

IT융복합 의료기기 기술 및 제품 동향

김명남*

1. 서 론

의료기기산업은 반도체, 정보통신기술 등의 기존 혁신 산업과의 활발한 융복합을 통하여 미래 핵심 신산업으로 부상하고 있다. 세계 의료기기 시장의 85%를 차지하는 미국, 유럽, 일본의 소득 증대 및 고령화 사회의 도래로 삶의 질에 대한 관심과 욕구 증대되고 있으며 신기술과의 융복합을 통해 질병극복에 새로운 패러다임이 제공되고 있어 IT융복합 의료기기 수요가 지속적으로 증가될 것으로 예상된다. 현재 의료기기는 융복합산업의 대표 기술로 최첨단 IT기술들을 접목하여 융복합해 가고 있으며 하드웨어분야에서 센서 및 스마트 디바이스기술 등을 소프트웨어분야에서는 영상화 및 정량적 분석기술 등을 적용하여 대표적인 융복합 기기로 진화하고 있다.

의료기기는 공학적인 요소기술들이 임상 의학과 융복합화하여 성능을 향상하고 새로운 응용분야를 창출 및 확대할 수 있는 대표적인 기술 집약형 제품이다. 특히 IT융복합 의료기기는 의료와 관련된 바이오 기술, 전자와 관련된 IT기술, 메카트로닉스 기술, 소재 기술 등이 복합적으로 연계

된 융복합 기술이 요구된다. 현재 의료기기분야에서 세계 15대 업체를 살펴보면 GE, Medtronic 등의 세계적인 IT기업이 많고 그 다음으로 메카트로닉스기업들이 많다는 점은 의료기기산업의 기반적 요소가 IT융복합에 있음을 보여준다. IT융복합 의료기기에는 치료기기, 진단기기, 고령친화/재활복지기기, IT헬스 등이 포함된다.

홈케어 시장의 확대, 스마트기기를 활용한 헬스케어시장의 등장 등으로 인해 IT융복합 의료기기 시장의 수요자의 요구와 의료서비스 시스템에 커다란 변화가 예상된다. 또한 스마트 헬스케어 기기 활용 및 원격의료 시행 등 의료서비스의 다양화로 비전문가에 의한 의료기기 사용이 증대됨에 따라 편리한 조작 및 디스플레이 등 사용자 인터페이스의 중요성도 강조되어 의료기기 산업 전반이 변화될 것으로 보인다. 따라서 IT분야에서의 국내기업의 시장창출 능력을 의료기기 부분에 접목한다면 새로운 기회를 확보할 수 있을 것이며 대학과 연구소에서도 이러한 사회적 및 기술적 변화에 따라 IT융복합 의료기기에 대한 관심과 협력이 필요하다. 따라서 본 기고에서는 IT융복합 관련 의료기기들의 최신 기술 및 제품에 대한 동향을 소개하고자 한다.

* 교신저자(Corresponding Author): 김명남, 주소: (41944) 대구광역시 중구 국채보상로 680, 경북대학교 의과대학 의공학교실 전화: 053)200-5266 FAX: 053)200-5264, E-mail: kimmn@knu.ac.kr

2. IT융복합 의료기기 기술 및 제품 동향

2.1 전자 치료기기

미국의 Medtronic사는 자기장에 취약해 하던 시스템을 보완하여 자기공명영상에도 문제가 없는 인공심장박동기인 페이스메이커를 개발하여 부정맥 환자들이 MRI 등과 같은 검사를 받음에도 지장을 주지 않는 제품을 출시하고 있다. 또한 Medtronic사는 파킨슨병을 치료하기 위하여 뇌의 심부에 미세한 전기자극을 흘려보내어 그 부위의 신경신호를 변형시켜 비정상적인 뇌 신호들을 근본적으로 차단시킴으로써 정상적인 동작과 기능들이 되돌아오게 하는 뇌 심부 전기자극기를 개발하여 전세계에 공급하고 있다.



그림 1. Medtronic사의 페이스메이커와 뇌심부전기 자극기

미국의 Cyberonics사는 인체내에 이식되어 주기적인 전기 신호를 발생하여 미주 신경을 자극하는 간질 치료용 미주신경 자극장치인 Vagus Nerve Stimulation (VNS)을 개발하여 전세계에 공급하고 있으며 이 장치는 장시간 사용 할수록 발작 억제 효과가 큰 것으로 나타나고 있다. Inspire Medical Systems사는 수면무호흡 및 코골이를 완화시킬 수 있는 이식형 신경자극기 (Implantable Neurostimulation Device)를 개발하고 있다. 이것은 혀와 관계된 신경에 전기 자극을 인가함으로써 혀가 기도를 막는 현상을 방지

하는 원리이다.

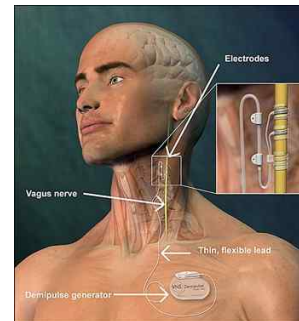


그림 2. Cyberonics사의 VNS



그림 3. Inspire Medical Systems사의 Implantable Neurostimulation Device

2.2 영상 진단기기

초음파 영상진단기기의 세계 선두 업체로는 GE, Philips, Siemens, Toshiba 등이 있으며 스마트 변환기에 대한 연구개발을 지속적으로 수행하고 있다. Philips, GE, Toshiba는 2D 어레이를 이용한 4D 초음파 시스템을 상용화하였다. Siemens는 정전 용량형 초음파 변환기(cMUT) 개발 회사인 Sensant사를 인수하여 cMUT 기반의 2D 어레이를 개발 중에 있다. 최근에는 유방암 진단용 초음파장비로 Flexible 3D Transducer를 이용한 Breast Ultrasound Scanner, Panoramic 3D 관련 기술 등의 신개념 연구가 진행되고 있으며 Siemens사에서는 Automatic Breast Volume

Scanner를 개발하여 소개하였다.

최근 일반의들이 쉽게 휴대할 수 있는 초소형 초음파영상 진단기기에 대한 수요가 크게 증가함에 따라 Hand held scanner, pocket scanner 등에 대한 기술 개발도 활발히 이루어지고 있다.



그림 4. GE헬스케어의 휴대형 초음파영상기기인 Vscan

최근 서로 다른 영상진단기기를 통합한 영상진단기기가 개발되어 출시되고 있다. 이러한 기기는 해부학적 및 분자학적 영상은 물론 대사기능 영상이 가능하며 공간 및 비용의 효율적 이용 및 진단의 정확성을 향상시킬 수 있는 장점을 가지고 있다. Siemens, GE, Philips사는 최적의 화질, 피폭효율 향상, 고속 스캔이 가능한 SPECT/CT, MR/PET, PET/CT 장비를 출시하였다.



그림 5. GE Healthcare사의 SPECT-CT

2.3 감각재활기기

2.3.1 디지털 보청기 분야

보청기와 관련된 세계 기술 및 연구 동향은 최근 스마트폰 등의 개인휴대장치와의 연동에 관한 연구개발도 진행되고 있다. Otovation사는 PDA를 이용한 자가청력검사기기를 개발하였으며 이는 PDA가 PC와 보청기 사이에 무선 통신을 중계하는 역할을 통해 청각능력의 측정을 수행하는 시스템으로 블루투스를 사용하여 대략 10 m 내외의 거리에서 데이터를 송수신 할 수 있으며, Starkey사와 Oticon사에서는 보청기 사이의 무선 통신 기술을 이용한 양이보청기를 상용화하였다. 또한 Starkey사와 Siemens사에서는 보청기와 멀티미디어기기 또는 휴대전화와 무선 통신을 이용하여 제어하는 기술을 상용화하고 있다.

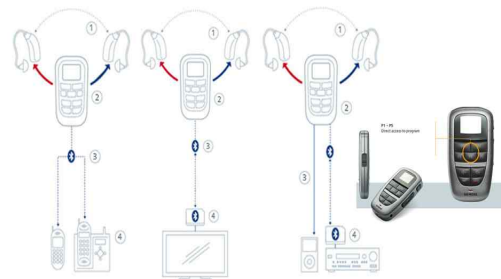


그림 6. Siemens의 Tek 무선 연결 기술

또한 미국의 EarLens사에서 EarLens Contact Hearing Device를 개발하고 있는데 이 제품은 귓바퀴 뒤쪽에 착용하는 음향수신기와 고막에 부착하는 구동부로 구성되어 있으며 외부의 소리를 음향수신기에서 광학신호로 변환하여 광섬유를 통하여 구동부에 전송하면 구동부의 광센서가 이를 수신하여 전송된 빛의 세기와 주파수에 따라 진동을 하게 되고 이때 부착된 고막이 같이 진동

하여 소리를 전달하는 가지고 있다.

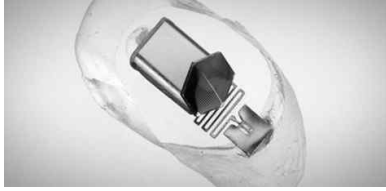


그림 7. EarLens사에서 EarLens Contact Hearing Device

국내의 경우 삼성전자에서 세계 최상위 수준의 디지털 보청기 Multi-core 기반의 DSP Core-chip을 개발하였으나 이에 대한 완제품 출시는 아직 이루어지지 않고 있다.

2.3.2 이식형 인공 시각 및 청각기기

이식형 인공중이의 경우에는 상용화된 초기제품이 출시되고 있으며 미국의 MED-EL와 호주의 Cochlear사에서 제품개발 및 출시를 하고 있다. MED-EL사에서 출시한 Vibrant Soundbridge는 부분 이식형 인공중이로서 전자기 방식의 플로팅 매스 진동체 기술을 채택하고 있으며 CE 및 FDA 승인을 받아 세계 최다 이식을 하였다. 호주의 Cochlear사는 이식형 인공중이인 Carina를 개발한 Otologics사를 인수하여 현재 개발 및 출시 중에 있다. Carina는 완전 이식형 인공중이로서 전자기 방식 고정 진동체 기술을 채택하고 있다.

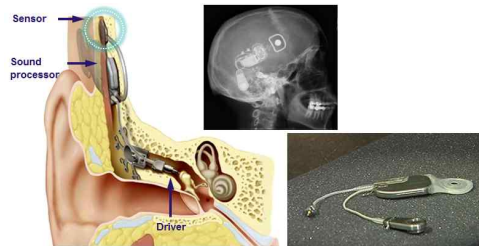


그림 8. Cochlear사의 완전 이식형 인공중이인 Carina

국내에서는 경북대학교에서 전자트랜스듀서 형태의 완전 이식형 인공중이를 연구개발하고 있으며 현재 정원창 구동방식 인공중이인 ACROSS V3.0까지 개발하였다.

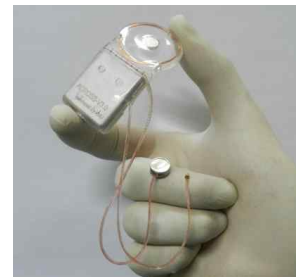


그림 9. 경북대학교의 정원창 구동방식 인공중이인 ACROSS V3.0

최근 Second Sight사의 아르구스 II 망막보철 시스템(Argus II Retinal Prosthesis System)이 FDA의 승인을 받았으며 이 제품은 진행성 색소 망막염(advanced retinitis pigmentosa)으로 인한 실명 환자들에게 적용될 수 있는 제품이다. 아르구스 II는 시력을 완전히 회복시키지는 못하지만 영상과 움직임을 포착하는 능력을 개선시켜 준다.

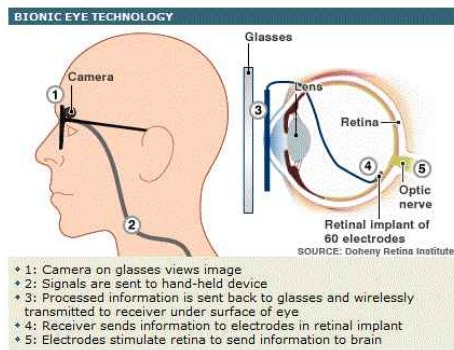


그림 10. Second Sight사의 Argus II Retinal Prosthesis System

Retina Implant AG사는 인공 구조물을 망막 속에 삽입하는 방식으로 마이크로 전자칩 형태의 망막 보철물을 개발하고 있다. 이 전자칩은 망막의 황반에 있는 중심와(fovea) 밑에 수술을 통해 삽입되며 망막의 온전한 신경세포를 자극함으로써 최소한 부분적으로 시력을 회복시켜 줄 수 있는 제품으로 아직까지는 임상시험상태이다.

2.4 헬스케어기기

2.4.1 웨어러블 생체측정기기

세계적으로 사용자의 편의성 및 감염을 줄이기 위해 기존 침습적인 측정 방식에서 비침습 또는 무구속/무자각 측정 방식으로 전환하는 생체계측 신기술이 연구되고 있으며 반도체 및 MEMS 기술을 활용하여 크기 및 소모 전력을 획기적으로 감소시키는 기술을 개발하고 있다. 현재 생체신호를 측정하여 인간의 건강상태 또는 행동 등을 분석하는 기기들도 많이 출시되고 있으며 이로부터 나아가 분석결과를 이용하여 시스템을 제어하는 기술로 발전되고 있다.

미국의 LifeScan사는 아이폰과 블루투스로 연동하여 자동으로 혈당수치를 기록 분석하는 혈당 측정기 VerioSync를 개발하였고 구글은 노바티스와 비침습적이고 연속적인 혈당측정이 가능한 smart lens를 공동으로 개발 중이며 이 제품은 눈물로부터 측정한 포도당 수치를 이용하여 당뇨 수치를 계산하고 이상이 발생하는 경우 렌즈에 삽입된 LED로 환자에게 알람을 전달할 수 있다.



그림 11. LifeScan사의 혈당측정기 VerioSync

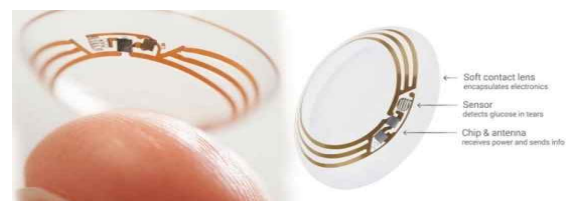


그림 12. 구글의 혈당측정 콘택트렌즈

Dexcom의 G4는 연속적으로 혈당 수치를 모니터링하는 인체 삽입형 디바이스이다 주사기와 유사한 장치로 혈당을 측정하는 센서를 피하 지방층에 삽입한 후, 5분마다 혈당을 측정하고 혈당측정 데이터를 외부의 장치에 무선으로 전송하여 사용자가 자신의 혈당수치 변화를 파악할 수 있는 기능을 가지고 있다.



그림 13. Dexcom의 G4

Corventis의 NUVANT MCT(Mobile Cardiac Telemetry)는 가슴 부위에 부착하여 심전도, 심박 수를 실시간으로 수집하는 무선 센서가 내장된 밴드 형태의 모니터링 센서기기로서 2010년에 FDA 승인을 받아 실제 환자를 대상으로 사용되고 있다. 또한, AliveCor사는 스마트폰에 부착하여 사용하는 심전도측정기를 개발하였다.



그림 14. Corventis사의 심전도측정기 PiX



그림 15. AliveCor사의 심전도측정기

Owletcare사의 Owlet Vitals Monitor는 유아용 웨어러블 디바이스로서 양말 모양의 디바이스를 아기의 발에 착용시키면 부착된 광센서를 이용해 맥박산소 측정법으로 유아의 심박 수, 혈중 산소 농도, 체온, 수면상태, 자세 등을 측정 후 스마트폰으로 모니터링할 수 있는 기능을 가지고 있다.



그림 16. Owletcare사의 Owlet Vitals Monitor

스위스 벤처기업인 Sensimed는 2010년에 녹내장 환자의 안압을 24시간 측정하는 콘택트렌즈 형태의 의료기기인 triggerfish를 개발하였다. 이 제품은 환자가 착용시 24시간 연속적으로 안압을 측정할 수 있기 때문에 녹내장 진행과 밀접한 관련이 있는 연속적인 안압 변화패턴을 제공할 수 있어 녹내장 진단에 매우 유용하다.

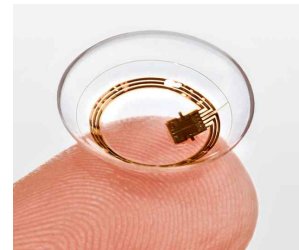


그림 17. Sensimed사의 triggerfish

삼성전자는 침대 매트리스 밑에 깔아두기만 하면 얼마나 숙면을 취하는지, 잠자는 사이에 몸 상태는 어떤지 등을 손쉽게 알 수 있는 사물인터넷(IoT) 기기 '슬립센스(SLEEPsense)'를 개발했다. 이 기기는 단순한 수면보조장치가 아니라 수면 상태에 따라 에어컨·TV·전등 등 다른 기기의 작동을 조절하는 기능도 포함돼 있는 것이 특징이다.

2.4.2 u-헬스케어 시스템

Microsoft사는 의료 IT시스템의 액세스 및 ID 관리툴을 제공하는 헬스케어 전문업체인 Sentillion사를 인수하고 모든 미국의 의료기록들을 디지털화 하겠다는 오바마 대통령의 의지에 따라 헬스케어 IT시장에 더욱 많은 투자를 진행하고 있다.

Sprint Nextel과 GE가 Texas 주 내에 6개의 병원에 헬스케어와 관련된 무선 네트워크, 서비스, 소프트웨어 및 인프라를 구축하는 수백만 달러의 계약에 성공하여 Sprint의 무선사업을 다각화하여 헬스케어 산업으로 진출하려하고 있다. 이는 Sprint의 무선 액세스와 GE의 환자 정보를 여러 의료기관에 전달하고 무선으로 환자를 모니터링하는 Carescape Enterprise Access를 묶어 Sprint의 모바일폰을 이용하는 솔루션이다.

국내에서도 건강과 관련된 IT융복합기술이 개발되고 있다. 분당서울대학교병원에서 개발한 맞춤형 혈당관리시스템은 환자가 가정에서 혈당을 체크해 혈당측정기를 거치대에 올려 놓으면 혈당 정보가 병원서버에 자동으로 전송된다. 데이터베이스에 저장되어 있는 환자의 병력과 현재 혈당 수치를 시뮬레이션하여 현재의 상태에 적합한 처방을 환자에게 보내주어 효과적인 건강관리를 도와준다. 의료시설에 직접 가지 않아도 되기 때문에 거동이 불편하신 분들에게 유용하게 사용될 것이다.



그림 18. 분당서울대학교병원에서 개발한 맞춤형 혈당관리시스템

한국전자통신연구원에서는 약 복용 스케줄 알림, 미복용, 과복용, 오복용 인식 기능 등을 제공하여 고령자나 기억력 장애를 가진 사람이나 만성질환자 노인들을 위한 약물 과다 복용을 방지하는 약 복용 관리시스템을 개발 중이다.

2.4.3 운동량 측정기기

개인의 일상생활에서 신체적 활동 및 환경정보를 센싱 및 트래킹하여 분석하고 웨어러블기기, 휴대기기(스마트폰, 태블릿) 등을 사용하여 측정 및 분석된 다양한 종류의 개인정보를 수치화하여 개인에게 알려주는 기기에 대한 연구와 제품출시가 활발하게 이루어지고 있다. 이는 센서, Internet of Things(IoT), 웨어러블 컴퓨팅 등 다양한 영역의 기술과 연계되어 있다. 운동량 측정기기로는 Apple Watch, Fitbit charger HR, Jawbone UP3, Nike+FuelBand, Misfit Flash, LG Life band touch 등이 현재 상용화되어 있다. Apple Watch는 심박 센서와 가속도 센서를 이용하여 사용자의 운동강도, 속도, 전체 칼로리 소모량 등을 계산하고, GPS를 통해 이동거리를 측정한다. Fitbit charger HR은 2015년 1월 CES에서 발표된 제품으로서 LED를 이용하여 심장이 뛸 때 변화하는 손목의 모세혈관 굵기 변화를 인식하여 실시간으로 심박 수를 분석한다. 심박수 분석을 통해 지방연소, 심폐강화운동, 근력운동 구간을 모니터링한다.



그림 19. Apple Watch와 Fitbit charger HR

2015년에 출시한 Jawbone UP3 제품은 피부조직과 혈류의 저항을 측정하는 생체 임피던스센서를 이용하여 심박 수와 호흡 속도를 측정하며 3축 가속도 센서를 이용하여 걸음 수와 이동거리 등 운동량 추적기능을 제공한다. 또한 생체 임피던스센서와 3축 가속도 센서를 사용하여 사용자의 수면상태를 깨어있음, 선잠, REM, 숙면 등 4 단계로 추적하는 고급 수면 모니터링 기능을 제공한다. 2013년에 출시된 Nike+ FuelBand는 운동량 측정과 관리에 특화된 손목밴드로서 3축 가속도 센서를 이용하여 걸음 수, 이동거리, 소비 칼로리 소모량 등을 측정한다. 운동량을 바 형태로 표시해주고, LED 디스플레이로 운동량 목표치와 현재 진행 상태를 표시해준다.



그림 20. Nike+FuelBand

Misfit Flash는 동전만한 크기의 웨어러블 디바이스로 3축 가속도 센서를 이용하여 소비 칼로리, 이동거리, 걸음 수 등 운동패턴과 하루 활동량을 계산한다. 또한, 수면 시 사용자의 움직임 분석하여 스마트폰 애플리케이션을 통해 수면시간 및 숙면여부를 알려준다. 2014 CES에서 발표된 LG Life band touch는 사용자의 움직임을 감지해 걸음 수, 이동거리, 칼로리 소모량을 계산해 준다. 함께 공개한 이어폰은 광학센서 기술로 귀에 흐르는 혈류량을 측정하여 심박동을 분석해준다.



그림 21. Misfit Flash

아디다스사의 MyCoach sports bra는 착용형 심박 검출 단말을 통해 운동 시 운동량과 심박 수를 검출하는 심장박동 모니터 브라이다. 심박 모니터링 후 운동 중 소모된 칼로리를 파악하고 목표 성과와 비교, 분석하는 개인맞춤형 트레이닝 시스템을 통해 음성으로 운동 페이스를 조절해주는 기능이 있다.



그림 22. 아디다스사의 MyCoach sports bra

3. 결 론

지금까지 IT융복합 관련 의료기기들의 최신 기술 및 제품에 대한 동향을 전자치료기기, 영상진단기기, 감각재활기기, 헬스케어기기로 나누어 소개하였다. 본고에서 소개한 것 이외에도 많은 기술 및 제품들이 전 세계적으로 도출되고 있다.

미래 의료기기산업은 고령화 및 정보화 등의 사회 환경에 따른 의료서비스 수요에 따라 변화

해 갈 것으로 예상된다. 최근 IT 분야의 비약적인 기술발전은 향후 의료기기산업에 큰 영향을 미칠 것으로 예견되며 영상진단기, 생체신호진단기, 치료기기, 재활복지기기, 인공장기, 의료정보시스템 등을 중심으로 IT기술 융복합이 활발히 이루어질 것으로 보인다. 따라서 세계적 수준에 있는 국내 IT기술을 접목한 의료기기에 주목할 필요가 있으며 저침습화, 소형화, 정보화, 저비용화 방향으로 기술개발을 해야 한다. 의료기기관련 새로운 개념의 융복합기술도 개발되어야 하며 이러한 융복합기술을 활용한 미래형 진단 및 치료기기에 대한 신기술 개발을 통하여 현재 선진국에 비해 낙후된 의료기기의 기반기술을 국제적 수준으로 높일 수 있다. 국내 모바일 헬스케어 시장은 의료기관 중심의 제한적 시장 등 환경적 요인과 법/제도 미비 및 이해관계자관 마찰로 활성화에 제약이 있었으나 치료에서 예방으로 의료서비스의 패러다임이 변화하고 있으며 전 국민이 일상생활에서 스마트폰을 활용하고 있어 모바일을 통한 건강관리 서비스분야에 성장이 전망된다. 국내외 주요 IT기업들도 모바일 헬스케어 미래 핵심 사업으로 선정하고 이에 대한 기술개발 및 지적재산권 확보에 노력하고 있다. 모바일 헬스케어 시장을 향한 경쟁은 이미 시작되었다. 국내 헬스케어산업의 발전을 위해서는 기업들은 주변 기술 개발에만 머물지 말고 원천기술을 확보해야 하며 대기업이 헬스케어 시장에 적극 뛰어들어 산업 분야에 대한 파이를 키우는 것이 장기적인 관점에서 필요하다고 생각된다. 따라서 향후 새로운 사업 영역의 확대가 필요한 IT분야 대기업들의 헬스케어 진출은 점점 가속화될 것으로 예견된다. 모바일 헬스케어 분야는 우리나라가 보유하고 있는 최고 수준의 IT기술을 활용할 수 있는 최적의 산업이다. 따라서 이러한 국내의

기반능력을 활용하여 세계시장에 진출할 수 있는 제품을 개발할 수 있는 전략이 요구된다.

정부에서도 IT융복합 의료기기산업 활성화와 글로벌 시장 선점을 위해 의료기기산업 분야의 기존 제품에 센서, IoT 등 스마트 기술을 접목하도록 기술개발을 지원해 새로운 부가가치를 창출하고 IT기반 제조 기업이 IT융복합 의료기기 기업으로 사업영역을 확대하도록 유도할 필요가 있다. 또한 신시장 창출 및 판로 개척을 위해 개발 초기제품을 시장 파급력이 큰 공공의료분야에 적용할 수 있도록 시범사업을 통하여 사업화를 지원함으로써 대규모 초기시장을 창출하여 국내기업들의 기술 경쟁력을 향상시켜야 한다. 이러한 정부와 민간의 연계 강화를 통하여 미래 신성장동력으로 글로벌 시장을 선도할 수 있는 수준으로 IT융복합 의료기기 기술을 육성해나간다면 대한민국의 미래 먹거리 산업이 될 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

- [1] 한국산업기술진흥원, 산업기술로드맵 (신산업 차세대의료기기), 2012.
- [2] 한국보건산업진흥원, 2013 보건산업백서
- [3] 한국보건산업진흥원, 2013년 의료기기산업분석 보고서
- [4] <https://www.myvessyl.com/>
- [5] <https://www.hapi.com/>
- [6] <https://www.fitbit.com/aria>
- [7] <http://www.apple.com/watch/technology/>
- [8] <https://www.fitbit.com/kr/chargehr>
- [9] <https://jawbone.com/store/buy/up3>
- [10] http://www.nike.com/us/en_us/c/nikeplus-fuel

- [11] <http://misfit.com/products/flash>
- [12] <http://www.lg.com/us/cell-phone-accessories/lg-FB84-BM-activity-tracker>
- [13] <https://www.owletcare.com/>
- [14] <http://edition.cnn.com/2013/12/04/tech/innovation/microsoft-smart-bra/>
- [15] <http://www.sensimed.ch/en/sensimed-triggerfish/sensimed-triggerfish.html>
- [16] <http://techcrunch.com/2014/01/16/google-shows-off-smart-contact-lens-that-lets-diabetics-measure-their-glucose-levels/>
- [17] <http://www.corventis.com/products/nuvant-mct/how-it-works/>
- [18] <http://www.dexcom.com/dexcom-g4-platinum-share>
- [19] <https://www.thalnic.com/myo/>



김 명 남

- 1988년 2월 경북대학교 전자공학과 (공학사)
 - 1990년 2월 경북대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
 - 1995년 2월 경북대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)
 - 1996년~현재 경북대학교 의학전문대학원 의공학교실
주임교수
 - 관심분야 : 생체신호처리시스템, 의학영상처리
-
-