
Zero-Configuration을 이용한 무구속 Holter 심전도 데이터 고속 전송 시스템에 관한 연구

이광현* · 임준우** · 김영길***

A Study of Fast Data Transmission System for Unrestricted Holter ECG Using
Zero-Configuration

Kwang-hyun Lee* · Jun-woo Yim** · Young-kil Kim***

본 연구는 21세기 프론티어 연구개발사업의 일환으로 추진되고 있는 지식경제부의 유비쿼터스 컴퓨팅
및 네트워크 원천 기반 기술 개발 사업의 자원에 의한 것임

요 약

의료기술의 발달과 인구의 고령화 및 생활양식의 변화로 건강에 관한 관심이 높아지고 있으며, 특히 의료 분야
에서 헬스케어에 관한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 이러한 헬스케어 서비스를 제공하기 위해서는 생체 정보
수집센서에 관한 기술, 생체 신호 저장 기술, 저장된 데이터의 전송/분석이 필요하다. 본 연구에서는 이러한 헬스케
어 서비스를 제공하기 위해 먼저 사용자의 행동을 보장할 수 있도록 많은 데이터를 저장할 수 있는 무구속 장치를
제안하였다. 그리고 저장된 데이터를 단 시간에 전송할 수 있는 방법에 대하여 연구하고 누구나 활용이 편리하게
자동으로 전송할 수 있는 시스템을 구현한다.

ABSTRACT

Researches of Healthcare have been fulfilled lively with an advanced age and change of lifestyles. Especially, medical field has focused on
researches of Healthcare due to that reasons. The Healthcare service requires the foundation technologies, such as sensor aggregating, data
saving and data transmitting/analysis. In this research, we proposed the unrestricted equipment which can save a lot of aggregated patient's
medical data to guarantee the patient's movement in Healthcare service. Moreover, we research the method which can transmit the aggregated
data as soon as possible. Also, we implemented the system which can transmit the patient's medical data automatically for convenient use.

키워드

ARM11, 의료건강, 심전도, Holter

Key word

ARM11, Healthcare, ECG, Holter

* 아주대 의용공학과 박사과정
** 아주대 전자공학과 석사과정
*** 아주대 전자공학과 교수

접수일자 : 2009. 08. 27

심사완료일자 : 2009. 11. 30

I. 서 론

최근 정보통신 기술의 발전에 따라 무구속 환경을 기반으로 하는 응용 서비스들에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 유비쿼터스 컴퓨팅 환경과 의료기술의 발달은 개별적인 건강에 대한 관심을 끌고 있다. 또한 인간의 건강한 삶을 위한 헬스케어(Healthcare) 프로그램과 의료정보 서비스에 대한 수요가 급증함에 따라 헬스케어 분야가 새로운 성장산업으로 부상하고 있다.

헬스케어 시스템은 사용자가 생체신호 센서를 몸에 장착하고 공간적으로 자유롭게 움직일 수 있어야 하며 또 실시간으로 생체신호를 저장 또는 전송하고 확인 할 수 있어야 한다. 이러한 요구 사항으로 무구속 헬스케어 시스템이 최근에 들어 활발하게 연구되고 있는 분야이다.

본 논문에서는 ARM9 Core를 사용한 Windows CE 5.0 System에 대용량의 SD 메모리 카드를 장착하고 사용자의 심전도 정보를 24시간까지 저장할 수 있도록 시스템을 구현하였다. 또한 사용자가 Home서버에 접근하면 저장된 심전도 데이터를 무선 WI-FI(IEEE8.2.11)기술을 활용하여 자동으로 전송 받을 수 있도록 한다. 위 실험으로 여러 종류의 무선 전송 규격과 WI-FI를 이용하였을 때의 이점을 확인하여 본다.

II. 관련 연구 및 시스템 설계

2.1 심전도 측정 센서

심전도란 심박동과 관련되어 나타나는 전위변화로 신체표면의 일정부위에 부착한 전극(Electrode)을 심전계(Electrocardiograph)에 연결하여 그림으로 기록한 것이다. 일반적으로 심근에서의 활동전위는 20~30mV 이지만 체표면에서는 약 1mV 정도 되는 아주 낮은 전위이다. 이 신호를 측정하기 위해서는 증폭회로, 노이즈 필터와 같은 하드웨어 설계가 필요하다. 아래 그림1은 심전도 정보를 수집하기 위하여 제작된 모듈이다.

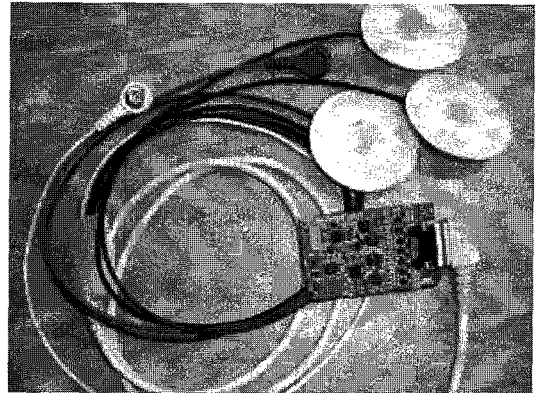


그림 1. 심전도(Electrocardiogram) 측정 모듈
Fig. 1 Electrocardiogram Measurement Module

2.2 Bluetooth

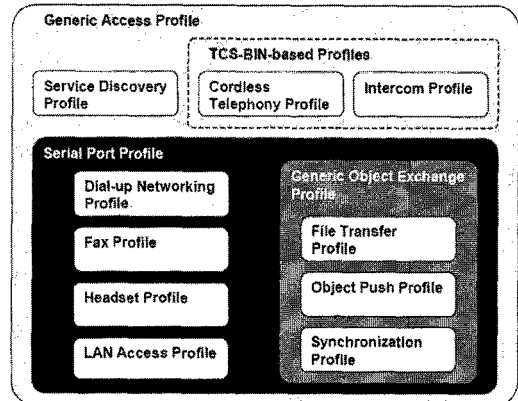


그림 2. 블루투스 프로파일
Fig. 2 Bluetooth Profiles

IEEE 802.15.1 규격을 사용하는 블루투스는 PANs (Personal Area Networks)의 산업 표준이다. 블루투스는 다양한 기기들이 안전하고 저렴한 비용으로 전 세계적으로 이용할 수 있는 라디오 주파수를 이용해 서로 통신할 수 있게 한다. 블루투스는 ISM 대역인 2.45GHz를 사용한다. 버전 1.1과 1.2의 경우 속도가 초당 723.1Kbit에 달하며, 버전 2.0의 경우 EDR(Enhanced Data Rate)을 특징으로 하는데, 이를 통해 초당 2.1Mbit의 속도를 낼 수 있다. 블루투스는 유선 USB를 대체하는 개념이며, 와이파이(Wi-Fi)는 이더넷(Ethernet)을 대체하는 개념이다. 본 시스템에서는 Bluetooth 버전 2.0 EDR(Enhanced

Data Rate) / SPP(Serial Port Profile)를 사용하여 심전도 데이터를 Home서버로 전송 하는 시스템에 관하여 비교 하였다.

2.3 ZigBee

ZigBee는 저 전력 무선 근거리 표준 통신 기술을 의미한다. 가격이 저렴하고, 전력소모가 매우 적고, 크기와 프로그램이 작다. 근거리에서 속도가 크게 빠르지 않고, 네트워크 사용 빈도가 드문 경우 가장 적합하다. 일반적인 배터리로도 1년 이상을 사용할 수 있고 전송속도는 2.4GHz 대역에서 최대 250 Kbps, 칩의 가격은 \$1 정도이다. 네트워크에 최대 65,536개의 노드를 붙일 수 있고 Star, Cluster Tree 및 Mesh 네트워크 망 까지도 지원이 된다. IEEE 802.15.4의 PHY 및 MAC 표준을 바탕으로 ZigBee 연합(기업체 및 연구소 등)이 중심이 되어 상용 계층인 네트워크 및 응용 계층의 ZigBee 스펙을 제정하였다. ZigBee는 원격 모니터링, 제어 및 관리를 목표로 표준화 되어 홈오트메이션, 공장자동화, 산업자동화, 병원자동화, 등에 크게 확산될 전망이다.

표 1. ZigBee 주파수 대역별 특징
Table. 1 ZigBee Frequency Feature

구분	2.4GHz	868MHz	915MHz
Data Rate	250Kbps	20Kbps	40Kbps
Channel	11~26	1	10
DSSS	32-chip PN code	15-chip PN code	
Chip Modulation	O-QPSK	BPSK	
Symbol Rate	62.5Ksym/s	20Ksym/s	40Ksym/s
Chip Rate	2.0M chips/s	300K chips/s	600K chips/s
Sensitivity	-85dBm	-92dBm	
Transmit Power	0dBm (1mW)		

2.4 WI-FI

WI-FI는 무선 LAN 규격인 IEEE 802.11b의 일종으로 802.11b는 2.3GHz 주파수 대역에서 11Mbps의 속도로 데이터를 전송하며 802.11a는 5GHz 주파수 대역에서 54Mbps의 속도로 데이터를 전송하는데 비해 802.11g는 2.4GHz 주파수 대역에서 54Mbps로 데이터를 전송

한다.

표 2. 802.11b/g 통신 특징
Table. 2 802.11b/g Feature

구분	802.11b	802.11g
Release date	October 1999	June 2003
Frequency band	2.4 GHz	2.4 GHz
Throughput (typical)	~5 Mbit/s	~22 Mbit/s
Net bit rate (Max)	11 Mbit/s	54 Mbit/s
Range	~30 m	~up to 100 m

III. 시스템 구현 및 실험

본 시스템은 사용자의 심전도 데이터를 측정하는 부분, Windows CE 5.0 환경에서 SD 메모리로 생체 정보를 저장하는 부분, 저장된 정보를 무선으로 Home서버로 전송하는 부분으로 구성된다. 그림3은 전체 시스템 구성도이다.

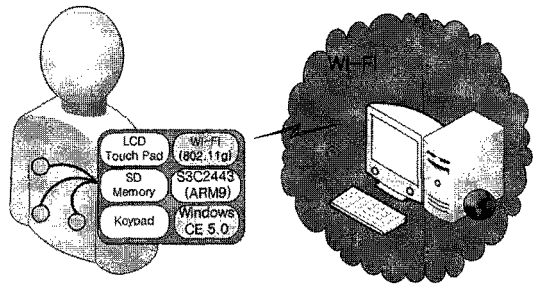


그림 3. 전체 시스템 구성도
Fig. 3 Total System Architecture

그림4는 심전도 모듈로 들어오는 Analog 신호를 오실로스코프를 이용하여 측정한 파형이다 본 시스템에서는 이 신호를 초당 500번 Samples하여 24시간 저장하는 것을 기준으로 하여 저장 메모리 및 무선 전송 시 걸리는 시간에 대하여 분석하고 가장 이상적인 방법으로 전송 시스템을 구현 한다.



그림 4. 측정된 ECG 신호
Fig. 4 ECG Signal

3.1 심전도 신호 저장

아래 식은 ARM9 Platform에서 10bit Resolution 값으로 24시간(86400초) 저장 할 경우 ECG 신호의 데이터 크기를 계산한 값이다.

AD : 10bit / 24시간 : 86400 s
 초당 : 500 번 Samples
 $500\text{byte} * 2\text{byte(AD:10bit)} = 1000 \text{ Byte/s}$
 24시간 저장 : $1000 \text{ byte} * 86400\text{s}$
 $= 86,400,000 \text{ byte (86 Mbyte)}$

그림5는 무구속 심전도 측정 장비에 ECG 정보를 저장하는 파일 Format이다.

Header RAW File ver 1.0

Patient Information (112 byte)															
Pt Size (128)	Device ID	Pt File ver (10)	W.V. (2000)	MM (100)	YY (20)	MM (20)	DD (20)	Age	PM	Sex					
0	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00
Name (48 byte)															
16	0x00	0x02	0x00	0x37	0x00	0x00	0x48	0x00	0x22	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00
ID (22 byte)															
32	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00
C H N O I (16 byte)															
48	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00
Device Name (12 byte)															
96	0x03	0x01	0x00	0x01	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00
ECG Raw Data Format															
112	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00
ECG Raw Data Format															
128	ECG 1	ECG 2	ECG 3	ECG 1	ECG 2	ECG 3	ECG 1	ECG 2							
144	ECG 3	ECG 1	ECG 2	ECG 3	ACC X	ACC Y	ACC Z	ECG 1							
160	ECG 2	ECG 3	ECG 1	ECG 2	ECG 3	ACC Z	ECG 2	ECG 3							
176	ECG 1	ECG 2	ECG 3	ACC X	ACC Y	ACC Z	...								

ECG Raw Data Format																
Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
RG	LF+	LF-	EV	PM	ECG Value (12 bit)											
ACC	Not Used				Accelerometer Value (12 bit)											

* 2CH만 경우 CHB 데이터는 없다
 * ACC가 0인 경우 Accelerometer 데이터는 없다.

그림 5. 심전도 저장 포맷
Fig. 5 ECG Save Format

저장형식은 ASC문자 코드를 사용하였으며, Index, Sex, Time, Ch수, Device Name, Accelerometer, ECG값으로 구성되어있다.

3.2 통신 규격에 따른 전송 속도 분석

아래 식은 각각의 통신 규격에 따른 전송 시간을 계산한 것이다.

가. Bluetooth 전송 속도

- 규격 : 2.0 EDR(Enhanced Data Rate) / SPP(Serial Port Profile)
- Data 전송 속도 : 230,400bps (초당 : 28,800 Byte/s)
- 전송 시간 : $86,400,000 / 28,800 = 3,000\text{s} \approx 50\text{분}$

나. ZigBee 전송 속도

- Data 전송 속도 : (max)250,000bps (초당 : 31,250 byte/s)
- 전송 시간 : $86,400,000 / 31,250 = 2765\text{s} \approx 46\text{분}$

다. Wi-Fi (802.11b/g)

- Data 전송 속도(802.11b) : 5Mbps (초당 : 625,000 byte/s)
- 전송 시간 : $86,400,000 / 625,000 = 139\text{s} \approx 2.32\text{분}$
- Data 전송 속도(802.11g) : 22Mbps (초당 : 2,750,000 byte/s)
- 전송 시간 : $86,400,000 / 2,750,000 \approx 32\text{s}$

3.3 Main Platform

아래 그림6은 본 시스템에서 사용된 Platform 으로 Main chip으로 ARM9 S3C2440을 사용하고 있으며 OS로 Windows CE 5.0이 구동되고 있다. Main Platform에서는 심전도 모듈로 들어오는 신호를 10bit Resolution 으로 Analog-Digital Converter를 수행 후 심전도 데이터 저장 Format에 맞게 생체 정보를 저장한다. 이렇게 저장된 데이터는 Windows CE 5.0 환경에서 WI-FI 모듈을 이용하여 Home서버로 연결이 되면 자동으로 데이터를 전송할 수 있도록 하였다.

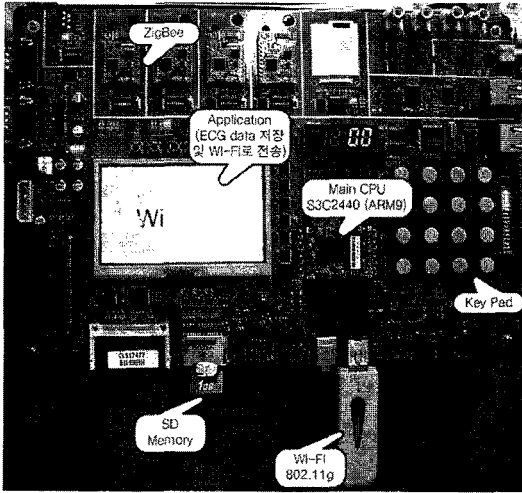


그림 6. 심전도 측정 장치
Fig. 6 ECG Main Platform

3.4 심전도 분석 Application

그림7은 PC로 전송된 심전도 데이터를 분석 프로그램을 이용하여 분석한 화면이다. 심전도 저장 Format에 저장된 시간을 기준으로 시간대별 그래프, 사용자의 Activity, 성별, 장치 정보 등을 확인할 수 있다.

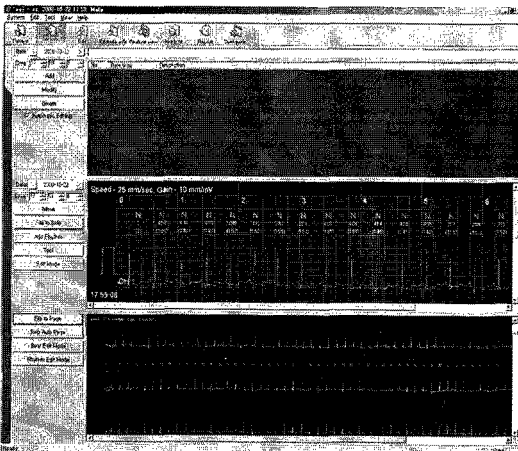


그림 7. 심전도 분석 프로그램
Fig. 7 ECG Analysis Application

IV. 결 론

본 논문에서는 무구속 Holter 심전도 측정 장치들로 ARM9 Core를 사용한 Windows CE 5.0 System에 대용량의 SD 메모리 카드를 장착하고 사용자의 ECG 정보를 초당 500번 Samples 하여 24시간(80Mbyte)이상 저장할 수 있도록 시스템을 구현하였다. 또한 사용자가 Home 서버에 접근하면 저장된 심전도 데이터를 무선 WI-FI (IEEE8.2.11) 기술을 활용하여 자동으로 전송 받을 수 있도록 System을 설계하였다. 위 실험으로 여러 종류의 무선 전송 규격 Bluetooth 2.0 EDR(Enhanced Data Rate)/SPP(Serial Port Profile), ZigBee, WI-FI(802.11b/g)의 각각의 전송 속도, 전송거리, 장/단점을 파악할 수 있었으며 이를 바탕으로 시스템 특성에 맞는 통신 수단을 선택할 수 있었다. 위의 연구 결과를 바탕으로 근거리/원거리 통신 및 통신 속도에 따른 시스템 구현을 할 수 있었고 기존의 Holter 심전도 장치가 가지는 단점인 사용자가 저장된 데이터를 수동으로 이동시키는 것을 WI-FI (IEEE8.2.11) 무선 통신을 이용하여 빠른 시간에 자동으로 이동시킬 수 있었다. 위와 같은 여러 종류의 통신 기술은 U-헬스케어 분야에서 더욱더 많이 필요하며 보다 편리하고 실용적인 장비를 제작하는데 많은 도움이 될 것이다.

참고문헌

- [1] 김남진, 홍주현, 이태수, “지그비 기반 심전계의 데이터 전송률과 소비 전력 분석”, 충북대학교 의과대학.
- [2] 김정원, “센서 네트워크를 이용한 심전도 측정시스템의 설계 및 구현”, 신라대학교 컴퓨터 정보공학부.
- [3] 우병철, 은성배, 신성열, “미래 WI-FI 및 Bluetooth 환경의 주파수 간섭 영향하에서의 ZigBee의 동작정도 예상 실험”, 삼성SDS 정보기술 연구소, 옥타컴, 텔로드.
- [4] 최진탁, 이병문, 이영훈, “지그비 기반 생체신호 센서 보드의 맞춤형 측정을 위한 제어 프로토콜”, 인천대학교 컴퓨터공학과.
- [5] Bluetooth SIG, Inc. “www.bluetooth.com”
SPP_SPEC_V12.pdf

[6] Windows CE 5.0 Developer Center.

"www.microsoft.com"

[7] S3C2443X User Manual. "www.samsungsemi.com"

[8] ARM. "www.arm.com"

저자소개



이광현 (Kwang-hyun Lee)

한국방송통신대 경제학과 학사
아주대학교 보건대학원 석사
아주대학교 의용공학 박사과정
아주대병원 영상의학과 팀장(현재)

※ 관심분야: Computerized-Tomography System.
Ultrasound system ,Mobile 의료정보 시스템



임준우 (Jun-woo Lim)

호서대학교 컴퓨터공학과 학사
아주대학교 전자공학과 석사

※ 관심분야: Embedded Platform, RFID Platform,
Embedded Medical System



김영길 (Young-kil Kim)

고려대 전자공학과 학사
한국과학기술원 석사
ENST(프랑스) 박사
아주대 전자공학과 교수(현재)

※ 관심분야: RFID Platform , Embedded system, 초음파
의료기기, Mobile 의료정보 시스템