

생체신호 전송을 위한 무선통신기술에 관한 연구

김영환, 박창원

전자부품연구원 메디컬 IT 융합 연구센터

e-mail:yhkim93@keti.re.kr

A Study on Wireless Technology for transferring Bio Signal

Young-Hwan Kim, Chang-Won Park
 Medical IT Convergence Research Center,
 Korea Electronics Technology Institute

요 약

전 세계적으로 유헬스 서비스에 대한 관심도가 증가함에 따라 유헬스의 핵심기술 가운데 하나인 무선통신기반의 생체신호 전송기술에 대한 연구 또한 활발히 진행되고 있다. 특히 2000년대부터 시작하여 이미 많은 연구가 진행되어 온 WPAN에서는 Zigbee, Bluetooth, UWB 등의 무선대역을 통하여 생체신호를 전송하는 연구가 상당히 진행되어 왔으며, 최근에는 IEEE 802.15.6 WBAN에서 MICS, WMTS 등과 같은 무선대역을 이용하여 생체신호를 전송하기 위한 연구를 새로이 진행하고 있다. 특히 WLAN이 무선통신기술에 있어 1세대라 하고, WPAN이 2세대라 한다면 WBAN은 3세대 무선통신기술이라고 할 만큼 새로운 시장을 형성할 것으로 예상된다. 따라서 본 고에서는 기존의 WPAN과 최근에 이슈가 되고 있는 WBAN의 무선기술을 통해 생체신호를 전송하기 위한 기술을 분석하고 향후 연구해야 할 내용에 대해 언급하기로 한다.

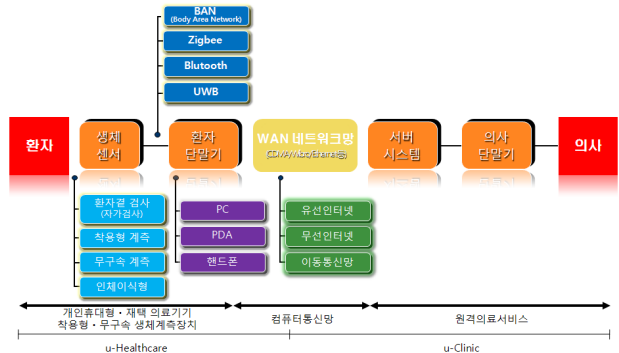
1. 서론

최근 새로운 의료 패러다임인 유헬스시대가 도래하고 있다. 유헬스는 원격 환자모니터링과 같이 유·무선 네트워킹 기술을 활용하여 “언제, 어디서나” 이용 가능한 건강관리 및 의료 서비스를 지칭한다. 이러한 유헬스 서비스는 개인에게는 많은 편리함과 안락함, 시간의 절약 등으로 인한 비용절감과 더불어 지속적인 안전한 생활을 보장할 수 있다. 넓은 의미로는 모바일 환경의 발전으로 인해 환자가 의사를 찾는 시대에서 벗어나 언제, 어디서나 환자의 상태를 모니터링하고 그 정보를 실시간으로 병원에 전달하여 환자에게 적절한 의료 서비스를 제공할 수 있으며 모든 일반인을 대상으로 사용자의 건강을 관리할 수 있다.

현재 유헬스는 질환을 가진 환자 중심의 건강관리 개념에서 기존의 건강한 사람도 지속적으로 건강을 유지할 수 있도록 건강상태를 모니터링하는 웰니스 개념으로 확대되고 있다. 이렇듯 언제 어디서나 사용자의 건강관리가 가능하게 된 것은 최근 무선기술의 급속한 발전과 이동통신 시스템의 다양한 서비스의 등장으로 인해 휴대용 이동통신 단말기를 비롯한 무선 통신장비가 급속하게 보급되었기 때문이다. 이와 같은 무선기술의 발전으로 최근 의료용 솔루션을 개발하여 실제 적용하는 사례도 빠른 속도로 확산되고 있다.

본 연구는 2008년도 2008년도 지식경제부 산업기술개발사업(10030006)의 지원으로 수행되었음

유헬스 서비스를 위한 핵심기술로는 크게 4가지로 분류할 수 있는데 첫째로 정확하고 신뢰할 수 있는 생체신호 측정기술, 둘째로 수집된 생체신호를 분석하는 생체신호 모니터링 기술, 셋째로 개인의 생체신호 저장 및 네트워크 상의 전송에 따른 생체신호 보호기술, 넷째로 생체신호를 전송하기 위한 무선통신기술이 있다.



[그림 1] 유헬스 서비스

유헬스에서 생체신호를 전송하기 위한 무선기술에는 1990년대 백 미터 내외에서 사용되던 WLAN(1세대), 2000년대부터 시작하여 많은 연구가 진행되고 있고 수십 미터 내외에서 무선통신이 가능한 WPAN(2세대)과 최근 세계적인 관심을 모으고 있고 표준화가 활발히 진행되고 있는 수 미터 내외에서 사용가능한 WBAN(3세대) 기술이 있다. 특히 WPAN은 이미 IEEE 표준이 대부분 제정되어 Zigbee, Bluetooth, UWB 기술 등을 이용한 유헬스 관련

상용화 제품이 이미 시장에 출시되었다. 현재 WBAN의 경우는 IEEE 802.15.6 WBAN Task Group에서 MICS, WMTS, UWB 등의 무선대역을 통해 생체신호 전송 관련한 표준화 작업 중에 있으며 최근 주목을 받고 있는 무선 의료 서비스, 엔터테인먼트 및 스포츠 트레이닝 분야에서 활용도가 높을 것으로 기대되어 활발한 연구가 진행되고 있다.

본 논문에서는 WPAN과 WBAN의 개념과 현재 사용하는 주파수대역에 대해 설명하고, 현재 각 주파수 대역별로 어떠한 응용제품을 사용하고 있는지에 대해 분석한다. 특히 세계적인 이슈로 등장한 WBAN에 대해서는 표준화 내용 및 방향에 대해 자세히 알아보고자 한다.

2. 주파수 대역별 생체신호 전송 기술

다음 표는 현재 생체신호를 전송하기 위해 사용하고 있는 국가별 주파수 대역을 나타낸 것이다.

[표 2] 국가별 WPAN/WBAN 주파수 대역

	MICS	WMTS	UWB (Low Band)	UWB (High Band)	ISM	Zigbee
Korea	402~405	N/A	3.1~4.8GHz 4.2~4.8GHz	7.2~10.2GHz		
USA	402~405	608~614MHz 1395~1400MHz 1427~1729MHz	3.1~10.6GHz	3.1~10.6GHz	433~434MHz	2.4GHz
Japan	402~405	420~449MHz	3.4~4.8GHz 4.2~4.8GHz	7.25~10.25GHz	2.4~2.5GHz 5.725~5.875GHz	900MHz
EU	402~405	N/A	3.4~4.8GHz 4.2~4.8GHz	6~8.5GHz		
Australia	402~405	433~435MHz	N/A	N/A		

2.1 MICS(Medical Implant Communication Service)

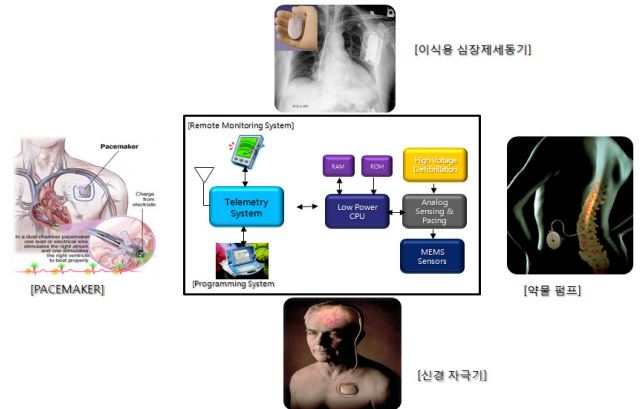
MICS는 인체이식형 무선의료기기에서 환자의 치료와 원격 진료를 위하여 인체내 이식용 무선기기와 인체외부용 무선기기(프로그래머, 홈 모니터)로 구성되는 무선통신 시스템 또는 서비스를 말한다. '90년대 중반 미국 의료용 무선기기 제조업체의 요구로 FCC에서 의료이식형 무선기기를 위한 주파수 분배를 허가하였고, 1998년 ITU-R Recommendation RS.1346에 의해 승인 되었다.

구분	국제ITU-R	한국 (20079월 고시)	미국	유럽	일본
주파수 대역	401~406MHz	402~405MHz	402~405MHz	402~405MHz	402~405MHz
출력	25uW	25uW	25uW	25uW	25uW
대역폭	300KHz	300KHz	300KHz	300KHz	300KHz
간섭회피 기술	간섭회피 기술	LBT	LBT	LBT	LBT
관련규정	RS.1346	AWF 3/54	FCC 47 CFR PART 95	EN 301 839	무선설비규칙 제 49조의 14

현재는 52개국에서 ITU-R 권고를 수용하여 MICS 기술기준을 적용하고 있다. ITU-R 권고에 따르면 401 ~ 406MHz 대역의 기존 기상서비스와 무선의료기기 간에 간

섭 없이 공유 가능하고, 최대출력전력은 25uW, 채널당 대역폭은 300KHz로 총 10개 채널 3MHz의 대역폭을 사용하도록 권고하고 있다.

MICS 주파수 대역을 이용해서 적용하고 있는 응용 제품으로는 이식형 심장제세동기(ICD:Implantable Cardioverter Defibrillator), 심장박동 조율기(Pacemaker), 신경자극기, 약물펌프 등 주로 인체에 삽입하는 형태의 의료기기에 적용하고 있다.



[그림 2] MICS 주파수 대역을 이용한 응용기술

현재 MICS 주파수 대역을 IEEE 802.15.6 WBAN에서 인체 기반의 의료 및 멀티미디어 통신용으로 사용하기 위해 고려하고 있는데 그 이유는 의료용 BAN에서 교환되는 바이오신호의 특성이 기존의 음성 및 데이터통신과는 달리 Cyclic, Asymmetric한 특성이 있고 QoS를 보장해야 하며, 간섭 등의 이유로 생명과 직결되는 응용분야는 ISM대역의 아니라 별도의 대역을 사용해야 하기 때문이다. 또한 채널 특성상 인체 내부에서의 경로 손실 등을 고려해야 하고 극저전력 통신 프로토콜 등이 필요하다.

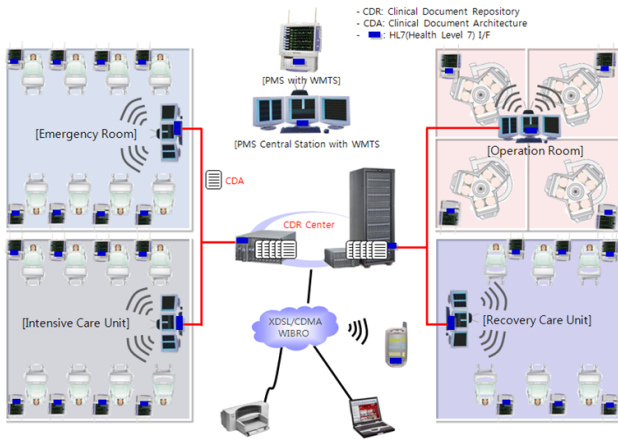
2.2 WMTS(Wireless Medical Telemetry Service)

주로 미국, 일본에서 사용하고 있는 주파수 대역으로 의료용으로 사용하고 있는데 병원 내 환자의 건강관리를 무선으로 하기 위하여 오디오/비디오를 제외한 모든 생체신호를 전송하기 위해 사용하고 있으면 사용 주파수 대역으로는 608~614MHz, 1395~1499MHz, 1427~1432MHz대역이 할당되어 있다.

기존 병원 내 환자의 생체신호 원격측정은 VHF 주파수 대역 및 PLMR-UHR 주파수 대역을 사용하였으나, 전송 간섭 및 제한된 대역으로 인해 WMTS 주파수 대역 및 ISM주파수 대역을 이용하게 되었고, 미국에서는 2005년부터는 의무적으로 WMTS 및 ISM 대역만을 사용하도록 하였다.

병원 내 원격측정은 환자의 생체신호 데이터를 무선으로 중앙 감시 시스템에 전송하는 기능을 갖고 있어, 환자

가 자유롭게 활동이 가능함으로 기존의 병상에 누워서 회복 상황을 감시하던 방식에서, 활동 중에 환자의 회복상태를 파악할 수 있도록 함으로써, 회복 시간을 단축시킬 수 있고, 회복의 경과를 조기에 파악할 수 있는 장점이 있다.



[그림 3] WMTS 주파수 대역을 이용한 응용기술

그림3은 현재 WMTS 대역을 이용한 응용기술에 대한 설명을 나타낸 것이다. 주로 환자의 병상에 Stand-Alone 형태의 환자모니터링장치(PMS:Patient Monitoring System)와 중앙 모니터링 시스템 간에 생체신호 전송과 외래환자의 일상 생활 중에 지속적으로 심전도와 같은 생체신호를 측정 및 저장, 전송하는 기기로 Holter 및 Event Recorder와 같이 Ambulatory 형태의 의료기기에 사용하고 있다.

WMTS 또한 IEEE 802.15.6 WBAN에서 사용 주파수 대역으로 고려하고 있다.

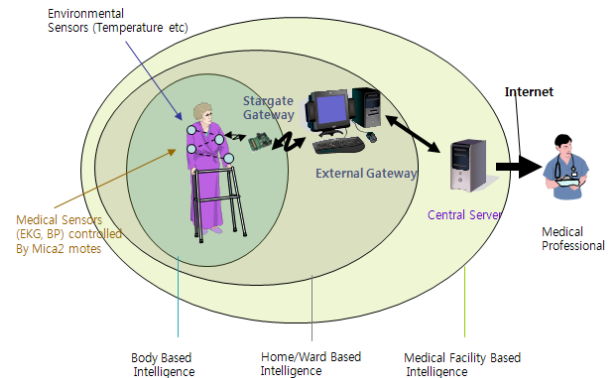
2.3 Zigbee

Zigbee는 센서 네트워크와 같은 단거리 무선 통신 기술로서 저전력 Zigbee 송·수신기를 센서와 결합하여 대규모의 센서 네트워크 구성을 가능하게 한다. 유헬스에서의 Zigbee는 자신의 신체에 Zigbee 기반의 생체신호 측정 센서를 장착하여 신체 및 건강 상태를 센서가 주기적으로 측정하여 무선으로 진단 정보를 서버에 전달할 수 있다.

Zigbee는 센서 네트워크와 같이 소량의 데이터를 전송하고 긴 배터리 시간과 일정 거리 이상의 전송 범위확보에 사용하기 위해 2003년 IEEE 802.15.4에서 저전력 무선 LAN 기술을 정의하는 규격을 발표하였고 산업적 확산을 위해 설립된 Zigbee Alliance에서는 IEEE에서 정의하는 PHY와 MAC에 네트워크 /보안 계층을 추가로 정의하는 작업을 진행하고 있다. IEEE 802.15.4 표준 규격에서는 68MHz(유럽), 902~928MHz(미국), 2.4GHz(전세계) 등 3개의 주파수 대역에서 DSSS 변조방식으로 최대 100m까지 20~250Kbps의 전송속도를 지원할 수 있도록 정의하고 있다. 또한 주소에 64비트를 할당함으로써 최대 65,000개의

노드를 사용할 수 있다.

Zigbee를 통한 생체신호 전송과정은 유헬스 서비스 제공에 맞게 구현된다. 생체정보 측정 단말기에 Zigbee 모듈을 설치하고, 실내·외 환경에서 측정되는 생체정보를 유·무선망을 통해 의료센터로 전송하고, 수집된 생체정보를 병원에 제공하여 피드백 받는다. 시스템을 구성하는 주요 장치들은 크게 생체신호 측정 단말기와 맥내·외 전송 장치, 관리시스템으로 구성된다. 다음 그림은 아리조나 주립 대학교에서 Zigbee 기반으로 가정 내에서 환자의 생체정보와 환경정보를 실제 의사에게 전송하는 Ayushman 프로젝트에 관한 것이다. 이 프로젝트에서는 생체정보 수집을 위해 혈압센서(Suntech), ECG센서(Vernier), Gait 센서(MizaZ)와 환경센서기반의 TelosB와 같은 디바이스를 사용하였다.



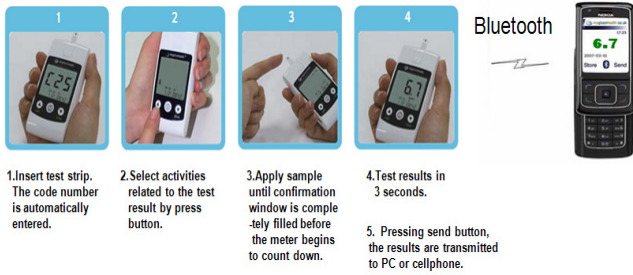
[그림 4] 아리조나 주립대의 Ayushman 프로젝트

2.4 Bluetooth

블루투스 기반의 생체신호 전송기술은 블루투스 SIG(Special Interest Group)에 의해 약 100여 개의 업체로 구성되어 있는 Continua Health Alliance(CHA)에서 블루투스를 이용한 생체신호 전송 규격을 응용별로 정의하고 있다. Continua의 v1.0 가이드라인에 해당하는 1세대 장치들은 무선 블루투스 또는 유선 USB 링크를 이용하여 생체신호 센서 데이터의 안전한 전송을 제공하는 목적으로 하고 있으며, 생체신호 정보를 의료센터에 전송하기 위한 중간 허브로는 휴대전화, PC, 고급 셋톱박스 또는 특정 장치를 고려하고 있다. 이 가이드라인은 블루투스 SIG와 USB Implementation Forum에 의해 생체신호 모니터링 장치들에 관해 정의된 Health Device Profiles에 따르며, 또한 이 가이드라인은 의료용 데이터의 안전한 전송을 위한 프로토콜과 데이터 구조를 정의하는 IEEE 11073 표준에도 따른 것이다.

다음 그림5는 GlucoMeter 단말기를 통해서 환자의 혈당을 측정하여 블루투스 모듈을 통해 핸드폰으로 전송하

게 되고 휴대폰을 내장된 S/W를 통해서 Display하는 서비스를 나타낸 것이다.



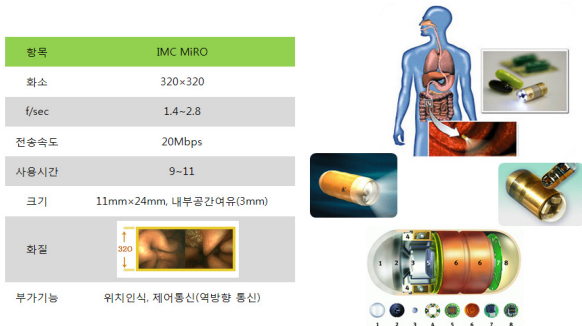
[그림 5] 블루투스를 이용한 혈당측정 서비스

2.5 UWB(Ultra Wide Band)

UWB는 디지털 부호 정보를 ‘나노 초(Nano Second)’단위의 임펄스 신호로 미세 변환해 무선으로 전송하는 차세대 기술로 기존 광통신기술보다 훨씬 빨라진 초당 수백 MB급의 데이터 전송을 가능케 한다. 또한 낮은 송신 전력을 사용해 배터리 사용 시간을 기존 방식보다 수십 배 이상 늘리고, 송수신 장치 크기도 획기적으로 줄일 수 있게 될 것으로 예상된다.

미국의 FCC가 UWB의 상용화를 주도하고 있으며 이를 위해 1996년에 UWBWG를 설립하였다. 현재는 IEEE 802.15.3a에서 UWB 표준화 작업을 진행하고 있는데, 10m 정도의 근거리에서 고속전송이 가능한 무선 네트워크기술을 기반으로 좀 더 대용량을 고속으로 전송하기 위해 논의 중에 있다.

현재 UWB는 광범위한 응용분야를 갖는 새로운 기술로 부각되고 있는데 노약자나 조난자의 위치과악, 물류관리, ITS 핵심 시스템으로 사용될 수 있는 locator, 지뢰·하수도 등의 지하 매설물을 정밀하게 탐지할 수 있는 GPR, Home automation 시스템에 필수적인 인체 위치 감지기, 보안을 위한 Security Sensor, 심장 모니터링·캡슐내시경과 같은 의료 분야 등에 적용할 수 있다.



[그림 6] UWB 기반의 캡슐내시경 MiRO

특히 고속의 UWB를 이용한 캡슐내시경은 고화질의 인체 내부 영상정보를 인체 외부로 전송할 수 있어 많은 연구가 진행되고 있으며, 국내의 지능형 마이크로시스템 사업단에서 수행한 MiRO 프로젝트를 통해 실제 개발되었다.

다음 그림6은 UWB기반의 캡슐내시경의 스펙과 인체 내부 사진을 나타낸 것이다.

3. 결론

급속도로 발전하고 있는 무선과 전자 디바이스 기술로 정보기기는 빠르게 소형화되고 있으며, 휴대형에서 임베디드로 그리고 인체 내부에 삽입할 수 있을 정도에 이를 것이다. 현재도 이미 많은 Bluetooth나 Zigbee와 같은 WPAN 기반의 무선기술을 통해서 의료기기가 상품화 되고 있는 상황이다.

그리고 향후에 IEEE 802.15.6 WBAN이 표준화가 되면 헬스케어에 위한 다양한 응용제품 및 서비스가 새로운 시장을 형성하게 될 것으로 예상됨에 따라 국내에서도 이와 같은 변화에 맞추어 연구개발이 필요한 상황이다.

참고문헌

[1] 이형수, MICS 주파수 동향 및 주파수 분배발표자료, 2007년 신규서비스용 주파수분배방안 공청회, 2007.6.29

[2] 김도현, 이성협, “WBAN 표준화 동향”, OSIA Standard&Technology Review, 3호, 9권, pp.25-33, 2007.9

[3] 정보통신 증집기술 표준화 로드맵(WPAN/WBAN), 2007

[4] IEEE 802.15 WPAN WG homepage, <http://www.ieee802.org/15>

[5] 김태영, Chong Phhkit, 강지훈, 김태홍, 유성은, 윤동희, “무선 센서네트워크 다중접속 프로토콜 개요 및 표준화 동향”, 한국통신학회논문지, 제24권 제5호, 2007

[6] 박현규, 김혜정, 이승재 “Zigbee를 이용한 생체신호 전송 및 관리시스템”, 한국컴퓨터종합학술대회, Vol.32, 2005

[7] 이종희, “원격 진단을 위한 ECG Telemetry 시스템에 관한 연구”, 대한전자공학회 학술발표회 논문집, 제6권 22호, pp.145-148, 1997

[8] 김진태, 이훈, 황대환, 김봉태, “저속, 저전력 무선 PAN 표준 개발동향”, 전자통신동향 분석 제18권 제2호, pp.37-44, 2003.4

[9] 박창원, “Global Standardization Trends of BAN(Body Area Network)” Korea Internet Conference, 2008

[10] IEEE 802.15 WPAN Task Group 6 Body Area Network(BAN) <http://www.ieee802.org/15/pub/TG6.html>