

Martin Wagner
Dr. sc. hum.

Model-based reconstruction of time-dependent volumes in interventional computed tomography (Perfusion quantification using slow rotating C-arm systems)

Promotionsfach: Radiologie

Doktormutter: Frau Prof. Dr. rer. nat. Sabine Heiland

Die interventionelle Bildgebung ist heutzutage ein wichtiges Werkzeug im klinischen Alltag, insbesondere für die Durchführung von minimal-invasiven Eingriffen. Dadurch ist der Radiologe in der Lage den Eingriff zu überwachen und unmittelbar danach den Ausgang zu kontrollieren. Die zweidimensionale Angiographie, aber auch die Rekonstruktion von dreidimensionalen Volumen gehören mittlerweile zum Standard bei interventionellen C-Bogen Geräten. Im Unterschied zum Spiral-CT, ist die Rotationszeit des C-Bogens bei Geräten für den interventionellen Bereich deutlich langsamer. Das erschwert die Aufnahme von Parametern wie dem Blutfluss, die eine dynamische Messung voraussetzen. Die Bestimmung von Perfusionsparametern ist jedoch vor allem bei vaskulären Erkrankungen des Patienten hilfreich um den Zustand des Patienten einschätzen und den möglichen Nutzen von Eingriffen vorhersagen zu können.

In dieser Arbeit wird ein modellbasierter Rekonstruktionsalgorithmus vorgestellt um den dynamischen Verlauf des Kontrastmittels pro Voxel zu bestimmen. Hierfür wird für jeden Voxel ein mathematisches Modell geschätzt, welches die Konzentrations-Zeit-Kurve beschreibt. Die Gamma-Variate zeigte für die Darstellung von gemessenen Kontrastmittelkurven die höchste Genauigkeit unter Berücksichtigung der dafür benötigten Parameter. Die Optimierung der Modellparameter basiert auf der *Simultaneous Algebraic Reconstruction Technique* (Simultane Algebraische Rekonstruktionstechnik) wobei der Optimierungsschritt in jeder Iteration und für jeden Voxel mit Hilfe des Levenberg-Marquardt Algorithmus' geschätzt wird.

Die Genauigkeit der so erstellten Rekonstruktionen wurde sowohl in Simulationen mit Phantom-Daten, als auch anhand von tierexperimentellen Daten ausgewertet. Mit Hilfe der Simulationen wurde das Verhalten der Rekonstruktion bei unterschiedlichem Rauschen bestimmt und verschiedene Regularisierungsmethoden miteinander verglichen. Außerdem wurde die Auswirkung von Rekonstruktionsparametern untersucht, wobei vor allem das Verhältnis von Schrittweite zur Anzahl der gesamten Iterationen die Qualität der Rekonstruktionen beeinflusste. Anschließend wurde der Algorithmus mit der direkten Schätzung der Perfusionsparameter aus den interpolierten gefilterten Rückprojektionen verglichen. Der modellbasierte Ansatz war dabei in Bezug auf die Qualität der Rekonstruktionen in allen Experimenten überlegen. In der Simulation mit Phantom-Daten wurde bei realistischen Rauschverhalten eine Korrelation von über 85 % bei der Bestimmung des zerebralen Blutvolumens mit einem Abtastintervall von sechs Sekunden erreicht. Bei realen Daten war die Übereinstimmung mit Perfusions-CT Messungen

deutlich geringer, was zum einen auf die Schwierigkeiten bei der Auswertung zurückzuführen ist. Zum anderen spielen dabei aber auch Inkonsistenzen, die bei der Aufnahme der Daten entstehen (z.B. durch Bewegung von Objekten), eine Rolle. Insgesamt zeigte der vorgestellte Algorithmus eine deutliche Verbesserung gegenüber dem direkten Ansatz und könnte einen wichtigen Schritt in Richtung Perfusionsmessung in der interventionellen Bildgebung darstellen.