

SHARE: Semantische Interoperabilität - Ein anwenderorientierter Ansatz

Jens Pottebaum¹, Jobst Löffler², Jochen Schon², Daniel Schneider², Rainer Koch¹

¹ Universität Paderborn, C.I.K.
Pohlweg 47-49
33098 Paderborn
{pottebaum, r.koch}@cik.uni-paderborn.de

² Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme (IAIS)
Schloss Birlinghoven
53754 Sankt Augustin
{Jobst.Loeffler, Jochen.Schon, Daniel.Schneider}@iais.fraunhofer.de

Abstract: Zivilschutz-Einsätze stellen hohe Anforderungen an die Kooperation zwischen Organisationen. Entsprechend stellt die Interoperabilität zwischen heterogenen Informationssystemen eine große Herausforderung dar. Räumlich und organisatorisch orientierte Sichten auf ein gemeinsames Lagebild steigern die Einsatzeffizienz deutlich. In diesem anwenderorientierten Ansatz wird die Semantik der Anwenderdomäne in einer Ontologie umgesetzt und zur automatischen Datenannotation und verbesserten Informationsextraktion genutzt.

1 Einleitung

Der Zivil- und Katastrophenschutz unterliegt speziellen Anforderungen, die bei einer IT-Prozessunterstützung einbezogen werden müssen. Die ausschlaggebenden Kriterien sind die Effektivität und die Effizienz von Maßnahmen. Das EU-Projekt SHARE¹ zielt auf die Verbesserung dieser Parameter, indem die Kollaboration zwischen den Akteuren erleichtert wird. Dazu wird ein Kommunikationssystem eingeführt, in dem einerseits unterschiedliche Medien integriert und andererseits Schnittstellen zu weiteren IT-Systeme einbezogen werden. Das System basiert auf einer zentralen Ontologie, die Daten aus Sprach-, Text- und Videokommunikation sowie die in dieser Domäne entscheidenden Lagedarstellungen zusammenführt. Die Interaktion des Benutzers mit dem System wird im Rahmen der in der Praxis erprobten und im System umgesetzten Prozesse dementsprechend auf Karten- und Ressourcensicht vollzogen. Während die vorhandenen Ressourcen die Grundlage jeder Entscheidung bilden, ist die Lagekarte das Medium zum Zugriff auf Informationen. Daten werden anhand ihrer Semantik symbolhaft dargestellt und Eintragungen auf diese Art annotiert. Der direkte Kommunikationsweg bietet hohes Potential zur Extraktion von Daten.

¹ <http://www.ist-share.org>

2 Semantik der Anwenderdomäne

Die Prozesse der verschiedenen Organisationen im Zivil- und Katastrophenschutz basieren auf eigenen Systemen und Regelwerken mit entsprechender Anwendung von Begriffswelten und semantischen Regeln. Über die Sprache wird jedoch in allen Fällen versucht, Aussagen auf ihren eindeutig interpretierbaren Kern zu reduzieren: Gesprochene wie auch geschriebene Sprache wird einem spezifischem Format unterworfen; der Wortschatz wird zur Vermeidung von Fehlinterpretationen stark reduziert; klare Kennungen für Ressourcen, Maßnahmen und Ereignisse werden eingeführt. Darauf basierend repräsentieren taktische Symbole die Bedeutung von Daten. Sie werden einerseits genutzt, um eine semantische Interpretation darzustellen; andererseits gezeichnet, um Annotationen durchzuführen (vgl. [WV07]). Analysen in SHARE haben gezeigt, dass eine Abstraktion von der Anwenderdomäne im Einsatz aus Effizienzgründen nicht praktikabel ist. Daher müssen Informationssysteme die Semantik des Anwenders als Grundlage definieren. Die Einführung von IT erfährt in Deutschland eine Einschränkung durch die föderalen Strukturen. Für Feuerwehren und Rettungsdienste sind zentrale Stellen kommunal in Form von Leitstellen einzurichten. Daraus lässt sich bereits ableiten, dass eine sehr heterogene Organisationslandschaft mit entsprechender IT-Infrastruktur entsteht. Leitstellen und insbesondere Einsatzleitstellen vor Ort kennzeichnen den Bedarf an Interoperabilität. Standards sind dabei bislang nicht vorhanden, entsprechende Bestrebungen aber zu erkennen. Dem Common Alerting Protocol (CAP) zur Definition von Alarmierungen folgt die Emergency Data Exchange Language (EDXL) mit dem Ansatz, zunächst auf höherer Ebene ein Trägerformat zu bilden, um anschließend Details wie z. B. ressourcenbezogene Meldungen abzubilden. Diese Bestrebungen sind in Nordamerika begründet², wo die Definition eines einheitlichen Formates aufgrund anderer Organisationsformen erleichtert ist.

3 Interoperabilität zwischen heterogenen Anwendungskomponenten

Die Heterogenität der Anwenderdomäne kann durch unterschiedliche Anforderungen an Sichten auf ein „gemeinsames Lagebild“ gekennzeichnet werden. Der Führungsvorgang basiert auf der taktischen Gliederung nach Kräften, Raum und rechtlichen Vorgaben [NN03]. Diese Grundlagen beschreiben Sichten auf die gemeinsame Lage, die in der Praxis unterschiedlich dargestellt werden, jedoch starke Verknüpfungen aufweisen. Diese sollten in einem Führungsunterstützungssystem durch die Verwendung einer gemeinsamen Datenbasis erfolgen. Das Projekt SHARE folgt diesem Ansatz durch den Aufbau einer Ontologie, die Beschreibungslogik zur Abbildung von rechtlichen Vorgaben verwendet [KPC06]. Kartenanwendung und Ressourcen-Management bieten Verwaltungsoberflächen, die jeweils eine der Sichten implementieren und auf die semantisch verknüpften Daten zugreifen. Kommunikation wird durch dynamisch erstellte Schlagwortlisten indiziert.

² Für Details siehe http://www.oasis-open.org/committees/tc_home.php?wg_abbrev=emergency

Die heterogenen Anwendungskomponenten

Die Zuordnung von Aufgaben wird durch den Aufbau einer Organisationsstruktur vorgenommen, die auch den Rahmen zur Interaktion zwischen Beteiligten bildet. Aktuell durch Magnettafeln oder Papierskizzen dargestellt, kann IT dabei große Effizienzsteigerungen bewirken. Das **Interaktive Ressourcen-Management (IRM)** [Po07] ist als Web Service implementiert, der die ressourcenbezogenen Teile der Ontologie verwaltet und deren Konsistenz überprüft. Eine Client-Anwendung ermöglicht die rollenabhängige Verwaltung der Führungsstruktur. Der Benutzer erhält eine adaptierte Sicht auf den gemeinsamen Datenbestand, die vom Web Service durch Interpretation der klassifizierten und annotierten Daten generiert wird. Definierte Regeln können in Form entscheidungsunterstützender Vorschläge und Hinweise genutzt werden. Bei der Datenanlage annotiert der Benutzer seine Angaben ohne zusätzlichen Aufwand, indem er Beziehungen setzt und taktische Symbole verwendet. Drei Anwendungsfälle beschreiben die Anforderungen an IRM: Führungskräfte müssen die aktuellen Unterstellungsverhältnisse einsehen und Bezugspersonen finden können. Sie müssen die Führungsstruktur verwalten können, so dass der Einsatz von IRM als Entscheidungsunterstützungs-System geboten ist. Außerdem müssen Führungskräfte bzw. spezielle Stabsfunktionen Kontakt zur eigenen Leitstelle (Schnittstelle zum zentralen Datenpool) und anderen Organisationen halten. In frühen Phasen eines Einsatzes ist somit IRM ein Werkzeug zur Eingabe von klassifizierten Daten und Beziehungen, in späteren Phasen in erster Linie zur Visualisierung ressourcenbezogener Zusammenhänge. Der Einsatz einer Ontologie ist einerseits damit begründet, dass Daten klassifiziert werden müssen, andererseits die Anwendung beschreibungslogischer Regeln auf diese Klassen hohen Nutzen bringt.

Die Basis für die Organisation eines Einsatzes ist die Informationsgewinnung aus dem Feld. Die Sprachkommunikation stellt dabei ein wichtiges Mittel dar. Sie kann aufgezeichnet und die enthaltenen Audiodaten automatisch erschlossen werden. Die **Informationsextraktion aus Audioströmen** kann etwa zur Detektion von wichtigen Meldungen während des Einsatzes oder zur Nachbereitung eingesetzt werden. Um die aufgezeichnete Audiokommunikation inhaltlich zu erschließen, wurden Techniken der automatischen Spracherkennung eingesetzt. Eine vollständige Transkription der einzelnen Äußerungen ist – insbesondere unter dem Einfluss der Umgebungsgeräusche – in der Regel mit einem hohen Fehler behaftet. Stattdessen wurde eine Technik zur effizienten Detektion einzelner Schlüsselwörter in kontinuierlicher Sprache angewandt [Sc07]. Hierzu wird vor Beginn der Spracherkennung eine Liste von zu detektierenden Schlagwörtern erstellt. Da phonetisch ähnliche Schlagwörter leicht verwechselt werden und dem beschriebenen Ansatz kein Sprachmodell zugrunde liegt, muss die Größe des Vokabulars stark beschränkt werden. Die Liste aller Schlagwörter einer Domäne ist zu groß und führt mit dem gewählten Ansatz zu sehr niedrigen Erkennungsraten. Daher erfolgt die Auswahl im vorliegenden System dynamisch in Abhängigkeit der aktuellen, über IRM definierten Einsatzsituation. Grundlage jeder Schlagwortliste bildet eine statische Sammlung, deren Elemente in jeder Kommunikation lokalisiert werden. Aus der aktuellen Einsatzlage und der Rolle der beteiligten Sprecher können weitere Schlagwörter logisch gefolgert werden, die die statische Liste erweitern. So entstehen an die Situation adaptierte Schlagwortlisten, die eine hohe Treffergenauigkeit ermöglichen.

Die **MAP-Applikation** [HO07] spielt eine zentrale Rolle für das SHARE-System, indem sie neben Geodaten auch einsatzspezifische logistische Daten aus der gemeinsamen Wissensbasis visualisiert. Die Geodaten basieren auf digitalen 2D-Karten. Diese wurden erweitert, um speziell für das System integrierte Daten, wie die Positionen von Krankenhäusern oder Gefahrgutlager, darzustellen. Auf der Grundlage der 2D-Daten wurde ein 3D-Stadtmodell aufgesetzt, welches mit verschiedensten 3D-Elementen (z.B. Bäumen, Straßenlaternen) angereichert wurde. Dieses soll der Einsatzleitung im Katastrophenfall einen besseren Überblick über das Einsatzgebiet und somit eine Entscheidungsgrundlage für die effektive Positionierung von Einheiten und Fahrzeugen, sowie zur Abschätzung von Gefahrenpotentialen bieten. Die logistischen Einsatzdaten bestehen aus der Eingrenzung des Gebietes, allen Annotationen des berechtigten Führungspersonals sowie den Positionen der Einheiten im Krisengebiet. Während des Einsatzes wird dem Benutzer der Applikation eine editierbare Karte des Einsatzgebietes inklusive der bereits eingefügten Annotationen angezeigt. Je nach der Rolle des Benutzers in der Führungsstruktur kann er Einsätze anlegen, eigene Annotationen anfügen und diese allen aktiven Nutzern zur Verfügung stellen. Dies erfolgt über eine Synchronisations- und Informationsschnittstelle zur zentralen Wissensbasis.

Wissensbasierte Interoperabilität zwischen den Komponenten

Die Interoperabilität zwischen einem räumlich- und einem organisatorisch-orientierten Informationssystem zur Einsatzplanung hilft, die Komplexität von Führung- und Leitung in Großeinsätzen zu reduzieren. Verschiedene, aber über die Wissensdatenbank synchronisierte Sichten auf das Lagebild erleichtern dem Benutzer die Erfassung komplexer Zusammenhänge und lassen ihn Entscheidungen gezielter treffen. Eine grobe Differenzierung in der Verwendung der beiden Anwendungsformen kann in der Unterscheidung zwischen taktischen (hauptsächlich IRM) und operationellen (MAP) Aufgaben getroffen werden. Zwischen der MAP-Applikation und IRM existieren direkte semantische Abhängigkeiten, welche im Gesamtsystem modelliert werden. Zu diesen Abhängigkeiten gehören insbesondere das Anlegen, Verändern und Löschen von Einsatzabschnitten. Einheiten wird in IRM die Verantwortung für einen Einsatzabschnitt zugewiesen. Existiert dieser nicht, muss er zur Wahrung der Konsistenz der beiden Perspektiven automatisch oder manuell in der Karte eingetragen werden. Eine im SHARE-System umgesetzte Möglichkeit, dieser Herausforderung zu begegnen, ist eine visuelle Aufforderung des zuständigen Benutzers zum Anlegen der entsprechenden Sektion. Gleichmaßen darf es nur möglich sein, taktische Symbole von in IRM definierten Einheiten in die Karte einzufügen. Über einen Synchronisationsmechanismus werden vom IRM aus taktische Symbole freigegeben, die in der Karte verwendet werden dürfen. Im optimalen Fall kann das System sogar anhand der GPS-Koordinate der zugewiesenen Einheit das entsprechende Symbol vollautomatisch in die Karte einfügen und die Position gemäß der Bewegungen der Einheit aktualisieren. Da alle Daten in der Ontologie zusammengeführt werden, können auf der Basis der oben aufgeführten Regeln Inkonsistenzen zwischen örtlicher und struktureller Lokalisierung abgeleitet werden, die zu entsprechenden Fehlermeldungen und dem Auslösen von Synchronisations-Mechanismen auf der Applikationsseite führen. Gleichmaßen können Veränderungen in der Führungsstruktur zu einer Optimierung der Schlagwortliste genutzt werden.

4 Erfahrungen aus prototypischer Anwendung

Bereits in einer frühen Evaluationsphase, die besonders auf Praktiker aus dem Bereiche der operationellen Einsatzführung ausgerichtet war, wurden generische Anforderungen bestätigt: Ein Informationssystem muss zunächst die Prozesse des Anwenders abbilden; es darf keinen zusätzlichen Aufwand induzieren (z. B. zusätzliche explizite Annotationen); es muss die Sprache des Anwenders verstehen und verarbeiten können; und es muss in der Lage sein, mit anderen Komponenten und Systemen zu interagieren. Zunächst als zentrales Medium konzipiert, wurde zusätzlich zur MAP das Werkzeug IRM entwickelt. Dies entstand aus dem Bedarf heraus, in Abhängigkeit des Status innerhalb eines Einsatzes, der Rolle eines Anwenders oder äußerer Gegebenheiten eine strukturelle Sicht auf das Lagebild zu bieten. Besonders die Interpretation von Daten und Zusammenhängen und der Visualisierung ihrer Bedeutung in der symbolhaften Sprache der Benutzer erhöht einerseits die Akzeptanz des Systems, und steigert andererseits die Effizienz bei der Bearbeitung entsprechender Aufgaben. Die Indizierung der Sprachkommunikation erzielt mit kleinen Schlagwortsammlungen in ruhiger Umgebung gute Ergebnisse. Allerdings nimmt die Genauigkeit bei starkem Hintergrundrauschen trotz Rauschunterdrückung deutlich ab [Sc07]. Bei der prototypischen Umsetzung der Schlagwortsuche wurden Listen mit etwa 100 verschiedenen Schlagwörtern eingesetzt, größere Listen führten zu inakzeptablen Erkennungsergebnissen.

5 Zusammenfassung und Fazit

SHARE bietet heterogene Komponenten, die interne und externe Schnittstellen bedienen müssen. Die integrierten Komponenten ermöglichen die Kommunikation zwischen Führungskräften am Einsatzort über verschiedene Medien. Dabei ist als entscheidende Basis die Verwendung eines gemeinsamen Lagebildes erkannt worden. Zur Effizienzsteigerung tragen die Komponenten bei, indem sie eine jeweils spezielle Sicht auf die Daten, ihre Klassifizierung und Annotationen in der Ontologie sowie logischen Bedingungen auf Klassen anbieten. Akzeptanz ist besonders darin begründet, dass die Komponenten die Eingaben des Benutzers ohne zusätzlichen Aufwand interpretieren und weiter verwenden können. Hier wird entsprechend auch weiteres Potential gesehen: Die Realisierung von Schnittstellen zu Systemen außerhalb der SHARE-Systemgrenzen gehört zu den Herausforderungen, die auf eine Standardisierung des Datenaustausches zwischen Krisenmanagementsystemen abzielen. Bestehende Bestrebungen können dabei genutzt werden. Ein großer Nutzen wird darin erwartet, Algorithmen der automatischen Diskursanalyse auf geschriebene und (soweit möglich) gesprochene Meldungen anzuwenden und Informationen zur Generierung des Lagebildes zu extrahieren.

Literaturverzeichnis

- [HO07] Hernandez, V., Ostrovskii, M.: Intelligent Cartographic Presentations for Emergency Situations In (Klann, M.; Löffler, J. Hrsg.) Proc. of Mobile Response 2007, LNCS, Berlin Heidelberg, erscheint im Sommer 2007
- [KPC06] Konstantopoulos, S., Paliouras, G., Chatzinotas, S.: SHARE-ODS: An Ontology Data Service for Search and Rescue Operations, SETN 2006, LNAI 3955, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2006, S. 525–528
- [NN03] N.N.: Feuerwehr-Dienstvorschrift 100 – Führung und Leitung im Einsatz, Deutscher Gemeindeverlag, Stuttgart, 2003
- [Po07] Pottebaum, J. et al.: SaR Resource Management based on Description Logics. In (Klann, M.; Löffler, J. Hrsg.) Proc. of Mobile Response 2007, LNCS, Berlin Heidelberg, erscheint im Sommer 2007
- [Sc07] Schneider, D. et al.: Robust Audio Indexing. In (Klann, M.; Löffler, J. Hrsg.) Proc. of Mobile Response 2007, LNCS, Berlin Heidelberg, erscheint im Sommer 2007
- [WV07] Willems, D., Vuurpijl, L.: Designing interactive maps for crisis management, In (Van de Walle, B.; Burghardt, P.; Nieuwenhuis, K.) Proc. of ISCRAM2007, VUB Press, 2007, S. 159-166