

# 유-헬스케어의 기술 현황과 전망

서울대학교 ■ 김희찬 · 강재민

## 1. 서론

유-헬스케어란 유비쿼터스 컴퓨팅기술을 보건의료에 접목한 것으로 “인체의 건강관련 정보를 시간과 공간의 제약 없이(ubiquitous) 수집, 처리, 전달, 관리할 수 있게 해줌으로써 제공되는 원격지 의료서비스(Health-care)”라고 정의할 수 있다. 그림 1에는 IT 기술의 발전과 새로운 의료 서비스에 대한 요구가 유-헬스케어의 원동력으로 작용하고 있음이 나타나 있다. 즉, 첫째로 IT 분야에서는 기존의 인프라를 활용하여 새로운 비즈니스 모델을 통한 새로운 수익모델을 창출하고자 하는 요구가 있으며, 둘째로 의료 서비스 사용자의 입장에서 웰빙과 건강정보에 대한 관심이 고조되면서, 좀 더 편리하고 양질의 의료서비스를 저렴한 비용으로 누리려는 기대감이 커지고 있다. 셋째로 의료 서비스 제공자 측면에서는 만성 성인병 환자의 증가 및 인구 고령화 시대에 새로운 맞춤/고급의료 서비스에 대한 요구가 커지고 있고 치료중심의 의료에서 예방과 건강관리 중심으로의 의료로의 변화가 일어나고 있다. 이와 같은 의료서비스에 대한 새로운 요구와 IT분야의 신시장에 대한 요구가 함께 접목되어

새로운 의료서비스인 유-헬스케어 서비스의 개념이 도입되고 이를 구현하기위한 기술개발이 활발하게 진행되고 있는 상황이다.

## 2. 본론

### 2.1 헬스케어 산업현황

IT 분야의 관점에서 본 헬스케어 분야의 메가트렌드는 그림 2에 나와 있듯이 크게 유-헬스케어와 이-호스피탈로 볼 수 있다. 사실 두 가지는 모두 의료서비스 제공자와 수혜자가 네트워크를 통해 각종 의료기기와 연결되어 있는 구조라는 면에서는 동일한 의료 시스템이라고 생각할 수 있는데, 환자를 대상으로 하는 병원 내의 변화를 이-호스피탈이라고 한다면 병원이라는 물리적 공간을 벗어나 환자 혹은 건강한 사람 모두를 대상으로 하는 새로운 의료시스템이 유-헬스케어라고 말할 수 있다. 발전된 통신 인프라를 활용하여 의료진과 수혜자가 의료기기와 함께 네트워크화됨으로써 기존의 의료 서비스가 좀 더 효율적이고 편리하게 제공될 수 있는 환경을 구축하는 것이다. 기술적으로 동일한 토대 하에 구성되는 시스템이

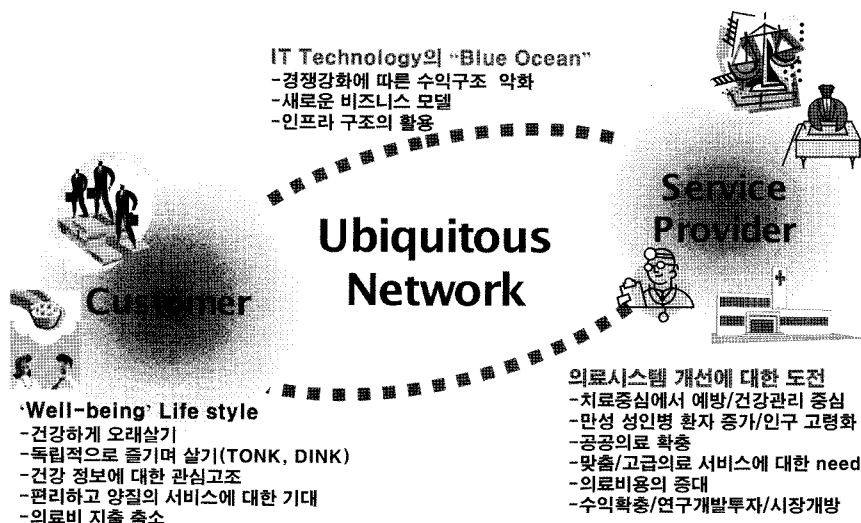


그림 1 유-헬스케어의 원동력

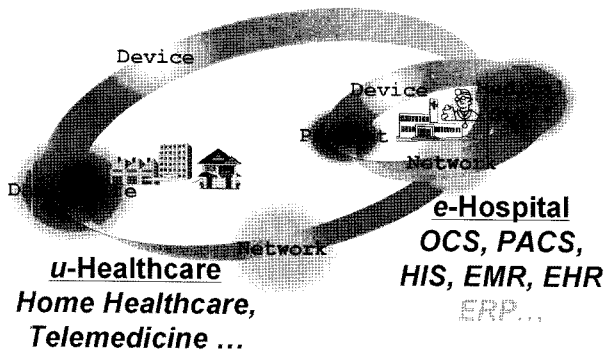


그림 2 헬스케어 메가트랜드

기 때문에 이 둘을 특별히 구분하지 않고 전체를 유-헬스케어라고 부르는 사람들도 적지 않다.

## 2.2 이-호스피탈(e-hospital)

이-호스피탈이란 병원과 관련된 임상, 경영, 교육 및 행정 등 모든 분야에 정보기술을 접목하여 개선된 의료서비스를 제공하는 IT화된 병원이라고 할 수 있으며, 이중에 병원의 중심기능인 환자 진료의 측면에서 생각해 본다면 우선적으로 다양한 전산화 시스템들이 이미 임상에 활용되고 있다. 가장 먼저 시작된 변화로서 방사선 영상 진단 자료의 디지털화 및 통합 관리 시스템인 PACS(Picture Archival and Communication System)는 필름이 없는(filmless hospital) 병원을 구현함으로써 병원을 옮길 때 영상데이터를 CD ROM에 담아갈 수 있게 하였다. 또한 기존의 환자 진료 기록을 의미하는 차트를 전자화한 EMR(Electronic Medical Record) 시스템은 종이 없는(paperless or slipless)

병원 시대를 열었으며 이에서 더 나아가 한 개인의 출생부터 모든 건강관련 정보를 수록하는 EHR(Electronic Health Record)이 구현되면 병원간의 장벽이 없이 언제 어디서나 손쉽게 개인의 건강관련 정보들이 조회되고 기록됨으로써 편리하고도 효율적인 의료 시스템 구축을 기대할 수 있게 된다. 이러한 이-호스피탈 환경이 구축되고 있는 상황에서 절실하게 요구되는 기술적 요소로는 우선 각종 병원 전산 시스템들 간의 호환성을 보장하기위한 데이터의 표준화, 그리고 다양하고 복잡한 의료환경에서 의료진들이 전산 시스템을 손쉽게 사용할 수 있게 해주는 사용자 인터페이스의 개발이 요구되고 있다. 또한 병원 내의 네트워크에 연결되어 사용될 다양한 의료기기들 간의 호환성(interoperability)과 자기인식기능 (indentifiability) 등이 이슈가 되고 있다.

이-호스피탈의 발전에 있어서 중요한 기술적인 이슈 중 또 다른 하나는 임상에서 사용되는 각종 검체에 대한 검사 장비의 소형화와 네트워크화로 구현되는 POCT(Point-of-Care Testing) 기술의 개발이다. 환자 곁(옆) 검사 혹은 현장검사, 현시검사 등으로 불리는 POCT는 “공간적으로나 시간적으로 고정되어 있지 않고, 휴대형이나 이동형 검사장비를 이용하여 임상검사실험실(clinical laboratory)이 아닌 환자가 있는 근처에서 즉시 검사결과를 제공할 수 있는 환자 검체분석 행위”를 말한다. 이러한 POCT를 할 수 있는 장소로는 중환자실(general/critical), 응급실, 수술실, 외래진료실, 개원가, nursing home, 환자의 집 등 다

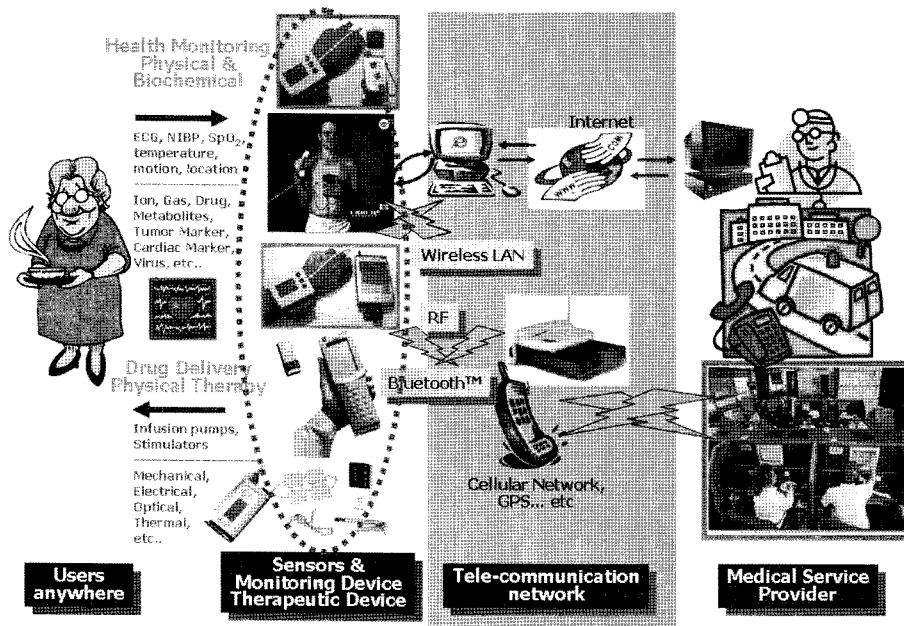


그림 3 유-헬스케어 시스템의 구성요소

양한 곳에서 사용될 수 있다. 따라서 이러한 POCT는 앞으로 병원 내 검사시스템 운용의 형태를 획기적으로 바꿔 놓을 것으로 기대된다. 이밖에도 새로운 의학 영상장치로 연구되고 있는 분자/나노 영상장비나 임상적용이 이미 시작된 원격 로봇 수술 기기, 유전자/세포 치료등과 같은 새로이 개발되는 다양한 의료장비나 치료법들과 인터넷이싱 및 호환성 문제가 이-호스피탈을 위한 기술적 이슈에 포함된다.

### 2.3 유-헬스케어(u-Healthcare)

유-헬스케어의 실현에는 그림 3에 나타나 있는 바와 같은 네 가지 구성요소가 존재한다. 즉, 1)의료서비스 제공자, 2)수혜자, 이 양자 간의 공간적인 제약을 해결해주는 3)유무선통신 네트워크, 그리고 진단과 치료 서비스 전달을 위한 4)지능형 의료기기의 네 가지로 볼 수 있다.

유-헬스케어의 실현에 대한 각 구성 요소들의 현황을 살펴보면, 초고속 유,무선통신 네트워크가 가장 발전된 인프라 구조로서 유-헬스케어의 구현을 선도하고 있으며, 의료제공자와 수혜자들은 일상의 업무나 생활에 크게 지장 받지 않으면서도 더욱 수익성이 좋고(제공자측면) 저렴한 비용에 양질의 의료서비스를 편리하게 받을 수 있는(수혜자측면) 새로운 형태의 의료시스템에 대한 기대감을 갖고 있는 상황이다. 따라서 남아있는 한가지의 구성 요소가 유-헬스케어의 실제적인 내용을 결정짓는 핵심요소라 할 수 있는데, 이것이 바로 환자의 건강 상태를 감시하고 의료진의 명령에 따라 적절한 치료행위를 전달하기 위해 수혜자와 무선통신 네트워크 간을 연결하는 지능형의료기기(Intelligent Medical Device)라 하겠다.

#### 2.3.1 지능형 의료기기와 센서

먼저 지능형 의료기기에 대해 알아보자면, 모든 의료기기는 의료용계측시스템 (Medical Instrumentation System)의 한 종류이고 일반 계측시스템과 마찬가지로 의료기기에서도 센서(sensor)가 중요한 구성요소 중 하나이다. 따라서 의료용 센서는 유-헬스케어에서 제공되는 의료 서비스의 내용과 질 모두를 결정지음으로써 전체적인 유-헬스케어 개념의 성패를 결정할 수 있는 매우 중요한 소자라고 말할 수 있다.

일반적인 계측시스템에서 센서는 대상(target) 시스템으로부터 특정한 에너지 형태의 신호를 감지하여 전기형태의 신호로 변환해주는 변환기(transducer)를 의미한다. 의료기기를 포함한 모든 의료용계측시스템은 그림 4에 나와 있는 것과 같이 센서(Sensor), 처리기(processor), 작동기(actuator)의 세부분으로 구성되

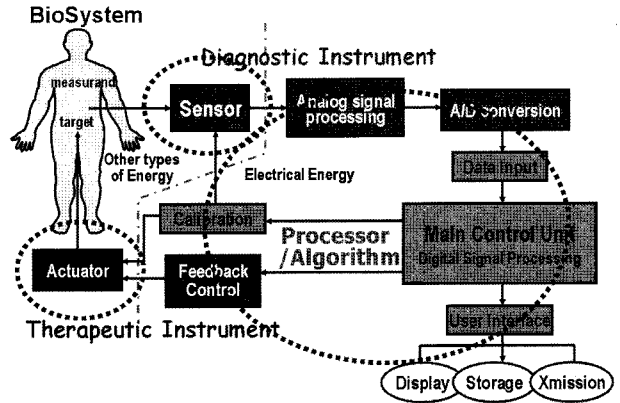


그림 4 의용계측 시스템의 구성

며, 여기서 센서는 인체로부터 생명현상과 관련된 정보를 포함하는 각종 에너지 형태의 신호를 감지하여 전기신호로 변환하여 처리기로 제공해주는 역할을 한다. 따라서 센서는 진단용 계측시스템과 폐루프형(closed-loop) 치료기기 모두에서 필수적인 구성요소가 되며, 전체 시스템의 성능을 결정짓는 중요한 역할을 하는 소자이다.

의료용 센서의 출력은 전기신호의 형태이어야 하지만, 측정대상 신호는 물리/화학/생물학적 신호 모두가 될 수 있고, 변환성질이나 변환원리도 물리/화학/생물학적 현상과 방법 중 어떤 형태든지 가능하다. 따라서 센서의 종류를 구분할 때 입력신호의 특성, 센서 구현의 원리나 방법 등에 있어서 여러 가지로 다양한 조합의 센서 형태가 가능하게 된다. 이러한 구분에 명확한 기준은 없으며, 대부분 측정 대상 신호의 에너지 형태에 따라 편의상 물리센서, 화학센서, 생물학센서 등으로 구분하여 부르고 있다. 따라서 의료용 센서는 전위/자기장, 압력/힘, 변위/속도/가속도, 유량/유속, 온도, 광, 음파 등을 측정하는 물리센서와 혈액을 비롯한 각종 시료(sample)에 포함된 가스, 전해질, 금속 등 다양한 화학성분을 측정하는 화학센서, 그리고 일반적인 화학센서와 구별하여 생체조직 내에 존재하는 수많은 종류의 생화학 물질을 측정하는 생화학(또는 생물학)(biochemical or biological) 센서들로 나누어볼 수 있다.

유-헬스케어 서비스를 진단과 치료 및 지원 서비스의 두 가지로 분류하여 볼 때 표 1에서 알 수 있듯이 진단서비스를 위한 물리센서는 이미 기술이 성숙단계에 들어와 여러 분야에서 다양하게 응용되고 있는데 손목형 혈압측정을 위한 초소형 반도체 압력센서 및 운동량이나 움직임을 추정하기 위한 초소형 가속도센서 등이 solid-state센서로 개발되어 사용되고 있다. 그러나 생화학 센서의 경우엔 혈당센서와 같이 이미

표 1 의료서비스별 주요 소자로서 센서 및 작동기의 특징

	Major Component	Size	Reliability	Sensor&Actuator	Status
진단 서비스	Physical Sensor	Wearable	High	Solid-state sensors	Application
	Bio-chemical Sensor	Wearable	High	Biosensors & Biochips	Basic Research
치료/지원 서비스	Actuator	Wearable	Extremely High	MEMS	Under Development

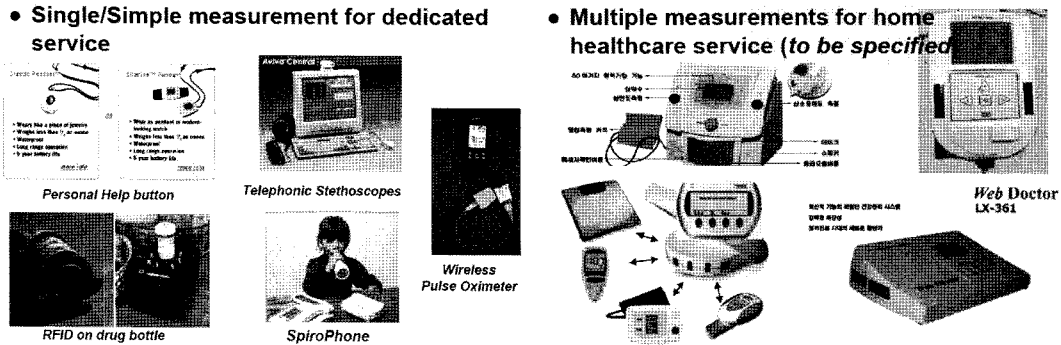


그림 5 물리센서를 이용한 유-헬스케어 용 의료기기

전 세계적으로 방대한 규모의 시장을 형성하고 사용되고 있는 예외적인 센서를 제외하고는 아직 물리센서에 비교하면 기초 연구가 진행되고 있는 단계라고 할 수 있다. 또한 치료나 지원 서비스를 위해서는 작동기가 주요 기술요소가 되는데 마이크로전기기계시스템(MEMS, Micro Electro-Mechanical Systems) 기술을 활용한 초소형 작동기들이 개발되고 있으나 극도의 안전성과 신뢰성을 확보하기 위한 기술의 개발이 요구되고 있는 상황이다.

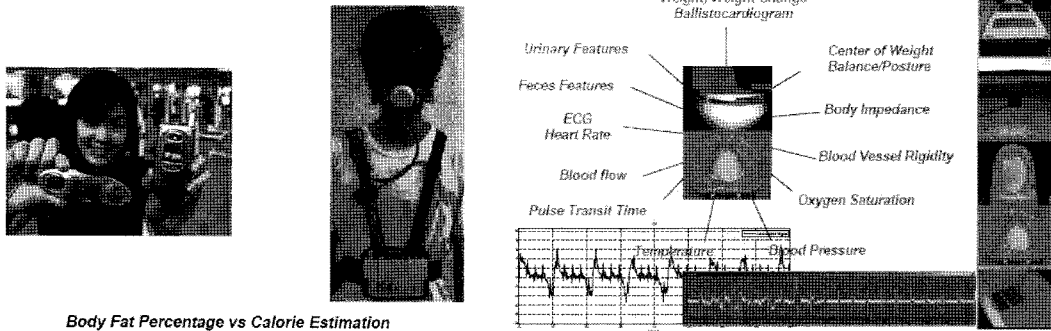
### 2.3.2 물리센서 기반의 유-헬스케어를 위한 의료기기

앞서 언급했던 유-헬스케어를 위한 지능형 의료기기들을 주요 사용되는 센서를 기준으로 나누어 볼 수 있다. 첫째로 물리센서를 이용한 의료기기를 생각할 수 있는데, 물리센서를 이용한 지능형 의료기기의 경우에는 특화된 한두가지의 측정 서비스에 활용되는 경우와 다양한 여러 가지 멀티 측정을 통한 통합형 의료기기로 나눌 수 있다. 그림 5에서 보다시피 재택 폐활량 진단기, 원격청진기 및 PDA기반의 무선 산소포화도기 등 개별 측정항목에 특화된 의료기와 혈압, 심전도, 체온, 체중 등을 동시에 잴 수 있는 통합형 의료기기 등이 개발되어 사용되고 있다.

이러한 물리 센서 기반의 유-헬스케어용 의료기기 개발에 있어서의 가장 중요한 기술적 이슈는 사용자 편의성에 입각한 유용한 측정법 및 측정 기기의 설계에 있다. 즉, 사용자가 간편하고 휴대에 부담감이 적은 형태로 개발되어야 한다는 것이다. 그림 6에서와 같이 운동량 혹은 소모 칼로리 측정의 경우 표준 방법으로 되어있는 호흡 가스 분석을 통한 간접칼로리

미터법(indirect calorimeter)은 일상생활 중에 사용하는 것이 불가능하기 때문에 휴대형 체지방계나 가속도 센서를 이용한 활동량 분석기로 사용자 편의성을 보장하는 형태로 개발되어야 한다. 그러나 이러한 방법으로는 운동량 추정의 정확도가 떨어지기 때문에 사용자의 편의성과 추정결과의 정확도간의 타협(trade off)이 필요하다. 이와 같이 유-헬스케어를 위한 의료기기는 가능하면 이미 일반인들이 일상생활에서 휴대하거나 착용하고 있는 시계, 반지, 목걸이, 벨트, 속옷, 양말, 신발, 모자 등과 같은 형태이거나 이것들과 일체화 될 수 있는 형태가 가장 이상적이다. 대부분의 물리센서들은 이러한 형태의 휴대형화가 가능하고 실제로 심전도(electrocardiogram)로 대표되는 생체전기신호나 체온, 맥박, 호흡, 가속도, 심폐음 등의 물리센서나 화학변수인 산소포화도(oxygen saturation, SaO<sub>2</sub>)를 측정하기 위한 광학센서, 일회용 혈당센서 등은 이미 여러 연구팀에 의해 다양한 휴대형 시스템이 보고되고 있다.

이와 같은 사용자 편의성을 보장하는 설계 개념에서 한 단계 더 나아가 무자각 방식에서의 측정도 시도되고 있다. 재택 일상생활 중에 사용자에게 불편을 초래하지 않고 집안의 다양한 센서를 이용하여 매일 매일의 건강정보를 무자각적으로 측정하는 지능형 유-하우스(intelligent u-house)의 연구도 활발히 진행 중에 있다. 그림6의 오른쪽에는 집안의 변좌와 침대, 욕조 등에서 측정할 수 있는 다양한 생체신호의 예가 나타나있다. 이와 같은 무자각 측정의 경우 사용자의 편의성을 극대화한 예가 되겠지만 이 역시 측정치의 정확도와 신뢰도가 의학적으로 도움을 줄 수 있는 수



Body Fat Percentage vs Calorie Estimation

그림 6 사용자 편의성을 고려한 측정 기술

준을 넘지 못한다면 헬스케어 서비스에 활용되기는 어려울 것이다.

2.3.3 생화학센서 기반의 유-헬스케어를 위한 의료기기 전술한 바와 같이 물리센서 기반의 다양한 의료기

기가 부분적으로 유-헬스케어 서비스를 위해 사용되고 있지만 이러한 물리센서가 제공하는 정보만으로는 의미있는 의료서비스를 제공하는데 한계가 있는데 이것은 결국 혈액과 같은 생체시료에 대한 생화학적 분

표 2 혈당센서의 새로운 연구동향

(a) 연속측정용

Feature	Abbott Freestyle Navigator™	MiniMed Paradigm® REAL-Time System	MiniMed Guardian® RT	DexCom™ STS®
Availability FDA Approval	Pending FDA approval	Across the US 2006/04 for >18yr	In 7 cities with Px 2005/08 for >18yr	Across the US 2006/03 for >18yrs
Price	Price not set	From \$999	\$1,995+\$395docking station +\$35/sensor	\$800 + \$175/5 sensors
Sensor Life	Pursuing 5-day	72 hours	72 hours	72 hours
Sensor probe	6mm/90°	0.5"/23g/45°	0.5"/23g/45°	13mm/25g/45°
Insertion	Disposable inserter	Sen-serter®, manual insertion possible	Sen-serter®, manual insertion possible	DexCom STS Applicator
Start-up initialization	10hrs	2hrs	2hrs	2hrs
Calibration	at 10, 12, 24, 72hrs	at 2, 6 @ 12hrs	at 2, 6 @ 12hrs	@ 12hrs

(b) 비침습식

Reverse Iontophoresis	IR Spectroscopy	Impedance Spectroscopy	Metabolic Heat Conformation
Cygnus (USA) Glucowatch® G2 Biographer	NIR diagnostics (CANADA) GlucoNIR™	Pendragon Medical Ltd. (Swiss) Pendra®	HITACHI Ltd.
FDA approval Animas Corp. no longer sells it, effective July 31, 2007.	On development Near IR spectroscopy	Tissue impedance CE approval (2003)	Metabolic heat generation and local oxygen supply

석이 필요함을 의미한다. 그러나 유-헬스케어 환경에서의 혈액 분석은 생체시료의 채취가 전문의료인이 없이 사용자에 의해 비침습적(noninvasive) 혹은 최소 침습적(minimally invasive)인 방법으로 이루어지도록 해야 한다. 이러한 조건은 바늘로 손가락을 찔렀을 때 얻을 수 있는 최대 30 $\mu$ l 미만의 전혈(whole blood)을 사용하여 모든 분석을 해야 하는 엄청난 기술적인 도전에 직면해 있다. 이와 같은 조건을 만족하여 현재의 상태로 유-헬스케어에 쉽게 적용할 수 있는 생화학 분석용 바이오센서로는 혈당센서가 있다. 혈당센서는 이미 휴대형으로 임상에 널리 사용되고 있으며 연간 세계시장 규모가 6조원, 국내시장 600억원의 규모로 성장하였다. 국내에서도 이미 3개 회사가 국산 혈당센서를 개발하여 시판하고 있는 상황이다. 현재 사용되는 혈당센서는 일회용 스트립센서를 기반으로 하는 센서인데 최근의 연구 동향은 크게 두 방향으로 연속측정용(continuous monitoring)과 비침습식(noninvasive) 측정으로 나누어 볼 수 있다. 연속측정은 바늘형 센서를 피하에 삽입하여 지속적인 측정이 가능하도록 하는 방식이 주이지만 완전히 체내에 삽입되는 형태에 대한 연구도 진행되고 있다. 비침습방식으로는 전기화학식, 광학식, 임피던스 방식 등을 이용하여 혈액을 채취하지 않고도 혈당을 측정하려는 다양한 시도들이 연구되고 있다.

그러나 앞서 이-호스피탈에서 언급했던 POCT가 가능하도록 하는 다양한 생화학 분석용 센서와 측정기 기들이 개발 중에 있으므로 이러한 의료기들이 혈당센서의 뒤를 이어 유-헬스케어에 사용될 날이 가까운 장래에 도래할 것이다. POCT 개념을 구현한 I-STAT사의 혈액분석용 휴대형제품이 그림 7에 나타나

있다. 그림에서 보듯이 바이오센서칩이 핵심부품으로 되어 있지만 이 제품도 아직까지는 유-헬스케어 시스템에 적용될 수 있을 정도의 비침습성을 제공하지는 못하고 의료인에 의한 정맥혈 채취가 필수적이다.

생화학 센서가 극미소량의 시료만으로도 작동이 가능한 형태가 되면 비침습/최소침습적인 센서가 되어 유-헬스케어에 응용될 수 있게 될 뿐 아니라, 최근의 새로운 BT 기술을 활용한 생화학적 분석에는 고가의 시약(reagent)이 사용되는데, 분석에 필요한 시료의 양을 최소화함으로써 동시에 분석용 시약의 양도 줄일 수 있다는 장점이 있다. 따라서 초미세가공 방법을 활용한 다양한 바이오칩들이 연구 개발되고 있다. 기존의 기계가공법의 한계를 극복하기 위하여 반도체 IC(integrated circuit) 제작공법인 광식각법(photolithography)를 이용하여 미세 기계요소들을 만드는 새로운 방법이 개발되었는데 이러한 방법으로 제작된 시스템을 MEMS(Micro ElectroMechanical Systems)라고 한다. 따라서 MEMS는 초소형 시스템이나 초소형 정밀기계를 말하며 마이크로 시스템, 마이크로 머신, 마이크로 메카트로닉스 등으로 불려지고 있다. 이러한 MEMS 기술들은 일괄공정으로 초소형 부품들을 대량 생산할 수 있을 뿐 아니라 시스템 제조 시에 전자 회로 등을 같이 내장할 수 있어서 결과적으로 전체적인 센서 시스템을 더욱 소형화시킬 수 있는 장점이 있다. MEMS 기술로 만들어진 부품들은 보통 수  $\mu$ m의 크기이고, 전체 시스템은 수 mm order라고 할지라도 그 자체로 완전한 센서시스템이 될 수 있다. 이러한 MEMS 기술을 활용한 물리센서는 이미 의료용으로 널리 활용되고 있는데, 일회용 혈압센서와 가속도센서가 대표적인 예이다. 최근 의생명과학(Biomedical Science) 분

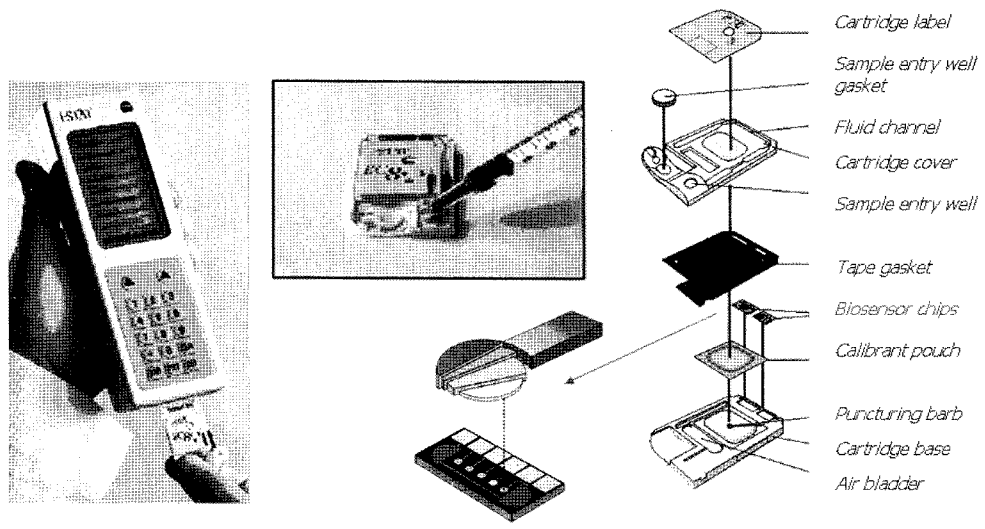


그림 7 i-STAT사의 POCT 개념의 휴대형 혈액분석장비

야에 대한 MEMS 기술 응용은 BioMEMS라는 새로운 분야를 태동 시켰는데, 초소형의 수술용 기구, 인공장기, 진단용 각종 치료분석장치, 약물전달장치 등을 MEMS 기술로 제작하려는 시도가 진행되고 있다. 이러한 Bio-MEMS 분야에서 사용되고 있는 두 가지 새로운 기술은 반도체 재료 실리콘이 아닌 플라스틱 재료를 사용하는 polymer MEMS와  $\mu\text{m}$  크기의 유체 채널을 활용하는 microfluidics이다. 이러한 BioMEMS 및 microfluidics 기술들은 이전에 불가능했던 극소량의 검체에 대한 생화학적 분석을 더욱 작은 크기의 센서 시스템으로 가능하게 해줌으로써 유-헬스케어 서비스를 좀 더 완성된 형태로 실현하는 주요 기반기술로 활용될 것이다.

### 2.4 유-헬스케어용 의료기기 개발 사례

저자들이 소속된 서울대 의공학과의 경우 2000년도부터 다양한 유-헬스케어용 지능형 의료기기 개발에 대한 연구를 수행하였다. 그 결과로 혈압, 혈당, 체지방을 기본으로 심전도, 요분석, 폐활량계, 산소포화도, 심폐음진 등을 종합적으로 측정하여 PC를 포함한 네트워크 장치에 전달할 수 있는 종합 재택 건강관리 장치를 개발하여 상업화에 성공하였다(그림 8).

또한 응급환자 감시 장치의 개발에 관한 연구도 수행하였는데, 손목형 응급환자 감시 장치는 사용자 편의성을 고려한 손목부착형 건강 감시 장치로, 넘어짐 감지를 통해 응급 상황을 검출하고 심전도, 혈압, 산소포화도, 피부체온 등을 측정하여 환자의 휴대폰을 통해 미리 정해진 보호자나 주치의 등에게 응급 구호 메시지를 전송하게 해주는 시스템이다. 최근에는 응급상황 시 구급차에서 활용 가능한 바이오 유비쿼터스 시스템을 개발하여 시범 서비스를 수행 중에 있는데 이러한 이동형 종합환자감시장치는 혈압, 12채널 심전도, 체온, 산소포화도, 혈당 측정 모듈과 동영상 전달을 위한 카메라가 PC 기반으로 구현되어 있고 CDMA 방식의 이동통신 장치와 연결되어 있어 응급상황 시에 병원으로 이송중인 환자의 건강상태를 병원의 응

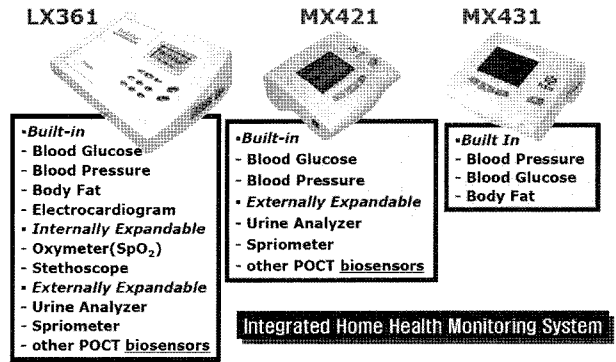


그림 8 종합 재택 건강 관리 시스템

급의료 전문의에게 전송함으로써 효과적인 응급의료 서비스가 가능하도록 한다(그림 9). 또한 유헬스 선도 사업 시범 서비스에 참여하여 도서 산간 및 의료 소외 지역에서 당뇨 관리 고혈압 관리 방문 간호 서비스 등을 제공할 수 있는 시스템도 구현하였다.

### 3. 결론

미래의 의료환경을 결정지를 사회적 변화로는 의료 수요의 증가와 고령화 사회, 그리고 전반적인 의료서비스에 대한 기대수준 향상 등을 들 수 있고, 기술적 변화로는 IT 기술의 발전으로 정보통신 인프라의 확대, 첨단 센서, 칩 기술의 발전, 유전체학이후(post-genomics)의 의료지식의 확대 등을 생각할 수 있다. 따라서 미래의 의료형태는 환자에게 편리한 진료, 예방 진료, 재택진료 등의 실현으로 현재의 모습과는 큰 차이가 있을 것으로 기대된다. 즉, 발전된 정보통신 인프라와 휴대형/재택용 비침습적 진단 및 치료 기기 등을 활용한 의료 서비스가 보편화 될 것으로 예상된다. 또한 전자카드 형태의 개인용 의료정보 시스템, 원격수술(Tele-surgery)등도 현실화 될 것이다. 이러한 정보통신 기술과 임상의학과의 접목으로 생겨날 여러 가지 의료서비스의 형태를 종합적으로 유-헬스케어(u-Healthcare)라고 부른다. 이러한 유-헬스케어는 IT기술의 급속한 발전과 보급에 힘입어 미래의 의

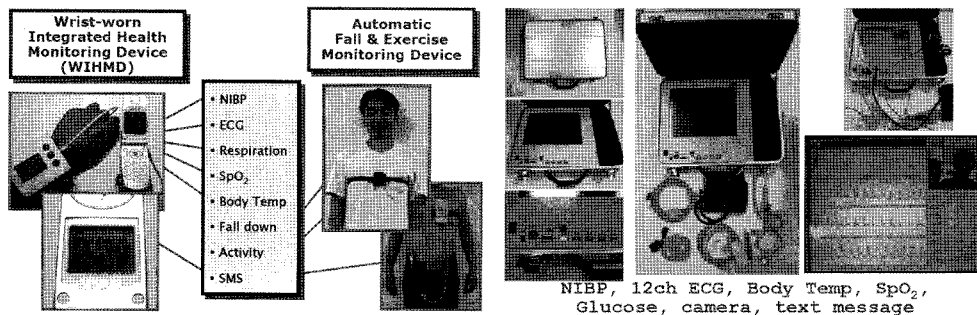


그림 9 손목형환자감시장치 및 CDMA 기반의 응급의료를 위한 이동형 종합 환자감시 장치

료형태로 가까운 장래에 자리잡을 것으로 예상되는데, 이러한 IT 기술을 접목한 새로운 형태의 의료 서비스가 효과적으로 실행되기 위해서는 환자의 건강 상태를 측정하기 위한 각종 건강관련 파라미터의 감시장치와 검사장비가 소형화, 휴대형화 뿐 아니라 비침습/최소침습적인 형태로 이루어져야 한다. 이를 위해서는 유-헬스케어용 의료기기 분야의 새로운 기술 개발이 필수적인데, 다양한 응용이 이미 시작된 물리 센서기반 시스템의 경우 무자각 측정과 같이 사용자의 편의성을 극대화하는 방향으로의 기술개발이 진행되고 있으며 최소침습적 방법에 의해 얻어지는 극소량의 혈액과 같은 검체분석에 필요한 바이오센서는 초소형 시스템 제작기술인 BioMEMS 기술, micrfluidics 기술 등과 접목되어 기존에 불가능했던 심장질환, 간질환, 암표지자 검사와 같은 각종 질병 진단뿐 아니라 유전자 치료와 같은 첨단 치료를 병원이 아닌 우리가 거하는 어느 곳에서라도 가능하게 해줄 것으로 기대된다. 이와 같은 유-헬스케어용 의료기기관련 첨단기술들의 발전으로 머릿속으로 그리던 유-헬스케어가 눈앞에 실현될 날이 다가오고 있는 것이다.

### 참고문헌

- [1] Brian Eggins, Biosensors An Introduction, John Wiley & Sons, 1997.
- [2] C.P. Proce, and J.M. Hicks ed., Point-of-Care Testing. AACC Press, 1999.
- [3] J.M. Ramsey, and A. van den Berg, Micro Total Analysis Systems 2001. Proceedings of the  $\mu$ TAS 2001 Symposium, Kluwer Academic Publishers.
- [4] Bashshur R, Sanders J, Shannon G. Telemedicine Theory and Practice, Springfield, IL:Charles C Thomas, 1997.
- [5] R.A. Freitas Jr. Nanomedicine. <http://www.foresight.org/Nanomedicine/>



#### 김희찬

1989 서울대 의공학 (공학박사)  
 1989~1991 미국 Utah대학 인공심장연구소 전임 연구원  
 1993~1994 미국 Utah대학 인공심장연구소 방문 교수  
 1991~현재 서울대학교 의과대학 교수

관심분야: 유-헬스케어, 의료용 생체공학기술, 바이오칩, 다기능 바이오센서, 인공장기기술 및 보조  
 E-mail : hckim@snu.ac.kr



#### 강재민

2007 서울대 의공학 (공학박사)  
 2007~현재 서울대 의학연구원 의용생체공학연구소 선임연구원  
 관심분야: 유-헬스케어, 의료용 생체공학기술  
 E-mail : jaemin.kang@gmail.com