

AUTOMATISIERTE BESTIMMUNG VON ZIELPUNKT-TRAJEKTORIEN



IKNTEC

P. Mrosek, P. Gemmar, F. Hertel, C. Decker

PROBLEMSTELLUNG

Einer der zeitaufwändigsten Schritte bei der Operationsplanung zur tiefen Hirnstimulation ist die Ermittlung einer geeigneten Trajektorie zum Zielpunkt. Diese muss bestimmten Anforderungen genügen. Wichtig ist dabei die Vermeidung von:

- Blutgefäßen,
- Sulci,
- Ventrikelsystem.

Üblicherweise setzt der Arzt dazu einen Eintrittspunkt in einem bestimmten Areal und überprüft für jede MR-Schicht den lokalen Bereich bei der Trajektorie. Durchdringt diese einen kritischen Bereich, so muss der Eintrittspunkt verschoben werden, bis ein geeigneter Zugang gefunden wurde.

ZIEL

Ein automatisiertes Verfahren soll bei einem vorgegebenem Zielpunkt günstige Trajektorien innerhalb eines zu definierenden Eintrittsareals ermitteln und bewerten. Dem Arzt soll ein Vorschlag für die Trajektorien-Auswahl unterbreitet werden, den dieser lediglich überprüfen muss.

VERFAHREN

Das Verfahren wurde primär für die Berechnung von Trajektorien mit STN als Zielpunkt konzipiert, ist aber prinzipiell auch für andere Ziele anwendbar.

Die einzelnen Schritte des Verfahrens:

- Zunächst muss der Zielpunkt angegeben werden.
- Dann besteht die Möglichkeit, ein bestimmtes Eintrittsareal automatisch oder manuell zu definieren. Resultierend aus der begrenzten räumlichen Auflösung der Bilder ergibt sich daraus eine endliche Anzahl möglicher Trajektorien.

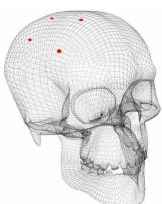


Abb. 1 Definition des Eintrittsareals



Abb. 2 Grobe Aufteilung in definitiv kritische (schwarz) und potentiell harmlose (weiß) Bereiche

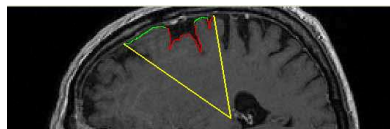


Abb. 3 Nur Punkte des segmentierten Gehirns mit einem bestimmten Abstand zum Schädelknochen sind mögliche Eintrittspunkte

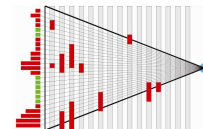


Abb. 4 Kritische Areale in unterschiedlichen Schichten

•Mit verschiedenen Methoden der Bildverarbeitung wird das Gehirngewebe in risikobehaftete und gefahrlose Regionen klassifiziert.

•Die aus dem definierten Eintrittsareal resultierenden Eintrittspunkte werden verringert. Des Weiteren werden Trajektorien ausgeschlossen, die im aus Eintrittsareal und Zielpunkt entstehenden Trichter als risikobehaftet klassifizierte Regionen schneiden.

•Danach werden alle möglichen Trajekte zwischen dem Zielpunkt und den potentiellen Eintrittspunkten errechnet und bewertet.

•Dann wird die Trajektorie ermittelt und ausgegeben, die die geringsten Kosten verursacht bzw. insgesamt den günstigsten Abstand zu kritischem Gewebe aufweist.

ERGEBNIS

Das entwickelte Prototypensystem zur Bestimmung günstiger STN-Trajektorie wurde an 14 unterschiedlichen MRT-Patientendatensätzen aus dem BKT getestet. Die vom System vorgeschlagenen Trajektorie wurden von einem erfahrenen Gehirnechirurgen überprüft und mit einer Skala von 1 (voll einsatzfähig) bis 5 (inakzeptabel) benotet. Von 28 Trajekten erhielten 17 die Note 1, fünf erhielten die Note 2 und sechs erhielten die Note 3 (geeignet, aber nicht mit allen fünf Mikroelektroden bestückbar). Es wurde kein Vorschlag verworfen.

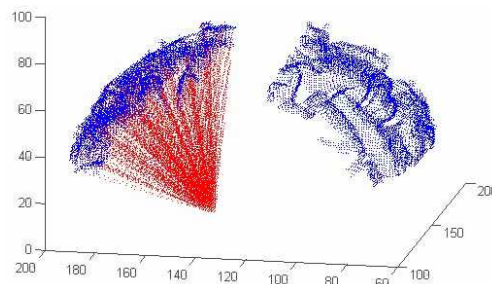


Abb. 5 Bewertung aller verbleibenden Trajektorien