

Hardware Algorithms for Esophagus Signal Processing

Fachgebiet: Industrial Technologies

Betreuer: Prof. Dr. Marcel Jacomet

Experte: Felix Kunz

Herzrhythmusstörungen (Arithmien) können verheerende Auswirkungen haben. Um diese zu detektieren ist heute das oberflächen Elektrokardiogramm (EKG) der klinische Gold-Standard. Die dazu verwendeten Elektroden auf der Haut lassen nur eine Messdauer von bis zu 3 Tagen zu, jedoch treten bei vielen Patienten die Vorzeichen für Herzerkrankungen nur sporradisch auf. Hier setzt das Projekt Esophagus Elektrokardiogramm (E2Corder) an.

Um diese selten auftretenden Episoden zuverlässig erfassen zu können, ist eine längere Aufnahmedauer notwendig. Mit dem E2Corder lassen sich durch das Messen im Esophagus nun Zeitspannen bis zu 30 Tagen aufnehmen. Das Gerät soll nicht von aussen sichtbar sein und den Patienten möglichst nicht beeinträchtigen. Der dazu verwendete Katheter bietet somit nicht viel Platz für die Elektronik. Dieser Platzmangel führt zu einer limitierten Energie und Daten-Speicherkapazität. Die benötigte Datenreduktion wird durch ein Sub-Nyquist Sampling und eine darauffolgende Datenkompression erreicht.

Verarbeitung

In der Aufnahmedauer von 30 Tagen sind ca. 3.5 Mio Herzschläge enthalten, was bei dem verwendeten Daten Sampling und Komprimierung zu einer Datenmenge von ca. 1 GByte pro Kanal führt. Diese grosse Menge an Daten lässt sich nicht mehr mit den konventionellen Methoden für EKG's analysieren, indem der Arzt noch jeden einzelnen Herzschlag klassifiziert. Die Verarbeitung kann man nun in drei Schritte unterteilen, zuerst das Aufbereiten der Samples, danach das Filtern der Daten und zuletzt die Klassifizierung der Herzschläge.

Dockingstation

Um die benötigte Rechenleistung bereitzustellen, wird ein Teil dieser Verarbeitung in einer FPGA gestützten Dockingstation implementiert. Nach dem Auslesen des NAND-Flashes des E2Corders, wird eine erste Verarbeitung im FPGA vorgenommen. Anschliessend werden die Daten über USB 3.0 auf den PC übermittelt, wo eine weitere Verarbeitung und Aufbereitung der Daten zur Visualisierung vorgenommen wird. In dieser Arbeit wurde die Dockingstation mit dem zentralen Datenpfad und erste wesentliche Verarbeitungsalgorithmen implementiert. Neben dem Gerät selbst ist dies das direkte Auslesen des verwendeten NAND-Flashes des E2Corders, das Vorverarbeiten, ein erstes IRR-DC-Notch Forward-Backward Filter sowie die USB3.0 Kommunikation.

Aussichten

Mit der nun vorhandenen Dockingstation, lässt sich der E2Corder in kurzer Zeit auslesen, parallel dazu erste Verarbeitung/Filterung durchführen und auf den PC streamen. Durch die offene Gestaltung des Designes, lassen sich beliebig viele weitere Verarbeitungsschritte in das FPGA implementieren ohne die Auslesezeit signifikant zu erhöhen.



Caspar Trittbach
ctrittbach@gmail.com

