
Einbindung von Echtzeitmessinformation in Geographische Informationssysteme

Bernd RESCH und Manfred MITTLBÖCK

Zusammenfassung

Ziel des Forschungsprojektes „real-time geo-awareness“ - GIS Modelling Framework (RTGA) ist die Integration von Echtzeit Sensormessinformation direkt bzw. aggregiert zu geographischen Informationsebenen für die Weiterverarbeitung und Analyse in einer verteilten GI Service-Infrastruktur bereitzustellen. Aufgrund der wachsenden Anzahl von Sensor-Web Installationen mit verschiedensten Konfigurationen und der Nutzung unterschiedlichster Protokolle besteht daher die Notwendigkeit eines universellen Zugangs zu diesen Messnetzwerken (MARCONETT 2006). Das Open Geospatial Consortium (OGC) entwickelte mit dem Sensor Observation Service (SOS) im Rahmen der Sensor Web Enablement Initiative (SWE) eine standardisierte Schnittstelle, die es ermöglicht, in „naher Echtzeit“ georeferenzierte (stationär bzw. mobil) Messinformation in Geoinformations- und Analysesysteme über das Internet einzubinden.

Entwickelt werden im Projekt RTGA Komponenten und Module eines standardisierten Sensornetzwerkes für die Erfassung, Verteilung, Visualisierung und serverbasierte Verarbeitung von aktueller Messinformation zu Geoinformationsebenen mit Hilfe räumlicher Interpolationsmethoden (IDW- und Krigingmethoden). In der Weiterverwendung werden diese Informationsebenen zusammen mit anderen lokalen und verteilten Geodatenbeständen in einer GI-Service Infrastruktur (GSI) genutzt, um modellbasierte Analysen und Geoprocessing-Verfahren in ‚naher Echtzeit‘ umzusetzen.

1. Einleitung

Umweltdaten kommen heute aus unterschiedlichsten Quellen und liegen in verschiedensten Formaten vor. Sensoren liefern dabei eine große Menge hoch aufgelöster, räumlicher und zeitlicher Echtzeitinformation. Richtlinien und Vorgaben der Europäischen Union, wie die Public Sector Information Directive (PSI), die im Jahr 2003 veröffentlicht wurde und der Beschluss der INSPIRE (INfrastructure for SPatial InfoRmation) Direktive im November 2006 erfordern eine vereinheitlichte Bereitstellung von Umweltmessparametern für die Unterstützung einer gemeinsamen EU Umweltschutzpolitik. (COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 2004).

Durch die drastische Reduktion der Kosten von verschiedensten Arten von Sensoren (PAULSEN und RIEGGER, 2006) wird es daher in den nächsten Jahren, durch die breite Verfügbarkeit von günstigen Sensoren z.B. für Umwelt, Klima, Verkehr etc., zu einer dramatischen Änderung der Datenaufnahme und Bereitstellung von Messinformation kommen. Die bestehenden monolithischen und untereinander meist inkompatiblen Mess- und Dokumentationssysteme werden durch standardisierte „location-aware“ Embedded Systems ergänzt. Die unter dem Begriff „Sensor Webs“ zusammengefassten

Messnetzwerke zeichnen sich dabei durch einen hohen Grad an Intelligenz und offene Verfügbarkeit über standardisierte Schnittstellen im Internet aus.

Wesentliche Aufgabe ist also die Integration der Sensormessinformation und die Aufbereitung mit den Gliederungsebenen Raum und Zeit. Diese Überführung von Messdaten in Geoinformation bedingt verschiedenste komplexe Arbeitsschritte und wird derzeit durchwegs unter Verwendung proprietärer Softwarebausteine in Postprocessing-Verfahren umgesetzt. Erste Möglichkeiten der standardisierten und verteilten automatisierten Verfügbarkeit von Geoinformation bieten die aus Initiativen des OGC hervorgegangenen Standards für die Kartenbereitstellung über WCS (Rasterdaten), WFS (Vektordaten) WMS (Kombination von Raster- und Vektordaten zur graphischen Darstellung), die in ihrer jetzigen Version auch als ISO Standards anerkannt werden sollen.

2. Innovatives Konzept

Für die Organisation und Nutzung der zukünftig verfügbaren riesigen Menge an Daten gilt es, Systeme zu entwickeln, die diese generalisiert aufbereiten. Die aktuelle standardisierte Messinformation wird also in Echtzeit über verschiedenste Fachdomänen hinweg in automatisierten Prozessen kombiniert werden können, womit eine optimale Verwertung der kostenintensiven Messinstallationen erreicht wird. Neue serverbasierte Geoinformationssysteme (z.B. ESRI ArcGIS Server oder OGC Web Processing Service [WPS]) bieten dabei eine hervorragende Möglichkeit, über verschiedene Interpolations- und Analyseprozesse die Messdatenflut in kompakter und brauchbarer Form bereitzustellen.

Ziel des Projektvorhabens ist die Integration bestehender monolithischer Umweltmess- und Dokumentationsinfrastrukturen mit flexiblen stationären und mobilen Sensornetzen hin zu räumlichen integrativen Echtzeit-Analysesystemen. Dieser auf internationalen Standards basierende Ansatz ist speziell für den Bereich Sicherheitsmanagement relevant, da ubiquitär verfügbare Übertragungsinfrastrukturen meist offen und sehr zuverlässig zur Verfügung stehen.

Um die Implementierung eines derart standardisierten Messsystems zu ermöglichen, muss die Beschreibung der Sensorplattformen sowie die Kapselung der Messdaten selbst Sensor Web Enablement (SWE) konform erfolgen. Die räumliche Organisation der Sensoren geschieht durch Positionsbestimmung über das Global Positioning System (GPS) und in Zukunft über Galileo. Für die Verortung über das europäische GNSS-System steht dafür ab Mitte 2007 die Galileo Test- und Entwicklungsumgebung (GATE), die derzeit in Berchtesgaden realisiert wird, zur Verfügung.

Im Mittelpunkt des Forschungsinteresses stehen folgende innovative Ziele des Projektes:

- der prototypische Aufbau einer SWE-konformen Messinfrastruktur (Sensor Web) für Temperatur und Feuchtigkeit
- die Bereitstellung der Messinformation über ein Embedded SOS Service
- die Echtzeitbereitstellung und Visualisierung aktueller Messinformation in einem Web-GISClient
- ein System zur standardisierten Archivierung der Messreihen

- die Bereitstellung aggregierter Sensorinformation als geographische Informationsebenen für weiterführende serverbasierte GI-Analyseprozesse
- die Evaluierung der Einbindung von Galileo Positionsbestimmung für mobile Sensor-Devices

3. Technische Umsetzung

Die rasante Entwicklung von Web Service-Architekturen und die parallel laufenden Standardisierungsbestrebungen durch OGC und ISO ermöglichten die weite Verbreitung von Geoinformationssystemen. Dabei entstand nun auch das Bedürfnis, neben der Bereitstellung von aufbereiteten Geodaten, auch auf Geo-Ressourcen, Funktionen und Prozessierungsmöglichkeiten in möglichst aktueller Form zugreifen zu können. Wesentliches Ziel im Forschungsstudio iSPACE ist daher die Entwicklung eines, auf offenen Standards (OGC und ISO) basierenden Frameworks, das es ermöglicht, Sensormessinformation automatisiert in geographische Informationsebenen überzuführen. In der Folge können diese Informationsebenen, zusammen mit anderen lokalen und verteilten Geodatenbeständen in einer GI-Service Infrastruktur (GSI) genutzt werden, um modellbasierte Analysen und Geoprocessing in ‚naher Echtzeit‘ durchzuführen.

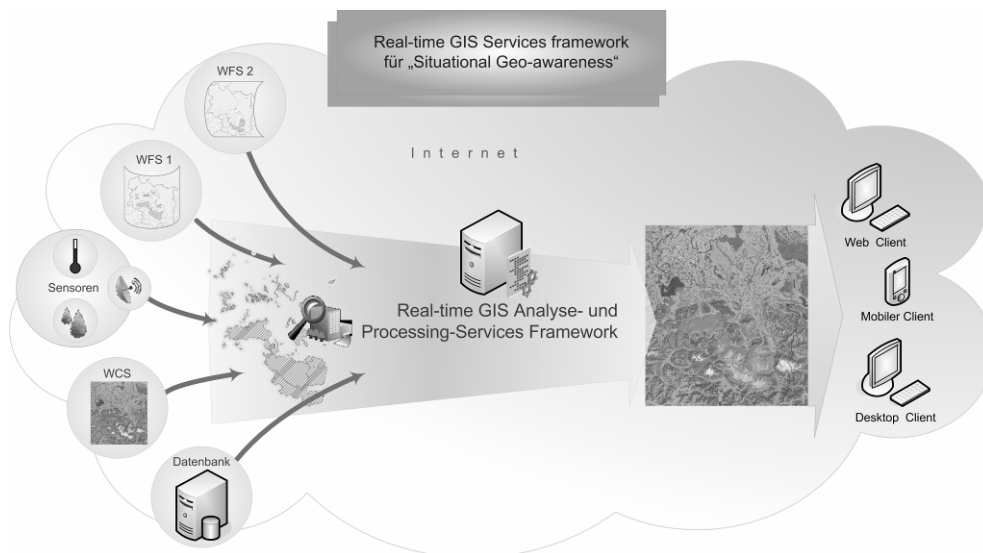


Abb. 1: GI-Service Infrastruktur (GSI).

Dabei dient eine Sammlung verschiedener Services, diese GI-Services in einem verteilten kollaborativen Umfeld anzubieten.

3.1 Sensor Web Anforderungen

Für die Einbindung von aktueller Messinformation in weitere Analyseprozesse soll eine Sensor Web Systemarchitektur dienen, die im RTGA-Projekt jedoch nur prototypisch implementiert wird. Laut LIANG (2004) werden verschiedenste Anforderungen an Sensor Webs gestellt, die eine intelligente und autonome Datenverarbeitung und Handlungsfähigkeit des Gesamtnetzes gewährleisten sollen, nämlich ein gewisser Grad an Intelligenz als Basis für eigenständige Entscheidungen, Skalierbarkeit für einfache Erweiterbarkeit des Netzwerkes, Interoperabilität für die Einbindung von verschiedensten Sensoren und die Kombination von mehreren Netzwerken sowie hohe zeitliche und räumliche Auflösung. (RESCH et al. 2007)

Obwohl die wohl komplexeste aber auch essentiellste Anforderung an Sensor Webs, nämlich die Intelligenz der einzelnen Sensoreinheiten und des Gesamtsystems, in allen Sensor Web relevanten Publikationen eine bedeutende Rolle spielt, fehlen derzeit noch griffige und anwendbare Implementierungen. Es gibt zahlreiche Forschungsinitiativen, die sich mit Intelligenz von computergesteuerten Embedded Devices beschäftigen und teils auch gezielt auf die Endanwendung in Sensor Webs ausgerichtet sind, wie etwa die Smart Sensor Web Initiative (BBN 2006) oder die Studie Intelligence in Communication Systems (PIERRE 2005). Eine prototypische und in diesem Projekt individuell einsetzbare Lösung wird im Zuge der Sensor Web Implementierung entwickelt, die Realisierung einer effizienten und umfangreichen Intelligenz von Sensor Webs ist jedoch Thema eines eigenen Forschungsprojektes.

Ähnlich zur Thematik der Intelligenz in Sensornetzwerken bewegt sich die Annäherung an die Skalierbarkeit, ebenfalls ein entscheidender Faktor in der theoretischen Perfektionierung von Sensor Webs. Plug-and-play Fähigkeiten, Overhead-Minimierung, optimale Bandbreitenausnutzung oder Selbstheilungsmechanismen sind aktuelle Forschungsthemen im Bereich Sensor Webs. Für das RTGA-Projekt können je nach Stand der Forschung sowohl bestehende Lösungen integriert, als auch einfache prototypische Mechanismen entwickelt werden.

Eine weitere Voraussetzung für die Implementierung eines real-time GIS Services ist die Einbindung von Sensoren in standardisierter Art und Weise. Für diese Anforderung wurde vom OGC die Sensor Web Enablement Initiative ins Leben gerufen, die in der Folge beschrieben wird.

3.2 Sensor Web Enablement

Sensor Web Enablement (SWE) bezeichnet eine Initiative des OGC, die auf standardisierten Datenaustausch zwischen Sensoren und Sensornetzwerken abzielt. Ziel ist es, Sensoren über das Internet auffindbar, abfragbar und konfigurierbar zu machen. (BOTS 2007)

Die Initiative umfasst acht Standards, die von der Beschreibung der Sensorplattform über ein XML-Schema für die Messdatenkapselung bis hin zu verschiedenen Services (Alert, Notification etc.) reichen:

- Sensor Model Language (SensorML)
- Observations and Measurements (O&M)

- Transducer Markup Language (TML)
- Sensor Observation Service (SOS)
- Sensor Alert Service (SAS)
- Sensor Planning Service (SPS)
- Web Notification Service (WNS)
- Sensor Web Registry

Die funktionale Gliederung sowie der strukturelle Zusammenhang der verschiedenen Standards im gesamten Messprozess sind in der folgenden Abbildung dargestellt.

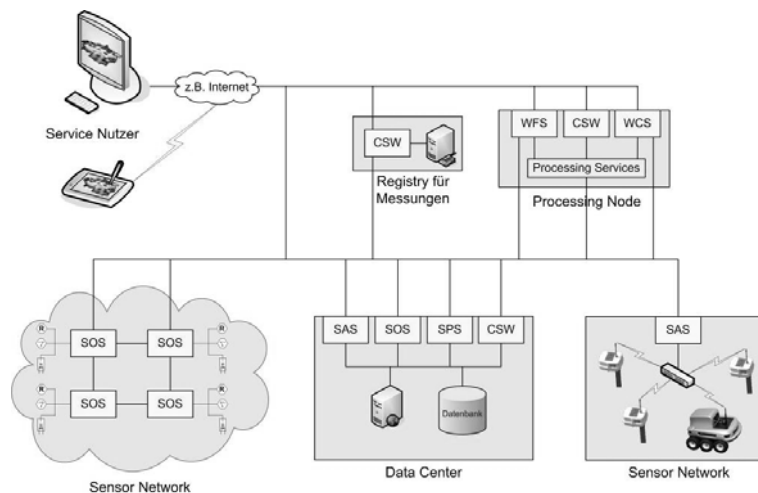


Abb. 2: Funktionaler Zusammenhang der SWE Standards.

4. Schlussfolgerung und Ausblick

Bestehende Sensormessnetzwerke nutzen zur Zeit in der Regel meist proprietäre Schnittstellen und Übertragungsmechanismen, was ein kompaktes Design ermöglicht. Mit der SWE-Initiative und dessen erster Implementierung im OWS-4 Testbed des OGC werden aber klar die Vorteile von verteilten, mit offenen Schnittstellen und standardisierter XML-Kodierung (O&M) von Messinformation aufgezeigt. Wesentliches Ziel ist es daher, auch für Echtzeit- Umweltmessinformation eine Serviceinfrastruktur aufzubauen, die es ermöglicht über technische und politische Grenzen hinweg diese Information im Rahmen einer koordinierten europäischen Umweltschutzstrategie zur Verfügung zu stellen.

Die folgende Abbildung illustriert die Vision des RTGA-Projektes, nämlich eine Verbindung von Sensor Web Systemarchitekturen mit serverbasierten Processing-Modellen zu geographischen Informationslayern, die dem Servicenutzer über individuell angepasste Interfaces zur Verfügung gestellt werden.



Abb. 3: Real-time Geo-Processing Ansatz.

Die Aktualität von Geoinformationsebenen ist neben der Genauigkeit und Vollständigkeit das wichtigste Qualitätskriterium von räumlichen Prozessen und Analysen. Mit der Integration von Echtzeitinformatoren und der Durchführung von Geoanalysen und -prozessen mit Hilfe von GI-Services in ‚naher Echtzeit‘ eröffnen sich in Zukunft neue Gebiete für den Einsatz von Geoinformation in verschiedensten Domänen und können als wesentliches Hilfsinstrument für die Simulation, dem Einsatz und die Nachbereitung in Sicherheitsmanagementfragen verwendet werden.

Literatur

- BBN TECHNOLOGIES (2006) BBN Technologies. <http://www.bbn.com>, The Smart Sensor Web, März 2006 (12. April 2007).
- BOTTS, MIKE, PERCIVALL, GEORGE, REED, CARL UND DAVIDSON, JOHN (2006) OGC Sensor Web Enablement: Overview And High Level Architecture. <http://www.opengeospatial.org>, Open GIS Consortium White Paper, 7. Juli 2006.
- COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES (2004) Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL establishing an infrastructure for spatial information in the Community (INSPIRE), Proposal, Brüssel.
- LIANG, S., TAO, V. UND CROITORU, A. (2004) Sensor Web and Geoswift - an Open Geospatial Sensing Service. In: Proceedings of the International Society for Photogrammetry and Remote Sensing Congress (ISPRS), Istanbul, Türkei, Juli 2004, verfügbar unter <http://www.isprs.org> (24. Jänner 2007).
- MARCONETT, D. (2006), A Prototype Network-Distributed Sensor Web Observation Service. (Juli 2006), verfügbar unter <http://www.danmarconett.com> (28. April 2007)
- PAULSEN, H. UND RIEGGER U. (2006) SensorGIS - Geodaten in Echtzeit. In: GIS-Business 8/2006, S. 17-19, Köln.
- PIERRE, SAMUEL (Hrsg.) et al. (2005) Intelligence in Communication Systems. IFIP International Federation for Information Processing, Springer-Verlag GmbH, ISBN 0-387-29121-0, Oktober 2005.
- RESCH, BERND, SCHMIDT, DIRK UND BLASCHKE, THOMAS (2007) Enabling Geographic Situational Awareness in Emergency Management. Proceedings of Geospatial Integration for Public Safety Conference, New Orleans, USA, 15.-17. Mai 2007.