



Pascal Dieterich



Luca Frei

Diplomanden	Pascal Dieterich, Luca Frei
Examinator	Prof. Guido Keel
Experte	Arthur Schwilch, Bruker BioSpin AG, Fällanden, ZH
Themengebiet	Sensorik

Time of Flight

Distanzmessung mit moduliertem Licht

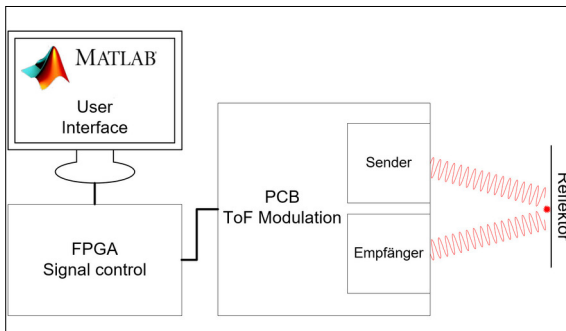


Abbildung 1: Systemübersicht

Ausgangslage:

Für eine berührungslose und flexible Ermittlung der Distanz sind verschiedenste Systeme bekannt. Eine Möglichkeit bietet die Auswertung der Laufzeit des Lichts (Time of Flight). Bekannt sind zwei Hauptverfahren. Die Aussendung eines einzelnen Impulses, dessen Laufzeit ermittelt wird und das kontinuierliche Senden eines modulierten Lichtstrahls, dessen Phasenverschiebung beim Empfangen gemessen wird.

Aufgabenstellung:

Im Rahmen der Bachelorarbeit wurde ein Time of Flight System entwickelt. Eine Auflösung von wenigen Millimetern wird angestrebt. Das Endprodukt besteht aus einem FPGA-Board mit einem entsprechenden PCB für die ToF Modulation. Das PCB beinhaltet eine Laserdioden-Treiberschaltung sowie eine entsprechende Empfängerschaltung. Zur Auswertung und Ansteuerung des Messsystems ist ein Matlab-GUI entwickelt worden.

Vorgehen / Technologien: Für die Modulation des Lichts sind zwei Optionen implementiert. Mit einem High-Speed Digital Analog Converter (DAC) wird ein Sinussignal erzeugt und über die Laserdiode ausgesendet. Eine zweite kostengünstigere Option ist ein Rechtecksignal, das mit einem Schalter realisiert wird.

Auf der Empfangsseite befindet sich eine Photodiode. Der vom Licht generierte Strom nimmt quadratisch mit der Distanz ab. Um die grosse Dynamik des Eingangssignals abzudecken, sind drei verschiedene Verstärkerstufen ansteuerbar. Mittels einer Lock-In Schaltung wird die Phasendifferenz vom empfangenen und gesendeten Signal ausgewertet. Die Phasenverschiebung entspricht der Laufzeit des Lichts und kann somit in die Distanz umgerechnet werden. Der Vorteil der Lock-In Schaltung liegt in der Unterdrückung von Fremdfrequenzen und dass für die Digitalisierung kein High-Speed Analog Digital Converter (ADC) benötigt wird. Für die Signalerzeugung und das eingesetzte Demodulationsverfahren sind schnelle Steuersignale gefordert. Hierfür kommt ein passendes FPGA-Board von Intel zum Einsatz.

Hochfrequente Signale setzten spezielle Anforderungen an das PCB Design. Low Voltage Differential Signaling (LVDS) ermöglicht eine störungsarme Übertragung dieser Signale. Die LVDS Leitungen müssen in ihrer Länge und Impedanz übereinstimmen. Durch SPICE Simulationen wurde das Design der Anlogschaltung in ihrer Funktion verifiziert.

Als User hat man die Möglichkeit, das System über ein Matlab Interface zu steuern und die Messung in mehreren Plots zu verfolgen. Entstanden ist ein Laser-Modulationsboard, das als Demonstrator für das Time of Flight Modulation Verfahren verwendet werden kann. Es können verschiedene Frequenzen und Signaltypen getestet werden.

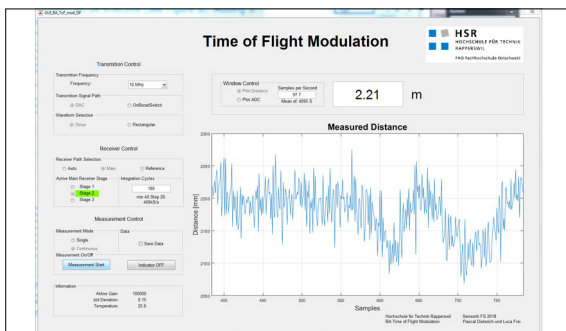


Abbildung 2: Matlab User Interface

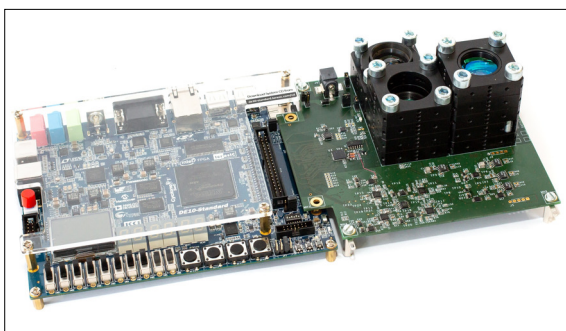


Abbildung 3: FPGA mit ToF Modulationsboard