

# u-Health 서비스 지원을 위한 웨어러블 시스템

Wearable Systems for u-Health Service

손미숙 (M.S. Sohn)

차세대PC플랫폼연구팀 연구원

## 목 차

- .....
- I . 서론
  - II . u-Health 개요
  - III . u-Health 서비스
  - IV . 생체신호 모니터링 웨어러블 시스템
  - V . 결론

본 고에서는 최근 IT 분야에서 많은 관심을 갖고 있는 유비쿼터스 헬스케어 서비스의 개념에 대해 간략히 소개하고 서비스를 구성하는 요소에 대해 살펴본다. u-Health 서비스의 다양한 영역 중 네트워크 기반의 건강 관리 서비스를 위한 웨어러블 혹은 휴대용 헬스 모니터링 시스템의 기술 현황과 문제점, u-Health 서비스 지원을 위한 웨어러블 시스템의 역할에 대해 알아본다. 마지막으로 u-Health 서비스 도입과 관련하여 고려해야 할 점들에 대해 기술한다.

## I. 서론

한국은 현재 세계에서 가장 빠른 노인인구 증가율을 보이고 있다. 2019년에는 65세 이상의 노인 인구가 전체 인구 중 14% 이상을 차지할 것으로 전망되고 있으며 2001년 전체 질병 중에 만성질환의 비율이 80%를 넘는 것으로 집계되고 있다. 즉 20%의 만성질환자가 전체 의료비용의 80%를 차지하게 되는 파레토의 법칙(Pareto's Law)이 헬스케어 영역에서도 적용되고 있다고 보여진다. 이러한 사회적인 현상에 비추어 최근 정부차원에서는 다양한 의료 정책을 수립하고 있으며 또한 IT 분야에서도 이러한 사회적인 트렌드 변화를 반영하여 헬스케어 영역에서 새로운 비즈니스 기회를 찾기 위해 유비쿼터스 헬스케어라는 영역에 대한 연구를 시도중이다.

## II. u-Health 개요

u-Health는 ubiquitous라는 단어를 차용하기 좋아하는 국내 트렌드를 반영한 용어로 유럽, 미국에서는 u-Health라는 용어보다 e-Health, mobile health, ICT in healthcare, telemedicine, telecare, telehealth, remote healthcare, pervasive healthcare, home health care 등의 다양한 용어를 사용하고 있으며 각각의 용어는 약간의 의미 차이는 있으나 전반적으로 종래의 헬스케어 영역에 IT 기술을 접목하여 새로운 가치를 창출하는 데 주된 목적이 있다고 할 수 있다.

u-Health의 영역은 크게 (1) 의료기관 내에서, (2) 의료기관과 의료기관 사이에서, (3) 의료기관과

### ● 용어해설 ●

**Pareto Principle:** 이탈리아 경제학자 Pareto의 이름을 따서 만들어진 80-20 법칙, 전체 결과의 80%가 전체 원인의 20%에서 일어나는 현상

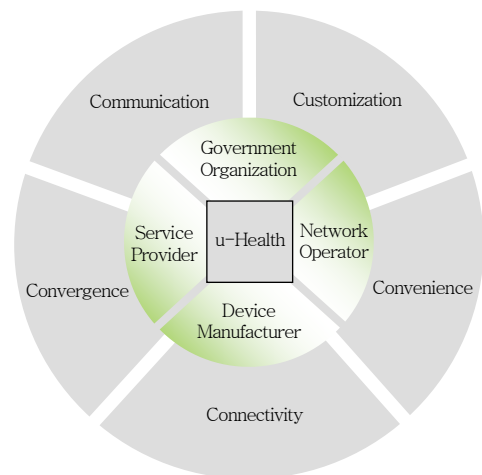
**u-Health:** 종래의 헬스케어 영역에 다양한 유비쿼터스 기술을 적용하여 새로운 가치를 창출하는 일련의 모든 행위

개인 사이에서 헬스케어 관련 정보 및 서비스를 제공하는 영역으로 나누어지는데[1] 다양한 유비쿼터스 기술을 헬스케어 영역에 적용하여 새로운 비즈니스 모델을 제공하는 것이 u-Health 서비스의 기본 틀이라고 할 수 있다.

의료기관 내에서의 u-Health 영역은 주로 OCS, HIS, EMR, PACS 등의 의료 정보화 사업 위주로 진행되고 있으며 최근에는 스마트 카드, RFID를 이용한 환자, 약품, 자산 관리 등의 영역으로 확대되고 있다. 의료기관과 의료기관과의 사이에서는 주로 병원과 병원, 병원과 약국, 병원과 보건소 등 종래의 의료기관 사이의 의료 정보교환, 전송에 중점을 두고 있다.

마지막으로 개인과 의료기관 사이의 원격의료 형태의 u-Health 서비스는 IT 분야에서 많은 관심을 가지고 있지만 기술적, 정책적, 수익성 측면에서 아직 해결해야 할 문제점이 많은 영역으로 꼽히고 있다. 넓은 의미에서 개인과 의료기관과의 u-Health 서비스는 5C(Communication, Customization, Convenience, Connectivity, Convergence) 기능을 추구하는 4파트의 이해당사자들(정부부처, 통신사업자, 기기 제조사, 서비스 제공자)간의 긴밀한 협의가 필요한 영역이라고 할 수 있다(그림 1) 참조[2].

개인과 의료기관 사이의 u-Health 영역은 측정



(그림 1) u-Health 서비스의 구성

장비에 대한 기술적인 보완과 네트워크의 신뢰성이 확보된다면 향후 성장 가능성이 큰 영역이다. 왜냐하면 노인과 만성질환자 혹은 규칙적인 건강관리가 필요한 대상자의 경우 병원과 같은 의료시설보다는 집과 같은 개인의 사생활과 자율성이 보장되는 환경에서의 의료서비스를 더 선호하는 경향을 보이기 때문이다.

실례로 EU 4개국 네덜란드, 독일, 스페인, 스웨덴의 14개 파트너가 참여한 MobiHealth 프로젝트(개발기간 1998~2002, 서비스 평가기간 2002~2003, 22개월)는 새로운 부가가치를 찾기 위한 통신 사업자의 주도로 이루어진 원격 건강 모니터링 프로젝트[3]로 네덜란드에서는 고위험 임신부와 외상환자 관리, 독일은 심부정맥 환자 관리, 스웨덴에서는 활동량 측정, 퇴원 후 환자 관리, 스페인에서는 폐질환자 등을 대상으로 했다. 위 서비스의 시범 평가 결과 2/3에 해당하는 환자들은 이러한 서비스에 대해 긍정적인 평가를 내린 반면 의료 스태프들은 장비의 비신뢰성, 새로운 시스템을 이용하는 데 불편함, 의사 결정에 도움이 되지 않았음, 스태프의 통제력과 권한부여에 도움이 되지 않았음 등을 들어 대부분 부정적인 입장을 나타내었다. 그러나 환자 대부분은 향후 측정 장비의 기능이 좀 더 보완된다면 이러한 원격 건강관리 시스템과 서비스가 삶의 질을 높여주리라는 긍정적인 반응을 나타내었다.

### Ⅲ. u-Health 서비스

본 장에서는 u-Health의 다양한 서비스 영역 중에서 홈 네트워크, 센서 네트워크, 모바일, 웨어러블 시스템 영역 등에서 최근 많은 관심을 가지고 있는 유비쿼터스 환경에서 개인의 건강관련 정보를 인지하여 유용한 서비스를 제공하는 영역에 국한시켜 기술하도록 한다.

이러한 서비스의 기본적인 목적은 IT 기술을 활용하여 효율적인 질병 관리(disease management)와 건강유지(wellness maintenance)를 도와 개인의 QoC와 QoL를 높이는 데 있다. 개략적인 u-

Health 서비스 기본 시나리오는 모니터링 기기를 이용해 건강에 관련된 개인의 정보를 획득하고 이를 네트워크를 통해 전송하면 서비스 제공업자가 유용한 정보나 서비스를 제공하는 흐름도를 가진다.

이 중에서 개인의 건강관련 정보를 유비쿼터스 환경에서 정확히 측정하는 것은 u-Health의 가장 기본적인 필요조건이면서 가장 critical한 영역이기도 하다. 의료관련 데이터에 대한 사용자의 민감도(sensitivity)는 아주 크지만, 데이터 획득은 사용자의 상태와 주변 환경에 의해 변화가 심하기 때문에 획득된 데이터에 대한 정확성, 신뢰도 여부가 시스템의 사용 여부를 결정짓게 될 것이다.

측정은 주로 (1) wearable sensor와 (2) environmental sensor(혹은 ambient sensor)를 이용한다[4]-[6]. 즉 센서가 내장된 웨어러블 시스템이나 모바일 기기를 이용하여 측정하거나 사용자가 생활하고 있는 환경 내에 센서를 내장하여 사용자의 의도적인 측정 노력 없이 자연스럽게 데이터를 획득하는 두 가지 방법이 있다. 웨어러블 시스템 형태는 반지, 손목시계, 가슴 띠, 혹은 옷에 생체 신호 모니터링을 위한 센서를 내장하며, 환경센서는 사용자가 규칙적으로 사용하는 침대, 변기, 의자, 욕조 등에 설치되어 사용자의 생체신호와 활동량 등을 모니터링하게 된다. 각각의 방법은 서로 기술적인 장단점을 가지고 있기 때문에 사용자 컨텍스트에 따라 적절히 상호 보완되어야 할 것이다[4]. 가령 웨어러블 시스템의 경우 다소 정확한 데이터를 얻을 수 있는 반면 착용에 따른 불편함을 사용자가 감수해야 하며, 센서를 사용자 주변환경으로 분산시킬 경우 자연스러운 상태의 데이터를 얻을 수 있지만 사용자가 의식적인 주의를 기울이지 않는 한 데이터가 다소 부정확할 수 있다. 또한 거주자가 여러 명일 경우 ECG 패턴, 행동 패턴 등으로 자동으로 거주자를 식별하는 기술들이 논의되고 있으나 다수의 거주자가 존재할 경우 사용자 파악(user identification)을 위한 별도의 기술이 요구된다.

센서가 내장된 장치가 외부망과 직접 연결이 가능한 경우 해당 신호가 서비스 제공자에게 바로 전

달 가능하다. 반면 근거리 통신 기능만을 갖춘 장치라면 게이트웨이를 통해 해당 정보가 외부망으로 전송이 된다. 가령 환경센서를 이용한 모니터링의 경우 해당 신호는 Zigbee, Bluetooth와 같은 근거리 통신을 이용해 가정 내 게이트웨이로 전달되어 외부망으로 전송된다. 이 때 게이트웨이는 단순히 데이터를 전송하는 기능 외에 전송해야 할 데이터량이 방대한 경우 불필요한 데이터를 필터링하고 해당 정보를 분석하는 1차 decision 기능을 갖출 수도 있다. 또한 건강관련 데이터는 지극히 사적인 정보이기 때문에 게이트웨이를 통해 외부 공중망으로 전송시 일정 수준의 암호화가 반드시 필요하다.

서비스 제공자는 수신된 정보에 기반하여 개별화된 서비스 콘텐츠를 제공하거나 혹은 응급상황일 경우 직접적인 의료 행위를 제공할 수 있다. 사용자는 제공되는 서비스 내용에 따라 해당 서비스를 사용할 것인지 아닌지를 최종적으로 결정하게 된다. 따라서 단순히 측정된 데이터 수치를 보여주는 데 그치는 것이 아니라 사용자의 지속적이고 적극적인 서비스 사용을 유도하기 위한 다양한 방안이 강구되어야 하며, 개인화된 서비스 제공은 필수적이라고 할 수 있다.

원격 모니터링이 가능한 질병 그룹에는 울혈성 심부전(CHF), 당뇨, 천식, 만성폐쇄성폐질환(COPD), 고혈압, 외상관리, 수술 후 관리, 재활 영역 등이 있다[7]. 서비스 모델의 경우 지역적, 국가적인 차이가 있으며 심장 질환이 많은 유럽의 경우 ECG 모니터링, 당뇨병 환자가 많은 한국의 경우 혈당 모니터링이 주요 서비스 모델로 여겨지고 있는데 해당 질환이나 목적에 맞게 서비스 내용도 달라지게 된다.

현재로서는 특정 질환에 대한 관리, 진단 목적의 의료진의 진단이 개입되어야 서비스 모델의 경우 의료 수가, 의료 사고시 책임 문제, 법 제도의 미비 등으로 의료진의 적극적인 참여를 유도하기 힘든 상황이다. 또한 u-Health 서비스가 보편화된 서비스로 자리잡기 위해서는 기존의 의료정보시스템과의 통합이 요구되나 아직까지 병원 의료정보데이터에 대한 표준화도 완성되지 않은 상태이며 u-Health

데이터 표준화와 통합에 대한 이슈는 계속 논의중이다.

## IV. 생체신호 모니터링 웨어러블 시스템

웨어러블 시스템 연구 분야에서 생체신호를 이용한 응용은 꾸준히 연구되고 있다. MIT의 마이클 홀리 교수는 에베레스트 등산대원에게 각종 센서를 봉제해 넣은 셔츠를 입힌 후, 무선으로 송신 받은 각종 신체 정보를 전문가가 검토하여 대원들에게 알려주는 실험을 진행하고 있다. 웨어러블 시스템은 사용자가 직접 착용함으로써 개인의 생체신호를 지속적으로 측정하기 좋은 조건을 가지는 반면 사용자의 움직임으로 인해 정확한 데이터 추출이 어렵다는 양면성을 동시에 가진다. 열, 움직임, 착용시 압력 변화, 측정 신체 부위 등에 의해 데이터가 달라지기 때문이다.

생체신호 모니터링을 위한 웨어러블 시스템 형태는 <표 1>과 같다[8].

현재 출시되고 있는 헬스케어 영역에서 웨어러블 시스템의 활용 분야와 시장 규모는 다음과 같다. 생체신호 모니터링을 위한 웨어러블 시스템은 주로 심박동 모니터링 기기 위주로 시장이 형성되어 있으며 세부 시장으로는 생체 신호 모니터링 용도, 체중 관리 용도, 운동 평가 용도, 건강, 안전 감시용 등으로 구분되고 있다[8].

<표 1> 생체신호 모니터링 웨어러블 시스템 형태

형태	설명	회사/제품
가슴띠	모니터링은 가슴띠 형태이며, 일반적으로 손목시계 형태의 출력 장치를 가지고 있음	Polar Electro/Polar A, F, S-series Nike/Triax Elite HRM Gamin/Forerunner 301 Reebok/Fit Trainer
팔밴드	주로 상박 부위에 밴드 형태로 착용하여 생체 신호 측정	BodyMedia/Body Monitoring System
의복 형태	주로 셔츠 형태로 옷 안에 센서를 내장	VivoMetrics/LifeShirt Sensatex/SmartShirt

시장 규모는 2007년 265\$(단위: 백만 달러, 기준년도: 2004년)로 예상되며 주요 마켓은 Health/Fitness가 236\$로 가장 크며 Medical, Government/Military, 기타 순이다. 이 중 가장 큰 시장규모를 차지하고 있는 Health/Fitness 분야는 1970년대 수영, 육상 선수들의 트레이닝을 돕기 위해 처음 개발되었으며 그 후 헬스클럽 등으로 점차 확산되었다. 현재 핀란드 폴라사(Polar Electro)가 시장을 주도하고 있으며 Nike, Reebok, Timex, Gamin도 심박동 모니터링을 위한 제품을 출시하고 있다. 최근에는 심박동 모니터링 외에 스피드, 거리 등을 측정할 수 있는 기능이 추가되고 있다[8].

휴대용 생체신호 모니터링 시스템 제품으로는 Xybernaut[9]사의 Novel Mobile Emergency Vital Signs Kit(VSK), Telemedic Systems[10]사의 VitalLink 1200 제품이 있다. 위 제품들은 ECG, 혈압, 산소포화도, 혈압, 체온 등을 측정해서 무선으로 전송해 주는 휴대용 시스템으로 외향 선박, 비행기, 극지방 등을 주요 활용 영역으로 삼고 있다[11]. 원격 생체신호 모니터링의 용도를 일반 가정이나 의료서비스가 미치지 못하는 영역으로 삼고 있음을 보여준다.

웨어러블 또는 휴대용 시스템은 생체신호 측정 외에도 헬스케어 영역에서 다양한 활용도를 가질 수 있는데, 예를 들어, 투약 알림 기능, 전자 처방전 기능, 아기 모니터링, 수면 모니터링, 활동량 모니터링, 원격의료를 위한 게이트웨이 역할, 환자 위치 추적 기능, 무선 청진기 등으로 활용될 수 있다[12].

모바일 헬스케어 장비 시장은 유럽의 경우 향후 5~6년내 병원, 응급 의료, 가정 의료 영역 등에서 대규모 시장을 형성할 것으로 예상된다. 따라서 Siemens와 Philips를 비롯한 하드웨어 제조업체들은 모바일 기기 내에 생체 신호 모니터링 센서를 통합하려는 시도를 하고 있다[13].

## V. 결론

최근 IT 분야에서는 헬스케어 영역의 시장 잠재

성에 대해 인식을 하고 네트워크 기반의 새로운 헬스케어 서비스 제공을 위한 다양한 솔루션 개발에 노력하고 있으나 Health/Fitness 분야 외에는 아직까지는 뚜렷한 수익 모델을 찾지 못하고 있는 실정이다. 이는 질병 치료가 아닌 건강 관리 목적의 헬스케어의 경우 비용 대비 효과가 단시간에 나타나지 않기 때문이다. 가령 생체 신호 모니터링 서비스를 받는다고 해서 건강 증진이 단시간에 이루어지지 않으며 반면 장시간의 모니터링은 개인의 활동에 방해가 된다고 느끼기 쉽고, 사생활 침해의 우려도 존재한다.

그러나 대상자가 단순히 수동적인 입장에서 서비스를 제공받는 종래의 헬스케어 문화가 삶의 질과 건강 증진을 위해 개인이 적극적으로 헬스케어 프로세스에 동참하는 형태로 패러다임이 바뀌게 되면서 [14],[15] 장기적으로 u-Health 시장의 잠재력은 크다고 보여진다.

현재로서는 유비쿼터스 환경에서 개인의 건강 상태를 정확히 파악하기 힘들다는 점이 u-Health 서비스 도입의 가장 큰 걸림돌로 작용하고 있다. 어떠한 애플리케이션에 적용하느냐에 따라 요구되는 센서 데이터의 정확도 수준은 다르겠지만 웨어러블 형태나 가정 내 기기에 센서를 내장하는 경우 모두 잘 세팅된 의료기관에서 측정하는 것에 비해서는 대부분 정확도가 떨어진다.

무엇보다 웨어러블 시스템을 u-Health 서비스 영역에 적용시키고자 할 때 주의해야 할 점은 최종 사용자에 대한 이해이다. 흔히 u-Health 서비스의 주요 수요층이 노인이나 규칙적인 모니터링이 필요한 만성질환자로 생각하고 이들을 위한 서비스 시나리오를 많이 구상하게 된다. 그러나 대부분의 노인 인구는 새로운 기술이나 시스템에 대한 기술 수용도가 낮은 편이다. 따라서 노인들을 새로운 시스템의 early adapter로 끌어들이기 위해서는 단순히 시스템의 기술적인 측면 외에 기기 사용의 용이성, 편리한 사용자 인터페이스에 대한 연구가 필수적이라고 할 수 있다. 즉 성공적인 u-Health 서비스는 진보된 하이테크 기술과 최종 사용자에 대한 이해에서 비롯



되는 하이터치적인 측면이 모두 요구된다고 할 수 있다.

현재는 의료계의 적극적인 서비스 참여를 이끌만한 메리트가 없다는 점, 기존 의료 조직의 저항, 법적인 문제, 해당 정책부서의 신중한 입장, 수익성 있는 비즈니스 모델의 부재 등이 u-Health 서비스의 걸림돌로 작용하고 있다.

u-Health의 성공적인 도입과 실행은 단순한 기술적인 진보 이상을 요구한다. 헬스케어는 일종의 사회, 문화적인 트렌드이기 때문이다. 의료서비스는 반드시 의료기관에서만 이루어진다는 기존의 사회적인 통념을 깨는 소비자의 문화적, 의식적인 변화가 수반되지 않는 이상 u-Health는 한 때의 붐으로 그치게 될 가능성이 높다고 보여진다. 지금은 새로운 기술에 대해 매체를 통해 꾸준히 홍보하고 교육함으로써 소비자의 니즈를 먼저 끌어내려는 노력이 필요한 시점이라고 생각된다.

## 약어 정리

CHF	Congestive Heart Failure
COPD	Chronic Obstructive Pulmonary Disease
ECG	Electrocardiogram
EMR	Electronic Medical Record
HIS	Hospital Information System
ICT	Information and Communication Technology
OCS	Order Communication System
PACS	Picture Archiving and Communication System
QoC	Quality of Care
QoL	Quality of Life
RFID	Radio Frequency Identification

## 참고 문헌

- [1] 이선희 외, “노인환자를 대상으로 모바일폰을 이용한 U-Health 시험 서비스 구축 연구 - 혈당 및 심전도 측정을 중심으로,” 대한의료정보학회지, 제 11권, 2005.
- [2] Misook Sohn and Dongwon Hahn, “The Strategy Development of u-Health Service,” *Portland International Center for Management of Engineering and Technology(PICMET)*, July 2006.
- [3] <http://www.mobihealth.org>
- [4] I. Korhonen, J. Parkka, and M.V. Gils, “Health Monitoring in the Home of the Future,” *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, 2003, pp.66-73.
- [5] *Wearable eHealth Systems for Personalized Health Management*, IOS Press, 2004.
- [6] *Sensors Applications Volume 3. Sensors in Medicine and Health Care*, Wiley-VCH, 2004.
- [7] *European Remote Patient Monitoring Markets*, Frost & Sullivan, 2005.
- [8] *Wearable Systems: Global Market Demand Analysis, 2nd Edition, Volume II: Biophysical Monitoring Solutions*, VDC, 2005.
- [9] <http://www.xybernaut.com>
- [10] <http://www.telemedicsystems.com>
- [11] *Advances in Telemedicine and Patient Care Technology in North America*, Frost & Sullivan, 2005.
- [12] 101 Things to Do with a Mobile Phones, <http://www.wirelesshealthcare.co.uk>
- [13] *Strategic Opportunity Assessment for Wearable Wireless Patient Monitoring Markets in Europe*, Frost & Sullivan, 2005.
- [14] *E-Health, Current Situation and Examples of Implemented and Beneficial E-Health Applications*, IOS Press, 2004.
- [15] *Telemedicine and Telehealth, Principles, Policies, Performance, and Pitfalls*, Springer Publishing Company, 2000.