

Künstliche Intelligenz kombiniert mit spektraler Bildgebung

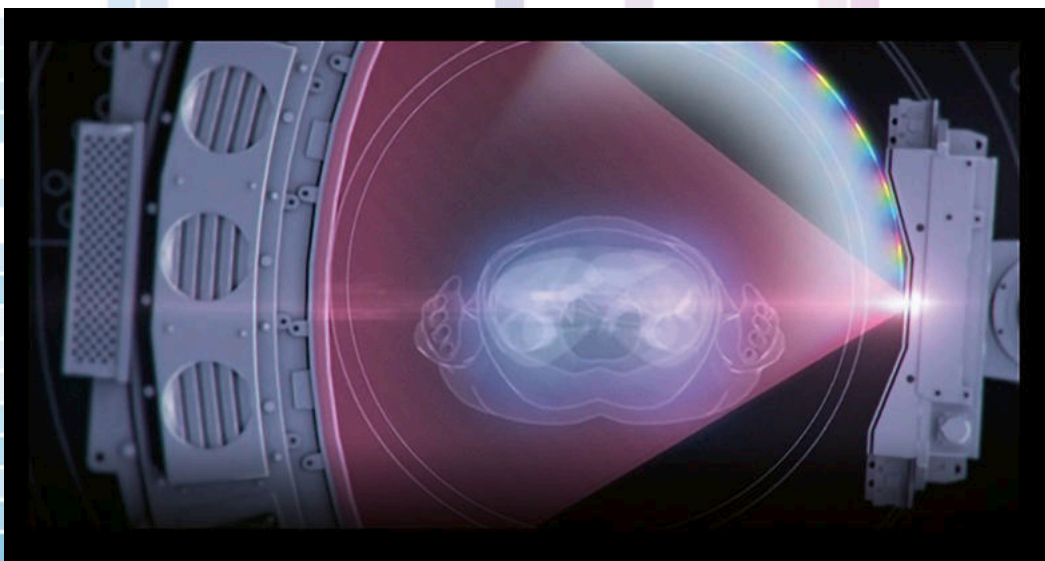
DEEP-LEARNING

Der brandneue Volumen-CT Aquilion PRISM von Canon Medical Systems vereint alle wichtigen Funktionen in einem einzigen High-End-Computertomographen und setzt sowohl während der Dual-Energy-Akquisition als auch bei der Rekonstruktion der Daten neue Maßstäbe, indem das System die spektrale Bildgebung mit der Deep-Learning-Rekonstruktion AiCE verbindet.

Die Anwendungen der spektralen Bildgebung wurden in den letzten Jahren immer wieder erweitert. Der neue Aquilion PRISM verbindet die spektrale Bildgebung mit der Deep-Learning-Rekonstruktion AiCE und ist der perfekte CT für „State-of-the-Art-Bildgebung“: Jodbilder bzw. die Quantifizierung von Jod, „Virtual-Non-Contrast“-Bilder, virtuelle monochromatische Bilder (35 keV – 135 keV inkl. „Slider“ für die Auswahl der kV), Reduktion von Beam-Hardening-Artefakten, Knochenentfernung, Bestimmung der Ordnungszahl („effective z“), „Electron Density“-Bestimmung, Gicht- und Nierensteinanalyse gehören zum klinischen Anwendungsspektrum der spektralen Bildgebung.

Umfangreiche klinische Anwendungen

Zu den Hauptanwendungen werden unter anderem die Kontrastmittelreduktion, die Bewertung der Jodaufnahme in Organen insbesondere bei onkologischen Fragestellungen wie auch die Gewebecharakterisierung gehören. Darüber hinaus bietet der neue Aquilion PRISM natürlich die etablierten Spezifikationen, wie die 320 parallelen Detektorreihen mit den hochauflösenden 0,5 mm Detektorelementen, die 30 Grad Gantryneigung zur Aussparung der Augenlinsen und den Laserkollimator um den Volumen-Scanbereich zu erkennen.



Der Aquilion PRISM akquiriert die Spectral-Imaging Daten mittels Rapid-kV-switching, welches x-fach pro Sekunde zwischen 80 kV und 135 kV schaltet.

SPECTRAL-IMAG

Akquisition der spektralen Datensätze mittels Neu: Dosismodulation bei Dual-Energy-Scans
Rapid-kV-Switching:

Dual-Energy-Daten können sowohl mit dem 16-cm-Volumen als auch mit der 8 cm Ultra-Helical-Spiralakquisition gescannt werden. Ein Dual-Energy-Volumen von 16 cm im Bruchteil einer Sekunde mit zwei Energien erfasst der Aquilion PRISM „Rapid-kV-Switching“, eine raschnelle kV-Umschaltung während der Rotation.

Die physikalischen Vorteile des „Rapid-kV-Switching“ liegen auf der Hand: Beim Volumen-Spektral-Imaging

80 kV und 135 kV nahezu simultan erfasst und aus gleicher Richtung akquiriert, sodass man von räumlicher und zeitlicher

Uniformität beider Datensätze sprechen kann. Eine exzellente Energie-Separation ist die Folge und es kommt zwischen beiden Energieniveaus zu keinem zeitlichen Versatz. Volumen-CT stört die sekundäre Röhren-Detektor-Bildgebung die Primärerfassung nicht.

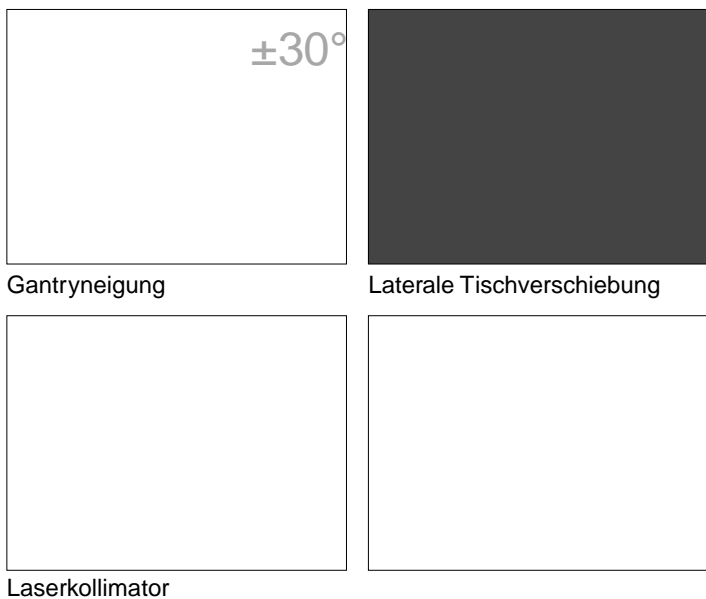
Um die Dosis auch bei der spektralen Bildgebung so niedrig wie möglich zu halten, wird der Röhrenstrom in Patientensichtungsrichtung individuell moduliert. So bleibt die Bildqualität (Signal-zu-Rausch-Verhältnis) gleichbleibend hoch und die Dosis kann mittels der patientenspezifischen Dosismodulation SureExposure auf das übliche Maß eines diagnostischen Scans minimiert werden – und das bei gleichbleibend

hoher Bildqualität im Vergleich zur etablierten modell-basierten Rekonstruktion AiDR-3D-Enhance.

Dual Energy mit Deep-Learning

Die Rekonstruktion beider Datensätze wird ein Deep-Learning-Algorithmus in zwei Durchläufen angewendet. Im ersten Schritt vervollständigt der Deep-Learning-Algorithmus die Rohdaten des Sinogramms, die sogenannte „Rohdatenrestauration“ mit „zero-o set“ zwischen beiden

Weltpremiere
in Chicago auf dem
RSNA 2019:
Deep-Learning-
Spectral-Volumen-CT
Aquilion PRISM
von Canon Medical
Systems



Die AiCE Deep-Learning-Rekonstruktion verfügt über ein mehrschichtiges neuronales Netz, um das Rauschen in den Bildern maximal zu reduzieren. Die Kombination von Spectral-Imaging mit der AiCE Deep-Learning-Rekonstruktion ist einzigartig.

Der AiCE Trainingsprozess des neuronalen Netzes findet im Werk auf einer Hochleistungshardware statt. Die Anzahl der Iterationen ist um ein Vielfaches höher als in der klinischen Umgebung, in der weit weniger Zeit für die Rekonstruktion der Bilder zur Verfügung steht. Das validierte Neuronale Netz wird anschließend für die Bildrekonstruktion beim Kunden auf eigener Hochleistungshardware installiert und steht vor Ort für die Rekonstruktion der Daten aus der täglichen Routine zur Verfügung. Der Schlüssel zu einem erfolgreichen neuronalen Netz liegt in dessen Training. Das Netz muss dabei sein Ausgabebild mit einem Goldstandard

Energien. Das vollständige Sinogramm beider Datensätze wird mit dem Referenzbild verglichen, um seine Qualität zu beurteilen. Das vollständige Sinogramm wird mit „Deep-Learning-Views“ erzeugt und zu lernen, das heißt die Wichtung seiner Neuronen

Der zweite Deep-Learning-Algorithmus rekonstruiert die Bilddaten aus beiden nun vollständigen Rohdatensätzen. Das neuronale Netz der AiCE-Technologie verfügt über Tausende von Neuronen, die Merkmale analysieren. Das neue AiCE-Netz „lernt“ Bildmerkmale und deren Bedeutungsgrad, indem es Parameter wie Gewichtung und Tendenz anpasst, um die Rekonstruktion zu optimieren.

Die Besonderheiten des neuen Aquilion PRISM sind: das Volumen-Spectral-Imaging ist sowohl mit Goldstandard-Klinikreferenzbildern, die mit höherem Röhrenstrom pro Volumen wie auch mit der 8 cm Ultra-Helical-Spirale für lange Scanbereiche möglich. Besonders hervorzuheben ist die Rekonstruktion erstellt wurden. Dabei werden die System Dosisneutralität im Vergleich zur modellbasierten AIDR-3DPR, die Systemphysik, die statistischen Eigenschaften des Scanners und die menschliche Anatomie in Form von Modellen berücksichtigt.

Nur eine kleine Auswahl klinischer Anwendungen des Spectral-Imaging dem Aquilion PRISM Volumen-CT

Der Aquilion PRISM nutzt die Deep-Learning-Rekonstruktion gleich zweifach für die spektrale Bildgebung. Zunächst werden die gemessenen Rohdaten, die Sinogramme, in einer ersten Deep-Learning basierten Rekonstruktion vervollständigt (sog. „Datenrestauration“). Im zweiten Schritt werden die rauscharmen Schichtbilder aus den Sinogrammen mithilfe des Deep-Learning-Algorithmus AiCE rekonstruiert. Unmittelbar danach steht eine Vielzahl von Auswertungen zur Verfügung.

Künstliche Intelligenz in Echtzeit

Da dieser zeitintensive Trainingsprozess vollständig im Werk durchgeführt wird, ist ein umfassend trainiertes neuronales Netz nach der Installation beim Kunden sofort in der Lage, in der Klinik den Routinebetrieb aufzunehmen und zu gewährleisten. Die rasante Rekonstruktion des Aquilion PRISM ermöglicht es dem Kliniker, die Vorteile der künstlichen Intelligenz zeitlich zu nutzen. So wie die iterativen Rekonstruktionsalgorithmen von Canon Medical ist auch AiCE umfassend in die SureExposure-Röhrenstrom-Modulation integriert. Das System passt automatisch das mA-Profil jedes einzelnen Patienten an die entsprechenden Vorteile und Dosisreduktionsmöglichkeiten der AiCE-Rekonstruktion an.

Ausführlicher Validierungsprozess

Um sicherzustellen, dass die AiCE Deep-Learning-Rekonstruktion auch bei niedrigen Röntgendosen sichere Ergebnisse liefert, umfasst das AiCE-Training auch Datensätze mit niedriger Qualität der Eingangsbilder. Diese wurden verwendet, um der AiCE-Technologie anzutrainieren, Bilder mit hoher Qualität aus Daten mit niedriger Eingangsqualität zu liefern. Der Algorithmus wurde mit unabhängigen Validierungs-Datensätzen geprüft, um eine umfassende Anwendbarkeit zu gewährleisten. Um die hohe Qualität zu gewährleisten, wurden von Medizinphysikern und Radiologen bei der Entwicklung der AiCE-Deep-Learning-Rekonstruktion tausende von Phantom- und Patientenbilder verwendet.

 de.medical.canon



Besonderheiten des Aquilion PRISM

Datenakquisition mittels „Rapid-kV-switching“: volles 50 cm Field-of-View für Dual-Energy-Daten, mA-Röhrenstrommodulation zur Dosisminimierung und Spectral-Volumen-Akquisition im Bruchteil einer Sekunde