Super-résolution implicite pour l'IRM cardiaque 3D+t

Nora Vogt[1], Karyna Isaieva[1], Jean-Sébastien Louis[1], Christian Weihsbach[2], Mattias Paul Heinrich[2], Freddy Odille[1,3], Pierre-André Vuissoz[1,3], Jacques Felblinger[1,3], Julien Oster[1,3]

[1]IADI, Université de Lorraine, INSERM U1254, Nancy, France, [2]Institut für Medizinische Informatik, Universität zu Lübeck, Lübeck, Allemagne, [3]CIC-IT, INSERM 1433, Université de Lorraine and CHRU Nancy, Nancy, France

Objectifs : Acquérir un volume d'images IRM cardiaques (3D+t) pour des rythmes pathologiques est extrêmement difficile car cela nécessite l'acquisition de plusieurs cycles cardiaques pathologiques pour obtenir une couverture complète du cœur en CINE. Nous proposons un modèle de champ neuronal qui combine plusieurs stacks de coupes d'IRM 2D en temps réel, en respiration libre pour obtenir une CINE 3D+t super-résolue en utilisant l'information provenant de signaux ECG et de respiration pour l'estimation du mouvement non-rigide.

Matériels et Méthodes : Nous avons acquis un ensemble de données pour trois sujets sains avec une acquisition en écho de gradient FLASH [1] en petit axe (SAX) et deux grand axes (LAX) (1.48×1.48×6-8mm), avec résolution temporelle 20ms (TR/TE : 2.22-2.42/1.46ms). Chaque pile était composée de 8 à 21 coupes avec 60 à 80 images temporelles différentes (1.2 à 1.6 secondes). Le champ neuronal dynamique proposé (cf. Fig.1) est inspiré de [2]. Le réseau prend comme entrées les coordonnées des pixels 3D, les phases cardiaques et respiratoires et permet de sortir les valeurs d'intensité correspondantes. Le modèle est entraîné pour chaque sujet et permet de reconstruire des images 3D+t CINE d'une résolution isotropique de 1.48 mm^3.

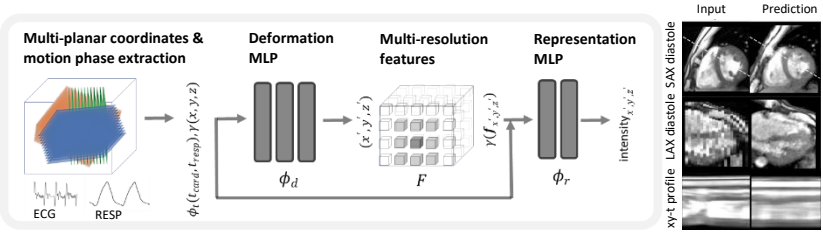

Figure 1 : L'architecture du modèle proposé et les résultats qualitatifs d'un exemple.

Résultats : La qualité de la reconstruction a été évaluée visuellement avec une reconstruction des bords prometteuse (Fig.1), et quantitativement avec l'indice de netteté (SI) [3] de 3,32±3,14 pour une interpolation sinc et de 4,11±2,18 pour notre modèle. Le temps moyen d'optimisation était de 94,04±55,93 minutes.

Conclusion : Même si l'estimation des cartes de mouvement reste perfectible, le modèle proposé permet d'apprendre une représentation latente du cœur en optimisant simultanément l'estimation du mouvement non-rigide et la super-résolution. Cette technique est prometteuse pour la reconstruction 3D CINE des rythmes anormaux.

Références : [1] Uecker M., et al., *NMR in Biomedicine* 2010; 23(8):986-994 [2] Fang J., et al., *arxiv :2205.15285*, 2022 [3] Blanchet G. and Moisan L., 10.1109/ICASSP.2012.6288070, 2012.

Remerciements : Ce travail a été soutenu par un financement de l'ERA-CVD Joint Translational Call 2019, MEIDIC-VTACH (ANR-19-ECVD-0004).