

Communication brève

Capteur ECG intelligent pour la synchronisation des séquences en IRM et le monitoring des patients[☆]

Smart MR ECG sensor for sequence synchronization and patient monitoring

J. Felblinger^{a,b,*,d}, J.-P. Blondé^e, S. Jovanovic^{a,b}, L. Rousselet^{a,b},
J. Oster^{a,b}, C. Pasquier^{a,b,d}, J. Pascal^{e,f}, L. Zhou^{e,f}, N. Pillet^{e,f}, J.-B. Schell^{e,f}, M. Ayachi^{e,f},
P.-Y. Marie^c, D. Mandry^{a,b,c}, D. Leval^g, M. Kraemer^g

^a *Imagerie adaptative, diagnostique et interventionnelle, Nancy université, 54511 Vandoeuvre-Lès-Nancy, France*

^b *Inserm U947, IADI U947, CHU Nancy Brabois, Tour Drouet-4, rue du Morvan, 54511 Vandoeuvre-Lès-Nancy, France*

^c *Radiologie et médecine nucléaire, CHU de Nancy, 54511 Vandoeuvre-Lès-Nancy, France*

^d *Inserm, CIC-IT 801, 54511 Nancy, France*

^e *InESS, université de Strasbourg, 67037 Strasbourg cedex, France*

^f *UMR 7163, CNRS, 67037 Strasbourg cedex, France*

^g *Schiller médical, 67160 Wissembourg, France*

Reçu le 14 janvier 2011 ; reçu sous la forme révisée 15 janvier 2011 ; accepté le 23 janvier 2011

Disponible sur Internet le 1 avril 2011

Résumé

L'imagerie par résonance magnétique (IRM) cardiaque devient un outil essentiel pour le diagnostic des pathologies cardiaques. Cette technique est très dépendante de la qualité de l'électrocardiogramme (ECG) et de la synchronisation des séquences d'acquisition IRM. Notre objectif a été de développer un capteur ECG « intelligent » totalement compatible avec l'environnement électromagnétique de l'IRM afin de : (1) permettre une synchronisation fiable des séquences IRM en incluant le traitement des troubles du rythme et les patients ayant des ECG de faible amplitude ; et (2) permettre un monitoring continu des patients pour tous types de séquences IRM. Pour atteindre ces objectifs, des capteurs ECG et de mesure de champ magnétique en 3D ont été développés en technologie microélectronique, auxquels nous avons associé un capteur pour la mesure des mouvements respiratoires. Ces derniers représentent correctement la respiration du patient permettant un meilleur contrôle de l'acquisition et de la reconstruction en IRM. Les circuits conçus sont totalement amagnétiques et peuvent donc être placés directement dans le champ de vue de l'IRM. La création d'une base de données ECG a été nécessaire pour mettre en œuvre et évaluer de nouvelles méthodes de traitement de signal comme des techniques de séparation de sources, de décomposition en ondelettes et des approches bayésiennes. Grâce à ces méthodes, il a été possible de supprimer la majorité des artefacts sur l'ECG pour un meilleur diagnostic et une très bonne synchronisation des séquences. En revanche, les méthodes de classification des troubles du rythme en IRM n'ont pas encore été complètement développées.

© 2011 Publié par Elsevier Masson SAS.

Mots clés : Capteurs de mouvements ; ECG ; IRM ; Microélectronique ; Microsystème ; Monitoring des patients ; Synchronisation

Abstract

Cardiac magnetic resonance imaging (MRI) has become an essential tool to diagnose several cardiac diseases. This technique is highly dependant on the accuracy of electrocardiogram (ECG) signals and on the sequence synchronization algorithm. Our goal was the development of a smart MR ECG, totally compatible with the MR environment for: (1) robust synchronization of MR sequences, including cases of pathologic ECG, rhythmic disorders, low amplitude ECG for patients who are excluded nowadays and (2) safe and continuous patient monitoring working for all MR examinations with detection of emergency situations. To achieve these objectives, an ECG amplifier and a 3D magnetic field sensor have been developed in microelectronic technology (chip). We have associated motion sensors to acquire respiration displacement during an MRI exam. These sensors give a correct representation of the patient breathing allowing advanced image reconstruction methods. The designed microelectronic

[☆] Cet article a été rédigé en vue de la publication dans le numéro spéciale ANR TECSAN « Technologies pour la santé et l'autonomie », volume 32/2 publié en avril 2011.

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : j.felblinger@chu-nancy.fr (J. Felblinger).

circuits are totally non magnetic, and can be placed in the imaging field of view. A dedicated ECG database was created to evaluate and validate new signal processing techniques as, independent component analysis, wavelet decomposition and Bayesian approaches. These methods allow to remove almost all artifacts on the ECG signal to achieve a better diagnosis and smart sequence synchronization. Classification of rhythmic disorder was not totally achieved.

© 2011 Published by Elsevier Masson SAS.

Keywords: ECG; Microelectronics; Microsystem; Motion sensor; MRI; Patient monitoring; Synchronization

1. Introduction

L'acquisition de l'ECG en IRM est nécessaire pour deux applications principales : la synchronisation des séquences d'imagerie cardiaque et le monitoring des patients [1]. L'IRM cardiaque est un outil diagnostique essentiel car il combine l'imagerie morphologique avec de l'imagerie fonctionnelle. Cette technique est très dépendante de la qualité de l'ECG et de la synchronisation des séquences d'acquisition des images. Pour la réalisation d'une image en IRM, dix à 15 cycles cardiaques sont nécessaires et la prise d'images doit être synchronisée avec le cycle cardiaque. Le monitoring est nécessaire pour les patients à risques (anesthésie, personnes âgées, jeunes enfants) et dans le cas d'épreuves d'effort ou d'intervention sous IRM. L'acquisition de l'ECG dans cet environnement électromagnétique reste très difficile en raison :

- du fort champ magnétique allant de 1,5 T à 7 T ;
- des gradients de champ magnétique dans les trois directions pour le codage spatial de l'image (50 mT/m/s–200 T/m/s) ;
- des impulsions radiofréquence de forte puissance [2].

Le champ statique déforme le signal ECG par l'effet magnétohydrodynamique et les gradients de champ magnétique créent des artefacts sur les signaux. De plus, les ondes radiofréquence utilisées peuvent présenter un danger aux patients en raison des conducteurs électriques nécessaires au recueil de l'ECG.

Pour réduire les interactions IRM–ECG, plusieurs solutions ont déjà été proposées. Les dérivations standards ont été remplacées par des dérivations plus proches du cœur avec des câbles plus courts [2]. Une acquisition en pseudo-vectocardiogramme (VCG) [3] permet une meilleure détection QRS. Quelques méthodes de suppression des artefacts ont déjà été proposées, notamment la méthode LMS [4–6].

Nous souhaitons associer la mesure de l'ECG avec la mesure des mouvements respiratoires. La méthode utilisée sur les IRM cliniques pour la mesure de la respiration reste la ceinture pneumatique placée autour du patient. Une variation de pression liée à la respiration permet d'obtenir une courbe respiratoire. Cette technique reste imprécise car elle ne permet pas de mesurer une position continue (apnée) du fait des légères fuites dans les systèmes.

Notre objectif a été de développer un capteur ECG « intelligent » associé à une mesure fiable des mouvements respiratoires afin de :

- permettre une synchronisation fiable des séquences IRM en incluant le traitement des troubles du rythme et les patients ayant des ECG de faible amplitude ;

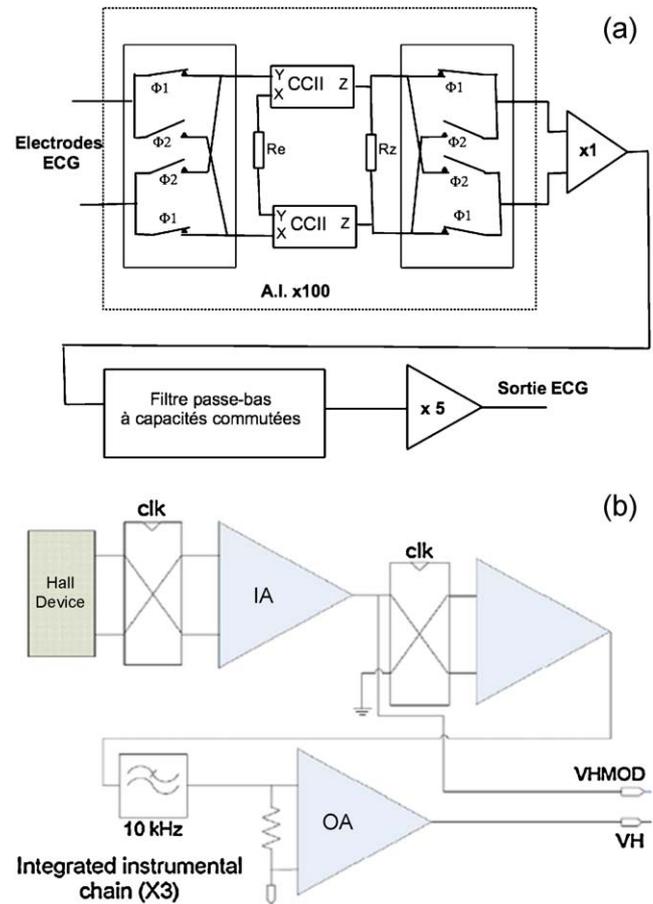


Fig. 1. a : synoptique capteur ECG ; b : synoptique capteur Hall.

- permettre un monitoring continu des patients pour tous types de séquences IRM.

Plusieurs challenges technologiques sont à relever pour atteindre ces objectifs :

- rendre le capteur ECG totalement compatible IRM pour pouvoir le placer dans le champ de vue IRM ;
- supprimer tous les artefacts sur le tracé ECG en temps réel pour atteindre un diagnostic de haut niveau et une bonne synchronisation des séquences ;
- permettre une classification des troubles du rythme en IRM pour améliorer la prise en charge de ces patients.

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/870907>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/870907>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)