

Geomonitoring – Auswertung mittels Kalman-Filter

Der Mobilitätswachstum und das angestrebte verdichtete Bauen führen im urbanen Raum zu immer enger werdenden Platzverhältnissen und dadurch zu herausfordernden und sicherheitskritischen Bauverhältnissen. Im ländlichen und alpinen Raum führt das sich ändernde Klima immer öfters zu natürlichen Schadensereignissen. In solchen Situationen kommt zunehmend die messtechnische Überwachung mittels Geomonitoring zum Einsatz. Die Ansprüche an solche Systeme wachsen, insbesondere bezüglich der Qualität der Resultate und des Einsatzes von Sensornetzen. Dies erfordert neue, flexible und ganzheitliche Auswerteverfahren. Die entwickelte Methodik der Auswertung mittels Kalman-Filter erfüllt diese Anforderungen.

Geomonitoring

Geomonitoring-Systeme messen automatisch und autonom Objektzustände, um frühzeitig sicherheitsrelevante Veränderungen zu detektieren. Diese Systeme werden durch externe Einflüsse und Messrauschen gestört, was sich in den Beobachtungen niederschlägt. Dies führt nicht selten zu Fehlalarmierungen, welche die Qualität und in gehäufte Form die Glaubhaftigkeit verringern. Ziel ist, mittels zuverlässiger Echtzeitauswertung der Rohmesswerte verbesserte Resultate zu erreichen.

Auswertekonzept

Das Auswertekonzept umfasst die gesamte Auswertekette von eingehenden Rohmesswerten bis zur Ausgabe der Resultate. Das Kalman-Filter (KF) (Kalman, 1960) und die darauffolgenden Testverfahren bilden den Kern des Auswerteverfahrens. Für die Auswertung werden die Messdaten von einem oder mehreren Sensoren zur gemeinsamen Auswertung zeitlich gebündelt. Dadurch wird es möglich, Beobachtungen geodätischer Netzkonfigurationen auszuwerten.

Methodik

Mit dem KF wird die Ausgleichung und die Filterung der Messdaten in einer Methode vereint. Das KF besteht aus einem Prädiktions- und einem Update-Schritt. Dafür muss ein mathematisches Modell in das KF integriert werden. Für die Prädiktion wird ein kinematisches-Orts-Modell eingeführt (Pelzer und Tilk, 1985), welches Nachbarpunkte in die Auswertung miteinbezieht. Für die Auswertung können unterschiedliche Formen des KF eingesetzt werden (Abb. 1). Davon wurde das erweiterte KF (EKF) und das iterative EKF (IEKF) erfolgreich zur Auswertung eingesetzt.

Resultat

Das Resultat beinhaltet neben der Schätzung der aktuellen Position (Y, X, Z) und deren Genauigkeiten, auch die Schätzung der Geschwindigkeit und Beschleunigung der Zustandsveränderung des Überwachungsobjekts. Die statistischen Testverfahren folgend auf die Kalman-Filterung erkennen Strukturbrüche. Dadurch können diese berücksichtigt und die Auswertung gegebenenfalls wiederholt werden.

Fazit

Die Deformation eines durch Geomonitoring überwachten Objekts lässt sich durch die Auswertung der Rohmesswerte mittels Kalman-Filter bestimmen. Das grosse Potential dieses Verfahrens hauptsächlich begründet durch die Flexibilität und Qualitätssteigerung wird mit dieser Arbeit ausgewiesen.

Referenzen:

Kalman, R. E. (1960): „A New Approach to Linear Filtering and Prediction Problems“. In: *Journal of Basic Engineering*. 82 (1), S. 35–45.

Pelzer, Hans; Tilk, Ulrike (1985): *Geodätische Netze in Landes- und Ingenieurvermessung II: Vorträge des Kontaktstudiums*; Hannover, 1985. Stuttgart: Konrad Wittwer.

Autor: Pascal Schär
Examinator: Prof. Dr. Dante Salvini
Experte: Prof. Dr. Denis Jordan

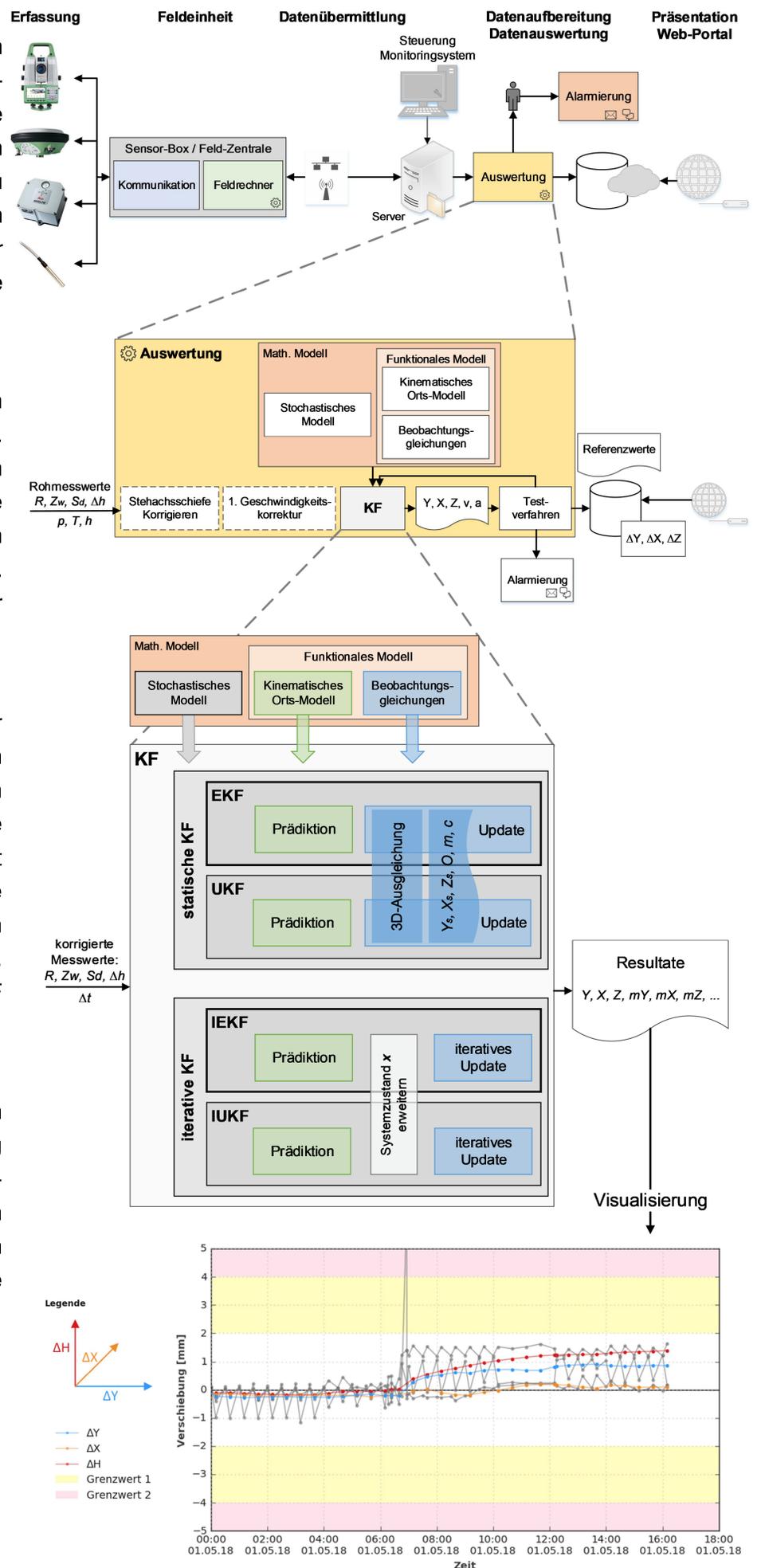


Abb. 1: Ablauf: Auswertung von Geomonitoringdaten mittels Kalman-Filter