

Standardisierte Embedded Sensormessnetze zur Integration Lokationsbezogener „live“ Information in GI-Systeme

Manfred Mittlböck, Bernd Resch, Michael Lippautz, Martin Dürr, Manuel Kohlmann

Zusammenfassung

Etablierte GIS-Analysemethoden betrachten die Qualitätsmerkmale *Genauigkeit* und *Vollständigkeit* der zu Grunde liegenden Daten als Hauptkriterien für valide Datenverarbeitung. Der innovative Ansatz der „Live“-Integration legt darüber hinaus einen speziellen Fokus auf die *Aktualität* von Sensormessungen. Er basiert auf der breiten Verwendung neuer Standards der Sensor Web Enablement Initiative (OGC SWE) und der Einbindung von aktuellen Messwerten in GI-Systeme. Hierfür wurde ein Framework bestehend aus Hard- und Softwarekomponenten entwickelt, die es einerseits ermöglichen, mobile Messinformation von Embedded Sensing Devices über GPRS/UMTS Netzwerke zu übertragen und diese über Schnittstellen-Erweiterungen entweder direkt in GI-Systeme einzubinden, oder über eine automatisierte Konvertierung als standardisierte Vektorinformation (OGC WFS, KML, geoRSS etc.) bereitzustellen. Diese transparente Bereitstellung von Echtzeitmessdaten ist damit eine grundlegende Voraussetzung für real-time Analyse raum-zeitlich gegliederter Messdaten.

Einleitung

Ein wesentliches Qualitätsmerkmal der Ergebnisse räumlicher Analysen stellt die Güte der zugrunde liegenden geographischen Ressourcen (Daten und Services) dar. Es wurde in den letzten Jahren sehr intensiv daran gearbeitet, die Qualitätsmerkmale Genauigkeit und Vollständigkeit von Geo-Datenschichten zu verbessern (z.B. Navigationsgeräte). Durch den oft sehr hohen Pre-Processing Aufwand – also der Aufbereitung der Ausgangsdaten für räumliche Analyseprozesse – ist es hingegen auch heute noch eine große Herausforderung, das Qualitätsmerkmal *Aktualität* in der Bereitstellung räumlicher Ressourcen zu erfüllen. Derzeit existieren kaum einfache Schnittstellen für die Bereitstellung und Einbindung von Echtzeitmessdaten in GI-Softwareprodukte, obwohl die Open Geospatial Consortium Sensor Web Enablement (OGC SWE) Initiative eine dafür geeignete Serviceinfrastruktur definiert.

Das Forschungsstudio iSPACE setzt auf Pervasive Computing Ansätze zur Messung von Umweltparametern. Die gewonnenen Messwerte werden für die weitere Verarbeitung in räumlichen Visualisierungs- und Analysemethoden über standardisierte Sensor Observation Services (SOS) oder Sensor Alert Services (SAS) bereitgestellt. Die entstehenden Daten werden wiederum in bereits anerkannte und weit verbreitete Geo-Web-Services (OGC WFS und WMS) integriert, bzw. diese mit Hilfe von proprietären Erweiterungen optimiert in GI-Software für die weitere Analyse eingebunden.

Die wissenschaftliche Herausforderung liegt dabei in der Konzeption eines Frameworks, das es ermöglicht mit unterschiedlichen Bausteinen standardisiert aufbereitete Messinformation „live“ in unterschiedlichste Geoinformationssysteme einzubinden. Dabei werden zwei Ansätze verfolgt: einerseits die direkte Integration in COTS GIS Produkte (z.B. ESRI ArcGIS), sowie die Integration in das open source Geo-Web-Service Projekt GeoServer. GeoServer fungiert dabei als Übersetzungsservice von OGC SOS nach OGC Web Feature Service (GML, KML, geORSS etc.). Diese Module ermöglichen die standardisierten Sensor SOS Responses on-the-fly in Geoinformations-Software einzubinden.

Embedded System Design

Um die Integration von ortsbezogenen Sensormessungen, bestehenden Geodaten und Satellitenbildinformation in einer „live“ Geo-Services Infrastruktur bewerkstelligen zu können wurde ein Software Baukasten erarbeitet und entwickelt, der es ermöglicht, Sensordaten direkt von Embedded Devices, die über offene Standards der Open Geospatial Sensor Web Enablement Initiative (OGC SWE) kommunizieren, in nahzeitliche geographische Analyseprozesse zu integrieren. Als Messinstrumente kommen dabei herkömmliche Sensoren zur Messung von Umweltparametern wie beispielsweise Lufttemperatur, Strahlungsparameter usw. aber auch Biometrie- Sensoren (z.B. Puls, Sauerstoffsättigung), sowie beliebige andere Sonden zum Einsatz. Das System ermöglicht also die Implementierung eines stationären, wie mobilen GPS-gestützten Sensornetzwerkes zur Messung unterschiedlichster Umweltparameter.

Im Vergleich zu general-purpose Computern unterscheiden sich Embedded Device Computer, mit ihrer spezifischen Funktionalität und der Echtzeit-Tauglichkeit – entweder hard oder soft real-time – und finden so ein breites Anwendungsspektrum. Basierend auf einem ARM7-Embedded Computer wurde ein Prototyp-Framework entwickelt, das die Sensormessinformation in einer Embedded Datenbank organisiert und über standardisierte Schnittstellen (OGC SOS und SAS) bereitstellt.

Wesentliches Augenmerk lag in der Entwicklung eines mobilen Embedded Computermoduls basierend auf der open source Linux Distribution *OpenEmbedded* in Kooperation mit der Fachhochschule Salzburg – Studiengang Informationstechnik und Systemmanagement. Um unterschiedlichste Sensor-Typen ansteuern zu können, wurde auf diesem System eine aus mehreren Komponenten bestehende Architektur entwickelt (Abbildung 1). Diese ermöglicht es, Sensoren über unterschiedlichste Schnittstellen (GPIO, Seriell, USB, I2C und ZigBEE) anzusprechen und auszulesen und in einem relationalen Datenbankmodell unter Anwendung von Plausibilitätskontrollen direkt am Embedded Device (basierend auf open source SQLite) abzulegen. Die so gewonnenen Messdaten in Kombination mit DGPS Positionsinformation – die Position wird entsprechend ebenfalls als eigener Messparameter geführt – wird dann über OGC SOS über HTTP bereitgestellt.

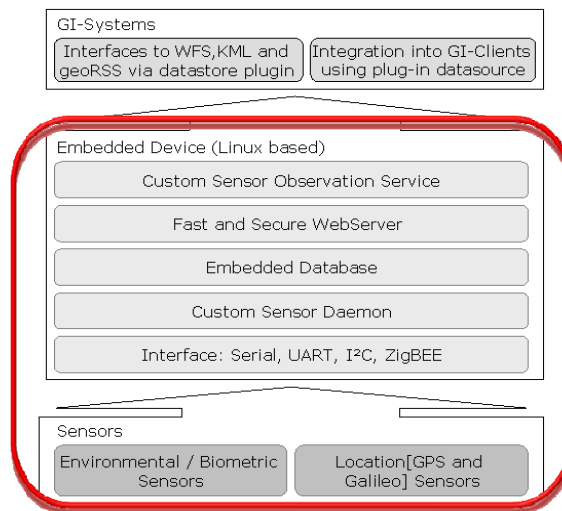


Abb. 1: Service Stack am Embedded Device.

Mit der Einbindung von real-time GPS-Korrekturdaten über NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol), einer sehr effizienten Methode der automatisierten qualitativen Verbesserung der GPS-Position, kann eine erhebliche Genauigkeitssteigerung auf ca. 0.5 bis 1.5 m zur Laufzeit erreicht werden. Als GPS-Device wurden die U-BLOX Module NEO 4S (inkl. Indoor SuperSense) und LEA-4P, beides 16 Kanal Empfänger der ANTARIS 4 Serie gewählt, die einen sehr guten Kompromiss zwischen Preis, Leistung und Energieverbrauch (Ultra Low Power – 34-39 mA inkl. Power Saving Mode) liefern. Um diese Kommunikation über 3G Netzwerke zu ermöglichen, wurde gemeinsam mit dem Mobilfunkanbieter „3“ eine Logik implementiert, die es erlaubt, das Mobile Embedded Device mit einer fixen IP-Adresse über das Internet anzusteuern.

Sensor Alerting Service

Mit dem in Embedded C++ entwickelten Sensor Alerting Service (OGC SAS) besteht darüber hinaus die Möglichkeit, auch über vorbestimmte Regelverletzungen (z.B. Schwellwertüberschreitung, Geo-fencing, definierte Korrelationsergebnisse zweier Messwerte etc.) automatisiert informiert zu werden. Am mobilen Embedded System werden dafür Informationen nach OGC O&M und SAS bereitgestellt. Dafür wurde am Embedded Device der open source Jabber Server *Jabberd2* installiert, der es ermöglicht, SAS-Daten über das XMPP-Protokoll ins Internet zu streamen. SAS bietet dabei die Möglichkeit, Informationen über Multi User Chat (MUC) Kommunikation anzubieten. Der Gesamtprozess (Registrierung über Web Server und push-basierte Benachrichtigung über OGC SAS konforme XMPP-Nachrichten) ist in Abbildung 2 dargestellt.

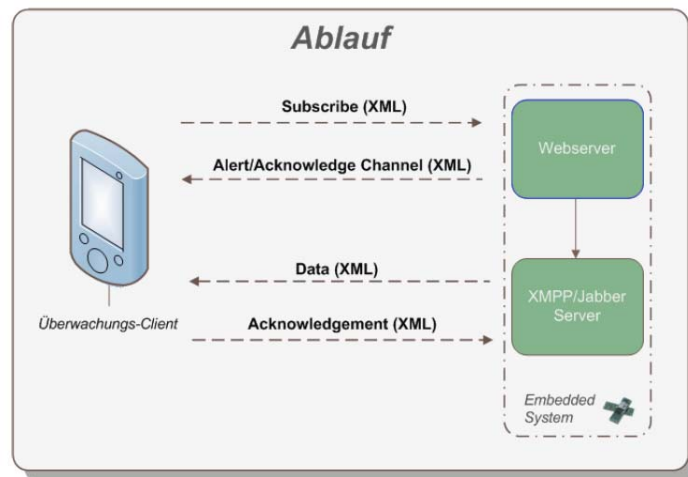


Abb. 2: Service Stack am Embedded Device.

Web-basierte „live“ GIS-Analyse von Messdaten

Die so erfassten „live“ Sensormessungen können mit einer Datastore-Erweiterung für das open source Projekt GeoServer on-the-fly in standardisierte räumliche Informationsservices wie OGC Web Feature Services und OGC KML als auch in geoRSS übergeführt werden. So können Messdaten sehr einfach in alle gängigen COTS und open source GI-Systeme übernommen werden. Mit der transparenten Integration von OGC Sensor Web Enablement (SWE) Information über anerkannte OGC Schnittstellen für Vektor- und Rasterdienste wird die Verwendung von Echtzeitmessinformation (dynamische in-situ und mobile Messinformation) in Geoinformations- und Analysesysteme erheblich erleichtert.

Das dafür entwickelte Konzept der „Live-Extension“ (vgl. Mittlböck und Resch, 2008) für ESRI ArcGIS und andere bestehende Lösungen beinhaltet allerdings wesentliche Nachteile in der flexiblen Anwendbarkeit für räumliche Analysen und die Visualisierung, da für jeden unterschiedlichen Analyseansatz und unterschiedliche Sensoren softwaretechnische Anpassungen in der Extension notwendig sind.

Für die ESRI ArcGIS Produktschiene wurde daher in weiterer Folge eine „Plug-in Data-source“ entwickelt, die es ermöglicht, mit Hilfe eines Konfigurationsfiles „live“ Sensormessungen (die Anfrage wird dabei parallel auf die registrierten Sensoren ausgeführt) transparent als geographische Datenschicht (Feature Class) in die ArcGIS Produktfamilie zu integrieren. Der Benutzer arbeitet mit dieser Feature Class, wie mit jedem anderen vektorbasierten Geodatensatz, mit den selben Eigenschaften. Dies ermöglicht allen ArcGIS Clients (Server, 3D und 4D Tracking Analyst), direkt auf die aktuellen Messdaten zuzugreifen und die Feature Class zu visualisieren und zu analysieren. Mit der Integration in den ArcGIS Tracking Analyst besteht zusätzlich die Möglichkeit, Analysen mit Raum-

Zeitbezug auf Echtzeitmessdaten und ihrer Kurz-Historie durchzuführen. Diese Erweiterung für ArcGIS ist ähnlich wie eine Extension zu registrieren.

Abbildung 3 zeigt die Interpolation von Lufttemperaturwerten, beispielsweise zur Detektion von urbanen Wärmeinseln über ein über ArcGIS Server bereitgestelltes Web-basierte Geoprocessing-Applikation.

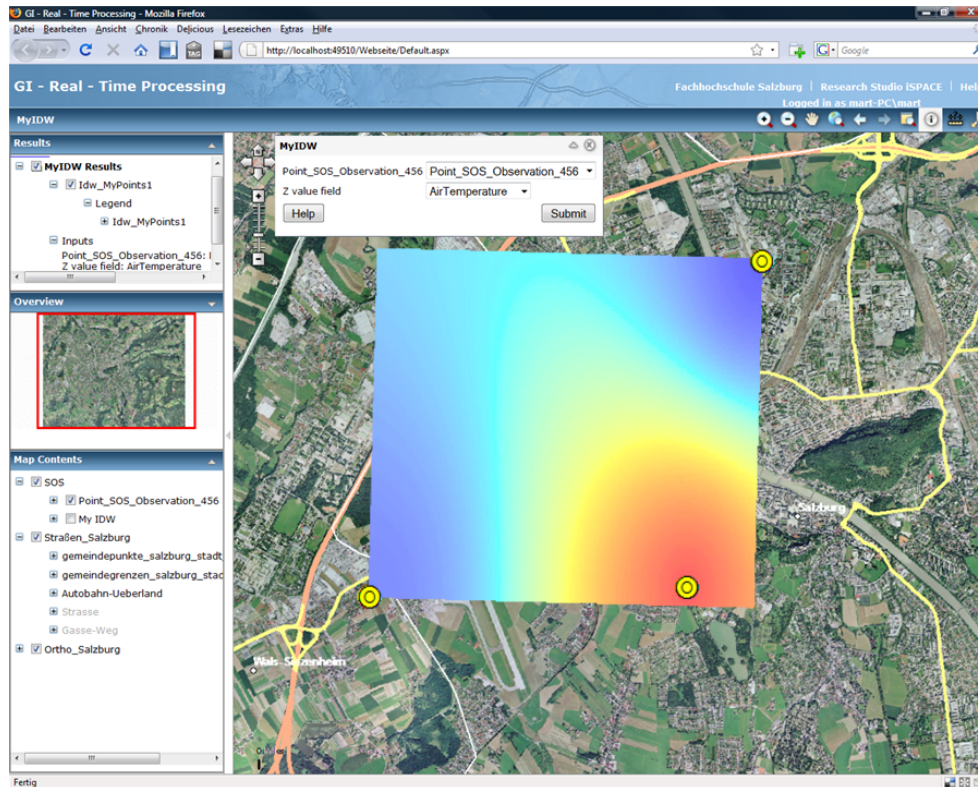


Abb. 3: Web-basierte IDW-Interpolation mit ArcGIS Server.

Schlussfolgerung und Ausblick

Der innovative Ansatz der „live“ Integration von Sensormesswerten basierend auf anerkannten und weit verbreiteten OGC Standards, sowie der zukünftigen Anwendung in serverbasierten Analyseframeworks in Kombination mit bestehenden Daten ermöglicht eine wesentliche Qualitätssteigerung räumlicher Analyseergebnisse, da nun neben der Genauigkeit und Vollständigkeit der Datengrundlagen auch die Aktualität als Qualitätsmaßstab in den Analyseprozess integriert werden kann. Mit dem entwickelten Framework ist es nunmehr möglich in standardisierter Form Messreihen direkt in Geoinformationssysteme zu integrieren und in naher Echtzeit zu analysieren. Das System ist zurzeit optimiert für viele

verschiedene Sensoren die im Internet organisiert sind und stellt entsprechend definierte Messungen bereit.

Im nächsten Entwicklungsschritt werden derzeit Mechanismen zur Integration des OGC Sensor Planning Service (SPS), einem weiteren Standard der SWE Familie implementiert. Weiters wird eine Adaptierung von Complex Event Processing (CEP) für räumliche Fragestellungen vorgenommen. Dies schafft ein sehr effizientes Werkzeug, um in verteilten Sensornessnetzen z.B. eine verbesserte Qualitätssicherung der Messwerte nach dem „First Law of Geography“ – *Everything is related to everything else, but near things are more related than distant things* – nach Waldo Tobler zu ermöglichen. In einem weiteren Schritt wird 2009 das Framework um open source SOS-Appliances erweitert, die es ermöglichen, Sensormessungen aus zentralisiert organisierten Messdatenbanken (Adapter für Postgres, Oracle und Microsoft SQL) über das OGC SOS Interface abzufragen und damit über die angeführten Schnittstellen in GI-Systeme einzubinden.

Literatur

- BOTTS, M., ROBIN, A., DAVIDSON, J. AND SIMONIS, I. (EDS.) (2006) OPENGIS SENSOR WEB ENABLEMENT ARCHITECTURE. OPENGIS DISCUSSION PAPER, VERSION 1.0, OGC 06-021R1, 4 MARCH 2006.
- ENGELS-WILHELMI, S. (1993), UMWELTBILDUNG IN DEUTSCHLAND – ADRESSEN, AUFGABEN UND ANGEBOTE VON INSTITUTIONEN UND VERBÄNDEN.- BONN, BAD GODESBERG.
- JELITTO, M. (2000), EINSATZMÖGLICHKEITEN DIGITALER MEDIEN IN DER UMWELTBILDUNG – EIN ÜBERBLICK. IN: DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR UMWELTERZIEHUNG NACHRICHTEN NR.21, S.16-20.
- LIPPAUTZ, M., KOHLMANN, M., STERNIG, C., PIRALLI, I., RAUCHENSCHWANDTNER, R., HABER, P. AND KRANZER, S. (2008) GEOHEALTH MONITORING - REAL-TIME MONITORING FOR ACTION FORCES DURING DISASTER OPERATIONS. IN PROCEEDINGS OF THE 5TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON LBS & TELECARTOGRAPHY, SALZBURG, AUSTRIA, NOVEMBER 26-28, 2008.
- MITTLBOECK, M. AND RESCH, B. (2008) STANDARDISIERTE INTEGRATION VON REAL-TIME SENSORMESSUNGEN FÜR ZEITNAHE GIS-ANALYSE. IN: STROBL, J., BLASCHKE, T., GRIESEBNER, G. (HRSG.): ANGEWANDTE GEOINFORMATIK 2008, WICHMANN VERLAG, HEIDELBERG, PP. 112-117.
- RESCH, B., MITTLBOECK, M., GIRARDIN, F., BRITTER, R. UND RATTI, C. (2009) REAL-TIME GEO-AWARENESS - SENSOR DATA INTEGRATION FOR ENVIRONMENTAL MONITORING IN THE CITY. IN: PROCEEDINGS OF THE IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS & WEB SERVICES - GEOWS2009, 1.-7. FEBRUAR 2009, CANCUN, MEXIKO.