

Medizinischer Ultraschall

Ein Modellierungsansatz zur Bestimmung von Bildgebungs-Parametern in der Schallgeschwindigkeits-Tomographie

Einleitung: Die Ultraschalltomographie ist ein modernes bildgebendes Verfahren der medizinischen Diagnostik, bei dem eine Folge zweidimensionaler Schichtbilder computergestützt zu dreidimensionalen Abbildungen rekonstruiert werden kann. Bildgebende Verfahren mittels Ultraschall haben sich nicht nur in der Medizin, heute ist Ultraschall das am meisten verwendete Prozedere bei der Mammographie, sondern auch in der Industrie etabliert, da mit Ultraschall Veränderungen in einem Medium erkannt werden können. Bei der medizinischen Diagnostik sind solche Veränderung meist Tumore oder andere, für den Körper schädliche Veränderungen.

In dieser Bachelorarbeit wird der Bildgebungsprozess dieses Verfahrens in heterogenen Geweben in 2D simuliert. Dabei wird aufgrund der in dem zu untersuchenden Gewebemodell vorkommenden Unterschiede in den Gewebeeigenschaften, und den daraus resultierenden Verzerrungen des Ultraschallsignals, das Originalbild rekonstruiert. Die errechnete Veränderung des Signals erlaubt die Bildrekonstruktion basierend auf zwei unabhängigen Kontrastparametern (Signallaufzeit und Signaldämpfung).

Vorgehen: Um diesen Ultraschall-Bildgebungsprozess simulieren zu können, wird die Matlab-Toolbox k-wave verwendet und ein kontinuierlicher Prozess von der Erstellung des Gewebemodells über die Simulation bis hin zur Datenerfassung realisiert. Die von Bradley Treeby et al. entwickelte Toolbox ist frei erhältlich und wird für die Simulation von Wellenfeldern verwendet. Die Theorie der Akustik und des Ultraschalls liefert das Fundament für das Verständnis der Ausbreitung und Dämpfung der Ultraschallwellen.

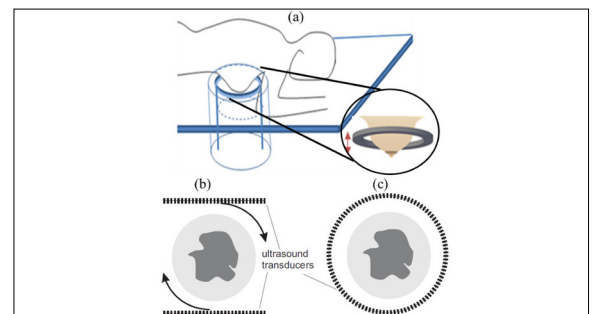
Um einer realen Anwendung so nahe wie möglich zu kommen, wird die Fächerstrahlmethode verwendet. Die Methode basiert auf einer Strahlenquelle, dem Ultraschallwandler, der um das Gewebe rotiert und einen Fächerstrahl durch das Medium sendet. Die Signale werden dann auf einem Sensorbogen aufgezeichnet. Die aufgezeichneten Signale ermöglichen die Berechnung von Signalamplituden und Laufzeiten des Signals, woraus wiederum ein so genanntes Sinogramm erzeugt werden kann. Die inverse Radon-Transformation, implementiert als Matlab-Funktion ifanbeam, wird dann zur Rekonstruktion der Bilder verwendet.

Ergebnis: Die Verifikation der Simulationsergebnisse bestätigt, dass das implementierte Ultraschallbildgebungsverfahren Gewebestrukturen in 2D unter Berücksichtigung gewisser Bedingungen in verschiedenen Positionen und Formen korrekt rekonstruieren kann. Die anschließende Parameterstudie zeigt darüber hinaus, welchen deutlichen Einfluss bestimmte

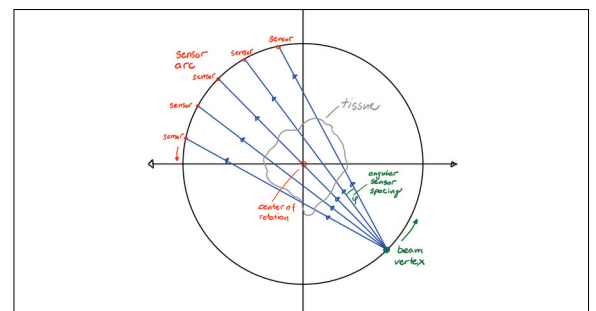
Parameter der Simulation, wie die Frequenz des Ultraschallsignals und der Winkelabstand zwischen den Sensorpositionen, auf die Qualität des rekonstruierten Bildes haben.

In den weiteren Abschnitten der Bachelorarbeit wird auch die Möglichkeit untersucht, die Schallgeschwindigkeit und die Dämpfungswerte eines rekonstruierten Bildes durch multivariate Regression anzunähern. Die Ergebnisse sind vielversprechend, müssen aber noch weiter untersucht werden.

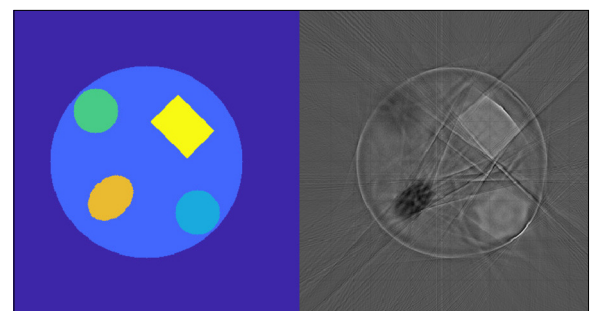
Schematische Darstellung eines Ultraschallcomputertomographiesystems
Mailyñ Pérez Liva. Diss. Madrid, 2017



Skizze der Fächerstrahlmethode mit im Gegenuhrzeigersinn rotierender Quelle (grün) sowie Sensorbogen (rot)
Eigene Darstellung



Rekonstruktion eines Multi-Gewebemodells. Links: Originales Gewebemodell, Rechts: Rekonstruiertes Modell
Eigene Darstellung



Referent
Prof. Dr. Wolfgang Wiedemair

Korreferent
Prof. Dr. Christoph Würsch

Themengebiet
Maschinenbau