



SUPER-RESOLUTION ISOTROPE POUR L'IRM : UNE APPROCHE VARIATIONNELLE

Luis Amador, Marion Foare, Olivier Beuf, Hélène Ratiney, Eric Van Reeth

► To cite this version:

Luis Amador, Marion Foare, Olivier Beuf, Hélène Ratiney, Eric Van Reeth. SUPER-RESOLUTION ISOTROPE POUR L'IRM : UNE APPROCHE VARIATIONNELLE. Journées Recherche en Imagerie et Technologies pour la Santé (RITS), SFGBM (Société Française du Génie Biologique et Médical), Jun 2024, Aubière, France. ⟨hal-04628336⟩

HAL Id: hal-04628336

<https://hal.science/hal-04628336v1>

Submitted on 28 Jun 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons CC BY 4.0 - Attribution - International License

SUPER-RESOLUTION ISOTROPE POUR L'IRM : UNE APPROCHE VARIATIONNELLE

Luis Amador^{1,2}, Marion Foare^{3,4}, Olivier Beuf¹, Hélène Ratiney¹, Eric Van Reeth^{1,3}

¹CREATIS, INSA Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1, Unité CNRS UMR 5220, Inserm U1294, F69621 Lyon, France

²SIEMENS Healthineers, 92400 Courbevoie, France

³CPE Lyon, Villeurbanne, 69100, France

⁴Univ Lyon, ENS de Lyon, Univ Lyon 1, CNRS, INRIA, LIP, Lyon, 69342, France

Introduction

L'imagerie par résonance magnétique (IRM) est une modalité d'acquisition d'images non invasive et non ionisante largement utilisée, qui est fondée sur le phénomène de la résonance magnétique nucléaire. Néanmoins, en raison du compromis entre le rapport signal-bruit et la résolution spatiale, les protocoles d'IRM 3D peuvent nécessiter un temps d'acquisition important. Certaines techniques de traitement d'images après acquisition ont été développées afin d'améliorer ce compromis. À cet égard, les approches de Super-Résolution Isotrope (SRI) ont démontré leur efficacité pour augmenter la résolution dans le contexte de la reconstruction d'images 3D [1], ainsi que dans l'amélioration du contraste dans le cas d'un volume reconstruit à partir des acquisitions 2D multi-coupes.

Méthodes

La SRI consiste à reconstruire un volume isotrope X à partir de la combinaison de plusieurs volumes anisotropes Y_n , qui sont acquis avec des orientations différentes, de sorte que l'on vérifie

$$Y_n = H_n X + V_n, \forall n = 1, \dots, N \quad (1)$$

Où V_n modélise le bruit d'acquisition du système. H_n est l'opérateur qui établit la correspondance entre l'objet à haute résolution X et chaque acquisition à basse résolution Y_n . Il prend en compte les éventuelles transformations géométriques, le sous-échantillonnage, ainsi que le flou engendré (fonction d'étalement du point ou PSF). En outre, le problème inverse (1) peut être posé sous une forme variationnelle régularisée :

$$\hat{X} \in \text{Argmin}_X \frac{1}{2} \sum_{n=1}^N \|Y_n - H_n X\|_2^2 + \theta R(X) \quad (2)$$

Où R est un terme de régularisation qui contient l'information a priori sur \hat{X} . Généralement les pénalisations de Tikhonov, ou la Variation Totale (TV) sont utilisées. Dans ce travail nous introduisons une approche qui est fondée sur un modèle discret de Mumford-Shah [2], qui permet d'obtenir une image continue par morceaux et une cartographie des contours associés.

Résultats

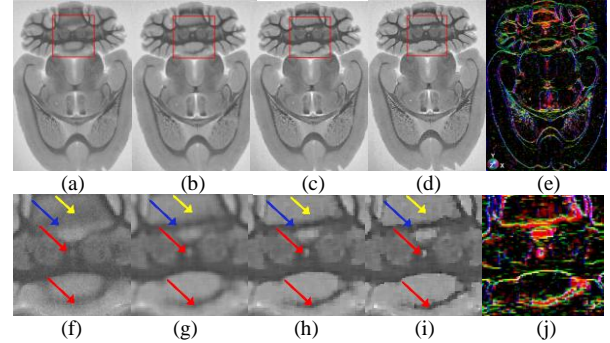


Figure 1: (a) acquisition coronale cerveau rat ex-vivo ($62.5 \times 62.5 \times 250 \mu\text{m}^3$) et (f) une section (carré rouge). Séquence employée : T2 Turbo RARE sur IRM Bruker 11.7T. Reconstructions SRI ($62.5 \times 62.5 \times 6.25 \mu\text{m}^3$) : (b), (g) Tikhonov, (c), (h) TV, (d), (i) méthode proposée, et (e), (j) représentation RGB de la carte de contours.

Discussion

Les méthodes SRI corrigent significativement le bruit et récupèrent des structures dégradées par l'effet de volume partiel (Figure 1), ce qui nous permet de distinguer plusieurs caractéristiques anatomiques qui ne sont pas résolues dans l'acquisition originale (flèches bleues). En particulier, cette amélioration est plus prononcée lorsque l'on considère la méthode proposée, qui montre une meilleure définition des bords (flèches rouges) et réduit les zones aplaties (flèches jaunes). En outre, la carte des contours (Figure 1e) fournit des informations morphologiques qui peuvent être utilisées dans diverses applications [3]. Les résultats présentés dans ce travail montrent une amélioration qualitative dans le contexte préclinique. Actuellement ils sont dans une étape de consolidation quantitative.

Références

1. E. Van Reeth et al Concepts in Magn. Res., 2012.
2. M. Foare et al, IEEE TIP, 2020.
3. I. Teh et al, Magn. Res. in Medicine, 2020.

Remerciements

Labex PRIMES (ANR-11-LABX-0063). Ce travail s'appuie sur des acquisitions réalisées sur PILoT.