



WBAN 기술 및 표준화 동향

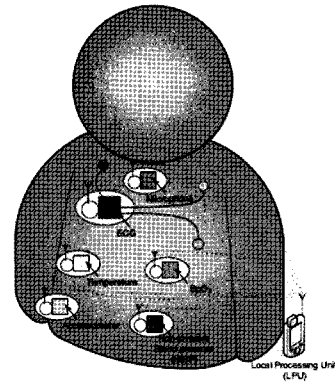
목 차

- 1. 서 론
- 2. WBAN 기술 및 응용
- 3. WBMA 표준화 동향
- 4. 결 론

김도현 · 이성협 · 윤양문 · 김성동
 (제주대학교 · 한국전파진흥원 · 전자부품연구원)

1. 서 론

WBAN (Wireless Body Area Network)은 사람이 착용하는 옷이나 인체의 여러 디바이스 간을 연결하여 통신할 수 있는 무선 네트워크로 몸을 중심으로 센서와 구동체 기기 간에 결합이나 통신하는 새로운 유형의 네트워크이다. WBAN은 체내 혹은 인체의 주변에서 일어나는 근거리 통신으로 센서, 통신, 구동체 등의 다양한 기술이 복합적으로 적용되고 있다. WBAN은 MP3 플레이어와 헤드셋을 무선으로 연결해주는 것과 같은 비의료 (non-medical)분야와 심전도, 근전도 등의 사람의 생체 신호를 측정하여 무선으로 데이터를 전송하는 의료 (medical)분야로 구분될 수 있다. 의료 분야에서는 WBAN을 이용하여 질병으로부터 사전 검진과 방지할 수 있으며, 만성적인 환자나 노약자에 대해 장기적인 건강 상태를 감지하거나 지속적인 상황을 확인할 수 있다. 그리고 비의료 분야에서는 운동이나 훈련 시 몸 상태 관련 정보를 수집하거나 분석하고, 인체를 중심으로 다양한 정보 기기와 외부 네트워크 간에 통신하며, 신체 주위 컴퓨터나 기기간의 연결하는 데 이용할 수 있다[1-4].



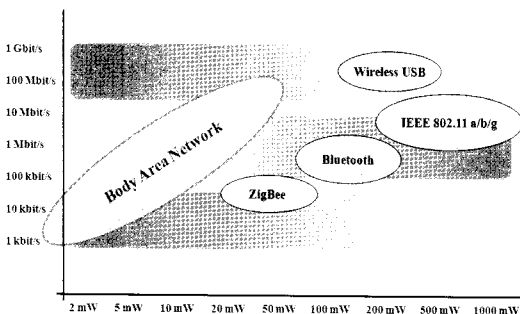
(그림 1) WBAN 구성 예

최근 웨어러블 컴퓨팅이나 헬스케어 분야에 응용되는 핵심적인 네트워크인 WBAN에 대해 IEEE 802.15 TG(Task Group) BAN을 중심으로 물리계층, 데이터 링크 계층, 네트워크 계층 및 응용 계층 등을 중심으로 표준화가 진행되고 있다. IEEE 802.15 워킹 그룹에서는 2006년 11월에 Wireless Medical BAN SG(Study Group)으로 승인되었다. 그리고 2007년 5월에 IEEE 48차 회의에서 Wireless BAN으로 새롭게 명명하여 WBAN 표준화를 진행하고 있으며, 2007년

11월 TG 승격을 계기로 2008년부터 본격적으로 표준화가 진행될 것으로 예상된다. 따라서 본고에서 WBAN 중심으로 현재 진행되고 있는 WBAN 표준화 동향을 고찰하고 더불어 WBAN 주파수, 물리계층 및 MAC, 네트워크 및 응용 등의 기술에 관련된 요구사항과 쟁점 현안에 대해 살펴보고자 한다.

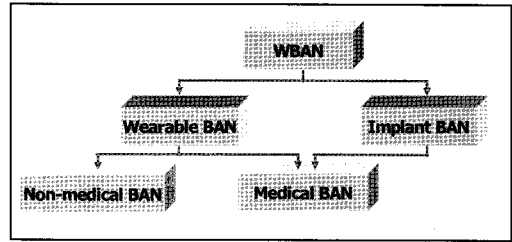
2. WBAN 기술 및 응용

초기에는 WBAN을 센서 네트워크의 일종으로 연구되어 왔으나 최근에는 학문적 중요성과 다양성을 인정받아 WBAN만을 위한 연구가 진행되고 있다. WBAN 연구는 초기 단계이며, 물리계층, 다중 접속 프로토콜 연구는 기술적 요구사항을 정립하고 있다. 또한, WBAN은 응용분야가 다양하여 현재 비의료 분야를 위한 WBAN과 의료분야를 위한 medical BAN (mBAN)으로 나누어 연구하고 있다[5].



(그림 2) WBAN 전송속도 및 전력 요구사항

의료와 비의료 분야의 요구사항을 살펴보면, WBAN은 소리, 영상 등의 전송을 위해 고속의 데이터 전송 속도가 요구되고, mBAN은 생체 신호의 전달을 목표로 하여 저속 전송과 전력 소모의 효율성을 요구한다. (그림 2)와 같이 전송속도 및 전력 요구사항에서 WBAN이 다른 표준들과 달리 넓은 범위의 전송속도와 전력을 제시하고 있음을 알 수 있다[5].



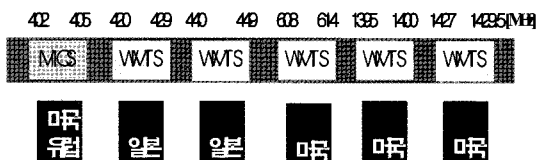
(그림 3) 장착 형태에 따른 WBAN의 종류

WBAN에서는 장착 형태에 따라 (그림 3)과 같이 장착형 (wearable)과 이식형 (implant)으로 구분하여 연구를 진행하고 있다[6]. 장착형 BAN에서는 신호 감쇠나 차단에 의한 다중경로 문제와 사람의 이동성에 대해 주로 관심을 가지고 있으며, 이식형 BAN에서는 신체 조직과 피부조직에서의 각기 다른 경로손실을 해결할 수 있는 방안들에 대해 활발하게 논의하고 있다[6]. 이식형 BAN은 미국, 일본 등지에서 의료용으로 할당된 400MHz 대역의 MICS (Medical Implant Communication Service) 대역을 사용하고, 이는 특히 배터리 교환의 어려움 때문에 타 센서 네트워크에 비해 더 효과적인 저전력 기술이 요구된다. WBAN에서는 기존 802 표준과 BAN을 구성, 전력 소비, 전원, 주파수 대역과 채널 등의 관점에서 상호 비교하고 있다. <표 1>은 기존 IEEE 802 표준들과 WBAN을 비교한 내용을 보여주고 있다.

<표 1> 기존 IEEE.802.15 표준과 BAN 비교

	Other 802 standards	WBAN
Configuration	15.3, 15.4 MAC	single scalable MAC with reliable delivery
Power consumption	Low power consumption	Extremely low power while communicating to protect human tissue
Power source	Conventional power source	Possible scavenge operation
Requirements	Low latency	guaranteed response to external stimuli
Frequency band	ISM	Medical authorities approved bands for in and around human body
Channel	Air	Air in and around human body

WBAN을 위한 전송속도, 전력, 주파수 등의 다양한 기술적인 요구사항이 제시되고 있다. WBAN은 3미터 이내의 통신거리와 10Mbps까지의 전송속도를 요구하고 있으며, 그리고 인체 유해성을 고려한 의료 서비스 주파수대역인 MICS, MEDS(Medical Data Service), WMTS (Wireless Medical Telemetry Service) 등과 저전력 주파수 대역인 ISM(Industrial, Scientific & Medical), UWB(Ultra Wide Band) 대역이 고려되고 있다. 세부적으로 인체내부 통신위해서는 주로 MICS 대역을 이용하고 있으며 세계 공통으로 사용되고 있는 402-405MHz 주파수 대역은 무선주파수 에너지가 낮지만, 인체에 의한 무선주파수 감쇄 효과가 크다. 또한, SAR (Specific Absorption Ratio)이 낮아 인체에는 안전하며, 관련 장치의 에너지 소비가 적다. 현재 ITU, 미국, 유럽, 일본에서는 MICS 주파수 대역의 출력은 25mW(EIRP), 대역폭은 300KHz로 정의하고 있다. 인체외부의 의료 네트워크와 신체 부착형 센서장비 등을 위해서는 WMTS를 활용하고 있다. (그림 4)에서와 같이 WBAN 관련 MICS, WMTS 주파수 대역을 보여주고 있다[6].



(그림 4) WBAN 관련 MICS와 WMTS 주파수 대역

WBAN은 사람의 생명에 직접적인 영향을 줄 수 있기 때문에 EMC, SAR 등을 고려한 높은 신뢰성과 안전성이 요구되며, 이를 위해 토폴로지는 멀티 홉을 지원하고, 암호화 및 인증 등의 보안 기술과 초저전력 네트워크 및 통신 기술이 요구된다. (표 2)는 WBAN 기술적인 요구사항을 보여주고 있다.

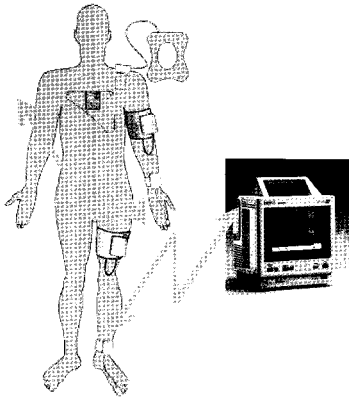
전자파를 응용하여 신체 내·외부의 모니터링 및 치료하는 분야는 WBAN이 추구하는 영역이

<표 2> WBAN 기술적인 요구사항

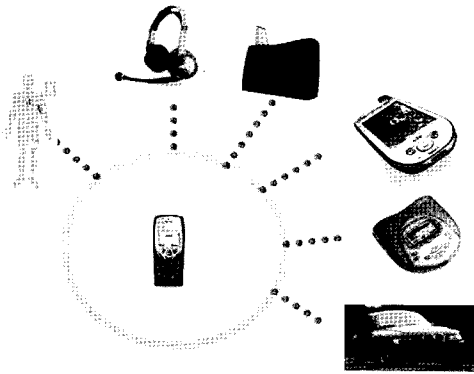
	Requirement	Proposed Range
Operating space	In, on, or around the body	Up to 3 m
Data rate	Scalable	Up to 10Mbps
Target bands	Unlicensed and Medical approved bands	MICS, MEDS, ISM
Device duty cycle	Scalable	Up to 100% For example, between 0.001-1% in stand-by mode up to 100% in fully active mode
Peak Power consumption	Scalable	Up to 40mW For example, between 0.01-0.1mW in stand-by mode up to 40mW in fully active mode · Ability to be switched-off completely
Coexistence	Coexistence with legacy devices, primaries, and self-coexistence	Simultaneous nearby operation of hundreds devices belonging to different BANs
Security	High	Authentication, privacy, encryption, etc.
Safety	High	Meet regulation requirements for SAR
Topology	Multiple simultaneous links	Tens of simultaneous links, no single point of failure, and multi-hop support
Network Setup	Required	Secure and under a few seconds
Location information	Desirable	Localization within a radius of a few centimeters

며, 디지털 영상진단장치 시장만을 고려해도 의료 분야에서만 WBAN으로의 대체 및 보완적 성격을 가지고 있다. 특히, 심전도, 근전도 등의 사람의 생체신호를 측정하여 무선으로 데이터를 전송하는 의료 분야에서는 (그림 5)와 같이 BSN (Body Sensor Network)를 구축하여 질병으로부터 사전 검진과 예방할 수 있으며, 만성질환 환자나 노약자에 대해 장기적인 건강 상태의 감지와 지속적인 상황 점검이 가능하다[7].

그리고 WBAN의 건강 관련 응용에서는 운동이나 훈련 시 몸 상태 관련 정보 수집하거나 분석하고, MP3 플레이어를 이용하여 신체의 맥박률, 온도, 위치 등과 같은 정보를 중심으로 원격 피트니스(fitness) 서비스를 제공한다. 더불어 (그림 6, 7)과 같이 몸을 중심으로 MP3 플레이어, PDA, 디지털 및 비디오 카메라, CD 오디오 플레이어 등의 다양한 정보 기기와 외부 네트워크

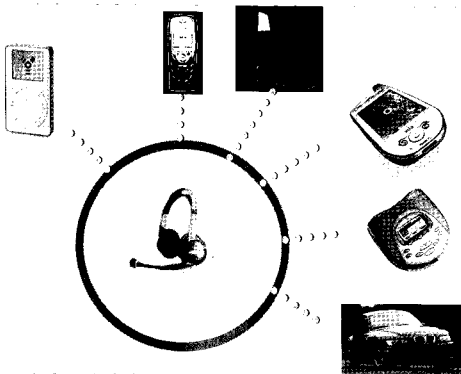


(그림 5) BSN 서비스



(그림 6) 휴대폰 중심의 웨어러블 서비스

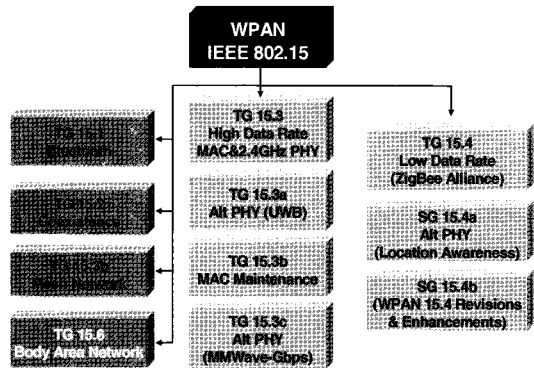
크 간의 통신하며, 신체 주위 컴퓨터나 기기간의 연결하는 웨어러블 오디오 및 비디오 서비스를 제공하는 데 활용할 수 있다.



(그림 7) 오디오 중심의 웨어러블 서비스 예.

3. WBAN 표준화 동향

IEEE 802.15 WPAN WG(Working Group)은 연구 분야에 따라 다수의 TG, SG, IG(Interest Group)으로 구성된다. IEEE 802.15 TG WBAN은 2006년 5월에 IG WBAN으로 조직된 후 현재까지 여러 차례의 IEEE 802 Plenary 회의와 두 번의 Interim 회의를 거치면서 활발한 표준화 활동을 진행 중이다. IEEE 802.15 IG WBAN에서는 주로 응용, 주파수 그리고 기술적인 요구사항(PAR : Project Authorization Request, 5C)들에 대해 포괄적으로 논의되었다[8]. (그림 8)은 IEEE 802.15 WPAN 표준화 그룹의 현황을 나타내고 있으며, WBAN은 인체의 특성을 고려한 물리계층, MAC, 네트워크 및 응용을 연구하기 위해 IEEE 802.15.6으로 승격되었다[3].



(그림 8) IEEE 802.15 WPAN WG 구성도

WBAN 표준화 대상 항목으로 WBAN 물리계층 기술에서는 변복조 방식, 채널 모델 등의 무선 기술 규격을 정의하고, 세부적으로 변복조 기술, 채널 모델링 기술, 초저전력 통신 기술 등이 있다. WBAN MAC 기술에서는 물리계층 상위 계층의 매체 접근 제어 프로토콜을 의미하며, 액세스 제어 기술, 무선 링크 제어 및 QoS 기술, 초저전력 프로토콜 스택 기술의 표준을 연구한다.

WBAN 네트워크에서는 WBAN의 PHY/MAC 기반의 네트워크 계층에서 토폴로지 지원 기술, 데이터 서비스와 관리 서비스 기술, 라우팅 프로토콜 등에 대해 표준화하고, WBAN 응용 프로파일에서는 응용 계층 프로파일 정의하기 위해 Security Service Provider 기술, Application Framework 규격, WBAN Application Profile 적용 기술에 대해 표준을 연구한다. <표 3>에서는 고려되고 있는 WBAN PHY/MAC 표준화 항목을 보여주고 있다[4].

<표 3> WBAN PHY/MAC 표준화 대상 항목

구분	정의	대상 표준화 항목
WBAN 물리계층 기술	변복조 방식, 채널 모델 등의 무선 기술 규격	변복조 기술
		채널 모델링 기술
		초저전력 통신 기술
WBAN MAC 기술	물리계층 상위 계층의 매체 접근 제어 프로토콜 정의	액세스제어 기술
		무선 링크 제어 및 QoS 기술
		초저전력 프로토콜 스택 기술
WBAN 네트워크 및 응용 프로파일	WBAN의 PHY/MAC 기반의 네트워크 및 응용 계층 프로파일 정의	네트워크 계층에서 토폴로지 지원 기술
		데이터 서비스와 관리 서비스 기술
		라우팅 프로토콜
		Security Service Provider 기술
		Application Framework 규격
	WBAN Application Profile 적용 기술	

WBAN 응용분야에서는 의료와 비의료와 비의료 분야로 나누어 표준화할 것인지에 대한 조정이 필요하며, 만약 의료, 비의료 포함할 경우 인체 통신 전반에 대한 표준화가 필요하다. 주파수 대역에서는 401~406MHz(ITU-R 권고) 기반의 MICS 대역내의 주파수만 사용할 것인지, 아니면 UWB, ISM 대역 등을 추가 적용하여 비의료 및 멀티미디어 분야로 확장할 것인지를 의논하고 있다. WBAN 전파도달거리 측면에서 In-body 또는 on-body 의료 분야에 필요한 전파 경계 2m로 제한할 것인지, 의료 이외의 분야로 확장을 고려할 경우 가능한 거리 3~5m까지 고

려할 것인지를 생각하고 있다. WPAN 기술과의 조화에서는 독자적인 PHY/MAC을 표준화할 것인지, 아니면 기존 WPAN 수용할 것인지를 의논하고 있다. <표 5>에서는 IEEE802.15.6 TG WBAN의 주요현안을 보여주고 있다[4].

<표 4> IEEE802.15.6 TG WBAN의 주요현안

정점 항목	정점 사항	세부 비고
응용분야	의료	표준화 진행속도는 빠르나, 표준화 영역이 제한됨.
	의료, 비의료	표준화 참여는 확대가 기대되나, 인체 통신 전반에 대한 표준화가 필요하므로 다수의 정점사항들이 발생함.
주파수 대역	MICS	401~406MHz(ITU-R 권고) 기반의 MICS 대역내의 주파수만 사용함.
	MICS+ α (ISM, UWB 등)	UWB, ISM 대역 등을 추가 적용하여 비의료 및 멀티미디어 분야로 확장이 가능함.
전파도달거리	2m	In-body 또는 on-body 의료 분야에 필요한 전파 경계를 제공함.
	3~5m	의료 이외의 분야로 확장을 고려할 경우 가능한 거리지만, 다른 WPAN 기술과의 경계가 모호함.
WPAN 기술과의 조화	독자 PHY/MAC	차별화는 이루어지나, 표준제정을 위해 오랜 기간이 소요됨.
	타 WPAN 수용	타 WPAN 기술들과의 차별성이 감소됨.

국제 WBAN 표준화를 위해 2006년에 IEEE 802 표준화 WG에서 WPAN의 SG WBAN의 장인 필립스의 S. Drude에 의해 WBAN 기고서가 작성되었다. 그리고 2007년 3월 제 47차 IEEE 802.15 WPAN회의에서 3개의 Subcommittee인 WBAN Applications, WBAN Regulatory, WBAN Channel model이 구성되었으며, SG WBAN의 TG 승격을 위한 승인 절차를 EC (Executive Committee)에 요청하였다[3]. 2007년 7월 제 49차 IEEE 802.15 회의에서는 Subcommittee에 TR (Technical Requirements)와 SCD (Selection Criteria Document)를 추가하였으며, 2007년 9월 제 50차 IEEE 802 Interim 회의에서는 TG 승격에 필요한 제반사항과 PAR/5C에 대해 논의하였다. 그

리고 2007년 11월의 제 51차 IEEE 802 Plenary 회의에서 SG WBAN에서 TG WBAN으로 승인되었으며, 2008년에서 2009년 동안 표준 규격이 제정될 예정이며, IEEE 802.15.6 TG WBAN에서 PHY/MAC 계층에 대한 표준화를 위한 기고와 연구가 진행될 것이다. (그림 9)는 IEEE 802.15 TG WBAN의 지난 2007년에서 2009년까지의 세부일정을 나타내고 있다[9].

	2007			2008												2009												
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
SG formed																												
PAR & SC																												
TG setup																												
Affirm Apps Matrix																												
TRD Technical Requirements Doc																												
SCD Select Criteria Document																												
Channel Model																												
CFI Call For Interest																												
CSP Call for Proposals																												
Proposals																												
Selection Procedure																												
Issue-List Selection																												
Draft ready for letter ballot																												
Draft ready for apparatus ballot																												
Done																												

(그림 9) IEEE 802.15 TG WBAN 표준화 일정.

국내에서는 한국전자통신연구원, 한국전파진흥원, 제주대학교, ICU 등에서 WBAN에 대해 연구와 표준화를 진행하고 있으나 아직 초기단계이다. 최근 한국정보통신기술협회에서 전파통신 기술위원회의 PG(Project Group) 317을 신설하고 WBAN 표준화를 진행하고 있다. PG 317에서는 WBAN의 QoS(Quality of Service) 보장, 다양한 채널 특성, 의료/비의료 응용 서비스 등을 고려하여 물리계층, MAC, 네트워크 및 응용 인터페이스와 응용 프로파일에 대한 표준화 작업을 수행하여 WBAN 상호간의 운용성을 증진하고자 한다. 이를 위해 세부적으로 WBAN 주파수 정책 및 기술기준 마련, WBAN PHY/MAC 표준 개발, WBAN 전송 메커니즘

표준화 추진, WBAN 이동성 지원 및 망관리 표준 마련, WBAN 응용 서비스 표준화에 대해 수행하고자 한다. 특히 WBAN 주파수 정책에서는 인체내외를 위해 WBAN을 위한 MICS, MEDS와 WMTS 및 UWB와 ISM 대역 주파수 정책에 대해 표준화 작업을 수행하고자 한다.

4. 결론

최근 국내외적으로 인체를 중심으로 네트워크를 형성하는 WBAN에 대한 표준화 작업이 IEEE 802.15.6 WBAN에서 활발히 진행되고 있다. 특히 IEEE 802 TG WBAN에서 일본의 NICT, 유럽의 필립스와 CSEM를 비롯하여 한국의 LG전자, 한국전파진흥원, 제주대학교 등을 중심으로 물리계층과 MAC 계층에 대한 표준화를 준비하고 있다.

따라서, 본고에서 IEEE 802 TG WBAN과 한국정보통신기술협회를 중심으로 국제 표준의 주요 활동과 향후 일정을 고찰하였으며, 주파수, 물리계층 및 MAC, 네트워크 및 응용 등의 기술에 관련된 요구사항과 쟁점 현안에 대해 알아보았다. 현재 IEEE 802 TG WBAN은 WBAN Applications, WBAN Regulatory, WBAN channel model, Technical Requirements, Selection Criteria Document 등의 5개 하부위원회를 두어 주파수 대역, 물리계층, MAC 및 응용 등에 대해 논의하고 있다. 더불어 지금까지 IEEE 802회의에서 TG WBAN은 여러 세션과 많은 기고문이 발표되었다. IEEE 802 TG WBAN로 승격되어 향후 웨어러블 컴퓨팅이나 헬스케어 등의 사람을 중심으로 한 다양한 응용 분야에서 필요한 핵심 기술을 표준화할 것으로 전망된다.

참고문헌

- [1] 김도현, 이성협, 윤양문, "WBAN 표준화 동향", OSIA Standards & Technology Review, 3호, 9권, pp. 25-33, 2007년 9월.
- [2] 윤양문, "IEEE 802.15 SG-BAN 표준화 이슈 및 동향", OSIA Standards & Technology Review, 3호, 9권, pp. 13-16, 2007년 9월.
- [3] IEEE 802.15 WPAN WG homepage, <http://www.ieee802.org/15>
- [4] 정보통신 중점기술 표준화로드맵(WPAN/WBAN) 2007.
- [5] IEEE 802 TG WBAN homepage, <http://www.ieee802.org/15/pub/SGmban.html>.
- [6] 이형수, "WBAN 응용과 국내외 주파수 분배 동향", OSIA Standards & Technology Review, 3호, 9권, pp. 53-63, 2007년 9월.
- [7] Use cases, Applications, and Requirements for BANs, IEEE 802.15-07-0546-00-0ban.
- [8] BAN Project Authorization Request (PAR) draft, IEEE P802.15-07-0575-06.
- [9] Time line for BAN group, IEEE 802.15-07-0797-00-0ban.

저자약력



김도현

1988년 경북대학교 전자공학과(학사)
 1990년 경북대학교 전자공학과(석사)
 2000년 경북대학교 전자공학과(박사)
 1990년~1995년 국방과학연구소 / 연구원
 1999년~2004년 천안대학교 정보통신학부 조교수
 2004년~현재 제주대학교 통신컴퓨터학부 부교수
 관심분야 : 무선 센서 네트워크, WBAN, 텔레메틱스,
 이동성 관리
 이 메 일 : kimdh@cheju.ac.kr



이성협

1999년 경일대학교 전자공학과(학사)
 2002년 경북대학교 전자공학과(석사)
 2007년 경북대학교 전자공학과(박사)
 2007년~현재 한국전파진흥원 연구원
 관심분야 : 무선 센서 네트워크, WBAN, WPAN, 이동 통신
 이 메 일 : sunghyup.lee@gmail.com



윤양문

1990년 경북대학교 전자공학과(학사)
1992년 경북대학교 전자공학과(석사)
2005년 경북대학교 전자공학과(박사과정수료)
1992년~2006년 KT 책임연구원
2006년~현재 한국전파진흥원 책임연구원
관심분야 : 무선 센서 네트워크, WBAN, WPAN
이 메 일 : ymyoon@korpa.or.kr



김성동

1983년 경북대학교 전자공학과(학사)
1990년 경북대학교 전자공학과(석사)
1996년 미국 Texas A&M 대학교 컴퓨터공학과(박사)
1983년~1988년 한국전자통신연구원 연구원
1996년~1999년 삼성전자 컴퓨터사업부 수석연구원
1999년~2001년 동의대학교 컴퓨터공학과 교수
2001년~2002년 해동정보통신 이사
2003년~2005년 디지스타 부사장
2005년~현재 전자부품연구원 반도체디스플레이연구본부장
관심분야 : 무선 센서 네트워크, WBAN, WPAN
이 메 일 : sdkim@keti.re.kr