

MRI 내에서의 생체신호 측정 시스템 설계

장봉렬, 박호동, 이경중
연세대학교 의공학과

Design of Bio-signal Acquisition System in MRI Environment

Bong-Ryeol Jang, Ho-Dong Park, Kyoung-Joung Lee
Department of Biomedical Engineering, Yonsei University
Center for Emergency Medical Informatics

E-mail : brjang@yonsei.ac.kr, hodong@bme.yonsei.ac.kr, lkj5809@yonsei.ac.kr

Abstract

In this paper, we designed bio-signal acquisition system in Magnetic Resonance Imager(MRI) Environment. In MRI Environment, Strong RF Pulse and Gradient Field Switching Noise exist and can cause distortion of ECG. By this, ECG can lose their important information. So we proposed a bio-signal acquisition system with robust immunity to RF pulse and gradient switching noise. In conclusions, the proposed system showed the prevent saturation of measured biosignal and possibility of using cardiac gating and respiration gating method.

I. 서론

MRI(Magnetic Resonance Imager)는 신체 내부의 영상을 비침습적으로 획득할 수 있는 장치이다. MRI 내에서 환자의 생체신호는 환자의 상태를 관찰하거나 MRI 영상개선을 위한 게이팅 영상법에 활용을 위해 정확한 신호획득이 필요하다. 그러나 MRI 실 내에서 환자의 생체신호 측정시 MRI 에서 영상을 획득하기 위해 강한 RF 펄스나 경사자계 인가시 발생하는 자장변화에 의해 잡음이 발생하게 된다. 발생한 잡음은 측정된 심전도 신호나 혈류신호를 포화시킴으로 인해 원하는 정확한 신호정보를 잃게 된다. 따라서 본 논문에서는 이와 같은 잡음의 영향을 최소화시키는 생체신호 측정 시스템을

을 설계하였다.

II. 방법

본 논문에서 설계한 시스템은 크게 MRI 차폐실 안에 설치하는 Sensor Box 와 차폐실 외부로 데이터를 전송하는 통신부로 구성되어 있다. 그림 1 은 생체측정 시스템의 전체 구성도이다.

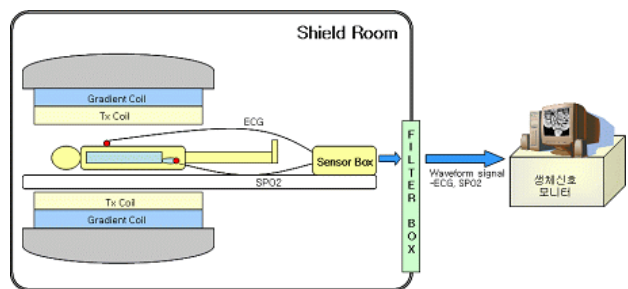


그림 1. 전체 시스템 구성도

Sensor Box 는 차폐실 내에서 심전도와 혈류파형을 측정하고 통신부를 이용해서 차폐실 외부로 전송한다. Sensor Box 는 RF 펄스로부터 측정 시스템을 보호하기 위해 알루미늄으로 제작되었으며 차폐실과 접지케이블을 이용해 연결하였다. 그림 2 는 Sensor Box 의 블록도이다.

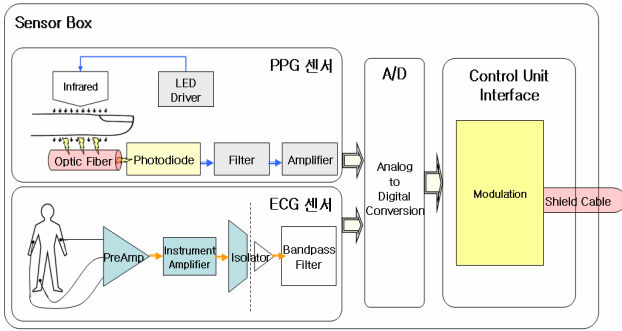


그림 2. Sensor Box 블럭도

Sensor Box 내부에 설계된 심전도 측정부는 3 리드 심전도를 측정하도록 구성되어 있다. MRI 용 카본 리드 및 전극을 사용하여 측정되었으며, 0.05Hz 에서 150Hz 대역의 아날로그 전처리 필터를 사용하였다.

혈류파형은 광케이블을 이용해 제작한 프로브를 사용해서 측정하였다. 광케이블은 자장의 영향을 받지 않으므로 측정모듈 내부에 영향을 미치지 않고 측정할 수 있다. 필터는 0.1Hz 에서 10Hz 대역을 가진 전처리 필터를 사용하였다.

Sensor Box 내부에는 PIC16F688 마이크로컨트롤러를 사용해서 10bit, 1Khz 샘플링을 사용해 A/D 변환을 하고 광케이블을 사용한 RS232 통신을 이용해 데이터를 외부로 전송한다.

III. 결과

본 논문에서 설계한 시스템을 이용해 MRI 환경에서 심전도 및 혈류를 측정해 보았다.

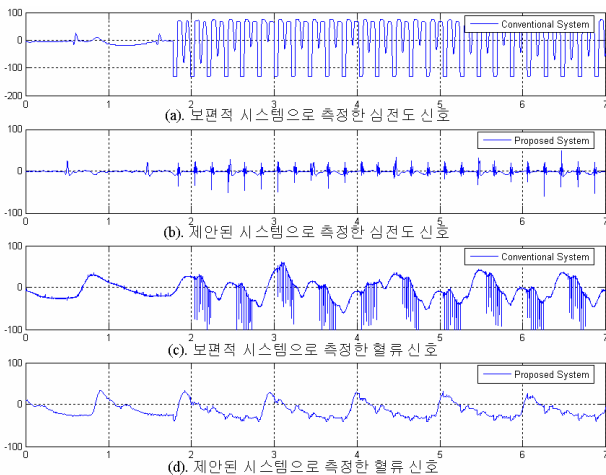


그림 3. 측정된 심전도 및 혈류파형

그림 3.(a)는 보편적으로 사용하는 심전계를 이용해 측정된 심전도이다. MR 영상을 획득하기 시작하면 심전도가 포화되는 것을 관찰할 수 있다. 이는 디지털 필터로 복원할 수 없을 만큼 신호가 왜곡되어 있다는 것을 관찰할 수 있다. 그림 3.(b)는 본 논문에서 제안한 시스템을 이용해 측정된 심전도이다. MR 영상 획득을 시작하면 RF pulse 와 경사자계 잡음이 측정되기 시작하지만 포화는 되지 않는 것을 볼 수 있다. 이런 현상은 3(c) 및 3(d)의 혈류파형에서도 관찰할 수 있다.

IV. 결론

본 논문에서는 MRI 환경하에서 사용할 수 있는 심전도 및 혈류 측정 시스템을 제안하였다. 일반적으로 사용하는 심전계 및 혈류 측정 모듈로서는 MR 영상 획득시 발생하는 RF pulse 와 경사자계로 인한 잡음에 의해 신호가 포화되는 결과를 보여주었다. 하지만 본 논문에서 제안한 시스템은 신호의 포화를 방지함으로써 신호가 가지고 있는 정보를 신호처리를 후 게이팅 영상법에 사용할 수 있는 가능성을 제시하였다.

ACKNOWLEDGMENT

This study was supported by a grant of the Korea Health 21 R&D Project, Ministry of Health & Welfare, Republic of Korea. (02-PJ3-PG6-EV08-0001)

참고문헌

- [1] Michael K. Laudon, John G. Webster, Richard Frayne, and Thomas M. Grist, "Minimizing Interference from Magnetic Resonance Imagers During Electrocardiography", IEEE TRANSACTIONS ON BIOMEDICAL ENGINEERING, VOL. 45, NO. 2, p160-164, FEBRUARY 1998
- [2] Anil N. Shetty, "Suppression of Radiofrequency Interference in Cardiac Gated MRI : A Simple Design", Magnetic Resonance In Medicine Vol. 8, p84-88, 1988
- [3] Jacques Felblinger, Christoph Lehmann, Chris Boesch, "Electrocardiogram Acquisition during MR Examinations for Patient Monitoring and Sequence Triggering" Magnetic Resonance In Medicine Vol. 4 p523-529, October, 1994