

Décomposition en base de matériau en imagerie x spectrale: utilisation de la distance de Kullback-Leibler

Tom Hohweiller, Nicolas Ducros, Françoise Peyrin, Bruno Sixou

► **To cite this version:**

Tom Hohweiller, Nicolas Ducros, Françoise Peyrin, Bruno Sixou. Décomposition en base de matériau en imagerie x spectrale: utilisation de la distance de Kullback-Leibler. Recherche en Imagerie et Technologies pour la Santé (RITS) 2017, Mar 2017, Lyon, France. hal-01505225

HAL Id: hal-01505225

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01505225>

Submitted on 17 May 2017

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.

DÉCOMPOSITION EN BASE DE MATÉRIAU EN IMAGERIE X SPECTRALE: UTILISATION DE LA DISTANCE DE KULLBACK-LEIBLER

Tom Hohweiller (1), Nicolas Ducros (1), Françoise Peyrin (1) et Bruno Sixou (1)

1. Univ.Lyon, INSA-Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1, UJM-Saint Etienne, CREATIS CNRS UMR 5220, Inserm U1206, F-69621, LYON, France

Introduction

Le scanner X spectral est une nouvelle modalité d'imagerie qui permet de reconstruire les concentrations des matériaux constituant l'objet imagé. Les images 3D peuvent être obtenues en décomposant les projections en base de matériaux [1], avant l'étape de reconstruction tomographique. L'objectif de ce travail est de proposer une solution originale pour la décomposition en base de matériaux.

Méthodes

Soit $\mathbf{s} = \mathcal{F}(\mathbf{a})$ où \mathbf{s} sont les données multi-énergie acquises, \mathbf{a} , les images de concentration à reconstruire et $\mathcal{F}(\mathbf{a})$, le modèle direct initialement proposé dans [1]. La décomposition des projections peut s'écrire comme la minimisation de la fonction de coût suivante :

$$\mathcal{C}(\mathbf{s}, \mathcal{F}(\mathbf{a})) = \mathcal{D}(\mathbf{s}, \mathcal{F}(\mathbf{a})) + \alpha \mathcal{R}(\mathbf{a}) \quad (1)$$

où $\mathcal{D}(\mathbf{s}, \mathcal{F}(\mathbf{a}))$ est le terme d'attache aux données, $\mathcal{R}(\mathbf{a})$ est le terme de régularisation et α est le paramètre de régularisation. En général, le terme d'attache aux données est pris sous la forme d'une distance des moindres carrés [1]:

$$\mathcal{D}_{WLS}(\mathbf{s}, \mathcal{F}(\mathbf{a})) = \|\mathbf{s} - \mathcal{F}(\mathbf{a})\|_{\mathbf{W}}^2 \quad (2)$$

où \mathbf{W} est une matrice de pondération.

Dans ce travail, nous proposons d'étudier l'apport d'un terme d'attache aux données adapté au bruit de Poisson, à savoir la distance de Kullback-Leibler qui s'écrit :

$$\mathcal{D}_{KL}(\mathbf{s}, \mathcal{F}(\mathbf{a})) = \sum_i s_i \log \frac{s_i}{\mathcal{F}(\mathbf{a})_i} - s_i + \mathcal{F}(\mathbf{a})_i \quad (3)$$

La méthode est testée sur un fantôme numérique de souris dans lequel nous cherchons les tissus mous et les os. La décomposition en base de matériaux est effectuée en considérant un nombre de photons incidents variant sur la plage $n^0 = [10^2, 10^{2.2}, \dots, 10^4]$ et pour plusieurs valeurs du paramètre de régularisation α .

Résultats

Pour chaque nombre de photons et chaque α , nous calculons la somme de l'erreur relative pour chaque matériau, noté ζ . Nous désignons par $\hat{\alpha}$ le paramètre de régularisation minimisant l'erreur de décomposition pour un nombre de photons donné. La figure (1) représente l'évolution de l'erreur de décomposition associée à $\hat{\alpha}$ en fonction du nombre de photons, pour chacun des termes. La figure (2) illustre les images de la vérité terrain ainsi que les décompositions en base de matériau obtenues par WLS et KL pour $n^0 = 10^{2.2}$ photons.

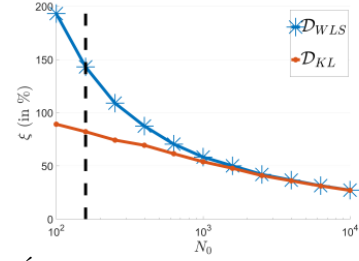


Figure 1 : Évolution de l'erreur en fonction du nombre de photon pour KL et WLS.

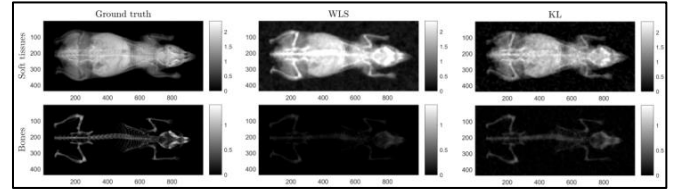


Figure 2: Décompositions des matériaux, en haut : tissus mous, en bas : os, pour $n^0 = 10^{2.2}$. Gauche : vérité terrain, milieu : WLS, droite : KL. Les images sont affichées avec la même dynamique de niveaux de gris..

Discussion et conclusion

Nous observons que le terme KL permet d'obtenir une meilleure décomposition que le terme WLS, en particulier pour de faibles nombres de photons incidents (figure (1)). Cette observation est renforcée au vu des décompositions. En affichant avec la même dynamique de niveaux de gris, nous pouvons voir que KL est plus fidèle à la vérité terrain que WLS (figure (2)).

En conclusion, nous avons pu montrer l'efficacité du terme KL pour un nombre faible de photons dans notre problème. Ces résultats restent à confirmer sur des données expérimentales.

Références

1. R. E. Alvarez and A. Macovski, "Energy-selective reconstructions in x-ray computerised tomography," *Physics in medicine and biology*, 21(5), pp. 733, 1976
2. N Ducros, J F P J Abascal, B Sixou, S Rit, and F Peyrin, "Regularization of Nonlinear Decomposition of Spectral X-ray Projection Images," preprint, 2016.

Remerciements

Ce travail a été réalisé grâce au soutien financier du LABEX PRIMES (ANR-11-LABX-0063) de l'Université de Lyon, dans le cadre du programme "Investissements d'Avenir" (ANR-11-IDEX-0007) géré par l'Agence Nationale de la Recherche(ANR). Il a en outre bénéficié d'une aide de l'état gérée par l'Agence Nationale pour la Recherche au titre du programme «investissements d'avenir » référencé ANR-11-INBS-0006».