

Ein offenes 3D-Röntgensystem für die intraoperative Kegelstrahl-Computertomographie

Fabian Stopp

Kurzfassung

Die intraoperative Kegelstrahl-Computertomographie unterstützt Chirurgen während einer Operation durch die dreidimensionale Darstellung der Anatomie des Patienten, die eine direkte Kontrolle der aktuellen Behandlungssituation sowie des Operationsergebnisses ermöglicht. In dieser Arbeit wird ein neuartiges offenes 3D-Röntgensystem für die intraoperative Kegelstrahl-Computertomographie vorgestellt, das sich durch eine separate Anordnung und Bewegung von Röntgenquelle und Röntgendetektor über zwei getrennte Roboterkinematiken auszeichnet. Hierdurch wird eine platzsparende OP-Integration des Systems erreicht, ohne den Arbeitsraum der Chirurgen und den Zugang zum Patienten einzuschränken. Die flexible Bewegung von Röntgenquelle und Röntgendetektor über zwei getrennte Kinematiken erlaubt den Entwurf und die Anwendung von nicht-planaren Bildaufnahmetrajektorien, die eine geometrietreue 3D-Rekonstruktion des gescannten Volumens ermöglichen. Um nicht-planare Bildaufnahmetrajektorien mit frei definierbaren Rotations- und Neigungswinkeln in Bezug zu einem Scanzentrum anwenden zu können, wurde ein Kalibrierverfahren entwickelt, das die Projektionsgeometrie von Röntgenaufnahmen aus beliebigen Richtungen berechnet. Zur Unterstützung des Entwurfs von geeigneten Bildaufnahmetrajektorien innerhalb definierter Bewegungsbereiche wurde ein Verfahren entworfen, das basierend auf den verfügbaren Projektionsrichtungen einer Anordnung von Röntgenquellenpositionen die erreichbare Rekonstruktionsqualität bewertet. Ein Funktionsmuster des offenen 3D-Röntgensystems wurde realisiert und anhand von technischen und klinischen Prüfkörpern hinsichtlich der 3D-Bildqualität evaluiert. Hierbei konnte der Nutzen einer nicht-planaren Bewegung der Röntgenquelle in Bezug auf die Geometrietreue und die Reduktion von bildstörenden Metallartefakten exemplarisch nachgewiesen werden. Die Ergebnisse zeigen, dass mit dem offenen 3D-Röntgensystem Volumenbilddaten in hoher Qualität generiert werden können.