

## Live Geography – Real-time Analyse mit GI-Systemen

**Die Integration von Echtzeitmessinformation in räumliche Analysemodelle eröffnet neue und verbesserte Perspektiven in der Modellierung und Analyse räumlicher Fragestellungen – von Umweltbeobachtung über Sicherheitsmanagement bis hin zu Personal Health Care.**

Datenqualität ist der Kernbestandteil jeder erfolgreichen geographischen Analyse. Viel Energie wurde und wird in den Aufbau und die Bereitstellung von Geoinformationsbeständen investiert mit dem Ziel eine detaillierte (=genaue) und umfassende (=vollständige) Geodateninfrastruktur anzubieten. So wurden mächtige geographische Ressourcenbestände aufgebaut, die in Zukunft gemeinsam in einer europäischen Infrastruktur (Stichwort INSPIRE) genutzt werden können. Aber wie sieht es mit der Aktualität dieser Bestände aus? Ein Luftbild trägt den Zeitstempel, an dem es erstellt wird. Wollen wir das aktuelle Wolkengefüge betrachten, reicht ein Klick im Internet-Browser. Aber wollen wir das ganze noch zusätzlich mit anderen räumlichen Informationsebenen wie Temperatur und Niederschlag kombinieren, müssen wir dabei – wenn technisch überhaupt umgesetzt – auf Prognosen und einfache Zeitreihen zurückgreifen. Nichts gegen Modelle und tabellarische Zeitreihen, aber wäre es nicht viel spannender „Live“ Messwerte direkt in GIS-Kartenebenen abzubilden und daraus unsere Schlüsse zu ziehen – räumliche Analysen durchzuführen?

„Geht ja, ist ja kein Problem“, werden viele antworten, „das machen wir ja in unseren Umwelt- und Wetterkarten mit unseren Spezialsystemen.“. Leider allzu oft wird die direkte Einbindung dieser Daten in GI-Systeme nicht unterstützt. Hierzu müssen die Daten erst für spezifische GI-Systeme aufbereitet und konvertiert werden.

Mit dem oft sehr hohen Pre-Processing Aufwand ist es auch heute noch eine Herausforderung, das Qualitätsmerkmal „Aktualität“ von räumlichen Ressourcen für die geographische Modellierung und Analyse zu erfüllen. Im Forschungsprojekt Real-time Geo-awareness (RTGA) des Forschungsstudios iSPACE gemeinsam mit der Firma SYNERGIS, gefördert von der österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG), wurde in den letzten zwei Jahren ein Framework entwickelt, das es ermöglicht, mit unterschiedlichen Bausteinen standardisiert aufbereitete Messinformation „live“ in Geoinformationssysteme einzubinden.

Der Workflow dieser „Live Geography“ über die gesamte Wertekette ist in der Abbildung 1 dargestellt.

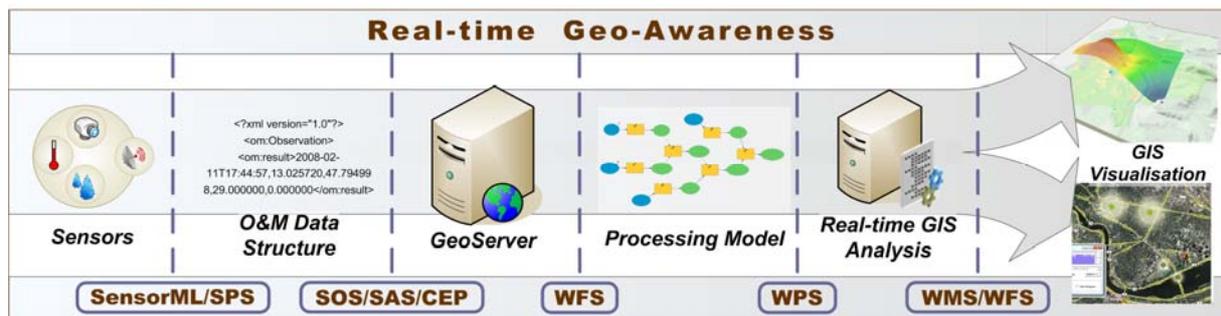


Abbildung 1: Real-time Geo-awareness Workflow für die Integration von Sensordaten in Echtzeit.

Das Framework, bestehend aus bestehend aus einer Kombination verschiedener Hard- und Softwarekomponenten, setzt dabei auf den konsequenten Gebrauch von offenen Standards in der Bereitstellung und Übermittlung der Messinformation. Hierfür werden Standards der Open Geospatial Consortium (OGC) Sensor Web Enablement (SWE) Initiative [www.opengeospatial.org/ogc/markets-technologies/swe] verwendet. Serverseitig implementiert wurden dafür Sensor Observation Services (SOS) für *Pull* Services und Sensor Alert Services (SAS) für *Push* Services. Diese Standards ermöglichen, ähnlich wie die Geographic Markup Language (GML) für geographische Datensätze, die standardisierte und verortete Bereitstellung von Sensormessungen. Die Gliederung und Organisation der einzelnen Messwerte erfolgt dabei nicht wie bisher entlang der räumlichen Achsen, sondern entlang der Zeitachse. Räumliche Koordinaten werden dabei als Messwerte betrachtet, genauso wie z.B. Lufttemperatur, Feuchte oder Windgeschwindigkeit.

Die Herausforderung liegt auf der Client-Seite in der Konzeption und der Entwicklung von Softwaremodulen, die es ermöglichen, mit verschiedenen Komponenten standardisiert aufbereitete Messinformation „live“ in unterschiedlichste Geoinformationssysteme für die weitere Verarbeitung einzubinden. Dabei werden von iSPACE zwei Ansätze verfolgt:

- die direkte Integration in die COTS GIS Produktlinie ESRI ArcGIS
- die Integration in das Open-Source Geo-Web-Service Projekt GeoServer

GeoServer [www.geoserver.org] fungiert dabei als Transformations-Komponente von OGC SOS nach OGC Web Feature Service (WFS), Web Map Service (WMS) und Web Coverage Service (WCS). Diese Module ermöglichen es, die standardisierten Sensor SOS Responses on-the-fly in Geoinformations-Software einzubinden.

Um die Integration von ortsabhängigen stationärer oder mobilen Sensormessungen in einer real-time Geo-Services Infrastruktur bewerkstelligen zu können wurde ein Framework entwickelt, das es ermöglicht, „live“ Messungen von Embedded Devices, die über offene Standards der nach OGC SWE kommunizieren in nahezu zeitliche geographische Analyseprozesse zu integrieren. Als Messinstrumente kommen dabei Sensoren zur Messung von Umweltparametern wie beispielsweise Lufttemperatur, Strahlungsparameter usw. aber auch Biometrie-Sensoren (z.B. Puls, Sauerstoffsättigung), sowie beliebiger anderer Messgrößen zum Einsatz.

### Embedded Sensornetze für Real-time Umweltbeobachtung

Von herkömmlichen PCs unterscheiden sich Embedded Device Computer durch ihre spezifische Funktionalität (geringer Energieverbrauch, integratives Design, günstige Kosten, Größenvorteil durch Miniaturisierung etc.) und ihrer Echtzeit-Tauglichkeit, was ein breites Anwendungsspektrum eröffnet. Basierend auf einem ARM7-Embedded Computer wurde im RTGA-Projekt ein Prototyp-System gemeinsam mit dem Studiengang Informationstechnik und Systemmanagement (ITS) der Fachhochschule Salzburg entwickelt. Das Device organisiert Sensormessinformation in einer Embedded Datenbank und stellt sie über standardisierte Schnittstellen (OGC SOS und SAS) bereit. Das verwendete Embedded Prototyp Device (Gumstix Verdex Pro, ca. in der Größe eines Kaugummipäckchens) ist in Abbildung 2 dargestellt.



Abbildung 2: Embedded Device für standardisierte Messung und Übertragung von Umweltparametern.

Bei der Implementierung der Softwareinfrastruktur ist die Integration von NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol) hervorstreichend. Sie bietet eine automatische DGPS (Differential GPS) Korrekturoption der GPS Position über IP. Hierbei erfolgt eine die eine Anpassung der örtlichen Lage und ermöglicht eine Genauigkeitssteigerung auf ca. 1-1,5m in Echtzeit für mobile Geräte. Gemeinsam mit dem österreichischen Mobilfunkanbieter „3“ wurde eine Logik implementiert, die es erlaubt, das prototypische Mobile Embedded Device über UMTS/HSDPA mit einer fixen IP-Adresse über das Internet anzusteuern.

Ein wichtiges Kriterium ist es, für das pervasive-computing Modul eine vom Stromnetz weitgehend unabhängige Energieversorgung bereitzustellen. Erstrebenswert ist dabei die Minimierung des durchschnittlichen Energiebedarfs, um einen möglichst effektiven Einsatz in mobilen Umgebungen zu ermöglichen. Als Vergleichsbasis dafür dienten Leistungsparameter handelsüblicher Minicomputer (z.B. PDAs). Als Ziel wurde eine Leistungsaufnahme von kleiner 5W für die Minimalversion (Embedded Computer, Sensor, GPS und UMTS Modem) der prototypischen Implementierung gesetzt, was eine batteriebezogene Betriebsdauer von mehreren Stunden unter Volllast ermöglicht. Wird die Internetverbindung nicht benötigt, begibt sich das Modem in den Standby-Modus und man erreicht somit eine durchschnittliche Betriebsdauer vergleichbar zu handelsüblichen Mobiltelefonen.

Um unterschiedlichste Sensor-Typen ansteuern zu können, wurde auf diesem System eine aus mehreren Komponenten bestehende Software-Architektur entwickelt. Diese ermöglicht es, Sensoren über verschiedenste Schnittstellen (GPIO, Seriell, USB, PC und ZigBEE) anzusprechen und auszulesen, und die gemessenen Werte in einem relationalen Datenbankmodell unter Anwendung von Plausibilitätskontrollen direkt am Embedded Device (basierend auf der open-source Embedded Datenbank *SQLite*) zu verspeichern. Speziell für diese Embedded Umgebung entwickelte OGC SOS und OGC SAS kompatible Webservices stellen diese Messdaten standardisiert über das Internet über HTTP bzw. das Extensible Messaging and Presence Protocol XMPP (bekannt aus diversen Instant Messaging Client Lösungen) standardisiert für die Anwendung in GI-Client Systemen zur Verfügung.

### **Echtzeit-Integration in GI-Systeme**

Um mit den so gewonnen standardisierten Sensormessdaten möglichst aussagekräftige GI-Analysen durchführen zu können, müssen diese transparent in GI-Systeme integriert werden, was den zweiten Schwerpunkt der RTGA Framework-Softwaremodule bildet. Dabei werden wie oben erwähnt zwei Ansätze verfolgt:

#### *Open-source Geoserver*

Die „live“ Sensormessungen können mit einer Datastore-Erweiterung direkt in das open-source Projekt GeoServer integriert werden. Die dafür entwickelte Erweiterung ermöglicht die parallelisierte Abfrage mehrerer Sensoren. Neben verschiedenen Parametern wie die Sensoradresse, den Messgrößen, Proxy-Einstellungen und Filterdefinition ermöglicht die Festlegung eines „Query Timeouts“, Zeitüberschreitungen bei der Messdatenabfrage zu verhindern, und damit das System zu blockieren. Diese würde eintreten, wenn z.B. einer der abgefragten Sensoren offline ist.

Für die Verwendung in GI-Systemen müssen technisch gesehen, die Sensordaten, die OGC Sensor Web Enablement (SWE) konform zur Verfügung stehen, in bekannte und etablierte Geo-Datenformate umgewandelt und über definierte Service-Schnittstellen zur Verfügung gestellt werden. Die GeoServer Datastore fungiert hier also als „Übersetzer“ von SOS-konformen Messdaten in verschiedenste Ausgabeformate, die GeoServer zur Verfügung stellt. So kann eine on-the-fly Transformation in breit anerkannte standardisierte räumliche Informationsservices wie OGC WFS, WMS und WCS durchgeführt werden. Ausgabeformate umfassen hier OGC Geographic Markup Language (GML), OGC Keyhole Markup Language (KML), geoRSS, geoJSON, Scalable Vector Graphics (SVG) oder auch PDF. Mit Hilfe dieser breit anerkannten und in Verwendung befindlichen Standards können somit „live“ Messdaten sehr einfach in alle gängigen COTS und open-source GI-Systeme eingebunden werden. Dies erlaubt somit die einfache und transparente Integration von OGC Observations and Measurements (O&M) Daten über anerkannte OGC Schnittstellen für Vektor- und Rasterdienste. Damit wird die direkte Visualisierung, Modellierung und Analyse in unterschiedlichsten GI-Systemen ermöglicht.

Weiters besteht so die Möglichkeit, Messinformation nicht nur in spezialisierten GIS-Produkten zu verwenden (z.B. über GML oder KML), sondern sie auch außerhalb der GIS-Domäne zu verwenden z.B. über die Ausgabe von SVG oder PDF. Mit der Möglichkeit der Ausgabe z.B. als geoRSS und geoJSON wird die einfache Integration in Web 2.0 Anwendungen und Mapping APIs wie Google Maps oder Microsoft Virtual Earth gezielt unterstützt.

Die dargestellte Lösung der föderal unabhängigen standardisierten Integration von Sensormessungen bietet dabei folgende Vorteile:

- direkte on-the-fly Integration in GI-System ohne den Umweg der temporären Verspeicherung der Messdaten in einer Datenbank und damit verbundenen Konvertieraufwand

- damit Verminderung des Risikos eines Performance-Bottlenecks durch zu große Datenmengen
- kein „Single Point of Failure“ durch eine verteilt organisierte Sensor-Servicearchitektur
- es muss kein Use-Case motiviertes und damit funktional eingeschränktes Web-Portal implementiert werden, sondern es besteht die Möglichkeit, Live-Sensordaten über standardisierte und weit verbreitete OGC Interfaces zu integrieren.

### ESRI ArcGIS

Parallel zur beschriebenen open-source Implementierung wurde auch eine spezielle Plugin-Datasource Erweiterung für die Integration von Sensordaten in die ESRI ArcGIS Produktfamilie entwickelt. Dieses Plugin-Konzept ermöglicht mit Hilfe des in gleicher Struktur aufgebauten Konfigurationsfiles, „live“ Messungen (die Anfrage wird dabei ebenfalls parallel an die an dem Datensatz teilnehmenden Sensoren durchgeführt) transparent in die ArcGIS Produktfamilie als spezielle Sensor-Feature-Class einzubinden. Der Benutzer kann so aktuelle Messdaten direkt in 2D (ArcMap, Spatial Extension), 3D (ArcScene, ArcGlobe) und 4D (Tracking Analyst) verwenden, wie in Abbildung 3 dargestellt.

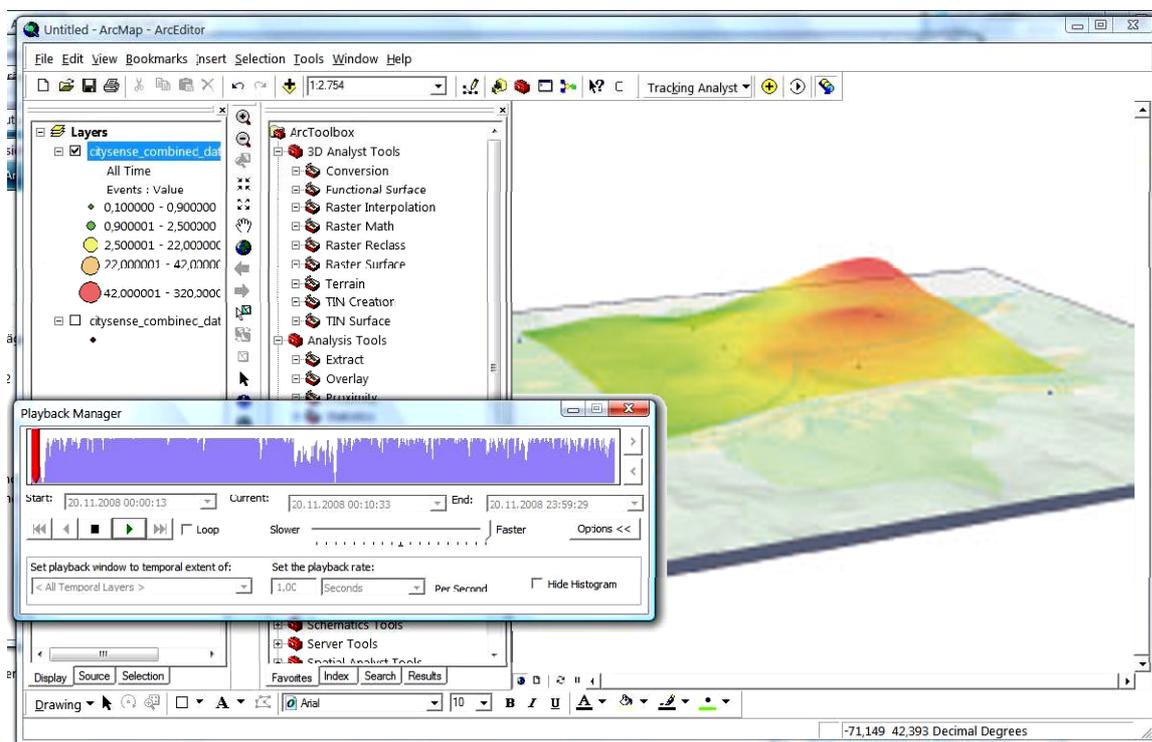


Abbildung 3: Sensorintegration in ArcGIS.

Ermöglicht wird mit diesem Plugin die transparente Visualisierung als auch die Anwendbarkeit für räumliche Analysefunktionen der ArcToolbox (z.B. räumliche Interpolation mit Inverse Distance Weight, Kriging, etc.). Es stehen damit alle in ArcGIS Desktop aber auch in der ArcGIS Server Familie möglichen Funktionen bis hin zur Integration in komplexe Online Model Builder Analysen zur Verfügung. Mit der Integration in den ArcGIS Tracking Analyst besteht die Möglichkeit, Analysen mit Raum-Zeitbezug auf Echtzeitmessdaten und ihrer Kurz-Historie durchzuführen.

Das Titelbild zeigt eine exemplarische Online-Applikation, die es erlaubt eine Mit ArcGIS Model-BUILDER erzeugtes Geo-Processing Werkzeug direkt auf standardisierte ‚live‘ Messdaten anzuwenden und das Ergebnis zu visualisieren.

### Fazit & Ausblick

Der innovative Ansatz der „Live Geography“, also der Integration von Sensormesswerten in Echtzeit, 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, föderal im Internet organisierte Sensoren, und stellt entsprechend definierte Messungen bereit. Um in Zukunft auch bestehende Monitoring-Systeme über standardisierte OGC SWE Schnittstellen zugänglich zu machen, arbeitet das Studio iSPACE an einer „Virtualisierten OGC SOS-black-box“ basierend auf open-source SOS-Modulen von *oostethys* [www.oostethys.org]. Weiters wird an der Adaptierung von Complex Event Processing (CEP) für räumliche Fragestellungen geforscht. Diese Technologie ermöglicht einen sehr effizienten Zugang für die Durchführung der Qualitätssicherung von Messungen in verteilten Sensornetzwerken z.B. nach dem „First Law of Geography“ – *Everything is related to everything else, but near things are more related than distant things* – nach Waldo Tobler.

Autoren:

Mag. Manfred Mittlboeck  
DI (FH) Bernd Resch, MSc

Forschungsstudio iSPACE – Research Studios Austria Forschungsgesellschaft mbH.  
Email: manfred.mittlboeck@researchstudio.at

Web: [ispace.researchstudio.at](http://ispace.researchstudio.at)