

Estimation de paramètres IRM en grande dimension via une régression inverse

Fabien Boux, Florence Forbes, Julyan Arbel, Emmanuel Barbier

► **To cite this version:**

Fabien Boux, Florence Forbes, Julyan Arbel, Emmanuel Barbier. Estimation de paramètres IRM en grande dimension via une régression inverse. SFRMBM 2020 - 4e congrès de la Société Française de Résonance Magnétique en Biologie et Médecine, Mar 2020, Strasbourg, France. pp.1. hal-02428679

HAL Id: hal-02428679

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02428679>

Submitted on 6 Jan 2020

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.

Estimation de paramètres IRM en grande dimension via une régression inverse

Fabien Boux^{1,2}, Florence Forbes², Julyan Arbel² et Emmanuel Barbier¹

1 – Grenoble Institut des Neurosciences, Inserm, Univ. Grenoble Alpes, 38000 Grenoble, France

2 – Inria, Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP, LJK, 38000 Grenoble, France

Objectifs : L'imagerie par résonance magnétique (IRM) quantitative est bien souvent limitée à l'estimation d'un unique paramètre par acquisition ce qui peut devenir problématique lors de la caractérisation de systèmes dépendants d'un grand nombre de paramètres. Dans le but de s'affranchir de ce problème, [1] introduit la technique *fingerprinting* (MRF). Cette nouvelle approche combine une méthode d'acquisition de signaux uniques que l'on appelle les *fingerprints*, un dictionnaire de signaux simulés et un algorithme de reconnaissance visant à déterminer le signal du dictionnaire le plus « ressemblant » au *fingerprint* acquis. Bien que particulièrement efficace, cette méthode nécessite de générer un volumineux dictionnaire de couples signal-paramètres. Même pour des problèmes de taille modérée, le nombre important de signaux dans le dictionnaire rend l'utilisation de cette méthode impossible à mettre en œuvre [2]. Nous proposons ici une nouvelle approche de reconnaissance qui vise aussi bien à dépasser les limitations précédentes que d'améliorer la précision des estimations.

Matériels et Méthodes : Au lieu de comparer chaque signal observé à l'ensemble des signaux du dictionnaire, une régression est préalablement appliquée sur un dictionnaire de plus petite taille dans le but d'apprendre la fonction inverse qui permet d'estimer instantanément les paramètres à partir des *fingerprints*. Ici, la régression employée est la *gaussian locally linear mapping* (GLLiM) [3]. Il suffit ensuite pour estimer les paramètres d'appliquer la fonction apprise aux observations. Afin d'évaluer la méthode, des signaux sont simulés puis bruités. On peut ainsi comparer les valeurs estimées des paramètres par les différentes méthodes et les valeurs utilisées pour simuler les signaux. La comparaison est effectuée en calculant la racine de l'erreur quadratique moyenne normalisée (NRMSE) pour différentes amplitudes du bruit par rapport au signal.

Résultats : En faisant varier indépendamment le nombre de paramètres à estimer et le nombre de signaux du dictionnaire, on constate que la méthode fournit une erreur moyenne bien inférieure à la méthode de référence dans le cas qui nous intéresse : peu de signaux et beaucoup de paramètres. Ainsi pour l'estimation de 5 paramètres pour 4 tailles de dictionnaire différentes, on observe sur la *figure* qu'il faut atteindre 7776 signaux dans le dictionnaire avec la méthode MRF pour atteindre des performances semblables à celles obtenues par la méthode proposée avec 243 signaux. De plus, la régression GLLiM fournit une distribution complète des paramètres de sortie ce qui permet en plus d'estimer le paramètre par la moyenne de cette distribution, permet également de calculer un indice de confiance en calculant la variance.

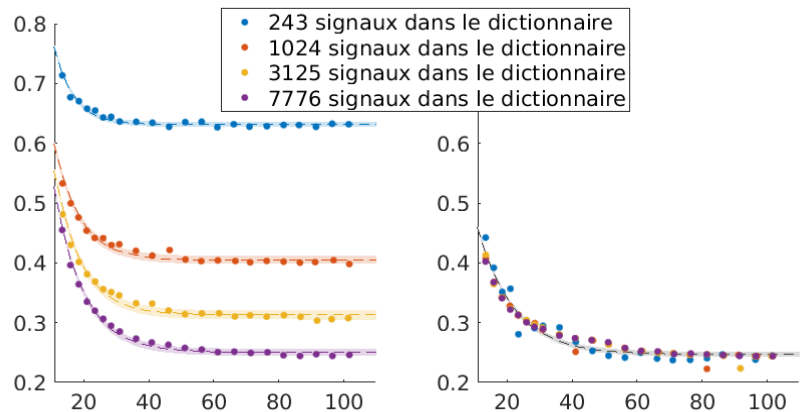


Figure : NRMSE moyenne sur 1000 estimations de 5 paramètres en fonction du rapport signal sur bruit pour différentes tailles de dictionnaire : (gauche) méthode MRF, (droite) méthode proposée

Conclusion et perspective : La méthode proposée présente de très bons résultats sur les données simulées et apparaît aussi résistante au bruit que la méthode MRF. En plus de fournir une estimation particulièrement performante comparée à la méthode de référence, un indicateur quant à la confiance à accorder à l'estimation est retourné à l'utilisateur. Ainsi, en excluant les points d'indice de confiance faible, on peut encore diminuer significativement l'erreur d'estimation moyenne. Les résultats sont à confirmer sur des acquisitions réelles de signaux.

Références :

- [1] Ma, Dan, et al. "Magnetic resonance fingerprinting." *Nature* 495.7440 (2013): 187.
- [2] Nataraj, Gopal, Jon-Fredrik Nielsen, and Jeffrey A. Fessler. "Dictionary-free MRI parameter estimation via kernel ridge regression." *Biomedical Imaging (ISBI 2017)*, 2017 IEEE 14th International Symposium on. IEEE, 2017.
- [3] Deleforge, Antoine, Florence Forbes, and Radu Horaud. "High-dimensional regression with gaussian mixtures and partially-latent response variables." *Statistics and Computing* 25.5 (2015): 893-911.