet sich wieder auf Amazon.de: „Kunden, die dieses Buch gekauft haben, haben auch diese Bücher gekauft ...“.

Weitere Möglichkeiten, um die Produktauswahl zu realisieren, sind der Einsatz von einfachen Regelmengen oder von Techniken des Data Mining. Beim Data Mining versucht man, in aufge-

zeichneten Daten von schon abgelaufenen Kaufprozessen Muster für das Verhalten von Kunden zu finden, um so andere in Frage kommende Produkte vorschlagen zu können.

3.1.3 Auswahl von Anbietern

Ist die Wahl auf ein oder mehrere Produkte gefallen, kann ein Agent bei der Auswahl des günstigsten Anbieters helfen, indem er aus den Onlineangeboten einer Vielzahl von Anbietern die zugehörigen Preise und andere Informationen extrahiert und vergleicht. Wichtig ist dabei, die Qualität eines Angebotes wirklich nicht nur auf den Preis zu reduzieren, sondern auch Dinge wie Versandkosten, Service, Garantiezeiten etc. einzubeziehen. Laut Maes u. a. (1999) führte die Missachtung dieses Prinzips bei ersten Agentenprototypen, die sich über normale Webzugriffe ihre Informationen aus den Katalogen der Anbieter besorgten, vielfach zur Sperrung dieser Zugriffe, weil die Anbieter nicht nur über den Preis mit ihren Konkurrenten verglichen werden wollten.

Zur Zeit ist es noch sehr aufwendig, einen Agenten, der Produkte oder Anbieter auswählt, zum Zugriff auf verschiedene Onlineshops anzupassen. Die notwendige Anpassung wird von Hand für jeden neuen Shop durchgeführt (es müssen jeweils entsprechende Wrapper implementiert werden). In Zukunft könnten hier standardisierte XML-Produkt- und Leistungsbeschreibungen hilfreich sein. Außerdem kann es der Einsatz von mobilen Agenten ermöglichen, umfangreichere Auswertungen auf den Daten des Anbieters vorzunehmen, ohne die Netzbelastung allzusehr in die Höhe zu treiben (natürlich lohnt sich dies erst, wenn der Code des Agenten einen kleineren Umfang hat als die übertragenen Daten). Agenten sollen sich dabei von Shop zu Shop bewegen, um vor Ort das dortige Angebot zu bewerten. Dies erfordert allerdings eine standardisierte Schnittstelle zum Transfer und zur Ausführung von mobilen Agenten auf Seiten der Shopbetreiber. Hierbei sind natürlich Fragen der Sicherheit und der Kosten zu behandeln. (Es wird fremder Code ausgeführt; welche Zugriffsrechte hat er? Wieviele Ressourcen darf er verbrauchen? Was ist mit „Spionage-Agenten“ der Konkurrenz?)

3.1.4 Verhandlung

Ziel der Verhandlungsphase ist die gemeinsame Festlegung vor allem eines Preises, aber auch anderer Bedingungen durch den Anbieter und die Käufer. Solche Verhandlungen sind im Bereich B2B gang und gäbe, im Bereich B2C herrschen dagegen bis heute Festpreise vor. Dies ist vor allem im hohen Aufwand begründet, den Verhandlungen oder Auktionen mit sich bringen: Bei einer Auktion müssen sich viele Käufer an einem physikalischen Ort versammeln, um dann in einer zeit- und vielleicht auch nervenaufreibenden Verhandlung Preise zu bestimmen; viele Käufer haben dafür schlicht und ergreifend keine Zeit.

Bei Onlineverhandlungen sieht die Welt anders aus: Hier ist physikalische Nähe nicht mehr notwendig und auch die ständige Aufmerksamkeitszuwendung beim Abgeben von Geboten kann durch intelligente Agenten reduziert werden. Für Auktionen sind Marktplätze erforderlich, die die Rolle des Auktionators übernehmen und ein Bietprotokoll anbieten. Mobile Agenten können dann dort die Strategien ihrer Benutzer umsetzen, von einfacher Erhöhung des Gebots unterhalb eines gewählten Maximalpreises (z. B. Bietagenten bei ebay unter <http://www.ebay.de/>) bis zu anspruchsvollen Strategien, die das Bietverhalten der anderen Agenten einbeziehen.

3.2 M-Business

3.2.1 Stand der Technik

M-Commerce, oder allgemeiner M-Business, ist momentan ein gängiges Schlagwort und bezieht sich auf die Teilmenge des E-Business, die die Nutzung von entsprechenden Diensten über mobile Endgeräte wie Handys oder PDAs in den Mittelpunkt stellt.

Die meisten der heutigen M-Business-Lösungen beruhen auf dem Wireless Application Protocol (WAP), das heißt, spezielle Webseiten werden über einen im mobilen Endgerät eingebauten Minibrowser angesehen und benutzt. Hierbei treten jedoch einige Probleme auf:

- Viele mobile Geräte verfügen nur über sehr kleine Darstellungsflächen, so dass Benutzer schon zur Erfassung von kleineren Mengen von Informationen gezwungen sind, den dargestellten Inhalt zu scrollen, was unnötigen Zusatzaufwand bedeutet und die effiziente Aufnahme von Informationen einschränkt.
- Der Zugriff auf WAP-Seiten ist wegen der beschränkten Bandbreite der aktuellen Übertragungstechnologien sehr langsam.
- WAP-Seiten bieten heute im Vergleich zu herkömmlichen Webseiten nur primitive Benutzerschnittstellen. Auch wenn ein mobiles Gerät in der Lage ist, großzügigere graphische Schnittstellen darzustellen, werden diese Möglichkeiten aus Rücksicht auf weniger gut ausgestattete Geräte nicht ausgenutzt.
- Drahtlose Netzwerke, über die mobile Geräte verbunden sind, sind anfälliger für Übertragungsstörungen oder Verbindungsverlust als drahtgebundene Netzwerke. Ein Weiterarbeiten bei verlorener Verbindung wird heute nur selten unterstützt.

3.2.2 Ein M-Business-Framework aus mobilen Agenten

Obwohl die genannten Einschränkungen jedem Entwickler von M-Business-Lösungen bekannt sein sollten, werden dennoch immer noch dieselben Techniken und Methoden wie für Dienste im normalen WWW angewandt. Mihailescu und Binder (2001) schlagen deshalb ein neues Framework zur Entwicklung von M-Business-Diensten vor, das durch den Einsatz von mobilen Agenten der zugrundeliegenden Infrastruktur besser angepasst sein soll.

Das vorgeschlagene Framework besteht im wesentlichen aus drei Typen von Agenten:

Geräteagent: Der Geräteagent ist stationär auf dem mobilen Gerät eines bestimmten Benutzers untergebracht und ermöglicht ihm den Zugriff auf mobile Dienste.

Dienstagent: Dienstagenten werden von Dienst Anbietern erzeugt, um die Anfrage jeweils eines Kunden zu bearbeiten. Sie sind schwergewichtige Agenten, was ihre Funktionalität und Größe angeht, und operieren dementsprechend nur im drahtgebundenen Netz.

Bote: Im Gegensatz zu Dienstagenten sind Boten leichtgewichtig und werden zur Kommunikation vom Dienstagenten zum Geräteagenten geschickt. Dabei enthalten sie nur die aktuell für

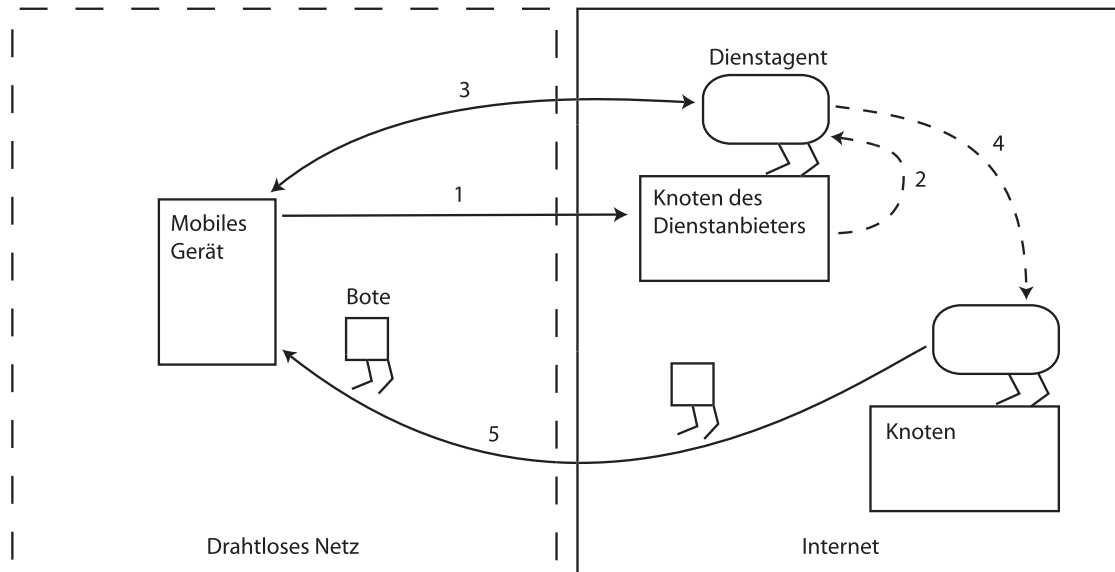


Abbildung 1: Typischer Ablauf im M-Business-Framework (nach Mihailescu und Binder (2001))

die nächsten Schritte der Bearbeitung der Benutzeranfrage benötigten Daten und Funktionalitäten. Beim Geräteagenten angekommen, können sie über ein XML-Protokoll Rücksprache mit ihrem Dienstagenten halten. Sie selbst bewegen sich danach nicht mehr, insbesondere kehren sie nicht wieder zum Dienstagenten zurück.

Voraussetzung für die drahtlose Nutzung eines Dienstes innerhalb dieses Frameworks ist die Installation eines Geräteagenten auf dem mobilen Gerät des Benutzers. Dieser Geräteagent verkörpert die Schnittstelle zum Benutzer und kümmert sich aus dessen Sicht vorrangig darum, über ein standardisiertes XML-Protokoll Dienste zu finden und auf diese zuzugreifen. Die interne Funktionalität des Geräteagenten ist umfangreicher und wie folgt auf vier Schichten verteilt:

Präsentation: Diese Schicht ist verantwortlich für die Darstellung einer drahtlosen Anwendung, die in einem Boten enthalten ist. Insbesondere bietet diese Schicht Dienste an, die helfen, Informationen an die Gewohnheiten oder Vorlieben des Benutzers und an die Möglichkeiten des Gerätes angepasst darzustellen, oder die von den Interaktionsmöglichkeiten des Benutzers mit dem Gerät (Touchscreen, Sprachauswahl, Tastenfeld eines Handys) abstrahieren.

Verhalten: Einen Lerneffekt zu realisieren, ist Aufgabe dieser Schicht, die sich aus zwei Teilen zusammensetzt: Speicherung und Entdeckung. Grob gesagt bedeutet dies, dass der Geräteagent das Verhalten des Benutzers beobachtet, um nach Entdeckung von Mustern in dessen Verhalten dem Benutzer wiederkehrende Aufgaben abzunehmen. Dies kann beispielsweise das täglich gleiche Ausfüllen bestimmter Felder in Dialogen sein.

Hilfsdienste: Zwei wesentliche Dienste, die auch von den Boten genutzt werden können, sind Persistenz und Kommunikation. Mit Hilfe des Persistenzdienstes können Informationen auf Sekundärspeicher gesichert werden, falls das Gerät ausgeschaltet werden sollte. Zum Beispiel kann der Geräteagent bei einem Netzwerkausfall einige Botenagenten zusammen mit

ihrem Zustand sichern, so dass der Benutzer die Möglichkeit hat, seine begonnene Arbeit später fortzusetzen. Der Kommunikationsdienst kapselt die Netzwerkverbindungen zum Dienstagenten, die Kommunikationsprotokolle sind so auch für den Boten transparent.

Sicherheit: Diese Schicht sichert zum einen die Kommunikationsverbindungen, zum anderen schützt sie das Gerät vor böswilligen oder beschädigten Botenagenten. Sie stellt für diese eine sichere Laufzeitumgebung bereit und kontrolliert den Zugriff auf die Ressourcen des Gerätes.

Auf Seiten der Dienstanbieter spielen die Dienstagenten die zentrale Rolle. Ein Dienstagent wird auf die Anfrage eines Benutzers hin erzeugt und ist von da an bis zu seiner Löschung nur für die Anfrage dieses Benutzers zuständig; er repräsentiert also eine Sitzung des Benutzers im Sinne der Sitzungsverwaltung bei Webanwendungen. Die Dienstagenten sind mobil, sie können sich zur Bearbeitung einer Aufgabe auf andere Knoten im Netz verschieben, um dort lokale Informationen zu verarbeiten. In Kontakt mit dem Benutzer treten Dienstagenten mit Hilfe von Boten, die an den Dienstagenten des Benutzers geschickt werden.

Die Boten sind eingeschränkt mobil, sie können den Weg vom Dienstagent zum Geräteagent nur einmal in dieser Richtung beschreiten. Auf diesem Weg nimmt ein Bote zwei Dinge mit sich:

- Informationen, die dem Benutzer dargestellt werden sollen (Zustand des Agenten)
- Geschäftslogik, wie mit dieser Information und der Reaktion des Benutzers darauf verfahren werden soll (Code des Agenten)

Eine Rückkehr des Boten zum Dienstagenten ist nicht nötig, da er nur Funktionalität enthält, die für die Bearbeitung der Benutzereingaben gebraucht wird. Reine Ergebnisdaten können über die Kommunikationsschnittstelle an den Dienstagenten zurückgeliefert werden.

Alleine können die Boten nicht in Interaktion mit dem Benutzer treten, dafür müssen sie sich an die oben genannten Dienste des Geräteagenten wenden. Dadurch sind sie jedoch unabhängig von den Eigenheiten des benutzten Gerätes.

Ein einzelner Bote muss keineswegs die gesamte Benutzerführung einer anspruchsvollen Anwendung enthalten. Stattdessen können Boten nur für einen kleinen Ausschnitt daraus verantwortlich sein, und der Dienstagent kann bei Bedarf weitere Boten nachsenden. Dieser Ansatz hat zwei wesentliche Vorteile:

- Bei plötzlicher Unterbrechung der Netzwerkverbindung kann der Benutzer mit dem aktuellen Boten weiterarbeiten und ist nicht gezwungen, den begonnenen Vorgang zu unterbrechen oder später gar von Neuem beginnen zu müssen. Der Zustand der Anwendung geht nicht verloren, bei erneuter Verbindung kann die Kommunikation zwischen Boten und Dienstagent fortgesetzt werden. Selbstverständlich müssen hier anwendungsabhängige Timeouts gesetzt werden, um die Zeitspanne bis zum Fortsetzen auf ein akzeptables Maß zu begrenzen, beispielsweise beim Einkauf in einem Onlineshop.
- Die knappe Netzwerkkapazität wird besser genutzt, indem nur die benötigten Teile der Präsentationslogik übertragen werden müssen. Dies könnte sogar noch dahingehend optimiert werden, dass der Dienstagent die Boten speziell auf die Bedürfnisse des Nutzers oder seines Gerätes zuschneidet, nachdem er darüber genug Informationen gesammelt hat.

Abbildung 1 zeigt das Framework im Überblick und fasst einen typischen Ablauf zusammen:

1. Suche nach einem Dienstanbieter, Anfrage
2. Erstellung eines Dienstagenten durch den Anbieter
3. Kommunikation des Dienstagenten mit dem Geräteagenten des Benutzers
4. Bewegung des mobilen Dienstagenten auf einen anderen Netzwerkknoten, um dort die Anfrage des Benutzers besser bearbeiten zu können
5. Kommunikation des Dienstagenten mit dem Benutzer durch das Senden von Boten

3.2.3 Vorteile des Frameworks

Das vorgestellte Framework aus mobilen Agenten bietet für M-Business-Anwendungen viele Vorteile gegenüber ihrer bisherigen Realisierung als WAP-Lösungen:

- Netzwerkkapazität wird eingespart, indem Berechnungen zur Erfüllung einer Anfrage „vor Ort“ auf dem Server, auf dem die benötigten Daten verfügbar sind, durchgeführt werden.
- Nur die benötigten Teile einer Anwendung müssen auf das mobile Gerät des Benutzers geladen werden. Dies schont sowohl die Netzwerkverbindung als auch den Ressourcenverbrauch auf dem Gerät selbst.
- Die Benutzeroberfläche einer Anwendung wird besser an die Möglichkeiten des Gerätes angepasst. Außerdem werden auch die Wünsche des Benutzers bei der Darstellung berücksichtigt.
- Anwendungen können genutzt werden, ohne dass ständig eine Netzverbindung bestehen muss; selbst nach überraschenden Störungen kann weitergearbeitet werden.

3.3 Informationsfilterung

Tagesaktuelle Informationen kann man heutzutage aus verschiedensten Quellen im Internet in steigendem Umfang beziehen. Diese Informationen sind im Bereich E-Business sowohl auf Seiten der Einzelkunden wichtig als auch auf Seite der Unternehmen. Für Kunden können Informationen über neue Entwicklungen in sie interessierenden Bereichen die Phase „Erkennen eines Bedürfnisses“ (Abschnitt 3.1) einleiten, aber auch für die Bewertung von Produkten und Anbietern herangezogen werden. Auf Unternehmerseite gehört zur Grundvoraussetzung für erfolgreiches Wirtschaften, dass man über Entwicklungen auf Märkten informiert ist. Damit Menschen nicht von der Informationsflut überrannt werden, ist zwangsläufig eine Selektion der für eine Person relevanten Informationen nötig. Hierbei können Agenten durch das selbständige Überwachen der Informationsquellen helfen. Sie präsentieren ihrem Benutzer nur solche Informationen, von denen sie glauben, sie könnten für ihn von Interesse sein. Den Prototyp eines solchen Systems wollen wir im folgenden Abschnitt vorstellen.

3.3.1 Personal Information Agent

Was einen Agenten als Informationsfilter attraktiv macht, analysieren Kuropka und Serries (2001) anhand der vier Grundeigenschaften aus Abschnitt 2.1: Ein informationsfilternder Agent kann oder sollte weitestgehend unabhängig von seinem Benutzer Nachrichten (die täglich aktuelle Form von Information) sammeln und bewerten (Autonomie). Er sollte selbständig Informationsquellen kontaktieren, auf Neuigkeiten überprüfen und sich bei sehr wichtigen Nachrichten direkt an seinen Benutzer wenden (Proaktivität). Eine wesentliche Tätigkeit eines Agenten, der Informationen filtert, ist weiterhin die Kommunikation mit verschiedensten Informationsquellen, aber auch dem Benutzer selbst (Sozialfähigkeit). Schließlich sollte sich der Agent an die (sich ändernden) Wünsche seines Benutzers anpassen, d. h. auf sein Feedback bzgl. der Wichtigkeit der einzelnen Nachrichten achten (Reaktivität).

Die Architektur des sogenannten Personal Information Agent von Kuropka und Serries (2001) wollen wir hier nur kurz skizzieren, um einen Einblick zu geben, mit welchen Ansätzen versucht wird, die genannten Eigenschaften zu realisieren. Das vorgestellte System umfasst auf dem Weg von den Informationsquellen im Internet zum Benutzer folgende Schichten:

Roboter: Einzelne sogenannte Roboter sind dafür zuständig, die Informationsquellen, auf die sie speziell zugeschnitten werden, zu überwachen und neue Nachrichten an die folgenden Schichten weiterzugeben.

Tools: In dieser Schicht werden die eingehenden Nachrichten gegebenenfalls in eine andere Sprache übersetzt und mit linguistischen und statischen Hilfsmitteln analysiert. Dabei darf man keine Wunder erwarten: Durch die mangelnde Qualität der Übersetzer geht ein Großteil der Semantik verloren, ebenso durch die Reduktion des vorliegenden Textes auf die Menge der in ihm vorkommenden Wörter (bereinigt um Wörter, die fast in jedem Dokument vorkommen).

Agenten: Die einzelnen Benutzer sind auf dieser Schicht durch Agenten repräsentiert, die die aufbereiteten Nachrichten (Wortmengen) mit Hilfe eines neuronalen Netzes in ihrer Relevanz bewerten. Das Feedback des Benutzers zu den Relevanzen dient als Eingabe für Lernverfahren, die das neuronale Netz schrittweise anpassen, wodurch die Vorlieben des Benutzers gelernt werden sollen.

Benutzerschnittstelle: Hier werden dem Benutzer Relevanzschätzungen präsentiert, eine Möglichkeit für Feedback ist gegeben. Außerdem kann der Benutzer auch auf Nachrichten zugreifen, die fälschlicherweise als nicht wichtig klassifiziert wurden.

Das System wurde mit einigen regelmäßigen Benutzern getestet und lieferte dort nur in knapp 80% der Fälle eine Bewertung der Nachrichten, die nahe an der Bewertung der Benutzer lag. Neben dieser verbesserungswürdigen Leistung störte die Benutzer vor allem die aufwendige Interaktion mit dem System beim Feedback. Sie wünschten sich, dass das Agentensystem noch autonomer funktioniert, indem es beispielsweise ein positives Feedback schon daraus ableitet, welche Nachrichten überhaupt oder wie lange betrachtet werden.

Wenn also nicht nur die Techniken, die zur Relevanzbewertung von Informationen zur Verfügung stehen, weiterentwickelt werden, sondern man auch Wege für „intelligente“ Benutzerschnitt-

stellen findet, können Agenten in der Tat eine wesentliche Hilfe bei der menschlichen Verarbeitung von Informationen sein.

3.4 Workflow-Management

Workflows dienen der rechnergestützten Abwicklung von Geschäftsprozessen; es gibt Softwaresysteme, sogenannte Workflow-Management-Systeme, die ihre Modellierung und Ausführung ermöglichen. Da es im E-Business um die elektronische Abwicklung von Geschäftsprozessen geht, ist schon aus dieser kurzen Definition klar, dass Workflows hier eine zentrale Rolle spielen.

Ein Workflow wird in einer Workflow-Spezifikation beschrieben, damit ein Softwaresystem ihn handhaben kann. Eine solche Prozessbeschreibung besteht im wesentlichen aus Aufgaben, Datenobjekten, Subjekten, Rollen und einem Kontrollfluss, der eine Ordnung auf den Aufgaben definiert. In dieser Ordnung sollen die Aufgaben durch Subjekte, denen durch Rollen Zugriff auf bestimmte Datenobjekte zugeordnet ist, abgearbeitet werden. Aus dieser Spezifikation werden Instanzen abgeleitet, die von einer Workflow-Engine ausgeführt werden.

3.4.1 Agentenbasierte Workflows

Agentenbasierte Workflows sind Workflows, die von Agenten durchgeführt, koordiniert und unterstützt werden. Dazu existieren verschiedene Typen von Agenten, die jeweils bestimmte Aufgaben wahrnehmen. Eine Architektur nach Stormer und Knorr (2001) unterscheidet folgende Agententypen:

Workflow-Agent: Ein Workflow-Agent repräsentiert eine Instanz eines Workflows und kümmert sich um seine Ausführung; bei Erstellung muss ihm eine Prozessdefinition bekannt gemacht werden.

Prozess-Agent: Die Prozessdefinition wird durch den Prozess-Agenten dargestellt. Übergibt man ihm einen Prozesszustand und einer Liste schon erledigter Aufgaben, so kann er berechnen, welche Aufgaben als nächstes ausgeführt werden müssen oder können.

Aufgaben-Agent: Darum, dass eine einzelne Aufgabe erfüllt wird, kümmert sich jeweils ein Aufgaben-Agent. Nachdem er durch den Workflow-Agenten erzeugt wurde, sucht er sich selbstständig ein passendes Subjekt, überbringt ihm die Aufgabenstellung mit benötigten Daten und kümmert sich um Rückleitung der Ergebnisse an den Workflow-Agenten.

Worklist-Agent: Vom Worklist-Agent kann man erfahren, welche Subjekte existieren und welche Rollen sie besitzen.

Persönlicher Agent: Ähnlich zum Dienstagenten im M-Business-Framework von Seite 7 ist dieser Agent stationär und bildet die Schnittstelle zum Benutzer, hier dem Subjekt.

Mit Hilfe dieser fünf Agententypen kann ein Workflow in folgender Weise ausgeführt werden:

- Der Workflow-Agent erfragt beim Prozess-Agent, welche Aufgaben als nächstes ausgeführt werden müssen. Für jede dieser Aufgaben erstellt er einen Aufgaben-Agenten. Dadurch können die anstehenden Aufgaben parallel ausgeführt werden.

- Ein Aufgaben-Agent erhält beim Instanzieren genau die Daten und Zugriffsrechte, die nötig sind, um die Aufgabe auszuführen; ihm fehlt nur noch ein Subjekt.
- Der Aufgaben-Agent erfragt beim Worklist-Agent eine Liste aller Subjekte, die in der Lage sind, die Aufgabe auszuführen.
- Er wählt ein Subjekt und bewegt sich zu ihm, beispielsweise auf dessen PDA. (Vergleiche den Boten im M-Business-Framework, aber beachte, dass der Aufgaben-Agent wieder zurückkehren kann.)
- Er nimmt Kontakt zum persönlichen Agenten des Subjekts auf und informiert diesen, dass eine Aufgabe zur Bearbeitung ansteht.
- Der persönliche Agent alarmiert seinen Benutzer.
- Der Benutzer führt die Aufgabe aus; er benutzt dazu die Daten und Zugriffsrechte, die der Aufgaben-Agent mitgebracht hat.
- Nachdem die Aufgabe beendet wurde, kehrt der Aufgaben-Agent zurück zum Workflow-Agenten und informiert diesen über den Abschluss.

Wie stellenweise angedeutet, bietet sich für diese agentenbasierte Ausführung von Workflows das in Abschnitt 3.2 vorgestellte M-Business-Framework geradezu an, wenn man mobile Geräte einbeziehen will. Warum sollte man das tun? Workflow-Aufgaben können durch die Verwendung von mobilen Geräten immer und überall bearbeitet werden. Außerdem ist die asynchrone Ausführung von Workflows möglich, indem sich der Aufgaben-Agent samt aller benötigten Daten auf das mobile Gerät bewegen und bei getrennter Netzverbindung die Aufgabe durch das Subjekt bearbeitet werden kann. Die Ergebnisse können dann später zurück zum Workflow-Agenten gebracht werden. Allerdings ist diese Art der mobilen Bearbeitung auf Workflow-Aufgaben beschränkt, die wenig Daten umfassen, da wie schon erwähnt die Übertragungskapazität zu mobilen Geräten stark eingeschränkt ist.

Verzichtet man auf den mobilen Aspekt, kann man sich fragen, was diesen agentenbasierten Ansatz zur Unterstützung von Workflows gegenüber bisherigen Lösungen interessant macht. Im Grunde ist es nur eine andere Sichtweise auf das System, aber den neuartigen Verteilungsaspekt über mobilen Code könnte man als wesentlichen Unterschied bezeichnen.

4 Fazit

Wir haben einige Ansätze kennengelernt, die zur Zeit für den Einsatz von Agententechnologie im E-Business untersucht werden. Diese befinden sich allerdings meist noch in frühen Phasen: Sowohl beim Personal Information Agent als auch beim M-Commerce-Framework und dem agentenbasierten Workflow-Management handelt es sich Prototypen. Auch im Bereich E-Commerce sind nur kleine einfache Typen von Agenten zu verzeichnen, die bei vereinzelt Firmen zur Unterstützung ihrer Kundschaft im wirklichen Geschäftsbetrieb eingesetzt werden. Standardisierte E-Business-Netzwerke, in denen sich Agenten tummeln, die miteinander verhandeln, Geschäftsprozesse abwickeln, bei Auktionen in Sekundenschnelle Waren und Dienstleistungen kaufen und verkaufen und anderes mehr, sind dagegen noch Zukunftsmusik. Ein weiteres interessantes Projekt

in der momentanen Forschungs- und Experimentierphase, das solche Spielarten untersucht, ist in der nicht vorgestellten Arbeit von Griss und Letsinger (2000) beschrieben: Ein Multiplayer-Shopping-Spiel, in dem durch die „Spieler“ implementierte Agenten Käufer, Verkäufer, Vermittler und verschiedene andere Dienste darstellen. So sollen in spielerischer Umgebung Marktmechanismen und Geschäftsmodelle untersucht werden im Hinblick auf Fragen wie Fairness, Stabilität oder Vertrauen. Es wird sicher spannend bleiben, die weiteren Fortschritte auf dem Gebiet der Agenten zu beobachten.

Literatur

- Bartelt und Lamersdorf 2000** BARTELT, Andreas ; LAMERSDORF, Wilfried: Agent-Oriented Concepts to Foster the Automation of e-Business. In: TJOA, A. M. (Hrsg.) ; WAGNER, R. R. (Hrsg.) ; AL-ZOBAIDI, A. (Hrsg.): *Proceedings of the 11th International Workshop on Database and Expert Systems (DEXA 2000)*, IEEE, September 2000, S. 775–779
- Bauknecht u. a. 2001** BAUKNECHT, Kurt (Hrsg.) ; BRAUER, Wilfried (Hrsg.) ; MÜCK, Thomas A. (Hrsg.): *Informatik 2001: Wirtschaft und Wissenschaft in der Network Economy – Visionen und Wirklichkeit*. Bd. 2. Österreichische Computer Gesellschaft, 2001. (Tagungsband der GI/OCG Jahrestagung). – ISBN 3-85403-157-2
- Eymann und Müller 2001** EYMANN, Torsten ; MÜLLER, Günter: Decentralized Electronic Markets – Economic Coordination of Multi-Agent Systems. In: (Bauknecht u. a. 2001), S. 981–987. – ISBN 3-85403-157-2
- Griss und Letsinger 2000** GRISS, Martin ; LETSINGER, Reed: *Games at Work – Agent-Mediated E-Commerce Simulation*. 2000. – URL <http://www.hpl.hp.com/agents/papers/hpl-2000-52.pdf>
- Guttman und Maes 1999** GUTTMAN, Robert H. ; MAES, Pattie: Agent-mediated Integrative Negotiation for Retail Electronic Commerce. In: (Noriega und Sierra 1999), S. 70–90. – URL <http://guttman.www.media.mit.edu/people/guttman/research/pubs/amet98.pdf>. – ISBN 3-540-65955-2
- Guttman u. a. 1998** GUTTMAN, Robert H. ; MOUKAS, Alexandros G. ; MAES, Pattie: Agents as Mediators in Electronic Commerce. In: *International Journal of Electronic Markets* 8 (1998), Februar, Nr. 1. – URL <http://guttman.www.media.mit.edu/people/guttman/research/pubs/ijem.pdf>
- Hulaas und Binder 2001** HULAAS, Jarle G. ; BINDER, Walter: Using Mobile Code for Semantic Interoperability in Distributed Agent Systems. In: (Bauknecht u. a. 2001), S. 947–951. – ISBN 3-85403-157-2
- Häuschen 2001** HÄUSCHEN, Harald: Secure and efficient agent-based resale of rights to tangible and intangible goods. In: (Bauknecht u. a. 2001), S. 974–980. – ISBN 3-85403-157-2
- Kuropka und Serries 2001** KUROPKA, Dominik ; SERRIES, Thomas: Personal Information Agent. In: (Bauknecht u. a. 2001), S. 940–946. – ISBN 3-85403-157-2

- Maes u. a. 1999** MAES, Pattie ; GUTTMAN, Robert H. ; MOUKAS, Alexandros G.: Agents that buy and sell. In: *Communications of the ACM* 42 (1999), Nr. 3, S. 81–91
- Mihailescu und Binder 2001** MIHAILESCU, Patrik ; BINDER, Walter: A Mobile Agent Framework for M-Commerce. In: (Bauknecht u. a. 2001), S. 959–967. – ISBN 3-85403-157-2
- Noriega und Sierra 1999** NORIEGA, Pablo (Hrsg.) ; SIERRA, Carles (Hrsg.): *Agent Mediated Electronic Commerce, First International Workshop on Agent Mediated Electronic Trading, AMET-98, Minneapolis, MN, USA, May 10th, 1998, Selected Papers*. Bd. 1571. Springer, 1999. (Lecture Notes in Computer Science). – ISBN 3-540-65955-2
- Nwana und Ndumu 1998** Nwana, H. S. ; NDUMU, D. T.: *A Brief Introduction to Software Agent Technology*. S. 29–48. In: JENNINGS, N. R. (Hrsg.) ; WOOLRIDGE, M. J. (Hrsg.): *Agent Technology: Foundation, Application, and Markets*. Berlin, Heidelberg, New York : Springer-Verlag, 1998
- Parkes 1999** PARKES, David C.: *iBundle: An Efficient Ascending Price Bundle Auction* / University of Pennsylvania. 1999. – Forschungsbericht
- Stormer und Knorr 2001** STORMER, Henrik ; KNORR, Konstantin: PDA- and Agent-based Execution of Workflow Tasks. In: (Bauknecht u. a. 2001), S. 968–973. – ISBN 3-85403-157-2
- Sycara u. a. 1996** SYCARA, Katia ; DECKER, Keith ; PANNU, Anandeeep ; WILLIAMSON, Mike ; ZENG, Dajun: Distributed Intelligent Agents. In: *IEEE Intelligent Systems* 11 (1996), Dezember, Nr. 6, S. 36–46. – URL <http://www-2.cs.cmu.edu/~softagents/papers/ieee-agents96.pdf>
- Ungar u. a. 1998** UNGAR, Lyle H. ; PARKES, David C. ; FOSTER, Dean P.: Cost and trust issues in on-line auctions. In: *Agents-98 Workshop on Agent-Mediated Electronic Trading*. Minneapolis, MN, Mai 1998, S. 161–172
- Woolridge und Jennings 1995** WOOLRIDGE, Michael ; JENNINGS, Nicholas R.: Intelligent Agents: theory and practice. In: *The Knowledge Engineering Review* 10:2 (1995), S. 115–152