

Automatische Auswertung von Kernspintomographiebildern zur Quantifizierung von Gewebeverlust im Gehirn

Bericht über Forschungs- und Lehraufenthalt an der Simon Fraser University, Kanada, von Prof. Dr. Eckhard Schmittendorf

Fachbereich: Ingenieurwissenschaften

Standort: Wilhelmshaven

E – Mail: schmittendorf@fbi.fh-wilhelmshaven.de

Bei diesem Projekt handelt es sich um ein aus Hochschulmitteln gefördertes Vorhaben.

Zusammenfassung

Im Wintersemester 2003/04 hatte ich Gelegenheit an der *Simon Fraser University (SFU)* in Burnaby, B.C., Kanada an einem Forschungsprojekt über die automatische Auswertung von Kernspintomographiebildern zur Quantifizierung von Gewebeverlust im Gehirn (*Brain Atrophy*) mitwirken. In diesem Rahmen konnte insbesondere eine interaktive Korrekturmöglichkeit der automatisch ermittelten Gehirn-Kontur entwickelt werden.

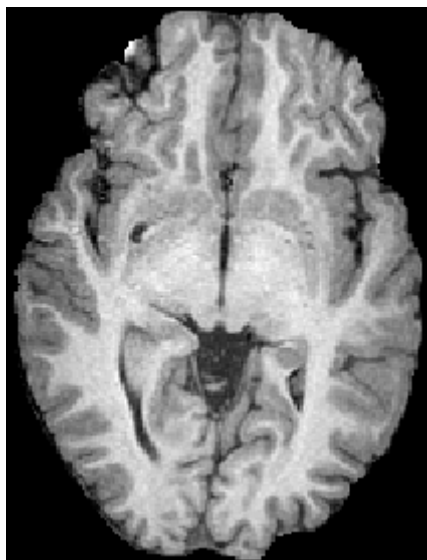


Abb.1: T1-gewichteter Schnitt durch das Hirn

Vorgehen und Ergebnisse

Beim Forschungsprojektes *Brain Atrophy* geht es um die automatische Ermittlung des Verhältnisses zwischen Gewebe und Gesamtvolumen im menschlichen Gehirn, dem sogenannten *Brain Parenchymal Fraction* (BPF), aus einer Serie von Kernspintomographiebildern. Das BPF ist insbesondere wichtig als Maß für den Krankheitsverlauf bei Krankheiten wie z.B. Multipler Sklerose (MS).

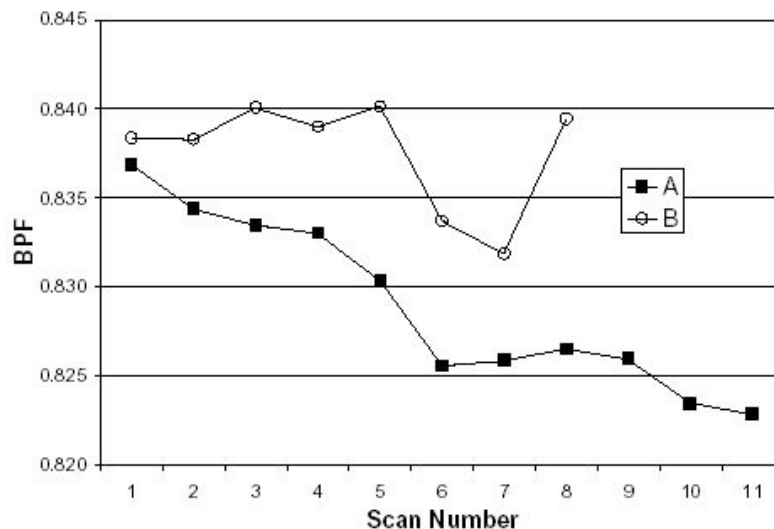


Abb. 2: Quantifizierung des Krankheitsverlaufs zweier MS-Patienten

Zur automatischen Bestimmung des BPF existierten bereits Lösungsansätze aus verschiedenen Projekten der School of Computing Sciences der SFU, die zunächst auf konventionellen Bildverarbeitungsstrategien beruhen. Ein neuer Ansatz setzt auf die so gefundene Kontur (*Initial Brain Mask*) auf und verbessert die Genauigkeit der Ergebnisse durch Anwendung sogenannter *Snakes-Algorithm*en.

Bei dem von Kass et al. entwickelten *Snakes-Algorithmus* (*Active-Contour-Algorithmus*) wirken verschiedene Kräfte auf die Stützpunkte des Polygonzuges, der die initiale Kontur definiert. Als Wirkung dieser Kräfte bewegen sich die Stützpunkte entlang von Gradienten, die aus der Umgebung des Punktes berechnet werden, bis sie schließlich ihre endgültige Position erreichen.

Bei der Anwendung auf die Umrisse des menschlichen Gehirns führt dieser Algorithmus meist zu einer Verbesserung der initialen Maske, bei bestimmten Geometrien, wie sie insbesondere im Bereich der Fissura Longitudinalis Cerebri (Spalt zwischen den Großhirnhälften) vorkommen, jedoch oft zu einer deutlichen Verschlechterung.

Für letztere Fälle wurde die bestehende Software um eine interaktive Korrekturmöglichkeit erweitert. Dabei ist es wesentlich, dass nicht jeder falsch platzierte Stützpunkt einzeln korrigiert werden muss. Die Lösung liegt in der Realisierung eines mathematisch (und damit auch lauffähig) vereinfachten *Snakes*-Algorithmus, der abwechselnd mit der Abfrage der Mausposition während des Korrekturvorgangs aufgerufen wird.

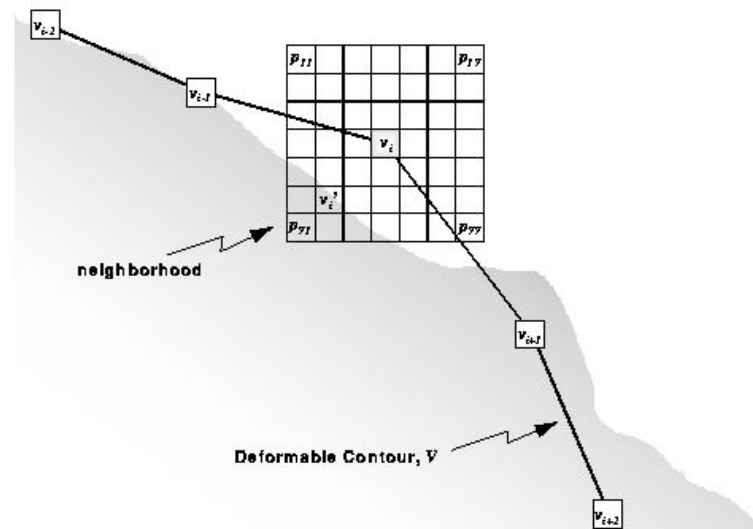


Abb. 3: Snakes-Algorithmus – bei jedem Iterationsschritt bewegt sich ein Stützpunkt des Polygonzugs entsprechend des Gradienten, der aus seiner Umgebung ermittelt wird

Das Resultat ist ein Verhalten des Polygonzuges, das dem eines Gummibandes vergleichbar ist: Das Ziehen eines fehlplatzierten Stützpunktes über das tatsächliche Ziel hinaus zieht dessen Nachbarpunkte mit und lässt diese schließlich auf die tatsächliche Kontur einrasten. Nach dem Loslassen platziert sich auch der manuell korrigierte Punkt auf der Hirngrenze.

Die damit verbundene Visualisierung der Rechenergebnisse in verschiedenen Verarbeitungsstufen brachte außerdem interessante Erkenntnisse über Wirkungsweise und Verbesserungsmöglichkeiten am derzeitigen Algorithmus.

Literatur

- M. Kass, A. Witkin, and D. Terzopoulos. Snakes: Active contour models. *International Journal of Computer Vision*. v. 1, n. 4, pp. 321-331, 1987.
- Z Tauber, M.S. Atkins, and M.S. Drew. Towards automatic segmentation of conspicuous MS lesions in PD/T2 MR images including partial volume effects. *Proceedings of the SPIE-Medical Imaging 2000*, 3979: 800-809, Feb 2000.
- M. Tory, T. Mueller, and M.S. Atkins. Visualization of Time-Varying MRI Data for MS Lesion Analysis, *Proceedings of the SPIE-Medical Imaging 2001*, 4319: pp. 590-598, Feb. 2001.
- M.S. Atkins, M.K. Tory, and J.J. Orchard. Evaluation of brain atrophy measures in MRI. *Proceedings of the 23rd IEEE Conference on EMBC, Istanbul*, Oct. 2001.
- M.S. Atkins, J.J. Orchard, B. Law, and M.K. Tory. Robustness of the brain parenchymal fraction for measuring brain atrophy. *Proceedings of the SPIE-Medical Imaging 2002*, 4684:201-205, Feb. 2002.
- M.S. Atkins, B. Law, J.J. Orchard, W. Rosenbaum, and K. Siu. Difficulties of T1 brain segmentation techniques. *Proceedings of the SPIE-Medical Imaging 2002*, 4684:1837-1844, Feb. 2002.