

Virtual-GOCA – Ein GoogleEarth basiertes Tool zum interaktiven Design virtueller Sensornetze, zur Modell- und Softwarevalidierung sowie zur Planung und Analyse von Geomonitoringszenarien

Reiner Jäger, Manuel Oswald und Peter Spohn
Hochschule Karlsruhe - Technik und Wirtschaft (HSKA)
Institut für Angewandte Forschung (IAF)
D-76133 Karlsruhe, Moltkestrasse 30, Germany
URL: www.goca.info und www.monika.ag
Email: reiner.jaeger@goca.info

Kurzfassung

Mit dem Begriff Geomonitoring verbinden sich vielfältige Aufgaben in Geoforschung, Katastrophenschutz und Frühwarnung. In allen Disziplinen erfolgt die Aufgliederung der jeweiligen Monitoringaufgabe in die Komponenten Datenerfassung (Sensornetzbetrieb und -Datenkommunikation), Modellierung (Reduktionen, Berechnung und statistische Bewertung georeferenzierter Zustandsgrößen, Vorhersagen, Erkennung von Prozessänderungen), Reporting (Protokollierung, Virtuelle Sensormodelle, Web-/Visualisierung) und Reaktion (Umsetzung eines Alarmierungsplans).

Zentrale Zustandsgröße der o.g. Modellierungskomponente im geodätischen Geomonitoring ist die basierend auf den Sensordaten abzuleitende dreidimensionale Verschiebung u von Objektpunkten als Lage- und Höhenänderungen in einem einheitlichen Koordinatensystem. Die durchgehende Automatisierung des Geomonitoring und die zunehmende Vielfalt geodätischer und geotechnischer Sensoren eröffnen hier neue Leistungspotenziale in allen o.g. Aufgabenbereichen. Sie setzen im Kernbereich der Modellierung aber auch neue Anforderungen an die Modellentwicklung, wie z.B. die Skalierbarkeit der Geosensornetze in ihrer räumlichen Ausdehnung und dem zeitlichen Betrieb, die Skalierbarkeit der mathematischen Modelle in Bezug auf die Kombination unterschiedlicher geodätischer und geotechnischer Sensortypen (Systemanalyse) sowie die Systemzuverlässigkeit im Online-Monitoring. Die geodätische Netzausgleichung im Gauß-Markov-Modell (GMM) und die Erweiterung des klassischen GMM zur integrierten Zustandsschätzung für geodätische und geotechnische Sensoren können dieses Anforderungsprofil prinzipiell bedienen, allerdings nicht ohne ein Redesign bzw. ohne die Neuentwicklung von mathematischen Modellen und Algorithmen der betreffenden GMM.

Das Softwaretool VirtualGOCA soll dazu beitragen diese gegenwärtig weltweit stattfindenden Entwicklungen effizient und kostengünstig zu unterstützen und zu beschleunigen. VirtualGOCA steht am Anfang der Geomonitoringkette, nämlich an der Stelle der Datenerfassung und generiert - mit Google-Earth als GUI zur realitätstreuen Vorgabe der Sensorpositionen - die Rohdaten virtueller geodätischer Sensoren. Dies sind RTK-Baselines, Schrägstrecken, Richtungen, Zenitdistanzen und Höhenunterschiede zusammen mit den zugehörigen stochastischen Modellen. Virtual-GOCA stellt diese Sensorrohdaten mit Zeitstempeln an der neutralen ASCII-basierten Dateninputschnittstelle des GKA-Formats (www.goca.info) bereit. Die von VirtualGOCA generierten Sensordaten erlauben die Validierung von entwickelten GMM der Modellierung und darüber hinaus das realitätsnahe Austesten der gesamten Komponentenkette von Datenerfassung – Modellierung – Reporting – Reaktion im Geomonitoring. Ein erster Vorteil von VirtualGOCA, gegenüber der Einrichtung und Datengenerierung über physikalischer Geomonitoring-Arrays für Testzwecke, liegt in der vollen Kosteneinsparung für Datenerfassungs-Hard- und Software, der Kosteneinsparung für den Testbetrieb selbst sowie für die zugehörige Manpower und Logistik. Hinzu treten ein Zeit- und Ressourcengewinn zugunsten der eigentlichen Entwicklung der GMM und Software in der Modellierungskomponente sowie in den weiteren Komponenten des Geomonitoring infolge der jederzeitigen Verfügbarkeit eines unbegrenzten Maßes an Generierungsmöglichkeiten von Testdaten für „Proof-of-Concept-Studies“ von Geomonitoring-Arrays. Dies gilt auch für Geomonitoringvorhaben in der Projektakquise. VirtualGOCA ermöglicht hier als Qualitätssicherung die Planung des optimalen Sensor- und Beobachtungsdesigns von Geomonitoringarrays unter Darlegung der zu erwartenden Genauigkeit und Sensitivität von Zustandsschätzungen beliebiger Objekte. Mit der neutralen Sensorrohdatenschnittstelle ist VirtualGOCA, unabhängig von individuellen Konzepten, Modellen und Software, auch für Studien zur Performance der gesamten o.g. Geomonitoringkette Datenerfassung - Modellierung – Reporting – Reaktion geeignet. Mit der Neutralitätsebene einer Bereitstellung konsistenter roher Sensordaten für skalierbare Geomonitoring-Arrays an beliebigem Ort kann VirtualGOCA auch zur unabhängigen Leistungsbemessung sowie für Benchmark-Tests und im Rahmen der Zertifizierung von Geomonitoringsystemen eingesetzt werden.

Die mathematische Modellbildung von VirtualGOCA zur Generierung konsistenter Sensordaten im dreidimensionalen Geometrie- und Schwerkraftraum wird vorgestellt. Zur praktischen Demonstration wird mit VirtualGOCA ein virtuelles Geomonitoringarray generiert und visualisiert. Der Echtzeitbetrieb des betreffenden Geomonitoringszenarios wird anhand der Anbindung mit der netzausgleichungsbasierten Geomonitoringsoftware GOCA (www.goca.info) sowie MONIKA (www.monika.ag) präsentiert und mittels des Tools GOCAEarth visualisiert.