

Entwicklung eines Universellen BewegungsanalyseSystems auf Basis inertialer Messwerte (Poster)

Erik Markert, Marco Dienel, Hendrik Zeun

TU Chemnitz, Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik,
Reichenhainer Str. 70, 09126 Chemnitz,

e-mail: erik.markert | marco.dienel | hendrik.zeun@etit.tu-chemnitz.de

Kurzfassung

Die Analyse von Bewegungen bildet die Grundlage für inertielle Navigationssysteme. Im Rahmen des Forschungsprojekts werden dazu neue Sensorstrukturen eingesetzt. Diese erfordern neue Komponenten zur analogen und digitalen Bearbeitung der Sensorsignale. Dieser Beitrag stellt die Entwicklungen in den drei Teilbereichen Sensor-, Analog- und Digitalentwurf vor und gibt einen Ausblick auf die angestrebte Integration in ein inertiales Navigationssystem..

1 Einleitung

Navigationssysteme stellen hohe Anforderungen an Verfügbarkeit und Genauigkeit von Positionsdaten. Innerhalb von Gebäuden sind Lösungen auf Satellitenbasis (GPS) daher nur schlecht geeignet. Durch Messen von Beschleunigungen und Rotationswerten können zurückgelegte Wege GPS-unabhängig bestimmt werden. Diese sogenannten Inertialnavigationssysteme weisen jedoch durch die notwendige dreifache Integration der Beschleunigungen zu Wegdaten eine hohe Anfälligkeit gegenüber Messfehlern auf. Der Demonstrator Universelles BewegungsAnalyseSystem (UBAS) hat das Ziel, durch neue Sensorstrukturen den Fehleranteil zu minimieren sowie mit neuen Lösungen zur analogen und digitalen Fehlerkorrektur die Basis für ein robustes Inertialnavigationssystem zu schaffen.

2 Gesamtsystem

Der Demonstrator UBAS wird in drei Teilbereichen entwickelt. Bild 1 gibt einen Überblick über deren Zusammenwirken. Im folgenden werden die Einzelbereiche kurz erläutert.

2.1 Sensorentwurf

Mikromechanische Sensoren basierend auf Siliziumtechnologie bilden die Basis für sehr kleine und hoch integrierte Messsysteme. Zu diesen Sensoren zählt das

hier vorgestellte Beschleunigungssensorarray. Das Array besteht aus mehreren Einzelsensoren, jeder besitzt eine seismische Masse, die über Federelemente am Chiprahmen befestigt ist. Wirkt auf den Sensor eine Beschleunigung, verändert sich aufgrund der Trägheit der seismischen Masse ihre Lage innerhalb des Chiprahmens. Diese Lageänderung wird kapazitiv detektiert.

Als problematisch für den Einsatz in der Inertialmesstechnik zeigen sich temperatur- und alterungsbedingte Drifteffekte. Die Lösung dieses Problems soll durch ein optimiertes Sensordesign und durch eine redundante Messung der Beschleunigungssignale erreicht werden. Hierfür sind sechs Sensoren mit unterschiedlichen Detektionsrichtungen auf einem Chip integriert [Bild 2].

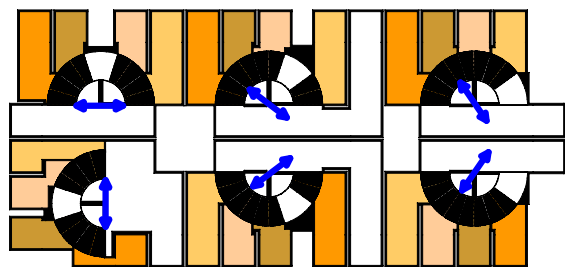


Bild 2: Darstellung der Detektionsrichtung auf dem Sensorchip [1]

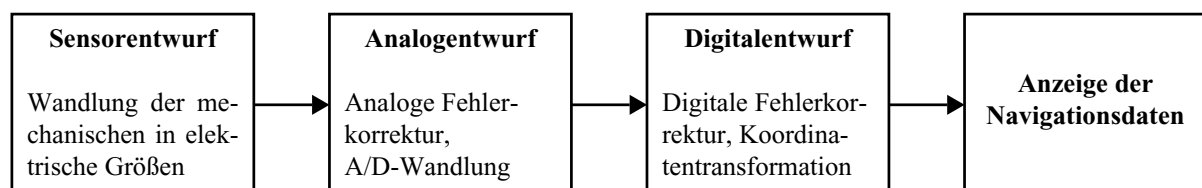


Bild 1: Überblick über das Gesamtsystem

2.2 Analogentwurf

Die Ausgangssignale mikromechanischer Sensoren sind in der Regel analog, mit Störgrößen behaftet und als Eingangssignale für eine digitale Signalverarbeitung ungeeignet. Die Sensoren liegen derzeit nur im Prototypenstadium vor. Die Elektronik muss daher so konzipiert werden, dass die Eigenschaften des Systems nicht durch die Elektronik begrenzt werden. Die Grundanforderungen bestehen in der Notwendigkeit eines schnellen AD-Wandlers mit einer Auflösung von mindestens 12 Bit, einem moderaten Platzbedarf und einer maximalen variablen Umsetzrate von 1 MSample/s. Der Wandler wurde für den $0,8\ \mu\text{m}$ CXB-CMOS-Prozess der Firma AMS entworfen, sodass er zusammen mit der Signalaufbereitungsschaltung des Sensors und der hinter dem Wandler folgenden digitalen Auswerteschaltung auf einem Chip realisierbar ist. Bild 3 zeigt ein Blockschaltbild des Wandlers.

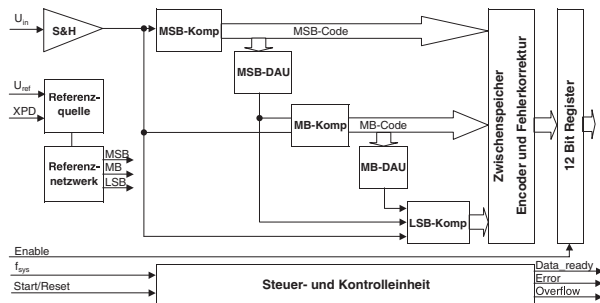


Bild 3: Blockschaltbild des A/D-Wandlers

Den Eingang der Schaltung bildet das Abtast-Halteglied, welches dafür sorgt, dass die analoge Spannung während des gesamten Umsetzzyklus konstant bleibt. Am Ausgang des Halteglieders befinden sich die Eingänge der Komparatoren, welche in die drei verschiedenen Auflösungs- und Umsetzstufen aufgeteilt sind. Für den Vergleich der Eingangsspannung durch die Komparatoren benötigen diese entsprechende Referenzspannungen, die von einem internen Referenznetzwerk bereitgestellt werden. Dieses wird von einer Referenzquelle gespeist.

2.2 Digitalentwurf

Die vom analogen Teilsystem bereitgestellten Werte bedürfen noch weiterer Aufbereitung. Dazu stehen beim Prototyp vier Xilinx Virtex600E-FPGAs mit zusätzlichen Flash- und RAM-Schaltkreisen zur Verfügung, welche durch serielle und parallele Kommunikationsmöglichkeiten Daten austauschen können. Bild 4 zeigt eine der verwendeten Leiterplatten.

Die Drehung der empfangenen Beschleunigungswerte in das Umweltkoordinatensystem erfolgt durch Quater-

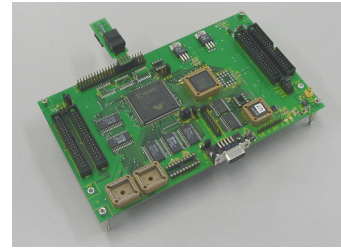


Bild 4: FPGA-Board

nionentransformation. Die anschließende zweifache Integration mittels Simpson-Algorithmus erzeugt die Positionsdaten relativ zum Ausgangspunkt. Diese können auf einer Anzeige visualisiert oder an einen PC zur weiteren Verarbeitung übergeben werden.

3 Zusammenfassung

Der Beitrag stellt das Zusammenwirken der drei Teilbereiche Sensor-, Analog- und Digitalentwurf zur Entwicklung eines Bewegungsanalysesystems dar. Die Lösungsansätze der Teilbereiche werden kurz erläutert.

Nach Fertigstellung der Einzelentwürfe sollen die Lösungen in einem Inertialnavigationssystem zum Einsatz kommen. Als Plattform für den Test dient eine im Bild 5 abgebildete sechsbeinige Gehmaschine („Hexapod“).

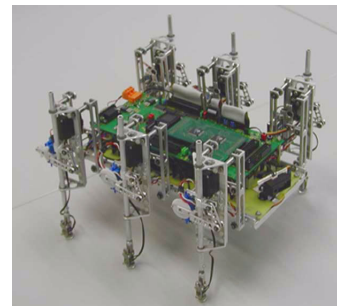


Bild 5: Gehmaschine „Hexapod“

7 Dank

Die hier vorgestellte Arbeit entstand im Rahmen der Teilprojekte A1 „Komponentenentwurf“ und A2 „Systementwurf“ des von der DFG geförderten SFB 379 „Mikromechanische Sensor- und Aktorarrays“.

8 Literatur

- [1] Billep, D, Dienel, M., *Patentanmeldung DE 102004046411.1 Beschleunigungssensor*