

심전도 전극부착 가이드 및 전극채널변경 기능을 가지는 ECG 장치 구현

권수범*, 신준협°

A Guide to Placement of Electrocardiogram (ECG) Electrodes on Body and Implementation of a New ECG System with Changeable ECG Channel Electrodes

Soo-bum Kwon*, Jun-Hyoup Shin°

요 약

병원에서 사용되는 심전도 측정장치의 주요 단점으로 착용의 어려움을 들 수 있다. 본 논문은 정확한 심전도 측정을 위해 여러 센서들이 몸에 정확히 부착되도록 유도하는 새로운 심전도 시스템을 제시한다. 이 새로운 ECG 시스템은 3가지로 구성되어 있는데, 심전도를 측정하는 측정부와, 파지여부를 감지하는 터치부와, 사용자 가이드를 위한 알람부가 있다. 알람부는 사용자에게 언제 어떤 ECG electrode를 신체에 부착하면 되는지 알려준다. 이 ECG 시스템을 이용하면 이용경험이 없는 사람도 심전도 센서를 순서에 맞게 부착할 수 있다는 것을 확인하였다.

Key Words : ECG Systems, User Guide, Multi-channel, Bio-information, Inductive swich

ABSTRACT

The main drawback to ECG systems used in hospitals is complicated processes of placement of ECG electrodes on body. This thesis presents a new ECG system that leads multi-channel ECG electrodes to be placed correctly on body for precise ECG measurement. The new ECG system comprises of 3 components; measurement part for measurement of ECG, touch part for recognition of finger grasp and alarm part for user guide. The alarm part notifies when, which and where the ECG electrodes need to be placed. By utilizing this new ECG system, it was confirmed that even untried users were able to correctly place the ECG channels on body.

I. 서 론

ICT 기술이 발전과 전세계적인 트렌드인 고령화 및 산업화에 따라서 건강에 대한 관심 증대로 다이어트, 미용 등의 웰니스 산업의 발전뿐 아니라 치료 목적의 헬스케어 시장에 대한 기대치가 급속도로 팽창하고 있다. 치료목적의 헬스케어 시장에 대한 수요 증

대와 기존 유선 활력증후 디바이스와 모니터링 장치와의 케이블에 대한 불편함 등(그림 1)으로 유헬스 산업에서 가장 영향력 있는 기술표준중 하나인 ISO/IEEE 11073 개인건강기기 표준이 제정되고 220여개의 다국적 의료기기업체들이 회원사로 구성된 Continua Health Alliance에서는 Continua Design Guideline 11073을 통하여 인증된 제품끼리 상호연동

* 본 연구는 정보통신기술진흥센터 연구과제(R7517-16-01860001002)의 지원으로 수행되었습니다.

• First Author : MTEC GLOBAL CO., LTD. scottk@mtecglob.com, 정희원

° Corresponding Author : MTEC GLOBAL CO., LTD. CIE, jhshin@shinsungcie.com, 정희원

논문번호 : KICS2018-02-034, Received February 6, 2018; Revised March 7, 2018; Accepted March 8, 2018

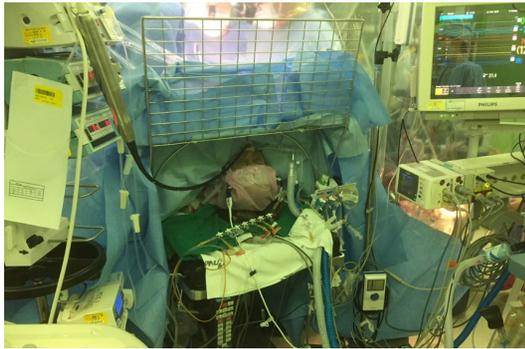


그림 1. 복잡한 유선 환자 모니터링 장치
Fig. 1. Complicated wire connections to a monitoring device

성을 보장하여, OMRON, AND 등 다양한 생체정보 진단 장치 업체들이 IoT, 무선 기반의 디바이스를 출시하고 있다.¹¹⁾

그리고 새로운 의료시장 확대, 급격한 글로벌 변화에 따른 의료산업의 경쟁 격화, 및 환자들의 수준높은 의료서비스에 대한 요구사항 등은 대규모 의료장비 및 의료 IT 시설의 투자²⁾를 요구하고 있다.

생체정보 진단장치의 호환성 확장성과 더불어 전문 의료진이 아니라도 환자가 맥내에서 혹은 숙달되지 않은 사용자가 용이하게 측정하는 제품들이 많이 출시되고 있으며, 삼성전자 갤럭시 시리즈 등의 스마트디바이스에도 스트레스 지수, 산소포화도 등 의료기기는 아니지만 간단하게 셀프케어 할 수 있는 제품들이 출시되고 각광 받고 있다.

이에 본 논문은 활력징후⁽³⁾를 측정하는 디바이스 중 사용법이 복잡한 제품중의 하나인 심전도 측정장치에 IoT 기술을 접목하여, 사용자에게 심전도 측정 방법을 유도하여 누구나 용이하게 심전도를 측정할 수 있게 하는 방법에 대한 가이드 및 병원이 아닌 외부에서도 쉽게 심전도를 측정할 수 있는 방법에 대한 검증을 목표로 한다.

II. 제안하는 심전도 전극부착 가이드 및 전극채널변경 기능을 가지는 ECG 장치의 구조

2.1 제안하는 심전도 전극부착 가이드 및 전극채널변경 기능을 가지는 ECG 장치의 구조

제안하는 ECG 측정 시스템은 다음과 같이 생체정보를 검출하는 센서모듈, 개발 ECG 측정기, ECG 운용 화면(그림 2)으로 나눌수 있다.

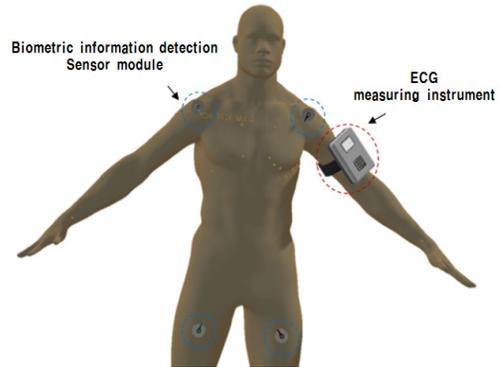


그림 2. 제안하는 ECG 시스템 형상도
Fig. 2. Proposed ECG system image

2.1.1 생체정보 검출센서

본 장치는 심전도 측정 생체정보를 상위 ECG본체에 전달하는 기능을 가지며 초기 사용자가 적용 대상자에게 전극 부착 시 본체의 부착 가이드 프로그램에 따라 부착하게 된다. 이때 사용자의 부주의로 잘못된 전극을 부착 하였을 경우 표시부의 색이 달라지며 상태를 인식하게 하고 전극을 교체하지 않아도 ECG 본체의 정상 포트로 자체 스위칭을 시행하여 기능상 문제는 발생하지 않도록 조치한다.

(1) 송신 데이터 (to ECG 본체)

- 생체정보
- 전극 부착여부
- 각 전극의 고유 ID(인식용)

(2) 송신 데이터 (From ECG 본체)

- 심전도 유도법에 따른 정상 위치 부착 여부

2.1.2 개발 ECG 본체

본 장치는 생체정보 검출 전극 모듈 5종과 기본적인 ECG 측정을 위한 데이터 관리 및 그래프 전시기능을 가지며, 상위 서버 및 게이트웨이와 무선 통신이 가능하며 정상 전극(생체정보 검출센서) 부착을 위한 대화형 프로세서를 제공한다.

2.2 심전도 전극부착 가이드 및 전극채널변경 기능을 가지는 ECG 장치 구현을 위한 고려사항

제안하는 심전도 전극부착 가이드 및 전극채널변경 기능을 구현할 경우 생체신호를 처리부에 있어 ECG 아날로그 데이터 신호처리가 정밀해지면 후단부의 DSP(중앙처리부, 연산부)가 데이터의 연산량 및 처리속도가 줄어들어 하드웨어의 크기 및 소모전력을 현

표 1. 설계 아날로그 회로검토를 위한 요소
Table 1. Consideration elements of analog circuit design

division	Content	note
Circuit Simulation Tools	- Tina-9	
Applied circuit	- ECG analog signal processing section based on 3 channels - Instrumentation amplifier circuit - Notch circuit - High pass filter - Low pass filter - Inverting amplifier circuit - Differential amplifying circuit - Peak detection circuit	
Reference input biosignal	- Steady-state ECG waveform	
Disturbance input element	- AC power noise - 1k high-frequency noise	
Simulation result	- Signal-processed biosignal	

저히 줄일 수 있게 된다. 이에 구현을 위해 고려해야 할 사항을 살펴보면 (표 1)과 같다.

III. 심전도 전극부착 가이드 및 전극채널변경 기능을 가지는 ECG 장치

이번 절에서는 심전도 전극부착 가이드 및 전극채널변경 기능을 가지는 ECG 장치의 기능을 실험하였다.

3.1 생체인식 검출 센서 모듈

제안된 기능구현을 위하여 아래 그림과 같은 구조를 가지도록 설계하였다.



그림 3. 제안된 구조의 생체정보 검출 센서 모듈
Fig. 3. Proposed sensor module for bio-information acquisition

3.1.1 각 부위 전극 부착여부 판단 개별 전극 ID 부여 기능

(1) 인체 부착 감지부 하드웨어 설계

저전력 차동 인덕티브 스위치와 자체 인덕티브 코일 설계기술을 활용하여 비접촉식 근거리 인체 감지 센서 개발을 진행하였다. 요소기술로는 인덕티브 코일 설계기술, 인덕턴스 변화 계측을 위한 회로설계기술, 안정적인 출력생성을 위한 시뮬레이션 및 정합성 시험을 통한 파라미터(시정수) 도출 기술이 요구되어진다.

- 전극의 유착여부 판단을 위하여 비접촉식 거리 감지센서를 활용한 기능구현
- 근거리 인체 피부인식을 위한 시험적 인덕티브 및 RC 시정수 도출
- 회로기판 조립체의 최소사이즈 구현을 위한 최적 PCB Artwork은 시험적 도출결과 값에 의한 인덕티브 코일 사이즈를 결정하고 표의 기준조건에 준하여 최소화하여 설계하였다.

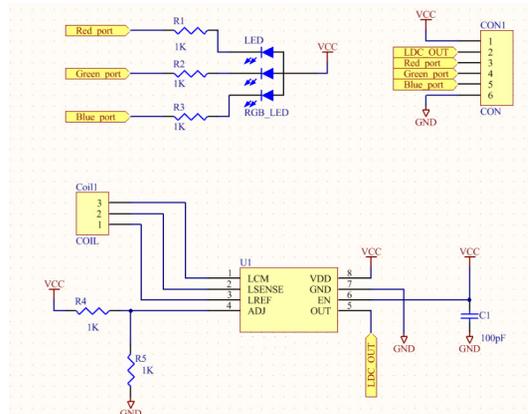


그림 4. 제안된 구조의 생체정보 검출 센서 모듈 하드웨어 회로도
Fig. 4. Hardware circuits of proposed sensor module for bio-information acquisition

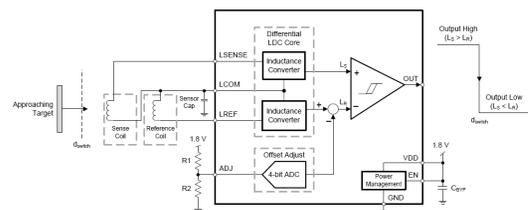


그림 5. 제안한 차동 인덕티브 스위치 회로의 Schematic
Fig. 5. Schematic of proposed differential inductive switch circuit

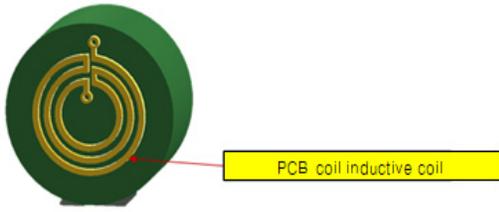


그림 6. 인덕티브 Coil Sensor
Fig. 6. Inductive coil sensor

표 2. 특성간략화
Table 2. Overview of characteristics

division	Content	note
size	- . 3Φ x 1t	Conceptual design
coil pattern	- . 5turn min - . 6mil trace - . 6mil space	Conceptual design

▪ 인덕티브 Coil Sensor의 전극 삽입

왼쪽 그림의 표시부와 같이 전도체 전극 중앙을 관통 홀 사이로 인덕티브 Coil Sensor 를 삽입하는 형태를 가지며 인체 접촉부와의 접촉을 방지하기 위하여 하위 코일부에 인체에 무해한 투명실리콘 몰딩을 통하여 보호하였다.

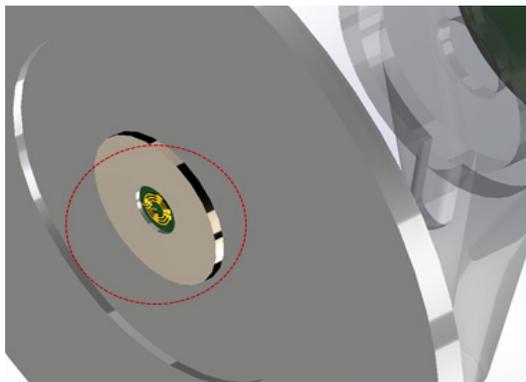


그림 7. 인덕티브 Coil Sensor의 부착 위치
Fig. 7. Location of inductive coil sensor attachment

- (2) 인체 부착 감지부 소프트웨어 설계
 - 아래의 그림에 제안된 구조의 순서도를 나타내었다.
- (3) 인체 부착 감지부 기능구현 여부 판단
 - 감지센서 개발을 위한 기본적인 시험 회로를 구성하여 시험적으로 본 제안 하드웨어의 기능구현

의 적합성을 사전 검토하였고 이를 바탕으로 최종 인덕티브센서 개발을 위한 Factor를 도출하여 최종적인 목표(최소사이즈, 전기적 특성 안정화 등)를 달성하였다.

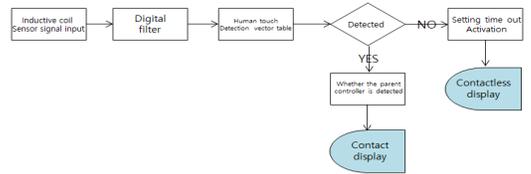


그림 8. 인체부착 감지 펌웨어 흐름도
Fig. 8. Flowchart of recognition for sensor attachment on body

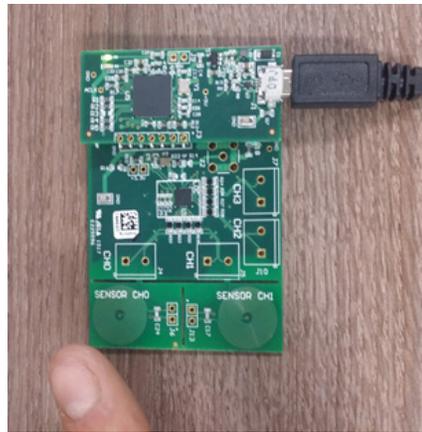


그림 9. 인덕티브 센서모듈 시험 인체 비접촉시
Fig. 9. Test of inductive sensor module without any contact

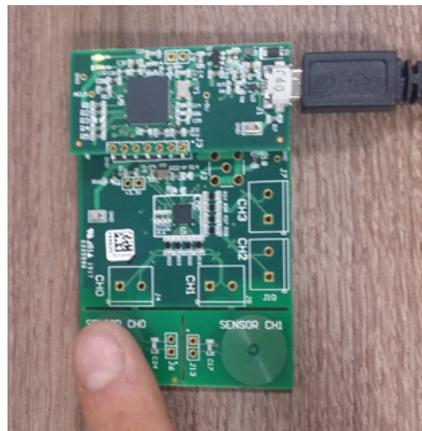


그림 10. 인덕티브 센서모듈 시험 인체 접촉시
Fig. 10. Test of inductive sensor module with finger contact

- 위 그림의 과정을 통하여 인체 피부 인식 정도를 확인한 결과 다음과 같은 특성을 도출하였고 미소한 변화를 신호인식이 가능한 정도상태의 값이 도출 될 수 있도록 인덕티브 센서(Coil PCB)를 설계하였다.

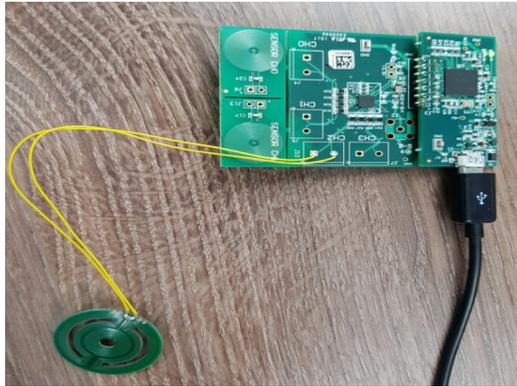


그림 11. 제작된 인덕티브 Coil Sensor
Fig. 11. Manufactured inductive coil sensor

(4) 제작된 생체 감지 모듈 구성 및 실험인체 접촉 시 아래의 그림과 같이 레벨 트리거 신호가 변경이 되며 전극의 인체감지 표시부는 접촉상태가 2초 이상 유지될 시 점등을 유지하게 되며 다음채널의 표시부가 점멸상태로 변경되어 해당 전극 부착을 유도하게 됨을 확인 할 수 있다.

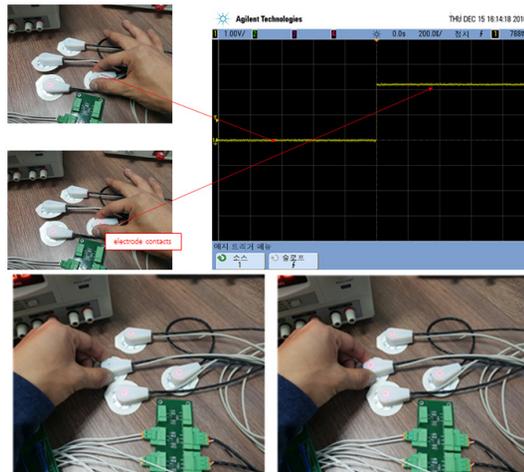


그림 12. 제작된 인체감지 센싱시험
Fig. 12. Test of the manufactured sensor

3.2 ECG 운용가이드를 위한 대화형 전극부착 및 오류요소 학습 프로그램

본 프로그램은 ECG 사용자가 심전도 유도법에 따른 전극부착 위치를 알지 못하더라도 본 프로세스에 의하여 부착위치를 인식하게 되고 각 부위별 전극을 인식할 수 있도록 유도 함으로써 전극, 유도법, 부착 위치에 대한 학습이 가능하다. 또한 사용자의 실수로 전극을 다른 위치에 부착 하더라도 프로그램의 순서에 준하여 제안한 ECG는 해당 정상채널로 자동적 변경 기능(알고리즘)을 가짐으로서 심전도 측정에 있어 어려움이 없도록 설계를 하였다.

소프트웨어의 구성항목은 운용목적 및 요구기능에 따라 아래의 그림과 같은 소프트웨어 구조로 구성된다.

설정 유도법에 따른 심전도 생체정도 검출센서 모듈(전극)부착 가이드 및 사용자 학습을 위한 지시기능을 가지는 프로그램은 아래의 그림과 같은 실행 개념을 가지도록 설계/제작하였다.



그림 13. 제안한 프로그램의 기능 설명
Fig. 13. Overview of functionalities of the proposed device

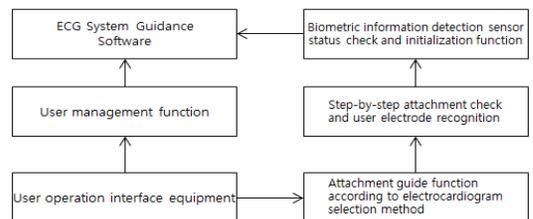


그림 14. ECG 운용가이드를 위한 소프트웨어(펌웨어)구성도
Fig. 14. Functional block diagram of ECG user guide software

IV. 결론

본 논문은 엄격한 요구조건을 지닌 활력징후 측정 의료기기의 하나인 심전도 장치에 IOT 기술을 접목하여 누구나 용이하게 심전도를 측정할 수 있게 많은 수

량의 심전도 전극을 부착하는 가이드 및 잘못 부착하였을 경우 전극의 채널을 변경할 수 있는 기능을 제안하고 이를 구현하였다. 새로운 의료시장 확대, 급격한 글로벌 변화에 따른 의료산업의 경쟁 격화, 및 환자들의 수준높은 의료서비스에 대한 요구사항 등은 대규모 의료장비 및 의료 IT 시설의 투자를 요구하고 있으며, 제안된 심전도 측정기기에 적용된 IOT 기술은 현재 표준화가 논의되고 있는 무선의료기기와 더불어 다가오는 Cloud Hospital^[4] 환경에서의 적용가능성을 확인할 수 있었다.

References

- [1] T. Kim, "Personal health device connectivity," *Special Report5-TTA J.*, vol. 145, pp. 60-63, Jan. 2013.
- [2] N. K. Lee, and J. O. Lee, "A study on the architecture of mobile bio lifestyle medical information monitoring system," *The e-Business Stud.*, vol. 15, no. 3, pp. 97-123, 2014.
- [3] B. C. Hyun, Y. H. Park, Y. U. Yun, S. S. Kim, and Y. Kim "Time-domain breathing measurement using IR-UWB radar," in *Proc. KICS Int. Conf. Commun.*, pp. 1555-1556, 2017.
- [4] N. K. Lee and J. O. Lee, "A study on the architecture of cloud hospital information system for small and medium sized hospitals," *J. Soc. for e-Business Stud.*, vol. 20, no. 3, pp. 89-112, Aug. 2015.

권 수 범 (Soo-bum Kwon)



1996년 3월 : 동서대학교 컴퓨터공학과 졸업
2008년 3월 : 창원대학교 대학원 전자공학과 석사수료
2014년 6월~현재 : 엠택글로벌 주식회사 대표이사

<관심분야> 전자공학, 컴퓨터공학, 초음파 반도체

신 준 협 (Jun-Hyoup Shin)



2003년 3월 : 경상대학교 제어계측공학과 졸업
2015년 3월 : 부산대학교 대학원 기계공학과 석사
2012년 10월~현재 : 씨아이이 대표

<관심분야> 전자공학, 기계공학