

# 메디칼 VAN 최근 기술 동향

## Medical BAN 기술 동향

이 형 수  
한국전자통신연구원

### 요 약

MBAN(Medical Wireless Body Area Network)은 인체 내부에 이식한 장비를 인체 외부에서 모니터링하는 인체 이식형 의료 분야와 인체 표면이나 3~5미터내 인체의 주변에서 일어나는 신체 부착형 의료 분야로 정의할 수 있다.

본 고에서는 기존 MBAN으로 사용하고 있던 무선 장비들에 대한 각국의 기술 개발 동향을 분석하였으며, 인체 내부와 외부에서의 가장 큰 특성인 인체 전파 특성에 대해서도 분석해 보았다.

그리고 IEEE에서 표준화 작업중인 WBAN(Wireless Body Area Network)의 개념과 추진 상황과 더불어 현재 검토 중인 주파수 대역에 대해서 분석하였다.

### I. 서 론

모바일 환경의 발전으로 인해 환자가 의사를 찾는 시대에서 벗어나 언제, 어디서나 환자의 상태를 모니터링하고 모니터링한 정보를 실시간으로 병원에 전달하여 환자에게 적절한 의료 서비스를 제공할 수 있는 장비로써 모든 일반인을 대상으로 언제, 어디서나 사용자의 건강을 관리할 수 있게 되었다.

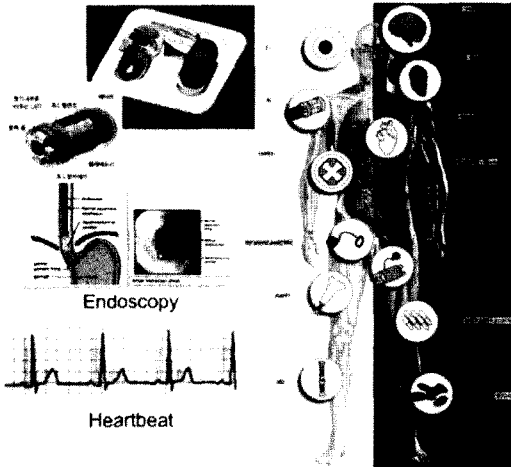
이러한 U-health 네트워크 산업은 새로운 성장 산업으로 부각되고 있으며, 개인에게도 많은 편리함과 안락함, 시간의 절약 등으로 인한 비용 절감과 더불어 지속적인 안전한 생활을 보장할 수 있다.

MBAN(Medical Wireless Body Area Network)은 인체 내부에서의 전파 특성으로 인해 인체 내부에 이식한 장비를 인체 외부에서 모니터링하는 인체 이식형(In-body형)과 인체 표면이나 3~5미터내 인체의 주변에서 일어나는 인체 부착형(on/out-body) 근거리 통신용으로 분류할 수 있다<sup>[1]</sup>.

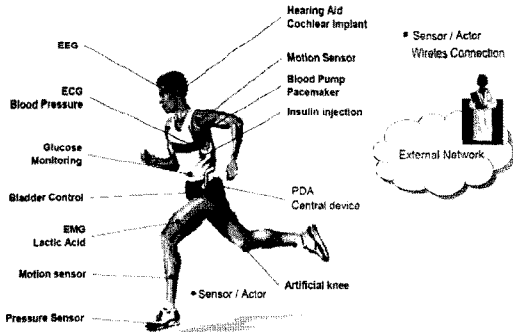
인체 이식형 무선 통신 시스템(MICS: Medical Implant Communications System)은 [그림 1]과 같이 인체 외부와 인체 내부의 이식형 의료 장치(Active Medical Implant) 송수신기 간에 양 방향의 디지털 통신을 제공한다<sup>[1]</sup>. 현재 전 세계적으로 수백만의 인구가 활동형 의료용 이식 장치에 의존하며 살아가는데, 이러한 활동형 이식 장치들은 [그림 1]과 같이 심장 박동 조절, 통증 조절, 약물 투여, 요실금 조절, 당뇨병 인슐린 조절 장치, 이식형 약물 주입 장치 등과 같이 광범위한 치료적 기능을 수행한다.

심전도, 근전도, 온습도, 기압, 운동량 등 사람의 생체 신호를 측정하여 무선으로 데이터를 전송하는 [그림 2]와 같은 인체 부착형 무선 시스템에서는 MBAN을 이용한 사전 검진을 통해 예방을 할 수 있으며, 만성적인 환자나 노약자들의 건강 상태를 장기적으로 감지하거나 지속적인 상황을 확인할 수 있다. 이중 기술이 진화되고 고령화 사회에 접어들어 따라 앞으로 이러한 장치들에 의한 인류의 의존도는 높아져 갈 것으로 예측된다.

본 논문에서는 MBAN의 각국의 기술 개발 동향과 더불어 인체 내부와 인체 외부의 기술을 구분화



[그림 1] 인체 이식형 무선장치



[그림 2] 신체 부착형 무선 장치

시키는 인체 전파 특성의 차이점에 대해서도 분석하였다. 또한, 세계 각국에서 기존에 MBAN 응용으로 이용하고 있던 주파수 대역을 분석해 보았다. 그리고 IEEE에서 표준화 진행 중에 있는 WBAN의 정의와 요구 사항에 대해 서술하였다.

## II. 기술 동향

### 2-1 인체내 MBAN 분야

인체 이식형은 오래전부터 개발되어 사용되고 있

었는데, 그 중 기술적으로 안정된 제품이 2004년 Verichip사가 환자나 동물에 직접 이식할 수 있는 인체 인식칩의 허가를 FDA로부터 승인을 받았는데, 이 칩은 13 MHz의 RFID 방식으로 인체 외부에서 환자의 ID를 리더기로 읽을 수 있는 기능을 가지고 있다. Verichip사는 2007년 말부터 체내에 이식하여 당뇨병 환자의 혈당을 조사하고 혈당 수치가 증가시 무선으로 경보를 보낼 수 있는 혈당 센서 칩과 개발하고 있다.

그러나, 이러한 RFID 방식은 전파 도달 거리가 짧아 수술이나 진단시 장비가 환자 몸에 근접해야 하는 불편함과 감염의 위험성 및 정보량이 수 kbps 이하라는 제한이 생기게 된다.

이에 따라 의료기기 업체에서 1998년도에 UHF 대역에 100 kbps 정보량을 처리할 수 있는 MICS 주파수 대역을 ITU에 요청하여 분배를 받았다<sup>2)</sup>. 이에 따라 FCC, ETSI, IEC 등 국제 표준 기구가 승인한 MICS (Medical Implant Communication Service) 대역에서 인체 내부의 Bio 센서/의료 장치와 체외 헬스 모니터링/제어 장치간의 무선 통신을 지원하는 인체내 WBAN 통신 기술 개발이 활발하게 진행되고 있다.

이 주파수 대역에서 저전력 칩을 제공하는 회사로 Zarlink Semiconductor사(이하 Zarlink)에서 ZL70101이라는 Medical Implantable RF Transceiver 칩을 2007년 5월에 발표하였다. 이 칩은 전송 속도가 800/400/200 kbps의 3가지 속도를 제공하고 있으며, 크기는 1 cm 이하이다.

향후 무선을 이용한 생체 계측이 기대되는 부문으로서 유망한 또 다른 기기는 캡슐형 내시경(capsule endoscope)이다. 캡슐형 내시경은 환자가 알약처럼 삼키면 작은 창자 속으로 들어가 의사들이 비디오 화면이나 모니터를 통해 내장의 장거나 체강 내부를 직접 살필 수 있게 만든 캡슐 형태의 초소형 내시경을 말한다. 초창기에 개발된 캡슐 내시경은 복용 후 6~8시간 동안 영상을 찍고 인체 밖으로 배출된 뒤, 컴퓨터에서 영상 개선 작업을 거쳐 보아야 하는 단점이

있으나, 최근에는 실시간으로 모니터링하는 제품도 개발이 되어 있다<sup>[3]</sup>.

### 2-2 신체 부착형 MBAN 분야

심장 ECG 신호 측정, 자가 글루코스 분석, 혈압 측정 등 체외 측정이 가능한 생체 신호를 다중 지점에서 측정하는데 필요한 무선 전송 방식, 네트워킹 방식에 관한 연구가 활발하게 진행 중에 있다. 이 연구 개발 중 무선 전송 방식은 대부분이 블루투스에 치중되어 있으나, 저전력이라는 기술적 장점에 의해 벨기에의 IMEC 연구소에서는 임펄스 기반 UWB 기술을 적용하는 연구가 진행 중이다.

의료용 진단 장치 개발로서 스위스의 CardGuard사는 ECG 모니터, 시계형 혈압 측정 장치 등 체외 측정 장치를 개발하고 이 기기와 의료 서비스 서버간의 연결을 무선화하는 Wireless Medical Device와 Medical Web Service를 개발하고 있는데, 여기에서도 무선 통신은 블루투스를 채용하여 PMP4라는 시스템을 통해 체외 측정 장치가 수집한 생체 데이터를 PDA 또는 PC로 전송하는 방식이다.

그리고 Harvard 대학에서는 CodeBlue라는 프로젝트명 아래 802.15.4에 기반한 무선 장치(모드: MOT)를 이용하여 Wearable 무선 센서 장치 및 심박, 산소농도 측정기 등 Bio 센서 네트워크에 관한 연구를 진행 중에 있다.

## III. 인체 전파 특성

MBAN은 인체 내부와 인체 외부로 구분하고 있는데, 이는 인체 내부의 특이한 전파 특성과 전파에 대한 인체 안전성이 많이 요구되기 때문이다. 즉, 인체 내부에는 물과 섬유질, 뼈와 같은 다양한 성분으로 구성되어 있어, 공기 중보다 전파의 감쇄가 인체 내부의 깊이에 따라 30~70 dB 이상 더 크므로 손실이 적은 주파수 대역의 선정이 매우 중요하고, 적절

한 통신 방식도 요구된다<sup>[4]</sup>. 이러한 인체 내부 장치들은 생명의 안전을 다루는 중요한 기기이기 때문에, 대부분의 나라에서는 전용적으로 사용 가능한 의료용 무선 주파수 대역에서 사용하도록 분배되어 있다.

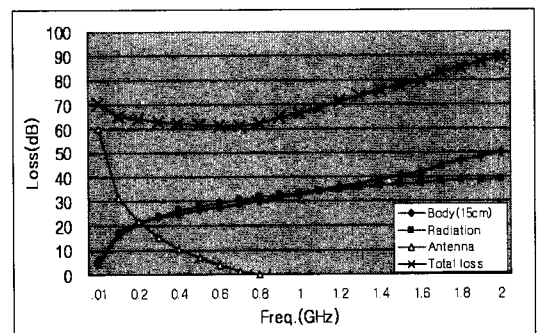
인체 내부에서는 [그림 3]과 같이 400 MHz 대역대가 적은 손실로 우수한 전파 특성을 가지고 있으나, 1 GHz 이상 대역에서는 전파 손실이 급격히 커지는 특성을 볼 수 있다. 따라서 400 MHz 주파수 대역에서는 송신 에너지가 낮아도 되므로, 환자에게 보다 안전(SAR: 전자파 인체 흡수율 수치가 낮음)하며, 배터리 수명도 증진시킬 수 있는 이점도 가지게 된다.

최근 IEEE에서는 인체 내부와 외부의 채널 모델링을 위한 기고서를 받고 있으며, 연구된 채널 모델을 10월 중순에 발표할 예정으로 있다<sup>[5]</sup>.

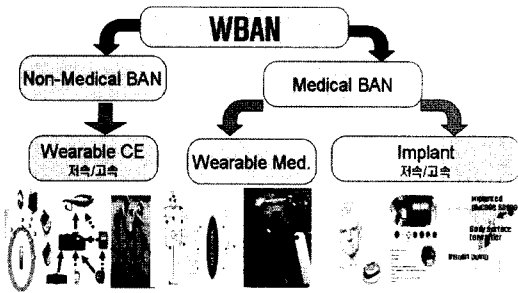
## IV. IEEE 표준화 동향

### 4-1 IEEE에서의 WBAN 표준 동향

IEEE에서는 2006년부터 MBAN에 대한 기초 연구 활동을 수행하다가 2007년 11월에 TG(IEEE802.15.6)가 됨에 따라 본격적인 표준화 작업이 진행 중에 있다. 이때 공식적인 명칭을 WBAN(Wireless Body Area Network)이라 하고 있다. 이 WBAN은 [그림 4]와 같이 앞에서 언급되었던 MBAN의 영역과 더불어, 비의료



[그림 3] 인체 내부 전파 손실 특성



[그림 4] IEEE에서의 WBAN 분류

용 무선기기도 포함하고 있다<sup>6)</sup>. 즉, 가전기기(Consumer Electronics)들간의 통신을 목적으로 하는 의료용 분야와 인체 내부에 이식되어 인체 내부의 건강 상태에 대한 모니터링이나 인체에 이상이 발생시 대처해 주는 인체 이식형 무선기기와 인체 외부 3미터 이내에서 의료용 sensor로부터 송수신하는 인체 외부기기로 구분할 수 있다.

WBAN을 위한 국내 표준화는 TTA에서 2008년 3월에 신설한 PG317 WBAN에서 표준화가 진행 중이다.

그리고 IEEE 표준화 기구에서 WBAN에 요구하는 기능들은, 현재(2008년 9월회의)까지 토의된 회의내용을 종합해 보면 <표 1>과 같은 요구 사항으로 볼 수 있다<sup>5)</sup>.

현재 IEEE 802.15.6 TG에서는 전파 채널 모델과 기술 요구 사항, 표준화 평가 기준에 대한 마무리 작업

<표 1> IEEE802.15.6 WBAN 요구 사항

	인체 외부	인체 내부
용도	비디오/오디오, 데이터	데이터, 이미지
도달거리	<5 m	<2 m
수명	응용 분야에 의존	5~10 년
전송 속도	10 kbps~10 Mbps	10 kbps~10 Mbps
Duty cycle	1~100 %	0.1~50 %
안전성	중간	매우 높음
Piconet 갯수	10	5

을 하고 있으며, 11월부터 표준안을 제안받아 2009년 3월에 표준 제안서 제출 마감으로 되어 있다.

#### 4-2 WBAN의 주파수 이용 방향

WBAN의 표준화가 진행되기 전에 <표 2>와 같이 전세계적으로 다양한 주파수를 각국의 사정에 맞게 사용하고 있었다. 가장 많이 사용되는 주파수 대역은 전파 사용료 부담이 없는 근거리 소출력 주파수 대역으로써, 비허가 주파수 대역인 ISM 대역과 근거리 통신용인 Telemetry 대역이다<sup>7)</sup>. 또한, 인체 이식형 의료 용도로 사용되는 주파수는 전파 특성과 안정성으로 인해 ITU-R과 전세계적으로 402~405 MHz(MICS) 대역을 전용 주파수 대역으로 분배하였다. 최근에 u-Health 장비의 수요 증가에 대한 일환으로 의료용 센싱 장비에 대한 주파수를 추가 요구하게 되었으며, 미국과 유럽에서는 401~402 MHz, 405~406 MHz 대역을 추가하여 각각 MedRadio서비스, MEDS 서비스라 하여 2009년 중에 분배될 예정으로 있다<sup>2)</sup>.

현재 IEEE에서 표준화를 추진하고 있는 WBAN 장비에 대한 요구 사항을 기준으로 했을 때 인체 내부의 전파 특성상 주파수가 여러 개 대역으로 나뉘어 표준이 정해질 것 같다<sup>8)</sup>.

즉, 인체 내부 혹은 외부용으로 저속(low rate)에는 400 MHz 대역인 MICS(향후 MedRadio)를 사용하고, 인체 외부의 10 Mbps급의 중속(medium rate)에는 ISM 대역과 3~10 GHz 대역의 UWB기술을 고려하고 있지만 인체 내부용 고속 영상은 현재 약 40 MHz 대역폭을 1 GHz 대역 이하에 어떻게 확보해야 할지 고심 중에 있다.

## V. 결 론

정보 통신과 전자 디바이스의 눈부신 발전으로 정보기기가 소형화됨에 따라, 휴대형(portable)에서 몸에 붙일 수(wearable) 있을 정도로 발전하고 있다. 심

<표 2> 지역별 WBAN 주파수 이용 대역 분석

주파수(MHz)	이용 국가			서비스	비고
	유럽	북남미	아시아		
402.00 ~ 405.00	✓	✓	✓	MICS	기상용/MICS용
433.05 ~ 434.79	✓			General telemetry	비허가/SRS용
602.00 ~ 614.00		✓		WMTS	비허가/방송용
868.00 ~ 870.00	✓			General telemetry	비허가/SRS용
902.00 ~ 928.00		✓		ISM	비허가/소출력용
2400.0 ~ 2500.0	✓	✓	✓	ISM	비허가/포화상태
5650.0 ~ 5925.0	✓	✓	✓	ISM	비허가
3100.0 ~ 10600.0	✓	✓	✓	UWB	미약전파

지어는 몸에 이식하여 수년동안 몸안의 상태를 외부로 정보를 보낼 수 있는 소형화와 장기간 전원 관리 기술도 발전한 상태이다. 이와 같은 여러 대의 웨어러블 기기를 몸에 붙였을 경우나 몸안과 몸 바깥에서 기기간의 접속은 무선으로 하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

이러한 WBAN분야에 대해 현재 IEEE 802.15.6을 중심으로 주파수, PHY, MAC, 네트워크 등 다양한 요구 사항을 수립 중에 있으며, 다양한 규격들이 기고서로 제안되고 있다. 2009년 상반기에는 WBAN의 PHY/MAC 계층에 대한 표준 규격이 제정될 것이므로 각국 간의 표준화 선점 작업이 치열할 것이라 생각된다.

### 참 고 문 헌

[1] 이형수, "WBAN 주파수 분배동향 및 주파수 대역 제안", 한국통신학회지(정보와 통신), 25(2), pp. 6-10, Feb. 2008.

[2] Amendment of Parts 2 and 95 of the Commission's Rules to Establish the Medical Device Radio Communications Service at 401~402 and 405~406 MHz, FCC, Jul. 2006.

[3] 이대성, "소화기관 진단용 캡슐형내시경 및 센서 캡슐 기술 동향", 전자정보센터, 2007년 12월.

[4] 이형수, 남상욱 외, "Relationship between power loss and frequency band for medical implanted communications", *IEEE802.15*, 2007년 11월.

[5] IEEE 802 TG BAN homepage, <http://www.ieee802.org/15/pub/SGmban.html>.

[6] BAN Project Authorization Request(PAR) draft, IEEE P802.15-07-0575-06.

[7] 이형수, 광경섭 외, "Proposal for WBAN Frequency Band Allocation", *IEEE802.15*, Nov. 2007.

[8] 이형수, MICS 주파수 동향 및 주파수 분배 발표자료, 2007년 신규 서비스용 주파수 분배 방안 공청회, 2007년 6월.

≡ 필자소개 ≡

이 형 수



1980년: 경북대학교 전자공학과 (공학사)

1986년: 연세대학교 전자계산학과 (공학석사)

1996년: 성균관대학교 정보공학과 (공학박사)

1983년 4월 ~ 현재: 한국전자통신연구원

책임연구원

[주 관심분야] WBAN, WPAN, 전파 전파 특성, 주파수 할당 및 간섭 평가, 이동 통신 및 방송 기술 등