



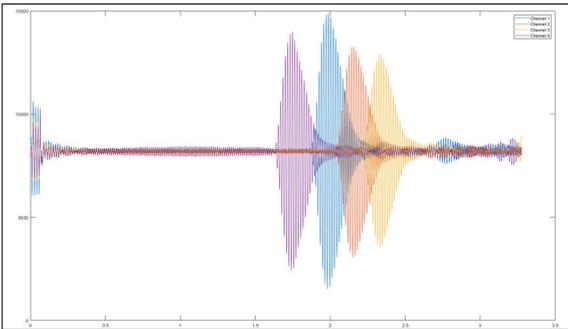
David Sprecher



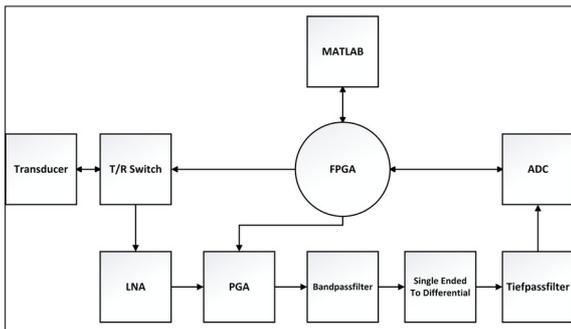
Selina Stgier

Diplomanden	David Sprecher, Selina Stgier
Examinator	Prof. Guido Keel
Experte	Arthur Schwilch, Bruker BioSpin AG, Fällanden, ZH
Themengebiet	Sensorik

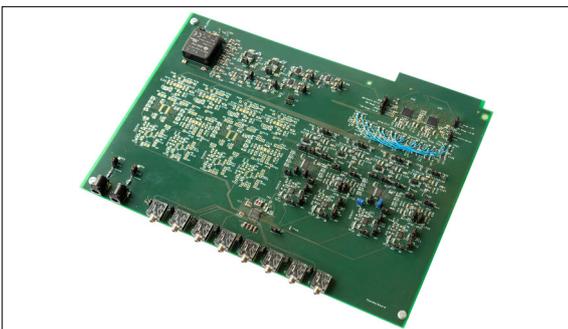
Handtracking mit Ultraschall



Aufnahme vier empfangener Signale mit unterschiedlichen Empfängerpositionen



Blockschaltbild des Systems



Messsystem

Einleitung: Die HSR hat mit ihrem Projektpartner VRMotion AG einen VR-Bewegungssimulator entwickelt. Ein nächster Entwicklungsschritt soll der Einbezug der effektiven Handposition in die Virtual Reality Welt sein. Dazu soll die Position der Hand und aller Finger millimetergenau gemessen werden können. Diese Arbeit umfasst die Konzipierung und Entwicklung eines Ultraschallmesssystems für eine solche Positionsbestimmung im 3-D Raum. Dafür wurden Sensoren verwendet, die es erlauben, Ultraschallwellen zu erzeugen und zu detektieren. Im Sendefall wird ein Sensor mit einem elektrischen Pulssignal angeregt. Durch den piezoelektrischen Effekt erzeugt dieser Ultraschallwellen. Treffen Ultraschallwellen auf Empfänger, erzeugen diese elektrische Signale. Anhand der Zeit zwischen gesendeten und empfangenen Signalen können die Laufzeiten (Time of Flight) der Wellen bestimmt werden. Aus dieser Information soll es möglich sein, Positionen auf einen Millimeter genau bestimmen zu können.

Vorgehen / Technologien: Es wurde ein PCB (Printed Circuit Board) entwickelt, auf dem bis zu acht Messpfade bestückt werden können. Jeder der anliegenden Sensoren besitzt einen Messpfad und soll als Sender oder Empfänger eingesetzt werden können. Ein Chip mit integrierten Schaltkreisen übernimmt die Zuweisung der Sende- und Empfangsfunktion.

Jeder analoge Messpfad wurde mit einer primären rauscharmen Verstärkung (LNA) und einer sekundären programmierbaren Verstärkung (PGA) realisiert. Das verstärkte Signal wird daraufhin gefiltert, in ein differentielles Signal umgewandelt und zum Analog-Digital Konverter geführt. Über ein FPGA wurde die Steuerung des Messpfades und die Datenkommunikation zu Matlab implementiert, wo die digitale Signalverarbeitung durchgeführt wurde. Sie beinhaltet weitere Signalfilterung, Demodulation, Verstärkerregelung und Berechnung der Positionen anhand der gemessenen Laufzeiten. Über ein Graphical User Interface wird die Messung gesteuert und die berechneten Resultate angezeigt.

Ergebnis: Mit der entwickelten Messumgebung können Positionen im Raum auf bis zu zwei Meter Entfernung bestimmt werden. Erste Messungen ergaben eine Standardabweichung von acht Millimetern.

Durch die implementierte Verstärkungsregelung konnten Probleme mit variablen Distanzen und Winkel gelöst werden. Fehler durch physikalische Einflüsse von Temperatur, Wind und Vibration stellen weitere Herausforderungen an das System. Diese Fehlerquellen konnten aufgezeigt und die nötigen Voraussetzungen zur Kompensation ins System eingebunden werden.