

Operative Wissensintegration am Beispiel von MAS und semantischen Portalen im SCEM

Ilja Krybus, Denny Schreiber

Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik
Europa-Universität Viadrina Frankfurt (Oder)
August-Bebel-Strasse 12
15234 Frankfurt (Oder)
{krybuslschreiber}@uni-ffo.de

Abstract: In der Ausführungsphase von Lieferketten werden die idealen Abläufe durch außerplanmäßige Ereignisse unterbrochen, auf die nur Menschen geeignet reagieren können. Qualifizierte Reaktionen auf solche Ereignisse erfordern die Nutzung fallbezogenen, handlungsorientierten Wissens. Dieses wird zwar häufig in wissensbezogenen Systemen vorgehalten, kann aber mangels Integration mit operativen Systemen im Moment des akuten Wissensbedarfs nur eingeschränkt aktiviert werden. Dieser Beitrag beschreibt am Beispiel eines operativen Multi-Agenten-Systems (MAS) für das Supply Chain Event Management (SCEM) und eines (Wissens-) Portals wie eine operative Wissensintegration realisiert werden kann.

1 Einleitung: Szenario und Anforderungen

Die Ausführungsphase von Lieferketten wird durch betriebliche und prozessorientierte Informationssysteme wie z.B. ERP- und SCM-Systeme unterstützt. Diese Systeme haben ausgeprägte Stärken in koordinierten, homogenen Lieferketten, für die sie spezifisch angepasst sind. Lieferketten sind jedoch oft durch stark variierende Zusammensetzung der Partner, hohe Dynamik logistischer Aktivitäten, asymmetrische Information und dezentralen Charakter (Verteiltheit) geprägt. Dem Rechnung tragend werden alternative Lösungsansätze erforscht, in denen die IT-Systeme in ständig wechselnder Konfiguration logistische Koordinationsaufgaben und Ereignisreaktionen in dynamischen Verhandlungen lösen. Beispiele dafür sind Multi-Agentensysteme wie [FM+03] oder [PP+07].

Aufgrund ihrer Komplexität und teilweisen Einzigartigkeit können auch bei weitgehender IT-Unterstützung nicht alle Entscheidungen ausschließlich automatisch getroffen werden. Steuernde Eingriffe durch den Menschen (Nutzer) bleiben weiterhin notwendig, speziell dann, wenn die betreffenden Ereignis-Reaktionsmuster unscharf sind und deshalb nur eingeschränkt in eindeutigen logischen Regeln modelliert werden können. In solchen Fällen ist es die Aufgabe der IT-Systeme, die aufgetretenen Ereignisse hinreichend zu beschreiben, gegebenenfalls absehbare Lösungsvorschläge zu generieren und diese dem Nutzer zur Entscheidung vorzulegen (z.B. [JK+07]).

In Abhängigkeit von der konkreten Problemstellung wird auch der Nutzer die Entscheidungen nicht ad hoc treffen können, sondern weitergehende Informationen zu konkreten und artverwandten Ereignisklassen sowie problemadäquaten Lösungsmustern einholen müssen. Die zugehörigen Informationsvorgänge gehen mit Unterbrechungen der operativen Tätigkeit und Medienbrüchen einher. Befinden sich die Nutzer im Feld, fehlen elektronische Informationsmöglichkeiten oft. Ist der Zugang zu Informationen gegeben, müssen diese erst umständlich durch manuelle Suche/Navigation lokalisiert werden. Die geringe Präzision von Antworten insbesondere bei konventionellen (syntaktischen) Systemen erschwert die Lösungsfindung und verlängert die Dauer bis zur Reaktion. Eine zusätzliche Erschwernis resultiert aus der Notwendigkeit, geeignete, treffsichere Suchanfragen an das Informationssystem zu formulieren. Integrierte Informationslösungen, welche die operative Wissensnutzung fördern sollen, müssen daher den folgenden Anforderungen gerecht werden:

1. Effiziente Bereitstellung von ereignis- und lösungsbezogenem Wissen
2. Adaption der Informationen an aktuelle Kontextbedingungen (Handlungsbezug, Problemstellung, Situation, Nutzungsbedingungen)
3. Unterstützung der Wissensallokation durch Nutzung/Interpretation von operativen Daten
4. Integration von Wissenszugang und -präsentation in die operative Tätigkeit

2 Semantische Wissens- und Dokumentationsplattform (Portal)

In betrieblichen Informations- und Wissenssystemen ist umfangreiches Wissen für Ereignisbehandlung und Problemlösung bereits vorhanden (vgl. [Ma04]). Es liegt jedoch i.d.R. unstrukturiert (z.B. in textuellen Anleitungen, Checklisten, Best-Practices oder Wikis [KF05]) vor. In semantischen Systemen (in [LS+05] ist eine Auswahl semantischer Portale evaluiert) werden Informationen ontologiebasiert in variablen Strukturierungsgraden verwaltet. In dem in [KK06] beschriebenen (Wissens-) Portal sind Dokumente wie z.B. Ereignis-Reaktionsmuster in Form von Ontologieinstanzen in menschen- und maschineninterpretierbarer Form vorgehalten und sowohl durch administrative Metadaten, mehrdimensionale Klassifikationen sowie strukturelles Bedeutungswissen als auch durch ihren eigenen Textinhalt spezifiziert.

Durch die besondere Abbildung der Inhalte werden Dienste ermöglicht, die geeignet sind, weitergehende Wissensbedarfe zu erfüllen und auf wechselnde Kontextbedingungen zu reagieren [DS+05]. So werden bspw. in [KK06] indirekte Wissenszusammenhänge wie Generalisierung/Spezialisierung, Whole/part-Beziehungen, Identitäten (Synonyme, Tautologien) durch logische (semantische) Inferenz expliziert und für die Wissenslokalisierung und -präsentation nutzbar gemacht (vgl. auch [DS+05]). Ergänzende transformative Inferenzen werden vollzogen, um alternative Abbildungen zugesicherter Daten (z.B. Einheitenrechnung, Rekombination von Literalen, Datenvervollständigung) herzustellen, z.B. um bei gleich bleibend hoher Präzision den Recall für Suchanfragen zu verbessern. Neben Ontologienavigation, hybrider (syntaktischer und semantischer) Suche wird die Exploration der Wissensbasis auf Grundlage von inhaltlichen Zusammenhängen (z.B. gemeinsamen Fakten/Aussagen) unterstützt.

Den Anforderungen wechselnder Kontextbedingungen auf die Inhaltsdarstellung und -nutzung wird durch dynamische Inhaltsadaptation ([KK06] [KK06a] jeweils am Beispiel des Mobilitäts-/Systemkontexts), welche sich in ein Framework komplementärer Anpassungsmaßnahmen einordnet [KK06a], entsprochen. Durch diese werden bspw. Informationen, die einem Nutzer keinen aktuellen Mehrwert bieten (z.B. Anleitungen, deren Ausführungsbedingungen nicht erfüllt sind) unterdrückt oder Kurzanweisungen gegenüber Detailbeschreibungen priorisiert.

Lösungen wie [KK06] [KK06a] erfüllen weitgehend die einleitenden Anforderungen 1 und 2 für Wissensarbeit (insbesondere für Recherche, Lösungssuche, Lernen). Die Unterstützung operativer Tätigkeit ist jedoch dadurch eingeschränkt, dass Wissens- und operatives System getrennt sind und fachliche Kontexte wie der konkrete Ereignis- bzw. Problembezug und zugehörige Rahmenbedingungen dem System durch den Nutzer manuell vermittelt werden müssen.

3 MAS für SCEM

Multi-Agenten-Systeme sind aufgrund ihrer Eigenschaften wie Adaptivität, Proaktivität sowie autonomes Handeln prädestiniert, die in den verteilten heterogenen Lieferketten aufkommenden Daten von den verschiedenen Systemen zu erfassen, zu analysieren und darauf zu reagieren [JK+07]. Diese Vorgänge sind Voraussetzung für die Durchführung des SCEM. Die Beobachtung der Aufträge läuft im Idealfall permanent über die komplette Lieferkette vom ersten Lieferanten über den Hersteller bis hin zum Kunden ab. Hierfür greift das MAS auf Daten externer ERP-, SCM-, Monitoring- oder Tracking & Tracing-Systeme zurück. Dadurch ergibt sich eine Vielfalt an Daten, die alle vom MAS erfasst und integriert werden müssen. Unter Nutzung analytischer Verfahren werden diese Daten hinsichtlich möglicher Planabweichungen bzgl. Ort, Zeit, Menge oder Gewicht untersucht.

Nach der Erkennung und Diagnose von Problemen durch das MAS werden die menschlichen Entscheidungsträger benachrichtigt. Diese erhalten die vom MAS getroffene Diagnose und zugehörige, problemrelevante Informationen zum betreffenden Auftrag, müssen dabei ihr persönliches Problemlösungswissen einsetzen, um adäquat reagieren zu können. Bei weniger komplexen, formalisierbaren Problemstellungen kann auch das MAS durch hinterlegte Algorithmen versuchen, den reibungslosen Ablauf wiederherzustellen. Die automatisierte Behebung von Störereignissen scheidet jedoch häufig an der Ambiguität und Komplexität auftretender Probleme. Nichtsdestotrotz kann eine Unterstützung bei der Problemlösung durch das MAS erfolgen. Die Agenten können relevante Informationen von verschiedenen Systemen aggregieren, aufbereiten und mit einer Vorbewertung dem Nutzer präsentieren. Somit leistet das MAS bei der Erfüllung der gestellten Anforderungen 2 und 3 einen wichtigen Anteil, kann diese selbst aber nicht abschließend erfüllen. Eine weitere Unterstützung bei der Problemlösung durch Rückgriff auf explizites Problemlösungswissen durch die Anbindung externer Wissensbasen, wie sie im beschriebenen Portal vorgehalten werden, wäre im Problemfall, in dem eine schnelle Reaktion erforderlich ist, vorteilhaft.

4 Ereignisgetriebene Integration von semantischem Portal und MAS

Die ereignisgetriebene Integration von MAS und Portal bietet die Möglichkeit einer effizienten operativen Wissensunterstützung im SCEM, wenn Informationen des operativen MAS angewendet werden, um die akuten Wissensbedarfe und Handlungskontexte fachlich zu spezifizieren und Informationsanfragen im Portal auszulösen. Die inverse Verknüpfung von Beiträgen (z.B. Anweisungen, Checklisten) des Portals in das MAS durch semantisch modellierte aktive Komponenten schafft die praktische Möglichkeit, das kognitiv erfasste Wissen zielgerichtet und angeleitet im operativen System anzuwenden.

Voraussetzungen für die Integration von MAS und Portal sind gemeinsame Konzeptmodelle, programmatische Schnittstellen sowie ein Mediationsdienst, der zwischen den differierenden Informationsniveaus (operativ vs. konzeptionell) der partizipierenden Systeme vermittelt. (Im Folgenden werden nur Integrationsaufgaben ausgeführt.)

Konzeptmodelle. Zur Herstellung eines konvergenten Begriffsverständnisses teilen Portal und MAS ausgewählte Konzeptmodelle (Ontologien): In diesen sind Ordnungsrahmen für die Unterscheidung von Ereignissen und zur Definition von Kontextausprägungen sowie Strukturen, zulässige Merkmalsausprägungen und Bedeutungen von Ereignisinformationen definiert. Die Ordnungsrahmen dienen der fachlichen Eingrenzung von Informationen. Das Struktur- und Bedeutungswissen um die Ereignisse wird für die Formulierung hochpräziser Suchanfragen eingesetzt. Das Kontextwissen dient gleichermaßen der Verfeinerung von Anfragen und zur Selektion relevanter (auszugebender) Detailinformationen.

Schnittstellen. Die programmatische Kopplung von MAS und Portal erfordert die Unterstützung von zwei Modalitäten: Einerseits werden Anfragen und Aktionsauslöser zwischen den beiden Systemen direkt ohne Einbeziehung des Nutzers vollzogen. Andererseits werden Informationen und Handlungsmöglichkeiten dem Nutzer präsentiert und zur Auswahl gestellt. Für die Realisierung bestehen die Alternativen der Kopplung auf Ebene der User-Interfaces (mit Wahrung der Aufgabentrennung von MAS und Portal) und auf Ebene von Systemdiensten (Webservices mit teilweiser Verlagerung von Präsentations- und Kontextadaptationsaufgaben in das MAS).

Mediationsdienst. Die Aufgabe des Mediationsdienstes ist das Vermitteln zwischen unterschiedlichen, systembezogenen Interpretationen der Konzeptmodelle. Die durch diesen Dienst durchgeführten Anpassungen bestehen in der Datenreduktion (Filtern nicht anfragerrelevanter Daten, Bereinigen von nicht geteilten Konzepten) und der Skalierung von Daten; bspw. von in operativen Systemen vorherrschenden Ratioskalen auf für konzeptionelle Wissensverwaltung typische Nominal-/Kardinalskalen. Durch Ontology-Matching können Divergenzen in den lokalen Konzeptmodellen ausgeräumt werden. Bei Nutzung identischer Ontologien in beiden Systemen entfällt dieser Aufwand.

Aus Platzgründen wird nur die Integration über User-Interfaces (UI) näher dargestellt. Die Besonderheiten der Kopplung mittels Systemdiensten (Interaktionskonsolidierung im User-Agent und Asynchronität) sind für die Prinzipdarstellung nicht relevant.

Anfrage an das Portal. Liegen außergewöhnliche Ereignisse in den Lieferketten vor, werden die zugehörigen Informationen und, soweit verfügbar, durch Resource-Agents ermittelte Lösungsvorschläge im User-Agent dargestellt. Ergänzend werden UI-Elemente gezeichnet, mit denen Portalanfragen für Ereignis-/Lösungserläuterung und Lösungssuche ausgelöst werden können. Bei Anwahl dieser UI-Elemente werden die Ereignisbeschreibungen an das Portal weitergeleitet (vgl. Abbildung 1). Der zwischengeschaltete Mediator vollzieht die genannten Transformationen und ergänzt Daten wie Nutzerkennung und Aufrufkontext. Im Portal wird aus der modifizierten Ereignisbeschreibung eine Suchanfrage gebildet und ausgeführt. Die Resultate der Anfrage werden angepasst an den Aufrufkontext ausgegeben. Erläuterungen und Handlungsalternativen, die aufgrund der gegenwärtigen Situation des Nutzers nicht relevant sind, werden ausgeblendet.

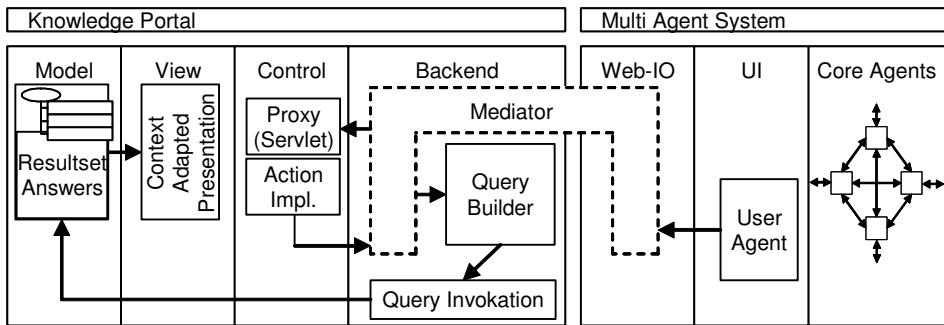


Abbildung 1 Anfrage an das Portal: Ereignis-/Lösungserläuterung, Lösungsexploration

Verknüpfung in das MAS. In handlungsbezogenen Dokumenten (Ontologieinstanzen) sind neben originären Daten auch Objekte abgebildet, die vom Portal durch UI-Elemente dargestellt und als aktive Komponenten interpretiert werden. Bei Anwahl dieser UI-Elemente werden in der Instanz kodierte Parameter fallabhängig mit weiteren Daten wie den durch den User-Agent/Mediator übermittelten Ereignisbeschreibungen kombiniert und Aufrufe in das MAS erzeugt (vgl. Abbildung 2). Mit diesen können direkte Zustandswechsel des User-Agents (Wechsel zu Auftragsdetails, Bestandsübersicht etc.) oder die Auslösung von Ereignissen im MAS (Ausführen eines geeigneten Plans zur Problemlösung, erneute Lösungsfindung etc.) bewirkt werden.

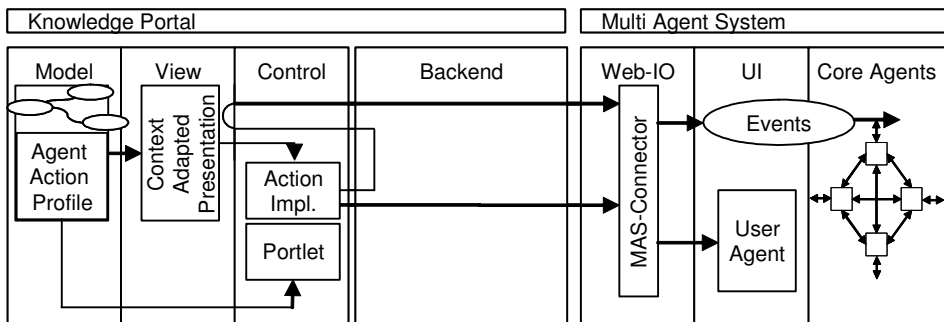


Abbildung 2 (Rück-) Verknüpfung aus dem Portal in das MAS: Auslösen von MAS-Ereignissen

5 Ergebnisse und Ausblick

Den Ansprüchen der hohen Dynamik und Vielseitigkeit von Ereignissen und Reaktionen im SCEM wird nicht allein durch automatische Systeme entsprochen. Der Nutzer ist als entscheidende und lösungsgenerierende Instanz fest in das SCEM eingebunden und muss durch dedizierte Bereitstellung operativen Wissens unterstützt werden. Die dafür im einleitenden Szenario ermittelten Anforderungen können durch die Integration von operativen und wissensbezogenen Systemen erfüllt werden.

In diesem Beitrag wird eine Form operativer Wissensintegration am Beispiel der Verbindung von MAS und (Wissens-) Portal beschrieben. Das dargestellte System konsolidiert vormals separate Systemnutzung, vereinfacht wissensbezogene Interaktion (u.a. Entlastung bei der Suche, kontextbezogene Präsentation) und fördert die zielführende Wissensnutzung durch Einbettung von aktiven Komponenten in das Portal. Das System basiert auf den Ergebnissen zweier Forschungsprojekte, welche die in Abschnitt 2 und 3 umrissene Funktionalität komplementär realisieren. Die Integration nach dem erläuterten Prinzip ist prototypisch umgesetzt; die Integration mittels Webservices vorgesehen. Die Teil-Systeme sind weiterhin autonom für die Überwachung und Steuerung der Lieferketten bzw. für die Wissensvermittlung im Unternehmen nutzbar. Die anschließende Forschung untersucht Möglichkeiten, Wissen und Regelbasen für das MAS im Portal zu verwalten, implizit (d.h., ohne gesonderten Aufwand) zu dokumentieren und fallbezogen/kontextsensitiv, z.B. ausgerichtet an organisationalen Präferenzen und aktuellen Handlungsmöglichkeiten der Nutzer, in anfragende Agenten des MAS zu speisen.

Literaturverzeichnis

- [DS+05] Davies, J.; Studer, R.; Sure, Y.; Warren, P.W.: Next generation knowledge management. In: *BT Technology Journal*, Vol 23, No 3, 2005, S. 175-190.
- [FM+03] Frey, D.; Mönch, L.; Stockheim, T.; Woelk, P.; Zimmermann, R.: Agent.Enterprise – Integriertes Supply Chain Management mit hierarchisch vernetzten Multiagenten-Systemen. In (Dittrich et al.) *Tagungsband der GI-Jahrestagung 2003*, Köllen Verlag, Bonn, S. 47-63.
- [JK+07] Jankowska, A.M.; Kurbel, K.; Schreber, D.: An architecture for agent-based mobile Supply Chain Event Management. In: *Int. J. Mobile Communications*, 5 (3), 2007, S. 243–258.
- [KF05] Köhler, A.; Fuch-Kittowski, F.: Integration von Communities in Prozess(orientierte) strukturen. In: *Interaktionsorientiertes Wissensmanagement*, Lang, 2005, S.71-95.
- [KK06] Krybus, I.; Kurbel, K.: Architecture of a Semantic Portal on Mobile Business. In: *Proc. of the 1st Intl. Conference on the Pragmatic Web, 2006*, GI-LNI P-89, S. 139-152.
- [KK06a] Krybus, I.; Kurbel, K.: Mobilitätsunterstützung für Portale – eine Architektur und Lösungsbausteine. In: *Informatik 2006*, GI-LNI P-94, S. 516-522.
- [LS+05] Lausen, H.; Stollberg, M.; Herández, R.L.; Ding, Y.; Han, S.-K.; Fensel, D.: Semantic web portals: state-of-the-art survey. In: *Jnl. Knowl. Mgmt.*, Vol. 9 No. 5, 2005, S. 40-49.
- [Ma04] Maier, R.: *Knowledge Management Systems – Information and Communication Technologies for Knowledge Management*, 2. Aufl., Springer, Berlin, 2004.
- [PP+07] Petsch, M.; Pawlaszczyk, D.; Schorcht, H.: Regelbasierte Koordinierung von agentengestützten Transportprozessen. In (Oberweis et al.) *Proceedings zur Wirtschaftsinformatik 2007 Bd. 2*, Universitätsverlag Karlsruhe, S. 355-372.