

Titre : Réduction de dose induite par tomographie de région d'intérêt par rayons X

Équipe d'accueil : CREATIS équipe Tomoradio

Encadrement : Aurélien COUSSAT (doctorant INSA de Lyon)

Contexte

Les techniques traditionnelles d'imagerie par rayon X fonctionnent par irradiation complète du patient à imager car cela garantit une complétude des données acquises par le scanner (les « projections ») qui simplifie fortement la reconstruction tomographique. Cependant, dans certaines situations, une telle irradiation n'est pas toujours possible, car les radiations doivent parfois être maintenues à très faible dose : certaines sensibilités des patients (par exemple, la grossesse) peuvent gravement accroître le risque des rayons X pour la santé. De plus, il arrive parfois que le patient soit trop large pour le champ de vue du scanner, forçant au mieux à irradier une sous-partie de l'objet. Dans ces cas-ci, le rayonnement X est concentré sur une certaine région que l'on nomme région d'intérêt. Une conséquence directe est la réduction de dose de radiation reçue par le patient en dehors du champ de vue du scanner.

Il est possible d'estimer grossièrement la quantité de réduction de dose par un simple calcul géométrique en calculant combien de rayons X traversent un point donné dans le patient lors de l'acquisition. Cependant, cette estimation doit être affinée pour rendre vraiment compte de la réduction de dose effectivement induite par le champ de vue réduit. La méthode expérimentale est d'effectuer une mesure sur fantôme physique, en plaçant des dosimètres à différents emplacements du fantôme. Il existe des imageurs médicaux capables de produire un champ de vue réduit sans translation préalable du patient, comme l'ImagingRing développé en Autriche par medPhoton¹, dont la source et le détecteur peuvent tourner indépendamment. Toutefois, il est également possible, et moins coûteux, de réaliser des simulations Monte Carlo afin d'estimer la réduction de dose.

Objectif

L'objectif de ce projet est d'estimer la réduction de dose induite par simulation Monte Carlo dans le cadre d'une méthode de reconstruction tomographique moderne nommée « inversion de la transformée de Hilbert à une extrémité »² [1]. Cette méthode, basée sur des résultats récents, permet de reconstruire intégralement le champ de vue du scanner tant qu'une petite partie de ce champ de vue se situe en dehors de l'objet en lui-même. Ainsi, la reconstruction tomographique de la région d'intérêt reste possible à partir de données fortement tronquées.

Méthodologie

La première phrase de ce projet sera de s'approprier, par le biais d'une revue de littérature, les différentes techniques de simulations pour le calcul de dose, comme la méthode Monte Carlo et ses méthodes de réduction de variance [2], [3]. Par la suite, des simulations seront mises en place, afin de

¹ <https://www.medphoton.at/>

² Dans la littérature : *one-endpoint inverse Hilbert transform*.

rendre compte quantitativement de la réduction de dose induite par l'inversion de la transformée de Hilbert à une extrémité. Ces simulations seront intégrées à GATE³, logiciel libre de simulation Monte Carlo basé sur Geant4⁴ capable de simuler les interactions des particules dans la matière. L'imageur ImagingRing pourra y être modélisé et testé [4]. L'objectif final est de quantifier avec précision la réduction de dose et, si les résultats le permettent, de valoriser cette étude sous la forme d'une contribution scientifique.

Profil recherché

- Master en physique médicale
- Connaissances en informatique : utilisation de systèmes GNU/Linux, création et utilisation de scripts (Bash, Python)
- Intérêt pour la recherche académique

Lieu du stage : Centre Léon Bérard, 28 rue de Laennec, 69008 Lyon.

Durée : Environ 6 mois.

Candidature : Envoyer CV et lettre de motivation à aurelien.coussat@creatis.insa-lyon.fr.

Références

- [1] M. Defrise, F. Noo, R. Clackdoyle, et H. Kudo, « Truncated Hilbert transform and image reconstruction from limited tomographic data », *Inverse Probl.*, vol. 22, n° 3, p. 1037-1053, juin 2006.
- [2] F. Smekens *et al.*, « Split exponential track length estimator for Monte-Carlo simulations of small-animal radiation therapy », *Phys. Med. Biol.*, vol. 59, n° 24, p. 7703-7715, déc. 2014.
- [3] F. Baldacci *et al.*, « A track length estimator method for dose calculations in low-energy X-ray irradiations: implementation, properties and performance », *Z. Für Med. Phys.*, vol. 25, n° 1, p. 36-47, mars 2015.
- [4] G. Vilches-Freixas *et al.*, « Technical Note: Procedure for the calibration and validation of kilovoltage cone-beam CT models », *Med. Phys.*, vol. 43, n° 9, p. 5199-5204, août 2016.

³ <http://www.opengatecollaboration.org/>

⁴ <https://geant4.web.cern.ch/>