

Optische Kohärenz-Elastographie - Ein Konzeptnachweis

Studiengang: BSc in Mechatronik und Systemtechnik (Medizintechnik | Robotik)
Betreuer: Prof. Dr. Patrik Arnold
Experte: Prof. Dr. Philippe Büchler (ARTORG Computational Bioengineering)

Die optische Kohärenz-Elastographie (OCE) erweitert die strukturelle OCT, indem sie eine zerstörungsfreie Bewertung der mechanischen Eigenschaften von Gewebe *in vivo* ermöglicht. Dies verspricht, die Biomechanik der Hornhaut zu quantifizieren und neue Ansätze für Diagnose und Behandlung zu bieten.

Ziel

Das Ziel dieser Thesis war der Entwurf und die Implementierung eines OCE-Systems zur Bestimmung des Elastizitätsmoduls (E-Modul) von technischen und biologischen Proben. Darüber hinaus sollte überprüft werden, ob eine Änderung des Augeninnendrucks um 1 mmHg, was etwa 1,33 mbar entspricht, für zukünftige Anwendungen mit OCE messbar ist. Durch diese Druckänderungen konnten die mechanischen Eigenschaften der Proben präzise charakterisiert werden.

Vorgehen

Das Vorgehen dieser Thesis umfasste mehrere Schritte. Zunächst wurde die Kalibration und Messung mit einem 1310 nm swept-source OCT-System durchgeführt. Anschliessend wurden technische Proben aus Silikon angefertigt. Die Drucküberwachung erfolgte mithilfe eines Drucksensors und eines Mikrocontrollers. Die Datenverarbeitung und Auswertung wurde schliesslich mit MATLAB durchgeführt.

Grundlagen

In der optischen Kohärenz-Elastographie kann man durch den Vergleich von zwei OCT-Aufnahmen (Abb. 1 o.), einer unbelasteten und einer belasteten, Aussagen über das Elastizitätsmodul (E-Modul) des Gewebes machen. Zunächst berechnet man die Phasendifferenz (Abb. 1 u.) zwischen den beiden Aufnahmen, um die

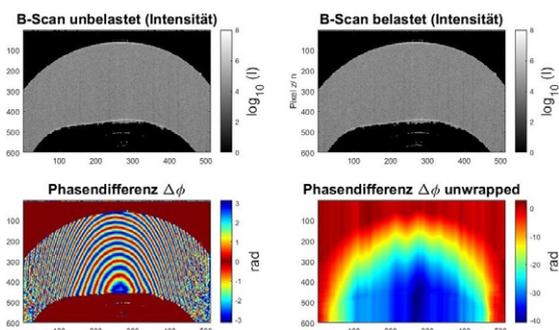


Abb. 1: Phasendifferenz zweier OCT B-Scans einer Silikonprobe

Verschiebungen (Abb. 2 o.) im Gewebe zu ermitteln. Diese Verschiebungen werden dann in Dehnungen umgerechnet. Anschliessend kann ein Spannungs-Dehnungs-Diagramm (Abb. 2 u.) erstellt werden, indem die aufgebrachten Kräfte (Spannungen) gegen die berechneten Dehnungen aufgetragen werden. Aus diesem Diagramm lässt sich das E-Modul bestimmen, welches das Verhältnis von Spannung zu Dehnung in der elastischen Region des Materials beschreibt.

Resultate

Es konnten Druckänderungen von 0,1 mbar detektiert werden, was nichtinvasive Messungen der Kornea *in vivo* z.B. anhand des Herzschlages ermöglicht. Zudem wurde eine qualitative Bestimmung des E-Moduls erreicht.

Ausblick

Zur weiteren Verbesserung des Systems wird die Optimierung der Systemstabilität und der Bildalignierungsmethoden angestrebt. Zukünftige Arbeiten sollen auch Messungen an biologischen Proben umfassen, um die Anwendbarkeit des Systems in der Praxis zu erweitern.

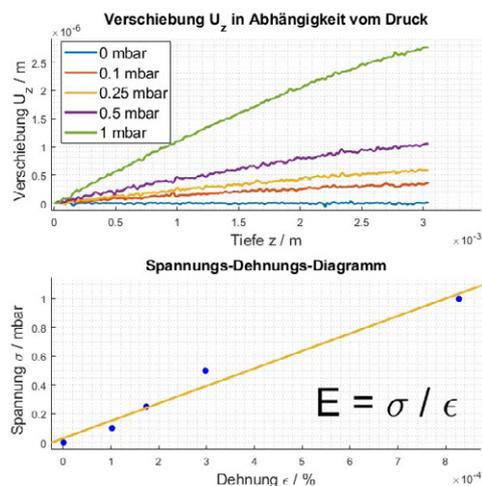


Abb. 2: Verschiebung U_z in Abhängigkeit vom Druck und das Spannungs-Dehnungs-Diagramm



Youssef Fattah
Optik und Photonik
youssef-fattah@gmx.ch