

특집  
07

## WBAN 국제 표준화 동향

### 목 차

1. 서 론
2. WBAN 개요
3. IEEE802.15.6 표준화 활동
4. WBAN 응용
5. 결 론

윤 양 문  
(한국전파진흥원)

### 1. 서 론

인체를 중심으로 신체 내외에 위치한 디바이스 간 근거리 무선통신네트워크인 WBAN (Wireless Body Area Network) 기술에 대한 국제 표준화 작업이 IEEE802.15. WPAN WG Working Group) 산하 TG(Task Group)- BAN 을 중심으로 진행되고 있다. TG가 결성된 이후 지난 2009년 1월 58차 IEEE802 Wireless Interim 회의까지는, 비록 1월에 몇몇 제안서가 발표되기도 했지만, 표준의 기본방향을 설정하기 위한 주파수, 물리계층 및 매체접근제어계층, 네트워크 및 응용 등에 관련된 기술요구사항에 관한 표준요구서(Requirement) 작성, 즉 Technical Requirement Document, Channel Model Document, Regulatory Document 및 Application Matrix Document 작성에 집중되어 왔다. 그러나 2009년 3월부터 5월까지의 표준안에 대한 제안서(proposal)를 정식으로 접수하는 기간이고 이 기간에만 제안서를 받기 때문에 WBAN 표준화를 위해 준비해온 많은 기관 및 기업들이 각각의 이익을 위하여 지금까지와는

다른 활발한 표준화 활동을 벌이고 있다. 본고에서는 올 1월 및 3월에 있었던 IEEE802.15.6 회의 결과를 중심으로 현재까지 진행되고 있는 WBAN 국제 표준화 동향에 대해 살펴보고, WBAN 응용 분야 및 국내의 대응 상황을 고찰해본다.

### 2. WBAN 개요

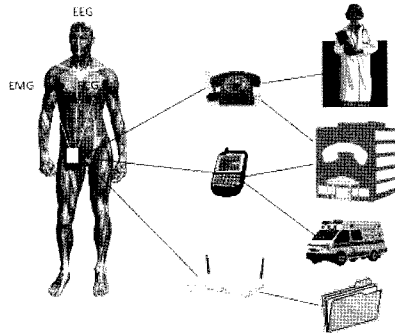
#### 2.1 BAN 개념 및 종류

BAN이란 인체 내 외부 혹은 지근거리에서 구축되는 통신망을 일컫는 것으로 전통적으로 병원 및 진료소에서 심전도 검사 등에 사용되고 있는 Wired BAN과 사람의 몸 자체를 전송매질로 이용하여 약수 등의 신체 접촉 시 명함정보 등 필요정보가 교환될 수 있는 HBC(Human Body Communication) 및 인체 내부에 심거나 피부에 부착한 센서 혹은 구동기기와 무선으로 통신하거나 입거나 벗을 수 있는 형태의 디바이스에 대한 무선통신을 지원하는 WBAN 의 3 종류로 구분될 수 있다[1][2].

### BAN (Body Area Network)

- Wired BAN
- Human Body Communication (인체통신)
- **Wireless BAN (Implant-, On-, Out- Body)**

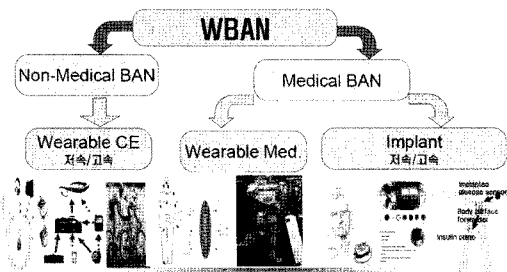
- 사람 내 외부에 부착 및 착용하여 인체의 여러 디바이스 간을 연결하여 통신할 수 있는 무선 네트워크
- 인간신체를 중심으로 통신하는 새로운 유형의 무선 네트워크로써 **IT-BT-NT**의 기술 융합 및 융합 산업 활성화에 필수적 요소



(그림 1) BAN 개념도

WBAN은 크게 위치에 따라 인체 내부에 디바이스가 존재하는 implant WBAN과 인체 표면에 디바이스가 존재하는 on-body WBAN 및 외부 및 옷 등에 부착된 wearable (또는 out-body) WBAN으로 구분하거나, 용도에 따라 심전도 근전도 등의 사람의 생체신호를 측정하여 무선으로 데이터를 전송하는 medical WBAN과 착탈형 디스플레이 장치, MP3 플레이어, 헤드셋 등과 같은 장치들을 무선으로 연결하는 Consumer Electronics 에 적용되는 non-medical WBAN으로 구분할 수 있다[3].

적으로 개인정보 보호 고려 및 이에 따른 Range의 제한이 따를 수 밖에 없어서 기존의 Pico 혹은 Femto Cell 보다 더욱 작은 단위인 Atto Cell 의 개념이 적용되고 있으며, 저전력 달성과 장치 수명 연장 등에 대한 고려와 함께, 전자파로 인한 인체 영향 및 MICS(Medical Implant Communications System) 대역과 같이 인체 투과시 안전성과 효율성을 담보할 수 있는 주파수 대역 적용에 대한 고려가 필수적이다[4].



(그림 2) WBAN 용도별 분류

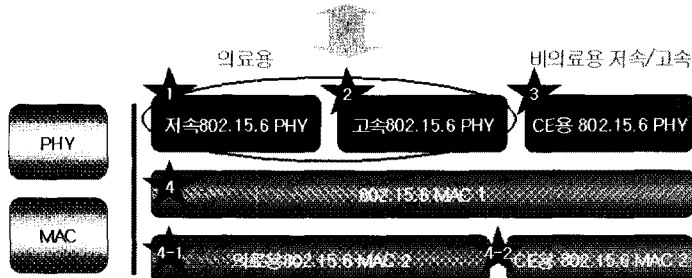
### 2.2 WBAN 표준기술

WBAN을 구성하는 무선기기들은 인체 내 혹은 인체 외부에 부착되어 동작하기 때문에 필연

<표 1> WBAN Technical Requirement

항목	내용
전송거리	최대 3m (Optional 5m)
전송속도	1kbps ~ 10Mbps (Optional 100Mbps)
목표 주파수대역	MICS, UWB, ISM, WMTS
Topology 및 Piconet 밀도	Multi-hop 지원, 2 ~ 4 nets/m <sup>2</sup>
Network 당 최대 센서 및 Device 수	100
장치 Duty cycle	0.1 ~ 100%
Power management	Battery preservation, ~1 mW/Mbps (@ 1 m distance)
Security	Authentication, privacy, encryption
Safety	SAR (Specific Absorption Ratio)을 규제 요구 사항 만족 (< 1.6 mW (US) / < 20 mW (EU))
Reliability	Robust to multipath interference, > 95% link success/availability

	Implant 저속	Implant 고속	Outbody 저속/고속
주파수 대역폭	3/5MHz	6MHz이상	100MHz-5GHz
예상 주파수	402~405 /401~406MHz	1GHz이하대역?	ISM(2.4GHz/5.7GHz) UWB(3.1~10.6GHz)
Duty Cycle	<1%	>5%	Flexible
제전력	매우 중요	중요	보통
복잡도	간단	간단	보통
QoS	Safety	적음(유사정보 중복)	높음

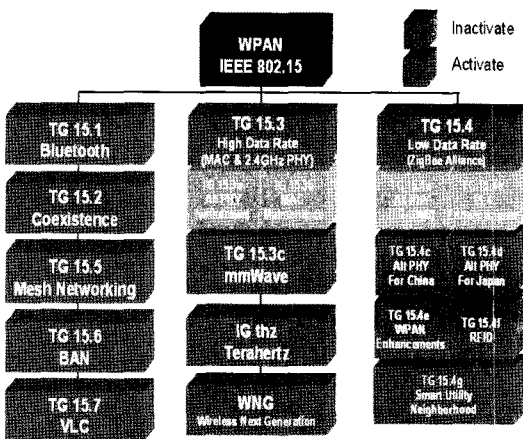


(그림 3) WBAN 예상 표준기술 구조

WBAN 표준기술 구조는 현재까지 상황을 고려할 때, 단정할 수는 없지만, (그림 3)과 같은 형태가 유력 시 되고 있다.

### 3. IEEE802.15.6 표준화 활동

#### 3.1 IEEE802.15.6 프로세스



(그림 4) IEEE 802.15 WPAN Working Group

IEEE802는 유무선 통신에 대한 모든 범위를 총망라한 표준안을 정의하는 세계적인 표준화

기구 중 하나이며, IEEE802.15는 최대 30m반경의 무선통신 서비스 구역을 갖는 WPAN 표준을 다루는 WG(Working Group)이다. IEEE802.15.6 TG-BAN은 WPAN WG 내 TG 중 하나이다[5].

IEEE802에서는 표준 단체(TG)를 구성할 때 IG(Interest Group)-SG(Study Group)-TG의 3 단계를 거치게 된다. 우선 표준의 필요성을 검토하기 위해 최초로 구성하는 단계인 IG에서 시작하여 본격적으로 표준 타당성을 연구를 진행하는 단계인 SG, 마지막으로 실제 표준안 제안 및 표준제정을 요구할 수 있는 단계인 TG로 진행되며, TG 단계가 되어야만 단체 넘버링이 부여된다.

IEEE802.15.6 TG-BAN은 2006년 5월에 IG-BAN으로 구성된 후 현재까지 다수의 IEEE802 Face to face meeting을 거치면서 2006년 11월 SG 승격 후 급기야 2007년 11월의 51차 IEEE802.15 회의에서 TG-BAN으로 승격되어 이후 기술요구사항에 관한 표준요구서(Requirement) 작성을 중심으로 표준화 작업을 진행하여

<표 2> IEEE802.15.6 TG-BAN 표준화 일정

	2009											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Issue CFP (Call for Proposals)												
Close CFP (Call for Proposals)					▼							
Hear Proposals			>	>	^	>	>					
Base line							^	>	>	>		
Technical editorial team in place					^							
Technical Comments Resolution							>	>	>	>	>	
Draft ready for Letter Ballot											>	>
Letter Ballot (#1)												
Recirculation												
Letter Ballot (#2)												
Draft ready for Sponsor Ballot												
Sponsor Ballot												
Sponsor Ballot Recirculation												
WG/SEC approval												
REVCOM approval												

자료 : IEEE 802.15-09-0222-01-0006 "TG6 Closing Report for the Session" (2009. 3)

왔으며, 2009년 3월부터 본격적인 제안서 검토를 하고 있다. 향후 일정은 제안서 검토 완료 후 제안 기술에 대한 순위투표(Baseline Selection) 및 기술보완(Technical Editing)을 거쳐 최종 표준안이 완성될 예정이지만, 표준 대상이 광범위하고 이해관계가 얽혀있는 관계로 그림과 같이 순조롭게 진행될지는 미지수이다.

### 3.2 TG-BAN Proposal 현황

2009년 1월과 3월에 있었던 IEEE802.15 회의 내용을 살펴보면 총 20여개 이상의 제안서가 발표되었는데, 2008년 7월에 확정된 CFI(Call For Intention : Proposal 발표할 의향서 제출) 주체의 수가 70을 상회하였으므로, 제안을 포기하는 경우를 고려하더라도 5월 회의에서도 상당수 제안서가 추가로 나타날 것으로 예상되며, 현재까지 발표된 제안기술들의 현황들을 다음과 같이 요약할 수 있다[6].

일본 NICT(National institute of Information and Communications Technology)에서 물리계

층 및 매체접근제어 부분에 대하여 의료 및 비의료 부분을 모두 지원할 수 있는 다수의 제안서를 기고하였다. 궁극적으로 UWB(Ultra Wide Band)와 같은 광대역 통신방식뿐만 아니라 의료용 주파수 대역인 MICS(402~405MHz) 대역 등의 협대역 채널까지 동시에 지원하는 다중 물리계층과 이를 포괄적으로 지원하는 매체접근제어 방식을 제안하여 WBAN의 주요 핵심기술들에 대한 표준화 의지를 피력하였다. 그러나 발표된 제안서의 내용들을 자세히 살펴보면 WPAN(Wireless Personal Area Network) 표준인 15.4 계열 표준에서 채택된 방식들을 기반으로 재설계된 것이 대부분이다. 그러나 일본의 요코하마 대학과 같은 학계에서는 pulse chirp 신호를 도약하는 물리계층 방식과 SAR와 전파에 의한 열 발생을 고려한 매체접근제어 방식 등 새로운 관점에서의 설계방안을 제안하기도 하였다. 이외에 University of Massachusetts에서는 정식 제안기간 이전인 1월에 이미 전력 소모가 극히 작으면서도 Multipath에 강한 FSR(Frequency Shifted

Reference)-UWB 방식을 제안한 바 있다.

우리나라에서는 한국전자통신연구원(ETRI), 삼성, 인하대, 카서, 한국전파진흥원에서 제안서를 기고하였다. ETRI에서는 PSK에 OFDM을 접목시킨 새로운 물리계층 전송방식인 PSSK (Phase Silence Shift Keying) 방식을 제안하였고 WBAN 표준의 요구조건을 고려하여 15.4 계열의 표준을 변경한 물리계층 및 매체접근제어 부분의 제안서들을 기고하였다. 또한 삼성에서는 15.4 표준에서 논의된 OOK를 근간으로 하는 chaotic-UWB 방식을 제안하였으며 인하대에서는 저전력 소모를 위한 새로운 매체접근제어 방식을 제안하였고, 카서에서는 WPAN 표준에서도 제안하였던 PicoCast 시스템(Binary CDMA 기술기반)의 매체접근제어 방식을 제안하였으며 한국전파진흥원에서는 인체 내 무선장비의 전력문제 해결을 위한 무선전력전송 방식 및 가용 주파수에 대하여 제안하였다.

그 외에 모토로라, 카이로 마이크로시스템즈, FT, CEA, CSEM, Thales, IMEC NL 등에서 제안서를 기고하였으며 이들 제안서의 내용들의 경우 15.4 계열에서 표준안으로 채택된 자회사의 특허가 포함된 내용을 거의 그대로 반영하거나 약간 변경한 것이 대부분이다.

국제표준화 동향을 정리해보면 현재 IEEE802.15.6 에서 논의되고 있는 내용들은 MICS를 이용하는 Medical 용도 등을 포괄적으로 고려하여 새롭게 설계된 물리계층 및 매체제어접근 방식도 제안되고 있으나, Wearable 이나 CE 용도를 염두에 둔 제안에서는 저전력 요건 및 전송거리 측면에서 유사한 면이 있는 여타 WPAN 계열 표준 기술들을 기반으로 논의되고 있는 경향이 있다.

### 3.3 국내 표준 활동 현황

국내에서 WBAN과 관련된 표준으로는 TTA PG(Project Group)-317 WBAN을 들 수 있다.

2008년 2월에 프로젝트 그룹으로 승인된 이후 표준화 활동을 진행하고 있는데, 2008년에는 주로 IEEE802.15에 기고된 국제 기고문을 중심으로 발표 및 토의를 진행하였고, 지난 2009년 1월에 있었던 7차 정기회의에서 IEEE802.15 TG-BAN의 향후 일정에 대비하기 위한 국내 대응방안에 관한 논의가 있었다. 현재 IEEE802.15에 참여하고 있는 우리나라의 기관 및 기업들의 인지도 및 영향력이 적지 않기 때문에 이를 응집한다면 국제 표준화 활동에서 선도적 위치를 확보할 수 있다는 기본적인 컨센서스만 이루어진 단계로, 체계적으로 국제 동향에 대응하기 위해서는 참여 주체가 더욱 확대되고, 역할 분담 및 나아가 Liaison의 구성 등이 이루어져야 할 것으로 생각된다.

### 4. WBAN 응용

WBAN의 응용은 u-healthcare를 기반으로 한 의료 영역에서부터 CE 까지 광범위하고 다양한 분야를 타겟으로 삼고 있으므로 본고에서 하나하나씩 심도 있게 논하는 것은 지양하도록하고, 다만 IEEE802.15.6에서 현재까지 도출되어 논의되고 있는 52개의 응용 중 대표적인 것들을 <표 3>에 담아 보고, Application Matrix 형태를 <표 4>를 통하여 소개하고자 한다[6].

<표 3> 대표적 응용 고려 대상

Application	Target data rate	Latency	BER
Drug Delivery	< 16 Kbps	< 250 ms	< 10 <sup>-10</sup>
Deep Brain Stimulation	< 320 Kbps	< 250 ms	< 10 <sup>-10</sup>
Capsule Endoscope	1 Mbps	-	< 10 <sup>-10</sup>
ECG	192 Kbps (6 Kbps, 32 channels)	< 250 ms	< 10 <sup>-10</sup>
EEG	86.4 Kbps (300Hz sample, 12-bit ADC, 24 channels)	< 250 ms	< 10 <sup>-10</sup>
EMG	1.536 Mbps (8kHz sample, 16-bit ADC, 12 channels)	< 250 ms	< 10 <sup>-10</sup>
Glucose level monitor	< 1 Kbps	< 250 ms	< 10 <sup>-10</sup>
Audio	1 Mbps	< 20ms	< 10 <sup>-5</sup>
Video / Medical imaging	< 10 Mbps (e.g., Standard Video)	< 100ms	< 10 <sup>-3</sup>
Voice	50 - 100 Kbps per flow	< 10ms	< 10 <sup>-3</sup>

<표 4> IEEE802.15.6 Application Matrix 형식

Vital signals monitoring							2004
SAR Safety	High	Radio range	<5m	Setup time for a new link	<30s	Cost	
Regulatory - Radio	Compliant	Coexistence	Yes	Location awareness		Market size / region / year	Very large
Topology	Star	Robustness / reliability / high/med/low	High	Channel (e.g. in/out body)	On-body	Covered by Other Standards	
Data link speed sym. / asymmetric	Asymmetric	Power consumption	Low	Form Factor	Small		
Data rate (per link)		Energy scavenging possible	Yes	Privacy	High		
Number of devices per piconet	<12	QoS - sensitive to error	Yes	Power by: battery	Yes		
Duty cycle (per device) % per time	<1%	QoS - sensitive to latency		Power by: energy scavenging	No		

### 5. 결론

2009년 들어서 IEEE802.15.6 TG-BAN에서 제안서 접수를 시작하면서 WBAN의 국제 표준화가 본격적으로 시작되었다. 3월 제59차 캐나다 밴쿠버 회의에서는 일본의 NICT와 일본학계가 가장 활발하게 제안서를 발표하였다. 제안서 제출 마감은 2009년 5월말까지이므로 아직 제안서를 제출하지 않은 국내 기관이나 기업체에서도 일단은 개별적으로라도 빠른 대응을 취해야 할 것이다. 제안서 마감이후 제안된 표준안들을 채택하기 위한 본격적인 Baseline Selection 및 Technical Editing 활동이 시작될 것으로 예상되며, IEEE 표준 활동의 특성상 표준화 일정이 향후 변경될 가능성도 배제할 수 없으므로 상황변화를 예의주시하며 적절한 대응이 요구된다. 국내에서도 TTA PG-317 WBAN 그룹이 2008년 초 결성되어 활동 중이나 아직까지 참여 주체가 많지 않고, 국제 표준화 일정을 따라잡기가 역부족인 상황이다. 따라서 지금까지 많은 시간과 노력을 들여 각 기관별로 개별적으로 준비한 WBAN 표준안을 집대성하여 국제 표준으로 관

철시키기 위해서는 국내 PG를 중심으로 각 학계, 기관 및 기업들이 더욱더 관심을 가지고 중지를 모아서 의미있는 WBAN 국제 표준 대응방안을 마련하여야 할 것이다.

### 참고문헌

- [1] 윤양문, "IEEE 802.15 SG-BAN 표준화 이슈 및 동향", OSIA S&TR 3호, 2007. 9.
- [2] 김도현, 이성협, 윤양문, "WBAN 기술 표준화", TTA 저널 제116호, 2008. 3., pp. 102~107.
- [3] 이형수, "WBAN 핵심기술개발 현황", WPAN/WBAN 융합서비스 세미나, 2008. 11.
- [4] 윤양문, "IT-BT 융합분야에서의 WBAN 기술개발 및 표준화 현황", 융합신기술과 u-Health 및 Healthcare 기기/시스템세미나, 산업교육연구소, 2009. 04.
- [5] <http://ieee802.org/15/index.html>
- [6] <https://mentor.ieee.org/802.15/documents>

## 저자약력



**윤 양 문**

1989년 경북대학교 전자공학과(학사)

1992년 경북대학교 전자공학과(석사)

2005년 경북대학교 전자공학과(박사 수료)

1992년~2006년 (주)KT / 책임연구원

2006년~현재 한국전파진흥원 기획2팀장, 동향분석팀장 및  
전파제도팀장 역임, “WBAN 표준개발”  
국책과제책임

관심분야 : 무선전력전송, 전자파인체모델, WBAN/WPAN  
(Medical-BAN and CE-BAN)

이 메 일 : ymyoon@korpa.or.kr