

WBAN주파수 분배동향 및 주파수대역 제안

이형수

한국전자통신연구원

요약

WBAN(Wireless Body Area Network)은 인체를 기준으로 하여 인체내부 및 인체로부터 3미터 이내의 무선통신으로 정의하고 있다. 이에따라 WBAN은 현재 다양한 용도로 응용되고 있는데 크게 분류하면 의료용과 비의료용 무선기기로 구분할 수 있다. 즉 가전기기(Consumer Electronics)들간의 통신을 목적으로 하는 비의료용 분야와 인체내부에 이식되어 인체내부의 건강상태에 대한 모니터링이나 인체에 이상이 발생시 대처해 주는 인체이식형 무선기기와 인체의외부 3미터 이내에서 의료용 sensor로부터 송수신하는 인체의외부 기기로 구분할 수 있다.

IEEE802.15.6에서 2006년 하반기부터 WBAN(Wireless Body Area Network)시스템에 대한 표준화를 진행하고 있으며, 2008년도에는 표준 제안서를 각국에서 받아 2009년도에 완료할 예정이다.

본 고에서는 기존 WBAN으로 사용하고 있던 무선장비들에 대한 각국의 인체내부와 외부의 주파수 분배동향을 분석한 후 WBAN표준화시 대두될 PHY/MODEM/MAC제안에 결정적 영향을 미치는 WBAN의 주파수에 대한 방향을 제시하였다.

1. 서론

무선기술의 급속한 발전과 이동통신 시스템의 다양한 서

비스 등장으로 인해 휴대용 이동통신 단말기를 비롯한 무선 통신장비가 급속하게 보급되고 있으며, 이와 함께 제한된 영역내에서 무선장비간의 통신을 주목적으로 하는 WLAN, WPAN(블루투스, UWB, ZigBee) 등의 무선장비가 기업내, 가정내, 병원내 다양한 환경에서 상용화가 되고 있다[1].

또한 일부 기업에서는 이와 같은 무선기술을 이용한 의료용 솔루션을 개발해 병원에 적용하는 사례도 빠른 속도로 확산되고 있다. 즉, 모바일환경의 발전으로 인해 환자가 의사를 찾는 시대에서 벗어나 언제, 어디서나 환자의 상태를 모니터링하고 모니터링 한 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-health네트워크산업은 새로운 성장산업으로 부각되고 있으며, 개인에게도 많은 편리함과 안락함, 시간의 절약 등으로 인한 비용절감과 더불어 지속적인 안전한 생활을 보장할 수 있다. 넓은 의미로는 모바일환경의 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 언제, 어디서나 사용자의 건강을 관리할 수 있게 하는 기기를 말한다. U-health네트워크의 기반이 되는 무선 의료기관 무선주파수를 이용하여 진단 목적으로 환자의 생체정보를 원격으로 전송하거나 치료목적으로 사용할 수 있는 무선기술이 적용된 기기이다.

이중 인체이식형 무선통신시스템(MICS: Medical Implant Communications System)은 인체의외부와 인체내부의 이식형

의료장치 (Active Medical Implant) 송수신기간에 양방향의 디지털 통신을 제공한다[2]. 현재 전 세계적으로 수백만의 인구가 활동형 의료용 이식 장치에 의존하며 살아가는데, 이러한 활동형 이식 장치들은 심장박동 조절, 통증조절, 약물투여, 요실금조절, 당뇨병 인슐린 조절장치, 이식형 약물 주입장치 등과 같이 광범위한 치료적 기능을 수행한다. 기술이 진화되고 고령화 사회진입에 따라 앞으로 이러한 장치들에 의한 인류의 의존도는 높아져만 갈 것이므로 전세계적으로도 이러한 표준 장비의 개발시기는 빠를수록 좋을 것이다.

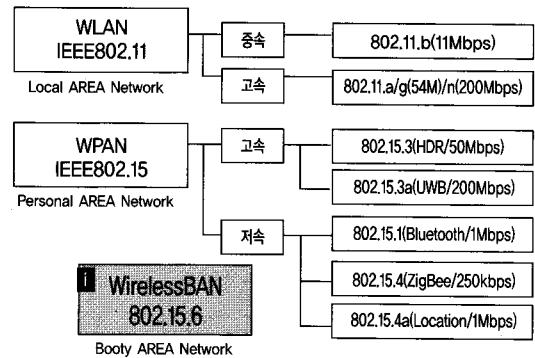
본 논문에서는 WBAN의 개념을 IEEE에서의 정의와 응용 제품상의 분류를 통해 살펴본 후, 인체내부와 인체외부에서의 전파특성의 차이점에 대해 분석하였다. 그리고 세계각국에서 기존에 WBAN응용으로 이용하고 있던 주파수 대역과 전세계공동으로 이용가능한 대역인지를 분석한 후 WBAN 표준화시 대두될 PHY/MODEM/MAC에 대한 결정적 영향을 미치는 WBAN의 주파수에 대한 방향을 제시하고자 한다.

II. WBAN정의 및 특성

인체에서의 통신은 과거에 유선에 의존하여 사용하고 있었으나, 최근에는 인체를 전도체로 하는 인체통신이나 신체 부착형 의복형인 FAN (Fabric Area Network) 등에 대한 연구가 진행 중에 있다.

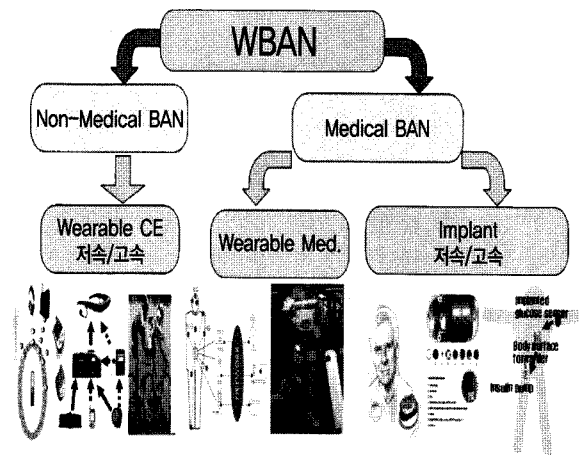
또한 국제표준화단체인 IEEE에서는 전파의 도달거리를 기준으로 하여 (그림 1)과 같이 약 100미터 도달거리의 WLAN, 약 10미터 도달거리의 WPAN으로 구분하고 표준화를 완료 하였으나, 2006년 하반기부터 인체의 내부 및 외부 약 3미터 이내에 장착되는 장치들을 무선 네트워크로 연결하여 기기 간의 상호통신을 하게 하며, 용도에 따라 수Kbps ~ 수십 Mbps를 전송하는 새로운 전송 방식을 WBAN이라 정의하고 현재 표준화를 진행하고 있다.

또한 WBAN(Wireless Body Area Network)은 (그림 2)와 같이 용도에 따라 의료용과 비의료용으로 구분할 수 있다. 즉 인체를 기준으로 하여 인체외부 3미터 이내의 가전기기 (Consumer Electronics)들간의 통신을 목적으로 하는 비의



구분	전파도달거리	사용 환경	비 고
WLAN	<100M	사무실, 학교 등의 컴퓨터와 주변장치간 통신	병원내 백본네트워크
WLAN	<10M	개인의 영역내에 있는 정보장치간의 통신	장치와 장치간 [mesh]
WBAN	InBody/Out(3m)	인체내부나 인체에 부착한 정보장치간의 통신	인체내부/바이오센서 장치간

(그림 1) IEEE에서의 거리에 따른 정의



(그림 2) WBAN의 용도별 구분

료용 분야와, 인체내부에 이식되어 인체내부의 건강상태에 대한 모니터링이나 인체에 이상이 발생시 대처해 주도록 설계된 인체이식형 무선기기와 인체외부 3미터이내에서 바이오센서로부터 자료를 수집하는 외부 무선기기로 나눌 수 있다.

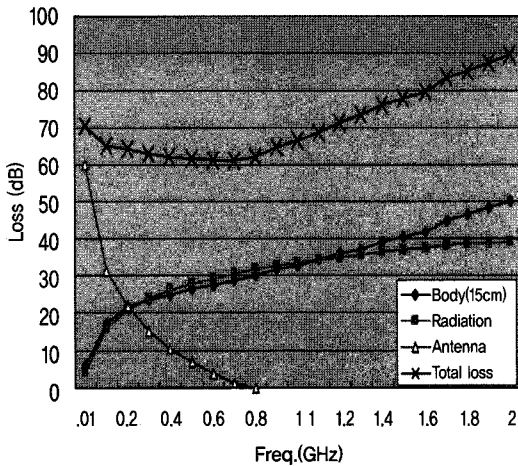
그리고 IEEE 표준화 기구에서 WBAN에 요구하는 기능들은, 현재(2007년 11월회의)까지 토의된 회의내용을 종합해보면 (표 1)과 같은 요구사항으로 볼 수 있다[1].

〈표 1〉 WBAN 요구사항

	인체외부	인체내부
용도	비디오/오디오, 데이터	데이터, 이미지
도달거리	〈3m	〈2m
수명	응용분야에 의존	5~10 년
전송속도	10kbps ~ 10Mbps	10kbps ~ 6Mbps
Duty cycle	1% ~ 100%	0.1% ~ 50%
안전성	중간	매우 높은
piconet갯수	10	5

이 요구사항에서도 인체내부와 인체외부로 나누고 있는데 이는 인체내부의 특이한 전파특성과 전파에 대한 인체안전성이 많이 요구되기 때문이다. 즉 인체내부에는 물과 섬유질, 뼈와 같은 다양한 성분으로 구성되어 있어, 공기중보다 전파의 감쇄가 30~50dB 이상 더 크므로 손실이 적은 주파수대역의 선정이 매우 중요하고, 적절한 통신방식도 요구된다[3]. 이러한 인체내부장치들은 생명의 안전을 다루는 중요한 기기이기 때문에, 대부분의 나라에서는 전용적으로 사용가능한 의료용 무선 주파수대역에서 사용하도록 분배되어 있다.

인체내부에서는 (그림 3)과 같이 400MHz대역대가 적은 손실로 우수한 전파 특성을 가지고 있으나 1GHz이상대역에서는 전파손실이 급격히 커지는 특성을 볼 수 있다. 따라서 400MHz 주파수대역에서는 송신에너지가 낮아도 되므로, 환자에게 보다 안전(SAR : 전자파 인체흡수율 수치가 낮음)하며, 배터리 수명도 증진시킬 수 있는 이점도 가지게 된다.



(그림 3) 인체내부 전파손실특성

III. 주파수분배동향

WBAN은 표준화가 진행하기 전에도 전세계적으로 현재까지 다양한 주파수를 (표 2)와 같이 각국의 사정에 맞게 지역별로 사용하고 있었다 (1지역은 유럽, 2지역은 북남미, 3지역은 아시아). 가장 많이 사용되는 주파수의 대역으로는 전파사용료 부담이 없는 근거리 소출력 주파수대역으로서, 비허가 주파수대역인 ISM대역과 근거리통신용인 Telemetry Band 사용으로 볼 수 있다[4,5].

〈표 1〉의 요구 전송속도가 10kbps~10Mbps이고 자체 piconet망을 동시에 5개 이상 되어야 한다는 조건에 따라, 주파수대역폭을 환산해 보면 약 100MHz대역폭 이상이어야 된다는 것을 예측할 수 있다.

그러나 이와 같이 많은 대역폭을 비허가로 할 수 있는 대역은 대부분의 나라에서는 기존의 ISM대역과 UWB대역 밖에는 없는데, 이 두 대역 다 2GHz이상이므로, 인체 내부용으로는 전파특성상 적절하지 않게 된다.

또한 각국에서 의료전용으로 할당된 주파수는 대부분 6MHz대역폭 이내이고 주파수 대역도 분산되어 있는 형태이기 때문에 전송용량이 큰 무선기기는 수용할 수 없는 상태이다. 이런 것을 먼저 분석한 후 적절한 주파수 대역을 결정할 수밖에 없는 상태이다.

〈표 2〉 지역별 WBAN 주파수이용대역 분석

주파수 (MHz)	이용국가			서비스	비고
	1지역	2지역	3지역		
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

1. 비의료용 주파수할당 동향

인체외부의 가전기기간 통신을 위한 주파수대역으로는 ISM대역을 들 수 있으며, ISM대역내에서도 광대역통신과 채널이 충분히 확보될 수 있는 대역폭이 약 100MHz이상인 보장되는 2.4GHz대역으로 볼 수 있다. 이 대역에서 대표적으로 WBAN통신용으로 사용하는 세계적인 기술로는 가전

기기간의 통신으로 주로 사용되는 블루투스, 센서나 의료기 시간 통신으로 주로 사용되는 ZigBee, 대용량이 요구되는 가전기기와의 통신은 WLAN을 주로 사용하여 왔다.

2. 의료용 주파수할당 동향

의료용으로 사용되는 주파수는 안정성을 보장하기 위해 타 서비스와 분리되어 독점적 사용이 가능한 주파수대역과 소출력으로 타통신과 공유하여 사용하는 공유주파수 대역으로 나눌 수 있다.

1970년부터 인체내 이식용 주파수로 10~100kHz 대역에서 적은 주파수대역폭을 사용한 Inductive link 방식을 사용하여 왔다. 그런데 이 방식은 유도자기방식이므로 전력의 소모는 없으나 전송용량이 적고 인체에 바로 부착한 관계로 감염의 우려가 있었다.

이런 문제점을 해결하기 위해 인체내부 이식형 무선통신 전용주파수 대역으로 1998년도 ITU-R에서 MICS 대역을 분배한 바 있다[6].

구 분	401	402	403	404	405	406MHz
ITU	401					406
미국		402			405	
유럽		402			405	
한국		402			405	

(그림 4) 각국의 MICS주파수분배 동향

(그림 4)에서와 같이 MICS 주파수는 인체의 안전한 통신을 보장하기 위해 전세계적으로 같은 402~405 MHz 주파수로 분배되어 있다. 그리고 ITU-R에서는 효과적인 MICS 작동을 위해서, 유효 방사 출력은 -16 dBm (25μW), 1채널은 300kHz 대역폭이고 전체 10개로 구성되어 3MHz로 분배되어 있다. 이러한 MICS대역은 미국(1999년), 유럽(2002년), 일본(2005년), 한국(2007년9월) 등 세계 각국에서 이미 분배된 상황이다.

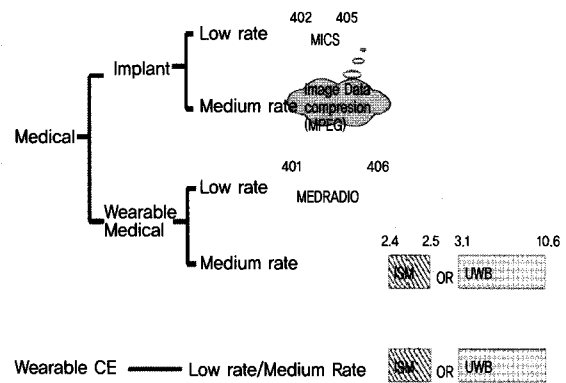
또한 최근에 IT와 BT의 융합에 따른 의료용 센서와 다양한 응용분야의 개발이 가속화되고 있기 때문에 인체외부의 Wearable 의료용 기기에 대한 새로운 요구도 증대되고 있다. 이에 따라 최근의 인체내 2~3m내에서 바이오 센서용이나 U-health장비에 대한 수요 증가에 대한 일환으로 의료기

기제조업체인 Biotronik, Dexcom, Medtronic사와 Intel, Zarlink와 같은 기존의 통신회사들도 의료용 센싱장비에 대한 주파수를 요구하게 되었다. 이러한 요구에 대해 미국과 유럽에서는 401~402MHz, 405~406MHz 대역을 추가하도록 보고서가 나온바 있다[7].

미국에서는 두가지가 확대된 401~406MHz (5MHz대역폭) 주파수 를 새로운 MedRadio (Medical Radio)무선서비스라 하고 유럽에서는 MEDS (medical data service)서비스라 하는데, 최종적인 추가분배는 2008년 상반기 예정으로 있다.

IV. WBAN 주파수 대역 제안

IEEE에서 표준화를 추진하고 있는 WBAN 장비에 대한 요구사항을 기반으로 했을 때 10Mbps급의 중속 전송속도를 만족시키고, 인체내부/외부를 전부 만족시킬 수 있는 비허가 주파수대역은 한 개 대역으로 될 수 없다는 판단이 든다.



(그림 5) WBAN주파수 제안대역

10Mbps급 중속으로 5개 이상의 PicoNet사용시 약 100Mbps 대역폭이 소요되는데, MICS/MedRadio 서비스대역은 총대역폭이 3MHz/5MHz 대역폭이므로, 너무 적어 수용할 수 없게 된다. 그러면 비허가용 주파수대역으로 전세계 공통대역인 ISM대역 (2.4GHz)이나 UWB대역 (3.1~10.6GHz)은 전파특성상, 인체내부용도로는 적절하지 않다.

그러므로 인체내부와 외부용으로 1Mbps 이하급의 저속용은 전파특성상 400MHz 대역인 MICS/MedRadio 대역이 최적이며, 10Mbps 급의 중속용으로는 ISM 대역 또는 UWB 대역으로 나누어 시스템설계가 이루어 질것으로 예상이 든다 [8]. 즉 2개이상의 시스템구조가 발생될 것으로 예상이 된다.

그러나 ISM 대역은 현재에도 WLAN, Bluetooth, ZigBee, 위치인식기기 등 다양한 무선장비가 사용되어 잡음이 증가되는 추세이므로 또 다시 이 대역을 이용하는 것은 적절한 간섭평가후 신중하게 결정할 필요가 있다

V. 결 론

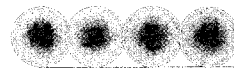
정보통신과 전자 디바이스의 눈부신 발전으로 정보기기가 소형화됨에 따라, 휴대형(portable)에서 몸에 붙일 수(wearable) 있을 정도로 발전하고 있다. 심지어는 몸에 이식하여 수년동안 몸안의 상태를 외부로 정보를 보낼 수 있는 소형화와 장기간 전원관리기술도 발전한 상태이다. 이와 같은 여러 대의 웨어러블 기기를 몸에 붙였을 경우나 몸안과 몸 바깥에서 기기간의 접속은 무선으로 하는 것이 바람직한 것으로 판단된다. 이러한 용도로 기존에는 의료용 제조업체에서 각자 개발한 독자제품이나, 근년 급속히 보급되고 있는 ISM대역인 2.4GHz대역의 Bluetooth나 ZigBee등을 많이 사용하여 상품화를 진행한 상태이다.

그러나 인체에 근접한 영역에 무선통신을 하는 WBAN에 대한 용도로 특히 의료용이 가장 많기 때문에 안전성과 신뢰성 있는 통신의 확보와 더불어 수년동안 인체에 이식해야 되는 저전력성이라는 특성으로 인해 IEEE에서 WBAN표준화를 시도하고 있다. 2008년도에는 각국의 표준안을 제안받도록 예정되어 있으므로, 각국간의 표준화 선점작업이 치열할 것으로 예상된다.

이런 측면에서 시스템의 가장 근간이 되는 주파수를 먼저 분석해봄에 따라 시스템의 구조와 설계를 예상할 수 있기 때문에 본 논문에서는 각국의 비의료용 주파수동향과 의료용 주파수동향을 분석해 보았다. 분석결과 IEEE에서 표준화를 추진하고 있는 WBAN장비에 대한 요구사항을 기반으로 했을 때, 10Mbps급의 중속 전송속도를 만족시키고, 인체내

부/외부를 전부 만족시킬수 있는 비허가 주파수대역은 한 개의 대역으로 될 수 없다는 판단이 든다.

이러한 분석결과를 가지고 국내 WBAN관련 전문가들과의 검증과 논란을 통해 최적의 WBAN 규격을 도출하는 연구가 시급히 진행하여야 한다.



- [1] <http://www.ieee802.org/15>, 2006~2007.
- [2] 이형수, MICS주파수동향 및 주파수 분배발표자료, 2007년 신규서비스용 주파수분배방안 공청회, 2007.6.29
- [3] 이형수, 남상욱외, Relationship between Power Loss and Frequency Band for Medical Implanted Communications, IEEE802.15, 2007.11
- [4] "State of ERC Recommendation 70-03", Relating to use of Short Range Device(SRD) Including Appendixes and Annexes" 2003. 5
- [5] "Limitation of Radiation from Industrial, Scientific and Medical (ISM) Equipment", Recommendation ITU-R SM.1056, 1994
- [6] ITU, Recommendation ITU-R SM.1539-1, 1989.
- [7] 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, July 2006
- [8] 이형수, 광경섭외, Proposal for WBAN Frequency Band Allocation, IEEE802.15, 2007.11

약 력



이 형 수

1980년 경북대학교 전자공학 학사
 1986 연세대학교 전자계산학 석사
 1996 성균관대학교 정보공학 박사
 1983 ~ 현재 한국전자통신연구원 책임연구원
 관심분야: WBAN, WPAN, 전파전파특성, 주파수할당 및 간섭평가