
Validation d'un algorithme de recalage déformable basé intensité " Demons " à l'aide de fantômes numériques et de CT-patients

Aurélien Badey^{*†1}, Rafik Belkacemi¹, Véronique Bodez¹, Khamphan Catherine¹, Enric Jaegle¹, Maria-Elena Alayrach¹, Paul Martinez¹, Marc Alfonsi¹, and Robin Garcia¹

¹Institut Sainte-Catherine, Avignon – Institut Sainte-Catherine – 250 Chemin de Baigne Pieds, 84918 Avignon Cedex 9, France

Résumé

Introduction:

La radiothérapie adaptative (ou Adaptive Radiotherapy (ART)) est une technique qui permet de minimiser l'impact dosimétrique des changements anatomiques qui peuvent se présenter au cours du traitement. L'un des éléments-clés pour la mise en œuvre de l'ART est l'application d'un recalage déformable entre l'image initiale de planification et les images acquises au cours du traitement. Cette étude propose une méthode de validation, d'évaluation de performance et de précision de l'algorithme de recalage déformable basé intensité " demons " implémenté dans SmartAdapt® v.13.5 (Varian Medical Systems, E-U) pour la propagation de contours.

Matériel et méthodes:

L'évaluation était menée avec deux types de données : des fantômes numériques, et des images CT- CBCT de 5 patients traités pour des localisations ORL. Le logiciel IMSIMQA™ (OSL, UK) fournissait une bibliothèque de fantômes numériques, et la possibilité de générer des déformations. Des scénarios de déformation sur formes simples étaient créés et deux séries d'images étaient systématiquement obtenues pour chaque déformation induite: CTinitial et CTdéformé. La comparaison de contours était réalisée entre les contours déformés obtenus par SmartAdapt® et les contours d'expert sur le CTdéformé. Sur les séries d'images de patients, le but était d'évaluer la pertinence du recalage déformable avec des modifications anatomiques non maîtrisables. Les études sur cas cliniques ORL, avec chacun trois séries d'images (CTJ0, CBCTJ16, CTrescan) évaluaient qualitativement et quantitativement la déformation de contours.

Des outils logiciels analytiques tels que l'indice de similarité Dice pour la comparaison des contours étaient utilisés. Qualitativement, pour les cas cliniques, un radiothérapeute sénior évaluait les contours obtenus à l'aide d'une échelle dédiée et les adaptait si besoin. Une estimation du gain de temps potentiel était également réalisée.

Résultats:

*Intervenant

†Auteur correspondant: a.badey@isc84.org

Sur fantômes numériques, les valeurs de Dice sont en moyenne de 0.84 ($2\sigma = \pm 0.13$) pour les scénarios de déformation testés. Pour les études sur CT patients, les valeurs de Dice sont en moyenne de 0,75 (min=0.64 ; max=0.92) et 0,73 (min=0.65 ; max=0.9) pour le recalage CTJ0-CTrescan et CTJ0-CBCTJ16 respectivement. La dispersion des valeurs est due au type d'organe et au choix de l'algorithme. Une variation jugée peu significative est obtenue entre le recalage mono-modalité (CT-CT) et multi-modalité (CT-CBCT). Par ailleurs, la propagation de contours réduit significativement le temps requis par les médecins pour le contour des images des patients pour les cinq dossiers étudiés.

Conclusion:

Une utilisation en clinique est envisageable avec ces résultats, vu les valeurs obtenues sur fantômes numériques et images CT-patients. SmartAdapt® permet un gain de temps significatif, par rapport au re-contourage manuel, dans les stratégies de re-planification. Cependant une validation par un opérateur compétent des contours déformés est indispensable.

Mots-Clés: Radiothérapie adaptative, Recalage déformable, Déformation de contours, Fantômes numériques, Tête et cou, Cone Beam CT