Resumé :

La tomographie par rayons X est une technique très utilisée en imagerie médicale pour observer les structures anatomiques des patients. A partir de mesures de l'absorption des rayons X par les tissus, un processus de reconstruction

permet d'obtenir des images du volume observé. En imagerie dentaire, le CBCT utilise un faisceau de rayons X conique et permet d'imager rapidement le volume 3D de la mâchoire. L'exposition aux rayons X est cependant dangereuse pour la santé, et l'enjeu principal de la tomographie X est d'obtenir des images de bonne qualité avec une dose minimale.

Les méthodes analytiques offrent des reconstructions rapides mais peu robustes lorsque les projections sont bruitées ou en faible nombre. Les méthodes itératives donnent la possibilité de prendre en compte la modélisation physique du problème et des connaissances a priori sur le volume. Récemment, l'essor des méthodes d'apprentissage profond et leur application au traitement des images ont suggéré de nouvelles pistes de recherche en tomographie.

L'objectif de cette thèse est d'implémenter des méthodes de reconstruction fiables et efficaces pour la reconstruction tomographique faible dose en imagerie dentaire.

Trois algorithmes itératifs, appliquant une régularisation par variation totale, ont été implémentés et appliqués sur fantômes et données réelles faibles doses. Les résultats ont montré la supériorité des méthodes itératives sur les méthodes analytiques.

Nous avons également testé les méthodes d'apprentissage profond en reconstruction tomographique. Des réseaux ont été entraînés de manière supervisée pour améliorer la qualité des images reconstruites avec faible dose. Les résultats ont été comparés avec ceux d'une méthode itérative.

Différentes méthodes de reconstruction tomographique ont été appliquées sur fantômes et données réelles. Les méthodes itératives ont montré de meilleurs résultats que la méthode analytique. Les méthodes d'apprentissage profond, s'appliquent sur reconstruction analytiques et surpassent les méthodes itératives en termes de temps de reconstruction, avec une meilleure qualité d'images.

Abstract :

X-ray tomography is a technique widely used in medical imaging to observe the anatomical structures of patients. From measurements of

the absorption of X-rays by the tissues, a reconstruction process allows to obtain images of the observed volume. In dental imaging, CBCT uses a conical X-ray beam and allows to quickly image the 3D volume of the jaw. However, exposure to X-rays is hazardous to health, and the main challenge of X-ray tomography is to obtain good quality images with a minimal dose.

Analytical methods offer fast reconstructions but are not very robust when projections are noisy or in low numbers. Iterative methods give the possibility to take into account the physical modeling of the problem and a priori knowledge of the volume. Recently, the development of deep learning methods and their application to image processing have suggested new avenues of research in tomography.

The objective of this thesis is to implement reliable and efficient reconstruction methods for low dose tomographic reconstruction in dental imaging. tomographic reconstruction in dental imaging.

Three iterative algorithms, applying a total variation regularization, have been implemented and applied on phantoms and real low dose data. The results showed the superiority of the iterative methods over the analytical methods.

We also tested deep learning methods in tomographic reconstruction. Networks were trained in a supervised way to improve the quality of reconstructed images with low dose. The results were compared with those of an iterative method.

Different tomographic reconstruction methods were applied on phantoms and real data. The iterative methods showed better results than the analytical method. The deep learning methods, applied on analytical reconstruction, outperformed the iterative methods in terms of reconstruction time, with a better image quality.