

Josef Kozak  
Dr. sc. hum.

## **Schwerpunktmarker in der Genauigkeitsanalyse punkt-basierter Registrierungen in der Computer Aided Head Surgery (CAHS)**

Geboren am 17.03.1958 in Tarnowitz  
Reifeprüfung am 15.06.1980 in Gleiwitz  
Studiengang der Fachrichtung Medizinische Informatik vom SS 1984 bis SS 1989  
Vordiplom am 10.10. 1986 an der Universität Heidelberg  
Diplom am 26.06.1989 an der Universität Heidelberg

Promotionsfach: Medizinische Biometrie u. Informatik  
Doktorvater: Prof. Dr. T. Wetter

Auf dem Gebiet der dreidimensionalen Bildgebung, die durch die Computertomographie, die Magnetresonanztomographie und die Fluoroskopie bestimmt wird, besteht gegenwärtig keine optimale Schnittstelle zwischen dieser diagnostischen Information und den chirurgischen Verfahren. Benötigt wird eine Vorgehensweise, die die Information des dreidimensionalen Darstellungssystems auf den medizinischen Befund transferiert, um somit dem Operateur geometrische Raumbeziehungen zwischen dem Auge verborgenen, tiefliegenden Strukturen und dem sichtbaren Operationsgebiet vermittelt.

In der vorliegenden Arbeit wurde eine Vorrichtung (Registrierungs- und Referenzierungsset) und ein Verfahren entwickelt, das eine Anpassung zwischen den vor oder während der Operation angefertigten Bilddaten und dem intraoperativen Befund, am Beispiel eines menschlichen Kopfes, ermöglicht. Ziel war es die Bilddaten während der Operation mit einem Referenzierungs- und Registrierungsinstrumentarium nicht-invasiv, hochpräzise und benutzerfreundlich zu nutzen.

Ein entwickelter Schwerpunktmarker (genau definierte artifizielle Markierung) besitzt eine Senkung, deren Spitze im Massenschwerpunkt des Markers liegt und die mit einem Pointer angefahren werden kann. Mit diesem Marker ist ein automatischer Registrierungsprozess in der CT- bzw. Fluoro-Navigation möglich. Die Methode wird als ‚Fiducial Registration‘ bezeichnet. Dabei werden Markierungselemente mit dem Patienten zusammengescannt, die auf den erstellten Schichtbildern gut zu erkennen sind. Diese Marker werden durch einen selbst entwickelten Algorithmus erkannt und deren Koordinaten für den Registrierungsprozess vorbereitet. Sind die Koordinaten der Marker im Patientenreferenzsystem bekannt, kann die Registrierungsprozedur sogar völlig automatisch durchgeführt werden, ohne dass die Marker nochmals mittels eines Pointers angefahren werden müssen.

Das entwickelte Registrierungs- und Referenzierungsset für die navigierte Kopfchirurgie besteht aus drei mechanischen Grundvorrichtungen: dem Fiducial-Gesichtsbogen, der Fiducial-Mundplatte und der Fiducial-Schraube, die abhängig von der klinischen Applikation unterschiedlich eingesetzt werden können. Die mechanischen Systeme wurden bezüglich ihrer Genauigkeit, ihrer Invasivität, ihrer automatischen Registrierbarkeit, der Anwendungskriterien für Applikationen und der verschiedenen Modalitäten der Bildgebungssysteme untersucht. Für dieses Registrierungs- und Referenzierungsset wurden klinische Applikationen in der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Neuro- und stereotaktische Chirurgie sowie Strahlentherapie überprüft.

Die prototypenhaft konstruierten Vorrichtungen wurden mit zwei Phantomköpfen in der CT- und Fluoro-Bildmodalität experimentell eingesetzt und validiert. Die neu für die 3D-Fluoroskopie

entwickelte Software stellt ein Basistool der Fluoro-Navigation dar. Die 3D-Fluoro-Software wurde experimentell im Bezug auf den klinischen Einsatz getestet und validiert.

Der tatsächlich gemessene Target Registration Error (TRE) wurde, bezogen auf das Registrierungs- und Referenzierungsset, den verwendeten Localizer und die Navigationsinstrumente, ebenfalls experimentell untersucht. Berechnet wurde auch der gesamte, theoretische TRE, um über ihn die erwartete Zielgenauigkeit im Operationssitus anzeigen zu können. Die Differenz zwischen dem tatsächlich zu messenden TRE und dem aus der Theorie berechneten TRE wurde bezogen auf dieses Set bestimmt.

Damit steht ein Verfahren zur Verfügung, dass zukünftig eine invasive Fixierung des Patienten erübrigt und eine einfache und präzise Handhabung gewährleistet.