

생체정보 모니터링을 위한 기술적 이슈

박종만*

Technological Issues for Body Information Monitoring

Jong-man Park*

요약

인체영역 무선네트워크(WBAN)기술 기반의 생체정보 모니터링서비스의 확장과 성장은 생체신호 감지 및 측정, 생체정보의 원격제어, 실시간 모니터링기술의 진화를 가속화시키고 있다. 기술진화에 대응한 선행기술 확보와 시장선점을 위해 생체정보 모니터링 시스템의 설계 및 구축은 최신 기술 동향과 표준화 이슈의 전략적인 반영이 필수적이다. 논문은 기술 및 연구개발 동향과 이슈를 조사, 분석하고 기술적 대응과제를 제시한다.

Key Words : Body-information monitoring, Mobile Healthcare, WBAN, Sensor, Service Platform

ABSTRACT

Expansion and growth of body information monitoring service based on WBAN technology speeds up technological evolution in bio-signal detection and measurement, real time monitoring of vital sign and telemedicine control. It is essential for taking action against such technological evolution that newest technology trend and standardization issue should be included in designing and materializing body-information monitoring system strategically to secure preceding technology and to preoccupy market. This paper investigates and analyzes technological trend & issues, and suggests task to take action technologically.

I. 서론

최근 생체의학기술의 발전과 인체영역 무선통신 네트워크(WBAN) 기술의 진화로 생체신호 센싱 및 측정, 신호의 원격전송, 신호의 실시간 모니터링, 신호의 기록 및 저장, 분석 및 서비스 관련 시스템과 솔루션의 업그레이드 설계가 요구되고 있다. 특히 생체정보 모니터링서비스 시스템의 기술진화와 시장변화에 대응한 선행기술의 확보와 시장 선점을 위해서는 생체신호 센서 및 통신 네트워크, 서비스플랫폼에 관한 선제적인 연구개발이 필수적이다. 논문은 이 연구개발을 지원하기 위해 관련 기술 및 연구개발, 표준화 이슈 및 동향을 조사 분석하고 이를 반영한 기술대응과제를 제시하고자 한다.

II. 생체정보 모니터링의 기술적 이슈

2.1. 모바일 생체정보 모니터링

최근의 헬스케어 기술은 모바일기기와 인터넷에 의한 원격 헬스케어 및 정보모니터링, 의료영상의 융합이 특징적이다. 특히 생체신호와 실시간 활동을 모니터링 하는 유비쿼터스 센싱과 모바일헬스 구현을 위해 홈 안전의 지원, 생활지원 센서, 신발센서, 비 침습적 센싱, 무선생체센서, 생체신호기록 및 기기표준, 생체상태 모니터링 무선센서시스템, 음성 및 감정 자동인식, 소셜미디어 활용 센서 및 모바일기기, 전자파환경에서의 생체신호 분석, 서비스모델링^[1]과 관련된 기술이슈를 제시하고 있다. 2012년 미국 내 아이 폰 및 안드로이드 기반의 300여개 모바일헬스 앱의 활용도 조사결

* 이 논문은 교육과학기술부의 과학기술진흥기금과 복권기금 출연사업인 한국과학기술정보연구원 ReSEAT프로그램의 지원으로 수행되었습니다.

• 주저자 및 교신저자 : 한국과학기술정보연구원 ReSEAT 전문연구위원, jmp21c2008@reseat.re.kr, 정회원
 논문번호 : KICS2012-09-458, 접수일자 : 2012년 9월 26일, 최종논문접수일자 : 2012년 1월 28일

과²⁾는 운동 34%, 건강정보 11%, 체중감량 10%, 수면 및 명상, 건강도구, 임신 순으로 운동 분야에서 헬스기기 및 모바일 앱의 결합을 통한 생체정보 모니터링 기술의 비중을 판단할 수 있다. Global Data사의 보고에 의하면, 세계시장의 50%이상인 미국 모바일헬스 시장은 소프트웨어와 서비스의 비중이 80%, 하드웨어 12%, 네트워크 12% 순이고, 애플리케이션 중 30%가 의료전문가용이며 70%가 일반소비자용으로 나타났다. Frost & Sullivan사의 보고에 의하면 향후 의료정보 추적 및 개인별로 피드백 지시하는 앱이 유망하며, 기술적으로 등록 사용하는 기존의 앱과는 달리 모바일기기에 즉시 직접 접속이 가능한 생체모니터링시스템으로 진단기능이 강화될 것으로 예측하고 있다. 또한 모바일 OS에 따른 연결성 제약이 제거되고 모바일브라우저에 HTML5 표준기술이 적용되어 웹기반 앱 역시 성장할 것이며 종래의 이종 플랫폼간의 연결범위가 확대될 것으로 보고 있다. HIMSS Analytics의 조사에 의하면 의사의 93%는 모바일 기기를 매일 사용하며 80%는 환자치료의 개선에 직접 모바일 기술을 사용한다³⁾고 한다. 국내 연구기관 역시 U-헬스케어 모니터링시스템 기술이슈로 홈에서의 생체정보 수집 및 전송기술, 헬스케어에 스마트폰 활용기술, 의복착용형 생체신호 측정 기술, 생체자동인식 측정시스템 기술, 현장진단시스템 기술의 진화를 전망하고 있으며, 현장진단센서 칩, 생체신호 모니터링시스템, 건강생활 관리시스템, 표준기반 U-헬스 서비스플랫폼, 의료영상분석 SW 등을 개발⁴⁾하고 있다. 상기의 이슈들은 생체센서기기, 생체모니터링 네트워크와 플랫폼, 모바일 헬스모니터링 기술이슈와 진화방향성을 시사해 준다. 특히 모바일 생체정보 모니터링이 강조되고 있다.

2.2. 생체정보 모니터링 기술

2.2.1. 네트워크 구조

유비쿼터스(U) 헬스케어는 생체정보 측정단말, 네트워크, 정보수집 및 운영, 정보처리 및 관리, 응용서비스 단계에서 센서와 네트워크를 통해 모니터링 되는 생체정보를 기반으로 필요시 장소와 시간의 제약 없이 헬스케어가 가능한 개념이다. 생체정보를 모니터링 하는 네트워크기술은 인체 및 개인 영역의 무선네트워크(WBAN/WPAN)기술을 바탕으로 한다. WBAN은 서비스 사용자의 생체주위 3m정도 범위에서 상호 통신하는 무선네트워크 기술이며, WPAN은 서비스 사용자를 중심으로 10m정도 범위 내에서 상호 통신하는 무선네트워크 기술이다⁵⁾.WBAN은 그림 1과 같이 인체

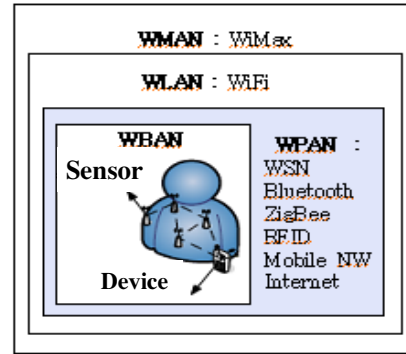


그림 1. WBAN과 외부 네트워크
Fig 1. WBAN and Outbound Network

내 생체위치별 센서 및 액추에이터들의 개별 및 상호 통신과 개인단말과의 통신으로 인체 내부적 통신기술로 설명되며, 생체위치별 모니터링이 아닌 생체정보의 종합모니터링과 통합관리를 위해 인체영역 외부의 통신기술(WPAN, WLAN, WMAN, 위성)을 포함한다⁶⁾. WBAN기술⁷⁾은 의료 및 비 의료용으로 구분하며 인체 삽입(In Body)과 부착 및 착용(On Body)형태로 분류한다. 기본적으로 Sensor PHY 규격기반의 생체 적용주파수, 변복조방식, 채널모델링, 통신기술 및 초저전력 구현기술과 MAC 규격기반의 생체 다중접속 제어, 무선링크제어, 서비스품질관련 기술, 네트워크 및 응용계층의 프레임워크 구축기술이 주요 설계요소이다. WBAN 기술구현의 핵심은 통신방식 및 하드웨어, 생체 신호의 센싱과 전송제어, 저 전력 생성과 RF통신의 아날로그 처리이며, 주파수대역, 프로토콜, 소비전력, 서비스품질 기준, 보안성, 확장성, 인체안전성 관련 기술표준의 적용이 필수적이다. 무선센서네트워크(WSN)는 WBAN과 달리 사물간의 정보전달 중심이므로, 융합네트워크 구성 시 노드배치 및 구성 밀도, 데이터 전송주기 및 속도, 신호지연, 이동성 등 인프라 차이의 기술적 접목이 중요하다.

2.2.2. 네트워크 형태

생체신호가 센서, 싱크노드, 개인서버 기기나 WBAN을 통해 생체정보 모니터링 관리주체와 외부(Around Body)로 연결되는 네트워크구조는 <그림2>와 같이 설계될 수 있다. WBAN범위는 인체 내부 및 표면(in/on-body)이고 WPAN범위는 인체에서 개인 단말이나 서버까지의 10m 정도(Around Body)의 내부적 통신영역이다. 이 통신영역의 끝단에서 생체정보 모니터링 관리주체까지는 WLAN, WMAN, WiMAX, 위성통신에 의한 외부적 통신영역이다. WBAN 내외부적 통신방법⁸⁾은 1)생체센서가 개인서버에 유무선 점

속 된 후 AP와 접속, 2)생체센서가 개인서버 접속 없이 AP와 직접 접속, 3)생체센서가 개인서버로 무선 접속 후 AP와 접속, 4)생체센서가 생체 단일프로세서(싱

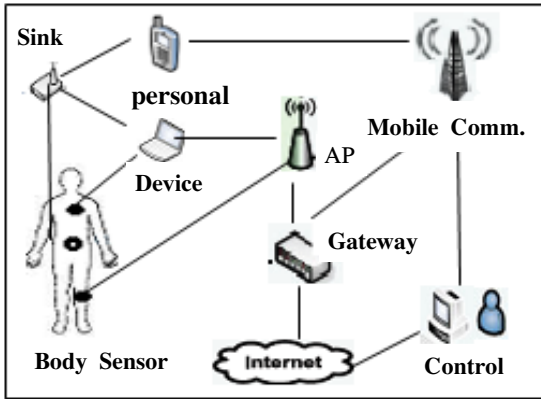


그림 2. 생체정보 모니터링 네트워크
Fig. 2. Body Information Monitoring Network

크)의 유무선 접속 후 다시 개인서버로 유무선 전송되는 두 단계 접속, 5)상기 4)단계의 다중 클러스터에 의한 다중접속 방법 등으로 설계 가능하다. 센서네트워크가 싱크노드를 통하여 게이트웨이에 연결되는 경우 게이트웨이는 6LowPAN 기반 센서네트워크에서 IPv6와 IPv4 상호간 변환기능을 제공하고, ZigBee와 TinyOS 기반 센서네트워크의 경우 센서네트워크의 메시지를 역 캡슐화해서 응용계층 데이터를 추출하고 IP스택을 통해 인터넷으로 전달하는 형태⁹⁾가 제시되기도 한다. WBAN과 WPAN간의 통신은 개인서버나 다수 AP들간의 통신을 의미하고 인터넷과 모바일기기 등과의 네트워크 연결에 사용되며 무선근거리통신이나 모바일네트워크 등의 중앙집중식 통신구조와 Ad-Hoc 기반의 동적인 통신형태로 설계가 가능하다.

2.2.3. 네트워크 전파특성

의료용 BAN기술은 2008년 이후 WPAN과 병행하여 추진되었고 2010년 이후 WBAN기술이 강조되고 있다. WPAN 및 WBAN의 기초적 서비스기술은 2011년 이후 성숙단계에 진입한 상태이며 현재 스마트기기와의 접목과 실용화를 위한 Self-Ad Hoc/Mesh기반 기술개발이 진행 중에 있다. 최근 WBAN 및 WPAN에서 Bluetooth, Zigbee, RFID기술 이외에 UWB기술에 대한 연구가 활성화되고 있다. UWB는 간섭이 미미한 낮은 출력과 500MHz이상의 넓은 주파수 대역을 이용하며 10m정도의 거리에서 저 전력으로 수백Mbps의 초고속 정보전송, 근거리통신 및 고속 데이터전송, 실내 위치 확인지원이 가능한 기술이다¹⁰⁻¹²⁾. UWB는 생체 모니터링 캡슐 등 의료분야의 활용연구에서 아직 유해

성이 제시된 사례를 찾기 어렵다¹³⁾는 점과 최근 우주 탐사중의 생체신호모니터링에서 전자파 유해성이 없었다는 NASA의 보고¹⁴⁾를 근거로 생체모니터링의 활용가능성을 제시해 주고 있으나 연구 강화가 요구되는 분야이다. UWB기술과 관련하여 이미 미국 통신위원회 및 유럽통신협회와 전기전자학회(FCC, ETSI, IEEE)는 체내이식무선의료기기(MICS)의 운영주파수 대역과 생체착용기기의 사용주파수 대역을 규정하고 있으며, 한국정부 역시 UWB 주파수대역 할당을 규정화하고 있다. ETRI는 IEEE 802.15.6 WBAN의 최신 기술로 초 광대역(UWB), 협대역(NB), 인체통신(HBC)의 PHY와 단일 MAC의 표준화를 신청¹⁵⁾하였고, 2012년 3월 IEEE로부터 HBC가 국제표준으로 채택¹⁶⁾받아 상용화를 위해 대기업에 기술이전을 추진 중이다. 생체모니터링 시스템설계를 위해, UWB이외에 헬스 및 신체단련기기에 적용되는 TDMA기반의 기술(ANT), 금속과 물주위에서 소수데이터 송수신을 위한 기술(RuBee), 생체적용을 위해 저속의 초저전력플랫폼을 제공하는 기술(Sensium), 초저 전력형 RF칩을 사용하는 생체 삽입형 의료기기에서 무선통신의 고 신뢰성 확보를 위한 여러 체크코드를 사용하는 기술(Zarlink), 가전기기의 원격연결과 홈 자동화 네트워크에 사용되는 기술(Insteon, Z-Wave)¹⁸⁾을 참조할 수 있다.

WBAN시스템의 구축시 통신방식 및 하드웨어보다 생체신호 검출, 저 전력 생성, RF통신을 위한 아날로그부분의 구현과 생체전파특성 유지가 기술적인 과제이다. 이를 해결하기 위해 생체 삽입 및 부착형 센서들에 대한 주파수 대역별 시뮬레이션을 통해 제시된 센서 적용환경 및 연결수준, 활동요소별 특성들을 시스템설계에 활용할 수 있다. 특히 삽입형 센서에 대한 인체 부위의 회절과 안테나의 영향, 전송속도 및 에러율 등에 의한 성능저하, 부분적 소멸현상, 특정주파수별 분포적합과 매칭 현상, 주파수 대역별 인체표면의 채널 경로손실과 소멸시간, 인체조직 부위별 전파특성의 타당성 검증에 대한 연구^{17,18,8)}결과를 시스템설계에 활용할 수 있다. WBAN 안테나 구현의 기술적 이슈로, 생체표면 안테나의 경우 사용자의 자세, 중량, 피부조직과 안테나 크기 및 모양, 재질에 의한 영향과, 생체삽입 안테나의 경우 열 생성에 의한 유해성을 감소시키기 위한 안테나 형태, 비부식성 안테나 재질 등 안테나 개발 및 설계영향요소 등이 시스템 구현 및 연구과제로 부각되고 있다. 안테나와 인체의 상호작용, PHY와 MAC 프로토콜, 안테나와 채널모델링 관련 기술개발을 위해 EU의 초소형 저 전력 무선시스템 연구개발프로젝트 Wiser BAN¹⁹⁾의 연구결과를 활용할 수 있다.

2.2.4. 네트워크 프로토콜

WBAN MAC 프로토콜은 지속적인 연결성, 간섭의 완화, 전송속도에 따른 전력소모의 선형성 유지 등의 고유특성을 만족시켜야 한다. MAC층에 대한 신뢰도 확보, 통신지연 완화, 에너지소모의 균형과 센서의 수명연장을 위해서는 에너지 효율적인 프로토콜, 저 전력, 저 지연, 통신 신뢰성 기술 확보 및 설계가 중요하다. 설계를 위해 무선센서네트워크(WSN)에서 제시된 저 전력 동기화 MAC 프로토콜에 의한 SMAC^[20] 및 TMAC^[21] 방식과, 데이터 송수신에 순환체크채널을 이용하는 WiseMAC^[22] 및 BMAC^[23] 방식과 낮은 듀티 사이클의 동기화 순환채널방식인 SCP-MAC^[24] 방식을 활용할 수 있다. BAN에서 프로토콜의 트래픽과 전력 변동에 대한 듀티사이클의 동기화가 핵심기술이며, 이의구현을 위해 멀티호핑 모바일용 저 에너지 프로토콜 방식 CICADA^[25], 스타 토폴로지 BAN을 위한 초저전력 적응프로토콜 방식 BAN-MAC^[26], 에너지효율을 향상을 위한 TDMA기반의 프로토콜 방식인 HMAC^[27] 기술들을 참조할 수 있다. 최근 센서노드의 응답시간 향상을 위해 RFID 접목을 통한 저 전력 MAC 프로토콜인 VLPM^[28]도 제시되고 있다. BAN에서 실시간 통신을 구현하기 위해서는 제한된 버퍼의 과부하로 인한 데이터 누락발생 이전에 전송이 필요하므로 가용버퍼 기반의 데이터 전송노드를 스케줄링 하는 방식과, 버퍼링 임계초기에 모든 노드의 데이터패킷을 전송하는 채널접속 협력 스케줄링 방식을 활용할 수 있다. 대표적으로 우선순위방식의 데이터의 스트림서비스, 비대칭 프레임워크와 적응적 대역폭으로 BSN에서 QoS를 제공하는 BodyQos^[29] 방식과 에너지효율화와 관련한 MAC층의 최적화 스케줄링 알고리즘으로 향상된 QoS를 제시하는 MAC 프로토콜 방식인 DQBAN^[30] 기술이 활용가능하다. IEEE 802.15.4 비이콘 모드 채택으로 BAN 트래픽에 대응하는 프레임워크의 제시나, 생명 긴급 상황에서의 QoS를 보장하는 애플리케이션을 지원하기 위한 IEEE 802.15.6의 작업도 기술적 관찰대상이다. 이상의 기술적 이슈는 MAC 프로토콜 설계를 위한 핵심적 고려요소와 기술개발 동인으로 활용 가능하다.

2.2.5. 센서 및 서비스 플랫폼

생체센서는 주로 가속 및 균형, 혈당, 혈압, 이산화탄소가스 및 산소포화도, 심전도, 뇌파, 근전도, 맥박, 습도, 온도, 영상센서^[31] 등 다양하며, 센서 및 액추에이터의 소형화, 인체조직과의 적응성 향상, 비침습적 데이터 추출기술에 의해 부착 및 착용형태의 저 전력

소형화 센서 칩 형태로 진화하는 추세이다. 최근 1회용 밴드에 적용 가능한 우표크기의 의료용 생체신호 모니터링 SoC도 발표^[32]되고 있다. 저 전력 모니터링 센서 구조의 의복형태와 센서카메라의 안경 삽입에 의한 시각재현 기술 등도 제시되고 있다. 생체센서네트워크 하드웨어는 마이크로 컨트롤러, 저 전력 송수신기, 메모리, 아날로그채널, 센서, 센서연결 플랫폼^[33]으로 구성되며, 에너지원도 인체의 움직임이나 온도차를 이용한 에너지원 추출 및 무선충전 방식^[8]으로 진화되고 있다.

U-생체정보 모니터링은 U-헬스케어 모니터링이나 서비스의 명칭 하에 비 의료용 및 의료용으로 구분되며 모바일 기술을 접목하여 발전하고 있으나 솔루션의 증식과 함께 제기된 이중의 단말과 플랫폼으로 인해 연동성과 상호운영성 문제가 제기되고 있다. 문제해결을 위해 서비스 지향구조의 생체정보 모니터링시스템과 통합 서비스플랫폼이 요구되고 있으며, 관련된 연구^[34]를 참조할 수 있다. 생체모니터링 서비스의 연결성 향상을 위해 생체단말과 생체정보 모니터링시스템, 서비스플랫폼 설계에 모바일과의 융합적 서비스플랫폼^[35], HTML5와 자바스크립트를 이용한 헬스 모니터링 시스템 설계^[36]연구를 참조할 수 있다. 모바일을 활용한 헬스케어에서 대중적 통합 서비스플랫폼으로의 진

표 1. 헬스케어 응용분야와 적용기술
Table 1. Application & Technology for Future Healthcare

Application	Web/App/Tool/Platform
Consultation	Health Consulting by SMS
Distance Learning	Health Info. Learning/Sharing
Temporary Community	Hyper local Connection on Crisis
Handheld Hospital	Mobile Biometric Plug-In Test & Diagnose Devices
Tracking	Medical Matters & Resources, Pills Taking, Vital Signals
Remote Diagnostics	Stethoscope/Device/pill Capsule for Remote Diagnose/Monitor
DIY Check	Self/Interactive Diagnose, Therapy Consulting
Picturing Health	Statistic Visualization, Mapping for individual/Public Health
Wellness Tracking	Fitness/Nutrition/Weight/Exercising/Glass Capturing
Gaming for Health	Rewards/Incentives/Game for Motivation/Participation/Cure
Offline Web	Bloggng/Cycling Phone Network
Bio-Medical Printing	Creating of Human Vein/Skin/Medicine/Biosensors by 3D Printer

화가 느리고 만족할만한 솔루션도 드물지만 최근 개발도상국에서 모바일 헬스케어 통합서비스플랫폼의 형태를 시도하고 있다. 개도국을 고려한 미래지향 헬스케어의 기술^[37]적용분야는 표 1에 제시되어 있으며 응용 분

야별 웹과 앱, 톨과 기술, 플랫폼을 구현하는 경우 대부분 모바일과 무선네트워크기술 기반의 헬스 및 생체정보 모니터링 서비스시스템을 전제하고 있음을 알 수 있다. 글로벌 기술시장 확대 시 기술선도 관점만이 아닌 적용환경을 고려한 맞춤형 기술적용이 필요하다.

2.3. 표준화 동향

WPAN과 WPAN 기술에 대한 최근의 표준화 동향은 표 2와 같이 통신 인프라의 장기 표준화계획^[38]에 의해 파악될 수 있으며 기술추이로부터 국내의 표준화

표 2. 유무선 통신 인프라 표준화
Table 2. Standardization for Communication

Class	~2011	~2016	~2021
Technology	WPAN/WBAN1.0	Self-Ad Hoc/Mesh WPAN	Mobile/Cognitive WPAN, Embedded WPAN
Product/service	Sensor Coordinator /Smart device		M2M, Cognitive WPAN/WBAN
Architecture	Self Organizing/ Maintaining WPAN /WBAN		

동향은 표 3과 같이 정리된다. 일반적으로 ZigBee가 Bluetooth 보다 에너지 효율 면에서 선호되는 경향이 있으나 저 에너지 Bluetooth의 증가가 예상된다. IEEE802.15.4에서 WPAN의 근거리 망 구성을 위한 PHY/MAC 표준으로 저 전력 모니터링 및 에너지 관리 응용에 관한 국제표준을 제정 중에 있으며 유틸리티 데이터관리/에너지 모니터링 대역 활용을 위한 802.15.4(g/k/m) 표준을 추진 중에 있다. WBAN 기술에 대해 센서기기의 생체 내 외부 착용 및 삽입 시 인체유해성을 고려하는 MICS 대역 활용 및 원천기술관련 표준작업이 진행 중에 있다^[39]. 국내경우 WBAN 표준화 대상항목으로 비 의료 인체통신 기술 분야에서 인체의 전파특성, 저 전력, 안전성을 고려하는 기술과 인체 내외 PHY 지원을 위한 MAC기술을 지정하고 있으며, 병원의 무선 의료통신기술은 병원내의 연동을 위한 무선통신시스템과 통신망기술을 대상으로 하고 있다. U-헬스 관련 표준화는 CHA 컨소시엄, ISO/TC 215, CEN/TC251, IEEE, HL7(Health Level 7), IHE 등에서 진행되고 있다. 최근 FCC의 의료용 BAN(MBAN)의 주파수 방사 및 전력 표준화작업^[15]도 진행 중이어서 국제표준화 기술의 국내표준화 조기추진과 국제표준의 견인노력이 필요하다.

표 3. WPAN/WBAN 표준화 동향
Table 3. Standardization for WPAN/WBAN

Year	International / Local Standardization
2008	Inter.: IEEE802.15.3c/4a Specification Offer IEEE802.15.4 규격/ ZigBee Alliance Local: WPAN/WBAN Task
2009	Inter.: IEEE802.15.3c/4a Transmission Standardization, IEEE802.15.6 WBAN PHY/MAC, ZigBee Modeling Local: NFC/USN Interface Standardization
2010	Inter.: Medical/ Non-Medical Transmission Specification Offer, ZigBee based Voice Transmission Specification Offer Local: Bluetooth3/4, High Speed/ LowPower Standardization
2011	Inter.: IEEE802.15.4(x), Smart ZigBee2.0 Local: WPAN Alliance
2012	Inter.: IEEE802.15.6(WBAN)Spec. Offer IEEE802.15.4(SUN, LECIM, WS), WPAN Spec. Offer

Ⅲ. 생체정보 모니터링 연구개발 이슈

3.1. 연구개발 프로젝트

유무선 BAN의 구성은 적용센서 구성에 직접적 영향을 미치므로 BAN 설계가 중요하다. BAN구성 기술요소는 표 4와 같이 생체정보 모니터링관련 연구 프

표 4. 프로젝트별 BAN 기술구성
Table 4. Comparative BAN Technology in Projects

Project	Sensor	In Bound BAN	In/Out Bound BAN	Out Bound BAN
AID-N	Pulse, BP, BT, ECG	Wired	Mesh, ZigBee	Internet, WiFi, Mobile NW
WHMS	ECG, EEG, EMG, SpO2, Motion	Star Topology	WLAN, Bluetooth, GPRS	Internet
VLPM	BP, BT, EEG, Breathing, SpO2	Coordinator, MAC, RFID	Mobile NW, Bluetooth, GPS	Internet, WiFi, WiMAX

로젝트들^[8,28]로부터 추출되어 BAN설계에 활용될 수 있다. 프로젝트 분석결과 BAN 구성기술은 e-Health에서 현장의료(POS) 및 모바일 원격의료 및 헬스모니터링 서비스로 유비쿼터스 지향적 변화가 나타나고 있으며, 의료용 BAN기반의 환자 이식 및 착용기기, 장

에자 및 노약자, 임신부, 신생아를 위한 기기와 모니터링분야로 연구가 집중되고 있음을 알 수 있다. BAN 내 외부의 유연하고 빠른 통신구성을 위해 메쉬 구조를 제시하는 AID-N, 원격 의약품취급 목적의 WHAM, 사용자 인터페이스확대를 지원하는 MIMOSA 프로젝트의 기술요소들을 BAN 설계에 참조가능하며 프로젝트별 기술 장단점에 대한 연구가 필요하다. 생체정보 모니터링서비스시스템 관련 대형 프로젝트로, 미국 전략공군사령부의 TAC, 미국 재향군인회의 Health Buddy 서비스, MIT대학 Alex d'Arbeloff 연구소의 홈자동화 및 헬스케어, 로체스터 대학의 Smart Medical Home 프로젝트 등과, 일본 북해도대학의 의료영상 전송 프로젝트, 동경대학의 SELF 프로젝트^[40] 등이 있으며 이들로 부터 기술추이를 판단할 수 있다. 생체정보 모니터링 하드웨어로 신발, 벨트, 반지, 귀걸이, 목걸이, 밴드, 의자, 침대 등에 적용^[41]하는 다양한 생체정보 측정기기 및 장치가 제시^[8]되고 있어 응용개발 대상으로 활용할 수 있다. 센서기반의 실시간 환자모니터링 시스템 구축 시 HTML5표준에 의한 Web SQL을 이용하여 네트워크트래픽을 최소화하는 모바일 DB구축^[42], 환자 모니터링에서의 정보누락과 정보부하 해결을 위한 원격복약지도 및 모바일헬스의 구현^[43]연구, 다중 BAN에 연결된 착용형 센서의 설계^[44], 환자증상의 초기감지에 의한 응급상황의 악화방지와 홈케어 서비스를 위한 플랫폼^[45]개발 등의 연구는 서비스플랫폼 응용 기술 개발에 활용가능하다. 국내에서도 생체계측기술과 의료기기, 측정센서에 대한 산학연의 연구개발이 진행 중이며 환자 생체 정보 웹 모니터링과 부분적 응용 서비스 관련 소수 연구들이 있다. 한국 정부도 생체신호획득 기술을 포함한 U-헬스 관련 진단 및 치료기기, 생체지표 측정센서, 고령자 건강지원기기의 연구개발 사업을 지원하고 있다.

3.2. 연구개발 응용분야

생체정보 모니터링을 위한 스포츠기기와 헬스기기, 스마트폰과 손목시계, 신발과 휴대기기 등의 무선 결합과 인터넷과의 연결형태가 나타나고 있다. 운전자의 깜박임, 하품, 눈썹움직임 등의 행동정보와 심박 및 뇌파 변화, 혈압, 땀 등의 생체정보의 결합에 의해 운전자 피로도, 졸음 경고수준을 결정하는 유무선 BAN기반의 지능형 시스템이 차량 내에 플랫폼화 되어 활용되고 있다. 최근 착용형 생체센서로 수집된 생리적 생체정보를 이용하여 시각 및 음성에 의한 감정과악이 아닌 개인의 실시간 감정반응을 감지^[46]하는 수준까지 발전하고 있다. 피부 도전센서의 신발 장착, 혈압센서

의 귀걸이나 시계 장착, 땀 센서의 셔츠장착 등의 적용 사례^[47]도 증가하고 있다. 생체센서의 감지에서 환자의 지원관리에 이르는 과정의 상황인식과 미들웨어 수준의 솔루션으로 생리학적, 감정적 정보를 공유하기 위한 프레임워크인 PEACH^[48]와, 댄서의 움직임과 몸동작, 발끝 압력 등을 감지하고 기분과 감정을 동적으로 변화시키기 위해 실시간으로 조명과 음악을 자동 조절하는 시스템인 Digital Being^[49] 기술이 있다. 이 기술들은 생체정보 모니터링 응용분야의 확대 및 기술개발을 통해 생체정보의 전달 및 처리에 의한 헬스케어 단계를 넘어 생체 및 심리정보와 감정 등을 포괄하는 상시적 웰스케어(wellness care)단계까지의 구현을 위한 응용기술 개발 기초단계에 활용 될 수 있다.

3.3. 솔루션 분야

상용화 솔루션으로 홈 가전기기와 모바일기기, 착용이나 부착형태의 센서 장치 및 기기를 이용하여 생체정보 원격모니터링 및 측정, 의료 및 복약지시, 응급 대처지시, 건강 진단 및 경고 기능을 수행하는 다양한 모듈 및 플랫폼과 시스템이 개발되고 있다. 대부분의 솔루션은 홈 케어와 모바일을 이용한 원격모니터링 기능을 기본적으로 제시한다. 필립스의 원격모니터링 플랫폼^[50], GE Health care^[51], IBM의 헬스케어 협력 네트워크와 모바일 헬스 툴킷 등을 포함하는 Mobile Wireless Health Solution^[52], Honeywel의 HomMed^[53], 장갑과 의자 형태의 생체정보 모니터링 시스템을 개발하는 COMMWE LL^[54], 원격모니터링 및 수신시스템을 제시하는 Aerotel Medical Systems^[55], 모니터링 기기를 제공하는 Draeger Medical^[56], 의료디스플레이 모니터링을 제시하는 St. Jude Medical^[57] Lifewatch^[58], 의복 착용형 모니터링을 위해 life shirt를 제시하는 VivoMetrics^[59] 등이 있으며, 최근 WSN을 통한 진동으로 신체언어를 개선시키는 법을 가르치는 착용형 센서네트워크인 RISR^[60]도 제시되고 있다. 세계 모바일 헬스시장은 향후 수년간 년 24%씩 증가할 것 이며 FDA의 빈약한 규정에도 불구하고 빅 플레이어들^[61]을 증가시키고 있다. 솔루션 경쟁 및 기술선점을 위해스마트폰 및 이동통신, 인터넷 서비스, 컴퓨터 및 컴퓨팅솔루션, 보험사 등의 핵심 플레이어들과 협력업체들의 기술개발 동향 파악 및 연구가 필요하다.

IV. 기술적 대응과제

생체정보 모니터링의 기술선점과 선행개발을 위한

전략수립과 기술적 대응과제는 다음과 같이 정리될 수 있다.

첫째, 생체 부착 및 착용형 WBAN 통신기술의 주요 연구대상은 주파수 간섭, 경로손실과 성능감소, 전송속도 저하, 소모전력 등의 분야이며 핵심기술인 저 전력 기반의 통합무선기술은 아직 성장초기 상태로 판단된다. 기존의 연구는 저 전력 칩 솔루션 구현중심이므로 네트워크능력 확대관련 연구가 강화될 필요가 있다. 초저전력 응용기술의 지속적인 연구개발 강화도 필요하다.

둘째, 생체 삽입형 WBAN 통신기술에 대한 주요 연구대상은 생체전파특성이나, 적용 주파수별 생체조직 및 매질의 도전율과 유전율의변화가 다양하고 삽입 생체대상의 개별 특성이나 삽입위치에 따른 편차도 심하여 기존의 연구기준 특성만으로는 활용범위가 제한적이므로 생체전파 표준특성의 확대연구가 시급하다고 본다. 생체적용을 위한 주파수 대역별 다양한 실험^[62]과 연구를 통해, 생체정보 모니터링 응용분야 및 전파 환경별로 기술요소에 대한 신뢰성, 지연성, 상호간섭, 에너지소모와 이동성능 등이 정확히 분석 평가되고 표준화되어 활용될 수 있어야 한다. 특히 UWB기술 적용 모델의 제시와 생체 조직 부위별 센서간의 신호전파의 회절과 반사, 손실과 지연에 대한 측정 연구와 표준화가 시급하다.

셋째, 센서기기는 착용 편리성, 비 침습성, 간결한 디자인, 설치적용의 간편성, 기기착용 및 배치의 범용성을 고려한 개발이 필요하며, 이를 구현하기 위해 1) 저 전력 구현 및 소형화, 적용부위별 전도왜곡의 해결, 무선구현의 정확성, 신호 수집 및 전송효율, 채널관리, 전력관리의 최적화 2)센서 및 액추에이터와 생체조직간의 통신성능 향상을 위한 신물질 탐색, 3) 생체조직의 전자기파 유해성 해결을 위한 대안기술들의 연구 강화와 지원 등이 필수적이다.

넷째, BAN MAC프로토콜의 효율적 구현을 위해 네트워크 수용능력대비 경제적인 MAC 프로토콜의 설계, 듀티사이클과 성능간의 상호연관 효과 및 민감도 분석, 최신 IEEE 802.15.(x)표준을 고려한 이중센서 노드간의 이질성 극복 방안, 전체적 성능 및 지연과 에너지 효율 간의 상호연관 효과 비교, 채널 우선순위 접속 스케줄링에 대한 연구 강화가 필수적이다.

다섯째 생체 삽입형 전력공급원의 충전^[63]에 대한 연구와, 보안 및 인증방안, 프라이버시 유지방안, 표준화에 대한 연구 강화가 필수적이다.

V. 결 론

유비쿼터스 헬스케어를 지향하는 효율적 생체정보 모니터링 체계의 구축을 위해, 생체내 네트워크 구조의 효율적 연동과 인체 조직별 적용전파의 특성연구, 프로토콜 알고리즘과 초저전력 센서 및 통합서비스 플랫폼 개발, 표준화추진 이슈를 분석하고, 연구개발 프로젝트와 응용 솔루션 추이로부터 기술적인 대응과제를 제안하였다. 향후 네트워크 능력 확대와 초저전력 응용기술 개발, 생체전파 특성분석 및 UWB 활용 연구, 응용콘텐츠와 서비스플랫폼 개발과 인체 무해 센서 개발, 이중센서 노드간의 연동, 전력공급원 무선충전, 생체인증 및 정보보안, 표준화 견인을 위한 과제추진과 적극적 정책지원이 필요하다. 산학연의 연구개발 지원과 특히 중소기업대상의 기술혁신 및 사업화 추진과정에서 미래 창조형 연구 및 기술개발 과제와의 연계와 균형점 확보가 중요하다.

약 어

- ANT: Proprietary Wireless Sensor Network Technology
- AP: Access Point
- BANMAC: Body Area Network MAC
- BMAC: Berkley MAC
- HIMSS: Healthcare Information and Management Systems Society
- HMAC: Heart MAC
- IPv6: Internet Protocol
- SCPMAC: Scheduled Channel Polling MAC
- SMAC: Sensor MAC
- TMAC: Time-out MAC
- U: Ubiquitous
- UWB: Ultra Wide Band
- VLPM: Very Low Power MAC
- WBAN: Wireless Body Area Network
- WiFi: Wireless Fidelity
- WiMAX: World Interoperability for Microwave Access
- WLAN: Wireless Local Area Network
- WMAN: Wireless Metropolitan Area Network
- WPAN: Wireless Personal Area Network
- WSN: Wireless Sensor Network
- 6LowPAN: Low-power Wireless Personal Area Network

참고문헌

- [1] Subhas Chandra Mukhopadhyay, Octavian Adrian Postolache, "Pervasive and mobile sensing and computing for healthcare Technological and social issues," Springer, 2013, review page
- [2] <http://verasoni.com/ahha3/mobile-health-applications-2012-study/>
- [3] Histalk, "Mobile health year in review," Dec. 2012., from <Http://histalkmobile.com/mobile-heath-year-in-review>
- [4] S. H. Kim, "Trend & Prospective of Medical IT based Convergence Technology," ETRI, 2012.11.27
- [5] <http://standards.ieee.org/about/get/802/802.15.html>
- [6] B. Latre, B. Braem, I. Moerman, C. Blondia and P. Demeester, "A survey on wireless body area networks," *Wireless Netwok*, vol. 17, no. 1, pp. 1-18, Jan. 2011
- [7] B. J. Jang, S. W. Choi, "Wireless body area network," *Journal Of Electromagnetic Engineering And Science*, vol. 19, no. 3, pp. 35-46, may 2008
- [8] M. Chen, S. Gonzalez, A. Vasilakos, H. Cao, V. C. M. Leung, "Body Area Network: Survey," *J. Special Issues Mobility Syst., Users, Data and Computing*, vol 16, no. 2, pp. 171-193, Apr. 2011.
- [9] Joo Hee Park, "Design of U-Healthcare Monitoring System based on Mobile Device," *Journal of The Institute of Electronics Engineers of Korea*, vol. 49-CI, no. 1, Jan. 2012, pp 46-53,
- [10] Korea UWB Forum, "Report to UWB Research for Sensor", Public Hearing Material , 2007.6.27
- [11] H. Liu, "Survey of wireless indoor positioning techniques and systems," *IEEE Trans. Syst. Man. Cyber. C: Applications And Reviews*, vol. 37, no. 6, pp. 1067-1080, Nov. 2007.
- [12] R. Ye, "High-precision indoor UWB localization: technical challenges and method ," in *Proc. Ultra-Wideband (ICUWB), 2010 IEEE Int. Conf.*, Sep. 2010.
- [13] Jong-man Park, "Technological Trend for Wireless Ingestible Capsule design," *The journal of korea information and Communications Society*, vol. 34 no. 12 Dec. 2009
- [14] C. M. Perry, S. Watkins, "Non-contact vital sign monitoring via ultra-wide band Radar, infrared video and remote photoplethysmography: viable options for space Exploration Missions," NASA / TM - 2011 - 216145, May. 2011.
- [15] H. S. Lee, " WBAN/MBAN Standard and technology Trend," ETRI, 2012.6.28
- [16] http://www.ytn.co.kr/_ln/0115_201203160408326123
- [17] M. Patel, J. Wang, "Applications challenges and prospective in emerging body area networking technologies," *IEEE Wirel. Commun.*, vol 17, no. 1, pp. 80-88, Feb. 2010.
- [18] B. Zhen, M. Patel, S. Lee, E. Won, and A. Astrin, "TG6 technical requirements document(TRD)," IEEE P802.15 -08-0644-09-0006. <https://mentor.ieee.org/802.15>
- [19] www.research.philips.com/technologies/myheart.html
- [20] W. Ye, J. Heidemann, and D. Estrin, "Medium access control with coordinated, adaptive sleeping for wireless sensor networks," *IEEE / ACM Trans. Network*, vol, 12, no.3, pp. 493-506, June, 2004.
- [21] T. Dam, and K. Langendoen, "An adaptive energy-efficient MAC protocol for wireless sensor networks," in *Proc. the first ACM SenSys '03 Conf. Proc.* pp. 171-180, NoV. 2003
- [22] A. Hoiydi, J. Decotignie, C. Enz, and E. Roux, "WiseMAC: an ultra low power MAC protocol for the wiseNET wireless sensor networks," in *Proc. of the First int. conf. Embedded networked sensor systems*, pp. 302-303, july 2003.
- [23] J. Polastre, J. Hill, and D. Culler, "Versatile low power media access for wireless sensor networks," in *Proc. the 2nd ACM*

- SenSys Conf.*, pp. 95-107, Nov. 2004.
- [24] W. Ye, J. Heidemann J, "SCP-MAC: reaching ultra-low duty cycles(posters)," in *Proc. IEEE'S ECON'5*. pp.1-2, Sept. 2005
- [25] B. Latr, B. Braem, I. Moerman, C. Blondia, E. Reusens, W. Joseph, and P. Demeester, "A low-delay protocol for multihop wireless body area networks," in *Proc. ubiquitous*. pp.1-8, 2007.
- [26] H. Li, and J. Tan, "An ultra-low-power medium access control protocol for body sensor network," in *Proc. of IEEE-EMBS (Shanghai)Reading*, pp.2451-2454, 2005 .
- [27] H. Li, and J. Tan, "Heartbeat driven medium access control for body sensor networks," in *Proc. ACM SIGMOBILE int. workshop on syst. network. support for healthcare and assisted living environments*, pp. 25-30, June, 2007
- [28] N. Ullah, P. Khan, and K. S. Kwak, "A very low power MAC (VLPM) protocol for wireless body area Networks," in *Proc. Sensors*, Nov. 2011.11(www.mdpi.com/journal/sensors)
- [29] G. Zhou, J. Liu, C. Wan, M. Yarvis, and J. Stankovic, "BodyQoS: adaptive and radio-agnostic QoS for body sensor networks," in *Proc. of IEEE INFOCOM*. pp.565-573, 2008.
- [30] M. Younis, K. Akkaya M. Eltoweissy, A. Wadaa, "On handling QoS traffic in wireless sensor networks," in *Proc. the 37th annual Hawaii Int. Conf. Syst. Sciences(IEEE): 0-7695-2056-1/04*, pp. 1-10, Jan. 2004.
- [31] List of wireless sensor nodes from (http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_wireless_sensor_nodes), Aug. 2012.
- [32] <http://oregonstate.edu/ua/ncs/archives/2012/nov/medical-vital-sign-monitoring-reduced-size-postage-stamp>
- [33] J. Ellul, "The BSN hardware and software platform: enabling easy development of body sensor network applications," from the hamlyn centre (http://www.iaria.org/conferences2011/filesSENSORDEVICES11/BSN_Tutorial.pdf)
- [34] S.H. Yun, D. H. Kim, J. T. Park, "Design and Implementation of U-Healthcare Monitoring System Based on SOA", *J. KICS '09-10* vol. 34 no. 10, 2009. 10
- [35] T. W. Ohm, B. J. Choi, J. M. Park, "Technological Trend and Task for Open Service Platform", *Korea Institute of information Technology Magazine*, vol. 10, no. 3 2012 .9, page(s): 55-64
- [36] P.S. Jeong, Y. H. Oh, "Ubiquitous Health care Monitoring System based on Web 2.0," *J. KICS*, 12-04, vol. 37C, no. 04, 2012. 4
- [37] Piers Fawkes, "Future of Health," PSFK, Oct. 2011.
- [38] D. J. Kim, "WPAN/WBAN Standardization Strategy Map Ver. 2013," TTA Material, 2012. 6. 27
- [39] TTA, "Report for Communication Infrastructure," *ICT Standardization Strategy Map*, Version 2012
- [40] TTA, "Report for U-Health," "ICT Standardization Strategy Map 2009, Version 2009
- [41] S. H. Kim, "Trend of Medical IT based Convergence Technology," ETRI, 2012.11.27 *ETRI Electronics and Telecommunications Trend Analysis* vol. 26, no. 6, Dec. 2011
- [42] Y. H. Kim, I. K. Lim, J. W. Lee, and J. K. Lee, "Sensor based real-time remote patient monitoring system: a study on mobile DB construction of minimum network traffic in use of HTML5 WebSQL," *2012 International Workshop on Information and Electronics Engineering* vol. 29, pp. 2382-2387 2012.
- [43] G. D. Clifford and D. Clifton, "Wireless technology in disease management and medicine," *Annual Review of Medicine*, vol. 63, no. 1, pp. 479-492, Feb. 2012.
- [44] J. Edwards, "Wireless sensors relay medical insight to patients and caregivers [Special Reports]," *IEEE Signal Proc. Mag.*, vol. 29, no. 3, pp. 8-12, May 2012.
- [45] M. Glickman, Y. Androulidakis, A. Xefteris, S. Anastasiou, A. Baboshin, A. Cuno, and S. Koutsouris, "A technology platform for a novel homecare delivery service to patients

with dementia,” *J. Med. Imag. Health Inform.*, vol. 2, no. 1, pp. 49-55, Mar. 2012.

[46] JT. Cacioppo, “Introduction: emotion and health. In: handbook of affective stress,” 1st edn. Oxford University Press, 2003

[47] C. Dara, L. Monetta, and MD. Pell, “Vocal emotion processing in Parkinson’ disease: reduced sensitivity to negative emotions,” *Brain Res* 1188:100 - 11, 2008

[48] T. Taleb, D. Bottazzi, N. Nasser, “A novel middleware solution to improve ubiquitous healthcare systems aided by affective information,” *IEEE Trans. Inf. Technol. Biomed.* vol. 14, no. 2, pp. 335-349, Mar. 2010.

[49] M. El-Nasr, and A. Vasilakos, “Digital Being sing the environment as an expressive medium for dance,” *J. of Inf. Sci.& Tech.*, vol. 178, no. 3, pp. 663-678, Feb. 2008.

[50] http://www.healthcare.philips.com/main/homehealth/home_monitoring/index.wpd, Sep. 2102.

[51] http://www.gehealthcare.com/euen/patient_monitoring/products/imm-monitoring/telemetry/unity-apex-pro-telemetry-system_index.html, Sep. 2012.

[52] <http://www.ibm.com/Search/?q=Mobile+Wireless+Health+Solution&v=17&en=utf&lang=ko&cc=kr>, Sep. 2012.

[53] <https://www.hommed.com/Products/Products.asp>, Sep. 2012.

[54] http://www.commwelmedical.com/index.php?option=com_content&view=article&id=14&Itemid=15, Sep. 2012.

[55] <http://www.aerotel.com/en/products-and-solutions.html>, Sep. 2012.

[56] http://www.draeger.com/GC/en/products/medical_monitoring, Sep. 2012.

[57] <http://investors.sjm.com/phoenix.zhtml?c=73836&p=irol-newsArticle&ID=1668196>, Sep. 2012.

[58] <http://www.corporateinformation.com/Company-Snapshot.aspx?cusip=C756000B0>, Sep. 2012.

[59] <http://vivonoetics.com/products/sensors/lifeshirt/>, Sep. 2012.

[60] <http://www.risr.me/>, Sep. 2012.

[61] <http://www.transparencymarketresearch.com/mobile-health-market.html>], Sep. 2012.

[62] Y.P. Zhang, L. Bin, C. Qi, “Characterization of on-humanbody UWB radio propagation channel,” *Microw Opt Technol. Lett.* vol. 49 no. 6 pp.1365 - 1371 Mar, 2007.

[63] A. Kurs, A. Karalis, R. Moffatt, JD. Joannopoulos, P. Fisher, and M. Soljagic., “Wireless power transfer via strongly coupled magnetic resonances,” *Science* 317(5834), pp. 83-86, Mon. 2007.

박종만 (Jong-man Park)



1978년 인하대학교 산업공학
학사
1983년 연세대학교 경영학 석
사
1987년 Lehigh Univ. IE 석사
1997년 인하대학교 산업공학
박사

1999~현재 유한대학교 산업경영학과 겸임교수
2008~현재 한국과학기술정보연구원 전문연구위원
<관심분야> RFID/USN, 유비쿼터스 컴퓨팅, WBN