

Optical Coherence Tomography on System-on-Chip

Technische Informatik / Betreuer: Prof. Dr. Marcel Jacomet

Experte: Felix Kunz

Die Optische Kohärenztomografie (OCT) ist ein Verfahren um 3D-Bilder von organischem Gewebe (z.B. Netzhaut, Krebszellen) aufzunehmen. Die maximale Messtiefe liegt bei etwa 3 mm. Das Verfahren basiert auf der Auswertung von Reflexionen eines Lichtstrahles geringer Kohärenzlänge, welches durch das Gewebe und einem Referenzarm geschickt wurde. Die beiden reflektierten Lichtstrahlen werden mithilfe eines Interferometers überlagert. Die dabei entstehenden Interferenzen können durch eine inverse Fourier-Transformation und weiteren Berechnungen zu einem Punkt im 3D Bild umgerechnet werden. Der Vorteil dieses Verfahrens besteht insbesondere im schnellen und vor allem strahlungsarmen Messen.

Ziel der Arbeit ist die Entwicklung und Realisierung einer Hard- und Software zur Aufnahme und Verarbeitung der Messwerte. Als Grundlage diente uns das GECKO4-Entwicklungskit, welches von uns mit einem applikationsspezifischen OCT Erweiterungsmodul versehen wurde. Auf dem Erweiterungsmodul befindet sich ein optischer Sensor vom Typ ELIS 1024. Dieser kann 10'000 Bilder mit je 1024 Pixel pro Sekunde aufnehmen. Die so erhaltenen analogen Messwerte werden mit einer Geschwindigkeit von rund 10 MSamples/s ausgelesen und durch einen 12 Bit AD-Wandler digitalisiert. Diese Werte werden im Spartan3 FPGA auf dem GECKO4 Board verarbeitet. Wir haben erste applikationsspezifische Algorithmen für die rasche und damit parallele Verarbeitung der Daten in Hardware (FPGA)

entwickelt. Dazu gehört die Umwandlung vom Lambda- in den Frequenzbereich und danach vom Frequenzbereich mit Hilfe einer inverser FFT in den Zeitbereich.

Hardware

Um das Ausgangssignal des optischen Linear-Sensors dynamisch an die vorhandene Lichtstärke anzupassen, wird dieses mit Hilfe einer analogen Verstärkerschaltung normiert, so dass der vollständige Bereich des Analog-Digital-Wandlers optimal ausgenutzt wird.

Software

Für die Bearbeitung der Daten wurde ein Embedded-System in einem FPGA entwickelt. Dieses besteht aus einem 32 Bit RISC Prozessor (MicroBlaze), einem USB-Core, unserem speziellen OCT-Core und einer RS232-Uart. Der OCT-Core erledigt alle Auf-

gaben, welche für die Ansteuerung des Sensors und der Auswertung der Daten nötig sind. Die Daten werden danach direkt dem USB-Core übergeben, ohne dass sie über den Prozessor oder Bus geleitet werden müssen. Der Prozessor kann jedoch zu Test- und Entwicklungszwecken auch auf interne Daten über die RS232 Schnittstelle zugreifen. Im Betrieb übernimmt der Prozessor nur Steuerungsaufgaben, wie das Einstellen der Belichtungszeit für den Sensor oder das Starten einer Messung, da er den hohen OCT Echtzeit Anforderungen (10 Mio FFT/s, etc) nicht gewachsen ist. Weiter haben wir eine kleine Konsolenanwendung erstellt um den Datentransfer zwischen Host-Computer und OCT FPGA Hardware zu steuern, die Daten in eine Datei abzuspeichern oder auch graphisch darzustellen (GnuPlot).



Martin Meier



Reto Meier