

# IT기반 신개념 의료융합기술 현황 및 발전방향 - u-헬스케어를 중심으로

박선희  
한국전자통신연구원

## 요 약

본고에서는 새로운 패러다임의 의료서비스로서 u-헬스케어를 소개하고 이를 가능하게 하는 IT기반 융합기술에 알아본다.

## 1. 서 론

본고에서는 정보통신기술 (이하 IT)을 활용하여 기존과는 다른 패러다임의 의료서비스인 유비쿼터스 헬스케어 (이하 u-헬스케어)를 가능하게 하는 의료융합기술을 소개하고자 한다.

u-헬스케어는 정보통신기술이 의료와 접목되어 시간과 공간에 구애받지 않고 언제 어디서나 건강을 관리하고 증진시키며 질병을 예방하고 관리하는 새로운 형태의 의료서비스이다. 집에서, 직장에서, 차안에서, 야외에서 장소에 관계없이 건강에 관련된 정보를 실시간으로 수집하고 건강관리 서비스 센터에 전송하여 건강 이상 발생 여부를 확인하고 적절한 조치를 취하며 지속적인 건강관리 및 질병관리 서비스를 제공받는 신개념 의료서비스이다.

이렇듯 의료서비스는 패러다임 자체가 IT에 의하여 바뀌고 있다. 서비스 공급자인 의료기관 중심에서 수요자 중심으로, 질병이 발병하고 나서 치료하는 종전의 서비스에서 질병의 발생을 방지하고 진행을 막는 예방 의학으로, 서비스의 대상이 환자에서 일반인으로 크게 확대되고 있다.

의료서비스의 첨단화에는 IT 뿐 아니라 생명공학기술 (BT), 좀 더 빠르고 실감적인 정보통신을 위한 나노기술 (NT)등 첨단기술이 융합되어 접목 되고 있다. 이러한 융합기술은 질병이나 건강 상태 등을 감지할 수 있는 생체정보 감지기술, 인간의 신체에서 발생하는 각종 신호 등 데이터를 처리하거나 지식화하는 기술, 그리고 사용자에게 피드백하는 기술 등 여러 단계에 걸쳐서 매우 복합적으로 구현된다.

본고에서는 이러한 단계에서 어떻게 융합기술이 구현되고 있는지 소개하고자 한다. 그리고 이해를 돕기 위하여 ETRI에서 개발되었거나 개발 중인 기술을 구체적인 예로서 소개하고자 한다.

## II. 본 론

### 1. 생체신호 분석 및 모니터링 기술

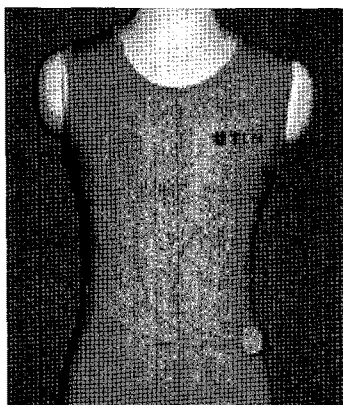
일상생활 중 생체정보를 모니터링하기 위하여 다양한 형태의 기술이 개발되고 있다. 핀란드의 IST(International Security Technology) Oy에서 개발한 Vivago는 손목착용형 활동수준 모니터링 시스템이다 [1]. Vivago는 착용한 사용자의 24시간 활동수준을 모니터링하여 제공한다. 또한, 평균 활동수준과의 비교를 통해 활동수준이 매우 낮은 경우 경보를 줄 수 있다. 미국의 VivoMetrics에서 개발한 LifeShirt는 의복형 생체신호 모니터링 시스템이다 [2].

LifeShirt는 Garment, Recorder, VivoLogic, VivoLog Digital

Diary로 구성되어 있으며, LifeShirt Garment에는 호흡센서, 심전도센서, 가속도센서가 내장되어 있어 호흡 정보, 심박수, 자세와 활동수준을 측정한다. 측정된 생체정보는 LifeShirt Recorder에 저장되고 VivoLogic Software를 통해 PC에서 분석된다. 또한, VivoLog Digital Diary를 통해 사용자에게 발생하는 여러 가지 event를 기록할 수 있도록 되어 있다. 미국의 Stanford University와 NASA에서 개발한 LifeGuard는 극한상황에서 생체정보를 모니터링하기 위한 시스템이다 [3].

LifeGuard는 심전도와 호흡을 측정할 수 있는 센서들과 측정된 생체정보를 처리하는 웨어러블 디바이스인 CPOD, 생체정보를 무선으로 전송받아 분석하는 base station으로 구성된다. LifeGuard는 우주인, 군인, 응급환자, 소방관 등 극한상황에 처할 수 있는 사용자들을 대상으로 하고 있다.

최근, 센서를 내장한 의복을 이용하여 생체정보를 모니터링하려는 시도가 이루어지고 있다. 프랑스 MEDES 등 8개 기관이 컨소시엄을 이루어 연구개발 중인 VTAM(Vé tement de Télé-Assistance Medicale) 프로젝트는 섬유전극을 이용한 심전도, 호흡, 체온 센서를 의복에 내장하여 생체정보를 모니터링하는 기술을 개발하고 있다 [4]. 이태리 Milior 등에서도 piezoresistive sensor를 의복에 내장하여 생체정보를 모니터링하는 기술을 개발하고 있다 [5]. 국내에서도 한국전자통신연구원(ETRI)에서 생체정보를 모니터링할 수 있는 바이오서츠를 개발하고 있다. 바이오서츠는 전도성천을 이용한 전위센서를 내장하고 있는 의복으로 심전도, 운동량, 체온, 호흡 등에 대한 정보를 측정할 수 있다.



(그림 1) ETRI에서 개발한 바이오서츠

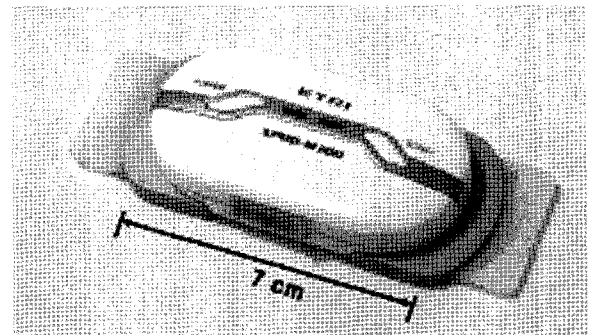
바이오서츠는 측정된 생체정보를 블루투스 근거리 통신을 통하여 PDA나 휴대전화로 전송할 수 있으며, PDA나 휴대 전화를 통해 서비스센터로 데이터를 전송할 수 있다.

생체정보 모니터링을 통한 헬스케어 서비스에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다. 필립스, 에릭슨 등 주요 IT기업이 참여하고 있는 MobiHealth (Mobile Health Care) 프로젝트는 측정된 생체정보를 Body Area Network을 통해 휴대단말에 전송하고 무선통신망을 이용하여 헬스케어 서비스 제공자에게 전송하여 건강을 관리하는 서비스 시스템에 대한 연구를 진행 중에 있다 [6]. 프랑스, 이태리, 스웨덴 등의 다국적 컨소시엄에서 수행하고 있는 EPI-MEDICS Project는 휴대단말을 이용하여 생체정보를 측정하고 측정된 생체정보를 서비스센터에 전송하여 헬스케어 서비스를 제공하는 시스템이다 [7].

생체정보 모니터링 기술은 생체정보를 일상생활 중 안정적이고 편안하게 측정할 수 있는 생체정보 센서 기술과 측정된 생체정보로부터 유용한 정보를 추출하는 생체정보 분석 기술, 측정된 생체정보를 안정적으로 서비스센터에 전송하는 생체정보 전송기술, 장기간 측정된 생체정보로부터 유용한 서비스를 제공하는 생체정보 피드백 기술로 구성된다.

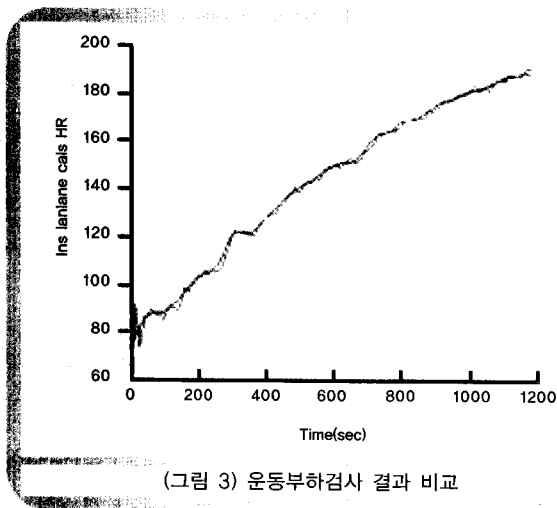
생체정보 센서 기술은 일상생활 중 발생하는 움직임에 의한 잡음과 사용자의 불편함을 최소화시키는 방향으로 연구개발이 진행 중이다.

(그림 1)에 소개된 바이오서츠는 이를 위해 전도성 천 소재를 이용한 전위센서와 마이크로센서를 이용하여 생체정보를 측정하도록 개발되었다. 생체정보 전송 기술은 블루투스와 지그비 등 근거리통신망을 이용하여 휴대단말로 데이터를 전송하는 방식을 주로 사용하고 있다.



(그림 2) ETRI에서 개발한 생체정보처리 모듈

(그림 2)는 ETRI에서 개발한 생체정보 처리 모듈로 그림 1에서 보인 바이오서츠로부터 측정된 생체정보를 처리하여 블루투스 통신을 통해 PDA나 휴대전화로 데이터를 전송하도록 개발된 모듈이다.(그림 3)은 (그림 1)과 (그림 2)에서 보인 바이오서츠를 이용하여 최대속도 시속 15km로 운동부하검사를 통해 얻어진 심박수와 비교한 그림이다. 바이오서츠로부터 측정된 심박수(파란색)가 운동부하검사 장비로부터 측정된 심박수(붉은색)와 매우 잘 일치함을 알 수 있다.



(그림 3) 운동부하검사 결과 비교

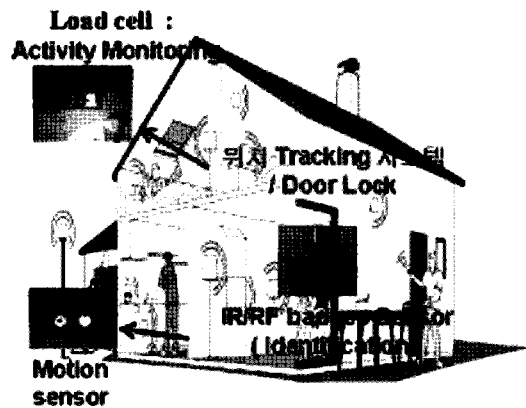
생체정보 분석 기술과 피드백 기술은 측정된 생체정보로부터 건강관리와 질병관리에 필요한 유용한 지표를 추출하여 건강과 질병을 관리하는 기술로 다양한 콘텐츠를 제공하기 위하여 많은 노력이 이루어지고 있다.

## 2. 행위 분석 및 생활지원 기술

행위 및 일상생활에 기반한 건강관리의 예로는 미국 로체스터대학의 Smart Medaical Home이 대표적이다. 이 연구에서는 센서와 카메라 등을 이용하여 실내에서 일상 생활을 하면서 건강관리를 받도록 되어있다. 예를 들어 거울을 통해 대상자의 얼굴에 나타난 변화를 감지 의사를 만나볼 것을 권하고, 고령자가 다량의 약을 복용한다는 점에서 어떤 약을 어떻게 먹을지를 안내해준다. 스마트 밴드 기술은 상 처부위의 감염정도를 감지한다. 대상자의 상태는 센서를 통하여 항상 모니터링되고 측정된 데이터는 의사나 간호사에게 제공되어 환자가 적절한 의료 서비스를 받을 수 있도록

해준다.

미국 오레곤주의 Elite Care시스템은 홈 네트워크 헬스케어를 단지 내에 구현한 미국 최초의 사례로 독립적인 생활을 하는 노인을 대상으로 일상생활에 필요한 각종 정보를 제공하고 멀리 떨어진 가족들에게는 노인들에 대한 몸무게 변화, 수면 시간, 숙면 정도, 일상 활동 상황, 위급 상황 및 거주 환경정보를 제공한다. 이 서비스를 위하여 움직임 센서, RFID, 조도센서, 압력센서 등 다양한 센서를 활용하여 노인들의 체중, 혈압, 체온, 폐활량 등의 vital sign을 측정하고 전문 의료진과 연계하여 관리를 한다.



(그림 4) Elite Care 개념도

카메라로부터 얻어진 영상 정보를 이용하여 실시간으로 대상자의 행동을 분석하고 행위 패턴과 같은 이벤트를 추출하는 기술은 먼저 카메라를 이용하여 대상자의 움직임을 추적하는 기술이 필요하다. 그리고 대상자의 행위패턴을 추출 분석하여 현재의 행위가 무엇인지 인식하고 다음 행위를 예측할 수 있으며 비정상적인 행위 패턴이 추출 되었을 때는 이를 인지하여 시스템에 알려준다. 예를 들어 대상자의 신체에 부착된 센서가 낙상을 감지 했을 때 영상정보로부터 얻어진 행위 패턴을 분석하여 넘어지거나 쓰러진 행위 패턴이 인식되면 대상자가 쓰러졌을 확률이 매우 높게 된다.

행위추적기술의 요소 기술인 Activity Recognition 기술 연구는 여러 곳에서 이루어지고 있는데 그 중 대표적인 곳으로는 Intel [8]이 있으며 아직은 초기 연구단계라 상용화 제품 수준까지는 많은 연구가 필요하다.

대상자의 일상 행위를 인식하는 방법으로는 RFID나 가속도 센서, 압력센서 등 다양한 센서들이 활용된다. 여기서 중요 연구는 다양한 센서를 조합하여 대상자의 행위를 정확히 인식하는 Activity Recognition 연구이다 [9,10].

고령자의 행위에 따라 반응을 하면서도 고령자에게 편안함을 주고 또한 사용자의 주의를 지나치게 집중 시키지 않는 앰비언트 디스플레이 기술도 고령자를 위한 리빙케어의 요소기술이다. 조지아 공대의 AwareHome 프로젝트 [11]에서는 Digital Family Portraits라는 액자를 통하여 원격지에 있는 가족과 간접적인 인터랙션을 할 수 있다. 인텔에서 개발한 CareNet 디스플레이는 인터랙션이 가능한 액자형 디스플레이로 터치스크린의 메뉴 조작으로 원하는 정보로의 접근 및 사진 이미지 편집이 가능하다 [12].

대상자의 행위 패턴 추출을 위한 운동 및 보행 분석 기술은 많은 연구가 진행중이다. 보행패턴을 분석하여 낙상과 같은 위급 상황을 감지하고 운동량을 측정하여 비만관리에도 활용이 가능하다. 낙상은 고령자들이 하체의 근력저하로 또한 신체적인 이상으로 쓰러지거나 넘어지는 것을 감지하는 것으로 삼축 가속도 센서와 지자기 센서, 풋 스위치, 압력 스위치 등의 센서를 이용하여 감지가 가능하다. 정확한 감지를 위해서는 신체에서 센서가 부착된 위치도 중요하며 가장 정확한 감지를 하는 부분을 여러 연구를 통하여 찾아내고 있다.

상황인지 및 센서데이터 처리를 위한 미들웨어기술은 각종 센서에서 수집된 정보를 통합하는 Data Fusion 기술과 각각의 상황을 인지하고 이에 알맞은 행위 추론과 시스템의 적절한 반응을 지시하는 의사 결정과정이 포함된다.

비전기반 행위 추적 기술 개발은 카메라로부터 얻어진 영상 정보를 분석하여 실내 공간에서 이동 또는 정지하고 있는 대상의 위치 추적 및 행위를 분석하는 기술이다. 이를 위하여 동영상 내의 이동 물체를 감지하고 감지된 대상자의 이동 경로 기록 및 위치 추적 알고리즘을 개발한다. 동영상 내의 인간 행위 패턴 분석 알고리즘을 개발하여 자세 및 움직임과 같은 행위 패턴을 추출한다. 이 기술을 이용하여 특정 행위 패턴을 인식하여 위급 상황 감지 등에 활용이 가능하다.

센서기반 고령자 행동인식을 위하여 일반 가정 내에 RFID 칩과 센서를 설치하여 이를 통해 얻은 정보를 통해

ADLs(Activities of Daily Living) 정보를 수집한다. 수집된 센서의 정보를 세그먼트화 시키고 일련의 시간 정보를 통해서 에피소드로 나눈다. 그 후 센서의 정보들을 통해서 사용자의 행동을 추론하고 기록한다. 예를 들어 가스레인지와 주전자의 RFID tag가 연이어 Reader를 통해 읽히지면 이는 물을 끓이는 행위(Boil water)로 간주하는 것이다. 고령자의 Activity를 이용하여 위급 상황 발생 시에 고령자, 간병인, 가족에게 알릴 수가 있다.

<표 1> Activity of Daily Living의 예

Activity #	Activity Name
1	Drinking water
2	Making a snack
3	Using microwave
4	Boil water
5	Using computer
6	Using door (in and out)
7	None of the above

고령자의 기억 보조 및 쉬운 리빙케어 시스템 인터페이스를 위하여 앰비언트 멀티모달 인터랙션 기술이 필요하다. 이 기술을 통해 대상자가 일정 범위내에 감지되면 감지 거리에 따라 각기 다른 정도의 정보를 제공하며 가까이 근접할 수록 자세한 정보를 제공하게 된다.

인간의 행위추적을 위해서는 대상자의 행위 중에서 특정 행위 패턴의 특징을 추출하는 것이 중요하다. 고령자의 행위 추적을 위하여 ETRI에서는 특정 질병 특히 노인층에서 많이 나타날 수 있는 치매에 대한 연구를 진행 중이다. 치매 환자의 행위 패턴을 추출하여 이용하면 대상자의 행위가 치매 환자의 것인지를 알 수 있고 이에 적절한 대응을 할 수 있다. 치매 환자의 행위 패턴은 먼저 선행 연구 분석 및 설문지를 통하여 치매 환자의 이상행동에 대한 자료를 수집한다. 이 때, 치매 환자를 돌보는 의료진, 간병인, 가족, 보호자 등의 설문을 통한 자료 수집도 역시 중요하다. 이렇게 수집된 자료를 바탕으로 치매환자의 행위패턴을 추출하고 이를 데이터베이스화하여 행위추적기술에 활용한다.

보행패턴 특징 추출을 위한 보행분석 모듈은 소형의 가속도계(accelerometer)와 압력식 foot switch를 사용하여 발목

에 착용하여 보행자의 보행패턴을 분석할 수 있는 무선 측정 시스템을 설계하고, 이의 유의성을 검증한다. 연구되는 주요한 파라미터는 가속도 센서의 데이터에 의한 stance duration, swing duration, single limb support time, double-limb support time의 자동 검출알고리즘이다.

가속도 센서를 이용한 동작 패턴 연구를 위하여 3축 가속도 센서를 사용하며 센서의 부착위치에 따라 동작 패턴이 달라진다. 정확한 측정을 위하여 머리부, 가슴부, 허리부, 신체무게중심, 상지, 하지 등으로 다양하게 나누어 감지에 이용한다. 센서의 이용범위는 보행 이벤트검출, 걷기, 넘어짐 등의 행위 이벤트 추출, 휴식 중의 자세 (허리를 펴고 앉아있는 자세, 누워있는 자세, 엎어져 있는 자세 등)를 비롯하여 인간의 전반적인 생활 패턴의 검출이 가능하다. 이를 활용하면 움직임 정보로부터 에너지 소비량을 계산 할 수 있어 비만관리 등에 활용이 가능하다.

### III. 결 론

본고에서는 u-헬스케어의 핵심기술인 생체신호 및 행위 데이터의 분석과 분석된 데이터의 모니터링 기술에 대하여 알아보았다.

앞서 언급된 기술들 외에도 정확하고 재연성있는 생체정보를 획득함에 있어서 사용자의 불편함을 최소화 시키고 비용의 경제성도 고려하는 방향의 연구도 매우 중요하다. 또한 획득된 정보가 프라이버시가 침해되지 않는 범위 내에서 언제 어디서나 공유되어 건강이나 생활 관리에 적절하게 피드백 되어야하는 원칙도 강조되어야 한다. 그리고 무엇보다도 우선적으로 병원의 전자기록시스템 (Electric Medical Record)이 도입되어 의료서비스의 더욱 효율적인 활용이 이루어져야 할 것이다.

유비쿼터스 라이프케어 시장을 활성화하기 위해서는 무엇보다도 의료서비스에 관련된 법, 제도의 개선이 필요하다는 것이 일반적인 시장의 의견이다. 아직 우리나라에서는 재택 의료 등 서비스는 합법적인 비즈니스모델로 성장되지 않은 관계로 시장이 열려있지 않은 상태이지만 미국 등 선진국에서는 노령화 사회의 의료비 절감을 이유로 다양한 의료서비

스를 장려하고 있는 상황이다. 마지막으로 의료서비스는 생명의 문제를 다루고 있는 분야인 만큼 기술적인 발전과 더불어 시민단체, 종교단체 등과의 긴밀한 협의를 통해 융합에 따른 종교적, 도덕적, 윤리적 문제에 대한 대응도 필요하다고 하겠다.

### 참 고 문 헌

- [1] <http://www.istsec.fi/>
- [2] <http://www.vivometrics.com/>
- [3] <http://lifeguard.stanford.edu/>
- [4] "VTAM - A NEW BIOCLOTH FOR AMBULATORY TELEMONITORING", J.L. Weber, D. Blanc, A. Dittmar, B. Comet, C. Corroy, N. Noury, R. Baghai, S. Vaysse, A. Blinowska, Proc. of the 4th Annual IEEE Conf. on Information Technology Application in Biomedicine, UK (2003)
- [5] "WEARABLE HEALTH CARE SYSTEM FOR VITAL SIGNS MONITORING", R. Paradiso, G. Loriga, N. Taccini, Proc. of MEDICON 2004 Conference, ITALY (2004)
- [6] <http://www.mobihealth.org/>
- [7] <http://epi-medics.insa-lyon.fr/>
- [8] M. Philipose, et al., "Inferring Activities from Interactions with Objects," in *Proceedings of the Conference on Pervasive Computing*, October 2004, pp. 50-57.
- [9] D.H. Wilson, A.C. Long, and C. Atkeson. "A Context-Aware Recognition Survey for Data Collection Using Ubiquitous Sensors in the Home", In *Proceedings of CHI 2005: Late Breaking Results*, pages 1865-1868, Portland, OR, April 2005.
- [10] D.H. Wilson and C. Atkeson. "Simultaneous Tracking and Activity Recognition (STAR) Using Many Anonymous, Binary Sensors", In *Proceedings of PERSVASIVE 2005*, Munich, Germany, May 2005.

- [11] E. Mynatt, J. Rowan and S. Craighill, "Digital Family Portraits: Supporting Peace of Mind for Extended Family Members", *In Proc. of CHI '01*, ACM Press, pp.333-340, 2001.
- [12] S. Consolvo, P. Roessler, and B. E. Shelton, "The CareNet Display : Lessons Learned from an In Home Evaluation of an Ambient Display", *UbiComp 2004*, LNCS 3205, pp. 1-17, 2004.

## 약 력



1981년 서울대학교 이학사  
1986년 텍사스 주립대 (오스틴) 이학 석사  
1989년 텍사스 주립대 (오스틴) 이학 박사  
1990년 ~ 1994년 텍사스 주립대, ICTP in Italy,  
서울대학교에서 Postdoc  
1994년 ~ 현재 한국전자통신연구원 BT 융합기술연구부 부장  
관심분야: 헬스케어, 바이오인포매틱스, 바이오센서, 의료기기

박 선 희

