

Mobile Healthcare

이태수, 홍주현 (충북대학교 의과대학 의공학교실, 의용생체공학과)

1. 서론

2001년 통계청의 자료에 따르면 우리나라도 65세 이상의 노인인구가 335만 명으로서 전체인구의 7%를 넘은 고령화 사회로 진입하였으며, 2019년에는 14%를 초과하는 본격적인 고령사회가 도래할 것임을 예측하고 있다. 이에 따른 국내 전체진료비 대비 노인진료비가 2003년에 이미 21%를 초과하였으며, 선진국에서도 대두되고 있는 고령사회의 문제점들이 국내에서도 점차 현실화되고 있는 것이다. 따라서 노인들의 일상생활이 사회에 긍정적으로 기여할 수 있는 의료환경의 조성이 절실히 요구되고 있는 것이다. 뿐만 아니라, 산업사회의 부작용이라 할 수 있는 장애인의 증가로 이들에 대한 처우개선에 대한 요구 또한 급증하고 있다. 무선통신 기술의 발달은 이에 대한 해결책을 제시하고 있으며, 재택환자 뿐만 아니라 일상생활 중인 노인들 및 장애인들이 편리하게 이용할 수 있는 이동형 헬스케어 시스템이 바로 그것이다. 즉, 환자 및 의사가 공간적으로 구속을 받지 않고 자유롭게 이동하면서, 의료정보시스템에 기반한 생체신호

계측 및 자동진단-응급정보가 가능한 휴대형 무선 생체 계측 시스템이 등장하고 있는 것이다. 미국의 경우, 의료용 무선통신을 위해 FCC가 WMTS(wireless medical telemetry service)용으로 14MHz의 대역폭을 전용으로 할당하고 있으며, VitalCom사에서는 이를 이용해서 PatientNet을 구축하여 무선원격진료를 가능하게 함으로써, 환자 및 의사의 공간적 구속을 제거할 수 있게 하고 있다[1]. 이에 국내에서도 선진국 수준에 이미 도달하고 있는 인터넷 응용기술을 바탕으로 용이하게 이동형 헬스케어시스템을 구축할 수 있을 것으로 전망되며, 이러한 기술 개발을 등한시 할 경우, 국내 이동형 헬스케어 시장의 잠식은 시간문제일 것이며, 이에 대해 철저한 대비책이 요구되고 있는 시점이다. 이를 위해 기본적으로 생체센서의 무선화기술이 개발되어야 하며, 생체신호를 분석해서 자동으로 진단하는 알고리즘이 개발되어야 하고 응급시에 정보를 올려서, 환자가 대처할 수 있게 하며, 또한 무선으로 원격의사 및 원격전문가 시스템에 이 상황을 알려주어 전문가 자문을 받을 수 있도록 하는 기술이 개발되어

야 할 것이다.

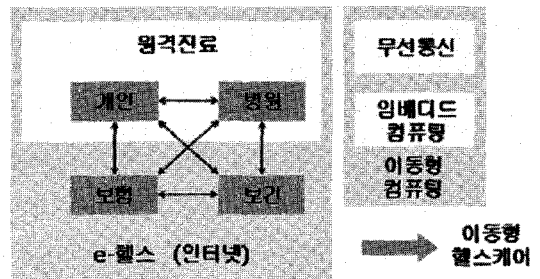
II. 본론

본고에서는 이동형 헬스케어에 대한 정의를 내리고, 대표적인 장치인 PDA의 헬스케어 응용에 대해 의료정보 및 의료기기의 관점에서 사례 위주로 현황을 소개한다. 또한 통신에 요구되는 표준 및 주파수대역 문제에 대해 요약하고, 유럽연합에서 현재 추진하고 있는 모비헬스에 대해 소개한다. 이는 신체 영역통신망을 사용하는 것이다. 마지막으로, 현재 본 연구자가 수행하고 있는 휴대형 진단치료기기개발센터의 연구 내용 중에서 주로 의료단말기 기반의 원격생체계측 기술개발에 대해 간단히 소개하고자 한다.

1. 이동형 헬스케어의 정의

미래의 이동형 헬스케어 사업을 주도하는 모임(initiative)인 모카(MoHCA)에서는 이동형 헬스케어가 이동형 케어(mobile care)는 아니라고 정의하고 있으며, 따라서 이동형 CT VAN이나 이동형 수술실은 포함되지 않는 것으로 분야를 제한하고 있다[2]. 무선통신 인프라 환경에서 이동형 무선통신 및 컴퓨팅 장치를 사용하는 헬스케어를 말하며, 스마트폰, PDA, 태블릿PC 및 랩탑 등이 이 분야에 사용되는 장치에 해당한다. 정의 자체가 아직 명확하지 않으며, 점차 구체화해 나갈 것으로 예측된다. IOM(Institute of Medicine)에서는 원격진료(telemedicine)란 “의사와 환자가 떨어져 있을 때, 전자정보통신기술을 사용해서 헬스케어를 제공하는 것”이라 정의

하고 있다[3]. 그러나 일반적 의미의 헬스케어보다는 임상적 진료에 해당하는 것으로 이해되고 있으며, 헬스케어의 경우, 텔레헬스(tele-health)라는 좀 더 넓은 의미의 용어가 사용되어야 하는 것이다. 여기에 인터넷이 등장함으로써, 보험사와 공중보건분야가 포함되어 더 넓은 의미의 이헬스(e-health) 개념이 나오게 된 것이다. 여기에 무선통신과 임베디드컴퓨팅 기술 즉, 이동형컴퓨팅 기술이 사용되어 환자의 이동성을 보장해 주는 것을 이동형 헬스케어라 할 수 있을 것이다(그림1). 따라서, 이동형 헬스케어란 환자 및 의사가 공간적으로 구속을 받지 않고 자유롭게 이동하면서, 의료정보시스템에 기반한 생체신호 계측 및 자동진단-응급정보가 가능한 휴대형 무선 생체 계측 시스템으로 정의할 수 있을 것이다.



〈그림 1〉 이동형 헬스케어의 개념도

2. PDA의 이동형 헬스케어 응용 사례

이동형 헬스케어에서 대표적인 정보단말기라 할 수 있는 PDA의 응용 사례는 의료정보 및 의료기기 관점에서 구분할 수 있다. 의료정보분야의 응용에서는 의료전문가가 주로 사용하는 의료용 단말기 형태이며, 대표적인 포켓용 약사전에는 이포크라테스(ePocrates)

가 있고, 의학용 계산기에는 메드칼크(MedC 및)가 있다. 진료일정 POC처방 및 차지캡처 기능을 가진 이피지션(ePhysician)이 있으며, 소견 차트기록 및 약처방전달까지도 가능한 포켓차트(PocketChart)가 있다[4]. 의료기기 분야의 응용에서는 환자가 주로 사용하는 텔레헬스기기 형태로서, 환자의 일상생활중의 헬스상태 감시용으로는 라이프셔츠(LifeShirt)가 있고, 중환자 감시용으로 폐이션트넷(Patientnet)이 있다. PatientNet은 WMTS밴드를 사용하는 것으로, 환자의 병상 곁에 있는 트랜시버에서 무선으로 송신되는 생체신호가 의사가 휴대하고 있는 Mobile viewer에 표시되며, 전체적으로 Mission control center에서 중앙관리하고 있는 시스템이다. DIA(Diabetes Internet Appliance)는 캐나다의 워털루대학에서 개발된 것으로, 당뇨병환자의 혈당측정장치에 PDA를 연결하여, 무선인터넷을 통해 원격의 데이터베이스 서버에 연결하고, 웹형식으로 입출력할 수 있도록 한 것이다[5]. 이는 만성 질환을 앓고 있는 환자들에 대한 PDA 응용예를 보여주고 있는 것이다. 뿐만 아니라 이들 기술은 응급, 야전, 소방 및 극한환경 등에 응용 범위를 확대해 나가고 있으며, 휴대형, 포켓형, 착용형의 다양한 이동형 장치들이 개발되어 있고, 또 앞으로 일상생활중의 건강모니터링을 위해 일상용품들에 내장된 다양한 기기들이 개발되어 나올 것으로 예상된다.

3. 표준

현재 IEEE에서 진행중인 이동형 헬스케어와 관련된 표준으로는 의료정보측면에서의

IEEE1073 표준이 있고, 의료기기측면에서의 IEEE1451 표준이 있다. IEEE1073은 소형의 료기기들 사이의 의료정보교환을 위한 의료 정보 버스(MIB)의 표준을 제공하며, IEEE1451은 센서 데이터의 획득, 제어 및 네트워크 연결까지를 포함하는 스마트 트랜스듀서 인터페이스 표준을 제공한다. 무선 생체신호 전달의 표준에서는 주파수 대역도 중요한데, 의료원격계측 전용의 주파수 대역인 WMTS가 있고, 산업계표준인 ISM밴드가 있다. 각각 장단점이 있으므로 목적에 따라 잘 선택해야 할 것이다. 2001년 의료기기진흥협회(AAMI) 학술대회 자료에 따르면, WMTS가 EMI, EMC 관점에서 의료 목적에 부합하는 것이며, Wi-Fi는 POC (Point-of-Care) 장치에서만 사용될 수 있는 것으로 밝히고 있다.[6](표1) 현재 병원에서는 UHF대역이 주로 사용되고 있지만, 조만간 국내에서도 별도의 대역폭을 할당하여야 할 것이다.

〈표 1〉 의료용 주파수대역의 비교표

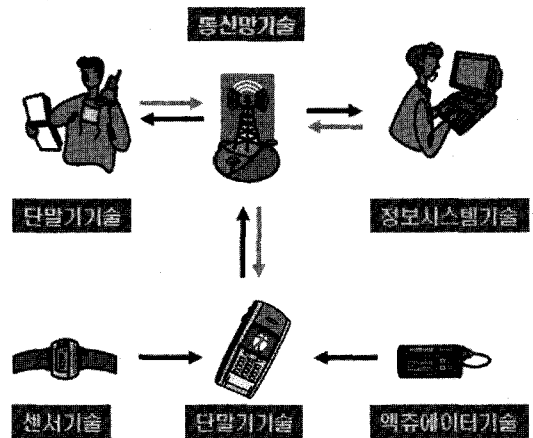
Frequency bands	traditional telemetry	Ambulator y monitor	Wireless bedside	Clinical tools
VHF	△	△	△	X
UHF	△	△	△	X
WMTS	O	O	O	△
Wi-Fi	X	X	X	O

(O: ideal, △: marginal, X: unacceptable)

4. EU IST 프로젝트

유럽연합(EU)에서는 다양한 형태의 이헬스, 이동형헬스 프로젝트들을 진행시켜 왔고, 그 중에서 모비헬스는 이동형헬스케어의 방향을 제시해 주고 있다. 모비헬스는 환자에게 보다 이동성을 보장하는 건강감시를 제공하는 시스템을 개발하는 것으로서, 5나라

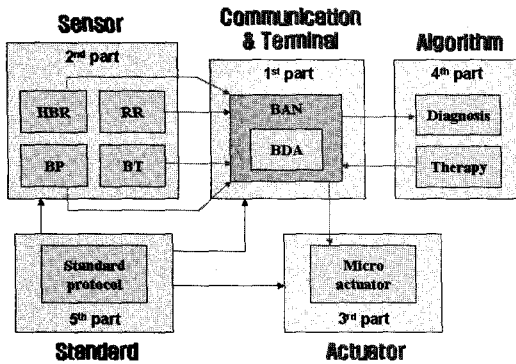
의 14개 파트너가 공동으로 수행한 사업이다⁷⁾. BAN(Body Area Network)에서 측정되는 활력징후, 오디오 및 비디오 신호를 휴대폰을 통해 센터로 전송하고, 병원의 의사가 건강상태를 분석하는 것이다(그림2). 생체신호는 프론트엔드에서 블루투스를 통해 PDA로 전달되고, GPRS나 UMTS를 통해 센터의 호스트로 전달된다. 임베디드 유닉스 형태인 BAN OS가 PDA에 포팅되어 있으며, Java를 통해 인터페이스 된다. 이동성이 완전히 보장된 헬스모니터링이 가능하며, 환자는 병원에 갈 필요 없이 정상적인 일상생활을 할 수 있다. 환자, 병원, 보험사 등에서의 여러 가지 장점이 있으며, 액추에이터를 통해 응급 조치도 가능한 시스템이다. 센서와 프론트엔드와의 연결이 유선이어서 무선BAN임에도 불구하고, 아직도 선들이 남아 있으며, 개발된 시스템은 2002년 뒤셀도르프에서 개최된 메디카 2002에서 전시된 바 있다. 2004년 2월까지 4나라에서 9가지 임상 응용 실험을 3단계에 걸쳐 수행하였으며, 임상적 유용성 및 시장 가능성에 대한 기초보고서가 공식홈페이지에 공개되어 있어, 이동형 헬스케어 설계를 하는데 모범적인 모델을 제시하고 있다. 실험에 사용된 기기들의 완성도 및 휴대의 간편성들이 아직 환자가 기대하는 수준에 미치지 못하고, 실험대상의 수도 단계별로 수십명 내외여서, 시스템의 유용성에 대한 결론을 내리기에는 통계적 측면에서 자료가 미흡한 면이 있으나, 이런 점들이 보완된다면, 환자의 일상생활에 있어, 삶의 질을 획기적으로 개선시킬 수 있는 서비스를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.



〈그림 2〉 모비헬스의 개념도

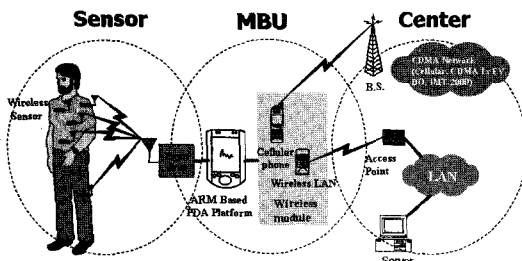
5. PDA 기반의 원격생체계측

본 연구자는 보건의료기술진흥사업의 일환으로 진행중인 “휴대형 진단치료기기개발센터(UBDC)” 사업의 “신체영역통신망 기반의 료단말기 개발” 과제를 수행하고 있다⁸⁾. 센터의 목적은 기존 의료기기의 크기 및 중량을 최소화하고 유비쿼터스 개념을 적용시켜 사용자(환자, 의사, 간호사)가 항상 휴대함으로써 언제-어디서나 진단-치료가 가능한 시스템을 개발하는 것으로서 그림3과 같은 과제 구성도를 기본 개념으로 한다. 따라서 2세부에서 개발된 소형의 의료용 센서에서 출력된 생체신호를 1세부에서 개발한 신체영역의 무선통신망을 통해 의료단말기에 입력하고, 4세부에서 개발된 진단알고리즘에 따라 환자의 현상태를 파악한 후, 3세부에서 개발된 소형 액추에이터를 동작시켜 치료할 수 있도록 하며, 이에 따르는 환자의 생체데이터의 획득 및 전송은 5세부에서 개발된 표준 프로토콜에 따라 이루어지도록 함으로써 각 모듈들이 유기적인 체제를 유지하게 하는 것이다.



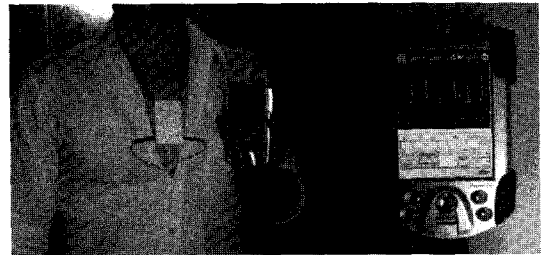
〈그림 3〉 UBDC의 과제 구성도

본 연구자의 과제는 의료단말기를 중심으로 무선센서측과 원격의료센터측을 무선통신망으로 연결해서 일상생활중인 개인의 건강관리를 가능하게 하는 시스템을 개발하고자 하는 것이다. 그림4에서 나타낸 바와 같이 이동형 헬스케어는 환자의 신체영역, 휴대폰망 영역, 및 원격진료센터 영역들이 유기적으로 연결되어 건강정보를 전송하며 이루어지게 된다. 신체영역통신망에서는 환자의 활력징후 및 활동신호를 측정하는 소형센서에서 출력된 아날로그신호를 마이크로컨트롤러에서 디지털신호로 변환하고 이를 RF통신 제어기에서 무선신호 형태로 단말기로 전송하면, 휴대폰망 및 무선인터넷망을 통해 원격진료서버로 데이터를 전달하는 시스템으로 구성된다.



〈그림 4〉 이동형 헬스케어의 구성도

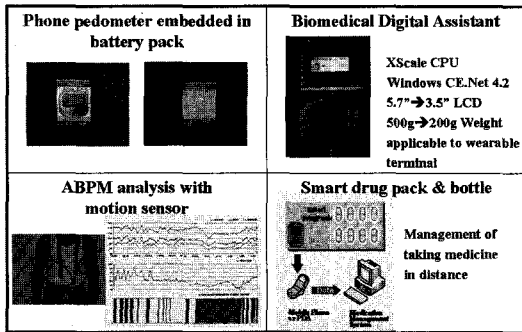
현재 PDA를 단말기로 이용해서 1채널의 심전도와 3축가속도를 측정할 수 있는 소형 무선송신기를 그림5와 같이 제작하였으며, PDA에서는 무선 생체데이터를 수신 받아, 이를 표시, 처리, 분석, 및 저장하며, 또한 무선 LAN 및 CDMA휴대폰망을 통해 원격의 서버로 데이터를 전달하고 있다. 무선통신은 지그비 WPAN을 사용하며, 생체신호 원데이터 전체 전송모드 및 심박수-보행수 전송모드 두 가지로 구현하여, 지그비통신의 장점인 저전력모드 동작이 가능하도록 하였다.



〈그림 5〉 지그비 기반의 1-ch 심전도 및 3축 가속도 측정장치

이 외에도 이동형 헬스케어와 관련하여 본 실험실에서 진행중인 연구로는 그림6과 같이 휴대폰의 배터리팩에 내장되어 동작되는 3축 가속도센서를 이용한 만보계가 있으며, 사용자 인터페이스는 휴대폰의 LCD화면 및 키패널을 사용하고 있다. 또한 의료전용의 단말기를 구현하고 있으며, 이는 XScale CPU를 사용하고, 윈도우즈 CE4.2를 이식하여 동작되는 것으로, 5.7인치 화면을 가지고 있으며, 500그램의 무게를 가지고 있어, 현 상태로는 크고 무겁지만, 착용형 생체계측장치의 단말기로는 사용 가능한 것으로 판단된다. 유비쿼터스 센서와 의료용센서와의 융합 관련 연구로는 일중혈압변동과 운동량과의 비

교-분석을 통한 고혈압 환자의 진단 정확성의 향상을 기하고 있으며, 환자의 약처방 준수 여부를 실시간으로 파악하는 스마트 알약 팩 무선센서를 개발하고 있다.

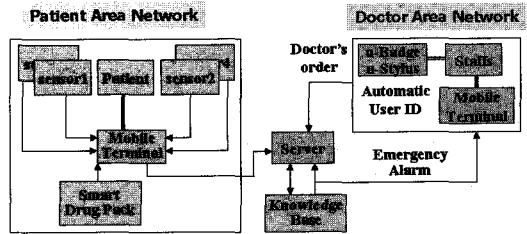


〈그림 6〉 본 연구실에서 진행중인 연구들

III. 결론

본 연구자가 목표로 하고 있는 이동형 헬스케어의 시스템 구성도는 그림7과 같다. 즉, 환자와 의료진이 휴대하고 있는 의료용 단말기를 통해 환자의 생체신호가 획득-처리되고, 이 데이터는 원격서버로 전달되어 분석되며, 응급시에 의사의 지시에 따라 응급조치가 이루어지는 시스템이다. 원격서버에서의 보안을 위해 의료진의 로그인 및 정보입력에는 RFID센서를 이용한 배지 및 스타일러스가 이용되며, 환자의 약처방 준수를 위해 스마트약팩이 사용되어, 위배되는 경우 환자의 단말기를 통해 알림 및 경고 메시지가 전송된다.

의료환경에서는 환자, 의사가 모두 이동하고 있는 것이며, 의료기기는 이에 맞게 개발되어야 할 것이다. 생체계측 시스템은 휴대형에서 착용형으로 그리고 이식형으로 발전



〈그림 7〉 목표 시스템의 구성도

하고 있으며, 환자에게 공간이나 시간적인 구속을 주지 않는 방향으로 진화되어 가고 있다. 의료기기에서 발생된 데이터가 정보로, 지식으로, 그리고 지혜로 되는 모든 환경에서 이동성이 보장되어야 하는 것이 이동형 헬스케어의 최종 목적인 것이며, 이 분야에 대한 본 연구자의 비전이다.

감사의 글

본 연구는 보건복지부 보건의료기술진흥사업의 지원에 의해 이루어진 것임. (과제고유번호: 0405-ER01-0304-0001)

 참고 문헌

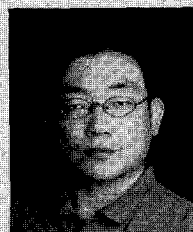
1. Samuel K. Moore, "Unhooking Medicine", Spectrum, IEEE, January 2001, Page(s):107-110
2. Mobile Healthcare Alliance(MoHCA), <http://www.mohca.org>
3. Institute of Medicine(U.S.), Committee on Evaluating Clinical Applications of Telemedicine, "Telemedicine: a guide to assessing telecommunications in healthcare", Marilyn J. Field, editor, National Academy Press, Washington DC, 1996.
4. Sandra Fischer, Thomas E. Stewart, Sangeeta Metha, Randy Waw, Stephen E. Lapinsky, "Handheld Computing in Medicine", Journal of American Medical Informatics Association, Volume:10, Number:2, May 2003, Page(s):139-149
5. Bamdad Afra, Faisal Karmali, Gordon Li, Wallace Leung, "Diabetes Internet Appliance", CSIDC 2000 project report of University of Waterloo, 2000.
6. Michael K, Dempsey, "An Overview of Various Wireless Data Links for Medical Applications", AAMI 2001 Wireless Technology Overview, 2001
7. MobiHealth - Shaping the Future of Healthcare, <http://www.mobihealth.org>
8. Ubiquitous Biomedical Systems Development Center, <http://ubdc.re.kr>

 저자소개



이 태 수

1981년 2월 : 서울대학교 전자공학과 (공학사)
 1983년 2월 : 서울대학교 전자공학과 (공학석사)
 1990년 8월 : 서울대학교 제어계측공학과 (공학박사)
 1991년 4월 - 현재 : 충북대학교 의학과 교수, 휴대형 진단치료기기개발센터 대표, 충북대학교병원 의학공학과장
 주관심 분야 유비쿼터스 웹스캐어 시스템, 컴퓨터 의학 응용



홍 주 현

2001년 2월 : 단국대학교 전자공학과 (공학사)
 2003년 2월 : 충북대학교 의용생체공학과 (공학석사)
 2005년 3월 : 충북대학교 의용생체공학과 (박사수료)
 2004년 5월 - 현재 : 휴대형 진단치료기기개발센터
 주관심 분야 임베디드 시스템, 신체영역 통신망