

PS-OCT for Cornea Imaging

Studiengang: BSc in Mikro- und Medizintechnik | Vertiefung: Optik und Photonik
Betreuer: Prof. Dr. Patrik Arnold
Experte: Dr. Harald Studer (Optimeyes)

Polarisationssensitive optische Kohärenztomographie ist ein Messverfahren basierend auf dem Prinzip der Interferometrie. Ziel dieser Arbeit war es, ein PS-OCT System zur strukturellen Vermessung der menschlichen Kornea zu entwickeln. Dafür wurde ein bestehendes OCT System als Grundlage verwendet und mit einem polarisationssensitiven Aufbau erweitert. Um eine hohe Messqualität über die gesamte Kornea zu erreichen, wurde die Scanoptik überarbeitet.

Ausgangslage

OCT wird heute in der Medizin, unter anderem in der Ophthalmologie, bereits standardmässig in der Diagnostik angewendet. Während mit OCT Informationen über die Intensität gewonnen werden können, kann mit PS-OCT zusätzlich noch die Polarisation des Lichts berücksichtigt werden. Aus der polarisationssensitiven Messung können die Parameter zur Beschreibung von doppelbrechenden Strukturen, die optische Achse und die Phasenverzögerung berechnet werden. Die menschliche Kornea ist aufgrund der in ihr vorhandenen Kollagenfibrillen stark doppelbrechend. Die Frage ist, ob diese Kollagenstrukturen mit PS-OCT sichtbar gemacht werden können.

Ziele

Ziel dieser Arbeit war es, ein System zu entwickeln, welches imstande ist, die gesamte menschliche Kornea zu vermessen. Dafür sollte ein bestehendes, faserbasiertes OCT System mit einem polarisationssensitiven Aufbau erweitert werden. Zudem sollte die telezentrische Scanoptik auf eine konische Scanoptik umgebaut werden, damit auch in der Peripherie der Kornea immer noch eine hohe Messqualität erreicht werden kann. Die Firma Optimeyes möchte in Zukunft anhand der durch PS-OCT gewonnenen Daten detaillierte FEM-Modelle der menschlichen Kornea erstellen, welche die Planung und Durchführung der Eingriffe im Auge optimieren sollen. Des Weiteren erhofft man unter anderem die Augenkrankheit Keratokonus frühzeitig erkennen zu können.

Vorgehen

Zuerst wurde der PS-Teil gebaut und an das System angeschlossen. Nachdem mit dem neuen System eine zufriedenstellende Sensitivität erreicht wurde, konnte mit dem Umbau auf die neue Scanoptik begonnen werden. In einer früheren Arbeit wurde eine konische Scanoptik zur Aufzeichnung der Kornea entwickelt. Diese Optik sollte ein senkrechtes Auftreten des Lasers in allen Bereichen der Kornea ermöglichen. Die neue Scanoptik musste dann für die in-vivo Messung dementsprechend justiert werden, sodass sich der

Fokuspunkt des Lasers immer auf der Oberfläche der Kornea befindet. Die Daten aus den Messungen wurden extrahiert, mit Matlab eingelesen und verarbeitet. Es wurden Intensität, Phasenverzögerung und die optische Achse berechnet und als B-Scans und En-Face-Aufsicht visualisiert.

Resultate

Das System konnte erfolgreich mit dem PS-Anbau erweitert werden. Die gemessene Sensitivität betrug 95 dB, wobei die Sensitivität mit der telezentrischen Scanoptik gemessen wurde. Es wurden mit der telezentrischen und der konischen Scanoptik in-vivo Scans der Kornea aufgezeichnet. Die Auswertung zeigte, dass mit der telezentrischen Optik nur das Zentrum der Kornea, mit der konischen Optik jedoch die gesamte Kornea aufgezeichnet werden konnte (Abb. 1). Neben der Intensität konnten die Phasenverzögerung und optische Achse in der Kornea bestimmt werden (Abb. 1).



Oskar Ambühl

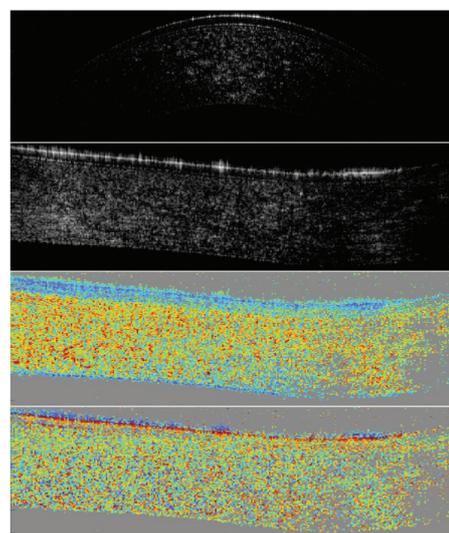


Abb. 1: In-vivo B-Scan, (Oben nach unten): Intensität tel., Intensität kon., Phasenverzögerung, opt. Achse