

Assessment of low contrast detection in CT using model observers: Developing a clinically-relevant tool for characterising adaptive statistical and model-based iterative reconstruction

Julien G. Ott*, Alexandre Ba, Damien Racine, Anais Viry, François O. Bochud, Francis R. Verdun

Institute of Radiation Physics, Lausanne University Hospital, Rue du Grand Pré, 1, 1007 Lausanne, Switzerland

Received 30 November 2015; accepted 8 April 2016

Abstract

Purpose: *This study aims to assess CT image quality in a way that would meet specific requirements of clinical practice. Physics metrics like Fourier transform derived metrics were traditionally employed for that. However, assessment methods through a detection task have also developed quite extensively lately, and we chose here to rely on this modality for image quality assessment. Our goal was to develop a tool adapted for a fast and reliable CT image quality assessment in order to pave the way for new CT benchmarking techniques in a clinical context. Additionally, we also used this method to estimate the benefits brought by some IR algorithms.*

Materials and methods: *A modified QRM chest phantom containing spheres of 5 and 8 mm at contrast levels of 10 and 20 HU at 120 kVp was used. Images of the phantom were acquired at CTDI_{vol} of 0.8, 3.6, 8.2 and 14.5 mGy, before being reconstructed using FBP, ASIR 40 and MBIR on a GE HD 750 CT scanner. They were then assessed by eight human observers undergoing a 4-AFC test. After that, these data were compared with the results obtained from two different model observers (NPWE and CHO with DDoG channels). The study investigated the effects of the acquisition conditions as well as reconstruction methods.*

Results: *NPWE and CHO models both gave coherent results and approximated human observer results well. Moreover, the reconstruction technique used to retrieve the images had a clear impact on the PC values. Both models suggest that switching from FBP to ASIR 40 and particularly to MBIR produces an increase of the low*

Beurteilung von Niedrigkontrast Detektion im CT mit Model Beobachter: Entwicklung von einem klinisch relevanten Werkzeug um Adaptive Statistical und Model-Based iterativen Verfahren zu charakterisieren

Zusammenfassung

Zielvorgabe: *Ziel dieser Studie ist es die Qualität von CT Bildern in so einer Weise einzuschätzen, dass sie mit spezifischen Klinischen Anforderungen übereinstimmen. Allgemein werden klassische physische Metrik, wie zum Beispiel Fourier Metrik hierfür verwendet. Bemessungsmethoden, geführt durch eine Detektionsaufgabe, werden aber in letzter Zeit immer häufiger entwickelt, und wir möchten uns hier auf diese Methode von Bilderqualitätsbewertung verlassen. Unser Ziel war es, ein Werkzeug zu entwickeln für eine schnelle und zuverlässige CT Bildqualitätsbewertung, um so den Weg für neue CT Benchmarking Verfahren in einer klinischen Umgebung zu öffnen. Nebenbei haben wir diese Methode auch noch benutzt, um die durch bestimmte IR Algorithmus zugefügte Vorteile zu bewerten.*

Material und Methoden: *Eine modifizierte QRM Phantom, gefüllt mit 5 und 8 mm Kügelchen und mit einer Kontrast Ebene von 10 und 20 HU bei 120 kVp wurde benutzt. Bilder des Phantoms wurden erworben bei einer CTDI_{vol} von 0.8, 3.6, 8.2 und 14.5 mGy, bevor ein Wiederaufbau mit Verwendung von FBP, ASIR 40 und MBIR erfolgte. Sie wurden dann durch acht menschliche*

* Corresponding author: Julien G. Ott, Institute of Radiation Physics, Lausanne University Hospital, Rue du Grand Pré, 1, 1007 Lausanne, Switzerland. Tel.: +41 795562153.

E-mail: ottjulien1@gmail.com (J.G. Ott).

contrast detection, provided a minimum level of exposure is reached.

Conclusion: *Our work shows that both CHO with DDoG channels and NPWE models both approximate the trend of humans performing a detection task. Both models also suggest that the use of MBIR goes along with an increase of the PCs, indicating that further dose reduction is still possible when using those techniques. Eventually, the CHO model associated to the protocol we described in this study happened to be an efficient way to assess CT images in a clinical environment. In the future, this simple method could represent a sound basis to benchmark clinical practice and CT devices.*

Keywords: Computed tomography (CT), Model observer, Image quality, Dose reduction, Iterative reconstruction (IR)

Beobachter eingeschätzt, die sich einem 4-AFC Test unterzogen. Danach wurden diese Daten verglichen mit denen von zwei verschiedenen Modelbeobachtern erhaltenen Resultaten (NPWE und CHO mit DDoG Kanälen). Die Studie erforschte die Auswirkungen der Erfassungsbedingungen ebenso wie die der Wiederaufbau Methoden.

Ergebnisse: *NPWE und CHO Modelle hatten beide schlüssige Ergebnisse und waren auch im Einklang mit menschlicher Beobachtung. Die für die Bilder Zurück Gewinnung benutzte Wiederaufbautechnik hatte außerdem eine klare Auswirkung auf die PC Werte. Beide Modelle deuten an, dass das wechseln vom FBP zu ASIR 40 und speziell zu MBIR eine Verbesserung der schwachen Kontrast Erkennungen verschafft, sofern ein Minimum von Dosis erreicht ist.*

Schlussfolgerung: *Unsere Arbeit zeigt, dass ebenso CHO mit DDoG Kanäle und NPWE Modelle Resultate liefern, die gleichwertig zu Menschlichen sind, wenn eine Detektionsaufgabe vollzogen wird. Beide Modelle suggerieren auch, dass die Verwendung von iterativen Verfahren begleitet wird von besseren PCs, eine gute Anzeige dafür, dass weitere Dosis Reduzierungen mit dieser Technik möglich bleiben. Letztendlich ist das CHO Modell, verbunden mit dem in dieser Studie von uns beschriebenen Protokoll, dazu berufen ein effizienter Weg zu werden, um CT Bilder in einer Klinischen Umgebung zu beurteilen. In der Zukunft kann diese Methode eine solide Grundlage darstellen für den Benchmark zwischen Klinischen Praktiken und CT Geräten.*

Schlüsselwörter: Computed Tomography (CT), Model Beobachter, Bildqualität, Dosisreduktion, Iterativen Verfahren

1 Introduction

Since the beginning of the 1980s, the radiation dose delivered to patients via diagnostic X-ray imaging has continuously increased and now contributes to 25% of the total (man-made plus natural) dose. Among that 25%, the amount for which Computed Tomography (CT) is responsible raises a particular concern. Indeed, this modality's impact on the population's collective dose increased so much [1] that it has now become the largest single source of X-rays, representing in Switzerland for example, 8% of examinations yet 68% of the collective dose [2]. Patients certainly benefit from this kind of exam, but many efforts still have to be made in order to ensure that the benefits–risk ratio remains acceptable. Thus, the ongoing challenge in radiology is to ensure diagnostic image quality while minimising delivered dose. An efficient way to perform this optimisation scheme is to use an objective, task-related image quality assessment method.

Characterisation of image quality in CT has been done successfully by using Fourier transform derived metrics [3,4]. Among those metrics, noise power spectrum (NPS) or modulation transfer function (MTF) have been used extensively (details on their computation can be found in [5]). However, it is necessary to be careful when applying those metrics on non-stationary images or on images produced by nonlinear IR algorithms or by FBP when nonlinear filters are used [6]. In order to partially overcome those limitations, several authors have successfully adapted the above-mentioned Fourier transform derived metrics. Miéville for example averaged several NPS calculated at different radial positions on the slices to deal with the non-stationarity problem [7]. Richard and Brunner [8,9] developed an alternative to the MTF called target transfer function that uses an object at different contrasts in order to take the non-linearity into account when estimating the resolution. Concomitantly, quantitative measurements methods based on statistical decision theory and designed

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/5499444>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/5499444>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)