

Titre : Segmentation et détection des structures de l'aorte dans les images de Tomodensitométrie basées sur l'apprentissage profond impliquant un apprentissage entièrement et faiblement supervisé.

Mots clés : Apprentissage profond, tomodensitométrie sans contraste (NCCT), segmentation, détection de points de repère, apprentissage entièrement et faiblement supervisé, anévrisme de l'aorte abdominale (AAA), sténose valvulaire aortique (AVS)

Résumé : La réparation endovasculaire des anévrismes aortiques abdominaux (EVAR) et l'implantation valvulaire aortique transcathéter (TAVI) sont des interventions endovasculaires pour lesquelles l'analyse des images CT préopératoires est une étape préalable au planning et au guidage de navigation. Dans le cas de la procédure EVAR, les travaux se concentrent spécifiquement sur la question difficile de la segmentation de l'aorte dans l'imagerie CT acquise sans produit de contraste (NCCT), non encore résolue. Dans le cas de la procédure TAVI, ils abordent la détection des repères anatomiques permettant de prédire le risque de complications et de choisir la bioprothèse. Pour relever ces défis, nous proposons des méthodes automatiques basées sur l'apprentissage profond (DL). Un modèle entièrement supervisé basé sur la fusion de caractéristiques 2D-3D est d'abord

proposé pour la segmentation vasculaire dans les NCCT. Un cadre faiblement supervisé basé sur des pseudo-labels gaussiens est ensuite envisagé pour réduire et faciliter l'annotation manuelle dans la phase d'apprentissage. Des méthodes hybrides faiblement et entièrement supervisées sont finalement proposées pour étendre la segmentation à des structures vasculaires plus complexes, au-delà de l'aorte abdominale. Pour la valve aortique dans les CT cardiaques, une méthode DL de détection en deux étapes des points de repère d'intérêt et entièrement supervisée est proposée. Les résultats obtenus contribuent à l'augmentation de l'image préopératoire et du modèle numérique du patient pour les interventions endovasculaires assistées par ordinateur.

Title: Deep Learning based Segmentation and Detection of Aorta Structures in CT images involving fully and weakly supervised learning

Keywords: Deep learning, Non-contrast CT (NCCT), Segmentation, Landmark detection, fully- and weakly-supervised learning, Abdominal aortic aneurysm (AAA), Aortic valve stenosis (AVS)

Abstract : Endovascular aneurysm repair (EVAR) and transcatheter aortic valve implantation (TAVI) are endovascular interventions where preoperative CT image analysis is a prerequisite for planning and navigation guidance. In the case of EVAR procedures, the focus is specifically on the challenging issue of aortic segmentation in non-contrast-enhanced CT (NCCT) imaging, which remains unresolved. For TAVI procedures, attention is directed toward detecting anatomical landmarks to predict the risk of complications and select the bioprosthesis. To address these challenges, we propose automatic methods based on deep learning (DL). Firstly, a fully-supervised

model based on 2D-3D features fusion is proposed for vascular segmentation in NCCTs. Subsequently, a weakly-supervised framework based on Gaussian pseudo labels is considered to reduce and facilitate manual annotation during the training phase. Finally, hybrid weakly- and fully-supervised methods are proposed to extend segmentation to more complex vascular structures beyond the abdominal aorta. When it comes to aortic valve in cardiac CT scans, a two-stage fully-supervised DL method is proposed for landmarks detection. The results contribute to enhancing preoperative imaging and the patient's digital model for computer-assisted endovascular interventions.