

Rolf Kueres

Dr. sc. hum.

Verfahren zur tomographischen Interventionsführung am Herzen

Fach / Einrichtung: DKFZ (Deutsches Krebsforschungszentrum)

Doktorvater: Prof. Dr. Marc Kachelrieß

Minimal-invasive Therapieverfahren werden aufgrund der steigenden Anzahl vaskulärer Erkrankungen in der Gesellschaft immer häufiger als Behandlungsmethode der Wahl eingesetzt. Besonders da die Belastung für den Organismus durch den Eingriff deutlich geringer als bei einer offenen Operation ausfällt, ist auch in Zukunft mit einem zunehmenden Einsatz dieser Methoden im medizinischen Alltag zu rechnen. Heutiger Goldstandard in der interventionellen Bildgebung ist die mono- und biplanare Fluoroskopie, bei denen Bildinformationen jedoch lediglich als 2D-Projektionen vorliegen. Biplanare Systeme ermöglichen zwar die eindeutige Bestimmung der Position von Führungsdraht und Katheter, deren genaue Ausrichtung im Raum bleibt jedoch ungewiss. In komplexeren Interventionsszenarien erreicht die projektive 2D-Darstellung schnell ihre Grenzen. Abhilfe schafft hier eine tomographische Interventionsführung bei der kontinuierlich ein 4D-Datensatz der Interventionssituation vorliegt. Hierzu liegen erste Ergebnisse bei minimal-invasiven Eingriffen in Körperregionen ohne physiologische Bewegungen, wie es beispielsweise bei Neurointerventionen der Fall ist, vor.

Ziel der Arbeit war es aufzuzeigen, dass eine tomographische Interventionsführung in Körperregionen mit physiologischer Bewegung im Allgemeinen und für Koronarinterventionen am Herzen im Speziellen möglich ist. In der interventionellen Radiologie begünstigt die Tatsache, dass Niedrigkontraststrukturen von nachrangigem Interesse sind und lediglich zur groben Orientierung dienen, die Integration von Vorwissen in Form einer hochaufgelösten Darstellung der zugrundeliegenden Anatomie. Während einer minimal-invasiven Prozedur liegt der Fokus auf Hochkontraststrukturen, den verwendeten Interventionsmaterialien, die nur einen geringen Anteil des rekonstruierten Volumens ausmachen, und sich klar von der Anatomie abgrenzen lassen. Diese Kombination ermöglicht die Rekonstruktion aus stark unterabgetasteten Projektionsdatensätzen, was mit einer deutlich reduzierten Strahlenbelastung für den Patienten und das klinische Personal einhergeht.

Es wurde der PCPrIDICT-Algorithmus entwickelt, der zum einen diese Gegebenheiten nutzt und zum anderen durch eine phasenkorrelierte Rekonstruktion die Bewegungen durch Atmung und Herzschlag handhabt. Experimentelle Untersuchungen zur tomographischen Interventionsführung wurden als mathematische Simulation, in einer Phantomstudie und im

in-vivo Tierexperiment an fünf Schweinen durchgeführt. Hauptaugenmerk der Untersuchungen war es, durch qualitative und quantitative Analyse die Verwendbarkeit des neu entwickelten Verfahrens bezüglich Anzahl notwendiger Projektionen zur Aktualisierung zu ermitteln. Damit einhergehend wurde die zeitliche Auflösung der tomographischen Interventionsführung am Herzen zum Goldstandard der Fluoroskopie verglichen. Die Anforderungen bezüglich der Strahlendosis des PCPrIDICT-Algorithmus wurden im Vergleich zur nicht phasenkorrelierten Rekonstruktion sowie zur biplanaren Fluoroskopie gegeben.

Der propagierte Algorithmus zur tomographischen Interventionsführung am Herzen bietet sich dazu an die Interventionsführung mittels Fluoroskopie durch eine durchgehende Verfügbarkeit eines 3D-Datensatzes zu unterstützen. Aufgrund der noch niedrigen zeitlichen Auflösung des Verfahrens erscheinen Methoden der Bewegungskompensation für eine durchgehende dreidimensionale Bildgebung als vielversprechend.