

## IT에 기반한 의료 바이오 기술 동향

박선희(한국전자통신연구원)

### 1. 서론

우리에게 편리함과 즐거움을 가져다주는 정보통신기술(IT)은 이제는 인간의 생노병사에 관련된 의료 바이오 영역에 깊이 관련이 되고 있다. 의료서비스의 예를 들어보자. 가장 기본적으로 생각되는 의료서비스는 의사가 병원에 찾아온 환자와 직접 대면하면서 진찰을 하는 것이다. 병원에 비치되어있는 의료 기기나 장비를 이용하여 검사가 진행되고 의사의 주관에 따라 각종 처치가 이루어지게 된다. 인터넷이 보급되면서부터는 원격지에 의료정보와 서비스가 전달될 수 있게 되었다. 예약서비스나 정보 제공에서부터 원격영상진단이 가능하여지면서 텔레메디슨이라는 새로운 개념의 의료서비스가 가능해졌다. 더 나아가서 모바일 통신 기술을 이용하여 건강에 관련된 정보를 모니터링해서 전송할 수 있는 e-헬스 서비스가 생겨났고 이제는 유비쿼터스 환경에서 언제 어디서나 일상생활 중에도 건강관리가 가능한 유비쿼터스 헬스케어까지 가능해지고 있다.

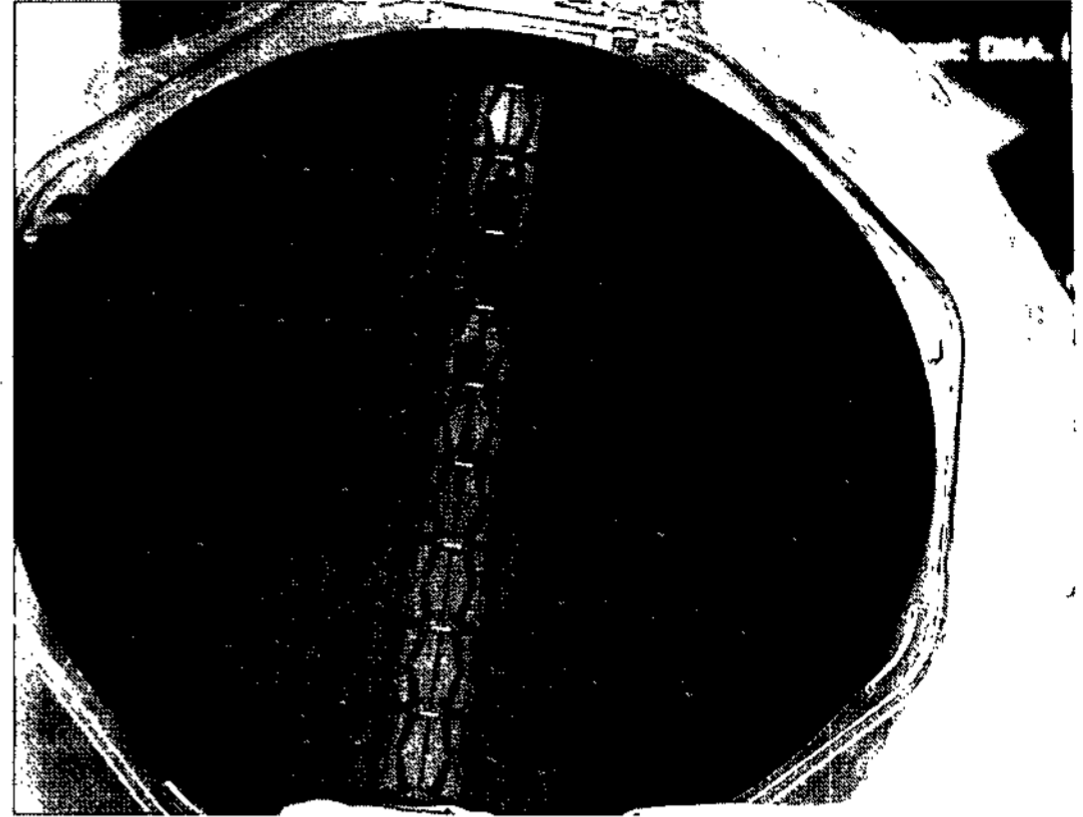
이렇듯 의료서비스는 패러다임 자체가 IT에 의하여 바뀌고 있다. 서비스 공급자인 의료기관 중심에서 수요자 중심으로, 질병이 발병하고 나서 치료하는 종전의 서비스에서 질병의 발생을 방지하고 진행을 막는 예방 의학으로, 서비스의 대상이 환자에서 일반인으로 크게 확대되고 있다.

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 생체정보감지기술, 인간의 신체에서 발생하는 각종 신호 등 데이터를 처리하거나 지식화하는 기술, 그리고 사용자에게 피드백하는 기술 등 여러 단계에 걸쳐서 매우 복합적으로 구현된다. 본 논문에서는 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. 생체정보감지기술

현재 세계적으로 폭발적인 연구가 진행되고 있는 생체정보감지기술에는 바이오센서칩 기술이 있다. 바이오센서칩이란 혈액이나 침과 같은 체액 속에 들어있는 각종 성분을 정확하게 정량적으로 알아내어 암을 비롯한 각종 질병의 유무나 진행상태에 관련된 정보를 제공하는 기술이다. 현재 상용화된 제품으로 임신 진단기를 비롯하여 말라리아나 사스 등 바이러스 검출 칩, DNA 칩 등이 있는데, 아직은 상당부분 연구단계에 머물러 있다. 연구자들의 지식기반에 따라 나노, 광학, 반도체 등 각종 다양한 IT를 접목하여 나노바이오센서나 바이오포토닉센서 등 혈액 속의 질병에 관련된 단백질을 감지할 수 있는 고감도 센서칩이 개발되고 있다. 한 예로서 ETRI에서 개발 중인 나노바이오센서칩은 생체성분 감지를 위하여 나노급의 실리콘 선에 기반한 나노 트랜지스터 기술의 원리를 활용한다. 극미량의 성분을 감지하기 위하여 실리콘 나노선을 채널로 구성하고 그 표면에 바이오 물질을 활성화시켜 타겟 바이오 분자 결합에 의해 생성되는 전하에 의한 전계효과를 이용한 것이며 그림 1처럼 나노바이오 센서 구조체를 제작하여 극미량( $\sim$ pM)의 DNA, 단백질, 바이러스 등의 검출을 수행하고 있다. 나노바이오센서칩과 같이 전기식 방식이 아니라 광학기술을 이용한 바이오포토닉센서칩 기술도 개발되고 있는데 ETRI에서는 형광물질을 이용한 기존의 표지식 형광분석이 아닌 비표지식 센서칩을 목표로 연구가 진행되고 있다.



〈그림 1〉 8 inch 웨이퍼 상에 구현된 ETRI 나노바이오센서 구조체

광통신에 활용되는 포토닉스 기술도 생체성분감지기술의 중요한 분야로 활발히 연구되고 있다. 바이오포토닉 센서는 특정물질과 선택적으로 반응 및 결합할 수 있는 효소, 항체, 항원, 렉틴(lectin), 호르몬 수용체(hormone receptor)등의 생체감지물질(bioreceptor)들을 형광, 발색, 표면플라즈마공명 (surface plasmon resonance), 광굴절, 광간섭 등 광학적인 방법을 사용하여 혈액 속의 암 표지 단백질 등을 정확하게 감지해낸다.

현재 IT에서 중요한 역할을 하는 MEMS (마이크로 전자기계 시스템, Micro electro mechanical system)기술도 BT와 융합되어 바이오 MEMS 기술이 연구되고 있다. 바이오 MEMS 기술은 당초 실험실 수준에서 수행되어오던 DNA, 단백질, 세포 등 생체 물질의 검출, 분석 과정을 미량의 시료로써 정확하고, 빠르고, 재현성있게 수행할 수 있게 하는 기술이다. 이 기술은 특히 생체 시료의 전처리, 이송 및 반응 등 일련의 과정을 단일 칩 상에서 구현하기 위한 LOC (랩온칩, Lab-on-a-Chip) 와 다채널의 유전자, 단백질, 세포를 작은 크기의 칩 상에서 검출, 분석하려

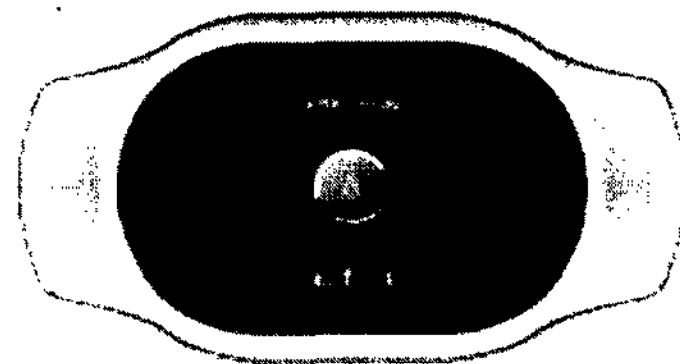
는 마이크로 어레이 기술 (Microarray)를 포함하는 바이오칩 (Biochip) 분야에 대한 활발한 연구 결과로 나타나고 있다. 이와 같이 바이오칩은 하나의 특정 제품이라기보다는 기술들의 집합으로 소형화와 통합성이라는 많은 장점 때문에 널리 보급될 잠재력을 충분히 갖춘 도구이다.

## 2. 생체정보처리 및 피드백 기술

이제까지 원격진료에서는 주로 혈압과 맥박, 체온 등 가장 기본적인 생체신호만을 대상으로 서비스가 진행되었지만 향후 의료서비스의 방향은 만성질환, 비만 등의 전문적인 질병 관리가 상시 이루어지는 것을 목표로 하고 있다. 이를 위하여 기본적인 생체신호 외에도 걸음걸이, 체지방, 호흡수 등 수십가지의 생체신호를 감지하여 신호를 분석, 처리하는 고난도의 센서 및 컴퓨팅 기술이 요구되고 있다. ETRI에서 개발된 바이오셔츠 (그림 2a)는 심전도, 호흡, 가속도, 체온 등의 다양한 생체신호를 측정하여 심박수, 호흡수, 운동량 및 운동 속도 등의 정보를 제공하는데 셔츠 내에 센서가 내장되어 정지해 있을 때 뿐 아니라 일상 생활이나 뛰는 중에도 거의 오차가 없는 생체신호가 감지된다. 감지된 생체신호는 PBM (Personal Biosignal Monitor)에서 수집되어 자체 메모리에 저장되거나 무선통신 모듈을 통해 각종 단말로 보내져서 상시 생체신호가 모니터링될 수 있어서 심장병과 같은 만성질환의 예방과 관리에 많은 도움을 줄 수 있다. 바이오셔츠는 2006년 전국마라톤대회에서도 도입되어 실제 선수들이 착용한 바 있어서 만성질환 관리 뿐 아니라 마라톤 동호인 등과 같은



〈그림 2a〉 ETRI 바이오셔츠



〈그림 2b〉 ETRI 바이오패치

일반인의 운동관리나 운동선수들의 기록향상에 활용이 가능하고 나아가서는 소방관, 군인, 경찰 등 고 위험직종 종사자의 위급상황 감시가 가능해진다. 생체신호는 바이오셔츠 형태 뿐 아니라 패치 형태로도 제작이 되었는데 (그림 2b) 실제 크기가 45mmx28mmx10mm로서 착용시 거의 불편함이 없다. 패치에는 전위센서, 멤스형 가속도 센서가 내장되어 1채널 심전도와 3축 가속도 신호가 실시간으로 측정되며 지그비를 통하여 근거리 무선통신이 가능하다. ETRI 패치는 착용감이 거의 없이 바이오셔츠와 같은 활용도를 지니고 있다.

향후 의료서비스 개념은 질병 발생 시 증상 완화 또는 치료의 수동적 개념보다는 질병 예방, 장수, 체력 증진 등의 능동적 개념을 포함

하고 있다. 특히 건강에 대한 관심의 고조, 노령인구의 폭발적인 증가, 암, 당뇨, 고혈압 등의 만성 질환자 증가 등에 따라 능동적이고 예방적인 헬스케어의 필요성은 매우 절실해지고 있다. 능동적/예방적 헬스케어의 기반이 되는 매우 중요한 요소 중의 하나가 대상자의 행위(Activity) 정보인데 현재 유비쿼터스 컴퓨팅(Ubiquitous Computing) 기술을 적용한 행위 정보 추적 기반 건강 및 생활 관리 기술을 개발하려는 연구들이 진행되고 있다. ETRI에서 개발된 낙상폰(그림 3)은 고령자의 행위 중 위급상황이 발생한 경우 신속한 구급을 통하여 체계적인 대처를 위한 행위감지분석 기술이다. 갑작스러운 고령자의 낙상은 일상 생활을 하는 중에 매우 빈번하게 발생되고 있어 이에 대한 체계적인 대처가 필요하다. 통계자료에 의하면 고령자의 30%가 일년에 적어도 한번 이상 넘어지며, 75살 이상 고령자의 70%가 낙상으로 인하여 매우 위험한 결과에 이르게 된다. ETRI 낙상폰 시스템에서 고령자는 일상 행동들을 섬세하게 감지할 수 있는 조그마한 센서를 휴대하게 된다. 이 센서에 감지되는 데이터의 급격한 변화로 낙상을 인식하고, 병원과 같은 구급시스템과 가족의 휴대폰에 위급상황을 알린다. 이때, 휴대폰의 위치 추적 기술(GPS)을 적용하여 위급상황이 발생한 위치 정보를 동시에 제공함으로써 낙상 환자의 신속한 구급을 지원하게 된다. 낙상폰 기술의 핵심은 고령자의 상세 행위 분석을 통한 위급상황 자동 감지 기술, 휴대폰 기반 위급상황 경보 및 서버 연동 기술, LMS(Location Management System)를 이용한 고령자 위치추적 및 응급조치를 수행하는 위급상황 관리기술이다. 낙상폰은 u-시티, 실버타운, 요양원, 노인병원, 가

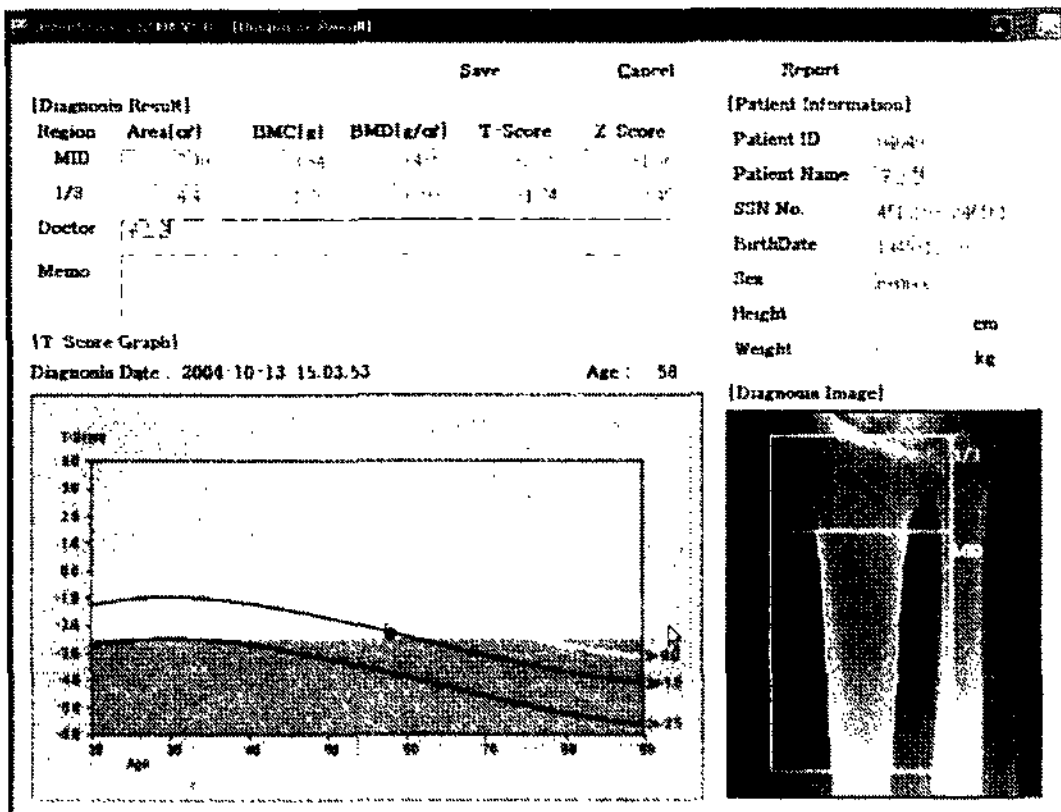


〈그림 3〉 ETRI 낙상폰

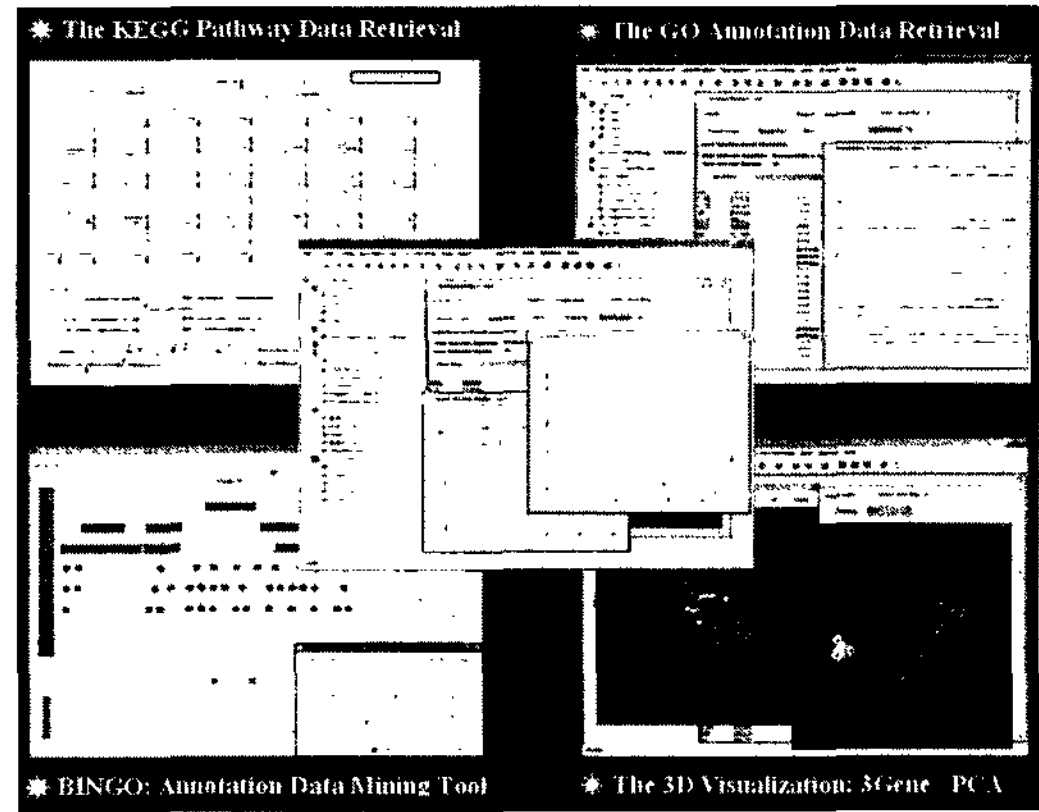
정(독거노인) 등에 적용되어 고령자에 대한 신속한 응급관리 서비스로 생명을 위협하는 상황에서 신속한 도움을 받을 수 있게 할 것이다.

### 3. 정보 분석 기술

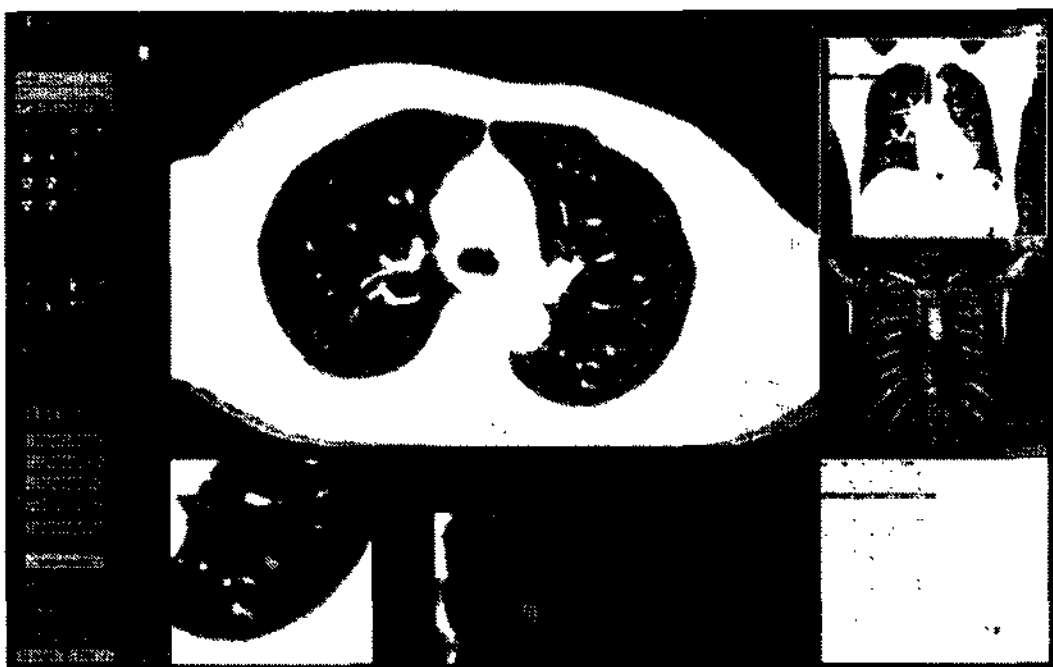
다양한 생체정보를 분석하는 기술은 의료, 생명과학 연구자들에게 매우 필요한 핵심기술이다. ETRI에서는 MRI, CT, x-선 등의 영상을 처리할 수 있는 원천 알고리즘을 개발하고 있다. ETRI에서 개발된 x-선 영상처리를 이용한 골밀도 측정 기술(그림 4)은 뼈의 x-선 영상에 나타난 미세구조를 컴퓨터로 분석하여 골다공증 진단에 필요한 중요한 정보를 의사에게 정량적으로 제시한다. 본 x-선 영상처리기술로 이제까지는 골다공증 진단을 위하여 고가의 골밀도 측정기를 사용했지만 매우 저렴하게 골다공증을 스크리닝할 수 있는 길이 열리게 되었다. 이렇게 컴퓨터가 자동으로 영상을 분석하는 컴퓨터도움진단기술은 진단의 정량화를 통하여 오진율을 획기적으로 줄이는 동시에 진단기기를 매우 고부가가치로 높일 수 있는 첨단 SW기술이다. 그림 5에서는 현재 병원에서 보편화되고 있는 CT영상을 분석SW를



〈그림 4〉 ETRI 골밀도측정 SW



〈그림 6〉 ETRI 유전자 칩 분석 SW



〈그림 5〉 ETRI 폐결절 자동추출 SW

통하여 자동으로 폐암 부위를 찾아내는 SW를 나타내고 있다. 의사의 육안으로 판별하기 어려운 결절크기 1mm 이하의 폐결절 부위를 자동으로 찾아냄으로써 진단의 정확성을 높이고 조기진단의 가능성을 높이고 있다.

이상 소개된 기술이외에도 미지의 유전자나 단백질의 기능을 알아내고 생체기작을 컴퓨터로 분석하고 예측할 수 있는 다양한 바이오인포매틱스 SW가 개발되었다(그림 6). 데이터 마이닝, 관리 기술 등의 IT접목으로 고부가가치의 유전자나 단백질의 정보를 추출하여 향후 개인맞춤형 의료서비스의 기반을 다지고 있다.

#### 4. 표준화 동향

의료서비스의 글로벌화를 위하여 다양한 디바이스, 장비 등의 디바이스와 시스템에서 획득될 수 있는 각종 생체정보들이 손쉽게 연결이 될 수 있는 표준화가 급선무이다.

세계적으로 진행되고 있는 표준화활동 현황으로서 CEN/ISO/IEEE 11073에서는 현재 집중진료기기(POC; Point of Care)에 대한 프로토콜, 네트워크에 대한 표준이 제정되어있으며, 추가 표준을 진행 중이다. 이에 관련된 표준화 그룹으로는 CEN TC251 WGIV 의료정보, ISO215 WG2 의료정보, IEEE 1073 의료기기 통신이 있다. 이러한 통합된 표준으로의 진행이 2003년부터 이루어졌으며, 그 이전에는 ISO TC215 'POCMDC', CEN TC251 'VITAL', IEEE 1073 'MIB', POC-CIC/NCCLS 'POCT1A', HL7, IEEE 'MEDIX'와 같은 그룹에서 헬스케어 관련 표준화가 진행되어져 왔다. 최근 주목받는 표준화 활동으로서는 인텔, 마쓰시다전기, 카이저, 모토롤라, 메드트로닉스, 오라클, 시스코 등 IT 업체 중심으로 CHA

(Continua Health Alliance)라는 컨소시엄이 구성되어 헬스케어 분야의 기술표준 제정과 함께 인증제품에 CHA 로고를 부착할 계획으로서 향후 헬스케어 시장을 공략할 예정이다.

표준화의 종류에는 임상검사정보시스템 개발과 같이 특정분야의 관심이 있는 전문가 집단이나 기업에서 개발의 편이를 위해 표준안을 개발하여 상호동의에 의해 사용하는 산업형 표준이 있다. 국내에서 의료영상저장관리시스템(PACS, Picture Archiving and Communication System)의 도입으로 그사용이 급격히 확산되고 있는 DICOM (Digital Image Communication in Medicine)은 미국방사선과학회와 관련기업이 공동으로 개발한 것으로 산업주도형 표준의 대표적인 사례로 볼 수 있으며 이는 현재 ISO와 협약을 맺어 국제표준으로 변환하는 단계에 있다. 국제전기기술위원회(IEC: International Electrical Commission)에서 진행 중인 u-헬스 기기 등의 표준화 관련 활동도 산업형 표준의 예가 된다.

정부주도형 표준은 미국의 보건의료예산관리처(CMS : Center for Medicare and Medicaid Services, 구 HCFA, Health Care Financing Administration)와 같은 정부기관에서 개발하여 보급하는 보험청구 및 개인 비밀정보보호 표준과 같은 경우를 의미한다. 국내에서는 기술표준원이 시행하는 한국형표준(KS)가 이의 대표적인 것이다.

사용자 동의형 표준은 정보사용자 및 산업 관련자들의 자발적인 참여에 의해 개발된 개방형 표준을 의미하며, 대부분의 보건의료정보 표준의 개발방식이다. 임상 의료정보의 교환을 위해 개발된 HL7(Health Level Seven)이 그 대표적인 사례라 할 수 있다. 국제표준기구

(ISO)도 이에 속한다.

아직은 융합기술이 초기 단계로서 적극적인 표준화 활동이 이루어지고 있지는 않지만 향후 다가올 의료관련 법제도의 정비, 시장개방 등에 따라 표준화 필요성은 매우 크다고 할 수 있다.

### III. 결 론

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.

우리나라의 강한 IT를 바탕으로 하는 유비쿼터스 라이프케어 시장을 활성화하기 위해서는 무엇보다도 의료서비스에 관련된 법, 제도의 개선이 필요하다는 것이 일반적인 시장의 의견이다. 아직 우리나라에서는 재택의료 등 서비스는 합법적인 비즈니스모델로 성장되지 않은 관계로 시장이 열려있지 않은 상태이지만 미국 등 선진국에서는 노령화 사회의 의료비 절감을 이유로 다양한 의료서비스를 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.

### 저자소개



박 선 희

1981년 2월 서울대학교 수학교육과 이학사  
 1986년 8월 텍사스주립대 (오스틴) 수학 석사  
 1989년 12월 텍사스주립대 (오스틴) 물리학 박사  
 1990년 1월-1994년 6월 Postdoc (텍사스주립대, ICTP in Italy, 서울대 이론물리센터)  
 1994년 7월-현재 한국전자통신연구원 BT융합기술연구부 부장

주 관심분야 : 바이오센서, 생체신호처리, 바이오인포매틱스

E-mail : shp@etri.re.kr

### 참고문헌

- [1] 김기일, 손종구, 박현우. “2005 미래유망 사업화 아이템 이슈분석, 바이오칩, 시장 견인요인 및 전략” 2005.
- [2] 구영덕, 권영일, 김민곤. “미래유망 사업화 아이템 이슈분석, 바이오센서, 시장성장 및 기술개발 방향” 2005
- [3] 한국보건산업진흥원. “바이오칩, 최근 기술이슈 및 시장동향” 2005.
- [4] 정병주. “유비쿼터스사회연구시리즈 제17호 - 유비쿼터스 사회의 의료, 보건 비즈니스 트렌드” 2006.
- [5] 한국전산원. “유비쿼터스 사회 새로운 희망과 도전” 2005.
- [6] 전황수. “ETRI 정책지원자료 - 국내외 u-Health 서비스시장 및 산업전망” 2006.
- [7] MindBranch Asia Pacific Co. Ltd. “u-health 시장현황 및 전망” 2005.