

IT융합 의료기기 기술

허 영(한국전기연구원)

I. 서론

의료기기산업은 인간 삶의 질 향상을 목표로 하는 다학제간(interdisciplinary) 기술로, 전기, 전자, 기계, 재료, 광학, 통계학 및 바이오와 의학 등이 융합되는 응용기술이다. IT·BT·NT 기술이 융합된 신개념의 첨단의료기기 산업은 세계의료 시장을 선도하는 미래 국가 성장동력 산업으로서 그 중요성이 크게 부각되고 있다. 웰스트리트 저널 및 스탠포드 연구소에서 발표한 미래 유망 투자분야에도 포함되어 있으며 최근 국내 대기업에서도 큰 관심을 갖고 투자계획을 제시하고 있다는 점 등이 이 산업의 중요성을 확대하고 있다.

세계 의료기기 시장규모는 2007년 1,948.4 억불로 추정되고 있으며, 이후 2011년까지 연평균 6.1%의 성장을 지속하여 2011년에는 시장규모가 2,473.5억불을 기록할 것으로 전망되고 있다. 세계시장 점유율은 미국, 일본, 유럽 등 선진국이 약 70%를 차지하고 있으며 선진국에서는 5% 정도의 성장률을 보이고 있고 개도국에서는 10%내외의 높은 성장률이 예상되고 있다.

지역별로는 2007년 미주 지역이 976.5억불(50.1%)로 가장 큰 시장규모를 형성하고 있고,

독일, 영국, 프랑스, 이탈리아 등 서유럽 지역이 496.4억불(25.5%), 한국, 중국, 일본 등 아시아/태평양 지역이 344.9억불(17.7%)을 기록하고 있으며, 지역별 세계 의료기기 시장의 성장 전망을 살펴보면, 동유럽 지역이 '07~'11년 기간 동안 연평균 11.2% 성장하여 시장이 가장 빠르게 확대될 것으로 전망되고 있으며, 중국, 인도, 베트남 등 산업화가 급속히 진행되고 있는 국가들이 속한 아시아/태평양 지역의 연평균 성장률이 7.2%로 그 다음으로 높을 것으로 전망되고 있다. 최근 세계 의료기기 시장에서 가장 눈에 띄는 국가는 단연 중국으로 2011년까지 연평균 11.9%의 고성장을 이룩하여 시장규모 비중이 2007년 1.9%에서 2011년 2.4%로 증가하고, 시장규모 순위도 2007년 8위에서 2011년 6위로 상승할 것으로 전망되고 있다.

국내 2007년 의료기기 생산액은 2조 2,169.7억 원으로 2006년 1조 9,491.6억 원 대비 13.7% 성장하였으며 특히 2001~2007년 기간 동안의 연평균 성장률도 10.9%를 기록하면서 높은 성장을 지속하고 있다. 2007년 의료기기 수입액은 2조 14.2억 원이며, 2001~2007년 기간 동안의 연평균 성장률은 수출보다 다소 높은

〈표 1〉 세계 의료기기 시장규모(2007~2011년)

(단위 : 억불)

구분	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	연평균 성장률 (07~12)
시장규모	1,968.2	2,087.5	2,215.6	2,353.3	2,501.3	2,660.7	6.2 %

자료 : Espicom, The World Medical Markets Forecasts to 2012, 2007

9.8%로 나타났으며 2007년 의료기기 수입은 2006년 대비 16.4% 증가하면서 2001년 이후 가장 높은 수입 증가율을 기록하였는데, MRI, CT등 고급 의료기기 수입증가로 무역수지 적자도 대폭 증가하여 2007년 1조 423.3억 원의 무역수지 적자를 기록하였다.

최근 5대 핵심전략 기술분야는 영상진단기기, 재활의료기기, 헬스케어 의료기기, 의료정보기기 및 한방의료기기 등으로서 기술적 측면으로는 신개념의 융합형 의료기기 개발을 위한 핵심원천기술 확보, 첨단 IT·BT·NT기술의 발달로 인해 의료기기의 응용범위가 확대됨에 따라 관련 기술의 융합화가 필요하며 융합을 통한 의료기기 산업의 역량강화가 요구 되고 있다. 정책·사회적 측면에서 볼 때 고령 사회의 가속화와 웰빙 트렌드의 확산으로 세계 의료기기 시장의 지속적이고 빠른 성장이 예상된다. <그림 1>에는 이상과 같은 전략제품의 미래 패러다임변화를 나타내었다. 결국 의료서비스상에 요구되는 다양한 정보

를 실시간으로 제공하기위한 기간의 융합화가 급속히 진행되고 있으며 이를 실천하기위한 핵심 기술이 바로 IT기술이라고 단언할 수 있다.

본고에서는 IT융합 의료기기의 기술동향을 살펴보고자 한다. 제 II 장에서는 첨단 의료기기 현황을 살펴보고, 지능형수술시스템을 포함한 융합형 치료기기를 제 III 장에서 살펴본다. 제IV장에서는 지능형 판독시스템의 기술동향을 알아보고 마지막으로 향후 기술트렌드에 대해 살펴보기로 한다.

II. IT융합 의료기기 기술현황

1. 의료영상기기 기술

1895년 독일 과학자 빌헬름 뢰트겐이 X-선을 발명한지 100년이 지나가고 있는 지금, 신체 내부를 한눈에 보면서 진단하고 치료하기위한



〈그림 1〉 의료기기 패러다임 변화

첨단 장비가 지속적으로 개발 되고 있다.

의료영상기기란 인체의 내외부에서 발생하는 여러가지 물리적 신호를 2차원 또는 3차원 영상으로 표현해주는 기기로서 엑스선촬영기, 초음파촬영기(Ultrasound:US), CT(Computed Tomography), MRI(Magnetic Resonance Imaging), 감마카메라, PET(Positron Emission Tomography), 내시경등이 해당한다.

비 침습적 기법으로 인체내 질병이나 이상유무를 진단/검사할 수 있어 의료기기 시장에서 큰 비중을 차지하고 그 중요성이 더욱 강조되고 있으며, 최근 의료영상 진단기기의 디지털화는 IT 기술의 발전과 맞물려 관련 기술 분야의 발전 속도를 가속시킬 뿐만아니라 관련 시장 규모를 확대시키고 있다.

특히 의료영상 진단기기는 전체 의료기기 시장의 70 % 이상을 점유하고 있을 뿐 만 아니라 기술의 독창성으로 일부기업이 전체 시장을 차지하고 있을 정도로 대표적인 첨단 고부가가치 산업이다. 의료영상진단기기는 IT:BT:NT 등 다양한 기술의 융합형 복합기술로 기존 기술로는 정확히 진단하기 힘든 인체기관, 조직, 세포, 분자구조, 기능, 대사, 성분등에 대한 정보를 정량적으로 영상화해 질병의 조기진단 치료에 필수적인 정보를 추출하고 해석하는 정도까지 이르렀다.

의료영상진단 장치중에서 가장 대표적인 CT는 초기 2차원 단층 촬영에서 3-4차원 칼라 영상시스템으로 급속히 발전을 이루었고 최근에는 몸속에서 움직이는 심장까지도 생생하게 보여줄 수 있는 수준까지 이르렀다. 더욱이 신체내 해부학적 정보외에도 기능정보를 제공하므로써 보다 조기 정확한 진단에 큰 도움을 주는 PET 장비가 복합된 PET-CT 장비가 이미 사용화 돼 많은

병원에서 사용되고 있는 것 처럼 최근에는 영상 진단장치들의 융합화가 급속히 이루어지고 있다. 이와 함께 PET 와 방사선 피폭이 없이 높은 해상도의 해부학적 영상정보를 제공하는 MRI를 융합한 PET-MRI 개발도 가속화 되고 있다.

PET 기술은 1970년초 CT 의 출현과 더불어 연구가 시작되었고 1975년에 처음으로 Washington 대학의 M.Phelps 와 Ter-Pogossian 박사 그리고 UCLA의 조장희 박사에 의해각각 개발 되었으며 그후 임상용 PET 인 ECAT II 개발로 본격적인 PET 시대를 열었다.

PET는 방사선 물질을 포도당이나 당·단백질 등에 섞어 주사한 뒤 그것이 인체 내에서 어떻게 임상학적으로 합성되는지를 관찰하는 것으로, 일반적으로 암 세포는 정상 세포보다 훨씬 성장이 빨라 영양분을 많이 소모한다. 암 세포가 영양분을 소비하면 양전자(positron)가 나오는데, PET는 이것을 감지해 영상으로 변화시킨다. 따라서 X선이나 CT, MRI와 달리 암이 자라기 이전 단계에서 진단이 가능하다.

2. 의료영상기술 트렌드

첨단 의료영상 진단기기는 고부가가치 창출이 가능하며 기술 경쟁력의 확보 시 세계 시장을 지속적으로 선점할 수 있는 산업으로, 우리나라는 미래 성장 산업으로 지정하여 국가 경쟁력을 향상시키기 위하여 노력하고 있으나 아직까지는 미국, 일본, 유럽 등의 의료 선진국에 대비하여 그 기술 수준이 낮은 실정이다. 현재 의료영상 진단기기의 주요 기술개발 추이는 조기 진단의 정밀화, 진단 치료의 일체화, 영상 융합의 정량화로 발전이 이루어지고 있으며, 우리나라가 의료 선진국과의 기술 격차를 극복하고 세계 시장에서

우위적 입지를 확보하기 위해서는 이러한 트렌드 분석을 통하여 기술 우위성을 가질 수 있는 방안을 모색하여야 한다.

가. 조기 진단의 정밀화

기존의 의료영상 진단기기는 인체 내 병변 또는 이상 부위의 해부학적 정보를 영상화하여 진단에 이용하였으나, 질병의 조기 진단 및 치료에 부적절한 기술적 문제점을 가지고 있어 고해상도의 진단 영상 또는 미세 분자 영상(Molecular Imaging)의 구현이 가능한 새로운 modality의 장비 개발에 대한 필요성이 대두되었다.

IT, NT 기술의 발전은 고 해상도의 영상 및 자동 진단이 가능한 디지털 X선 기술 및 고해상도 자기공명영상장치(MRI), 다채널 3D 기반의 고해상도 전산화단층촬영장치(CT) 등의 개발로 이어졌으며, 최근에는 고 해상도의 분자영상 진단기기의 개발을 통하여 환자의 유전적 소인에 따른 맞춤형 치료를 가능하게 하기 위한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 유전적 소인에 따른 맞춤형 치료는 인구 집단을 계층화함으로써 질병의 사전 예측 및 예방이 가능할 것으로 사료되어 미래 진단 영상 기술의 혁신적인 변화를 불러올 수 있을 것으로 예상된다.

나. 진단치료의 일체화

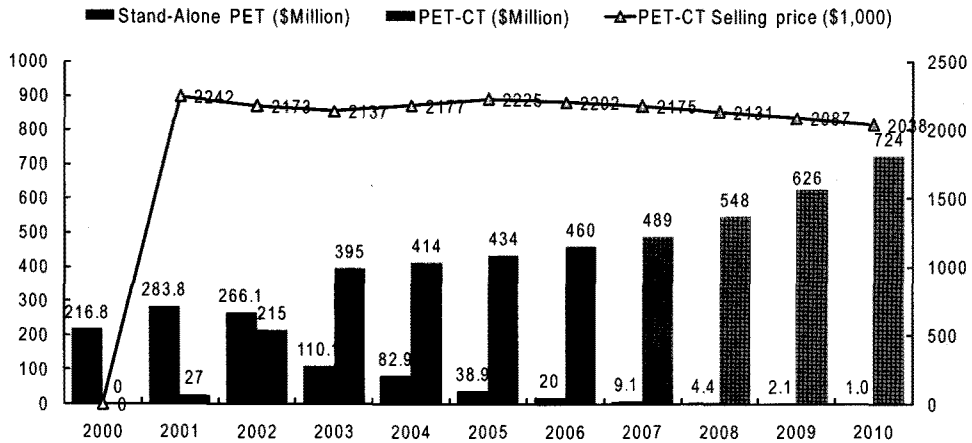
종래에는 임상의 질병 진단 및 치료시 진단 영역과 치료 영역이 분리되어 있었으나 최근 인체 내 질병 유무의 조기 진단과 치료가 동시에 가능한 기술 패러다임으로 변화되고 있으며, 사용자 입장에서의 다양한 기술 수요를 요구하고 있는 실정이다.

기존의 치료 방식은 외부적으로 나타나는 효과만으로 질병의 완치 여부를 판단함으로써 많은 문제점을 야기하였으나, 진단에 사용되는 영상 진단기기를 이용함으로써 질병의 치료 과정을 시각적으로 확인하여 객관적 판단이 가능할 뿐만 아니라 진단과 동시에 치료가 이루어짐으로써 정확하고 적절한 치료를 신속하게 수행할 수 있을 것으로 예상된다.

다. 영상 융합의 정량화

암과 같은 질병은 인체 내 기관 및 조직의 대사 정보를 영상화함으로써 확인이 가능하며, 대사 영상의 구현 시 조기 진단이 가능하기 때문에 감마카메라, 양전자방출단층촬영장치(PET)와 같은 진단기기의 개발이 이루어졌다. 하지만 대사 영상에 대한 구현 능력이 우수한데 비하여 그 해상도가 상당히 떨어지기 때문에 대사 영상의 획득 이후에 추가적으로 정확한 해부학적 위치를 확인하기 위한 프로세서를 필수적으로 요하는 문제점을 가지고 있다. 이러한 문제점을 해결하고자 해부학적 영상을 구현할 수 있는 진단기기와 대사 영상을 구현할 수 있는 진단기기가 융합되어진 융합형 영상 진단기기에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다.

<그림 2>에 나타난 미국에서의 PET, PET-CT 시장규모를 살펴보면, 2004년 현재 시장규모는 약 8억불이며 연평균 19%의 고속성장을 보이고 있다. PET의 시장은 매우 빠른 속도로 성장하여 왔지만 융합기기인 PET-CT가 도입되면서 단일기기로의 PET 시장은 거의 변화가 없는 대신 PET-CT는 급속히 성장하고 있다.



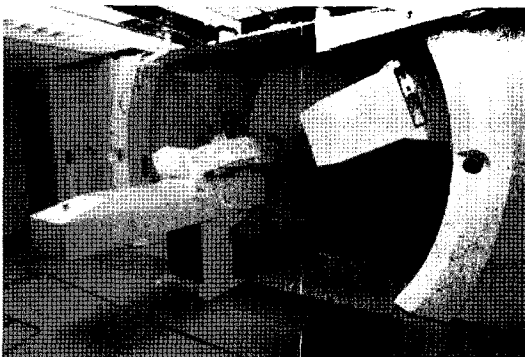
자료 : Frost-sullivan Report 2004

〈그림 2〉 PET 과 PET/CT 시스템 판매고 현황

III. 융합형 치료기기

1. 양성자 치료 시스템

방사선 치료에는 고에너지 X-선이나 감마선을 이용하는 경우가 많은데 이는 처음에는 방사선 강도가 강하지만 몸속으로 들어갈수록 서서히 약해져 체내 깊숙한 곳에 종양이 위치 할 때 방사선이 통과하는 부위의 정상 조직에 손상을 미치게 되는 단점이 있다.



〈그림 3〉 국립암센터의 양성자 치료장치

이에 대한 문제점을 해결해 주는 방사선 치료가 양성자 치료법으로 수소원자핵인 양성자를 원통형가속장치인 사이클로트론을 이용해 1초에 지구를 4.5바퀴 돌 수 있는 속도로 가속해 암세포에 충돌시켜 치료하는 방법이다. 양성자는 목표지점에 도달 할 때까지 거의 방사선을 방출하지 않다가 목표지점에 도달하면 운동에너지가 줄어들면서 방사선을 방출하는 특징이 있어 체내 특정 깊이에서 최대 방사선을 방출해 암세포를 파괴 한다.

2. 토모 테라피 시스템

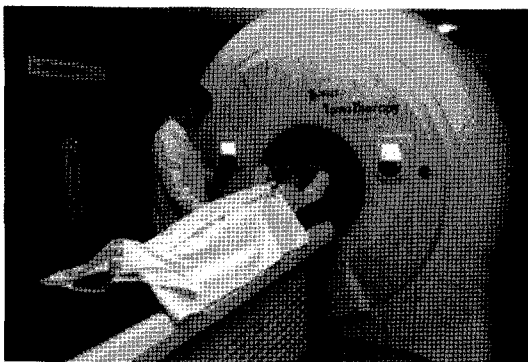
토모테라피는 기존 방사선 치료기기에 CT 기능이 포함된 것이다. 치료할때마다 CT 영상을 획득하면서 보다 정확한 부위에 방사선을 쏘여 치료한다.

최초 개발자는 미국 University of Wisconsin에 근무하고 있는 Dr. Thomas Rockwell Mackie 인데 방사선치료계획시스템(RTP; Radiation

Therapy Planning) 인 Pinnacle 이라는 장비를 최초로 개발 하기도 한 과학자이다.

토모테라피 장비는 고유명사가 되었는데 방사선이 환자에게 조사되는 방식이 독특해 슬라이스(SLICE) 치료라고도 불리며 대단히 정교한 세기조절 방사선조사 방법이면서 방사선치료 계획과 환자위치조정, 방사선 조사가 하나의 시스템으로 이루어져 있어 환자와 의사의 편의성을 크게 높였다. 기존 방사선 치료법은 시·공간적 차이로 방사선 치료효과가 떨어지는 단점이 있었으나 토모테라피는 3단계 과정을 한 장비에서 모두 시행할 수 있게 해 각 단계로 이동할 때 생길 수 있는 부정확성을 효과적으로 막아 치료 계획을 정확히 수행 할 수 있다.

초고압전위 컴퓨터 단층촬영(CT) 장치가 내장돼 있어 매번 방사선을 조사하기 직전에 영상을 찍어 치료부위와 일치 시키는 과정을 거치는데 이과정을 거쳐 계획된 이미지와 당일 촬영된 실제 표적 이미지를 서로 융합시켜 치료효과를 높이게 된다. 이런 특징들로 인해 토모테라피로 치료 할수 있는 질환의 범위는 종양이 불규칙하거나 병변이 큰 경우 등 그 범위가 상당히 넓어 신체 어느 부위에 있는 암이라도 치료 가능하다.



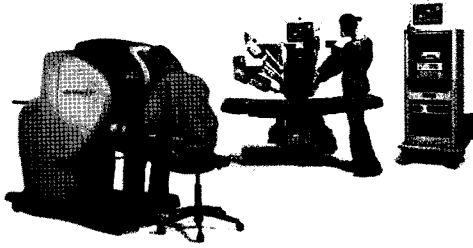
〈그림 4〉 토모테라피 치료시스템

3. 지능형수술시스템

로봇수술, 내시경 수술및 미세 현미경 수술로 특징되는 최소 침습수술 (MIS, Minimally Invasive Surgery)은 현대 의학이 지향하고 있는 기술이며 지능형수술실은 이를 위해 수술팀의 업무 흐름 및 다양한 수술방용 의료기의 통합제어를 통해 효과적이고 효율적인 수술을 보장하게 된다.

현대의 수술실에서 사용되는 각종 수술 기구, 모니터링 기기, 영상 장치, 정보 시스템은 개별적인 발전과 진보를 거듭하고 있으나, 개별기술의 발전이 통합되어 수술의 질 및 효율 향상에 기여할 수 있어야 하며, 둘째로 수술용 카메라, 수술용 내시경 및 현미경이 만들어 내는 동영상, C-Arm등이 수술 전,후에 만들어 내는 정지영상을 미래 비디오 기술의 표준으로 자리잡아가고 있는 HDTV 기술의 적용을 필요로 하고 있으며, 영상 진단 장비의 경우는 DICOM(Digital Imaging & Communication in Medicine) 표준 프로토콜로 제조사 및 기종의 변화에도 불구하고 PACS (Picture Archiving & Communication System) 로 통합되어 표준으로 자리를 잡아가고 있으나, 수술실의 경우는 아직 적용이 안 되고 있다. 수술 중의 Tele-conference, 수술에 관련된 각종 영상(동영상, 정지영상)의 기록, 모니터링 데이터 기록 목적의 Surgical PACS 장치의 개발 필요성도 함께 대두되고 있다.

한편, 최소 침습적 수술이 본격적으로 활용된 분야는 복강경 수술이 대표적이며 1990년대 중반에는 복강경 카메라 조정로봇(AESOP)이 개발되었으며 1990년대 말부터는 복강경 카메라 뿐 아니라 수술기구까지 조정되는 로봇들(Zeus / da Vinci)이 개발되어 실제 수술에 사용되고 있는데, 지속적으로 봉합 작업 등 정밀하고 복잡



〈그림 5〉 Intuitive Surgical 사 다빈치(Da Vinci) 시스템

한 조작을 실시할 수 있는 소형manipulator를 개발하고 촉감을 느낄 수 있는 기능 (Haptic feedback system)을 추가하고 의사의 움직임 및 환자의 움직임 등을 자동 보상해 주는 기능과 보다 작고 가벼운 시스템 및 경제적인 시스템 개발이 추진 되고 있다.

IV. 지능형 판독스테이션 및 통합정보처리시스템

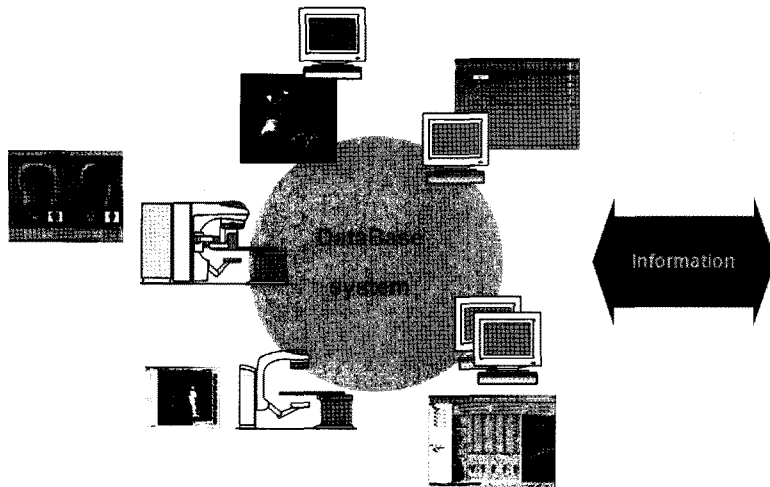
조기진단 및 정밀진단을 위한 영상검사 판독

과정의 효율과 신뢰도를 향상시켜주기 위한 솔루션으로서는 지능형 IT, 임상기술 및 의료영상 기술의 융합기술에 의한 암 검진, 폐질환, 심장질환 및 해부병리 판독보조 시스템과 지능형 판독스테이션-PACS 연동 진단지원 기술 등이 있다.

암 검진 판독보조 시스템은 통상 CAD(Computer Aided Diagnosis) 로 불리는 것으로서 유방암, CT 대장암, 간암등 조기 암 검진수요 급증에 대응할 수 있도록 촬영장치에서 획득된 영상으로부터 암의 조기병변의 특성을 지능적으로 검출하여 의사의 판독효율과 신뢰도를 높일 수 있게 된다. 숙련된 전문의와 유사한 수준의 민감도 95%를 갖도록 하며, 의사의 인지능력을 보완하여 종합적인 정확도를 높일 수 있게 된다.

통합영상정보시스템기술은 영상진단 플랫폼으로 자리잡은 PACS, HIS, OMR 및 지능형 판독스테이션을 연동하며, 영상요소 추출기술, 학습기반 지능형 영상조회 기술, 영상기반 참조영상 제공 기술 등을 포함하고 있다.

신기술 융합에 따른 Emerging Field로 GE, Siemens, Philips등이 투자를 시작하고 있으며,



〈그림 6〉 지능형 판독스테이션과 통합정보처리시스템

세계 4위 수준으로 발전된 국내 영상의학 분야의 의료경험과 지식, 그리고 발전된 의료영상 소프트웨어 기술력을 바탕으로 빠른시간 내에 세계 수위권에 진입이 가능할 것으로 판단된다.

V. 향후 기술 트렌드

미래에는 고품격 의료·복지 서비스 구현을 통하여 질병을 조기에 진단하고 동시에 치료하고, 노화나 장애로 인한 불편함을 최소화하여 인간의 행복한 삶을 최대한 영위할 수 있게 하는 양질의 의료복지 서비스가 크게 확장될 예정이다.

특히 로봇기술, 실감정보처리 등이 개발되어 원격 로봇 시술등이 실시간으로 이루어지고 섬세한 수술도 가능해 질 것이다. 또한 장애인과 노인에게 인공근육 및 HCI 기술의 발전으로 행동장애 극복이 단계적으로 이루어져 장애의 예방과 보완 및 퇴화된 신체기능 향상을 도모하게 되고 독립적인 일상생활 활동권(Activity of Daily Living)을 확보하게 되어 외부 환경 인지의 어려움이 단계적으로 극복될 것이다. 결국 융합화를 통한 첨단 의료기기 기술의 눈부신 발전으로 인간 삶의 질과 자립을 크게 향상시킬 수 있게 될 것이다.

VI. 결론

전 세계적으로 의료용 영상진단/치료 융합장비는 21세기 산업주도형 기술인 IT·BT·NT 기술 등의 융합기술과 더불어 발전할 수 있는 분야이며, 세계적인 독창적 융합기술로서 원천 및 기반 기술을 확보할 경우 기존 의료기기 산업에 있어

서 선진국에 대한 기술 종속을 극복할 수 있으며 향후 세계 의료기기 산업에서의 국제 경제력 확보 및 경쟁 우위 선점이 가능한 기술이다.

IT를 기본으로 NT, BT 등을 포함하는 첨단 기술 융합형 제품으로 기술 트렌드가 이미 진행되고 있으며 수술용 로봇이나 MEMS 기술등을 포함하는 신 의료기기 개발로 빠르게 변화해가고 있다.

첨단 융합형 의료기기를 다루는 첨단 의료 산업은 IT 산업의 첨단이자 기본이 되는 만큼 IT 경쟁력이 우수한 우리나라가 적극적으로 집중 육성해야 한다. 자원과 규모가 상대적으로 빈약한 우리나라는 전략적인 선택을 통해 집중적으로 한 분야에 제대로 투자해 세계 경쟁속에서 일등을 해야 한다. 한정된 자원을 모든 의료기기 분야에 분산 시켜서는 1등을 할 수가 없다. 경쟁력 있는 유망품목을 선정해 전주기적인 플랜으로 집중 투자하는 마스터 플랜을 수립해야 한다. 유망품목 선정을 위해서는 의료서비스 수요변화, 즉 시장수요와 사회환경 및 법제화등의 제도적인 변화를 읽어야 한다.

특히 최근 전자의료기기는 기술 융합화에 따른 고도의 복합 기술 집약 제품으로 발전하기 때문에 개별 중소기업이 모든 기술을 담당하는 체계로서는 세계적인 경쟁력을 확보할 수 없으므로 기반기술을 공유할 수 있어야 한다. 핵심 원천 기반 기술은 공유하고 각 기업은 제품화 기술 개발을 담당하는 전략이 필요하다.

한편 국내 종합병원의 임상수준은 세계적으로도 뒤떨어지지 않기 때문에 종합병원과 국내 제조기업과의 교류를 확대하기 위한 수단을 강구해야 한다. 마지막으로 의료기기는 고도의 신뢰성과 안정성을 반드시 확보할 수 있도록 현재의 모든 개발 시스템을 피드백 루프 시스템으로 개선

해야 할 것이다. 또한 융합형 제품에 대해 풍부한 임상데이터를 확보하여 객관적인 진단지표를 제공하는 임상 연구도 반드시 필수적으로 병행하여야 한다. 병원과 기업체 그리고 연구소등이 유기적이고 능동적으로 참여할 수 있는 공동 전문 연구플랫폼을 조직하여 전략제품개발을 위한 실천계획을 수립하고 집중하여 실천해 간다면 국내 이미 확보된 경쟁력 있는 관련 인프라 산업을 기반으로 21세기 첨단 의료기기 생산 강국을 달성 할 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] 전자의료기기산업발전전략, 한국전기연구원 2009.
- [2] 차세대의료기기산업발전전략, 지경부 2010.
- [3] 융합기술 종합발전 기본기획, 교육과학기술부, 과기부 외 2007.
- [4] 차세대의료기기 산업원천기술로드맵, 산업기술재단, 2009.
- [5] 2006 의료기기 산업기술로드맵 중간보고서, (재) 원주의료기기테크노밸리
- [6] 이충희, 정밀 핵의학 의료영상기술동향
- [7] <http://www.medicenter.org>

저자소개



허 영

1980년 한양대학교 (공학사)
 1985년 한양대학교 (공학석사)
 1995년 미국 텍사스주립대학교 (공학박사)
 2008년~현재 한국전기연구원 의료IT융합연구본부장
 2008년~2009년 차세대 의료기기 산업원천기술로드맵 위원장
 2009년 통합기술청사진(차세대의료기기) 위원장
 2009년~현재 식약청 평가위원회 및 자문위원
 2006년~2007년 의료산업 선진화위원회 전문위원
 2005년 미국 University of Washington (Seattle) Medical Center 방사선과 연수

주관심 분야 : 의료영상시스템 개발, 영상진단기기용 차세대 반도체 센서개발, 복합생체센서개발, 의료영상 신호처리등