

Physical Spectral Shaping

Studiengang: BSc in Mikro- und Medizintechnik | Vertiefung: Optik und Photonik
Betreuer: Prof. Christoph Meier
Experte: Dominik Täschler

Durch die Optische Kohärenztomographie werden mithilfe interferierendem Licht Schnittbilder von diversen Objekten erzeugt. Durch Verwendung eines physischen Filters und dem Post-Processing soll das axiale Auflösungsvermögen verbessert werden.

Einführung

Für die Optische Kohärenztomographie (OCT) werden meist sehr breitbandige Lichtquellen verwendet, um eine möglichst hohe axiale Auflösung zu erhalten. Allerdings zeigen diese Lichtquellen hohe Variation in ihrer spektralen Intensitätsverteilung, was hingegen die Auflösung, bzw. die Point Spread Function (PSF) beeinträchtigt. Die PSF kann durch das von einem Objekt zurück geworfene Licht und mithilfe der inversen Fouriertransformation berechnet werden. Es gibt bereits Algorithmen, welche diese Probleme in digitaler Nachbearbeitung des gemessenen Signals aufheben. Jedoch sorgt dies zu einem hohen Signal-to-Noise Ratio (SNR), was es zu verhindern gilt.

Ziel

Die Bachelorthesis beruht eher auf theoretische Aspekte des Problems und beinhaltet folgende Aufgaben

- Simulation mit Matlab zur Berechnung der PSF für verschiedene Spektren
- Realisieren eines spektral abhängigen Filters zur Dämpfung des Lichts im Spektrometer
- Rechnerische Ansätze zur Verbesserung der axialen Auflösung
- Testen von Side Lobe Suppression Algorithmen

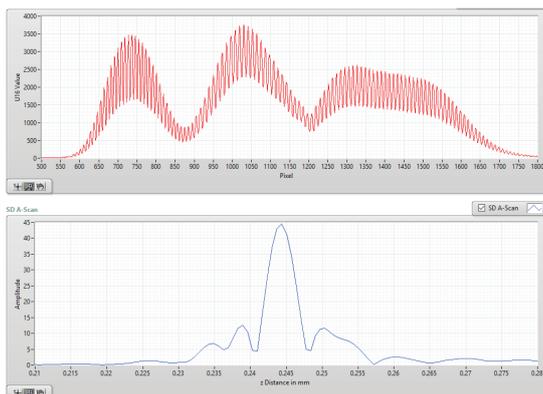
Lösungsansatz und Resultate

Diverse Konzepte wurden erarbeitet, um das Licht in Abhängigkeit dessen Wellenlänge dämpfen zu können. Durch technische und wirtschaftliche Kriterien kam der Entschluss, einen Graustufenfilter zu verwenden, der kostengünstig und schnell herzustellen ist. Dafür wurde mit MATLAB das zu dämpfende Signal simuliert und normiert, damit die variable Transmissionskurve direkt „abgelesen“ und als Filter auf einer Folie ausgedruckt werden kann.

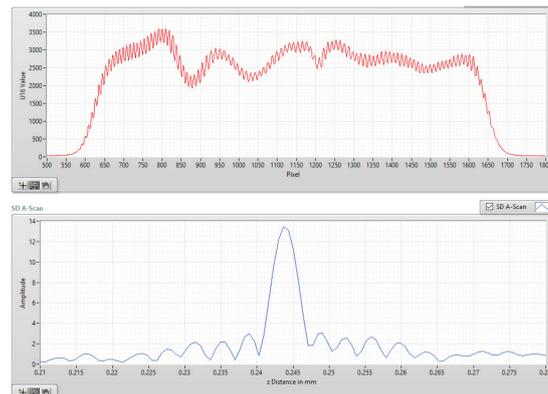
Die PSF einer rechteckförmigen Funktion entspricht einer Sinc-Funktion und hat dadurch eine gute zentrale Auflösung, wie auf der rechten Abbildung zu sehen ist. Jedoch weist diese mehrere Sidelobes auf, wodurch ein gemessenes Signal mehrerer Flächen falsch interpretiert werden kann. In dieser Arbeit wird ein neuartiger Algorithmus, der ursprünglich für die Funktechnik entwickelt wurde, erstmalig auf OCT angewendet. Dieses neighbour spectrum sample components composition (NC-Algorithmus) unterdrückt die ungewünschten Sidelobes. Dafür werden die vollen Phaseninformationen zwei jeweils benachbarter Tiefenscans verrechnet. An der Stelle des zentralen Peaks erfolgt als einziges ein positives Resultat, wodurch alle negativen auf Null gesetzt und somit die Sidelobes unterdrückt werden können.



Tim Luca Schmid



Intensitätsverteilung (rot) und PSF (blau) direkt vom Spektrum.



Intensitätsverteilung (rot) und PSF (blau) vom gefilterten Spektrum, wodurch der Peak schmaler wird.