

## Rekonstruktion und Visualisierung neuronaler Bahnen

P. Hastreiter, D. Merhof, F. Enders, R. Fahlbusch, C. Nimsky, M. Stamminger  
Neurozentrum, Neurochirurgische Klinik und Computergrafik  
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Die Lokalisation von kortikalen Funktionen auf der Oberfläche der Gehirnhemisphären ist mit Hilfe von Magnetenzephalographie (MEG) und funktioneller Magnet-Resonanz-Tomographie (fMRT) etabliert. Dieser Ansatz ist für die Entfernung von Tumoren von großer Bedeutung, um neurologische Verschlechterungen bei der Resektion zu vermeiden. Bisher fehlte die zuverlässige Visualisierung neuronaler Bahnen unter Berücksichtigung pathologischer Veränderungen (Tumor). Diese können mit der Diffusions-Tensor (DT) MRT, die die Diffusion von Wassermolekülen misst, erfasst werden. Ausgehend von den langjährigen Erfahrungen der Autoren in Bildnachverarbeitung, intraoperativer MR-Bildgebung und funktioneller Neuronavigation wurden neue Ansätze zur genauen Rekonstruktion und effizienten Visualisierung von Bahnen aus DT-Volumina erarbeitet.

Zunächst wurde eine flexibel erweiterbare Methode des „Fiber Trackings“ implementiert. Eine gleichmäßige Verteilung der Strömungslinien wurde durch eine Erweiterung des Konzepts „gleichmäßig angeordneter Strömungslinien“ erreicht. Um numerische Ungenauigkeiten zu umgehen und Übergänge zu umgebenden Strukturen besser wiederzugeben, wurde gerichtetes Volumenwachstum eingeführt. Vergleichend dazu wurden die berechneten Strömungslinien mit Einhüllenden zu Linienbündeln zusammengefasst. Mit einer neuen Methode, die auf Pfadfindung und Analyse des lokalen Tensors aufbaut, wurde es möglich, Konnektivitäten zwischen funktionellen Regionen zu ermitteln. Da die zugrunde liegenden schnellen MR-Sequenzen zu erheblichen Verzerrungen in den DT-Volumina führen, wurde ein mit Grafikkhardware beschleunigter Ansatz zur nichtlinearen Registrierung mit verzerrungsfreien MRT-Daten eingeführt. Erst dadurch wurde es möglich, Bahnsysteme mit anderen Daten anatomisch korrekt zu fusionieren und in die Neuronavigation einzubinden. Um ein Maximum der in den Tensoraten enthaltene Information darzustellen, wurde eine Methode zur dreidimensionalen Visualisierung mit Glyphen entwickelt. Durch den konsequenten Einsatz moderner PC-Grafikkhardware konnten polygonale Repräsentationen vollständig umgangen und interaktive Darstellungen erreicht werden. Alle Methoden wurden in die am Lehrstuhl für Graphische Datenverarbeitung und am Neurozentrum entwickelte Softwareplattform MEDALYVIS (Medical Analysis and Visualization) integriert, wodurch ein Vergleich der Methoden untereinander sowie eine effiziente klinische Auswertung gewährleistet werden.

Die langfristige Vision dieses Projektes zielt auf effiziente und robuste intraoperative Darstellung neuronaler Bahnen bei beliebiger Pathologie. Die entwickelten Methoden sind ein wichtiger Schritt, um die Resektion nahe funktionell wichtiger Bereiche besser planbar zu machen und das chirurgische Risiko erheblich zu mindern.