

# Optische Kohärenztomographie zur diagnostischen Unterstützung in der Neurochirurgie

Kurzfassung – Jens Möller

Diese Arbeit befasst sich mit Optischer Kohärenztomographie (OCT) zur diagnostischen Unterstützung verschiedener Anwendungsfälle in der Neurochirurgie. Insbesondere werden die intraoperative Bildgebung mit OCT an peripheren Nerven und die strukturelle Analyse von Hirngewebe zur Klassifizierung von gesundem und Tumorgewebe untersucht.

Übliche Ansätze für die intraoperative Bildgebung von peripheren Nerven sind Ultraschall (US) und Magnetresonanztomographie (MRT). US und MRT können Axone, die kleinsten Funktionseinheiten eines peripheren Nervs (Durchmesser von ca. 4 bis 14  $\mu\text{m}$ ), nicht abbilden. Viele Krankheitsbilder an peripheren Nerven gehen mit axonaler Degeneration einher und eine Diagnose kann so erst nach Gewebeentnahme in der Histologie erfolgen. Diese Arbeit zeigt, dass OCT Axone und den axonalen Zerfall schon während der Operation abbilden kann. Im Vergleich mit histologischen Schnitten konnte die Sichtbarkeit der Axone in OCT Bildern validiert werden. Diese Erkenntnis ist von großem klinischen Interesse und eröffnet neue Möglichkeiten der intraoperativen Diagnostik an peripheren Nerven.

Die Behandlung von Hirntumoren erfolgt durch Lokalisierung und Entfernung des infiltrierten Gewebes. Die Überlebensdauer des Patienten hängt dabei maßgeblich von der Qualität dieser beiden Schritte ab. Es wird gezeigt, dass OCT neue, präzise Möglichkeiten der Diagnostik bietet, um diese Schritte zu unterstützen.

Als erster Tumortyp wurden Hirnmetastasen untersucht. Dazu wurde ein bewährter Klassifizierungsansatz angewandt. Mit verschiedenen Texturmerkmalen aus OCT Bildern als Grundlage, wurde mittels Hauptkomponentenanalyse (PCA) und Support Vector Machines (SVM) klassifiziert. Die Unterscheidung zwischen Nekrose und gesundem Gewebe erzielte eine hohe Klassifizierungsgenauigkeit von 99.10 %. Außerdem konnten vitaler Tumor und gesundes Gewebe mit einer ebenfalls hohen Genauigkeit von 96.83 % unterschieden werden.

Der Hauptteil dieser Arbeit behandelt die Klassifizierung von Gliomen (genaue Bezeichnung der WHO: "diffuse adult-type glioma WHO grade 4"), dem häufigsten und bösartigsten Typ der Primärtumore im Hirn. Durch ihr infiltrierendes Wachstum, ist die Detektion und vollständige Entfernung dieser Tumorart besonders herausfordernd. OCT Bilder von Gliomen und gesundem Gewebe weisen offensichtlich strukturelle Unterschiede auf. Um diese strukturellen Unterschiede zu quantifizieren, wurde eine neue Methodik entwickelt. Diese beruht auf dem Texturmerkmal "Kontrast", der von Haralick eingeführt wurde und für eine wählbare Strukturgröße bestimmt wird. Die Klassifizierung selbst erfolgte mit Linearer Diskriminanzanalyse (LDA). Die beste erzielbare Trennung von gesundem Gewebe und Tumor konnte in einer Größenordnung von ca. 100  $\mu\text{m}$  gefunden werden, welche die Grundlage für die Klassifizierung vorgibt.

Weißer und graue Substanz im Hirn sind örtlich getrennt. Entsprechend wurden zwei anwendungsbezogene Klassifizierungsmodelle evaluiert. Zunächst konnten alle Gewebeproben mit gesunder weißer Substanz sicher von Tumorgewebe unterschieden werden (Sensitivität 97.7 %; Spezifität 91.7 %). Darüber hinaus konnte unter zusätzlichem Einschluss von Gewebeproben aus gesunder grauer Substanz gezeigt werden, dass die Methodik auch hier gute Ergebnisse erzielt (Sensitivität 86.7 %; Spezifität 86.3 %). Dies ist von besonderer Relevanz, da die Unterscheidung aller gesunden Gewebearten (graue und weiße Substanz) von Tumorgewebe wichtig für die klinische Anwendbarkeit des Ansatzes ist.

Zusammenfassend zeigt diese Arbeit den Nutzen von OCT Bildern zur Diagnostik in der Neurochirurgie anhand von konkreten Anwendungsfällen auf. Die beschriebenen Methoden sind praxisorientiert, eröffnen neue Möglichkeiten der intraoperativen Diagnostik und können für die intraoperative Anwendung übernommen werden.