

Entwicklung eines elektronischen Implantats

Medizintechnik / Betreuer: Prof. Dr. Volker M. Koch

Experte: Adrian Baumgartner

In verschiedenen medizinischen Anwendungen sind die Kräfte von Interesse, welche beim Menschen in Gelenken oder Bänder wirken. Bereits heute werden vermehrt bestehende mechanische Implantate mit kleinen elektronischen Sensoren zur Kraftmessung ergänzt, um neue Erkenntnisse über die Belastung der Strukturen zu erwerben. Dies erlaubt den Herstellern, die Implantate besser an die herrschenden Kraftverhältnisse anzupassen.

Ziel der Arbeit

Es soll ein elektronisches Implantat für den Einsatz im Knie entwickelt werden. Hiermit soll die Kraft in einem Kreuzbandtransplantat, welches nach einem Kreuzbandriss als Ersatz für das gerissene Band verwendet wird, gemessen werden. Dabei muss die Kraft über einen Zeitraum von sechs Monaten bestimmt und in regelmässigen Abständen über eine drahtlose Schnittstelle an einen Empfänger ausserhalb des Körpers gesendet werden. Zudem sollte das Implantat eine Grösse von 12 mm x 30 mm x 9 mm nicht überschreiten.

Funktion und Umsetzung

Als Kraftsensor dienen zwei Dehnmessstreifen, welche auf einem Federkörper aufgebracht sind. Die verstärkten Signale der DMS werden in einem 3mm x 3mm grossen Low-Power 8-Bit-Mikrocontroller von SILICON LABS weiterverarbeitet. In diesem wird eine A/D-Wandlung durchgeführt und die Daten über die UART an den Sender übertragen. Dieser sendet die Daten mittels Funkübertragung auf dem 433-MHz ISM-Band an einen Empfänger. Das System wird durch eine 3V Lithium Batterie mit einer Kapazität von 30mAh versorgt. Um die geforderten sechs Monate Betriebszeit erreichen zu können, wird das System lediglich alle drei Sekunden für eine Kraftmessung kurz eingeschaltet. In der restlichen Zeit befindet sich das System im inaktiven Zustand. Zusätzlich gibt es einen zweiten Betriebsmodus, in welchem die Kraft kontinuierlich gemessen wird. Damit kann beispielsweise während einer Beugung des Knies der Kraftverlauf im Transplantat aufgezeigt werden. Um dies zu ermöglichen, wurde das System durch einen Halleffektsensor ergänzt. Dieser ermöglicht das Auswählen der Betriebsmodi von Ausserhalb.

Resultate und Ausblick

Der im Rahmen der Arbeit entwickelte PCB weist eine Grösse von 14mm x 11mm x 9mm auf. Der dazugehörige Kraftsensor misst 20mm x 6mm x 3mm (siehe Abbildung). Eine weitere Miniaturisierung der beiden Komponenten wäre anstrengenswert. Der Stromverbrauch liegt bei lediglich 400nA im inaktiven Zustand, was eine lange Betriebsdauer garantiert. Für die Zukunft wäre eine Implementierung von Energy Harvesting denkbar, womit auf eine Batterie verzichtet werden könnte.



Fabian Schmied



Sébastien Walpen



An einem Kniemodell befestigter Prototyp