

ST 11: Novel X-Ray Tomographic Imaging

Chair: Christoph Hoeschen

Zeit: Donnerstag 14:00–15:50

Raum: A021

ST 11.1 Do 14:00 A021

Entwicklung eines Micro-CT Scanners für die dosisoptimierte in vivo Untersuchung von Modellorganismen — ●MATTHIAS KLAFTEN¹, OLEG TISCHENKO¹, THOMAS FÖRSTER¹, MARTIN HRABE DE ANGELIS² und CHRISTOPH HOESCHEN¹ — ¹Helmholtz Zentrum München, Institut für Strahlenschutz, Neuherberg — ²Helmholtz Zentrum München, Institut für Experimentelle Genetik, Neuherberg

Mit fortschreitender Miniaturisierung von CT-Systemen für den in vivo Einsatz hin zu Ortsauflösungen von unter 0,05 mm steigt die Strahlenexposition der zu untersuchenden Labortiere. Dies stellt eine hohe Belastung für den Organismus dieser Tiere dar und disqualifiziert sie in den meisten Fällen für nachfolgende Untersuchungen und Behandlungen, da strahlungsbedingte Effekte auf den Phänotyp nicht ausgeschlossen werden können. Eine Optimierung der Dosiseffizienz von Micro-CT Scannern ist daher sowohl unter Tierschutzaspekten als auch aus experimenteller Sicht entscheidend für die Erforschung menschlicher Erkrankungen anhand von Modellorganismen. Wir entwickeln ein Verfahren, das seine höchste Dosiseffizienz in einem Verbund aus einer neuartigen miniaturisierten CT-Geometrie und einem neuen Rekonstruktionsverfahren erreicht. Der Ansatz und erste Ergebnisse werden präsentiert. Die neue Geometrie erlaubt dabei variable Ortsauflösung innerhalb eines Scans ohne Umbau des Systems, sowie die Messung exakt paralleler Strahlen durch das Objekt, so dass die geometrischen Vorteile eines CT Scanners der ersten Generation mit der einfachen Handhabung moderner CTs gekoppelt werden kann.

ST 11.2 Do 14:20 A021

Tomographic reconstruction with a priori geometrical information — ●MATTIA FREDRIGO, ANDREAS WENGER, and CHRISTOPH HOESCHEN — Helmholtz Zentrum München, Institut für Strahlenschutz, Neuherberg

Computed tomography (CT) is critically important in medical diagnostics, but it is also the main source of human exposure to ionizing radiation. To reduce this risk factor, contemporary CT research strives to improve the trade-off between radiation dose and image quality, for instance by developing sensitive detectors (less radiation power), efficient irradiation geometries (less scattering and exposure) or optimized reconstruction algorithms (denoising, anti-aliasing, etc.). Examples of reconstruction strategies are direct algebraic inversion (ART), filtered Fourier back-projection (FBP) or orthogonal polynomial expansion on the disk (OPED).

A new reconstruction algorithm for CT is proposed, integrating a priori geometrical information in order to reconstruct images from an under-sampled Radon data set, thereby directly reducing the required radiation exposure for a given image resolution. The integrated geometrical information could be partial and provided by a less invasive but possibly otherwise limited diagnostic tool, like magnetic resonance imaging. The proposed algorithm extends the algebraic inversion strategy (where x is the reconstructed image, b is the Radon spectrum and A is the projection matrix) by means of a penalization term, consisting of a gaussian smoothing kernel S truncated at some given edges (the a priori geometrical information):

where β is a penalization parameter and I is the identity matrix. The numerical inversion is performed iteratively by the method of the conjugate gradient. An homogeneous and isotropic smoothing kernel penalization allows undersampling by imposing soft continuity conditions, generally blurring the image. By truncating the kernel on a given subset of known edges, these can remain sharp during the reconstruction. The available Radon data set information can therefore be more efficiently used to reconstruct the unknown areas. In algebraic terms, the global minimum of the penalized inversion is closer to the original image. We developed and implemented such an algorithm and investigated reconstructions from limited number of projections e.g. of the Shepp-Logan-phantom. Method and results will be shown.

ST 11.3 Do 14:40 A021

Innovative, unabhängige Verfahren zur Evaluierung der Qualität — ●ALEXANDER SCHEGERER¹, CLAUDIA BRUNNER¹, HELMUT SCHLÄTTL¹, BERNHARD RENGER² und CHRISTOPH HOESCHEN¹ — ¹Helmholtz Zentrum München, Institut für Strahlenschutz, Neuherberg — ²Klinikum rechts der Isar, Lehrstuhl für Röntgendiagnostik,

81675 München

Zielsetzung: Die maximal erreichbare Qualität von CT-Aufnahmen wird bei gegebener Dosis durch das Rauschleistungsspektrum (NPS) und die Modulationsübertragungsfunktion (MTF) bestimmt. Insbesondere bei der Evaluierung der MTF kommen bisher noch größtenteils visuelle, subjektive Methoden zum Einsatz. Desweiteren ist aufgrund herstellerepezifischer Konstanzprüfungen ein Vergleich der Bildqualität zwischen verschiedenen CT-Geräten erschwert. Wir entwickeln eines neutrales Verfahren, das der Bewertung der Bildqualität von CT-Aufnahmen dienen soll.

Material+Methodik: Im Gegensatz zur Projektionsradiographie werden die Bildgüteparameter MTF und NPS in CT-Systemen nicht ausschließlich von der Strahlungsdetektion am CT-Detektor beeinflusst. Die Bildgüte erfährt weitere Modifikationen durch die spezielle geometrische Anordnung von Quelle-Patient-Detektor und vom verwendeten Bildrekonstruktionsalgorithmus. Mit Hilfe von einfachen Prüfgeräten werden NPS und MTF bei verschiedenen Stufen der Bilderzeugungskette untersucht. Eine Analyse der Quantenausbeute des Detektors (DQE) kann nur über eine Untersuchung des inhärenten Bow-Tie-Filters erfolgen. Monte-Carlo Simulationen helfen, den Einfluß von Streuung auf die Bildgüte abzuschätzen.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen: Mittels unseres Verfahrens können nicht nur die Einflüsse von Detektor, Filter, geometrischer Anordnung und Rekonstruktionsverfahren auf die Bildgüte eines CT-Systems quantitativ bestimmt werden. Unser neutrales Verfahren bietet darüber hinaus auch die Möglichkeit dafür, diese Abhängigkeiten unter CT-Systemen unterschiedlicher Gerätetypen und -hersteller zu vergleichen.

ST 11.4 Do 15:00 A021

MTF Messungen im CT mit Hilfe eines Drahtes — ●CLAUDIA BRUNNER¹, ALEXANDER SCHEGERER¹, BERNHARD RENGER² und CHRISTOPH HOESCHEN¹ — ¹Helmholtz Zentrum München, Institut für Strahlenschutz, Neuherberg — ²Klinikum rechts der Isar, Lehrstuhl für Röntgendiagnostik, 81675 München

Die Bildqualität von Computertomographieaufnahmen wird anhand der Modulationstransfer-funktion (MTF) und des Rauschleistungsspektrums (NPS) bestimmt. Je nach verwendetem Algorithmus oder Rekonstruktionskernel ergeben sich dabei allerdings verschiedene Werte für die gleiche Messung. Auch der Vergleich mit neuartigen CT-Methoden ist auf diese Weise nur bedingt möglich. Um dieses Problem zu umgehen, wurden die Rohdaten der CT-Aufnahmen zur Bestimmung der Systemqualität verwendet. Zur Messung der MTF wurde ein 0.08 mm dünner Wolframdraht senkrecht durch die Gantry gespannt. Im Sinogramm ergibt sich eine Sinusfunktion, deren Amplitude umso höher ist, je weiter der Draht vom Isozentrum entfernt war. Durch Umsortierung dieses Sinogramms wird eine gerade Linie erzeugt, aus der sich die MTF berechnen lässt. Es werden Korrekturen angewandt, um sowohl den Abstand des Drahtes vom Isozentrum als auch eine nicht exakt senkrechte Ausrichtung zur Gantry zu berücksichtigen. Das Verfahren hat den Vorteil, dass es unabhängig von der Zeilenanzahl des CT-Systems ist, da nur das Sinogramm verwendet wird. Außerdem erhält man bei der Messung auch rekonstruierte Bilder des Drahtes, die zur Bestimmung der MTF im Bild verwendet werden können. Ein Vergleich mit der MTF der Rohdaten erlaubt Rückschlüsse auf die Rekonstruktion. Das Verfahren wird erläutert und erste Messergebnisse gezeigt.

Hauptvortrag

ST 11.5 Do 15:20 A021

PHASENKONTRAST MIT RÖNTGENSTRAHLEN FÜR BESSERE BILDER IN DER MEDIZINISCHEN DIAGNOSTIK — ●FRANZ PFEIFFER — Department Physik, Technische Universität München, Deutschland

Seit ihrer Entdeckung vor mehr als hundert Jahren, findet die Bildgebung mittels Röntgenstrahlen eine breite Anwendung in Forschung, Industrie, und Medizin. Die physikalische Grundlage der Kontrastentstehung beruht auf der Abschwächung von Röntgenstrahlung in dichteren Materialien, wie zum Beispiel, den Knochen im menschlichen Körper. Dieser Mechanismus liefert sehr guten Kontrast zwischen Knochen- und Weichteilstrukturen, ist jedoch kaum zur Differenzierung von, zum Beispiel, gesundem und erkranktem Tumorgewebe in Weichteilen ver-

wendbar.

Dieser Vortrag beschäftigt sich mit der Entwicklung und Anwendung von modernen Röntgenbildgebungsverfahren, die anstatt der Absorption explizit den Wellencharakter der Röntgenstrahlung ausnutzen, um eine bessere Sensitivität oder örtliche Auflösung zu erzielen.

Präsentiert werden vor allem unsere jüngsten Ergebnisse im Bezug auf die Entwicklung und Anwendung von Phasenkontrast- und Dunkelfeldbildgebung mit Röntgenstrahlen, die eine deutliche Steigerung des Kontrastes in zukünftigen klinischen Anwendungen erhoffen lassen.