

LoDosAngio

Novel Methods for Ultra-low Dose CBCT in Angiography

Programm / Ausschreibung	KS 24/26, Bridge 2024, Bridge Ausschreibung 2024/01	Status	laufend
Projektstart	01.01.2025	Projektende	31.12.2027
Zeitraum	2025 - 2027	Projektlaufzeit	36 Monate
Keywords	CBCT; low dose imaging; non-conventional trajectories; low contrast agent; iterative reconstruction		

Projektbeschreibung

Die Cone-Beam-Computertomographie-Angiographie (CBCT) wird zunehmend in der interventionellen Radiologie eingesetzt, um interventionelle Verfahren zu erleichtern und mit Bildinformation zu unterstützen. Moderne Angiographien werden mittels Injektion eines radioopaken Kontrastmittels in die Blutgefäße durchgeführt, kombiniert mit 3D-CBCT-Bildgebung, um den Blutfluss und Gefäßzustand zu untersuchen. Heutzutage wird die durch CBCT dem Patienten zugeführte Strahlendosis zu einem zunehmenden Anliegen. Die Anforderung einer hervorragenden Bildqualität geht in der Regel mit einer hohen Strahlendosis einher, was allerdings Bedenken hinsichtlich kurz- und langfristiger Strahleneffekte aufwirft. Darüber hinaus wurde gezeigt, dass solche Kontrastmittel in verschiedenen Angiographieanwendungen zu verschiedenen Nebenwirkungen führen können. Das übergeordnete Ziel des geplanten Projekts besteht darin, Methoden zu entwickeln und zu validieren, um die Gesamtstrahlendosis (und die Kontrastmittelmenge) während CBCT-Angiographieverfahren signifikant zu reduzieren. Das Grundkonzept ist, dass für derartige Verfahren normalerweise ein a priori 3D-Bild verfügbar ist, das zur Konditionierung der Rekonstruktion der späteren, interventionellen CBCT-Scans verwendet wird, welches mit einer wesentlich geringeren Strahlendosis/Projektionsanzahl aufgenommen werden. Im geplanten Projekt streben wir zunächst die Entwicklung neuartiger Rekonstruktionsalgorithmen an, die durch a priori Bildinformation gestützt werden, um ein nachfolgendes CBCT-Bild mit wesentlich weniger Projektionsnummern zu rekonstruieren und somit die Strahlendosis signifikant zu reduzieren und den Aufnahmeprozess zu beschleunigen. Es wird auch nach einem optimalen Kompromiss zwischen der Projektionsanzahl und der Kontrastmittelmenge geforscht, um die benötigte Jod-basierte Kontrastmitteldosis zu reduzieren. Zusätzlich wird die Kompatibilität dieses Ansatzes mit dem (Niedrig-)Kontrastmittel CO2 untersucht. Als zweites Hauptziel dieses Projekts streben wir die Entwicklung neuartiger CBCT-Akquisitions-Trajektorien an, die in Verbindung mit den vorgeschlagenen fortschrittlichen Rekonstruktionsalgorithmen mit vorherigen Bildern verwendet werden sollen, um die Gesamtstrahlendosis weiter zu reduzieren und die Scan-Zeit für erweiterte (longitudinale) FOV-Bildgebung zu verringern. Der Fokus dieses Projekts liegt auf Anwendungen für die zerebrale Angiographie und die Angiographie der unteren Extremitäten. Darüber hinaus werden wir die Funktionalität und Leistungsfähigkeit der entwickelten Techniken am Loop-X-System (medPhoton, Salzburg, Österreich) überprüfen. Die Ergebnisse dieses Projekts können dazu beitragen, CBCT-Angiographie mit extrem geringer Strahlendosis, schnellerer Bildaufnahme, geringerem Kontrastmittelverbrauch und größerem FOV zu ermöglichen, was zu einer optimaleren Diagnose und Behandlung führt und letztendlich die Sicherheit und die Ergebnisse für die

Patienten verbessert.

Abstract

Cone-beam computed tomography (CBCT) angiography is increasingly being used in the interventional radiology suite to facilitate and guide interventional procedures. Modern angiography is performed by injecting a radio-opaque contrast agent into the blood vessel joint with 3D CBCT imaging to examine blood flows. Nowadays, the radiation dose introduced by CBCT to the patient is becoming a major concern. The requirement for superior image quality usually comes at the cost of high radiation dose that raises concerns for short-term and long-term radiation effects. In addition, it has been shown that such contrast agents can lead to various side effects in several different angiography applications. The overall goal of the planned project is to innovate and validate methods to significantly reduce the total radiation (and contrast agent) dose during CBCT angiography procedures. The basic concept is that a prior 3D image normally is available for such procedures and that is used to constrain the reconstruction of the later CBCT scan(s) acquired with a much lower radiation dose/projection number. In the planned project, we first aim to develop novel prior image informed reconstruction algorithms to reconstruct a subsequent CBCT image with substantially fewer projection numbers, and thus significantly reduce the radiation dose and speed up the acquisition process. An optimal compromise between the projection number and the contrast agent amount will also be researched with the goal to reduce the iodine-based contrast agent dose needed. Additionally, the compatibility of this approach with lower contrast CO₂ contrast agent will be studied. As the second main objective of this project, we aim to develop novel source-detector CBCT trajectories to be used in conjunction with the proposed advanced prior image informed reconstruction algorithms in order to even further reduce the overall radiation dose and decrease scan time for extended (longitudinal) FOV imaging. The focus of this project is on applications for cerebral angiography and lower extremity angiography. In addition, we will verify the performance of the developed techniques on the Loop-X system (medPhoton, Salzburg, Austria). The results of this project may help to enable CBCT angiography with extremely low radiation dose, faster image acquisition, lower contrast agent and larger FOV, allowing for more optimal diagnosis and treatment, ultimately leading to greater safety and better outcomes for patients.

Projektkoordinator

- Danube Private University GmbH

Projektpartner

- Medizinische Universität Wien Zentrum für Medizinische Physik und Biomedizinische Technik
- medPhoton GmbH
- University of Cambridge Department of Applied Mathematics and Theoretical Physics