

Mehrkanalige, hochauflösende Sensorstation für die Klassifikation schwerer Landfahrzeuge

Olaf Hochmuth¹, Gerald Kell², Frank Winkler¹, Axel Weiß¹, Sergej Linev³ und Beate Meffert¹



¹Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Informatik

²Fachhochschule Brandenburg

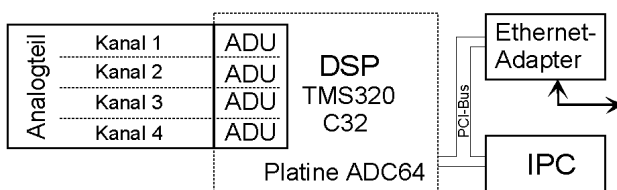
³Ruhr-Universität Bochum, Institut für Experimentalphysik III

Einleitung

Für die Verifikation von Abrüstungsmaßnahmen ist die Detektion schwerer Landfahrzeuge eine wichtige Aufgabe. Im Rahmen eines Forschungsprojekts sollte ein Meßgerät (Sensorstation) entwickelt werden, mit dessen Hilfe möglichst umfassende Informationen über die Eigenschaften der Fahrzeuge aus den Signalen extrahiert werden können. Dazu muß das Gerät in der Lage sein, unter Feldbedingungen geeignete Signale mit einem großen Dynamikbereich zu erfassen, aufzubereiten und an eine Kommunikationsschnittstelle zu liefern. Als grundsätzlich geeignet hatten sich aus früheren Untersuchungen akustische und seismische Signale erwiesen [1]. Außerdem sollten auch Wetterbedingungen erfaßt werden, deren Einfluß auf die Ergebnisse noch unbekannt sind.

Struktur der Sensorstation

Die Station ist aus einzelnen Modulen aufgebaut. Die Kommunikation ist zwischen den einzelnen Baugruppen und nach außen möglich. Da die Sensorstation insgesamt feldtauglich sein muß, sind Robustheit, Wetterfestigkeit und ein geringer Energieverbrauch weitere wesentliche Eigenschaften des Gesamtsystems [2, 3].



Blockschaltbild der Sensorstation [5]

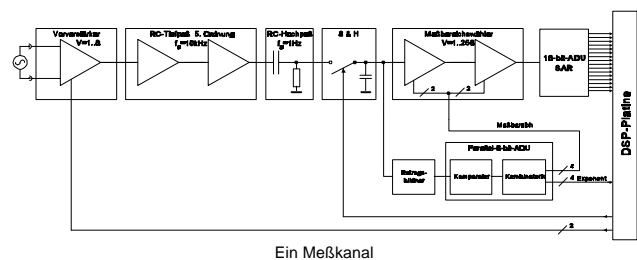
Die analogen **Eingangsbaugruppen** haben die Aufgabe, die Anpassung der Impedanz und Verstärkung zu gewährleisten, die Analogfilterung für die Bandbegrenzung und die zeitgleiche, mehrkanalige Abtastung vorzunehmen. Außerdem gehört die Aufbereitung der Wettersignale (relative Feuchte, Luftdruck und Geräte-Innentemperatur) mit zu ihren Aufgaben. Die Analog-Digital-Umsetzung wird auf die beiden Baugruppen Meßbereichswähler und 16-bit-ADU verteilt. Die **Signalprozessorplatine** übernimmt wesentliche Aufgaben der Steuerung und das Zusammenfügen der beiden Umsetzergebnisse. Mit einem **Einplatinen-PC** wird die Kommunikation nach außen realisiert.

Hochauflösende Analog-Digital-Umsetzung

Das Geofon- oder Mikrofonsignal wird auf eine Bandbreite von 1 Hz bis 10 kHz begrenzt. Es folgt eine Sample-&Hold-Stufe, die vom Signalprozessor den Startbefehl für die Analog-Digital-Umsetzung erhält. Dann wird aus dem Betrag des eingefrorenen Signals eine Verstärkung zwischen 1 und 256 abgeleitet. Die 9 verschiedenen Verstärkungsfaktoren (die Zweierpotenzen 2^0 bis 2^8) werden so gewählt, daß das verstärkte Signal betragsmäßig im Bereich von +5 bis +10 Volt liegt. Das Signal wird mit dem jeweiligen Verstärkungsfaktor multipliziert. Gleichzeitig wird ein Exponent ermittelt und mit 4 bit kodiert. Der Expo-

nent liegt etwa 10 μ s nach dem Startbefehl vor.

Das verstärkte Signal wird einem 16-bit-ADU auf der Signalprozessor-Platine übergeben. Durch die separate Sample&Hold-Stufe dieses ADU kann sofort mit einer neuen Exponentenermittlung begonnen werden (Pipelining). Der ADU setzt in 3 bis 4 μ s einen Wert zwischen -10 Volt bis +10 Volt in die ganzen Dualzahlen -32767 bis +32767 um. Diese Mantisse und der 4-bit Exponent werden zu einem ganzzahligen Meßwert verknüpft. Zuzüglich eines Vorzeichenbits erreicht die Schaltung theoretisch eine maximale Dynamik von 144 dB bzw. 24 bit. Unter Berücksichtigung der Umsetzzeiten für den Exponenten-Umsetzer (10 μ s) und den Mantissen-Umsetzer (3 bis 4 μ s) kann ein Meßkanal alle 20 μ s einen Meßwert liefern. Das entspricht einer Abtastfrequenz von 50 kHz je Kanal. Da alle beschriebenen Baugruppen für jeden der 4 Kanäle vorhanden sind und gleichzeitig arbeiten, verringert sich die Abtastfrequenz mit der Anzahl der Meßkanäle nicht.



Signalverarbeitung mit Signal- und Mikroprozessor

Die Sensorstation soll ohne Tastatur und Anzeige auskommen. Deshalb ist für die Fernbedienung eine Ethernet-Schnittstelle vorgesehen. Ein feldtauglicher PC (Notebook) übernimmt die Kommunikation und Konfigurierung der Sensorstation (Auswahl der Signaleingänge, Vorverstärkung, Abtastfrequenz).

Aufgaben des Signalprozessors:

1. Starten einer AD-Umsetzung (es beginnen die Aufgaben des Meßbereichswählers, Einfrieren des Eingangssignals, grobe 4-bit-AD-Umsetzung des Betrages, Ermittlung des Meßbereiches über Verstärkung und Exponent)
2. Starten der 16-bit-AD-Umsetzung (Mantisse)
3. Zusammenfügen beider Umsetzergebnisse
4. Sammeln aller Umsetzergebnisse für 4 Kanäle und Signalabschnitte
5. Generierung von Zeitstempeln
6. Übergabe an den Mikroprozessor über seinen PCI-Bus

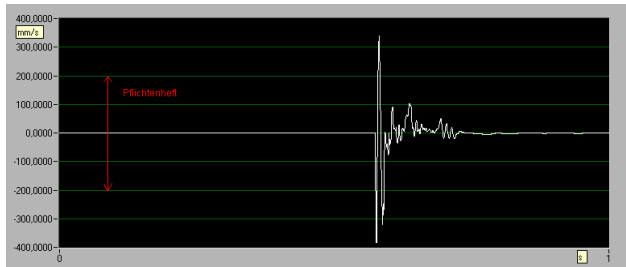
Aufgaben des Mikroprozessors:

1. blockweises Lesen der 4 Signalabschnitte
2. Zwischenspeichern der Signalabschnitte
3. Einfügen der Signalabschnitte und Wettersignale in ein verbindungsorientiertes Protokoll
4. Versenden der Signalkette über die Ethernet-Schnittstelle

Für Experimentierzwecke kann über die Ethernet-Schnittstelle auch die Übermittlung von Rohsignalen vorgenommen werden. Hierfür erwies sich eine Übertragungsrate von 10 Mbit/s als ausreichend.

Testergebnisse

Die Sensorstation ist im Labor ersten Tests unterzogen worden (Vibrationsmessungen am Schwingtisch, Abtastfrequenz 4 kHz, Beobachtungsdauer 1 s, Horizontalgeofon SM6).

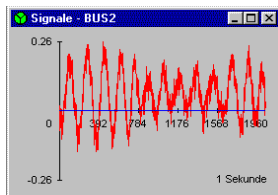


Vibrationssignal eines Hammerschlages, Signaldynamik 138,5 dB bzw. 23 bit

Weitere Tests erfolgten auf der Straße mit nichtmilitärischen Landfahrzeugen (Abtastfrequenz 2048 Hz, Beobachtungsdauer 1 s, Vertikalgeofon SM6).



Meßaufbau an der Rudower Chaussee 25



Geofonsignal des vorbeifahrenden Busses

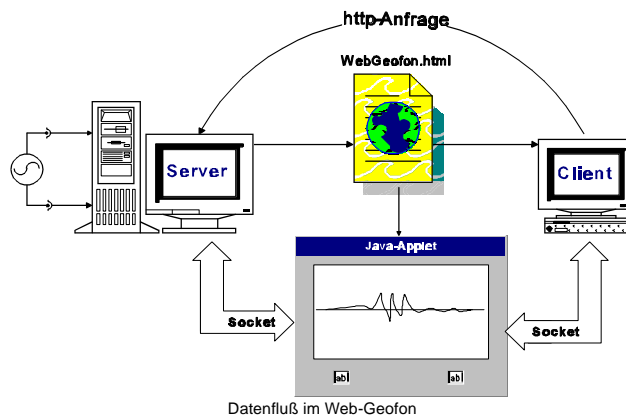
Die Sensorstation hat während eines 4wöchigen Einsatzes bei der Wehrtechnischen Dienststelle für Waffen und Munition der Bundeswehr in Meppen (Emsland) reibungslos funktioniert.



Ausblick

Eine Verminderung des Störpegels im Meßbereichswähler ist erforderlich. Noch liegt dieser Pegel in der Nähe des seismischen Hintergrundrauschens und ist somit zu groß. Dadurch ist die „Hörweite“ einer Sensorstation zu gering. Sollte mit den gegenwärtigen Sensorstationen eine Meßkette gebildet werden, so müßte entlang einer Kontrolllinie alle 100 m ein Gerät aufgestellt werden.

Ziel einer Weiterentwicklung sollte der vollautomatische Betrieb der Sensorstation als Ein-Prozessor-System sein, um einen mehrmonatigen Dauerbetrieb (z. B. bei einem UN-Blauhalm-Einsatz) zu ermöglichen. Als ein Schritt zum vollautomatischen Betrieb bzw. zum ferngesteuerten Betrieb wurden die Arbeiten an einem „Web-Geofon“ begonnen.



Gelingt es, die gesamte Signalverarbeitung nur einem Prozessor zu übertragen, so kann auf Solarbetrieb (nicht mehr als 5 Watt, maximal 10 Watt) orientiert werden. Der Leistungsbedarf einer Sensorstation reduziert sich auch durch eine Verringerung der Kanalanzahl. Statt gegenwärtig drei Geofone ist vielleicht nur ein Vertikalgeofon tatsächlich nötig.

Wünschenswert und möglich wäre weiterhin, aus einem Funkuhrensender (DCF 77) oder dem Global Positioning System (GPS) genaueste Zeitinformationen zu beziehen [4]. Außerdem sollte die Sensorstation zusätzliche Wetter-signale erfassen können (Außentemperatur, Windrichtung und -geschwindigkeit).

Literatur

- [1] Altmann J et al: Ground vibration, acoustic waves and magnetic disturbance produced by land vehicles of the North-Atlantic Treaty Organization. Bochum: UVB-Universitätsverlag 1993
- [2] Winkler F, Kell G, Günther M, Wittmann K, Otto G, Görler G: High resolution measurement technique for material sciences experiments in space. Acta Astronautica 43 (1998) 385-395
- [3] Meffert B, Winkler F: Hochgenaue Messungen unter Weltraumbedingungen. Berlin: Humboldt-Spektrum 2 (1996) 26-31
- [4] Quas H, Rochlitzer R, Meffert B: Autonomes, modulares Messsystem mit satellitengestützter Positionserfassung für mobile Anwendungen. Berlin: Humboldt-Spektrum 4 (1999) 56-58
- [5] Kell G, Hochmuth O, Meffert B, Winkler F: Hochauflösende Messungen akustischer Signale unter Feldbedingungen. 27. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Akustik, Hamburg: März 2001

Kontakt

hochmuth@informatik.hu-berlin.de

Weitere Informationen

<http://www.informatik.hu-berlin.de/~hochmuth/bvp>

Web-Geofon

<http://ipc1.informatik.hu-berlin.de/WebGeofon.html>

Förderung

BMBF, Förderkennzeichen 01LX 9908/9