

Software-Agenten im Semantic Web

Hannes Brunßen Sascha-Ulf Habenicht

Universität Oldenburg, FK II - Department für Informatik
Vortrag im Rahmen des Proseminars 2006

Zusammenfassung: Der folgende Text gibt einen Überblick über Software-Agenten im Semantic Web. In der Einleitung wird der Software-Agent als ein Programm vorgestellt, gefolgt von einer Beschreibung des Semantic Web und die Auswirkung als Erweiterung des World Wide Web (WWW).

Daran wird das Synom Web 2.0 und Semantic Web erklärt und in Verbindung als das womögliche Web 3.0 bezeichnet. Die Ontologie wird hierbei bewußt als Unterpunkt des Semantic Web aufgeführt.

Nun folgt eine Einführung zum Agenten und die Forderungen, die an einem Agenten gestellt werden. Der Software-Agent im Semantic Web und seine Kommunikation wird ausführlich in den folgenden Abschnitten erklärt. Mit Hilfe von Beschreibung der Software-Agent wird vermittelt, wie diese beurteilt werden können.

Im folgenden Abschnitt Stand der Technik wird ein aktueller Überblick der Software Agenten im Semantic Web gegeben und die Kongurrenz zu Suchmaschinen aufgezeigt. Es folgt die Beschreibung eines praktisches Beispiel des Persönlicher Informationsagent (PIA) der Technischen Universität Berlin.

In der Zusammenfassung erlauben wir uns auch einen Ausblick auf die Zukunft der Software-Agenten im Semantic Web.

1.1 Einleitung

Software-Agenten sind Programme, die gegenüber Benutzern und anderen Programmen Aufträge, ähnlich wie eine Agentur, entgegennehmen und autonom bearbeiten. Dies schließt auch mit ein, dass sie entscheiden ob und wann sie diesen Auftrag ausführen.

Im Semantic Web werden die Inhalte des Internets mit maschinenlesbaren semantischen Auszeichnungen versehen, wodurch auch bisher schlecht indizierbare Bereiche wie z.B. Multimedia-Formate erschlossen werden.

Daraus ergibt sich eine Erweiterung des World Wide Web (WWW)

Im Rahmen des Semantic Webs schreibt Rolf Grütter folgendes dazu: „Software-Agenten sind die Benutzerschnittstelle zum Semantic Web. Als virtuelle Handlungsreisende bevölkern sie das Semantic Web und führen für ihre menschlichen Benutzer Aufträge aus.“ [Gru06]

1.2 Semantic Web

Ein in der gegenwärtigen Literatur auftretendes undefiniertes Synonym Web 2.0 beschreibt die zweite Entwicklungsstufe des World Wide Web (WWW), welches auf die Idee von den Besucher mitgestalteten Inhalte basiert. Hier sind insbesondere Blogs, Wikis, Portale zum veröffentlichen von Multimedia-Inhalten ... zu nennen.

In der Veröffentlichung „A roadmap to the Semantic Web“, Tim Berners-Lee, Sep 1998 wurde konzeptionell ein Modell vorgestellt, das HTML/HTTP, Unicode und URIs zur Identifizierung (nicht mehr zur Lokalisierung) abstrakter oder physikalischer Ressourcen nutzt, um Homonyme und Synonyme auszuschließen.

Im Semantic Web werden die Inhalte des Internets um maschinenlesbare semantische Auszeichnungen erweitert. Diese Auszeichnungen sind in einer Sprache mit einer formalen Semantik verfasst, damit diese maschinell verarbeitet werden können. Dadurch können Programme mit der Bearbeitung von Problemen und Suchanfragen beauftragt werden. Für die semantische Auszeichnung werden Ontologien benötigt, um Begriffe in einen logischen Zusammenhang zu bringen. Dadurch werden auch komplexe Aufträge berechenbar.

Der Zusammenschluss von Web 2.0 und dem Semantic Web wird immer häufiger als Web 3.0 bezeichnet. Für den Benutzer werden hier neue Inhalte und Analysemöglichkeiten im World Wide Web (WWW) erschlossen.

1.2.1 Ontologie

Eine Ontologie ist eine Repräsentation eines formalen Systems von Begriffen und Relationen.

„Eine Ontologie ist eine formale Beschreibung eines sprachlich erschlossenen Gegenstandsbereiches. Sie besteht aus einem Klassifizierungssystem (oder einer Taxonomie) und Axiomen, welche die Interpretation und den korrekten Gebrauch der Klassenbegriffe regeln. In Verbindung mit der Beschreibungslogik wird als Ontologie eine zur Beschreibung der Welt definierte Terminologie bezeichnet und als instanziierte Ontologie eine Ontologie mit einer Beschreibung der Welt, das heisst mit einer Wissensbasis.“ [Gru06]

1.3 Software-Agenten

1.3.1 Allgemeine Agenten

Software-Agenten sind Programme, die für ihre Benutzer Aufträge ausführen. Sie haben Wissen, sind zu gewissen Folgerungen befähigt und kommunizieren in einer gemeinsamen Agentenkommunikationssprache. Rainer Schönbein schreibt dazu „Dabei treten drei charakterisierende Merkmale eines Software-Agenten deutlich heraus: Flexibilität, Autonomie und Interaktivität.“

- **Flexibilität:** Fähigkeit zu reaktivem (auf Umweltveränderungen in angemessener Zeit berücksichtigendem) und proaktivem (in Hinblick auf Zwischen- und Endzielen vorausschauend) Verhalten.

- **Autonomie:** Selbstständiges und unabhängiges Treffen von Entscheidungen über zielrelevante Handlungen und damit Kontrolle über seinen internen Zustand und sein Verhalten.
- **Interaktivität:** Wechselwirkungen zwischen Agenten, z.B. automatisierte Verhandlungen und Vertragsabschlüsse zwischen Agenten, die die jeweiligen Interessen einer Partei vertreten.

Dabei gelten die nach [Sho93] aufgestellten Forderungen für Agenten, dazu zählt unter anderem:

- **Aufrichtigkeit (Veracity):** Nur die Wahrheit erzählen und nur erfüllbare Verpflichtungen eingehen.
- **Autonomie (Autonomy):** Ein Agent darf nur Leistungen von einem anderen fordern, wenn dieser seine Bereitschaft angezeigt hat.
- **Verpflichtung (Commitment):** Wenn ein Agent seine Bereitschaft zu Leistungen angezeigt hat, muss er diese auch erfüllen.

1.3.2 Agenten im Semantic Web

Alle im Semantic Web handelnden Akteure sind Agenten, also Programme (Browser, Multimedia-Abspielgeräte, Server) und auch Menschen. Eine besondere Rolle spielen dabei die spezifischen Software-Agenten. Das sind autonome Programme, die gegenüber Benutzern und anderen Programmen Aufträge ähnlich wie eine Agentur entgegennehmen und bearbeiten. Dazu können Agenten eigenes gesammeltes Wissen verwenden oder Teilaufträge an andere Agenten weiterleiten.

Ein solcher Agent wird durch korrektes Verhalten und Kommunikation (z.B. in ACL) definiert. Zusätzlich ergeben sich durch die Anwendung weitere grundlegende Voraussetzungen, wie das Lesen und Schreiben von XML und die Fähigkeit die Information aus den Sprachen auf Logik erster Ordnung abzubilden. Diese Eigenschaften werden für die Kommunikation mit anderen Agenten benötigt.

1.3.3 Agentenkommunikation

Die Agentensprachen basieren auf einem Standard der Foundation for Intelligent Physical Agents (FIPA), der Agent Communication Language (ACL). Nach diesem Standard wird eine Sprache in drei Ebenen unterteilt, die den Ebenen der allgemeinen Sprachtheorie entsprechen.

„Die allgemeine Sprachtheorie unterscheidet drei Ebenen der Kommunikation. Die Ebene der Syntaktik befasst sich mit der korrekten Übertragung der Zeichen und mit ihrer formalen Beziehung zueinander. Auf der Ebene der Semantik stehen die Bedeutung der Zeichen und die Inhalte der Nachrichten im Vordergrund. Die Ebene der Pragmatik befasst sich mit der Wirkung, die der Sender mit seiner Nachricht beim Empfänger

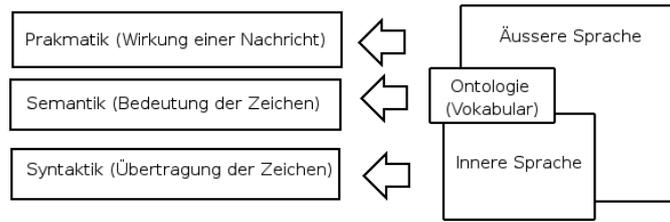


Abbildung 1.1: Ebenen der Kommunikation und ACL

erzielen möchte. Diesen drei Ebenen entsprechen die drei Teile der Agentenkommunikationssprache des Semantic Web.“ [Gru06]

Tabelle 1.1 zeigt diese Ebenen im Vergleich zum klassischen WWW.

	ACL	WWW
Pragmatik	äußere Sprache	HTTP
Semantik	Ontologie	Zeichencodierung
Syntaktik	innere Sprache	HTML

Tabelle 1.1: Vergleich zwischen ACL und klassischem WWW

Ontologie

Die zu verwendende Ontologie muss bei jeder ACL-Nachricht angegeben werden. Sie stellt das von den Agenten zu benutzende Vokabular dar.

Eine formale Sprache zur Ergänzung des WWW um Metadaten ist das Resource Description Framework (RDF). Es ist vom World Wide Web Consortium (W3C) entworfen worden und stellt den Grundstein des Semantic Web dar. Die Metadaten können in RDF als grafischen Modell oder in einer XML-Syntax angezeigt werden.

Als Erweiterung von RDF um komplette Ontologien zu Entwerfen wurde ebenfalls vom W3C die Web Ontology Language (OWL) entwickelt.

Innere Sprache

„Das für den Austausch von Nachrichten in einem spezifischen Anwendungskontext verwendete Vokabular entstammt einer für die Beschreibung des Kontextes geeigneten Ontologie mit den formalen Definitionen der Termini. KIF ist eine kompakte Version von Prädikatenlogik erster Stufe mit verschiedenen Erweiterungen, welche seine Ausdruckskraft erhöhen“ [Gen98].

Als innere Sprache eignen sich ebenfalls deklarative Sprachen wie Prolog.

Äußere Sprache

Eine ACL-Nachricht wird immer in der äußeren Sprache geschrieben. Diese ist gleichzeitig das bei der Kommunikation zwischen Agenten verwendete Protokoll und enthält

Angaben wie Absender und Ziel der Nachricht, die zu verwendende Ontologie und schließlich den Inhalt der Nachricht in der Inneren Sprache.

„KQML bietet für die Ausdrücke in KIF eine zusätzliche Schicht, in welcher durch das Einbinden von Informationen über den Sender, den Empfänger, die Zeit usw. der Nachrichtenkontext berücksichtigt wird. Die mit KQML zusätzlich angebotene Schicht wird weiter in eine Kommunikationsschicht und eine Nachrichtenschicht unterteilt.“ [FFM92, FFMR94, FFMM94]

OWL Query Language (OWL-QL) ist eine für die Weiterentwicklung zum Standard vorgeschlagene Sprache, da sie speziell für die Verwendung mit der Ontologie-Sprache OWL entwickelt worden ist. Sie ermöglicht Frage-Antwort-Dialoge zwischen Software-Agenten, die von in OWL repräsentiertem Wissen Gebrauch machen.

1.3.4 Intelligenz von Agenten

Agenten sammeln Wissen durch Anfragen an andere Agenten und können sich so weiterentwickeln. Ihre Lernfähigkeit ist allerdings durch die Ontologie beschränkt, sie sind nicht in der Lage diese selber zu erweitern.

Hendler macht deutlich, dass Agenten Wissen haben und Handlungen ausführen. (Zitat folgt hier noch) [Hen01]

1.3.5 Beschreibung der Software-Agenten

Nach Wooldrige und Jennings kann man folgende Unterpunkte dazu nutzen Agenten zu beschreiben. [WJ95]

Agententheorien

Mit Hilfe der Agententheorien werden Eigenschaften formal dargestellt und als Spezifikation festgelegt.

Agentenarchitekturen

Die Agentenarchitekturen liefern Baupläne um die Spezifikationen aus den Agententheorien umzusetzen. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf der Struktur und Abgrenzung der Komponenten von Hardware und Software.

Agentensprachen

Programmiersprachen, die in den Theorien vorgeschlagenen Prinzipien ausdrücken, können als Agentensprachen benutzt werden.

1.3.6 Agentenplattform (AP)

Systeme können aus mehreren Agenten bestehen die direkt oder indirekt über eine unterstützende Komponenten miteinander kommunizieren. Dabei erfolgt hier die Kommunikation über einen bestimmten Agenten, den Facilitator, der die Organisation und Syn-

chronisation übernimmt. Die Agenten innerhalb eines Verbundes kommunizieren nicht direkt miteinander, sondern ebenfalls mit Hilfe des Facilitators.

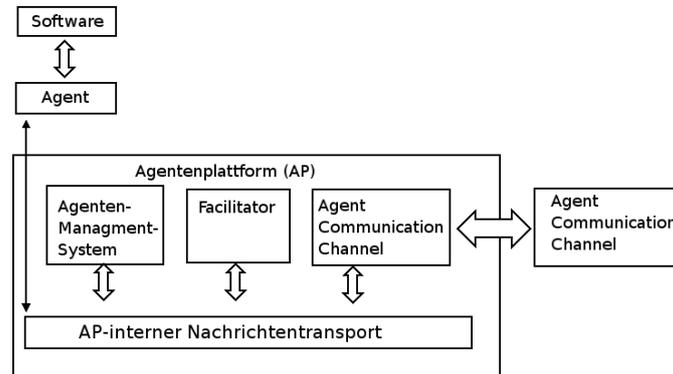


Abbildung 1.2: Agentenplattform (AP)

1.4 Stand der Technik

W3C hat keine direkte Aktivität im Bereich der Agenten, hat aber durch Standards für das Semantic Web Bedingungen für Agenten aufgestellt.

1.4.1 Persönlicher Informationsagent (PIA)

Das Labor für Verteilte Künstliche Intelligenz (distributed artificial intelligence, DAI) der Technischen Universität Berlin entwickelt ein Heer von mobilen, virtuellen Agenten, die sich auf mehreren Rechnern bewegen und Aufträge ausführen, wobei Informationen mit anderen Agenten ausgetauscht werden. Als Ausgang zur Kommunikation mit einem Benutzer gibt es eine Oberfläche, die den Suchmaschinen ähnelt. Dabei unterscheidet den Persönlichen Informationsagenten (PIA) im Gegensatz zu bisherigen Techniken, wie z.B. Crawlern, Suchmaschinen ..., dass der PIA individuelle Interessen seiner Benutzer kennt bzw. kennen lernt.

Sobald der Agent seine Arbeit aufnimmt, informiert er in vordefinierten Zeitabständen z.B. per E-Mail den Auftraggeber. Dabei haben bis zu vier Agenten-Klassen bei den Informationstreffern zusammen gewirkt:

1. persönlicher Agent (PA): Der Agent beobachtet das Eingabeverhalten des Benutzers, achtet auf die Verweildauer beim Lesen der Treffer, um so die Güte der Information abzuschätzen. Der PA kann bei erneuten Aufträge auch ergänzende Suchbegriffe vorschlagen.
2. Extraktions-Agent (EA): Durchsucht Suchmaschinen, Fachdatenbanken sowie Dateien auf eigenen Festplatten und legt die Fundstücke im PIA-spezifischen XML-Format in einer Datenbank ab.

3. Modell-Agenten: Der Modell Agent erstellt von den Fundstücken aus der Datenbank Modelle, die mit semantischer Information angereichert werden.
4. Filter-Agenten: Sollte eine Suche fehlschlagen, kann ein Filter-Agent andere Benutzer mit ähnlichen Interessen, sowie den eigenen Auftraggeber zu Rate ziehen.

Der Informationsbroker Wolfgang Lutz macht sich um die Existenz seiner Firma info-broking lutz keine Sorgen: „Suchmaschinen brauchen uns. Daher könnte ich mir folgenden Knopf auf der Seite einer Suchmaschine vorstellen: Search including human agent.“

1.5 Zusammenfassung

Mit klassischen Suchalgorithmen ist das Auffinden von Multimedia-Inhalten meist nur auf wenige unzureichende Attribute beschränkt. Hier können Software-Agenten in einem Semantic Web neue Anwendungsgebiete erschließen. Suchmaschinen daher werden gezwungen sein ihre Qualität zukünftig weiter mit Hilfe der Software-Agenten auszubauen.

Software-Agenten werden den Benutzern durch das Speichern ihrer Gewohnheiten unterstützen. Durch Signaturen von Inhalten kann z.B. ein Nachweis auf den Autor erbracht werden. Mit Hilfe von Software-Agenten können auch Verschlüsselungen von internen Netzen entstehen.

Literaturverzeichnis

- [FFM92] T. Finin, R. Fritzson und D. McKay. A Language and Protocol to Support Intelligent Agent Interoperability. <http://www.cs.umbc.edu/kqml/papers/>, 1992.
- [FFMM94] T. Finin, R. Fritzson, D. McKay und R. McEntire. KQML as an Agent Communication. <http://www.cs.umbc.edu/kqml/papers/>, 1994.
- [FFMR94] T. Finin, R. Fritzson, D. McKay und McEntire R. KQML - A language and protocol for knowledge and information exchange. <http://www.cs.umbc.edu/kqml/papers/kbks.pdf>, 1994.
- [Gen98] M.R. Genesereth. Knowledge Interchange Format. Draft proposed American National Standard (dpANS). <http://logic.stanford.edu/kif/dpans.html>, 1998.
- [Gru06] Rolf Gruetter. Software-Agenten im Semantic Web. *Springer Informatik Spektrum*, 29(1):3–13, 2006.
- [Hen01] J. Hendler. Agents on the Semantic Web (Preprint). <http://www.cs.umd.edu/user/hendler/AgentWeb.html>, 2001.
- [Sho93] Y. Shoham. Agent-oriented programming. *Artificial Intelligence*, 60:51–92, 1993.
- [WJ95] M. Wooldridge und N.R. Jennings. Intelligent Agents: Theory and Practice. <http://www.csc.liv.ac.uk/~mjw/pubs/ker95.pdf>, 1995.