EIN HYBRIDER ANSATZ FÜR DIE PRÄZISE PRÄDIKTION VON "BRAIN-SHIFT" IN DER BILDGESTÜTZTEN NEUROCHIRURGIE MITTELS FINITER ELEMENTE (FE) UND KÜNSTLICHER INTELLIGENZ (KI) - DIGIBRAIN

Projektträger:
ACMIT - Austrian Center for Medical Innovation and Technology

Wissenschaftliche Leitung:
Gernot Kronreif

Weitere beteiligte Einrichtungen:
Danube Private University
Technische Universität Wien

Handlungsfeld(er)
Gesundheit und Ernährung

Wissenschaftsdisziplin(en)
2060 - Medizintechnik (55 %)
1020 - Informatik (45 %)

Förderinstrument: Projekte Grundlagenforschung

Projekt-ID: FTI24-G-024

Projektbeginn: 01. April 2025

Projektende: 31. März 2028

Laufzeit: 36 Monate / laufend

Fördersumme: € 360.000,00

Kurzzusammenfassung:
Bei der Operation von Gehirntumoren erleichtern bildgesteuerte neurochirurgische Systeme bzw. Neuro-Navigationssysteme das Auffinden der Tumore, indem sie präoperative Bilddaten mit dem Koordinatensystem des Patienten abgleichen. Intraoperativ auftretende Deformationen des Gehirns, auch „Brain Shift" genannt, können jedoch zu einer Verschiebung der Tumorposition führen und so das Risiko von Hirnschäden erhöhen. Bestehende Methoden zur Kompensation von Brain Shift erfordern meist zusätzliche intraoperative Bildgebung (MRT oder Ultraschall) oder beruhen auf der manuellen Erfassung von Landmarken – beides Vorgänge, die den chirurgischen Arbeitsablauf stören. Im digibrAIn Projekt schlagen wir einen neuartigen Ansatz vor, der die intraoperativen Bilddaten des Stereomikroskops nutzt, um eine automatische, KI-basierte Abschätzung des Brain Shift zu berechnen, ohne den etablierten klinischen Arbeitsablauf zu beeinträchtigen. Unser Ansatz nutzt fortschrittliche Deep-Learning Techniken für die nicht-starre 3D-Punktwolkenregistrierung, in Kombination mit synthetischen, über die Finite-Elemente-Methode (FEM) generiere Trainingsdaten, um potenzielle Deformationen der Gehirnstrukturen realistisch darzustellen. Darüber hinaus werden die Vorteile des „Transfer-Lernens" genutzt, um die zeitaufwändigen FEM-Simulationen und das Training des KI-Modells vorab durchzuführen und basierend auf aktuellen Bilddaten am Tag vor der Operation effizient zu aktualisieren. Der vorgeschlagene Ansatz wird im Rahmen des Projekts anhand eines neuartigen instrumentierten Gehirnphantoms verifiziert. Mit digibrAIn werden Hirnverschiebungen in Echtzeit genau vorhergesagt, die Planung optimaler Operationstrajektorien erleichtert und Chirurg*innen sicher durch die Operation geführt, ohne den Arbeitsablauf zu unterbrechen. Letztendlich zielt unser Ansatz darauf ab, die chirurgische Qualität zu verbessern, die Patientensicherheit zu erhöhen und die Lebensqualität der Patient*innen positiv zu beeinflussen.

Schlüsselbegriffe:

neurosurgery, brain tumor, digital brain shift tracking, image-guided, artificial intelligence, deep learning, transfer learning, finite element method, brain phantom