



Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg
Medizinische Fakultät Mannheim
Dissertations-Kurzfassung

**Framework für interventionelle 2D-3D-Bildregistrierung
multipler Objekte**

Autor: Gordian Konrad Kabelitz
Institut / Klinik: Computerunterstützte Klinische Medizin
Doktorvater: Prof. Dr. L. R. Schad

Die interventionelle Radiologie spielt eine immer größere Rolle in der Diagnostik und Therapie von oligometastasierten Patienten, da sie die Möglichkeit bietet präzisere Charakterisierungen und spezifischere Therapien einsetzen zu können. Dabei kommt der interventionellen Bildregistrierung die Aufgabe zu Informationen in der Intervention räumlich nutzbar zu machen; entweder für den menschlichen Anwender oder die wachsende Anzahl der digitalen Interventionsassistenten. Das Ziel dieser Arbeit ist es ein flexibles Framework nach den Anforderungen der interventionellen Bildregistrierung zu entwickeln, das an verschiedene Szenarien angepasst werden kann.

Die Beiträge zum Forschungsgebiet der interventionellen Bildregistrierung umfasst ein interdimensionales Registrierungsframework, das geeignet ist präinterventionelle computertomographische Aufnahmen mit interventionellen Projektionsaufnahmen räumlich zu korrelieren. Das entwickelte Framework integriert sich als Modul in das weitverbreitete *open-source*-Software für medizinische Bildverarbeitung *Insight Segmentation and Registration Toolkit* (ITK). Dazu wurden die Komponenten des Registrierungsprozesses analysiert und im Hinblick auf ihre zeitliche Performanz evaluiert, um eine zeitbedingte Optimierungen zu unterstützen. Dabei ist der Einfluss der Datenelementen, wie Template- und Referenzaufnahmen auf die Registrierungsgeschwindigkeit gezeigt wurden. Des Weiteren ergab die Analyse verschiedener Komponentenkombinationen, dass der kritische Punkt der 2D-3D-Registrierung die Berechnung der simulierten Radiographien ist. Deshalb wurde in das Framework eine hardware-beschleunigter Algorithmus für die Berechnung entwickelt, der den Datentransfer minimiert und sich die massive Parallelisierung durch die GPU-Architektur zu nutze macht. Für die rigide 2D-3D-Registrierung mittels einer einzelnen Projektion konnte in Simulationen die Optimierung gezeigt werden.

Das vorgestellte Framework unterstützt eine parallele und unabhängige Registrierung mehrerer Objekte, die zum Zeitpunkt der präinterventionellen Bildgebung nicht im selben Bilddatensatz vorhanden sind. Das erlaubt Patienten und interventionelle Instrumente als eigenständige Templateobjekte zu nutzen ohne mehrfache Registrierungen auszuführen. Die Anzahl der Referenzaufnahmen kann variabel sein, da eine zusätzliche Metametrik die einzelnen Ähnlichkeitsmetriken kombiniert und im Bezug auf Rechenzeit optimiert.

In dieser Arbeit wurden Ähnlichkeitsmetriken für eine objektbasierten Registrierung auf Basis der Segmentierung einzelner Objekte untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass die intensitätsbasierten Ähnlichkeitsmetriken unzureichende Funktionen darstellen, während gradientenbasierte Metriken einen geeigneteren metrischen Raum ausbilden. Dazu wurde die Implementierung der Gradientendifferenzenmetrik optimiert. Darüber hinaus lassen sich die Registrierungskomponenten durch vorhandene Spezifizierungen im ITK flexibel austauschen, um die breiten Einsatzmöglichkeiten des Frameworks zu gewährleisten.