

## Abstract

---

# Low Cost - High Performance MEMS supported Geophone

### Name der/des Studierenden

Robert Hegner, Thomas Unterer

### Name der/des Betreuer/in

Guido Schuster

### Name des externen Partners

Basler & Hofmann

### Master Research Unit und Fachgebiet

Sensor, Actuator and Communication Systems, Industrial Technology

### Semester

Herbstsemester 2009/2010

### Abstract der Projektarbeit

#### Einführung

Mit dem in dieser Arbeit vorgestellten Vibra-Node können Erschütterungen in Form von Geschwindigkeiten und/oder Beschleunigungen gemessen werden. Dieser Vibra-Node ist Teil eines grösseren Projektes (SensorNet), welches ein neues, auf ZigBee basierendes System zur Fern- und Dauerüberwachung verschiedener Messgrößen im Bauwesen zum Ziel hat.

#### Ziel

Das Ziel war es, durch geeignete Kombination der Signale von zwei günstigen Sensortypen eine vergleichbare Performance wie ein high-end Erschütterungsmessgerät zu erreichen. Als Sensoren kommen ein günstiges Geophon (Tauchspulenmessgerät zum Messen von Geschwindigkeiten) sowie ein MEMS-Beschleunigungssensor zum Einsatz. Besonders bei tiefen Frequenzen und kleinen Amplituden erhoffte man sich, dass sich diese beiden Sensortypen gut ergänzen können.

#### Aufgabenstellung

Die Aufgabenstellung umfasste zwei Teile:

Ausarbeiten und Optimieren eines geeigneten Algorithmus, um mit den zur Verfügung stehenden Sensortypen ein möglichst gutes Erschütterungsmessgerät zu bauen.

Implementieren und Integrieren des Vibra-Nodes in das SensorNet-System.

Eine weitere Frage, die im Rahmen dieser Arbeit geklärt werden sollte ist, ob sich das elektrische Rauschen des Beschleunigungssignals verkleinern lässt, wenn die Signale von mehreren MEMS-Sensoren gemittelt werden. Diese Vermutung konnten wir bestätigen.

#### Lösungsansatz

Unsere Lösung besteht darin, den Frequenzgang des Geophons mit einem analogen Equalizer zu korrigieren und dieses Signal zusammen mit dem Beschleunigungssignal der MEMS-Sensoren in einem Kalman-Filter zu verrechnen. Das Kalman-Filter modelliert die Beziehung zwischen Beschleunigung und Geschwindigkeit (Integration). Es kann stark vereinfacht und somit effizient implementiert werden.

#### Ergebnisse

Bei genügend grossen Erschütterungen ist das Geophon-Signal (mit Equalizer) so gut, dass die MEMS-Sensoren gar nicht nötig wären. Bei sehr kleinen Amplituden zeigen unsere Signale (Geophon mit Equalizer und integrierte Beschleunigung) aber überlagerte Schwingungen, die auf dem Referenzsignal nicht vorhanden sind. Es ist nicht klar, ob diese Störungen elektrischer

Natur sind, oder ob diese

tatsächlich physikalisch vorhanden waren. Aus diesem Grund konnten wir den Algorithmus auch noch nicht vollständig optimieren und testen.

Der Vibra-Node wurde erfolgreich in das bestehende SensorNet integriert.

#### **Ausblick**

Um die Ursache der störenden Überlagerungen herauszufinden, wären noch weitere Messungen sowie eine neue Hardware-Revision nötig gewesen. Wir glauben aber weiterhin, dass sich auf dieser Grundlage ein sehr gutes Erschütterungsmessgerät bauen lässt.