

SCAMPI - Sensor Configuration and Aggregation Middleware for Multi Platform Interchange

Claas Busemann, Christian Kuka, Utz Westermann, Susanne Boll, Daniela Nicklas

OFFIS, Oldenburg , Germany,
claas.busemann@offis.de
<http://www.offis.de>

mercatis Information Systems GmbH, Ulm, Germany
utz.westermann@mercatis.com
<http://www.mercatis.com>

Abstract: Sowohl für Unternehmen aus zahlreichen Anwendungsbranchen als auch für Privatpersonen hat die Integration von Sensordaten in unterschiedlichste Applikationen in den letzten Jahren enorm an Bedeutung gewonnen. Durch proprietäre System, heterogene Sensoren sowie unflexible Anwendungen wird dieses dynamische Einbinden von Sensorinformationen für Anwendungsentwickler schwierig bis unmöglich. Ziel des Projektes SCAMPI¹ ist es, den Austausch von heterogenen Sensordaten unterschiedlicher Quellen über eine offene und interoperable Architektur zu erlauben. Dazu werden eine offene Middleware und Kommunikationsprotokolle entwickelt, die eine einfache Erfassung, Verwaltung, Abfrage und Konfiguration von sensorbasierten Informationen in unterschiedlichen Anwendungsdomänen ermöglichen. So wird eine hardware- und herstellerunabhängige, dynamische Konfiguration der Sensoren sowie die vertrauenswürdige Abfrage und Übermittlung von beliebigen Sensordaten ermöglicht. Im Mittelpunkt steht dabei die Übertragung und Verfolgung von semantisch angereicherten Sensorinformationen für eine anwendungsunabhängige Nutzung.

1 Einleitung

Die Integration von Sensordaten in verschiedene Anwendungen hat sowohl für Unternehmen als auch Privatpersonen in den letzten Jahren enorm an Bedeutung gewonnen. Unternehmen aus zahlreichen Anwendungsbranchen wie zum Beispiel Logistik, Handel und Produktion, sind mehr und mehr gefordert, aktuelle Informationen über den Ort und den Zustand von Waren, Produkten und Ressourcen zu kennen und mitteilen zu können. Im Endanwenderbereich werden Sensordaten mit der zunehmenden Nutzung von Diensten wie zum Beispiel Navigation oder lokalisierter Suche ebenfalls wichtiger. Neben der meist zentralen Positionsinformation sind heute auch weitere Sensorinformationen wie etwa Temperatur, Beschleunigung oder Luftfeuchtigkeit relevant. Bei dem Zugriff auf

¹SCAMPI ist ein seit dem 01.02.2009 vom BMBF gefördertes Projekt

Sensordaten müssen Entwickler momentan mit diversen Problemen umgehen. Die meisten Sensoren bieten einen sehr heterogenen Zugriff auf die Daten, d.h. beim Empfangen und Auswerten der Sensordaten muss der Typ des Sensors bekannt sein. Außerdem muss häufig auf proprietäre Hard- und Softwareinfrastrukturen zurückgegriffen werden. Eine Interoperabilität mit anderen Systemen ist dabei schwierig oder gar unmöglich. Bestehende Sensoranwendungen sind meist auf eine Anwendung spezialisiert und lassen sich nur schwer für andere Einsatzzwecke modifizieren. Die gemeinsame Nutzung von Sensoren ist ebenfalls nur schwer realisierbar.

Die im Projekt SCAMPI entwickelte Plattform wird in der Lage sein, den Austausch von heterogenen Sensordaten unterschiedlicher Quellen über eine offene und interoperable Architektur zu erlauben. Schwerpunkt ist dabei die Entwicklung einer offenen Middleware sowie eines Kommunikationsprotokolls, so dass eine einfache Erfassung, Verwaltung, Abfrage und Konfiguration von sensorbasierten Informationen in unterschiedlichen Anwendungsdomänen ermöglicht wird. Es ist vorgesehen, die entwickelte Middleware als Open Source zur Verfügung zu stellen. Die beteiligten Industriepartner werden für ihre jeweiligen Projekte und Kunden die entwickelten Dienste und Anwendungen weiter nutzen und weiter entwickeln. Für eine Nachhaltigkeit, auch im Bereich privater Anwender, wird schon im Projektverlauf eine Community-Anwendung aufgebaut und online zur Verfügung gestellt. Die Einfachheit der Schnittstellen und die Konfigurierbarkeit der Basisdienste, die dazu vom Projekt zur Verfügung gestellt werden, soll die Entwicklung neuer innovativer Anwendungen motivieren.

In Kapitel 2 wird der aktuelle Stand der Technik zu „Sensoren und Sensorprotokollen“, „Middleware und Plattformen für die Sensorverwaltung“ sowie „Dienste und Anwendungen für das Sensormanagement“ behandelt. Daraufhin werden in Kapitel 3 die geplanten Anwendungsszenarien beschrieben. Die Architektur der SCAMPI-Plattform wird in Kapitel 4 erläutert. In Kapitel 5 wird das Projekt zusammengefasst.

2 Stand der Technik

Im folgenden Kapitel wird der Stand der Technik zu den Themen „Sensoren und Sensorprotokolle“, „Middleware und Plattformen für die Sensorverwaltung“ sowie „Dienste und Anwendungen für das Sensormanagement“ behandelt.

2.1 Sensoren und Sensorprotokolle

Zur Übertragung von Positionsdaten wird häufig das NMEA 0183 [13] Protokoll der National Marine Electronics Association (NMEA) eingesetzt. Dieses beschränkt sich ausschließlich auf die einfache Kodierung von Ortungsinformationen und erlaubt keinen Austausch von Kontextinformationen oder eine dynamische Konfiguration der Endgeräte. Daher entsteht mit OpenLS [14] des Open Geospatial Consortiums (OGC) ein umfangreicher Standard für die Modellierung und den Austausch von Geoinformationen [18]. Um Open-

LS mit der ebenfalls XML-basierten Mobile Location Protocol Specification (MLP) [16] der Open Mobile Alliance (OMA) anzugleichen, wurden zudem einige Änderungen vorgenommen, um die beiden Standards kompatibel zu halten. Weitere Ansätze, die sich mit der Übertragung von Ortsinformationen beschäftigen, sind das Spatial Location Protocol (SLoP) der Internet Engineering Task Force (IETF) [10], das herstellerspezifische Mobile Positioning Protocol (MPP) von Ericsson [7] sowie das Networked Transport of RTCM via Internet Protocol (Ntrip) der Radio Technical Commission for Maritime Services (RTCM) [21]. Keines der genannten Protokolle definiert Befehle zur Konfiguration des Positionsgebers, die über die Bestimmung rudimentärer Regeln hinausgehen. Weder komplexe Regeln noch eine weitergehende Konfiguration werden von ihnen berücksichtigt. Darüber hinaus sind sie überwiegend für nur einen einzigen Übertragungsweg definiert. Sie verwenden ein XML-Format, das via HTTP übertragen wird. Getrieben durch das Open Geospatial Consortium entstehen daher zurzeit unter dem Thema Sensor Web Enablement [15] eine ganze Familie von Standards, die sich mit Sensoren, Sensornetzwerken und Sensorarchitekturen beschäftigen.

Die Kommunikation von Sensordaten zwischen Sensorgeräten und Middleware im Projekt SCAMPI wird sich dabei an den Spezifikationen des SWE orientieren. Insbesondere wird in SCAMPI ein Protokoll entwickelt, das, im Gegensatz zum SWE, semantisch angereicherte Sensordaten an die Middleware überträgt und von einer Übertragung einer Vielzahl von rohen Sensordaten in den verschiedenen existierenden Standards und Protokollen abstrahiert. Außerdem ist die Entwicklung einer Middleware nicht Bestandteil des SWE. In SCAMPI werden aktuelle Standardisierungsaktivitäten wie die des OGC aber auch kommerzielle Aktivitäten wie die SenseWeb [11] von Microsoft Research beobachtet und ggf. integriert bzw. berücksichtigt.

2.2 Middleware und Plattformen für die Sensorverwaltung

Im Bereich der Middleware und Plattformen für die Sensorverwaltung gibt es einige Ansätze, die im Folgenden vorgestellt und mit dem im Projekt SCAMPI verfolgten Ansatz verglichen werden. Im SenseWeb Projekt [11][2] verfolgt Microsoft Research eine Plattform zur Archivierung und Aggregation von ortsbasierten Sensordaten. Das SensorMap [22] Portal sieht dabei die Registrierung von Sensoren und die Verfolgung der Sensordaten über eine GeoDB vor. Zudem kann eine einfache Aggregation der Sensordaten vorgenommen und eine Sensordatenauswertung und -verfolgung durchgeführt werden. Im Unterschied zur in SCAMPI geplanten Middleware sieht das Portal keine semantische Anreicherung der Sensordaten und keine Konfigurierbarkeit der Sensoren vor. Ebenso ist in diesem Projekt zunächst keine Archivierung der Sensordaten vorgesehen, sondern das Projekt sieht sich als Sensordatenvermittler. Dennoch werden in SCAMPI die aktuellen Arbeiten im SenseWeb-Projekt verfolgt und relevante Entwicklung mit einbezogen. ComLoc [3] ist ein Ortungs- und Kommunikations-Gateway, das unterschiedliche Ortungsverfahren wie GSM, UMTS, GPS, WLAN, Bluetooth und RFID mit Kommunikationsmethoden wie beispielsweise Email, SMS und auch technische Schnittstellen in Form von XML-Dokumentenaustausch kombiniert. Über das Mobile Object Monitoring

besteht dann die Möglichkeit, GPS- und GSM-basierte Sensorgeräte über ein Internet-Portal zu verwalten. Im Vergleich zu der in SCAMPI angestrebten Middleware integriert ComLoc zwar verschiedene existierende Protokolle und stellt sie über geeignete Wrapper zu Verfügung. Jedoch bietet ComLoc kein generisches Sensorprotokoll, das sich aus den Vorteilen der existierenden Protokolle bedienen und deren Nachteile ausmerzen kann. Zudem beschränkt sich der ComLoc-Ansatz ausschließlich auf die Lokalisierung von Objekten und deren Tracking. Das Projekt FireEagle [24] von Yahoo! Research zielt auf eine Plattform für die zentralisierte Verwaltung von Positionen der Nutzer. Dabei wird jedoch ausschließlich die Positionsinformation der Nutzer über FireEagle verwaltet und dabei auch nur die aktuelle und letzte Position. Im Projekt SCAMPI wird allerdings auf ein breiteres Spektrum an Sensordaten und damit auch auf eine breitere Möglichkeit der semantischen Anreicherung von Sensordaten abgezielt. Diese semantische Anreicherung kann sowohl schon am (mobilen) Sensorgerät als auch erst später bei einer Aggregation von Sensordaten durch die im SCAMPI Projekt entwickelte Middleware erfolgen. Im EU-Projekt Hydra [9] wird eine Middleware entwickelt, die es Geräte-Herstellern und Systemintegratoren erleichtern soll, vernetzbare Geräte zu entwickeln, die sich flexibel zu kosteneffizienten und hochperformanten Lösungen kombinieren lassen. Im Vergleich zu der in SCAMPI angestrebten Middleware integriert Hydra zwar verschiedene existierende Protokolle, es wird jedoch kein Kommunikationsprotokoll entwickelt, das wie im SCAMPI Projekt eine Sensor unabhängige Übertragung von Daten ermöglicht. Das Betriebssystem GAIA [20] wurde mit dem Ziel entwickelt, dem Anwender einen abstrakten Zugriff auf Ressourcen zu gewähren. Damit stellt GAIA eine Middleware dar, die physikalische Geräte vom Anwender entkoppelt. GAIA ist in erster Linie ein Betriebssystem, das das Ausführen von Anwendungen erlaubt, die auf abstrakte Ressourcen zugreifen können. SCAMPI dagegen versteht sich als reine Middleware zur Entkopplung und Aufwertung von Sensordaten, welche die einfache Entwicklung sensorbasierter Webanwendungen unterstützen soll. Die Nexus Plattform [19] stellt eine offene Infrastruktur zum Kontextmanagement dar. Durch das breite Themenfeld, das in Nexus behandelt wird, werden Teile der SCAMPI Middleware abgedeckt. Hauptunterschied ist, dass im Rahmen des SCAMPI Projekts ein wesentlich komplexeres Kommunikationsprotokoll entwickelt wird, das neben dem Senden von Anfragen und dem kontinuierlichen Übertragen von Sensorwerten unter anderem auch Konfigurationsmöglichkeiten bietet. Mittels des Context Toolkits [5] können beliebige Ressourcen kontextunabhängig eingebunden werden. Das Konzept orientiert sich dabei am Widget Konzept von GUI-Toolkits. Hierbei handelt es sich im Gegensatz zu SCAMPI um ein reines System zum kontextunabhängigen Ankoppeln von Ressourcen. Es ist keine Aggregation der Daten und kein offenes Kommunikationsprotokoll vorgesehen. Im Rahmen des Aura [4] Projekts wird ebenfalls ein System entwickelt, das die kontextunabhängige Einbindung von Ressourcen ermöglicht. Der Fokus der Arbeit liegt aber im Gegensatz zu SCAMPI in der Unterstützung von Prozessen, die einen Informationsaustausch zwischen Mensch und Maschine beinhalten.

2.3 Dienste und Anwendungen für das Sensormanagement

Konkrete Dienste und Anwendungen, die den aktuellen Stand der Technik hinsichtlich des Sensormanagements bilden, finden sich hauptsächlich im Bereich der Logistik und des Handels. So lassen sich hier eine Vielzahl an Unternehmen finden, die sich auf die Positionsverfolgung des Fuhrparks von Firmen spezialisiert haben. Der mobileFleetManager [12] ist eine Internetgestützte Flottensteuerungssoftware. Für den mobileFleetManager wird jedoch nur eine definierte Menge an möglichen Sensorgeräten empfohlen. FleetBoard [6] ist ein System, das zur Fahrzeugkommunikation eine Übertragung der GPS-Positionsdaten über den SMS-Kanal der GSM-Netze einsetzt. Mit Fleetboard können jedoch ausschließlich Nutzfahrzeuge der Marke Mercedes Benz ausgestattet werden. Das System w3logistics/TS [23] setzt zur Kommunikation der Positionsdaten über Funknetze die Standards GSM, GPRS, UMTS aber auch WLAN ein. Als Endgeräte dienen Mobiltelefone, Festnetztelefone sowie PDAs und Laptops mit GSM oder GPRS-Fähigkeit. Die PTV AG bietet mit dem fleet monitor III eine breite und modulare Produktpalette zur Unterstützung der strategischen und operativen Transportplanung an [17]. Der PTV Fleet Protocol Server sorgt für die flexible Anbindung unterschiedlicher Fahrzeugendgeräte über verschiedene Kommunikationsmedien unter Verwendung diverser Übertragungsprotokolle. Unternehmen wie die akquinet AG [1] bieten als T-Logistik-Dienstleister Lösungen im Bereich des Tourenmanagement und der ortsbasierten Verfolgung von Unternehmensfuhrparks an. Das Unternehmen GPSAuge [8] bietet eine Ortung und Verwaltung insbesondere von Fahrzeugen an. Jedoch müssen sich die Kunden von GPSAuge an die Sensorgeräte des Unternehmens binden. Diese werden über einen eigenen Gerätehersteller speziell für GPSAuge angefertigt.

Im Vergleich zu den vorgestellten Systemen, zielt SCAMPI auf die Entwicklung einer Middleware ab, mit der sich weitergehende Sensordaten verfolgen lassen und die dabei nicht nur die rohen Sensordaten über eine Plattform integriert, sondern auch eine semantische Anreicherung der Sensordaten sowie eine Konfiguration darüber zulässt, welche Informationen gewünscht sind. Über das offene Sensordaten-Austauschprotokoll und die in SCAMPI entwickelten Wrapper wird eine Unabhängigkeit von konkreten Sensorgeräten erreicht, während dies bei den bestehenden Lösungen über eigene, meist geschützte Protokolle erfolgt.

3 Anwendungsszenarien

In SCAMPI werden exemplarisch drei prototypische Anwendungen und Demonstratoren in dem von den Szenarien abgesteckten Rahmen realisiert. Sie dienen einerseits zur Ermittlung von Realweltanforderungen für das generische Sensorprotokoll und der SCAMPI-Middleware; andererseits dienen sie ebenfalls der Validierung des praktischen Nutzens von Protokoll- und Middleware-Entwicklungsarbeiten und der Demonstration ihrer wesentlichen Eigenschaften und der Möglichkeiten, die sie eröffnen.

3.1 Warenverfolgung und Flotten-Sharing

Handelsketten, wie etwa der assoziierte SCAMPI-Partner Müller, betreiben mit ihren zahlreichen Lagern und Filialen ein komplexes System zur elektronischen Lagerverwaltung. Die Nutzung von Sensortechnik und die Einführung einer Sensormanagement-Infrastruktur wie SCAMPI sind in diesem Bereich in vielerlei Hinsicht zur Automatisierung, Optimierung und Überwachung der Prozesse äußerst relevant.

Zum einen ist die Überwachung und Verfolgung zur Kontrolle und Planung von Warenlieferungen notwendig. LKW werden heutzutage dafür mit verschiedenen Sensoren ausgestattet, beispielweise mit GPS-Sensoren zur Positionsbestimmung und Temperatursensoren bei Kühltransporten. Die in SCAMPI entwickelte generische Sensor-Middleware und die Sensorprotokolle ermöglichen einem Warenverfolgungssystem nicht nur den einheitlichen Zugriff auf solche verschiedenartigen Sensoren unabhängig von Sensortyp, Bauart und Kommunikationskanal, über den der Sensor angesprochen wird, sondern auch deren Konfiguration. Die Fähigkeit der Middleware zur Sensordatenaggregation und zur regelbasierte Auswertung der Sensordaten erleichtert es diesen Anwendungen zudem, Abweichungen von der geplanten Route oder kritische Temperaturüberschreitungen frühzeitig zu erkennen und entsprechende Reaktionen zeitig einzuleiten, etwa Routenänderungen oder die Nichtannahme von Waren. Ohne eine Infrastruktur wie SCAMPI müssen sich die Warenverfolgungssysteme direkt mit den proprietären Kommunikationsprotokollen und Kanälen der Sensoren auseinandersetzen.

Zum zweiten haben Handelsketten das Problem, dass die Transportkapazität ihrer LKW-Flotte in Stoßzeiten (z.B. Weihnachten) nicht ausreicht, den Bedarf zu decken. Deswegen ist es üblich, sich von anderen Unternehmen oder Speditionen Fahrzeuge hinzuzumieten bzw. Subunternehmen einzusetzen. Das hiermit verbundene technische Problem ist, dass die geliehenen Fahrzeuge, bzw. die Subunternehmen, üblicherweise nicht im unternehmensinternen Warenverfolgungssystem berücksichtigt werden können: zum einen ist das temporäre Einpflegen eines womöglich nur einmalig geliehenen LKW in eine solche Anwendung zu aufwändig; zum anderen ist zu erwarten, dass die Sensorik des geliehenen LKW nicht mit der Anwendung kompatibel ist. Eine Handelskette wie Müller ist somit für die eingekauften Transporte (und nur für diese) auf den Zugriff auf das System des Fremdlogistiklers angewiesen sind. Hier demonstrieren die SCAMPI-Infrastruktur und -Protokolle durch die Vereinheitlichung des Sensorzugriffes wiederum ihren Nutzen. Zudem vereinfacht die Mandantenfähigkeit der SCAMPI-Infrastruktur, d.h. die Fähigkeit, Sensoren verschiedener Besitzer und Unternehmen gleichzeitig und getrennt voneinander verwalten zu können, das temporäre Sharing von Sensoren auch unternehmensübergreifend.

Eine der grundlegenden Aufgaben von Middleware im Allgemeinen liegt in der (Enterprise) Applikationsintegration (EAI). Diese wird durchgeführt, um Geschäftsprozesse durch Entfernen redundanter, manueller Tätigkeiten organisationseinheitenübergreifend zu optimieren und zu automatisieren. Zum dritten kann also die SCAMPI-Middleware einen wesentlichen Beitrag zur Steuerung und Automatisierung der Lagerverwaltungsprozesse leisten. Wenn zum Beispiel ein LKW an einer Laderampe in einem Lager andockt, registriert durch einen Entfernungssensor, kann automatisch im Lagerverwaltungssystem der Warennahmeprozess für die Lieferung gestartet werden. Zudem kann über RFID-Sensoren

die Position von Artikeln in einem Lager oder auf einem Laufband festgestellt werden und Laufbänder gesteuert werden. Wenn ein Artikel in einer Lagerposition ankommt, kann automatisch die Lagerverwaltung notifiziert werden. Die SCAMPI-Middleware vereinfacht die Implementierung solcher Prozessautomatisierungen. Ihre Regelbasis erlaubt es, relevante Prozesszustände einfach und deklarativ zu formulieren und bei Eintreten des Zustandes, etwa des Eintreffens eines Produktes im Lager, automatisch eine entsprechende Notifikation an eine Anwendung, wie z. B. das Lagerverwaltungssystem, zu senden.

3.2 Webportal für Fuhrunternehmen

Am Logistik-Markt gibt es eine große Zahl kleinerer Fuhrunternehmen und Speditionen für die eine Verfolgung ihrer Fahrzeuge ein wichtiger Faktor in der Planung und Abwicklung ihrer Aufträge ist. Da solchen Unternehmen häufig nur geringe Investitionsmittel zur Verfügung stehen, sind sie an Lösungen interessiert, die ohne große Anfangskosten eine Verfolgung ihrer Fahrzeuge zulässt. SCAMPI bietet hierzu einfache Dienste und Werkzeuge an, um webbasiert ein eigenes Portal aufzubauen und den eigenen Fuhrpark zu verfolgen.

Aus oben genannten Gründen und der Möglichkeit, dass ggf. bereits Sensorik in den Fahrzeugen bzw. den Unternehmen vorhanden ist, ist es wichtig, gerade diese effizient in ein Verfolgungssystem einzubinden. Weiterhin ist auch die Bindung an eine spezielle Plattform und Geräte nicht nur ein finanzieller Aspekt, sondern auch für kleine Unternehmen, die die Marktübersicht nicht unbedingt haben, schwer einzuschätzen. Und schließlich ist auch die IT-Expertise in den Unternehmen durchaus begrenzt, so dass eine Verfolgung der Fahrzeuge über ein einfach konfigurierbares und einfach bedienbares System möglich sein muss. Hier ist eine webbasierte Lösung als Portal erwartungsgemäß vertraut und leicht nutzbar. Zudem ist die dafür notwendige Infrastruktur heute durchgängig vorhanden.

Notwendige Funktionen für die kleineren Unternehmen sind eine einfache Registrierung und die Anmeldung des eigenen Fuhrparks. Nachdem die Fahrzeuge angemeldet und die Fahrzeugsensoren über das Portal konfiguriert sind, kann der Unternehmer sich jederzeit über den aktuellen Aufenthaltsort des Fahrzeugs informieren. Hier abstrahieren die Basisdienste der SCAMPI-Middleware von den Funktionen zur Registrierung, Konfiguration und Anmeldung und schaffen die Grundlage für das Web-Portal. Neben der aktuellen Information ist auch eine Tourverfolgung wichtig. Die von den Fahrzeugen in der Vergangenheit gefahrenen Routen müssen über das Portal nach längerer Zeit noch abrufbar sein. Dies ist allein schon deshalb sinnvoll, da die Fuhrunternehmen zur Führung von Fahrtenbüchern verpflichtet sind und ihnen hier die Arbeit sehr erleichtert werden kann. Diese persistente Vorhaltung archivierter Sensordaten ist nicht Kernbestandteil der Middleware und wird hier als zusätzliche generische Komponente entwickelt.

Für einen kleinen Fuhrunternehmer sind eine Menge an Standardabfragen relevant, die einfach über das Portal konfiguriert werden können. Eine der in der Praxis häufigsten Abfragen lautet: „Wo sind meine Fahrzeuge gerade?“. Darüber hinaus sollen aber auch im Voraus für jedes Fahrzeug und bestimmte Zeiträume ein geografisches Gebiet vorgege-

ben werden können, das nicht verlassen werden darf. Sollte der LKW dennoch außerhalb eines solchen Gebietes geortet werden, wird eine Benachrichtigung verschickt. Die Regelbasis von SCAMPI bietet den Baukasten für die Definition dieser Regeln, die dann über Basisdienste und eine entsprechende Portaloberfläche intuitiv für den Unternehmer bereitgestellt werden und nutzbar sind. Gerade kleinere Unternehmer werden sich beim Kauf der Sensorhardware möglichst nicht einschränken lassen wollen und dabei insbesondere auch finanzielle Aspekte für den Kauf berücksichtigen. SCAMPI erlaubt es, verschiedene Sensorik wie einen Türsensor, einen Temperatursensor oder einen Geschwindigkeitssensor an das Portal anzubinden und schränkt die Fuhrunternehmer damit zunächst nicht ein. Beim momentanen Stand der Technik sind Anpassungen nötig, um die genannten Sensorarten über das Protokoll an die Middleware zu koppeln, so dass der Logistiker hier auf die Unterstützung eines Dienstleisters angewiesen ist. Sobald Sensorik verfügbar sein wird, die direkt über das im Rahmen dieses Projektes entwickelte Protokoll ansprechbar ist, wäre eine solche Kopplung sehr viel einfacher möglich und es könnten Kosten eingespart werden.

3.3 Generisches Sensorportal für Community-Anwendungen

In den ersten beiden Szenarien wird aus der gegebenen Infrastruktur eines Unternehmens jeweils eine konkrete Anwendung für einen Problemfall beziehungsweise eine Problemklasse erstellt. Im dritten Anwendungsszenario wird hingegen eine Art generischer Baukasten erstellt, mit dem einfach und schnell eigene Portale für Sensorapplikationen zusammengestellt werden können. Dieser Baukasten wird dann exemplarisch benutzt, um ein Portal für Hobbymeteorologen zu erstellen.

Das Portal wird als Webseite frei zugänglich sein und die folgenden Funktionen unterstützen: Jeder Wetterbegeisterte kann sich bei dem Portal anmelden und seine heimische Wetterstation hinzufügen, die der gemeinsamen Wetterkarte ihre Sensordaten wie Temperatur, Wind, Helligkeit und Luftdruck liefert. Zusätzlich können die Mitglieder per Handy von unterwegs weitere Wetterinformationen melden. Eine Visualisierung der Karte kann dabei für die Hobbymeteorologen auf deren Desktop PC in Form eines Mash-Ups mit Google Maps erfolgen. Außerdem können die Wetterdaten jederzeit über ein Internetfähiges Handy abgerufen werden. Die Hobbymeteorologen haben außerdem die Möglichkeit ihre gemeinsame Wetterkarte der allgemeinen Öffentlichkeit zugänglich zu machen. So können sich Besucher ihrer Internetpräsenz direkt im Web-Browser die aktuellen Wetterinformationen graphisch darstellen lassen. Damit eine darüber hinausgehende Nutzung der gemeinsamen Wetterkarte garantiert ist, ist auch eine XML-basierte Beschreibung der Sensordaten im Internet abrufbar. So lassen sich die Sensordaten auch in weiteren Anwendungen und von anderen Anwendern des generischen Sensorportals für Heimawender nutzen.

Um dieses exemplarische Portal aufzubauen wird, wie angesprochen, ein Baukasten entwickelt, dessen Komponenten die Basis des Portals bilden. Diese Komponenten sind zum großen Teil Fragmente von Webseiten, sogenannte Portlets. Ein Portlet wird beispielsweise für das Anmelden eines neuen Benutzers zuständig sein, ein anderes Portlet stellt eine Karte dar, ein drittes erlaubt die Konfiguration eines Sensors. Bei der Entwicklung der

Portlets wird allerhöchster Wert darauf gelegt werden, eine möglichst universelle Einsetzbarkeit des Baukastensystems zu gewährleisten.

4 Architektur

Der Ansatz des SCAMPI-Projekts ist die Entwicklung einer offenen Middleware und eines offenen Kommunikationsprotokolls, die bzw. das eine einfache Erfassung, Verwaltung, Abfrage und Konfiguration von sensorbasierten Informationen in unterschiedlichen Anwendungsdomänen zur Verfügung stellt. Abb. 1 zeigt eine schematische Darstellung der SCAMPI-Plattform. Die Abbildung zeigt, dass SCAMPI auf einer Middleware Architektur basiert, auf die mittels eines Sensorprotokolls zugegriffen werden kann. Über definierte Schnittstellen sowie Basisdienste können Anwendungen auf die Middleware zugreifen und so beispielsweise Sensorwerte abfragen. Die Sensoren kommunizieren ebenfalls über das Sensorprotokoll mit der Middleware. Auf diese Weise ist die Middleware in der Lage die Komplexität der Datenaggregation sowohl aus Sicht der Sensoren als auch aus Sicht der Anwendung abzukapseln und stellt somit die Funktionalitäten der Middleware über einfach zu bedienende Schnittstellen zur Verfügung.

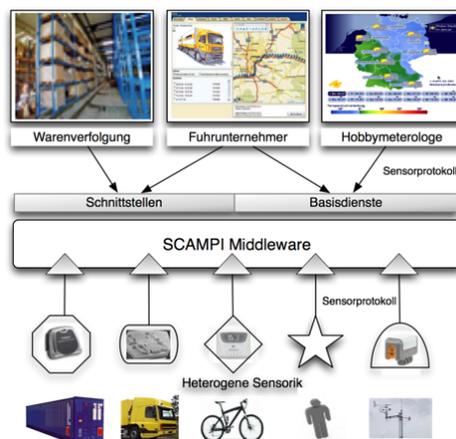


Abbildung 1: Schematische Darstellung der SCAMPI-Plattform

Durch die klar definierte Schnittstellen zur Middleware, ein dynamisch erweiterbares Übertragungsprotokoll, eine kontextunabhängige Datenaggregation und dynamischen generierte Nutzungsschnittstellen wird ein System entwickelt, dass domänenunabhängige Integration von Sensordaten in Endanwendungen ermöglicht, ohne einen hohen Implementierungsaufwand zu erzeugen. Da bei der Entwicklung besonderer Wert auf die Middleware, das Kommunikations-Protokoll, die Sensordatenaggregation sowie die Nutzungsschnittstellen gelegt wird, werden diese Komponenten im Folgenden näher erläutert.

4.1 Middleware

Die Middleware stellt die zentrale Komponente der SCAMPI-Plattform dar. Sie beinhaltet die Kommunikationsschnittstellen zu physischen Sensoren. Desweiteren enthält die Middleware Komponenten zur Sensorverwaltung, Sensordatenanreicherung und Sensordatenaggregation. Zudem verfügt sie über eine Zugriffs- und Rechteverwaltung, um den Zugriff auf einzelne Sensoren bzw. Sensormesswerte, aber auch aggregierte Sensormesswerte zu regeln. Durch dieses Rechtesystem ist es möglich unterschiedlichen Unternehmen, wie auch einzelnen Nutzern, Zugriff auf zuvor definierte Sensoren hinsichtlich ihrer Genauigkeit oder innerhalb bestimmter Zeitschranken zu erteilen.

Innerhalb der Middleware findet die Kommunikation zwischen den Schnittstellen der einzelnen physischen Sensoren, der semantischen Sensordatenanreicherung und des Dienstes für die Sensordatenaggregation über einen Message Service statt. Auf diese Weise entsteht eine lose Kopplung der einzelnen Komponenten. Dies bringt zum einen den Vorteil der leichten Erweiterbarkeit und fördert die Clusterfähigkeit der Middleware. Die Sensormesswerte der physischen Sensoren werden in Form von Datenstreams über den Message Service an eine Regelbasis weitergeleitet und miteinander zyklisch oder auf Anfrage von auf der Middleware aufsetzenden Applikationen aggregiert und als neuer virtueller Sensormesswert wieder über den Message Service versendet. Hierdurch können auch komplexere Aggregationen zwischen physischen und virtuellen Sensormesswerten definiert werden. Für Applikation, die auf der SCAMPI-Plattform aufsetzen, ist der Zugriff auf Sensormesswerte und die Konfiguration von Sensoren, sowohl physische als auch virtuelle Sensoren, absolut identisch gestaltet. Eine Applikation benötigt somit kein Wissen über die zugrunde liegenden Sensoren, da die Komplexität der Sensoren, sowie die Aggregation der Sensormesswerte und die Kommunikation zwischen den Komponenten von der Middleware abgekapselt wird. Hierdurch müssen beispielsweise Anwendungsentwickler selbst bei Neuanschaffung einzelner physischer Sensoren keine bestehenden Applikationen abändern, da der Zugriff gleichermaßen abläuft.

4.2 SCAI-Protokoll

Da im Rahmen des Projektes ein einheitliches Protokoll zum Datenaustausch sowohl für die Kommunikation zwischen Middleware und Sensor als auch für die Kommunikation zwischen Anwendung und Middleware bzw. Anwendung und Sensor benötigt wird, ist die Entwicklung eines einheitlichen, dynamischen und erweiterbaren Kommunikationsprotokolls zentraler Bestandteil des Projektes. Dieses Protokoll wird mit dem Ziel entwickelt, eine klare Trennung zwischen den Sensordatenmanagementdiensten und deren Aufruf zu realisieren, um die Implementierung der Dienste in den Sensoren und der Middleware zu erlauben.

Das Sensor Configuration, Aggregation and Interchange-Protokoll (SCAI-Protokoll) wird zunächst auf Grundlage der Anforderungen, die durch die Schnittstellen der Middleware und der Sensoren definiert werden, entwickelt. Dabei wird bereits zu Beginn der Ent-

wicklung besonderer Wert auf ein sicheres Zugriffs- und Rechteverwaltungsverfahren sowie auf das dynamische Verwalten von Sitzungen gelegt. Ebenfalls werden bereits erste Ansätze zur Verschlüsselung der Daten evaluiert. Das Protokoll selbst wird dabei auf den Transport-Layer andere Protokolle aufsetzen. Da, bedingt durch unterschiedliche Transportverfahren, möglicherweise nur geringe Datenmengen übertragen werden können, werden zwei Varianten des Protokolls implementiert. Die erste Variante ist eine ausführliche Darstellung, die mittels XML realisiert wird und ein mächtiges Werkzeug zum Steuern der Middleware darstellt. Die zweite Variante ist eine kurze textbasierte Darstellung, die grundlegende Funktionen des Protokolls unterstützt.

Um die Komplexität des Protokolls überschaubar zu machen und unnötige Implementierungen nicht benötigter Funktionen auf Sensoren zu vermeiden, wird das Protokoll in Profile unterteilt. Diese Modularisierung des Protokolls orientiert sich an den von der Middleware bzw. der Sensoren benötigten Funktionen sowie der Zugriffsrechtestruktur. Dadurch wird eine Unterteilung des Protokolls geschaffen, durch die Kernfunktionen identifiziert werden, die von jeder SCAI-fähigen Komponente implementiert werden müssen. Zusätzliche Funktionen können somit bei Bedarf nachträglich implementiert werden. Durch die Modularisierung des Protokolls sowie durch die Flexibilität bei der Implementierung neuer Funktionen wird ein Protokoll entworfen, das aus Sicht des Anwenders die Komplexität der Middleware verbirgt, so dass bei einer Kommunikation kein Unterschied zwischen einem virtuellen Sensor der Middleware und einem realen Sensor erkennbar ist.

4.3 Sensordatenaggregation

Da die Middleware in der Lage sein soll, auf Grundlage der empfangenen Sensordaten neue aggregierte Sensordaten zu generieren, wird eine Komponente benötigt, die in der Lage ist, auf Grundlage der aktuellen Daten dynamisch die Sensordaten der virtuellen Sensoren zu berechnen. Dies kann auf zwei unterschiedliche Arten geschehen:

1) Die Aggregation der Sensordaten findet auf Grundlage einer Regelbasis statt. Dabei wird zunächst in einer Metasprache eine Regel definiert und der Regelbasis mitgeteilt. Sollte die Regel von den beteiligten Sensoren erfüllt werden, wird der Wert der entsprechenden virtuellen Sensoren angepasst. Ein Beispiel dafür wäre ein Feuersensor, der auf Grundlage eines Rauch- und Wärmesensors arbeitet und nur die Sensorwerte „Feuer“ und „keine Feuer“ übermittelt.

2) Es wird ein komplexer Algorithmus implementiert, der auf Basis des aktuellen Messwerts und historisch aufgezeichneter Messwerte den aktuellen Messwert neu berechnet. Dies könnte beispielsweise für die Korrektur von GPS-Koordinaten notwendig sein, da GPS-Sensoren gelegentlich starke Abweichungen aufzuweisen die aber auf Grundlage historischer Daten korrigiert werden können. Die Implementierung des Algorithmus muss einmal prototypisch vorgenommen werden. Mittels einer Plug-In-Struktur kann dieser Algorithmus auf beliebige virtuelle Sensoren angewendet werden, solange brauchbare Daten im Sensor vorliegen.

Besondere Wert wird bei der Implementierung der Sensordatenaggregation darauf ge-

legt, dass ein konsistentes System entsteht, dass die Definition einfacher Regeln erlaubt, um logische Verknüpfungen zwischen verschiedenen Sensoren zu realisieren. Da die Realisierung eines eigenen Regelbasissystems inklusive einer Beschreibungssprache im Rahmen des Projekts nicht realistisch ist, wird an dieser Stelle auf ein vorhandenes System zurückgegriffen. Durch die zusätzliche Möglichkeit, Sensordaten auf Grundlage historischer Werte aufzuwerten, wird darüber hinaus die Möglichkeit geschaffen, unabhängig von anderen Sensoren eine Verbesserung des aktuellen Sensorwertes zu realisieren.

4.4 Nutzungsschnittstellen

Um dem Anwender einen möglichst einfachen Zugriff auf die SCAMPI-Plattform zu ermöglichen ist ein System zur dynamischen Erzeugung von Benutzeroberflächen vorgesehen. Dies gilt sowohl für die Darstellung der Sensordaten selbst, die beispielsweise in verschiedenen Diagrammformen oder als Übersichtskarte geschehen kann, wie auch für die Konfiguration der verwendeten Sensoren, der eingesetzten Aggregationen und der logischen Zusammenhänge zwischen den einzelnen virtuellen Sensoren. Die Nutzungsschnittstellen werden in der SCAMPI Architektur als Applikation implementiert und greifen auf die Middleware mittels des SCAI-Protokolls zu. Besonders wichtig ist hierbei die Skalierbarkeit des Systems, da möglicherweise mehrere tausend Sensoren verwaltet werden müssen. Darüber hinaus soll es möglich sein, Sensoren Plattformen zuzuordnen, um eine Zuordnung eines physischen Sensors zu einem realen Objekt zu realisieren. Dies könnte beispielsweise in einem Gebäudeautomatisierungsszenario ein Raum sein, der mehrere Sensoren enthält. Das System zur Erzeugung der Benutzeroberflächen ist so konzipiert, dass einfache Szenarien problemlos realisiert werden können. Für kompliziertere Anwendung wird die Möglichkeit geschaffen, eigene Komponenten mittels eines Plug-In Systems nachzurüsten.

5 Zusammenfassung

Die SCAMPI-Plattform unterscheidet sich von bekannten Projekten durch ihre Flexibilität sowohl im Bezug auf die Kommunikation mit Sensoren beliebiger Hersteller als auch in der Integration von aggregierten Sensordaten in beliebige Applikation. Durch den modularen Aufbau des Systems, die klar definierten Schnittstellen der Middleware und die dynamisch erzeugten Benutzerschnittstellen wird dem Endanwender eine einfach zu bedienende Schnittstelle zu einem komplexen System gewährt. Der integrierte Rechtdienst wird dabei den Zugriff abhängig von der Anwendungsdomäne und dem Status des Benutzers verwalten sodass aus Sicht des Anwenders ein domänenspezifischer Dienst angeboten wird, obwohl das System selbst unabhängig von jeder Anwendungsdomäne operiert. Darüber hinaus wird das entwickelte SCAI-Protokoll so flexibel gestaltet, dass es unabhängig von den zu übertragenden Daten und verwendeten Features funktionieren wird. Dadurch können Erweiterungen bzw. Änderungen an den Funktionen der Middleware und

der Sensoren durchgeführt werden ohne dass die Struktur des SCAI-Protokolls geändert werden muss.

Literatur

- [1] Akquinet SLS logistics GmbH. URL: <http://www.akquinet.de/>
- [2] Andre Santanche, Suman Nath, Jie Liu, Bodhi Priyantha, und Feng Zhao, "SenseWeb: Browsing the Physical World in Real Time", Demo Abstract, ACM/IEEE IPSN 2006, Nashville, TN, April 2006.
- [3] ComLoc GmbH, Braunschweig, 2007. URL: <http://www.comloc.net/>
- [4] D. Garlan, D. Siewiorek, A. Smailagic, P. Steenkiste, Project Aura: Towards Distraction-Free Pervasive Computing. IEEE Pervasive Computing, 1 (2):22-31, 2002.
- [5] D. Salber, A.K. Dey, und G.D. Abowd, "The Context Toolkit: Aiding the Development of Context-Enabled Applications.," CHI, 1999, S. 434-441.
- [6] DaimlerChrysler Services: FleetBoard, 2006. URL: <http://www.fleetboard.com>
- [7] Ericsson: About Mobile Positioning. URL: http://www.ericsson.com/mobilityworld/sub/open/technologies/mobile_positioning/index.html?PU=mobile_positioning
- [8] GPSoverIP GmbH. GPS Auge. URL: <http://www.gpsauge.de/>
- [9] Hydra: The Hydra Project, URL: <http://www.hydramiddleware.eu/news.php>
- [10] IETF: Spatial Location (spatial) bof. In: Proc. of the 48th Internet Engineering Task Force, Pittsburgh, PA, USA, Juli/August, 2000, URL: <http://www3.ietf.org/proceedings/00jul/>
- [11] Microsoft Research, Redmond, USA. SenseWeb Project. URL: <http://research.microsoft.com/nec/senseweb>
- [12] MobileObjects. mobileFleetmanager. URL: <http://www.mobileobjects.de/index.php>
- [13] NMEA: NMEA 0183 Standard, 2002. URL: <http://www.nmea.org/pub/0183/>
- [14] Open Geospatial Consortium Inc.: OpenGIS Location Services (OpenLS): Core Services, 2. Mai 2005, URL: <http://www.opengeospatial.org/standards/olscore>
- [15] Open Geospatial Consortium (OGC) Sensor Web Enablement (SWE) activity. URL: <http://www.opengeospatial.org/projects/groups/sensorweb>
- [16] OMA Open Mobile Alliance: OMA Mobile Location Protocol (MLP) V3.1, 16. März 2004, URL: http://www.openmobilealliance.org/release_program/mlp_v31.html
- [17] PTV AG: Internet PTV AG, 2006. URL: <http://www.ptv.de/>
- [18] Robin Cover: Approved OpenLS Specification Supports Interoperable Location Service Applications, 21. Januar 2004, URL: <http://xml.coverpages.org/ni2004-01-21-a.html>
- [19] M. Grossmann, M. Bauer, N. Honle, U. Kappeler, D. Nicklas, T. Schwarz, "Efficiently Managing Context Information for Large-Scale Scenarios", in: Proceedings of Pervasive Computing and Communications, IEEE Computer Society, 2005.

- [20] Manuel Román, Christopher Hess, Renato Cerqueira, Anand Ranganathan, Roy H. Campbell and Klara Nahrstedt, "GAIA: a middleware infrastructure to enable active spaces" IEEE Pervasive Computing 1(4), 2002, S. 7483.
- [21] RTCM: RTCM Recommended Standards for Networked Transport of RTCM via Internet Protocol (Ntrip), Version 1.0, September, 2004. URL: <http://www.rtcmm.org>
- [22] Suman Nath, Jie Liu, and Feng Zhao, "Challenges in Building a Portal for Sensors World-Wide," First Workshop on World-Sensor-Web: Mobile Device Centric Sensory Networks and Applications (WSW'2006), Boulder CO, Oct 31, 2006.
- [23] w3logistics AG: Welcome to w3logistics, 2006. URL: <http://www.w3logistics.de/>
- [24] Yahoo Research. FireEagle: Centralized management of user location, URL: <http://fireeagle.research.yahoo.com/>