

visIT

[Agenten]

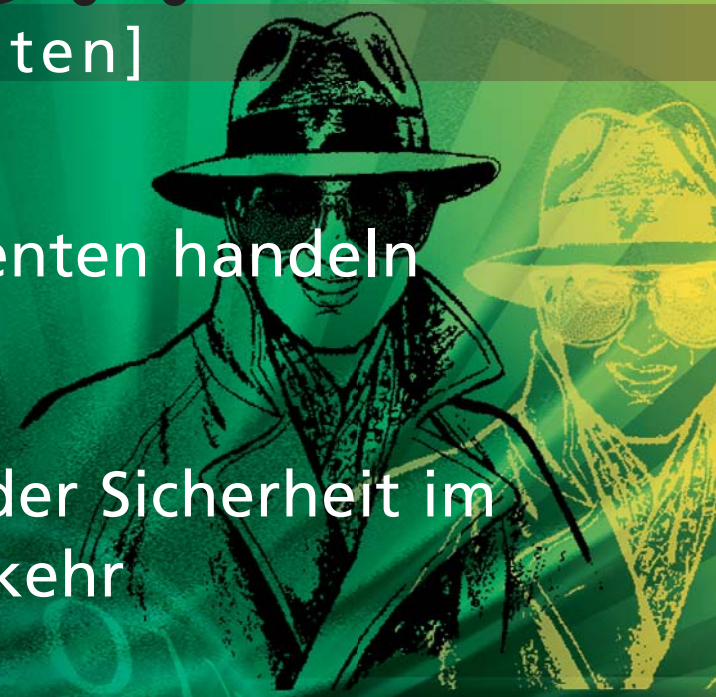
Essay – Agenten handeln
selbständig

Erhöhung der Sicherheit im
Straßenverkehr

IT-Sicherheit von Plattformen
für mobile Agenten

Fähigkeiten auf Abruf

Ursachen auf der Spur – Agenten
zur lokalen Bayes'schen Fusion



Impressum

Herausgeber
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Beyerer

Redaktion
Sibylle Wirth

Layout und graphische Bearbeitung
Christine Spalek

Druck
Engelhardt und Bauer
Karlsruhe

Anschrift der Redaktion

Fraunhofer-Institut für
Informations- und Datenverarbeitung IITB

Fraunhoferstr. 1
76131 Karlsruhe
Telefon +49 721 6091-300
Fax +49 721 6091-413
presse@iitb.fraunhofer.de

© Fraunhofer IITB
Karlsruhe 2008

ein Institut der Fraunhofer-Gesellschaft
zur Förderung der angewandten
Forschung e. V. München

9. Jahrgang
ISSN 1616-8240

Bildnachweis

INGRAM Publishing Deckblatt

Personen Fotos
indigo Werbefotografie

Seite 6
PR-Netzwerk der Fraunhofer-Gesellschaft

Fraunhofer IITB

Nachdruck, auch auszugsweise,
nur mit vollständiger Quellenangabe und
nach Rücksprache mit der Redaktion.

Belegexemplare werden erbeten.

Inhalt

Essay

Seite 4 **Agenten handeln selbständig**
Gerhard Sutschet

Themen

Seite 6 **Erhöhung der Sicherheit im Straßenverkehr durch kooperierende Fahrzeuge**
Thomas Batz, Martin Wieser

Seite 8 **IT-Sicherheit von Plattformen für mobile Agenten**
Axel Bürkle

Seite 10 **Fähigkeiten auf Abruf**
Axel Bürkle, Gerd Schneider

Seite 12 **Ursachen auf der Spur – Agenten zur lokalen Bayes'schen Fusion**
Jennifer Sander, Michael Heizmann

Seite 14 **Infothek**

Liebe Freunde des IITB,

Die Technologie der Software-Agenten stellt eine interessante Möglichkeit der Strukturierung verteilter Systeme dar. Ob in der Automatisierungstechnik, der Logistik, der Informationsbeschaffung aus unterschiedlichen verteilten Informationsquellen, überall lassen sich Systeme mit Hilfe von Software-Agenten adäquat strukturieren und gewinnbringend einsetzen.

Nachdem die Thematik der Software-Agenten in der Vergangenheit größtenteils in universitären Studien und Forschungsprojekten untersucht wurde, stehen heute eine Vielzahl geeigneter Agentenplattformen und Entwicklungsumgebungen zur Verfügung, um diese Technik auch in kommerziellen Produkten zum Einsatz zu bringen.

Insbesondere ist die Fähigkeit der Agenten eigenständig zu handeln eine Eigenschaft, die über traditionelle softwaretechnische Ansätze hinausgeht. Das Software-Engineering agentenbasierter Systeme erlaubt die Nachbildung realer Teilaufgaben und Ziele in relativ einfacher Form. Dieser Thematik nimmt sich das Essay von Gerhard Sutschet in diesem Heft an.

Kognition, Kommunikation und Kooperation sind weitere Eigenschaften, die Software-Agenten zugeschrieben werden. Thomas Batz zeigt in seinem Artikel, wie diese Eigenschaften zur Erhöhung der Sicherheit im Straßenverkehr ausgenutzt werden können.

Die Sicherheit von agentenbasierten Softwarelösungen stellt derzeit immer noch eine Herausforderung dar, der mit geeigneten Schutzmaßnahmen begegnet werden muss. Der Beitrag von Dr. Axel Bürkle beschäftigt sich mit Untersuchungen zu diesem Thema, die derzeit am Fraunhofer IITB durchgeführt werden.

Mobilität ist eine weitere Eigenschaft von Software-Agenten, welche spezielle Fähigkeiten im Bezug auf die Anpassung der Agenten an das betreffende Host-System erfordern. Gerd Schneider und Dr. Axel Bürkle beschreiben ein System, welches eine dynamische und autonome Funktionserweiterung mobiler Software-Agenten realisiert.

Zur Beschaffung und Fusion von Informationen aus unterschiedlichen Informationsquellen lassen sich Software-Agenten typischerweise sehr gut einsetzen. Der Beitrag von Jennifer Sander und Dr. Michael Heizmann beschreibt einen Ansatz zur lokalen Bayes'schen Funktion mithilfe von Software-Agenten

Karlsruhe, im Juni 2008
Jürgen Beyerer

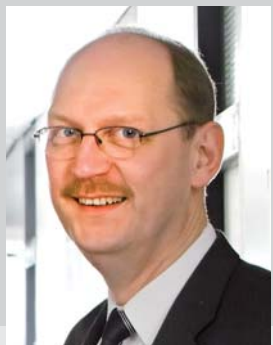
Editorial



Jürgen Beyerer

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'J. Beyerer', written in a cursive style.

Agenten handeln selbständig



Dipl.-Inform. Gerhard Sutschet

Leitsysteme
Fraunhofer IITB Karlsruhe

Telefon +49 721 6091-370
gerhard.sutschet@iitb.fraunhofer.de
www.iitb.fraunhofer.de/LTS

Wenn im deutschsprachigen Raum die Rede von Agenten ist, dann fallen uns zunächst einmal ernst aussehende Herren in Trenchcoat und Sonnenbrille ein. Ihre Aufgabe ist entweder die Beschaffung von Informationen für Regierungen und Wirtschaftsunternehmen oder gleich die Rettung der ganzen Welt in James-Bond-Manier.

Im englischen Sprachraum hingegen bezeichnet das Wort *agent* ganz allgemein eine Person, die als Beauftragter oder Vertreter die Interessen einer anderen Person, einer Gruppe oder einer Organisation wahrnimmt. Dabei steckt in dem Wort selbst explizit die Eigenschaft eines Agenten, dass er (eigenständig) handelt¹, um seine Ziele zu erreichen.

Das vor über 20 Jahren entstandene Konzept der Software-Agenten lehnt sich an letzter Definition an und bezeichnet Softwareeinheiten, die in erster Linie die Eigenschaft besitzen *eigenständig* zu handeln, um in Kooperation mit anderen Hard- und Softwareeinheiten ein gesetztes Ziel zu erreichen.

Diese Eigenschaft geht über den traditionellen Ansatz einer einfachen *Prozedur* hinaus, die eine fest vorgegebene Reihenfolge von Anweisungen abarbeitet. Der *objektorientierte* Ansatz bietet lediglich die Kapselung von Daten und Methoden, welche die Reaktion eines Objekts auf externe Anfragen und Aufträge ermöglicht. Dabei bleiben diese Objekte prinzipiell *passiv*.

Der entscheidende Unterschied zu Software-Agenten besteht in deren Fähigkeit, autonom Entscheidungen zu treffen und eigenständig Handlungen auszuführen. Zum Erreichen dieses Verhaltens sollen Software-Agenten eine Menge von Eigenschaften besitzen:

- **Autonomie:**
Der Agent arbeitet eigenständig und ohne direkte Benutzereingriffe.
- **Reaktivität:**
Der Agent ist in der Lage, auf Veränderungen seiner Umgebung angemessen zu reagieren.
- **Proaktivität:**
Die Initiative zum Erreichen der Ziele des Agenten geht vom Agenten selbst aus.
- **Kommunikation:**
Der Agent kommuniziert mit anderen Agenten auf semantischer Ebene. Dies wird oftmals durch eine Repräsentation der Kommunikationsinhalte mit Hilfe von Ontologien erreicht.
- **Mobilität:**
Ein Agent kann seinen Aufenthaltsort verändern, d. h. er kann eigenständig sowohl seinen eigenen Code, als auch seinen inneren Zustand auf einen anderen Rechner bewegen und seine Ausführung an diesem neuen Ort fortsetzen.

Ein Software-Agent muss nicht zwangsläufig jede dieser Eigenschaften besitzen. Zur Erreichung der Ziele ist je nach Einsatzgebiet aber eine Auswahl dieser Eigenschaften erforderlich.

Nachdem in den 1980er und 1990er Jahren die Technik der Software-Agenten in universitären Studien untersucht und eine Vielzahl von Ablaufumgebungen für Software-Agenten (so genannte *Agenten-Plattformen*) implementiert wurden, ist dieser softwaretechnische Ansatz inzwischen in viele kommerziell verfügbare Softwarelösungen eingeflossen.

Bevorzugte Einsatzgebiete für Software-Agenten sind dabei:

- Informationsbeschaffung aus unterschiedlichen verteilten Datenquellen, wie sie beispielsweise mit Hilfe von sogenannten *Webcrawlern* und Bots im Internet realisiert wird.
- Logistiksysteme, die Agenten sowohl für die zur Verfügung stehenden Ressourcen, als auch für die zu transportierenden Güter enthalten. Die entstehenden Zielkonflikte der einzelnen Agenten werden dabei über Verhandlungsmechanismen zwischen den Agenten selbst gelöst.

- Variable Produktionssysteme, bei denen keine zentrale Steuerung der Produktionsreihenfolge existiert. Jedes Werkstück besitzt dabei einen Agenten, der den Plan für die Produktion eben dieses Werkstücks enthält. Durch Verhandlung mit den Bearbeitungsstationen wird die Komplexität der Gesamtlösung drastisch verringert.

Für die Zukunft ist zu erwarten, dass die Technik der Software-Agenten in weiteren Einsatzgebieten Einzug hält. Insbesondere in Domänen, die starke Echtzeitanforderungen beinhalten (z. B. Automatisierungssystemen) scheint in den nächsten Jahren der Einsatz von Agentensystemen möglich zu werden. Zu diesem Zweck erarbeitet derzeit der VDI/WDE GMA-Fachausschuss 5.15 »Agentensysteme« eine VDI-Richtlinie, die voraussichtlich im Jahr 2009 erscheinen wird.

¹ Agent von lat. agere: tun, handeln, durchführen

Themen

Erhöhung der Sicherheit im Straßenverkehr Nutzung von Software-Agenten zur Informationsverarbe



Dipl.-Inform. Thomas Batz

Informationsmanagement
Fraunhofer IITB Karlsruhe

Telefon +49 721 6091-455
thomas.batz@iitb.fraunhofer.de
www.iitb.fraunhofer.de/IMT



Dipl.-Ing. Martin Wieser

Informationsmanagement
Fraunhofer IITB Karlsruhe

Telefon +49 721 6091-364
martin.wieser@iitb.fraunhofer.de
www.iitb.fraunhofer.de/IMT



Einleitung

Das erhöhte Verkehrsaufkommen im Straßenverkehr führt zu einem nicht optimalen Verkehrsfluss, z. B. am Stauende oder beim Anfahren einer Fahrzeugkolonne nach einer zählfließenden Situation. Trotz steigender Ausrüstung der Fahrzeuge mit Sensoren (Abstand, Wetter) und Assistenzsystemen (wie ESP, ACC) existieren Gefahrensituationen, die durch Einzelfahrzeuge nicht adäquat beherrschbar sind, wie plötzlich auftretende Hindernisse auf der Straße (sich öffnende Fahrzeugtür oder auf die Straße rennende Kinder, umfallende Bauabspernung).

Zusätzliche Reaktionsmöglichkeiten entstehen, wenn es gelingt, mittels Kognition, Kommunikation und Kooperation die relevanten beteiligten Fahrzeuge zu einer gemeinsam handelnden Gruppe zu integrieren und verlässliche, abgestimmte Fahrmanöver durchzuführen.

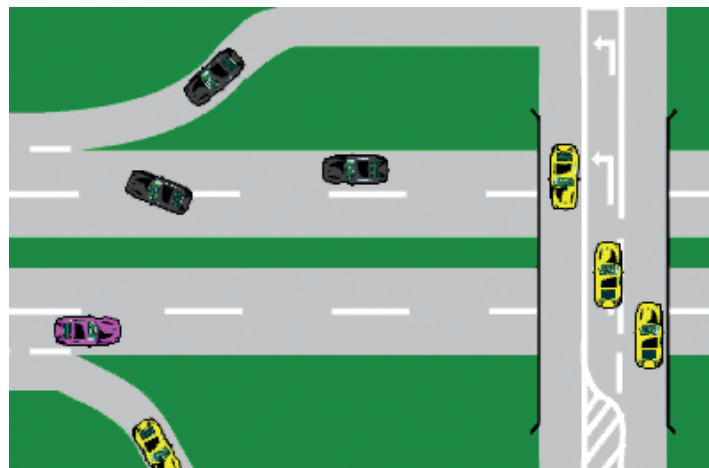
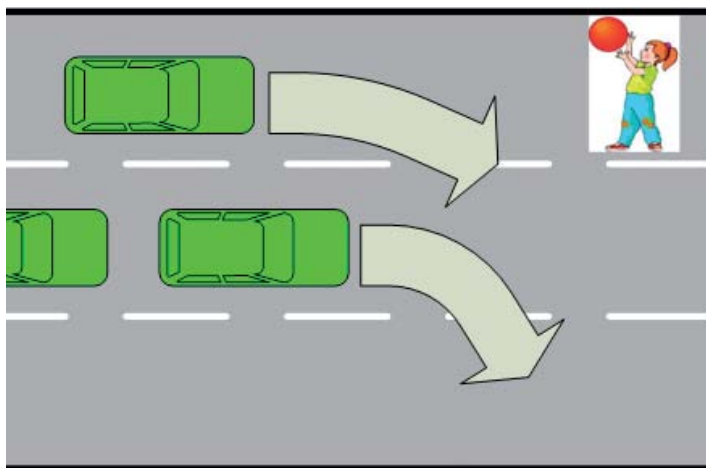
Dies ist ein Ziel des Sonderforschungsbereiches SFB/TR 28 **Kognitive Automobile** (weitere Beteiligte: Universität Karlsruhe (TH), Forschungszentrum Karlsruhe, Technische Universität München, Hochschule der Bundeswehr München, siehe www.kognimobil.org).

Kooperative Gruppen

In einer kooperativen Gruppe werden Fahrzeuge mit kognitiven Fähigkeiten zusammengefasst, die sich aufgrund ihrer Route und der vorhandenen Straßentopologie innerhalb einer bestimmten Zeit treffen könnten. Fahrzeuge auf baulich abgetrennten Spuren oder auf darüberliegenden Brücken werden nicht berücksichtigt. Die Gruppeneinteilung wird fortlaufend bei Bedarf angepasst. Ein Fahrzeug kann nur Mitglied **einer** Gruppe sein, dies ermöglicht es, für die Gruppe ohne weitere Verhandlungsschritte eine gemeinsame Verhaltensentscheidung zu treffen.

durch kooperierende Fahrzeuge

ung



Simulation

Da es weder möglich ist, eine Vielzahl von kognitiven Fahrzeugen auszurüsten, noch bestimmte Gefahrensituationen im realen Verkehr zu testen, wurde innerhalb des Projektes eine Simulationsumgebung realisiert, die es erlaubt, einen Teil der simulierten Fahrzeuge mit externen Programmen zu steuern, um Algorithmen zur gemeinsamen Verhaltensbewertung, -entscheidung und -durchführung zu testen. Die Simulationsumgebung erlaubt auch einzelne Szenen mit identischer Ausgangsposition mehrfach in gleicher Weise ablaufen zu lassen, um Algorithmen und Parametrierungen zu testen.

Software-Agenten zur verteilten Informationsverarbeitung

Als Kernstück für die softwaretechnische Umsetzung innerhalb der Simulation bei der Gruppenbildung wie auch der Situationsbewertung und Verhaltensentscheidung dient ein Agentensystem nach dem **Belief-Desire-Intention-Paradigma**.

Die Konzeption als Agentensystem bietet sich an, da verschiedene Aktivitäten parallel ablaufen und proaktiv durchgeführt werden müssen (Empfang von Information anderer kognitiver Fahrzeuge, Fusion von Information, Lagebeurteilung, Überwachung der Einhaltung von Fahrrestriktionen).

Der Rückgriff auf Erfahrungswissen aus ähnlichen Situationen sowie das Lernen sind weitere zu behandelnde Aspekte. Die Kommunikation zwischen den Fahrzeug-Agenten ist insbesondere in der Simulation mit Bordmitteln der Agentenplattform einfach zu realisieren.

Ein als Gruppenkoordinator ausgewähltes Fahrzeug erstellt aus den Informationen der anderen Fahrzeuge ein **gemeinsames Lagebild**, welches die Grundlage für die Situationsbewertung ist. Mittels dauerhaft einzuhaltender Ziele wie **der Abstand zwischen zwei Fahrzeugen darf eine geschwindigkeitsabhängige Mindestgröße nicht unterschreiten**, können bestimmte

gewünschte Zustände vorgegeben werden. Sind diese verletzt, wird mittels vordefinierter Pläne versucht, wieder einen regelkonformen Zustand zu erreichen. In unserer konkreten Implementierung wird das System JADEx als Erweiterung der JADE-Agentenplattform eingesetzt.

Stand

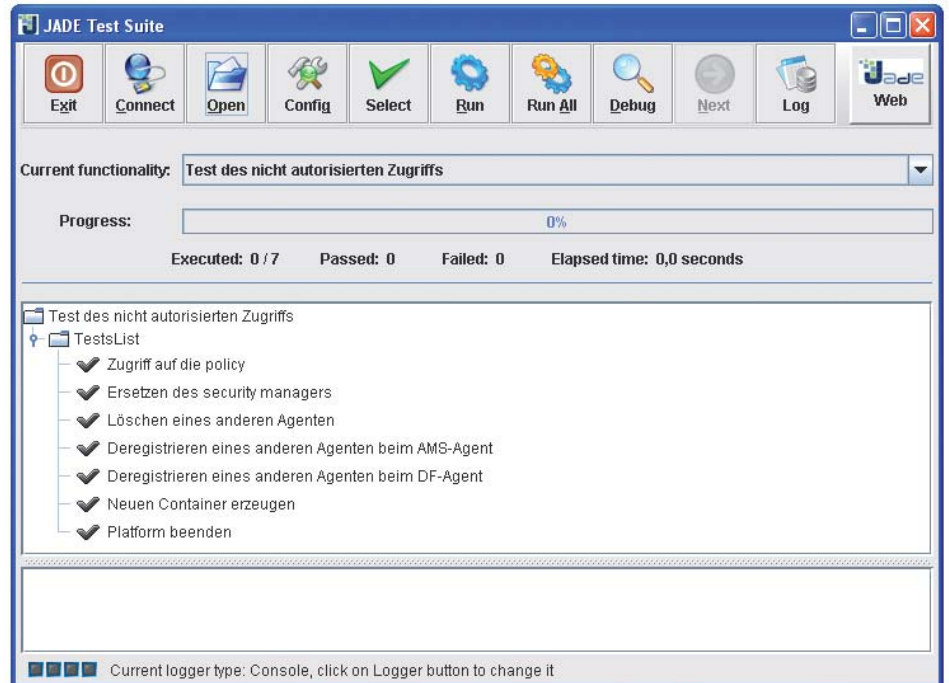
Das System befindet sich in der Entwicklung, die Gruppenbildung ist bereits realisiert und liefert nutzbare und nachvollziehbare Ergebnisse. Die Implementierung des gemeinsamen Lagebildes ist zurzeit im Gange.

Danksagung

Die vorliegende Arbeit wird von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen des SFB/TR 28 »Kognitive Automobile« gefördert.

Literatur:

C. Frese, T. Batz, J. Beyerer: Life Cycle Management for Cooperative Groups of Cognitive Automobiles in a Distributed Environment; Proceedings of the IEEE Intelligent Vehicles Symposium, IV'2008, Eindhoven, Netherlands, June 2008



Test-Suite zur Evaluierung der IT-Sicherheit von Agentenplattformen.



Dr.-Ing. Axel Bürkle

Interoperabilität und
Assistenzsysteme
Fraunhofer IITB Karlsruhe

Telefon +49 721 6091-552
axel.buerkle@iitb.fraunhofer.de
www.iitb.fraunhofer.de/IAS

Mobile Agenten sind Softwareeinheiten, die neben den typischen Eigenschaften von Software-Agenten (Autonomie, Kommunikationsfähigkeit, Teamfähigkeit, Reaktivität, Proaktivität, Asynchronie, Adaptivität) zusätzlich über die Fähigkeit verfügen, auf einen anderen Rechner zu migrieren. Im Gegensatz zu klassischen verteilten Anwendungen, bei denen die Prozesse an den Host gebunden sind, auf dem sie gestartet wurden, können bei mobilen Agenten Code und Zustand auf einen anderen Host übertragen werden, wo die Ausführung wieder aufgenommen wird.

Mobiler Code ist mit besonderen Sicherheitsrisiken verbunden. Während die theoretischen Gefahren weitgehend bekannt und untersucht sind, findet das Thema IT-Sicherheit beim praktischen Einsatz von Software-Agenten nur wenig

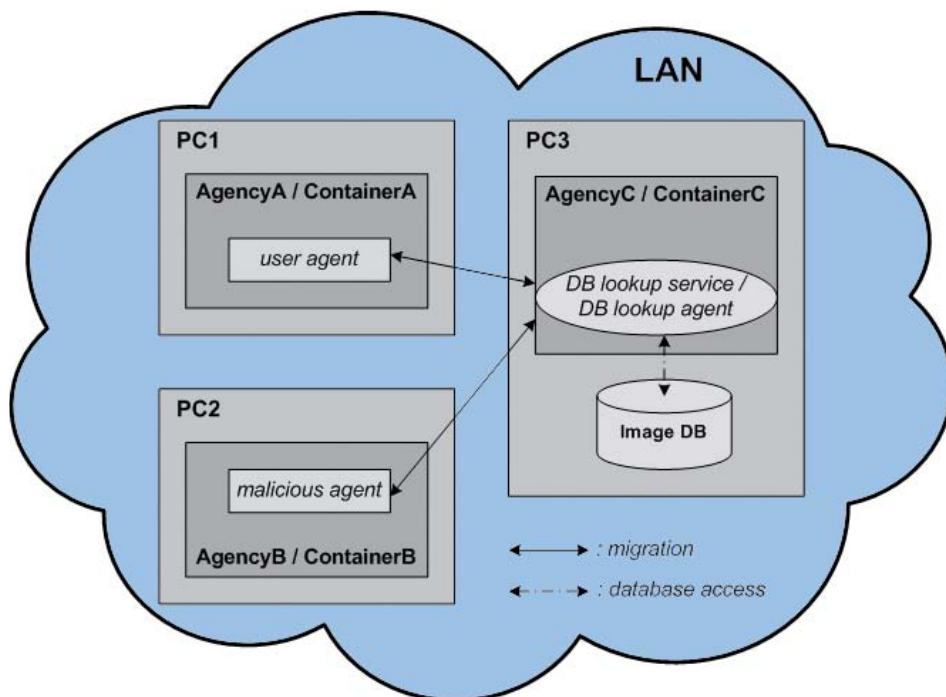
Beachtung. Von entscheidender Bedeutung für die Beurteilung der Einsatztauglichkeit mobiler Agenten in sicherheitskritischen Umgebungen sind die Sicherheitsstandards aktueller Agentenplattformen.

Am Fraunhofer IITB wurde daher untersucht

- inwieweit die derzeit verfügbaren Agentenplattformen für sicherheitskritische Anwendungen geeignet sind,
- inwieweit sich Agenten und Agentenplattformen im praktischen Einsatz angreifen bzw. vor Angriffen schützen lassen, und
- durch welche Maßnahmen ein sicherer Betrieb von Agentensystemen gewährleistet werden kann.

Zur Evaluierung der IT-Sicherheit aktueller Plattformen für mobile Agenten wurde am IITB eine heterogene Testumgebung, bestehend aus einem Netzwerk von PCs, Laptops, einer Workstation und verschiedenen mobilen Endgeräten, konzipiert und aufgebaut.

Im Rahmen der Untersuchungen wurde der aktuelle Entwicklungsstand verfügbarer Plattformen für mobile Agenten ermittelt. Die Plattformen wurden anhand eines Katalogs von Anforderungen gemessen. Nach einer Vorauswahl kamen sieben Plattformen in die engere Auswahl. Lediglich zwei konnten alle gestellten Anforderungen erfüllen: JADE (Java Agent DEvelopment Framework) und SeMoA (Secure Mobile Agents).



Architektur der Testumgebung.

JADE ist eine Entwicklung des TILAB (Telecom Italia Lab) und zählt zu den bekanntesten Agentenplattformen. Sicherheitsfunktionalität wird bei JADE in Form eines Security Add-Ons zusätzlich zur eigentlichen Plattform-Software zur Verfügung gestellt. Das Add-On bietet folgende Dienste:

- einen Sicherheits- und Authentifikations-Dienst,
- einen Rechtevergabe-Dienst,
- einen Signatur-Dienst und
- einen Verschlüsselungs-Dienst.

SeMoA ist eine Open-Source-Plattform für mobile Agenten, bei der speziell Sicherheitsaspekte im Mittelpunkt stehen. Die Plattform wird am Fraunhofer Institut für Graphische Datenverarbeitung (IGD) von der Abteilung Sicherheitstechnologie für Graphik- und Kommunikationssysteme entwickelt. Beide Plattformen wurden auf ihre Verwundbarkeit überprüft. Dazu wurden zunächst allgemeine Angriffstaxonomien aufgestellt und um plattformspezifische Testfälle ergänzt.

Die Testfälle sind aufgeteilt in zwei Kategorien:

- Angriffe eines böswilligen Agenten auf die Plattform (Agency) und
- Angriffe eines Agenten auf andere Agenten.

Böswillige Agencies wurden nicht betrachtet. Ferner wurde als Vorannahme vorausgesetzt, dass die der Agentenplattform zugrunde liegenden Mechanismen (Betriebssystem, Netzwerk, kryptografische Verfahren) sicher sind. Die Sicherheitsanalyse hat gezeigt, dass die Agentenplattform JADE in der aktuellen Version mehrere gravierende Sicherheitslücken und Implementierungsfehler aufweist und deshalb für sicherheitsempfindliche Bereiche nicht geeignet ist.

In SeMoA konnten bei korrekter Konfiguration der Plattform keine Sicherheitslücken nachgewiesen werden. Dieser Plattform fehlen jedoch im Vergleich zu JADE ausgereifte Kommunikations- und Kooperationsmechanismen.

Themen



Gerd Schneider M.Sc.

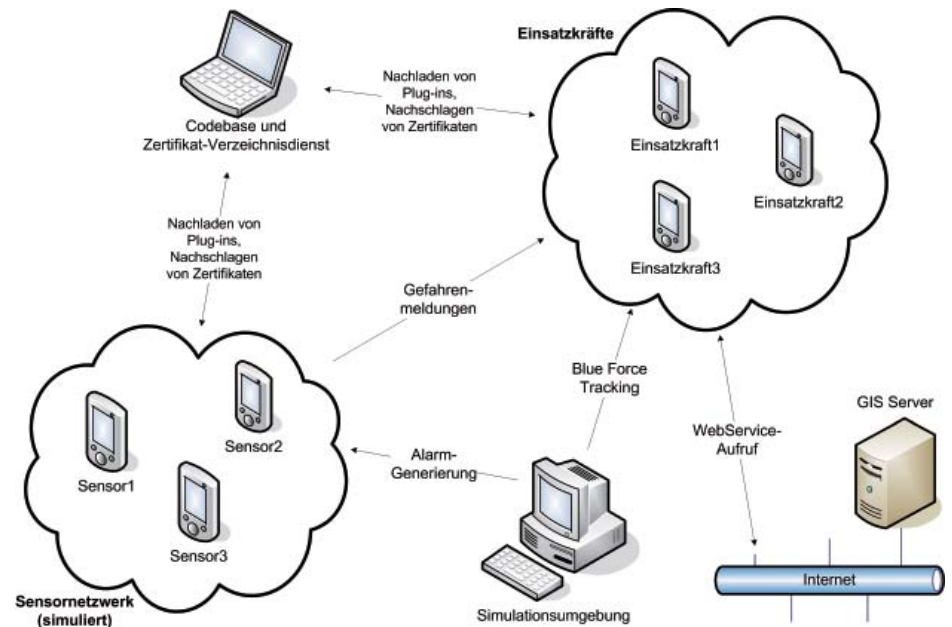
Interoperabilität und Assistenzsysteme
Fraunhofer IITB Karlsruhe

Telefon +49 721 6091-483
gerd.schneider@iitb.fraunhofer.de
www.iitb.fraunhofer.de/IAS

KONTAKT

Fähigkeiten auf Abruf

Dynamische und autonome Funktionserweiterung mo



Schematischer Aufbau des agenten-basierten Command & Control-Systems.

Mobile Software-Agenten besitzen die Fähigkeit zur Migration zwischen einzelnen Rechnern und lösen sich dadurch von der Bindung an einen spezifischen Host. Diese Loslösung und Flexibilität konfrontiert mobile Software-Agenten jedoch mit der Problematik, sich auf die jeweiligen Gegebenheiten, die auf den einzelnen Rechnern vorherrschen, einstellen zu müssen. Eine Lösungsmöglichkeit hierfür wäre ein monolithisch aufgebauter Softwareagent, der von Anfang an alle Fähigkeiten für alle möglichen Gegebenheiten auf den einzelnen Rechnern besitzt. Da sich zum einen jedoch diese Gegebenheiten recht dynamisch verändern können, was eine laufende Anpassung des Software-Agenten nach sich ziehen würde, und zum anderen ein monolithisch aufgebauter mobiler Softwareagent seine Leichtigkeit verlieren würde, ist diesem Ansatz eine modulare Lösung vorzuziehen.



Dr.-Ing. Axel Bürkle

Interoperabilität und Assistenzsysteme
Fraunhofer IITB Karlsruhe

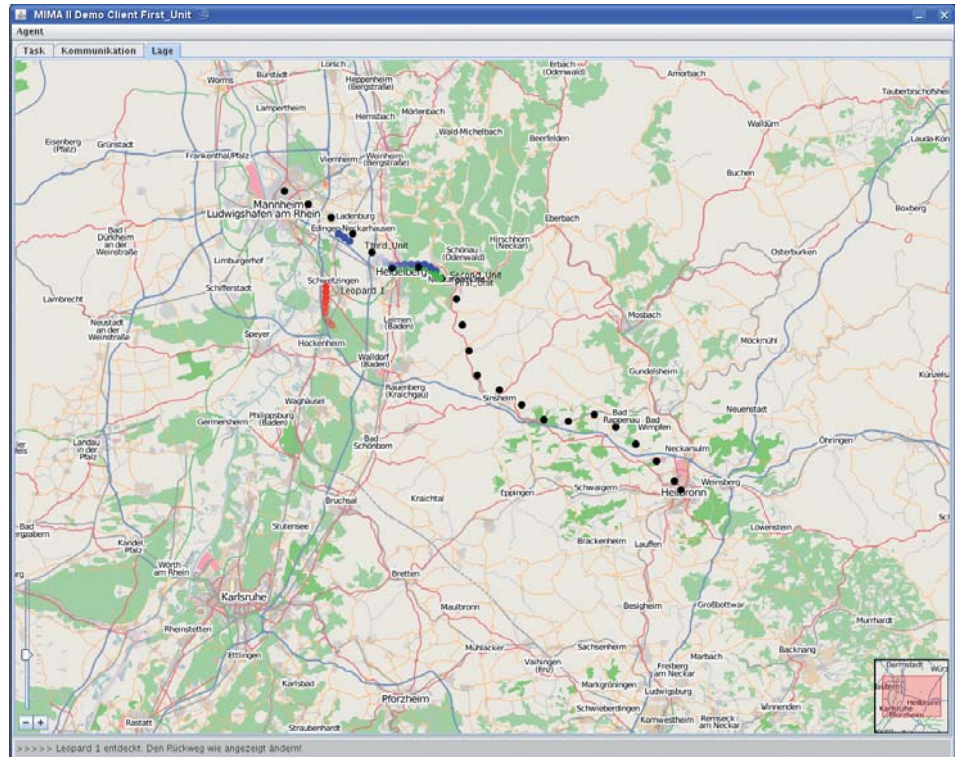
Telefon +49 721 6091-552
axel.buerkle@iitb.fraunhofer.de
www.iitb.fraunhofer.de/IAS

KONTAKT

biler Software-Agenten

Am Fraunhofer IITB wurde hierfür auf Grundlage der Agentenplattform Cougar ein Baukastenprinzip entwickelt, das einzelnen mobilen Software-Agenten die Möglichkeit bietet, ihre Fähigkeiten entsprechend der Rechnergegebenheiten dynamisch und autonom anzupassen. Basis für die Anpassung sind so genannte Rechner- bzw. Plattforminformationen, die die jeweiligen Ressourcen / Eigenschaften der einzelnen Rechner beschreiben und von den mobilen Software-Agenten selbstständig analysiert werden können. Unter Einsatz eines Schlussfolgerungsmechanismus erfolgt daraufhin die Ermittlung der zur Nutzung dieser Rechnerressourcen/-eigenschaften auf Seiten des Software-Agenten benötigten Fähigkeiten, die in einem letzten Schritt von einem Fähigkeits-Repository abgerufen und anschließend genutzt werden.

Praktischen Einsatz erlangte das entwickelte Baukastenprinzip im Rahmen eines Demosystems, das Teile eines dezentralen Command & Control (C²)-Systems realisierte. In einem exemplarischen Einsatzszenario sind die Kräfte einer Einzeleinheit mit vernetzten, mobilen Endgeräten (z. B. Smartphones, PDAs, Ultra Mobile PCs, Laptops) ausgerüstet. Die initiale Konfiguration des Endgeräts findet automatisch durch einen Software-Agenten statt, dem nur das Ziel des Auftrags sowie die jeweiligen Plattformressourcen bekannt sind. Der Agent identifiziert benötigte Fähigkeiten und lädt diese selbstständig als Plug-Ins aus dem zentralen Fähigkeits-Repository.



Lagedarstellung im Demosystem.

Sollten sich im Verlauf des Einsatzes neue Anforderungen ergeben oder die Fähigkeiten der Plattform ändern, etwa durch Anschließen einer Peripherie-Komponente (z. B. eines GPS-Empfängers), werden entsprechende Fähigkeiten (d. h. Plug-Ins) nachgeladen. Analog lassen sich zur Laufzeit auch bereits lokal auf dem Gerät vorhandene Plug-Ins durch neuere Versionen ersetzen.

Das implementierte Demosystem zeigt folgende Vorteile dynamisch erweiterbarer mobiler Software-Agenten:

- Reduzierung der Deployment-Dauer durch Konfiguration auf dem Weg zum Einsatzort
- Ressourcenschonung durch intelligente, bedarfsgerechte Konfiguration
- Dynamische Fähigkeitserweiterung/-verbesserung während des Einsatzes.

Zusätzlich soll zukünftig eine weitere Verbesserung des hier vorgestellten Systems durch die semantische Beschreibung der Fähigkeiten und Ressourcen der zugrunde liegenden Agentenplattform erreicht werden. Diese für den Agenten verständliche Beschreibung in Verbindung mit seiner Wahrnehmungs- und Schlussfolgerungsfähigkeit ermöglicht es ihm, die benötigten Fähigkeiten effizienter mit den vorhandenen Ressourcen abzugleichen und zu nutzen.

Ferner ist die Anbindung intelligenter Miniatursensorknoten, auf denen ebenfalls die Agentenplattform Cougar läuft, vorgesehen.

Themen



Dipl.-Math. Jennifer Sander

Lehrstuhl für Interaktive
Echtzeitsysteme,
Institut für Technische Informatik,
Universität Karlsruhe (TH)

Telefon +49 721 608-5917

jsander@ies.uni-karlsruhe.de

www.ies.uni-karlsruhe.de



Dr.-Ing. Michael Heizmann

Leiter der Forschungsgruppe
Variable Bildgewinnung
und -verarbeitung
Fraunhofer IITB Karlsruhe

Telefon +49 721 6091-329

michael.heizmann@iitb.fraunhofer.de

www.iitb.fraunhofer.de/VBV

Ursachen auf der Spur – Agenten zur lokal

Die probabilistische Modellierung bietet eine fundierte Möglichkeit zur Repräsentation von unsicherheitsbehaftetem Wissen. Dabei wird Information als Wahrscheinlichkeitsverteilung in einer »Degree-of-Belief«-Interpretation verkörpert. Soll Information aus unterschiedlichen Quellen fusioniert werden, besteht also die Aufgabe darin, die zugehörigen Wahrscheinlichkeitsverteilungen zu kombinieren, was etwa nach dem bewährten Bayes'schen Formalismus [1,2] erfolgen kann.

Der relevante Teil der realen Welt legt dabei eine Modellwelt fest, innerhalb der die Modellierung und letztlich die Lösung des Fusionsproblems erfolgt (Abb. 1). Obwohl die Bayes'sche Fusionsmethodik theoretisch exakt ist, kann sie für reale Fusionssysteme zur Bearbeitung umfangreicher Aufgaben kaum angewandt werden, da sie oftmals hohe Komplexität mit sich bringt.

Einen Ausweg aus dieser Problematik bietet die lokale Bayes'sche Fusion, bei der die Bestimmung des Fusionsergebnisses auf denjenigen Teil der Modell-

welt beschränkt wird, der mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit das Fusionsergebnis beinhaltet [1-4] (Abb. 2). Dabei werden lokale Ausschnitte der Modellwelt so gewählt, dass sie Auffälligkeiten – die »Spuren« – und ihre lokalen Umgebungen – die »Milieus« – beinhalten. Wenn die Spuren durch Nutzung aller vorliegenden Informationsquellen erschöpfend ausgewertet worden sind, lässt sich daraus mit hoher Wahrscheinlichkeit das korrekte Fusionsergebnis für die gesamte Modellwelt bestimmen. Diese Vorgehensweise besitzt eine aufschlussreiche Analogie zu kriminalistischen Ermittlungen, bei denen Ermittler ebenfalls lokal vorgehen und das Untersuchungsergebnis danach durch Verknüpfung aller Ergebnisse gewonnen wird [2-3,5].

Eine solche lokale Vorgehensweise hat eine natürliche Entsprechung in einer Multi-Agenten-Architektur [6]. Wesentliche Eigenschaften von Multi-Agenten-Systemen (MAS) sind unabdingbar für die Realisierung eines Systems zur lokalen Bayes'schen Fusion:

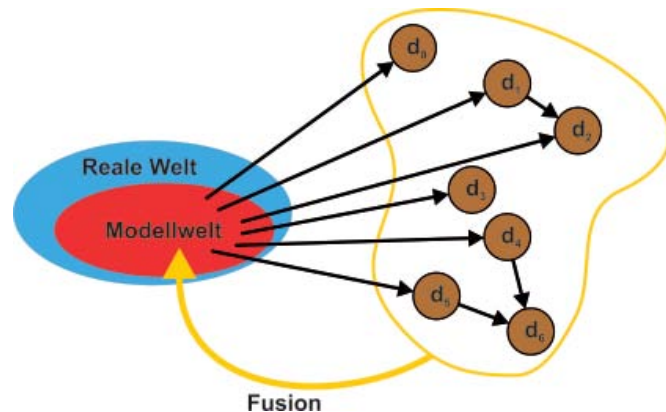


Abb. 1: Schematische Darstellung eines Fusionsproblems: Der relevante Teil der realen Welt legt eine Modellwelt fest, die einer problemspezifischen Vereinfachung der realen Welt entspricht. Reale Welt und Modellwelt unterscheiden sich in den vorhandenen Größen (deren Menge, Wertebereiche und Granularität) sowie deren Beziehungen untereinander (z. B. Abhängigkeitsstrukturen) [4,7]. Bei der Informationsfusion werden homogene oder heterogene Daten (d_0, \dots, d_7) aus unterschiedlichen Informationsquellen und Vorwissen verknüpft, um Erkenntnisse über die Modellwelt und damit die reale Welt zu erzielen.

en Bayes'schen Fusion

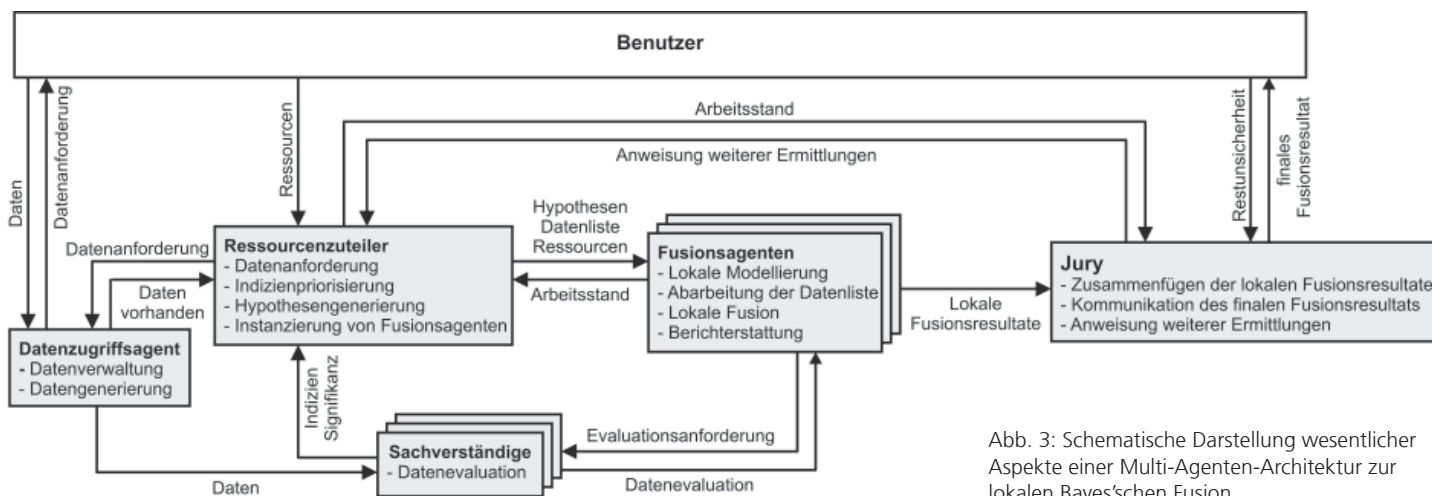


Abb. 3: Schematische Darstellung wesentlicher Aspekte einer Multi-Agenten-Architektur zur lokalen Bayes'schen Fusion.

- **Autonomie:** Ähnlich wie Ermittler, Sachverständige und Gerichtsbarkeit selbständig an der Verfolgung und Evaluation einzelner Spuren sowie der Bewertung des Ermittlungsergebnisses arbeiten, sollen Software-Agenten bei einem lokalen Fusionsansatz innerhalb der Modellwelt autonom, d. h. ohne Steuerung von außen, Auswertungen vornehmen und ihre Ergebnisse kombinieren.
- **Kommunikations- und Kooperationsfähigkeit:** Zur gemeinsamen und effizienten Lösung der Fusionsaufgabe ist es erforderlich, dass die Agenten ihre Erkenntnisse austauschen. Dies kann zum Abschluss der Auswertung der jeweiligen Spur erfolgen, aber auch während der Verarbeitung sinnvoll sein,

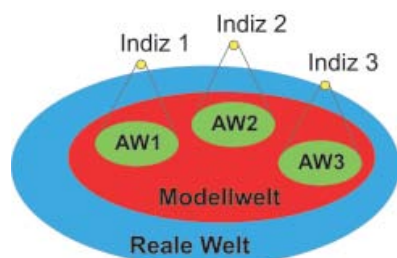


Abb. 2: Die MAS-Welt (grün) besteht aus einzelnen – hier drei – Agentenwelten (AW1, AW2, AW3). Agentenwelten sind lokal bzgl. der MAS-Welt, beide sind lokal bzgl. der Modellwelt. Das Zusammenfügen der lokalen Fusionsergebnisse in den Agentenwelten entspricht der Bestimmung eines Fusionsergebnisses für die MAS-Welt. Dieses ist durch die Arbeitsweise lokaler Bayes'scher Fusion auch aussagekräftig für die gesamte Modellwelt.

um etwa doppelt berücksichtigte Spuren zu eliminieren.

- **Fähigkeit zur Wahrnehmung:** Zur Auswertung der Spuren müssen die Agenten in der Lage sein, die Informationsquellen gemäß ihrer Bedeutung zu interpretieren und auszuwerten. Dazu kann sich ein Agent auch durchaus der Hilfe anderer Agenten, z. B. auf die jeweilige Quelle spezialisierter Sachverständiger, bedienen.
- **Reaktives und proaktives Handeln:** Geänderte Informationen oder zusätzliche Quellen müssen u. U. berücksichtigt werden. Idealerweise ist ein Agent in der Lage zu erkennen, wenn die ihm zur Verfügung stehende Information nicht ausreicht, und kann die Gewinnung neuer Information etwa durch zusätzliche Beobachtungen auslösen.
- **Mobilität:** Zur Reduktion des Kommunikationsaufwands kann es erforderlich sein, dass ein Software-Agent in die Nähe einer Quelle migriert.

Wesentliche Aspekte einer Multi-Agenten-Architektur zur lokalen Bayes'schen Fusion sind in Abbildung 3 dargestellt. Lokale Ausschnitte der Modellwelt werden mit Hilfe von Sachverständigen-Agenten detektiert und nach ihrer Signifikanz bewertet. Für die Ausschnitte (»Agentenwelten«) werden Fusions-

agenten initialisiert, damit sie mit Hilfe der Sachverständigen verteilte lokale Bayes'sche Fusion durchführen. Das finale Fusionsergebnis für die MAS-Welt wird durch die Kombination der Fusionsergebnisse der Agentenwelten bestimmt. Es zeigt sich, dass ein Multi-Agenten-System eine geeignete Architektur zur Realisierung lokaler Bayes'scher Fusion darstellt.

Literatur:

- [1] J. Sander, M. Heizmann: Lokale Bayes'sche Fusion. In: visIT 3/2007, S. 10-11, Fraunhofer IITB
- [2] J. Beyerer, J. Sander, S. Werling: Bayes'sche Methodik zur lokalen Fusion heterogener Informationsquellen. tm – Technisches Messen 74 (3), S. 103-111, Oldenbourg Verlag, München, 2007
- [3] J. Sander, J. Beyerer: Local Bayesian fusion realized via an agent based architecture. In: INFORMATIK 2007 – Informatik trifft Logistik, Beiträge der 37. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), Band 2, R. Koschke, O. Herzog, K.-H. Rödiger, M. Ronthaler (Hrsg.), S. 95-99, 2007
- [4] J. Sander, J. Beyerer: Decreased Complexity and Increased Problem Specificity of Bayesian Fusion by Local Approaches. Proceedings of the 11th International Conference on Information Fusion (Fusion 2008), Köln, 2008
- [5] J. Beyerer, M. Heizmann, J. Sander: Fuselets – An agent based architecture for fusion of heterogeneous information and data. In: Multisensor, Multisource Information Fusion: Architectures, Algorithms, and Applications 2006, Belur V. Dasarathy (Hrsg.), Proceedings of SPIE 6242, S. 235-243, 2006
- [6] M. Wooldridge: An Introduction to MultiAgent Systems. John Wiley & Sons, Chichester, 2002
- [7] K. B. Laskey, P. E. Lehner: Metareasoning and the Problem of Small Worlds. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics 24 (11), S. 1643-1652, 1994



Zum zweiten Mal hat das IITB am 28. und 29. Mai 2008 für die leittechnische ‚Community‘ das Karlsruher Leittechnische Kolloquium durchgeführt. Leitsysteme entwickeln sich immer mehr zu Informationsdreh scheiben in der Fabrik. Sie ermöglichen es, die Abläufe und Zusammenhänge in der Fabrik auf einen Blick zu sehen und zu steuern.

An den vier Halbtagen beleuchteten die Referenten praxisbezogene aktuelle Themen der Leittechnik. Der erste Halbtag widmete sich modernen MES-Architekturen mit Vorträgen von Unternehmen, die komplexe IT-Systeme im Einsatz haben und hohe Anforderungen an die Integration von MES-Komponenten stellen.

Aus den Erfahrungen, die das IITB in vielen Projekten gemacht hat, ist die Erkenntnis erwachsen, dass branchenübergreifender Know-how-Austausch vor allem im IT-Umfeld fruchtbar ist. Darum lag der Schwerpunkt am zweiten Halbtag darauf, dass Referenten

Lösungen mit hohem Übertragungspotential zwischen diskreter und kontinuierlicher Fertigung vorstellten.

Immer deutlicher wird, dass durchgängige Engineering-Prozesse von der mechanischen Anlagenkonstruktion über die Elektroplanung bis zur Leittechnik die Basis eines schnellen und erfolgreichen Anlaufs von Produktionssystemen ist. In diesem Kontext stellten die Referenten Methoden und Werkzeuge vor, mit denen sich die Digitale Fabrik mit der realen Automatisierungswelt verbindet. Um Durchgängigkeit zu erreichen, ist ein Datenmanagement erforderlich, das sich Standards bedient. Darum umfasste der vierte Halbtag Vorträge zu ausgewählten Standards, von denen das IITB überzeugt ist, dass sie in Zukunft eine wichtige Rolle in der MES-Welt spielen.

Wegen der positiven Rückmeldungen der Teilnehmer plant das Fraunhofer-IITB das dritte Leittechnische Kolloquium in zwei Jahren.



Agents Inside

10. Informationstechnisches Kolloquium Karlsruhe am 19. Juni 2008

»Agenten und ihr Einsatz in der Automatisierungstechnik« von Prof. Peter Göhner: Ausgehend von den Grundkonzepten der agentenorientierten Entwicklung werden die Einsatzgebiete von Agenten in der Automatisierungstechnik gezeigt. Neben dem direkten Einsatz von Agenten als operationelle Einheiten in Prozessautomatisierungssystemen, können Agenten auch auf den höheren Ebenen im Rahmen des Selbstmanagements, der Überwachung des technischen Prozesses und zur Durchführung von Sicherheitsmaßnahmen eingesetzt werden. Darüber hinaus lassen sich Agenten auch bei der Entwicklung und dem Engineering von Anlagenautomatisierungssystemen sinnvoll verwenden.

»Agentenbasierte Koordination von Semantischen Diensten« von Dr. Matthias Klusch: Das Spektrum der Anwendung von Webdiensten im heutigen Internet ist überaus vielfältig. Es reicht von einfachen Suchdiensten und Komposition von relevanten, nutzer-generierten Inhalten im Web 2.0 über die kostenpflichtige Bereitstellung von speziellen Softwarepaketen zur dezentralen Nutzung bis hin zur flexiblen Koordination von innerbetrieblichen oder unternehmensübergreifenden Geschäftsprozessen in dienstorientierten Architekturen. Die Unterstützung einer automatischen, semantischen Suche und Komposition von Webdiensten ist hier-

bei von Wert aber aufgrund fehlender wohldefinierter Semantik der standardisierten XML-basierten Webdienste nicht möglich. Dieses Problem kann mit Hilfe von Semantic Web Technologien elegant behoben werden. Im Vortrag werden ausgewählte Resultate zu den oben genannten Problemfeldern im heutigen Internet und einem visionären Quanteninternet kurz zusammenfassend präsentiert.

»Erhöhung der Sicherheit im Straßenverkehr durch kooperierende Fahrzeuge« von Thomas Batz: Gefahrensituationen im Straßenverkehr wie umfallende Bauabsperrungen, sich öffnende Fahrzeugtüren oder auf die Straße laufende Kinder können durch Einzelfahrzeuge nicht adäquat beherrscht werden.

Zusätzliche Reaktionsmöglichkeiten entstehen, wenn mittels Kognition, Kommunikation und Kooperation die relevanten beteiligten Fahrzeuge zu einer gemeinsam handelnden Gruppe integriert werden und verlässliche, abgestimmte Fahrmanöver durchführen. Als Kernstück für die softwaretechnische Umsetzung innerhalb der Simulation bei der Gruppenbildung wie auch der auf einem gemeinsamen Lagebild beruhenden Situationsbewertung und -entscheidung dient ein Agentensystem nach dem Belief-Desire-Intention-Paradigma.





Karlsruhe

Fraunhofer-Institut für
Informations- und
Datenverarbeitung IITB
Fraunhoferstraße 1
76131 Karlsruhe
Telefon +49 721 6091-0
Fax +49 721 6091-41 3
info@iitb.fraunhofer.de
www.iitb.fraunhofer.de

Ilmenau

Fraunhofer-Anwendungszentrum
Systemtechnik AST
Am Vogelherd 50
98693 Ilmenau
Telefon +49 3677 461-132
Fax +49 3677 461-100
claudia.schrickel@ast.iitb.fraunhofer.de
www.ast.iitb.fraunhofer.de

Beijing

Representative for Production and
Information Technologies
Unit 0610, Landmark Tower 2
8 North Dongsanhuan Road
Chaoyang District
100004 Beijing, PR China
Telefon +86 10 65900 621
Fax +86 10 65900 619
muh@fraunhofer.cn

