

Stefan Kuchenbecker
Dr. sc. hum.

Zweispktrncomputertomographie zur Artefaktkorrektur und Materialquantifizierung

Einrichtung: DKFZ
Doktorvater: Prof. Dr. Marc Kachelrieß

Die Untersuchungen zur pseudomonochromatischen Bildgebung und zu der neuen segmentierungsgestützten Materialquantifizierung werden nachfolgend noch einmal zusammengefasst.

Die pseudomonochromatische Bildgebung führt eine Linearkombination auf Basis von einem polychromatischen Zweispktrn-CT-Datensatz mit zwei unterschiedlichen Röhrenspannungen durch. Dabei ist es möglich, dem Gewichtungsfaktor α in einem bestimmten Bereich eine monochromatische Energie in keV zuzuordnen.

Das Verfahren wurde auf seine Tauglichkeit zur Artefaktkorrektur bei Strahlauhfärtungs- und Metallartefakten hin untersucht. Dabei zeigte sich, dass in ausgewählten Fällen eine Artefaktkorrektur möglich ist. In anderen Fällen schlägt die Artefaktkorrektur fehl und es ist keine Verbesserung der Bildqualität ersichtlich. Des Weiteren ließ sich zeigen, dass es nicht möglich ist, die Artefakte vollständig zu entfernen.

Eine vollständige Entfernung gelang nur im Fall von ausschließlich auftretenden Strahlauhfärtungsartefakten mittels virtuell monochromatischer Bildgebung. Treten umfangreiche Metallartefakte auf, so lassen sie sich auch nicht mit der virtuell monochromatischen Bildgebung entfernen.

Selbst wenn die pseudomonochromatische Bildgebung die Artefakte reduzieren konnte, zeigte sich ein deutlicher Verlust des Kontrast-Rausch-Verhältnisses, was mit einer schlechteren Dosisnutzung der Röntgenstrahlung gleichzusetzen ist. Da bei der virtuell monochromatischen Bildgebung der Gewichtungsparameter frei gewählt werden kann, lässt sich das Kontrast-Rausch-Verhältnis trotzdem noch optimieren.

Im Vergleich zwischen der pseudomonochromatischen Bildgebung und dem auf Metallartefakte ausgerichteten FSNMAR-Algorithmus zeigte letzteres Verfahren in den ausgewählten Fällen deutlich bessere Ergebnisse unabhängig von der Verwendung zweier Röntgenspektren. Solche spezialisierten Metallartefaktkorrekturverfahren halten jedoch nur allmählich im klinischen Alltag Einzug. Die Verfahren müssen von den einzelnen CT-Herstellern u. a. noch entwickelt, zertifiziert und etabliert werden. Daher stellt die pseudomonochromatische Bildgebung momentan noch eine einfache Alternative zur Metallartefaktreduktion dar. Natürlich sollten virtuell monochromatische Bilder oder Metallartefakt korrigierte Bilder den pseudomonochromatischen bevorzugt werden. Die DECT sollte nicht zur Metallartefaktreduktion missbraucht werden – die spektralen Mehrinformationen können viel besser zur Materialzerlegung verwendet werden als zur Artefaktkorrektur, wie die vorgestellte segmentierungsgestützte Materialquantifizierung zeigt.

Die segmentierungsgestützte Materialquantifizierung führt mehrere Materialzerlegungen durch und segmentiert den auszuwertenden Zweispktrn-CT-Datensatz mittels spektraler Informationen, Vorwissen und Heuristiken. Dabei wird der Datensatz in Fettgewebe, Gewebe, dichtes Gewebe, Knochen und Luft unterteilt. Aus der Segmentierung ergeben sich mehrere Vorteile: Zum einen wird die Erkennung von Knochenstrukturen mit geringer Dichte verbessert, da einige Algorithmen diese nur sehr begrenzt von Blutgefäßen mit Kontrastmittel unterscheiden können. Der zweite Vorteil für

den Anwender liegt in der spezifischeren Auswertung einer ROI und der aufgeschlüsselten Darstellung in Tortendiagrammen. Bei den meisten Materialzerlegungsverfahren werden die Volumenanteile ausschließlich über die gesamte ROI gemittelt und ausgegeben. Zur Auswertung einer bestimmten anatomischen Struktur muss der Anwender daher die ROI genau auf die Kontur der Struktur anpassen. Durch die automatische Segmentierung in dem neuen Verfahren ist dies nicht notwendig und die Volumenanteile der Basismaterialien werden für jede Region getrennt ausgegeben.

Eine Dreimaterialzerlegung als Referenzverfahren zeigte deutliche Einschränkungen bei der Auswertung von Knochenstrukturen. Mit den Basismaterialien Fett, Leber und Jod ließen sich in der Simulation die Volumenanteile im Weichgewebe bestimmen – bei Knochenstrukturen ergaben sich aufgrund unpassender Basismaterialien keine sinnvollen Ergebnisse.

Als weiteres Referenzverfahren wurde eine Multimaterialzerlegung ausgewählt, die neben Fett, Blut und Jod auch Knochen sowie Luft als Basismaterialien verwendet. Durch den Aufbau des Algorithmus wurden Fettanteile in Anwesenheit von Kontrastmittel in der Simulation nicht erkannt. Außerdem wurden mehrfach Luft und Knochenanteile im Gewebe quantifiziert. Knochenstrukturen von geringer Dichte, wie sie beispielsweise auch bei Patienten mit Osteoporose oder Myelomen auftreten können, wurden in der Simulation ebenfalls nicht als solche identifiziert.

Der Anwender erhält durch die segmentierungsgestützte Materialquantifizierung mehr und detailliertere Ergebnisse durch die Segmentierung verschiedener anatomischer Strukturen und genauere Ergebnisse in Bezug auf die Art der anatomischen Struktur.