

# EFFICIENT VISUALIZATION OF TENSOR FIELDS WITH APPLICATION TO MAGNETIC RESONANCE DATA

## ZUSAMMENFASSUNG

Obwohl sich Wissenschaftler schon früh über Ort und Funktion des menschlichen Geistes Gedanken machten, geben die Vorgänge im menschlichen Gehirn weiterhin Rätsel auf. Neurowissenschaftler versuchen der Lösung dieser über ein Verständnis der Zusammenhänge zwischen den einzelnen Gehirnarealen auf den Grund zu gehen. Hierbei ist bekannt, dass Neuronen durch „Abfeuern“ elektrischer Ladung miteinander „kommunizieren.“ Wie diese Verbindungen in Individuen unterschiedlich geschaltet sind und welche Auswirkungen dies auf das Denken einzelner Personen hat, bleibt jedoch noch unklar.

Durch Einführung der diffusionsgewichteten Magnetresonanztomographie ist es gelungen, die Bewegung von Wasserstoffteilchen im Organismus, die aufgrund der Wechselwirkungen mit Zellmembranen entlang der Neuronen wandern, zu messen. Hierdurch wurde es möglich, die Faserbahnen *in vivo*, das heißt im lebenden Organismus, zu messen und zu vergleichen.

Gleichzeitig ermöglichen die Messungen für die Chirurgie die Möglichkeit, detaillierter Planungen für Operationen vornehmen zu können, womit die Hoffnung besteht, Eingriffe präziser planen und so die negativen Folgen für den Patienten minimieren zu können.

In dieser Arbeit befasse ich mich mit der Auswertung und Darstellung medizinischer Messdaten. Dabei liegt das Hauptaugenmerk auf der Analyse und Darstellung von Richtungsinformation, besonders der Faserverbindungen.

Um einen Überblick über die Daten zu bekommen, wurde eine multimodale Volumendarstellung entwickelt, bei der es möglich ist, neben der bisher verwendeten Gerichtetheit der Daten auch die lokale Richtungsinformation selbst als Filter definieren zu können, um Teile von Faserbündeln auszublenken. Die als Kontext dargestellte Magnetresonanztomographie ermöglicht eine schnelle Orientierung im Gehirn und das Finden wichtiger Regionen.

In einem weiteren Schritt wurden Glyphen, das sind lokale Sinnbilder des Verhaltens der Diffusion, gezeichnet. Mittels einer Delaunay-Triangulierung gelang es hierbei, die gleichmäßige Platzierung der Glyphen in Ebenen zu beschleunigen, welche anschließend mit Hilfe der Grafikkarte effizient berechnet und angezeigt werden.

Der Hauptteil der Arbeit beschäftigt sich mit der eigentlichen Traktographie. Dabei werden höhere Tensoren und Kugelflächenfunktionen zur Speicherung der Daten verwendet, wodurch eine Glättung erreicht wird und implizit eine Interpolation der Richtungen gegeben ist. Durch die Auswertung einer großen Zahl von gerichteten Messungen ist eine Verfolgung der Faserbahnen in Bereichen von Kreuzungen möglich. Gleichzeitig dienen die einfach berechenbaren Gradienten dieser Oberflächenfunktion dazu, diese Faserbahnen effizient bestimmen zu können.

Das in der Messung vorhandene Rauschen wird analysiert und durch die Schritte der Signalverarbeitung propagiert, sodass zusätzlich zur Faserinformation Glyphen gezeichnet werden, die den lokalen Einfluss des Rauschens widerspiegeln.

Abschließend wurden die Auswirkungen geringer Änderungen der Startposition auf den Faserverlauf untersucht. Das in der Strömungslehre als „Finite-Time Lyapunov Exponent“ bekannte Konzept kann dazu verwendet werden, Faserbündel ohne zeitaufwendige Gruppierung darzustellen.