

Algorithmus zur Ermittlung der Herzfrequenz in der elektrischen Impedanztomographie

Studiengang: BSc in Mikro- und Medizintechnik | Vertiefung: Medizintechnik
Betreuer: Prof. Dr. Volker M. Koch, Martin Grambone
Experte: Andreas Waldmann (Swisstom AG)

Eine falsche künstliche Beatmung kann lebensbedrohliche Folgen für Patienten haben. In Zukunft soll deshalb, mittels elektrischer Impedanztomographie (EIT), die künstliche Beatmung auf Intensivstationen besser überwacht und gesteuert werden. Es bietet sich dabei an, solche bildgebende EIT-Systeme ebenfalls für die Messung der Herzfrequenz zu nutzen. Ziel dieser Arbeit ist es, mögliche Ansätze zur Ermittlung der Herzfrequenz aus EIT-Daten zu untersuchen.

Ziel

Um die Herzfrequenz mittels EIT zu bestimmen, soll ein Algorithmus geschrieben werden, welcher die Signale der Impedanzveränderung im Bereich des Thorax zu nützlichen Informationen bezüglich der Herzaktivität verarbeitet. Zusätzlich müssen diese mit dem Ziel analysiert werden, die Herzfrequenz zu bestimmen. Es soll statistisch geprüft werden, ob und inwiefern die Herzfrequenz ermittelt werden kann. Dabei dienen EKG-Messungen als Referenz. Idealerweise, soll der Algorithmus die Herzfrequenz in Echtzeit ermitteln können.

Vorgehen

Als erstes gilt es zu bestimmen, mit welchen Daten als Eingangssignal für den Algorithmus gearbeitet werden soll. Dabei stehen die Informationen der rekonstruierten Bilder, sowie die rohen Spannungsmessungen an der Hautoberfläche zur Verfügung. Der Algorithmus kann grob in drei Teilbereiche gegliedert werden: Die Eingrenzung der gesamten Menge an Daten auf aussagereiche Daten bezüglich der Herzaktivität, die digitale Filterung des Signals und die Erkennung der Herzfrequenz aus dem resultierenden Signal.

Die Eingrenzung der Daten kann nach verschiedenen Prinzipien stattfinden: Durch Korrelation der Impedanz jedes einzelnen Pixels mit dem aufsummierten Impedanzsignal oder durch Spektralanalyse. Zur Filterung wird ein digitales Band- oder Hochpassfilter

verwendet. Anschliessend werden die Signalspitzen detektiert und die Herzfrequenz berechnet. Der Algorithmus wird an Probanden statistisch ausgewertet. Verschiedene Parametereinstellungen und Vorgehensweisen werden bewertet.

Resultate

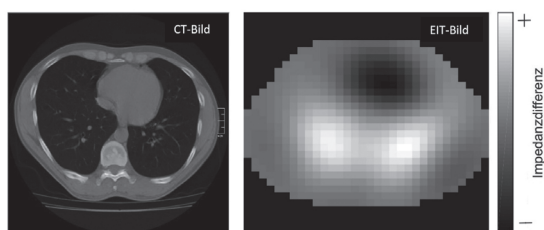
Die Herzregion konnte mit verschiedenen Methoden ermittelt werden. Es wurde auf mehreren Datensätzen eine Echtzeitmessung mit MATLAB simuliert. Die Auswertung der Signalspitzen erfolgt über ein wanderndes Zeitfenster. Die Herzfrequenz konnte bei ruhigem Verhalten des Probanden ermittelt werden. Ein Konfidenzwert gibt jeweils die Sicherheit der ermittelten Herzfrequenz an. Eine Fehlererkennung zeigt mögliche Gründe für eine erfolglose Herzfrequenzermittlung.

Ausblick

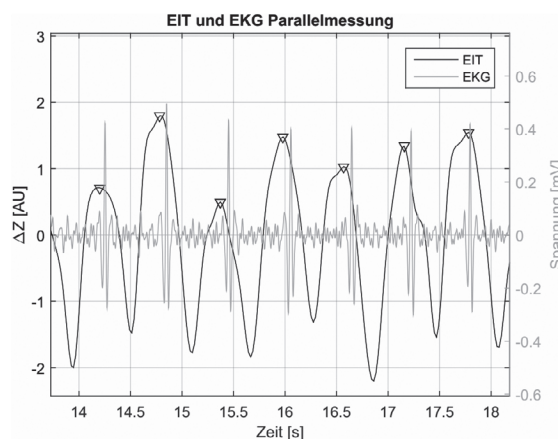
Zu einem späteren Zeitpunkt soll der Algorithmus für schwierige Anwendungen (mit Störfaktoren wie Bewegungen oder Lungenkrankheiten) optimiert werden, sodass die Herzfrequenz auch unter solch widrigen Umständen noch zuverlässig bestimmt werden kann.



Jan Segessenmann
+4179 720 16 54
jan.segessenmann@gmx.ch



CT-Bild des Thorax (© Nevit Dilmen) und EIT-Bild derselben Region während einem Herzschlag.



Gefiltertes EIT-Signal mit Herzschlagdetektion (markiert mit Dreiecken) und parallel gemessenes EKG.