

융합연구리뷰

Convergence Research Review



기후변화 대응, 이산화탄소 포집을 넘어 저장으로
이산화탄소 지중저장

-

기술의 융합을 넘어 감성과 기술의 융합
스마트 케어

-

EMERGING TECHNOLOGY를 넘어 시장혁신 제품으로 거듭나다
가상현실 동향

목차

융합연구리뷰 | Convergence Research Review
2016 March vol.2 no.3

03 편집자주

기후변화 대응, 이산화탄소 포집을 넘어 저장으로

04 (리뷰) 이산화탄소 지중저장

기술의 융합을 넘어 감성과 기술의 융합

28 (리뷰) 스마트 케어

Emerging Technology를 넘어 시장혁신 제품으로 거듭나다

70 (위클리팁) 가상·증강현실 기술 동향

84 (위클리팁) 가상현실 기술시장 및 투자 동향



융합연구정책센터

Convergence Research Policy Center

발행일 2016년 3월 7일

발행인 하성도

발행처 한국과학기술연구원 융합연구정책센터
02792 서울특별시 성북구 화랑로 14길 5
tel. 02-958-4984 | <http://crpc.kist.re.kr>

편집 (주)디자인플로림 tel. 051-202-9201



| 편집자주 |

기후변화 대응, 이산화탄소 포집을 넘어 저장으로 이산화탄소 지중저장

1997년 교토의정서(COP3)가 채택된 이후 인류는 지구 온난화의 속도를 줄이기 위하여 산업화에 따른 온실가스 배출량 감축을 위한 노력을 수행하여 왔으나, 지구 온난화의 속도를 줄이는 데에는 역부족이었다. 이에 2020년 만료 예정인 교토의정서 이후의 새로운 기후변화 대응체제 수립을 위해 작년 12월 파리에서는 195개국 장관들이 참가한 UN기후변화협약(COP21)이 열려, 기온상승을 1.5°C로 제한하고 2020년부터 선진국은 1,000억달러의 자금을 개발도상국의 기후변화 대처사업에 제공하고, 2050년까지 지구촌 온실가스 배출량을 "0"으로 하는 것을 목표로 하는 최종 합의문을 발표하였다. 이 과정에서 온실가스 배출량 세계 7위인 우리나라는 2030년까지 온실가스 배출전망치(BAU) 대비 37%를 줄이겠다는 방안을 제시하였기 때문에 앞으로 철강, 석유화학 등 제조산업의 타격은 불가피할 것으로 예상된다. 그렇기 때문에 산업의 경쟁력은 유지하면서 온실가스의 주범인 이산화탄소 배출량을 줄이기 위한 이산화탄소의 포집 및 저장에 대한 연구가 전세계적으로 활발히 이루어지고 있다.

이에 본 호의 1부에서는 이산화탄소의 저장 방법으로 현재 실용화 연구가 활발히 이루어지고 있는 이산화탄소 지중저장 관련 연구를 중심으로 그 연구 현황과 방향 등을 알아봄으로써, 향후 기후변화 대응을 위한 융합연구의 활용 방안을 모색해 보고자 한다.

기술의 융합을 넘어 감성과 기술의 융합 스마트 케어 기기

지난 세기부터 시작된 융합의 흐름은 2000년대 초 NBIC(NT, BT, IT, CS) 중심의 기술 융합을 중심으로 이어졌다. 이제는 기술적 융합을 넘어 인문과 철학, 디자인 등이 기술과의 융합이 이루어지는 시대에 접어들고 있다. 특히 제품을 개발하는 과정에 있어서 기술 중심이 아닌 디자인을 중심으로 기술 구현 방법을 모색하거나 그 둘의 접점을 찾는 연구, 기술과 감성간의 연결고리를 찾는 연구 등이 이러한 흐름을 반영하고 있다고 볼 수 있다.

이에 본 호의 2부에서는 차세대 성장동력이라 각광받고 있는 스마트 케어 기기 개발 과정에서 감성과 디자인, 기술의 융합이 어떤 식으로 이루어지고 있으며, 성공적인 스마트 케어 기기 개발 과정에서 융합연구의 역할에 대해 소개하고자 한다. 이를 통해 향후 스마트 케어 기기 시장을 선도해 가는 차세대 융합연구가 활발히 이루어지기를 기대해 본다.

Emerging Technology를 넘어 시장혁신으로 제품으로 거듭나다 가상현실 동향

지난 2월 바르셀로나에서 열린 MWC 2016에서의 최대 화두로 떠오른 기술은 바로 가상현실(VR)이었다. 불과 2, 3년 전까지만 하더라도 혁신기술로서만 언급되던 기술이었던 VR이 이제는 IT업계의 미래 먹거리로 조명받고 있다. 실제로 삼성, LG를 비롯한 전세계 각국의 업체들이 VR 전용 기기 및 콘텐츠를 들고 이번 전시회에 참가하여 많은 사람들의 관심과 시선을 모으기도 하였다.

이에 이번 호의 3부에서는 향후 IT 산업의 차세대 먹거리라 불리는 VR의 기술개발 동향 및 시장현황을 간략히 살펴봄으로써, VR 관련 융합연구가 활발히 이루어질 수 있기를 기대해 본다.

이산화탄소 지중저장과 환경위해성 관리기술

☞ 고려대학교 지구환경과학과 윤성택 (styun@korea.ac.kr)



1. 서론: 지구온난화와 온실가스 감축

지구온난화(Global warming)는 지구촌에서 가장 중요한 환경문제로 인식되고 있으며, 오늘날 지구촌의 화두는 ‘온실가스 감축’에 쏠려있다. 최근 수십 년 간의 급격한 산업화로 인하여 대기 중 온실가스 농도가 급격히 증가하였으며, 지구촌 곳곳에서 이상기후 현상이 가속화되었다. 2014년 세계 평균 지표기온은 1981-2010년에 대비하여 0.29°C 상승하였고, 2013년에는 대기 이산화탄소 농도가 처음 400ppm을 넘어섰다. 국제에너지기구(IEA)에 의하면, 2040년 전세계 이산화탄소 배출량은 44.1G톤CO₂에 이르러 2013년 대비 38% 증가할 것으로 전망되고 있다. 이러한 현실에서 국제사회에서는 지구온도 상승을 2050년까지 2°C 이내로 억제하기 위한 구체적인 온실가스 저감대책을 활발히 논의하여왔다. 2010년 전세계 탄소시장의 규모는 1,419억달러에 도달하였고, 유럽연합에서는 2005년부터 발전업종을 중심으로 배출권거래제가 본격 운용되고 있다. 우리나라에서는 2012년 5월 “온실가스 배출권 할당 및 거래에 관한 법률안”이 통과되어 배출권거래제가 시행되고 있다.

2015년 12월 제21차 파리 유엔기후변화협약 당사국총회(COP21)에서는 2020년 이후를 대비한 ‘신기후변화체제’를 선포하고, 선진·개도국을 막

론한 모든 당사국들이 참여하여 지구 평균기온 상승을 산업화 이전 대비 2°C 이하(450 시나리오)로 억제(1.5°C까지 제한하는 노력을 병행)하기 위해 지구촌 공조와 협력을 촉구하는 파리협정을 채택하였다. 196개국 당사국 중 184개국이 자발적 온실가스 감축방안(INDC)을 제출하였으며, 우리나라에서도 2030년 BAU 대비 37% 감축 목표(국내 감축 25.7%, 국제시장 활용 온실가스 감축 11.3%)를 제출하였다. 지구 평균온도 2°C 상승을 억제하기 위해서는 산업화 이후 이산화탄소의 누적배출량을 2,900G톤CO₂ 이내로 제한할 필요가 있으며², 따라서 현재까지 이미 1,900G톤CO₂를 배출하였으므로 앞으로는 1,000G톤CO₂만 배출 가능하다는 평가이다.

IEA의 ‘New Energy Outlook 2015’ 보고서에서는 ‘온실가스 감축이 세계적 이슈로 부각하면서 2030년까지 에너지 시장에 총 12조 3000억 달러 규모의 투자가 이뤄질 것’으로 예상하였고, ‘특히 전체 에너지 소비량 중 신재생에너지 비중이 갈수록 증가하여 세계 신재생에너지 발전 설비 규모가 2012년 5,584GW에서 2040년 1만 4,156GW로 확대되고, 약 8조 달러가 신재생에너지 분야에 투입될 것’으로 전망하였다³. 그럼에도 불구하고, 저렴하고 안전하고 안정적으로

전력공급이 가능한 석탄화력을 포기할 수 없는 것이 우리나라를 포함한 많은 국가가 처한 현실이며, 따라서 2℃ 목표를 달성하기 위해서는 본질적으로 새로운 모든 전력발전에서는 이산화탄소 무배출(zero emission)을 달성해야 함을 의미한다. 이러한 상황에서 석탄화력 등 대량 배출원으로부터 이산화탄소 배출을 대규모로 감축할 수 있는 가장 실효성 있는 기술로서 '이산화탄소 포집 및 저장(Carbon Dioxide Capture and Storage; CCS)' 기술의 역할과 중요성이 부각되었다. CCS는 친환경적 화석에너지 사용에 있어 새로운 생명을 불어넣을 신기술로 평가된다.

CCS기술은 화력발전소, 제철소, 시멘트 공장 등 화석연료를 대량으로 사용하는 이산화탄소 대량 배출원에서 발생하는 이산화탄소를 흡수제, 흡착제, 분리막, 순산소연소 등을 이용하여 포집(capture)한 후, 포집된 이산화탄소를 압축 및 수송(transportation)하여 염대수층, 고갈된 석유 및 가스전 등의 지중에 안정적으로 저장(storage; 장기 모니터링 및 환경영향평가 포함)하는 일련의 종합기술이다(그림 1). 최근에는 CCS 외에도 화학소재 및 연료화 등 유용한 물질로 전환(utilization)하여 재이용하는 활용기술도 검토되고 있으나, 경제성 확보 측면에서 아직 많은 개선이 요구되고 있으며, 대용량 이산화탄소의 처리에 의한 감축효과는 기대하기 어려운 현실이다. 그렇기 때문에, CCS는 화석에너지 기반의 산

업구조를 유지하면서도 범지구적 기후변화에 효과적으로 대응할 수 있는 핵심기술로 인정되고 있다. 즉, 화석연료의 이용에 따른 환경 부하를 최소화하면서 지속가능한 경제성장을 동시에 달성하기 위한 유일한 방안으로 간주되고 있다.

본 리뷰에서는 CCS의 마지막 단계인 이산화탄소의 지중저장 원리와 환경 위해성에 대해 알아보고, 기술적 난제를 극복하기 위한 연구개발 동향에 대하여 살펴보고자 한다.

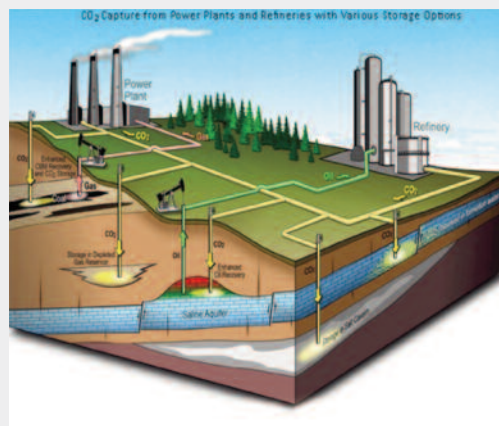


그림 1. 포집-수송-저장의 통합기술로 구성되는 CCS기술의 개념
(출처: Alberta Geological Survey)

1) 이산화탄소 농도 450ppm이하 유지 시나리오

2. 온실가스 감축을 위한 핵심기술로서의 CCS의 국제동향

2.1. CCS 도입의 필요성

파리협정은 특히 그동안 세계 발전시장을 이끌어 왔던 화력, 원자력 등의 쇠퇴와 함께 특히 화석연료시대의 종말을 예고하고 있다. 궁극적으로 지구촌의 미래는 저탄소 신재생에너지 사회로 구현되어야 한다. 그러나 신재생에너지기술은 기술 완성도 및 경제성 확보의 문제로 인해 원자력처럼 상용화되기까지는 상당히 긴 시간이 소요될 것으로 전망되고 있으며, 따라서 적어도 향후 수십 년 동안 화석에너지는 인류의 주요 에너지원으로서 지속 사용될 것으로 예상되고 있다. 즉, COP21에서 합의된 기후변화행동에 따라 전 세계가 2°C 목표 달성을 위해 강력한 저탄소 에너지시스템으로 급격히 전환하는 경우(450 시나리오)에도 2040년 총 에너지 수요 전망치(15,197Mtoe)와 총 전력수요 전망치(33,910TWh) 중 화석연료가 차지하는 비중은 각각 60%와 30%(이 중 석탄은 각각 16.4%와 12.1%를 담당)로서, 전체 에너지원에서 화석연료가 차지하는 비중은 여전히 높을 것으로 전망된다(그림 2 참조).

IEA에 의하면, 실제로 전 세계 에너지와 전력 수요가 증가하여 석탄 사용량이 증가하면서 이산화탄소 배출량은 당분간 지속적으로 증가할 것으로 전망되고 있다. 전 세계 에너지 및 온실가스 감축과 관련한 현재까지의 정책이 지속된다면, 2040년 에너지 수요는 19,588Mtoe로서 2013년 대비 45% 증가, 그리고 전력 수요는 43,120TWh로서 85% 증가할 것으로 예측되며, 화석연료 의존도도 급격히 증가할 것으로 전망되었다⁴. 특히, 석탄이 차지하는 비중은 여전히 높을 것으로 예측되었는데, 에너지 수요에서는 2040년 5,618Mtoe로서 2013년 대비 43% 증가하고, 전력 수요에서는 2040년 16,534TWh를 차지하여 2013년 대비 무려 72% 증가할 것으로 예측되었다.

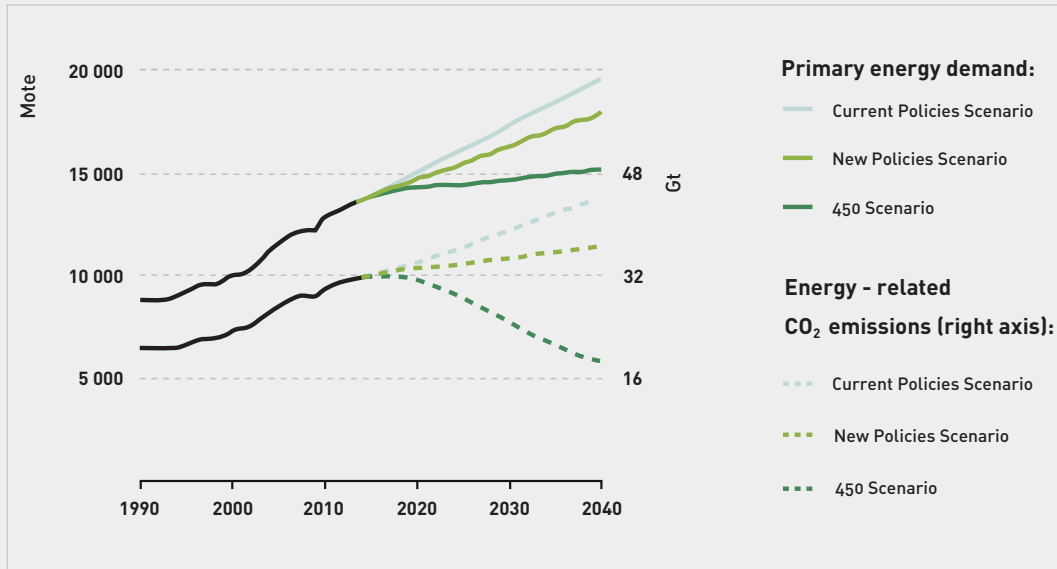


그림 2. 이산화탄소 감축 시나리오별 세계 에너지 수요 및 이산화탄소 배출 전망⁴

또한, IEA 보고서 “CO2 Emission from Fuel Combustion Highlights 2015”에 의하면, 2013년 화석연료로부터의 전 세계 이산화탄소 배출량은 32.0G톤CO₂며(2040년 예측 배출량은 44.1 G톤CO₂), 이 중 석탄 사용에 의한 배출량이 14.8G톤CO₂로서 여전히 절반 가량을 차지하고 있고 그 양도 증가하는 추세이다. 2013년 화석연료별 이산화탄소 배출량의 점유율은 석탄(46.3%) > 석유(33.8%) > 천연가스(19.9%)의 순서이다. 분야별 이산화탄소 배출량(2013년)을 보면, 전력 및 열(42.4%) > 산업 공정(24.0%) > 운송(22.9%) > 기타(15.7%)의 순이며, 특히 2040년 석탄에 의한 이산화탄소 배출량은 20.2G톤CO₂로서 2013년 대비 36% 증가할 것으로 예상된다. 한편, COP21에서 제

시된 강력한 저탄소 에너지시스템 전환 시나리오(450 시나리오)를 충족하기 위해서는 2040년 총 이산화탄소 배출량은 18.8G톤CO₂로 2013년 대비 41.3% 감축, 그리고 석탄에 의한 배출량은 4.6G톤CO₂로 2013년 대비 69% 감축이 필요한 것으로 제안되었다(그림 2).

이상의 자료에서 살펴본 바와 같이, 온실가스 배출저감의 가장 중요한 핵심은 화석연료 사용, 특히 발전 분야의 석탄 사용을 관리하는데 있음이 자명하다. 석탄발전에서 배출되는 이산화탄소를 획기적으로 감축할 수 있는 유일한 수단이 CCS기술이다. 2013년 IEA의 분석에서는 CCS는 글로벌 이산화탄소 감축에 가장 중요한 역할을 하는 단일 기술로서 2050년 총

감축량 42G톤CO₂ 중 17%인 약 7G톤CO₂(약 17%)를 CCS 기술이 담당할 것으로 전망하고, 발전부문 뿐만 아니라 산업부문에서도 CCS 기술이 적극적으로 도입될 경우 2050년 2℃ 목표의 달성이 가능할 것이라고 예상하였다. 한편, 최근 Global CCS Institute(GCCSI)에서는 2℃ 목표 달성에 필요한 여러 수단별 감축 기여량과 비중을 분석하였는데, 그 결과를 보면 CCS의 감축 기여율은 13%를 차지할 것으로 예

측하였다(그림 3). 전문조사기관인 비전게인(Visiongain)은 CCS 시장의 규모에 대하여 2024년까지 연평균 성장률 4.8%, 누적시장 규모 약 100조원에 이를 것으로 평가하였으며, WEO는 2012년 보고서에서 CCS시장은 2020-2050년 기간 동안 탄소규제 등으로 인하여 본격적인 시장이 형성될 것이고, 2050년에는 누적 투자비가 약 3,100조원에 이를 것으로 전망하였다⁶.

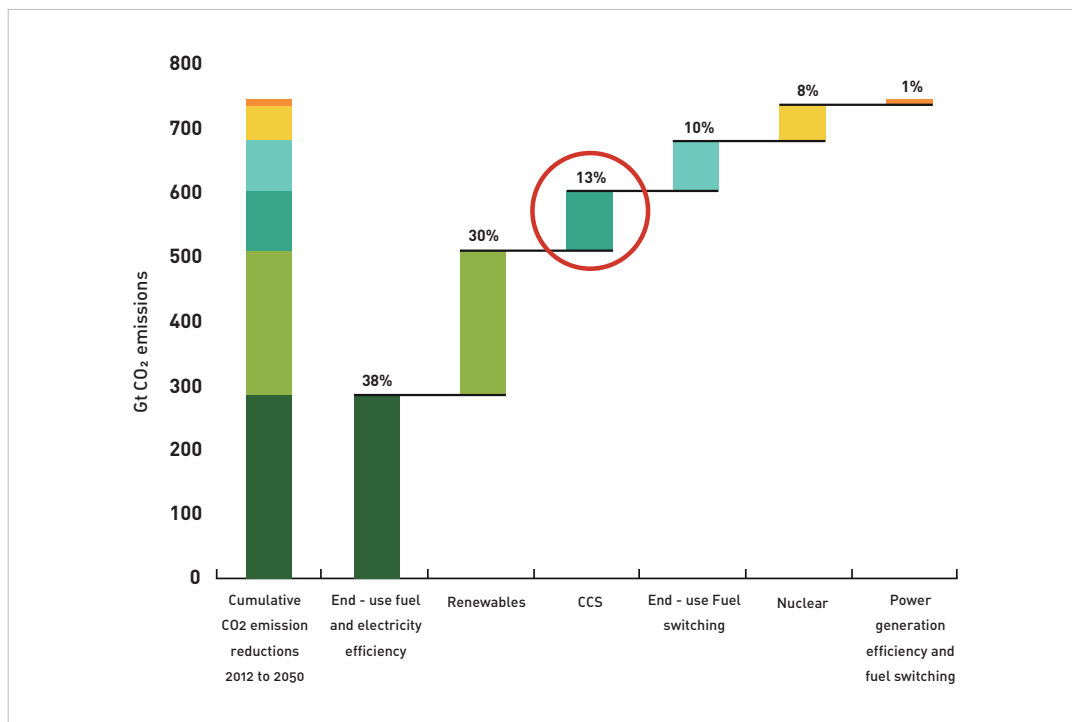


그림 3. 2050년 2℃ 목표 달성에 필요한 감축수단 별 기여율(출처 : GCCSI)

2.2. CCS 국제 동향

CCS는 선진국을 중심으로 연구개발 및 실증사업이 추진되고 있으며, 선진국들은 산업 전반에 걸쳐 CCS를 조기에 도입하고 상용화를 가속화해야 한다고 강조하고 있다. 미국, EU, 호주, 캐나다 등에서는 비용 저감과 안전성 확보를 통해 CCS기술 상용화를 조기에 달성하기 위하여 대규모 실증사업 및 차세대 혁신기술 개발을 본격화하고 있다. 예를 들어 EU에서는 2020년까지 이산화탄소 배출 zero 발전소 6-12개에 대한 CCS 실증을 추진하고 있다.

그림 4는 2014년말 기준으로 CCS기술의 적용 분야와 기술 분야별 추진 현황을 보여주고 있는데, 발전산업에서 35%, 천연가스 처리 산업에서 37%를 점하고 있으며, 기술 분야별로는 포집기술 분야에서 연소전 포집이 64%, 연소후

포집이 9%, 순산소연소가 5%를 점하고 있다. 저장 분야에서는 여전히 EOR(enhanced oil recovery) 연계가 53%로 높으며, 대염수층 저장을 포함한 지중저장이 39%에 이르고 있다.

1996년 세계 최초로 슬라이프너 저장 프로젝트(연간 100만톤의 이산화탄소를 지중에 저장)가 시작된 이래 여러 곳에서 지중저장 실증 프로젝트가 수행되어 왔다. 2014년 말 기준으로 세계에서 가동 중이거나 건설 중인 대규모 CCS 프로젝트는 22개에 이르며, 이는 2010년에 비해 두 배로 증가한 것이다. 발전 분야에서는 세계 최초로 2014년 10월 캐나다 Saskatchewan의 Boundary Dam 발전소에서 대규모 CCS 프로젝트가 시작되었으며, 미국에서도 전력 분야 CCS 프로젝트로서 미시시피의 Kemper

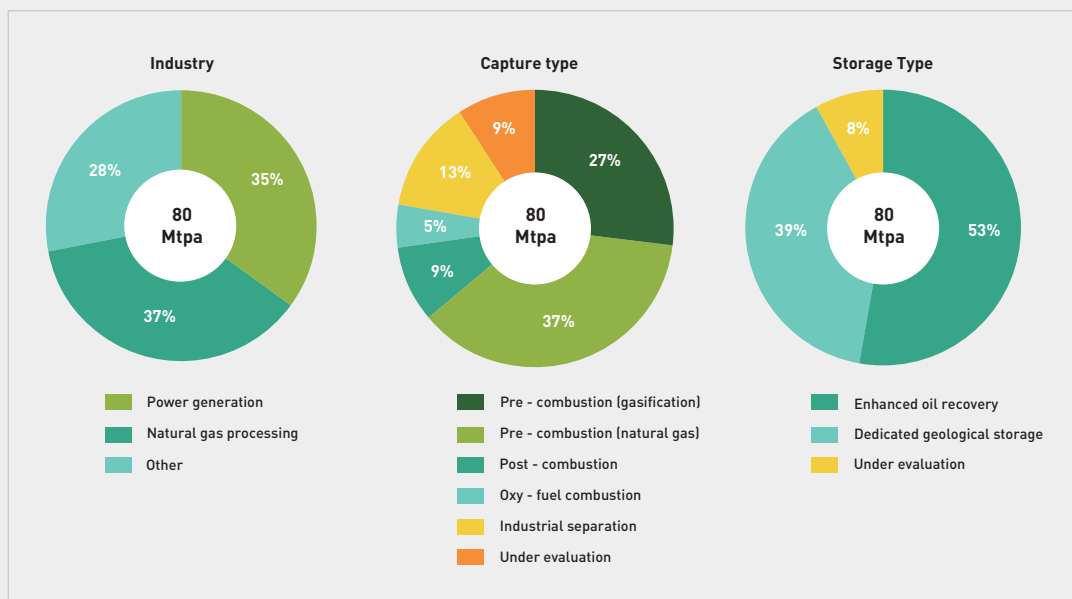


그림 4. CCS 기술 적용 분야와 기술분야별 추진 현황 (출처 : GCCSI)

County 에너지시설이 2015년부터, 그리고 텍사스의 Petra Nova 프로젝트가 2016년부터 운영될 계획이다. 철강 분야에서는 세계 최초의 대규모 CCS 프로젝트로서 아랍에미리트연합의 아부다비 프로젝트가 건설 중에 있다. 추가적으로 11개의 대규모 CCS 프로젝트(대부분은 전력 분야)가 계획되어 조만간 투자 결정이 이루어질 것으로 예상되며, 전세계적으로 고려되고 있는 잠재적 CCS 프로젝트는 매우 많아 이들은 2020년까지 정책적, 재정적 지원에 의해 다수가 실현될 것으로 예상되고 있다(그림 5). IEA는 전세계 CCS가 2020년 100기로 늘어나고, 2030년에는 850기, 2040년에는 2100기, 2050년에는 3400기로 점차 확대되어 전세계 이산화탄소 감축량

의 13%를 CCS가 담당할 것으로 전망하였다.

이와 같이 최근에 와서 대규모 CCS 프로젝트가 실현됨에 따라, 어떻게 하면 기후변화를 완화하기 위한 저비용 기술로서 CCS를 널리 보급할 수 있을지에 대한 논의가 본격화되기 시작하였다. 즉, CCS의 도전적이고 모험적인 '실험적' 특성에 대해 논쟁을 벌일 시기는 이미 지났으며, 이미 상업화에 근접한 것으로 평가된다. 다만, 중국을 제외한 비OECD 국가에서의 대규모 CCS 프로젝트 진행이 여전히 미비하다는 점, 그리고 고도의 탄소집약적 산업(예: 시멘트, 철강, 화학공업) 분야에서 CCS기술 개발 및 적용이 더디다는 점은 아쉬운점으로 지적되고 있다.

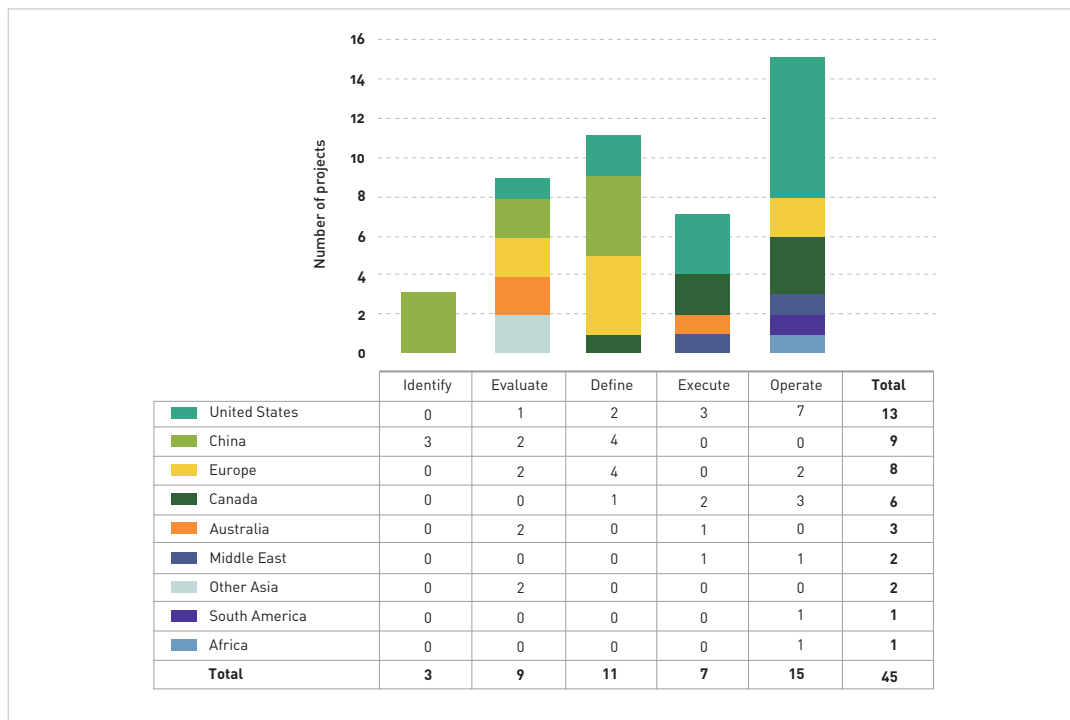


그림 5. 전세계적인 대규모 CCS 프로젝트 추진 현황 (출처 : GCCSI)

3. 국내 CCS 동향

2009년 ‘녹색성장위원회’에서는 2020년까지 BAU 대비 -30%, 2005년 배출 기준 -4%로 이산화탄소 배출을 감축하겠다는 국가 차원의 목표를 발표한 바 있는데, 중요한 감축 수단으로서 CCS 도입 강화를 포함하였다. 이에 따라, 2020년까지 CCS 플랜트 상용화와 국제 기술 경쟁력 확보를 목표로 한 CCS 기술 개발 추진 기반을 마련하였으며, 이러한 기반 위에 ‘이산화탄소 저장 핵심 요소 및 시스템 기술 확립을 통하여 CCS 기술을 완성함’을 목표로 하는 ‘Korea CCS 2020’ 사업이 착수되었고 기타 실증 및 상업 저장 계획이 추진되고 있다. “국가 CCS종합추진계획”에 의거한 부처 간 역할분담에 따라 중점사업이 본격 추진 중이다. 0.5 MW급 포집 실증을 완료하고 10 MW급 포집 실증이 현재 추진 중(미래부)이며, 건식포집공정과 저장실증부지와 연계 추진(산업부), 해양저장부지의 확보 추진(해양부), 지중저장 환경관리 기술개발(환경부) 등도 현재 추진 중에 있다.

한편, 2030년 온실가스 감축계획(2030 온실가스 감축 로드맵)이 확정됨에 따라, 우리나라 정부에서는 2016년 5월까지 탄소저감(감축) 기술

의 확보 및 활용을 위한 국가 로드맵(탄소저감 로드맵)을 수립하고 있다. 감축을 위한 대응 분야에서는 화석연료 대체기술(태양전지, 연료전지, 바이오에너지), 에너지 효율화기술(이차전지, 전력IT) 및 이산화탄소 처리기술(CCS) 등 6대 기후기술 핵심 분야의 30대 기술을 선정하여 기후기술 개발을 추진키로 하였다. 이에 발맞추어 그동안 국내 CCS기술개발의 근간이 되었던 “국가CCS종합추진계획”을 개정하기 위한 작업이 범부처 협력에 의해 거의 마무리단계에 있다. 조만간 개정된 계획이 발표될 전망이다.

그렇지만, CCS 체인(chain) 중 저장 분야는 실제 CCS기술의 완성에 있어 가장 중요함에도 불구하고 여전히 포집 분야에 대비하여 상대적으로 투자가 미진한 상황이다. 따라서 포집-저장 연계 실증을 성공적으로 추진하기 위해서는 투자 비율의 불균형 해소 및 지중저장에 필요한 혁신기술 개발이 시급한 상황이다. 그러한 면에서 최근 정부부처별 역할 분담에 의거하여 저장지 탐색, 주입기술의 향상, 환경관리기술의 확보, 법제 마련 등을 위한 저장 분야 R&D 투자가 활발해지고 있는 점은 고무적인 일이다.

4. 이산화탄소 지중저장 기술의 개념, 동향과 과제

앞서 기술한 바와 같이, 기술적 측면에서 CCS는 크게 포집(및 압축), 운송과 저장의 3단계로 구성되며, 이들 단계는 반드시 상호 연계되어 운영되어야 한다. 이산화탄소 지중저장은 육상 혹은 해저 약 800m 이하에 존재하는 '적합한' 지층 중에 이산화탄소를 주입하여 저장하는 기술이며, 이때 주입된 이산화탄소는 초임계 상태로 존재하여 거동이 매우 느리며 주변 지층 또는 지하 유체(지하수)와 반응하면서 용해 내지 광물화된다(그림 6).

이산화탄소를 육상 또는 해저의 지중에 저장하기 위해서는 무엇보다 적절한 부지의 선정이 가장 중요하다. 부지는 다양한 조건을 만족해야 하는데, 특히 많은 양을 저장하기 위해 지중에 빈 공간이 많아야 하며, 또한 저장된 이산화탄소가 누출되지 않도록 지하 심부에 적절한 지질 구조(특히, 불투수성의 덮개암)를 갖추어야 한다. 경제성을 확보하기 위해서는 발전소(포집장소)로부터 저장소까지의 거리와 운송 수단도 중요하다.

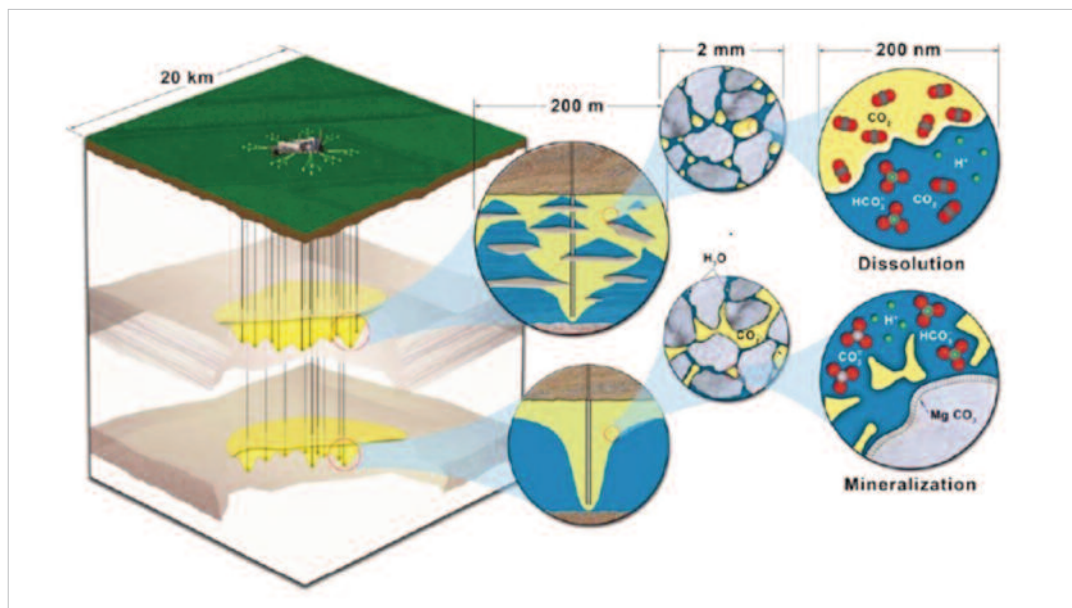


그림 6. 지중 주입된 이산화탄소(노란색)의 거동

저장용량은 부지특이적(site-specific)인데, 심부 지층의 지질층서(특히, 저장 대상 지층과 덮개암)와 지질구조는 물론 두께와 연장성, 공극률과 투수율, 광물 및 지구화학 등 지층의 조건, 심부 대수층의 지하수 유동과 수지구화학 특성 등에 의해 복잡하게 산출된다. 따라서 저장용량(및 누출 가능성) 평가를 위해서는 이들 특성, 즉 심부 지질환경을 정확히 평가하기 위한 단계적인 부지 평가(Reconnaissance → Regional → Local)가 필수적이며, 단계별 부지 평가를 위해서는 층서, 암석-구조, 지구화학, 지구물리, 지하유체역학, 지질공학 등 유관 분야를 통합하는 유기적 협력이 대단히 중요하다.

후보 부지의 정밀조사에 있어 중요한 조사 내용을 살펴보면 다음과 같다. 우선적으로는 저장 대상층의 정밀 지질과 퇴적 환경, 지하유체(지하수) 유동 특성이 정확히 평가되어야 하며, 누출 감지를 위한 원위치 압력 모니터링과 함께 지하수 유동 예측과 누출에 의한 지하수 영향 평가를 위해 지하수 유동 모델링이 수행되어야 한다. 또한, 저장과 관련한 지화학 및 광물조성 특성의 변화에 관한 지구화학적 조사(실내 고온-고압 반응실험 포함), 그리고 누출 여부 평가를 위한 배경치(baseline) 파악을 위한 지하수 조사가 수행되어야 한다.

한편, 심부 지층에 주입된 이산화탄소는 '구조 및 층서 포획', '잔류 포획', '용해 및 광물 포획'을 통해 안정적으로 저장된다. 주입 초기에는 물리적으로 구조 및 층서 포획이 우세한 반면, 시간이 지남에 따라 주변의 암석-지하수와 반응하면서 용해 및 광물 포획이 우세해진다(그림 7). 광물포획(mineral trapping)이 증가할수록 이산화탄소 저장의 안전성은 급격히 증가하며, 따라서 안정한 포획이 일어날 수 있는 광물조성, 지화학 및 수리지질 조건을 갖는 적절한 지층을 탐색하는 것이 기술적으로 매우 중요하다.

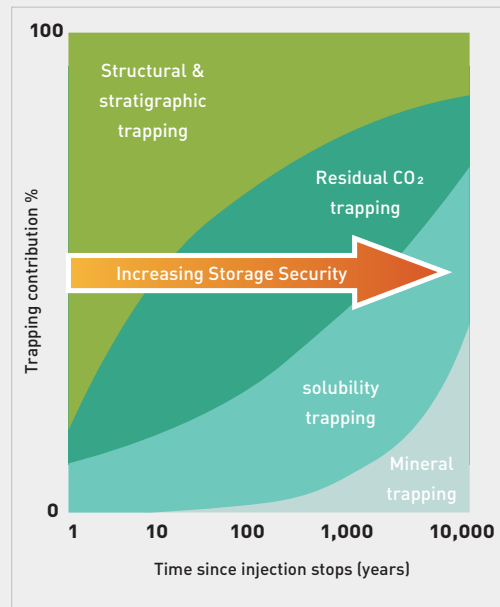


그림 7. 주입된 이산화탄소의 포획 기간 (출처 : IPCC)

지중저장지의 탐사 및 확보를 위해서는 지질층서와 지질구조 등을 밝히기 위한 다양한 지질탐사기술이 활용되는데, 특히 탄성파탐사와 VSP(Vertical Seismic Profile)등 지구물리탐사 기술이 많이 활용된다. 최근 탄성파탐사는 지중저장된 이산화탄소의 분포 및 거동을 모니터링하기 위한 기술로도 활용되고 있다. 우리나라의 경우, 석유가스의 개발 경험이 적어 탄성파 자료의 획득, 처리, 해석(모델링, 역산기법

등) 기술의 수준이 낮은 편이다.

최근에 CCS 기술과 관련하여 제기되고 있는 주요 이슈는 그림 8과 같이 요약할 수 있다. 공공 및 민간 부분에서는 탄소시장과 탄소세, 정책과 법제도, 규제 기준, 파일럿 실증 프로젝트 등이, 그리고 시민사회 측면에서는 대중 이해도 증진, 환경 및 위해도 관련 이슈, 교육과 홍보 등이 중요하게 여겨지고 있다.

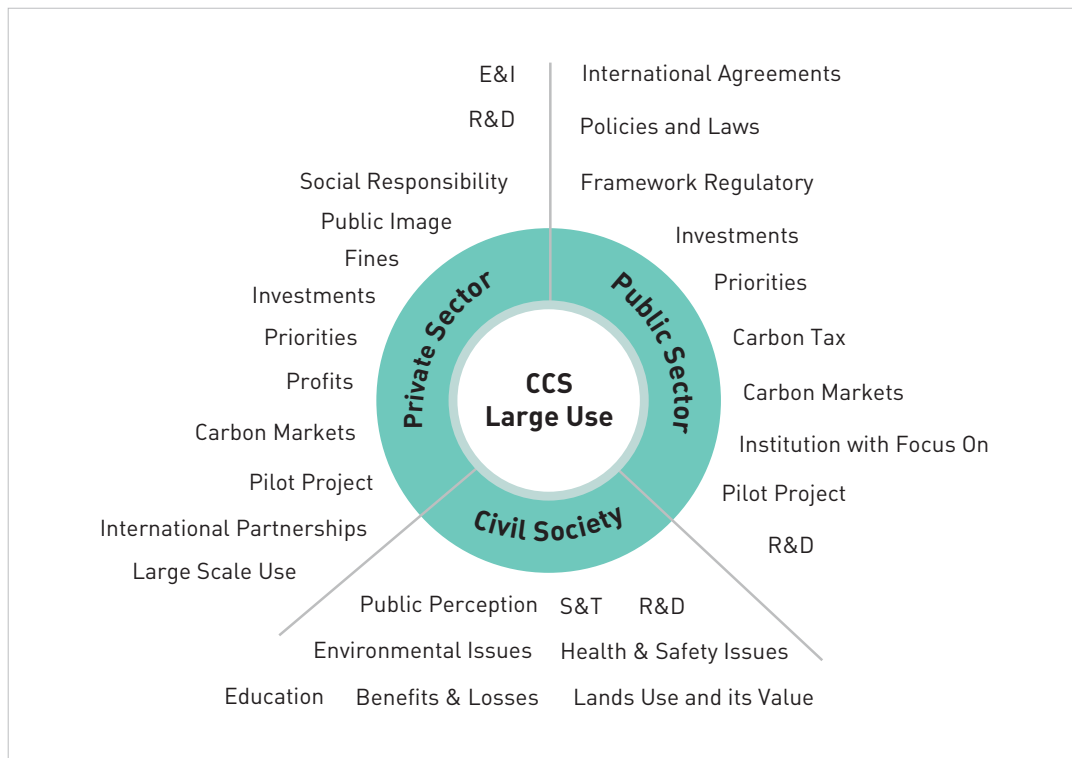


그림 8. CCS 기술 관련 주요 이슈

5. 지중저장의 환경위해성과 환경관리기술

이산화탄소 저장은 저장부지 탐사선정, 저장소 인허가, 주입, 저장소 운영 및 폐쇄 등의 단계로 세분화할 수 있으며, 각 단계별로 적절한 환경위해성 및 환경안정성 평가가 수반되어야 한다. 저장소 폐쇄 후에도 지속적인 환경 모니터링을 통한 사후관리도 반드시 필요하다. 이산화탄소 포집 시 불순물이 함께 포집되는 경우에는 이산화탄소 운송 및 저장 과정에서 환경위해 요인이 발생할 수 있기 때문에 2005년 IPCC에서는 이산화탄소 지중저장에 대한 위해성 평가에 있어 잠재적으로 관심을 가져야 할 화학물질(chemicals of potential concern, COPCs)을 보고하기도 하였다.

이산화탄소 지중저장에서 가장 큰 불확실성과 위해성은 저장된 이산화탄소의 누출이다. 미국 스탠퍼드 연구팀에 따르면, 효과적인 CCS기술을 위한 이산화탄소 누출률은 저장 후 1000년 이내에 1% 미만이어야 한다. 지중에 주입된 이산화탄소가 누출되면 저장 효율성이 떨어져 사업의 존립을 위협할 수 있을 뿐 아니라 주변 환경과 생태계에 피해를 줄 수 있으며, 무엇보다도 CCS 사업의 상용화를 위해 필수적인 사회적 수용성의 제고에도 큰 영향을 끼친다. 따라서 CCS 프로젝트의 성공은 안전한 저장소의 선정, 그리고 주입된 CO₂의 효율적인 모니터링에 의존한다고 해도 과언이 아니다. 모니터링에 의

한 프로젝트 비용 증대를 최소화 하기 위해서는 따라서 적극적인 연구개발을 통하여 더욱 손쉽고 낮은 비용으로 지하 저장소에 저장된 CO₂의 누출 여부를 정확히 모니터링/모델링할 수 있는 최신 기술을 개발해야 한다^{7,8}.

자연적인 지중 환경은 불균질성(heterogeneity)과 불확실성이 크기 때문에 지중에 주입된 이산화탄소가 상부로 누출되어 식수원인 지하수를 오염시키거나 특정 지점으로의 집중 누출로 인해 지중, 해저 및 지상 생태계에 위해를 줄 가능성을 배제할 수 없다. 특히, 안정적인 지중 저장에 실패하여 저장 사이트로부터 누출된 이산화탄소는 물(지하수)에 용해되어 pH를 낮추고 지질 매체에 포함된 중금속이나 기타 오염물질을 용탈시킴으로써 음용 가능한 지하수의 수질을 악화시킬 수 있다(그림 9, 10). 이산화탄소의 누출은 다양한 방식으로 예상되지만, 일반적으로 불투수성인 덮개암(cap rock)을 통한 느린 속도의 누출, 수송 파이프 혹은 주입정의 파손에 의한 누출, 지질구조인 단층과 균열 등을 통한 누출 등이 주 원인으로 지목되고 있다(그림 10, 11). 이에 이산화탄소 누출이 지하수 수질과 육상 생태에 미치는 영향과 걱정 모니터링 기술에 대한 연구도 활발히 이루어지고 있는 상황이다^{9,10}.

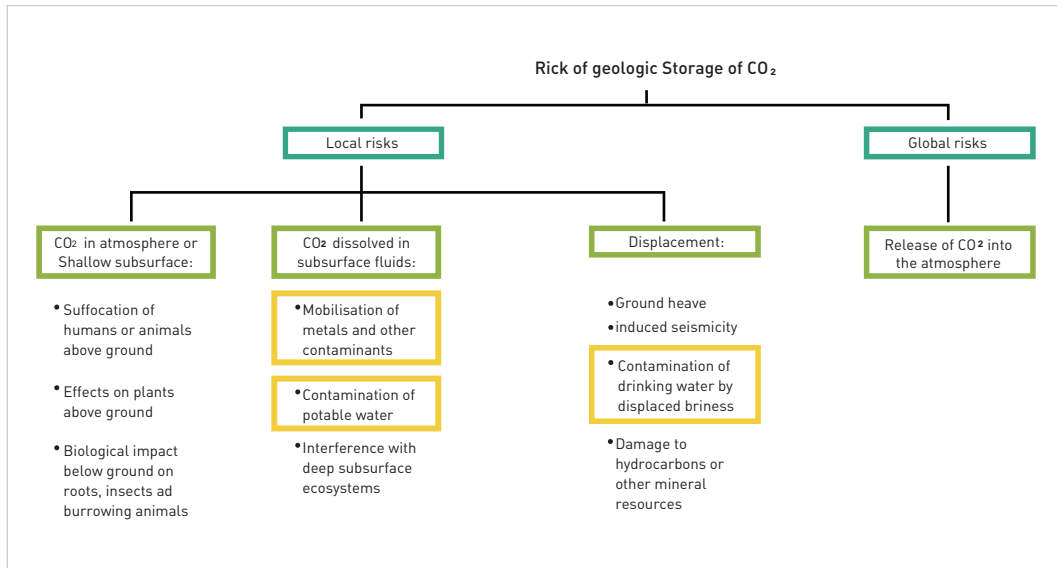


그림 9. 이산화탄소 지중저장의 위험성

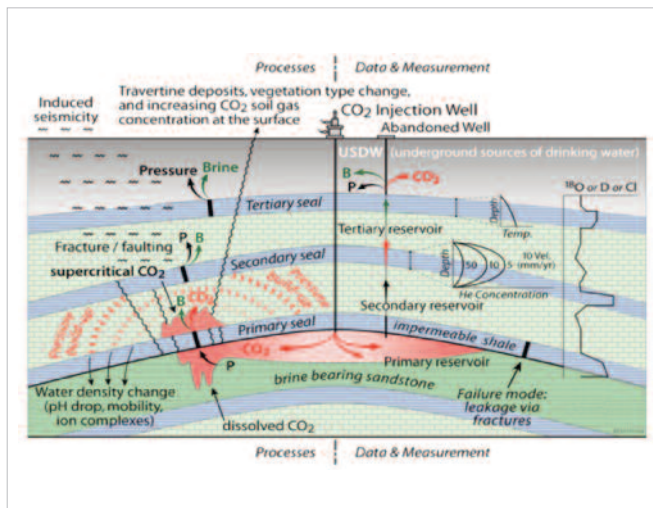


그림 10. 지중저장된 이산화탄소의 누출 시나리오와 누출에 의한 환경영향

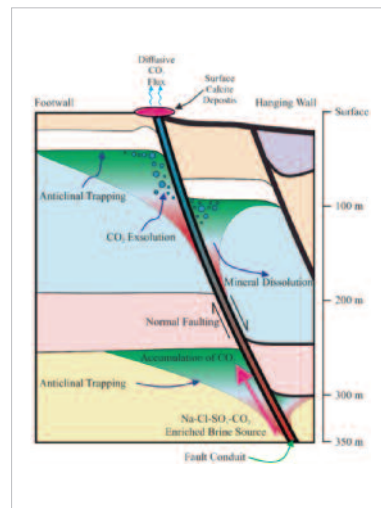


그림 11. 지질구조(단층)를 통한 이산화탄소 누출 모식도

지중저장의 전 과정(저장 부지 선정에서부터 저장 후 사후 관리 단계)에서 발생할 수 있는 누출 위험성에 대한 예측과 잠재적 누출 가능성 및 경로 등에 관한 사전·사후 평가는 지중저장 관련 환경관리 지침 및 규정의 수립에 있어 핵심 고려사항이 된다. 특히, 장기적인 지중저장 안전성과 환경 안전성 평가를 위해서는 모니터링 및 모델링 기술을 통하여 주입 이전부터 주입 중 및 주입 이후까지 장기간에 걸쳐 주입된 이산화탄소가 장기간 지표로 누출되지 않고 어떠한 형태로 저장(포획)되는가를 파악하고, 저장 및 누출에 영향을 미치는 영향 인자들을 규명하는 것이 반드시 요구되는데 이러한 절차가 지중저장의 위험성을 관리하는 핵심 요소사항이다 (그림 12).

체계적인 모니터링은 처분 부지의 위해성과 안전성을 평가함에 필수적으로 요구된다. 특히, 지구화학 및 지구물리 모니터링과 평가, 즉 MMV(Measurement, Monitoring and Verification) 또는 MVA(Monitoring, Mitigation, Verification and Accounting) 과정을 통하여 저장된 이산화탄소의 거동을 정확히 파악하고 잠재적인 누출 경로를 평가하는 것이 반드시 필요하다. 그림 13은 이산화탄소 저장부지에서 일반적으로 사용되고 있는 모니터링 기술들을 보여준다. 모니터링 기술은 크게 탄성과 탐사 및 전지비저항탐사 등의 지구물리 모니터링 기술과 그리고 유체와 가스의 샘플링 및 분석으로 이루어지는 지구화학 모니터링 기술로

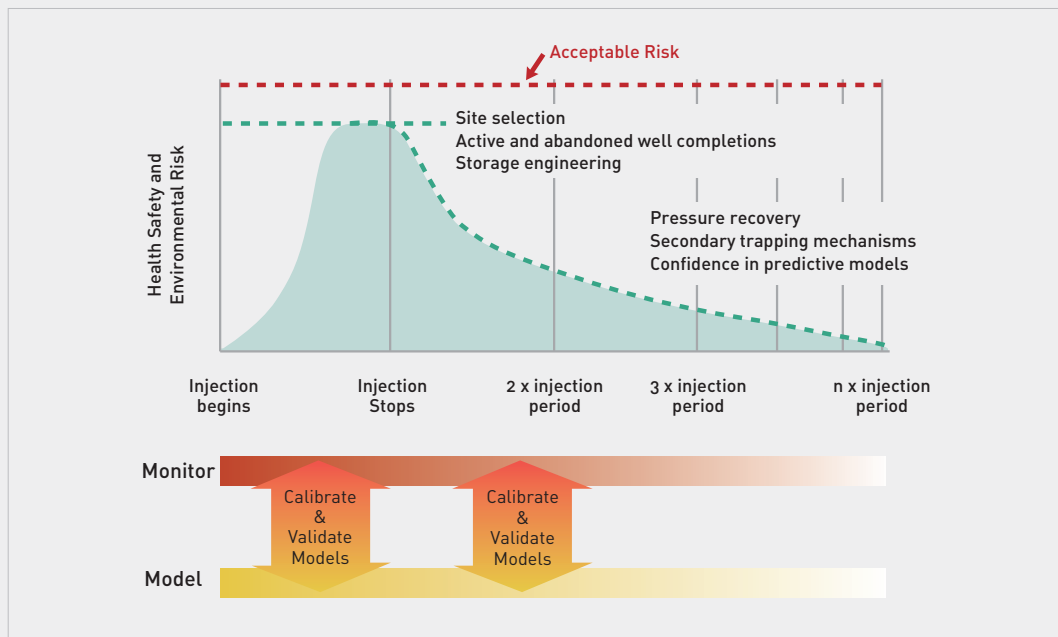


그림 12. 이산화탄소 지중저장(주입) 이후의 위험도 변화와 적정부지 선정, 모니터링 및 모델링 기술을 통한 위험도 제어 개념도

나뉜다. 그림 14는 지구화학 모니터링과 지구물리 모니터링의 일반적인 사례를 보여준다. 그림에 나타난 바와 같이, 지구화학 모니터링에서는 주로 관측정을 통해 획득한 지중유체의 화학

성 변화를 관측하고 해석하며, 지구물리 모니터링에서는 지표 탐사 또는 시추공 탐사 등을 통해 간접적으로 획득한 다양한 지구물리 자료의 시공간적 변화를 해석하게 된다.

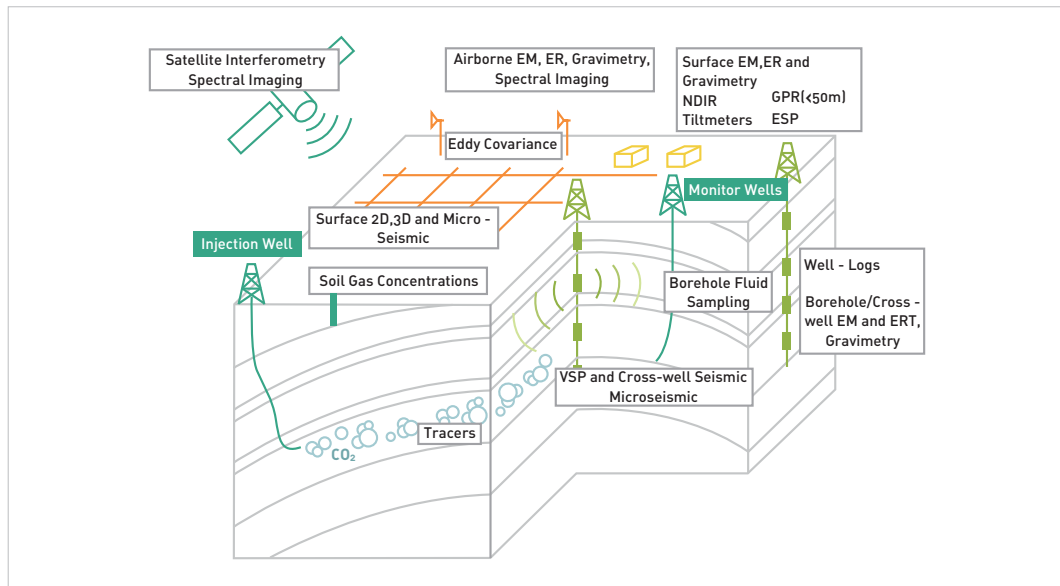


그림 13. CCS 모니터링 기술의 종류

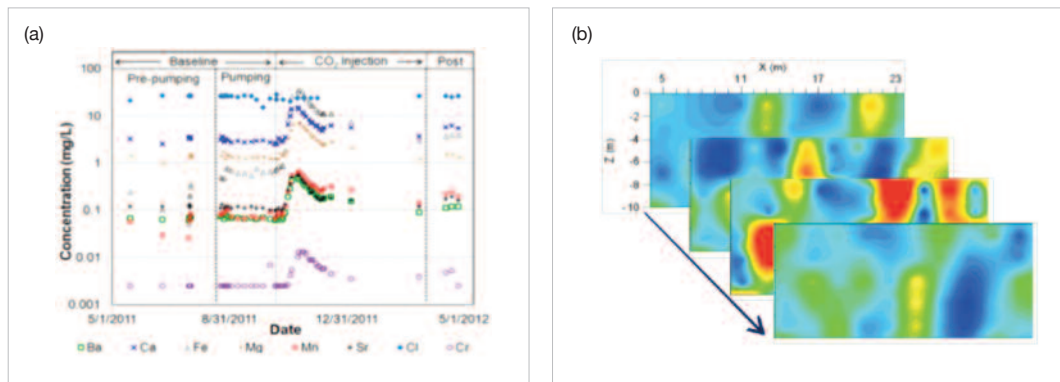


그림 14. (a) 지구화학 모니터링 (b)지구물리 모니터링 기술의 예시

심부에 주입된 이산화탄소의 누출 및 그에 의한 환경영향은 부지 조건에 의존하며, 주입 종료 이후 상당한 시간이 경과한 이후에 서서히 진행된다. 이러한 이유로 인해 이산화탄소 지중저장 사업을 진행하거나 계획하고 있는 세계 각국에서는 2005년 이후 불포화대 또는 저심도 대수층에 이산화탄소를 인공누출하면서 지하수, 토양, 대기 중 환경인자의 변화를 모니터링하고 평가하기 위한 연구개발을 시작하였다. 즉, 이산화탄소 누출의 영향을 적절한 시간 프레임 속에서 연구하기 위하여 얇은 심도의 토양과 지하수 권역에 인위조절 누출 시설을 조성하고 누출량, 누출 위치 및 기간을 제어하면서 누출 탐지 기술 개발 및 환경위해성(환경영향) 연구를 수행하고 있다. 이러한 인위조절시험부지(controlled test bed)를 활용한 대표적인 사례로는 미국 ZERT 이산화탄소 누출시험 프로젝트, 노르웨이 Svelvik Ridge Shallow 이산화탄소 Injection Field Lab, 호주 Ginninderra 누출 시설 등이 있다. 국내에서도 환경부의 지원으로 이산화탄소 지중저장 환경관리기술을 개발하기 위하여 2014년에 “이산화탄소 지중저장 환경관리연구단(K-COSEM Research Center)이 발족되었는데, 이 연구단에서는 이산화탄소가 토양, 지하수, 생태계 등에 미치는 영향을 모니터링하고 평가하는 기술을 개발하기 위

하여 인위조절 누출모사 시설인 EIT(Environmental Impact Evaluation Test Facility on Seepage of Geologically Stored 이산화탄소)를 구축하여 연구개발에 활용하고 있다.

지중저장 환경관리의 중요성이 제기됨에 따라 미국, EU 등 선진국에서는 이산화탄소 지중저장이 국제적·국가적 법체계 하에서 안전하고도 효율적으로 수행될 수 있도록 법령 체계의 정비를 진행하고 있다. 대표적으로 미국의 환경보호청(EPA)에서는 지중처리 안전 관리를 위한 지중처리 관련 규칙인 ‘UIC Class VI Rule’을 제안하였고, EU에서는 환경관리 지침인 ‘CCS Directive’를 발표함으로써 지중저장의 효율성과 안전성을 확보하기 위한 위험 평가 및 관리 방법론을 제시하였다. 미국과 EU 모두 저장 부지 선정에서의 배경치(baseline) 설정으로부터 이산화탄소 주입 중과 주입 종료 이후에 이르는 전 과정에 걸쳐 위 규정의 적용을 받도록 하고 있다.

미 환경청의 경우에는 1974년 처음 제정된 ‘안전한 음용수법(The Safe Drinking Water Act; SDWA)’의 하위 규정에 지중저장의 환경영향 및 모니터링에 관한 문제를 포함시켜 음용

가능한 지하수(Underground Source of Drinking Water; USDW)를 보호하도록 규정하고 있다. EPA의 UIC 프로그램은 ‘안전 음용수법(SDWA)’의 부속 규정인데, 유해하거나 이차적으로 유해성이 나타날 수 있는 물질을 지하에 주입 처리하는 것을 환경적으로 관리하기 위하여 일찍이 마련되었다. 이 프로그램의 목표는 음용수 공급원(음용 가능한 지하수)의 질을 악화시키지 않고 음용수 공급원에 오염물질이 추가되는 것을 규제하는 것이 아니라, 오염물질이 음용수 공급원에 도달하지 않도록 원천적으로 보장하는 것이다. 따라서 모든 지하 주입 관정은 음용수 공급원으로 주입 물질의 유출이 일어나지 않도록 고안되어야 하며, 일단 주입이 시작되면 주입 물질이 주입 지역(주입 지층)으로부터 음용수 공급원으로 이동되지 않도록 설정된 기준에 따라 적절한 조치를 이행하여야 한다. 최근 UIC 프로그램에 새롭게 추가된 Class VI 관정에 관한 규정은 이산화탄소 지중저장을 위한 관정이 음용 가능한 지하수를 확실하게 보호할 수 있는 방법으로 적절하게 배치 및 건설, 시험, 감시, 폐쇄될 수 있도록 설계하는 것을 목표로 하고 있다. 이 규정은 이산화탄소 지중저장에 의한 지하수의 오염 관리를 일차적 목표로 하지만, 동시에 이산화탄소 지중저장의 효율을

극대화함으로써 이산화탄소 감축을 통해 경제성을 확보하기 위한 도구로서도 의미가 있다.

우리나라는 2010년 발표된 “국가CCS종합추진 계획”에는 지중저장과 관련한 전주기 환경관리 방안 마련이 포함되었지만, 구체적인 환경관리 추진 체계와 관련 법·규정의 마련은 아직 이루어지지 못하고 있다. 따라서 예정된 국내 지중저장 시에 발생할 수 있는 지역 주민이나 환경단체와의 마찰을 줄이고 CCS 상용화에 기여하기 위해서라도 지중저장의 환경관리를 위한 법적 근거와 책임 등에 대한 제도적 틀이 시급히 마련되어야 한다.

6. 요약 및 제안

해외 에너지 선진국들에서도 CCS 사업은 기술 자체보다는 경제 및 정치적 상황에 매우 민감하게 영향을 받아 사업 추진 자체에 어려움을 겪기도 한다. CCS 기술은 수익을 내고자 하는 사업이 아니며, 운송과 저장 및 관리에 막대한 비용이 든다. 노르웨이 Sleipner 프로젝트가 안정적으로 지속되고 있는 것은 노르웨이 정부가 기업들에게 탄소세를 부과한 것이 원동력이 되었기 때문이다.

최근 신기후체제 출범과 함께 우리나라에서도 국가적으로 이산화탄소 배출 감축이 중요한 아젠다로 설정되었다. 중요한 감축수단인 CCS를 확대 보급하고 투자자로 하여금 CCS에 투자하도록 유도하기 위해서는 무엇보다도 정책 예측의 가능성을 제공해야 하며, 이를 위해서는 정책적으로 CCS를 장려하면서 강력하고도 지속적인 탄소배출 감축정책이 시행되어야 한다. 차세대 CCS 기술개발을 가속화하는 한편 기술 규모 및 적용 대상 기업을 고려한 체계적인 상용화 전략을 수립하는 일이 매우 중요한 시점이다. 이를 위해서는 CCS 등 온실가스 감축시설 투자에 대한 세액공제와 자금지원을 확대하는 등의 지원 정책이 고려될 필요가 크다. 이러한 정책적 지원을 기반으로 한 대규모 CCS 통합 실증이 조속히 추진되어야 한다.

특히, 국내 상황에서 가장 뒤쳐져 있는 적정 저장지 탐색 분야는 우선적으로 집중 지원되어야

한다. 즉, 가용저장량에 대한 불확실성으로 인하여 CCS 보급이 지연되지 않기 위해서는 대규모 이산화탄소 저장지의 탐사와 저장능력 평가를 장려하는 정책과 프로그램이 시급히 시행되어야 한다. 이와 함께, 2025-2030년 및 그 이후에 대폭 증가하게 될 비OECD 국가의 대규모 CCS 프로젝트에의 참여를 위하여 지식 공유를 위한 국제협력을 활성화하면서 정책과 법률 체계를 서둘러 마련하여 시행하고, 특히 저장능력 개발을 위해 노력해야 한다. 또한, 철강 및 시멘트 산업 등의 산업분야에서도 이산화탄소 배출을 크게 감소시킬 수 있는 유일한 기술로서 CCS를 보급하고 장려하기 위한 정책을 개발하는데 관심을 가져야 한다.

지중저장된 이산화탄소의 누출을 최소화하기 위해서는 모든 절차에서의 환경관리 규정을 마련하여 적용토록 해야 한다. 즉, 지하 지층 내에서의 이산화탄소의 거동 파악 및 누출 예방을 위해서는 부지 선정에서부터 주입 중 및 주입 후 폐쇄에 이르는 전 단계에 걸쳐 모니터링 및 평가를 체계적으로 수행해야 하며, 이를 위해서는 지중저장이 안전하고 친환경적으로 이루어질 수 있도록 국가적 차원의 인·허가 및 환경 관리 규정이 마련되어 적용되어야 할 것이다. 누출 최소화를 위한 법제도는 환경안전성의 확보 차원뿐 아니라 CCS의 목표 달성률과 상업성 확보를 보장하는 일이기도 하기 때문이다.



윤성택

학 력

- 고려대학교 지구화학 박사
- 고려대학교 지구화학 석사
- 고려대학교 지질학 학사

경 력

- 現) 고려대학교 지구환경과학과 교수
- 現) 이산화탄소 지중저장 환경관리 연구단 연구단장
- 現) 고려대학교 기초과학연구원 전략광물자원연구소 소장
- 現) 한국지하수토양환경학회 부회장
- 前) 세명대학교 조교수

참고문헌

1. Blunden, J. and D. S. Arndt, Eds., 2015: State of the Climate in 2014. Bull. Amer. Meteor. Soc., 96 (7), S1- S267
2. IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
3. IEA. World Energy Outlook 2015. (OECD Publishing).
4. International Monetary Fund. 2015. World Economic Outlook: Adjusting to Lower Commodity Prices. Washington (October)
5. IEA. CO2 Emissions from Fuel Combustion. (IEA Publications).
6. IEA. World Energy Outlook 2012. (OECD Publishing).
7. Lemieux, J.M., Review: The potential impact of underground geological storage of carbon dioxide in deep saline aquifers on shallow groundwater resources. Hydrogeology Journal, 19, 757-778(2010)
8. Keating, E., Harp, D.H., Dai, Z., Pawar, R.J., Reduced order models for assessing CO2 impacts in shallow unconfined aquifer International Journal of Greenhouse Gas Control, 46, 187-196(2016)
9. Lee, K.K., Lee, S.H., Yun, S.T., Jeon, S.W., 2016. Shallow groundwater system monitoring on controlled CO2 release sites: a review on field experimental methods and efforts for CO2 leakage detection. Geosciences Journal, 1-15(2016)
10. Ko, D., Yoo, G., Yun, S.T., Chung, H., 2016. Impacts of CO2 leakage on plants and microorganisms: a review of results from CO2 release experiments and storage sites. Greenhouse Gases: Science and Technology (in press).

국가 R&D 현황 분석

최근 3년간(2011~2013년) 이산화탄소 저장과 관련된 연구개발사업을 분석해보았다.

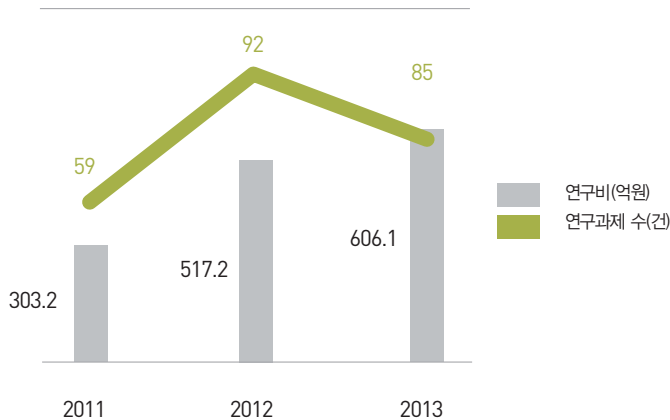
과제 선별 기준

연구요약문 내 아래 키워드를 포함하고 있는 과제를 선별한 후 연구내용을 바탕으로 분석 대상 선정 ((이산화탄소) and (저장)) or (CO2) and (저장))

분석 결과 최근 3년간 총 236건의 과제에 1426.5억원의 연구비가 투자됨

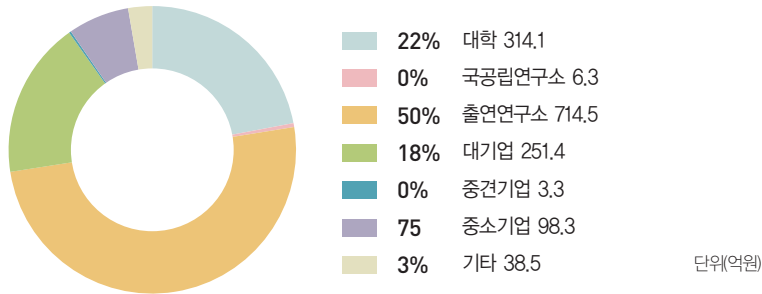
- 연구과제 수는 증감이 있으나, 연구비는 2011년 이후 꾸준히 증가하는 것으로 나타남

연도별 연구비와 연구과제 건수



연구수행주체 출연연구소(50%) 을 중심으로 연구가 이루어지고 있음.

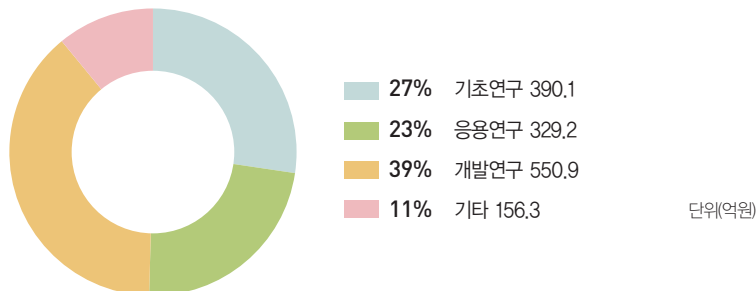
- 대학이 121건(314.1억원)의 연구를 수행하여 과제 수는 가장 많지만, 출연연구소의 연구비가 714.5억원으로 규모가 가장 커 큰 연구를 주로 수행하고 있는 것으로 나타남
 - 다른 주제들에 비해 대기업의 연구 비중이 18%로 굉장히 높게 나타난 반면, 중소기업(7%)과 중견기업(0%)의 연구비중이 현저하게 낮고 출연연구소와 대학 중심으로 이루어지는 것으로 보아, 연구장벽이 높은 것으로 평가됨
 - 또한 이산화탄소의 포집 및 저장과 관련하여 국가적 차원과 산업현장에서의 수요가 높기 때문에 출연연구소와 대기업의 비중이 높게 나타난 것으로 사료됨



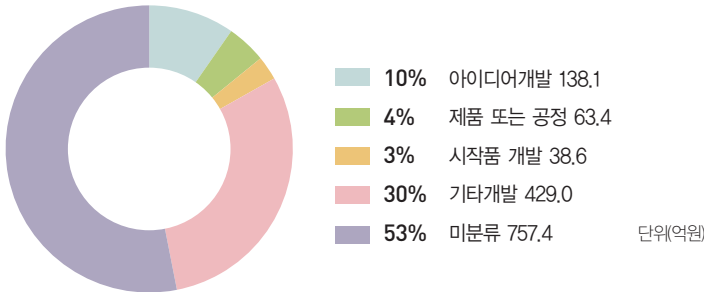
연구수준 개발연구단계(39%), 기초연구(27%), 응용연구(23%)가 주로 이루어지는 것으로 나타남

- 이산화탄소 저장기술은 개발연구단계의 연구가 총 66건(550.9억원)으로 주를 이루고 있음
- 기초단계의 연구는 104건으로 과제 수는 가장 많으나 투입되는 연구비의 비중(27%)은 다소 낮은 것으로 나타남
- 연구개발성격 측면에서는 기간산업적인 연구 내용에 의하여 기타개발(30%) 및 미분류(53%) 비율이 높게 나타난 것으로 사료됨
- 기술수명주기적 측면에서도 아직 연구가 도입기로 보는 연구들이 104건(650억원)으로 가장 많이 나타남
 - 하지만 현재 실증단계에서 활용되고 있는 연구들도 상당수이기 때문에 성장기로 분류된 연구들도 70건 (462.4억원) 정도 존재함

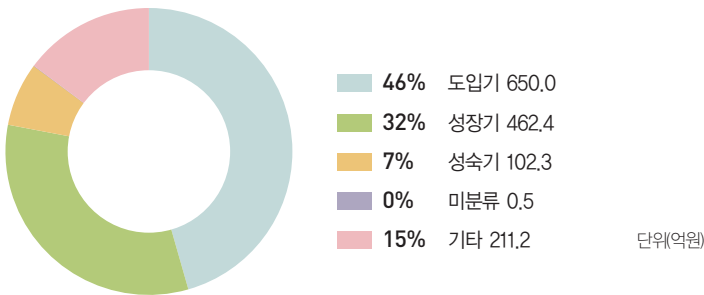
연구개발단계



연구개발성격

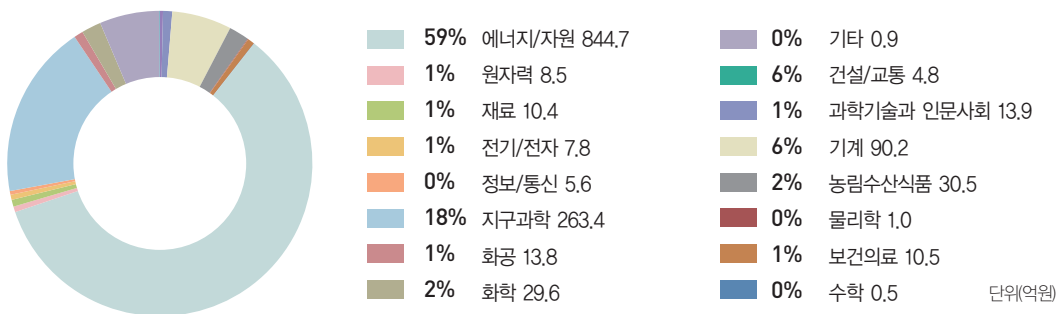


기술수명주기

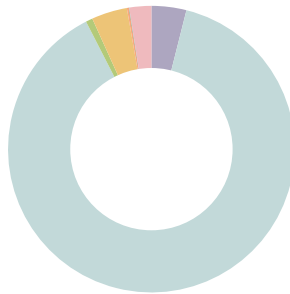


연구분야 국가과학기술표준분류와 미래유망 신기술분류(6T), 국가기술지도분류(NTRM)를 분석한 결과 에너지/자원(59%) 중심의 ET(89%) 위주 연구임을 알 수 있음

연구분야 [국가과학기술표준분류]



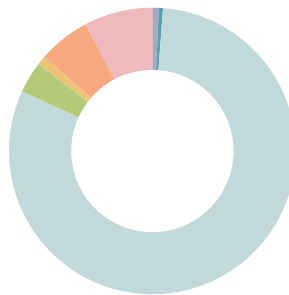
연구분야 [6T]



89%	ET	1,262.9
1%	IT	11.0
4%	NT	57.4
0%	미분류	0.5
1%	ST	3.2
2%	포함되지 않음	35.4
4%	BT	56.1

단위(억원)

연구분야 [NTRM]



81%	환경/에너지프론티어 진흥	1,150.4
3%	기반주력산업 가치창출	50.7
1%	국가안전 및 위상 제고	14.5
6%	포함되지 않음	84.1
8%	기타	109.6
1%	정보/지식/지능화 사회구현	10.4
1%	건강한 생명사회 지향	6.7

단위(억원)

- 에너지/자원(75건, 844.7억원)과 지구과학(33건, 263.4억원), 환경(19건, 90.2억원) 분야를 중심으로 연구가 이루어짐
 - 화석연료에서 발생하는 이산화탄소를 추출 후 액화시켜 해양저장, 광물탄산화, 지중저장의 3가지 방식으로 처분해야 하기 때문에 자원에 대한 이해와, 지구과학지식이 크게 요구되기에 이러한 결과가 나타난 것임
- 6T 기준으로는 대부분 ET인 것으로 나타남
- NTRM 분석 결과는 환경 및 에너지 프론티어진흥 134건(1150.4억원)으로 대부분의 비중을 차지함
 - 2009년부터 이산화탄소 포집 및 저장기술은 중단기적으로 온실가스배출을 줄이고 지구온난화를 막을 수 있는 가장 현실적인 대안으로 알려져 왔기에 환경 및 에너지 연구분야로 분류된 것임



창조경제 시대의 스마트 케어 디바이스 개발 방법론 : 사용자의 행동 변화 혁신을 위하여

☛ 성균관 대학교 휴먼CT융합학과 **조준동** (jolcho07@gmail.com)



모바일 장치 및 센서의 발달로 본격적인 IoT (사물인터넷) 시대가 열리고 있다. 사람, 공간, 정보, 기기가 연결되는 IoT 시대가 도래함에 따라 스마트워치 및 밴드와 같은 사용성이 높은 웨어러블 기기가 탄생하여 스포츠/피트니스, 헬스 케어/웰니스 및 라이프스타일의 변화를 가져오고 있다.

IDC에 의하면 웨어러블 기기 시장은 2017년까지 366% 성장해서 2018년에는 300억 달러 규모의 시장을 형성할 것으로 전망되며, 2019년에는 손목형, 안경형, 모듈형, 의복형, 귀고리형 등 다양한 형태의 웨어러블 기기가 1억 6천개 출하할 것으로 예상된다.

이러한 추세대로라면 2020년에는 약 3000억 개의 센서(움직임, 위치, 온도, 행동 및 생체신호 감지)가 장착된 500억 개의 기기가 서로 연결될 것으로 예상된다. 이럴 경우 앞으로 웨어러블 기기인 인한 데이터 양은 급속도로 늘어나 데이터의 쓰나미 현상이 일어날 것으로 예측되고 있다. 실제 심박수 모니터의 경우, 1초에 250개의 샘플을 처리하기 때문에 한 달을 기준으로 1인당 9GB의 데이터 용량이 필요하다. 이러한 문제들은 향후 초인류적(transcendent humane)인 새로운 쟁점을 만들어 낼 것이기에 이러한 쟁점을 해결하는 비즈니스 모델에 대한 고민도 필요한 시점이다.

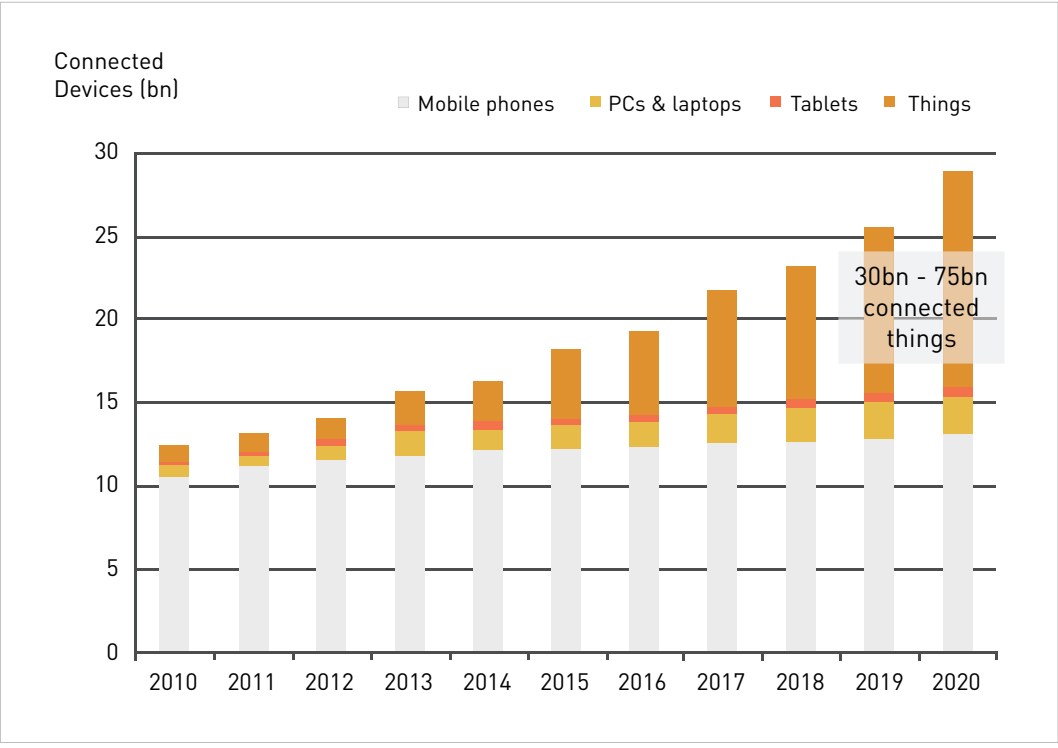


그림 1. IoT 사물기기의 증가 추세

스마트케어 웨어러블 기기의 성공 핵심요소는 센서를 패키징하는 방법, 데이터를 전송/저장하는 방법, 지속적으로 데이터를 분석하고 그 결과를 사용자에게 효과적으로 제공하는 방법에 있다. 하지만 사람들이 어떠한 상품을 사는 것은, 단지 상품을 구입한다는 행위가 아닌 그 상품에 내재된 스토리와 경험을 산다는데 의의가 있다. 따라서 성공적인 스마트케어 웨어러블 기기를 개발하기 위해서는 센서 기술자, 데이터 분석가, 행동 과학자, 시각화 디자이너, 게임화(스토리텔링) 전문가, 그리고 윤리학자의 수평적 융합에 주목할 필요가 있다. 여기서 수평적 융합이란 구성원 간의 초학제적(transcendent disciplinary) 융합을 통해서 이루어 질 수 있다. 초학제적 융합이란 사회/인류의 문제들을 인위적으로 학제의 관점에 맞추어 협소한 연구 목적으로 쪼개지 않고 총체적으로 조망하는 것이다. 이를 위하여 현실세계의 문제를 다루기 위해 여러 학제가 모이는 것을 넘어서 다른 사회 집단의 현장 실천가들 그리고 이해관계자들과 협력하여 그들의 요구/필요에 대응하는 것이 중요하다. 이와 같은 협력은 도전, 조화, 소통, 몰입, 예측, 영성 6단계의 과정을 통해 높은 수준의 사용자 경험을 만들어 내게 되는 것이다.

그렇다면 그러한 높은 수준의 사용자 경험을 만들어 내는 발명품을 만들어 내기 위해서는 어떤 전략이 필요할까? 먼저 덴마크 출신의 세계적인 제품디자이너, 야콥 엔센의 다음 말을 되새겨 볼 필요가 있다.

기술적인 한계로 인해서 당신의 디자인 상상력을 제한해서는 안된다. 당신의 생각이 옳다면 항상 방법을 찾을 수 있다. - 야콥 엔센

이에 본 리뷰에서는 향후 차세대 스마트케어 웨어러블 기기 시장을 주도하리라 예상되는 사용자의 3안(안전, 안녕, 안심)을 지킬 수 있게끔 해주는 DIY(Do It Yourself) 케어형태의 스마트 디바이스 출현을 촉진하게 하는 디자인 상상력을 도출해 내기 위해서 어떤 요소 기술들이 필요한지 검토한다.

이를 위하여 본 리뷰에서는 먼저 1장에서는 스마트 케어 기기 개발의 배경을 살펴보고, 2장에서는 미래 라이프 스타일의 변화에 따른 디자인적 사고와 경험경제 방식을 적용한 감성제품 개발의 필요성을 살펴보았다. 이어 3장에서는 지속가능한 스마트 케어를 위한 웨어러블 기기 변화 요구 사항을 정리해보고, 4장에서는 스마트 케어의 혁신을 주도하는 체계화된 감성 디자인 기술을 알아본다. 5장에서는 센서가 장착된 웨어러블 기기를 통한 자기 정량화(Quantified self)가 라이프 스타일을 어떻게 만들어 나가는지에 대한 사례를 살펴보고, 이를 바탕으로 행동변화를 촉진 할 수 있는 방법에 대해서 정리해보았다. 마지막 6장에서는 앞에서 언급한 내용들을 연구하고 있는 성균관대학교 H 랩에서 이루어지고 있는 스마트 디바이스 개발 전략 및 사례를 정리하며 리뷰를 마무리 하고자 한다.

1. 스마트 케어 디바이스가 부상된 배경

과거 고비용의 이유로 상품성이 결여되었다고 간주된 제품들이 기술개발을 통해 비용 문제가 해결됨에 따라 그 상품성을 회복한 경우는 무수히 많다. 그림 2에 나타난 통신기기의 진화가 대표적 사례이다. 시스템 온 칩의 개발로 여러 기능들을 연결하는 외부 인터페이스가 칩 하나에 집적되어 불필요한 장치와 공간이 줄어들게 됨으로써, 성능 및 집적도가 향상된 것이다. 이렇듯 현재 고비용 아이디어의 미래 가치유무를 판단하기 위해서는, 과거의 경험을 바탕으로 그 가치를 예측할 수 있는 미래 목표 로드맵을 만들고, 기술 개발의 동기를 부여하는 것이 무엇보다 중요하다고. 인텔의 창립자인 고든 무어가 제시한 무어의 법칙이 바로 이러한 것의 대표적인 경우다. 무어의 법칙에 따라 집적회로의 집적도는 매년 2배 이상씩 늘어나게 되었고, 그와 함께 상품의 효율성을 향상시키려는 노력이 거듭됨에 따라 통신기기는 진화하게 되었고, 현재의 스마트 폰이나 스마트 워치와 같은 사용성이 높은 기기가 탄생하게 되었다.



그림 2. 통신기기의 진화

현재 가장 많이 사용되는 웨어러블 기기는 스마트 밴드, 워치, 안경, 보석, 의류와 헤드기어이며, 이들은 크게 사용 목적에 따라 스포츠 및 피트니스, 헬스케어 및 웰니스, 그리고 게임 및 라이프스타일 세 가지로 분류된다. 이러한 웨어러블 기기의 탄생에는 다음의 여섯 가지 기술의 변화와 스마트 디바이스가 연결된 IoT (사물인터넷) 시장의 등장이 큰 역할을 했다.

1) 저렴한 센서

- 센서 가격은 지난 10년 동안 1.3달러에서 60센트로 50% 이상 떨어졌다. 향후 센서의 개수는 더 늘어나겠지만, 그 가격은 또 더 낮아질 것이다.

2) 저렴한 주파수 대역폭

- 주파수 대역폭 비용 또한 지난 10년간 약 40배가량 급격히 감소하고 있다.

3) 저렴한 데이터 처리 비용

- 지난 10년간 약 60배 이상 감소하였으며, 데이터를 활용하는 능력 또한 급격히 증가하였다.

4) 스마트 폰

- IoT의 게이트웨으로써 연결된 가정 시스템, 자동차 시스템, 또는 소비자가 착용하는 건강 및 피트니스 기기에 대해서 원격 제어 또는 허브 역할을 수행하게 되었다.

5) 유비쿼터스 무선 범위

- 유비쿼터스를 가능케 하는 통신(와이파이 등) 범위가 넓어지고 있으, 그 비용 또한 무료이거나 저렴해지고 있다.

6) 스마트 폰

- IoT를 통해 생성되는 방대한 양의 비정형 데이터를 적은 비용으로 분석할 수 있게 되었다.

+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
●	기술의	융합을	넘어	감성과	기술의	융합															
	스마트	케어																			
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

이와 같은 IT 기술 발전 추세에 따라 가트너가 조사한 2015년의 탑 10 전략기술 중 스마트폰을 대체할 차세대 스마트 기기 개발을 위해 주목할 만한 기술은 다음과 같다.

1) 실제 세계와 가상 세계의 결합

- Computing everywhere: 모바일 기기의 사용이 늘어남에 따라 사용자의 다양한 맥락과 환경에 따라 사용자의 요구를 충족시키는 것에 초점을 맞추어 사용자 경험을 요구하고 있다.
- The internet of things: 사용자 중심의 컴퓨팅은 디지털 비즈니스와 프로세스에 중심이 되며 어느 곳에서나 사용자와의 접점을 창출한다.

2) 모든 장소의 지능화

- Advanced, Pervasive, Invisible Analytics: 적절한 시간에 적절한 사람에게 적절한 정보를 정확하게 전달하는 것이 필요하다.
- Context-Rich Systems: 전반적인 분석과 결합된 유비쿼터스 내장형 지능 장치는 그들의 주위에 경고하고 적당히 반응하는 시스템의 개발을 유도하고 있다.
- Smart machines: 맥락의 이해에 적용되는 딥 분석은 스마트 기기의 선행 조건이다.

이와 같이 IoT와 연결된 차세대 스마트 기기는 “실제 세계와 가상 세계의 결합” 그리고 “모든 장소에서의 지능화”를 중점으로 개발되어야 함을 알 수 있다. 그러나 이를 충족시킬수 있는 스마트 혁신은 느리게 진행되고 있으며, 스마트 위치와 밴드는 대중에게 감동을 주기엔 부족한 상태에 있다. 이에 새로운 개념의 웨어러블 기기를 선보이기 위해 다양한 노력이 이루어지고 있다. 애플은 Sano Intelligence, Proteus Digital, Vital Connect, C8 Medisensors, Masimo and Senseonics 등으로부터 헬스케어 센서 전문가들을 영입하여 헬스케어 웨어러블 기기에 힘을 쏟고 있으며, 인텔은 심박수에 따라 음악을 선택하는 서비스 등 엔터테인먼트 특화 웨어러블 기기를 선보이고자 하고 있다. 그 외 Indie gogo나 kickstarter와 같은 크라우드 펀딩 등을 통해 웨어러블 기기의 하드웨어적 혁신에 새로운 물결을 만들고자 하는 시도도 이루어지고 있다.

2. 미래를 기억하는 비평적 디자인 사고와 경험경제

스마트 케어 제품의 성공에 있어 사용자의 경험과 감성적인 참여의 중요성이 늘어나고 있다. 사용자의 긍정적이고 높은 참여를 유도하고, 행동을 변화시키기 위해서는 기기에 대한 감성적인 결속을 만드는 것이 가장 중요하다. 이러한 제품, 시스템, 서비스에 대한 성공적인 사용자 경험(UX)을 만들기 위해서는 서비스 대상이 제품을 대할 때 어떻게 느끼는지, 그리고 얼마나 쉽게 접할 수 있고, 가치, 유용성, 효율성을 어떻게 인지하고 있는지 행동 및 태도, 감성을 관찰하는 것이 더욱더 중요해지고 있다. 즉, 현재에는 기술 중심이 아니라 사람의 사용 경험과 감성적 참여가 지속가능한 시장 점유를 만드는 데 중요한 영향을 미친다. 또한 사용자와 긍정적인 감성적 연결을 구축하고 강력한 사용자 참여를 생성하기 위해서 스토리를 브랜드화하는 것이 중요하다.

1) 스토리는 형태와 기능을 앞선다 (Form and function follows stories)

감성과 문화에 가치를 두는 트렌드에 따라, 생산자는 소비자의 감성을 자극할 수 있는 상품 안에 담긴 이야기에 가치를 두기 시작했다. 스토리와 브랜드를 결합하는 다양한 방식의 협력(Collaboration)은 브랜드를 더욱더 돋보이게 만들었으며, 이를 입은 상품은 소비자에게 더 많은 매력을 전달하였다. 이는 브랜드와 상품의 스토리텔링이 소비자의 마음을 움직이는 감성적 이미지를 만들어내도록 강한 인상을 남겨 기억에 더 오래도록 남게 하기 때문이다.

일찍이 루이스 설리반(Louis Sullivan)은 “형태는 기능을 따른다(Form follows function)”라고 하며 제품을 설계할 때 기능에 기반을 두고 형태를 디자인 하는 기능우선주의를 내세웠다. 이와는 반대로 조형적 상상력을 기능보다 중요시 하는 형태우선주의(Function follows form)도 존재한다. 단순히 기능을 구현하는 형태를 만들어 내는 것으로 그치는 것이 아니라 상상력을 기반으로 한 창의적인 발상을 통하여 조형적 형태를 먼저 만들어 낸 후에 기능을 입히는 방식이라고 볼 수 있다. 알버트 아인슈타인(Albert Einstein)의 “상상은 지식보다 중요하다”는 말과 일맥상통한다고 볼 수 있다.

“형태는 기능을 따른다”와 같은 기존의 틀을 깨고 상자 밖으로 나와 반대로 “형태를 우선 구현하고 원하는 기능을 구현할 방법을 찾는다”와 같은 문화를 재해석하고 높은 수준(편의성, 행복감, 만족감)의 새로운 경험을 만들어내기 위해서는 어떻게 해야 할까?



다음의 몇가지 사례에서 그 해답을 찾을 수 있다.

비평적 디자인 미래의 모습을 상상하여 나온 (미래를 기억하는) 창의적인 발상을 “비평적 디자인(critical design)”이라고 부른다. 비평적 디자인이란 일상적인 물건의 역할에 대한 개념이나 편견에 반하는 허구적이지만 이성적인 디자인 제안 활동을 말한다. 그렇기 때문에 비평적 디자이너는 그들이 제시한 디자인에 대해서 자신 만의 방법으로 설명할 수 있어야 한다. 비평적 디자인을 만들어내는 과정에서 토론과 쟁점은 대상을 가시화하는데 유용한 방법이다.

“나는 그림을 손재주 연습이 아니라 표현에 단순함과 자연스러움을 제공 할 수 있도록 간소화하는 수단으로 간주하였다.” 라고 말한 화가 헨리 마티스(Henri Matisse)는 비평적 디자인을 실천에 옮겨, 전통적인 회화 개념을 부정하고 자연주의적인 묘사를 벗어나 색채 그 자체의 표현을 강조하는 근대 미술의 일대 전환점을 마련했다.

디자인 언어 덴마크의 산업디자이너인 야콥 엔센(Jacob Jensen)은 대표적인 주류 디자인인 유럽 바우하우스의 이상주의적 전통미니멀리즘인 “less is more”와 소비자 지향적인 레이몬드 로위(Raymond Loewy)의 “MAYA(Most Advanced Yet Acceptable)”¹를 비평적 디자인 개념을 통해 결합하고 정제하여 특유의 디자인 언어로 구현하였다². 이러한 시도는 뱅엔올룹슨(Bang-Olufsen)의 제품에도 적용되어 “평평한 표현에 실버와 블랙의 미학”이라는 특유의 디자인 언어가 탄생하기도 하였다. 야콥 엔센은 “기술적인 한계로 인해서 당신의 디자인 상상력을 제한하지 않는다. 당신의 생각이 옳다면 항상 방법을 찾을 수 있다.”라는 말을 통해 형태의 중요성을 재차 강조하기도 하였다.

스토리 텔링 디자인 BMW 디자이너였던 크리스 뱅글(Chris Bangle)은 디자인의 감성적 효과 및 제품의 스토리를 강조하였으며, 세계 3대 산업디자이너 중의 하나인 카림 라시드(Karim Rashid)는 “상점에 가 보면 TV, 핸드폰, 카메라, 자동차가 모두 똑같다. 디자인의 혁신이 없다. 그들은 시장에 혁신적인 제품을 1%만이라도 내놔야한다. 안타깝다. 몇 년 전 국내 기업체를 위해 테두리 없는 계란형 TV를 디자인했다. 그러나 너무 극단적인 디자인이라고 하여 출시되지 않았다. 하지만 기업들이 새로운 방향으로 노력해야한다. 그래야 새로운 시장, 언어를 창출할 수 있다. 솔직히 리스크를 감수하지 않는 기업은 생존할 수 없다.”라고 말하며, 디자인은 문화를 형성하고 브랜드를 차별화하는 실질적인 것이라 정의하였다.

국내 기업의 디자인 부서가 ▲공감(empathy) ▲시각화(visualization) ▲시장에서의 실험(experimentation in the marketplace)이라는 세 가지 방식으로 다른 부서들을 설득하여 성공한 디자인

경영 사례가 경영전문지 하버드 비즈니스 리뷰(HBR) 2015년 9월호에 소개 되었다³⁾. 여기서 특히 주목할 만 것은 '시장에서의 실험' 인데, 이는 선도적인 디자인의 제품을 소량 생산하여 소비자들의 반응을 살피고, 이를 점차 다른 모델들로 확대 적용한다는 내용이다. 해당 기업에서는 2003년 TV 스피커를 테두리와 뒷부분으로 옮기는 스피커를 숨기는 형태의 디자인을 적용한 소수의 모델이 유럽 시장에서 성공을 거두면서 해당 디자인을 확대해 나갔다.

"Design brings stories to life. Stories bring design to life" 라는 슬로건을 건 퓨즈프로젝트(Fuseproject) 대표 이브 베하(Yves Behar)는 감성적 스토리 텔링을 담은 웨어러블 기기 디자인을 그림 3과 같은 조우본 블루투스 헤드셋 형태로 구현하였다. 미니멀리즘을 적용한 이 기기는 편안한 착용감과 통화할 때 착용자의 목소리와 주변의 소음을 분리하는 기능을 가지고 있으며, 가속도계가 장착되어 있어서 흔들면 페어링 모드로 전환되고 탭 터치를 통해 전화를 받거나 끊을 수 있다.

이렇듯 비평적 디자인을 통해서 쟁점을 가시화한 스토리가 만들어진다면 형태와 기능을 앞선다고 할 수 있다.

2) 경험경제와 미래 라이프 스타일의 변화



그림 3. 퓨즈프로젝트의 이브 베하의 조우본 블루투스 헤드셋.



앞에서 언급한 감성적 스토리와 경험은 경제학자들이 제시한 경험경제 이론에서도 살펴 볼 수 있다. ‘경험경제’란 고객이 상품에 담긴 스토리, 즉, 모험과 경험을 사는 것을 말한다. 즉, 경험경제의 상품 가치는 상품에 녹아 있는 무형의 가치인 감성적 스토리 및 상품과 결부된 주관적 경험에 의해서 창출되며, 이는 우리의 지성이 아닌 마음과 감정에 상품 구매를 호소하게 된다는 것을 의미한다. 경험에 대한 감성적 인지가 이루어지면 다음의 말과 같이 감성에 작용하여 이성적 판단을 뛰어넘는 행동을 유발하게 된다.

“인간은 감성적으로 상품을 구입하고는 자신의 구매행동을 사후에 이성적으로 합리화한다”
 - 윌리엄 번백(William Bernbach)

우리 뇌에서 감정을 관장하는 변연계(limbic brain)는 경험경제에 있어 중요한 부분이다. 변연계는 이야기, 책, 영화, 음악, 문화행사, 종교, 가치 등에 반응하는데, 아이폰과 스타벅스가 소비자에게 강렬한 경험을 제공해서 충성심을 이끌어낸 대표적인 경험경제의 사례라고 볼 수 있다.

이러한 경험경제는 미래학자들의 미래예측과 맥락을 같이한다. 덴마크의 미래학자 롤프 옌센(Rolf Jensen)은 “고객의 상품 구매 결정은 이성적 이유보다는 감성적 이유에 의거해서 이루어지며, 사람들은 상품에 담겨 있는 감성, 가치, 이야기를 구매한다. 따라서 기업은 제품 자체의 기술 우수성이나 편리함 보다는 이야기, 신화를 만드는 것에 더 신경을 써야 경쟁력을 확보 할 수 있을 것”이라고 말하였다⁵.

경험경제에 대한 개념을 최초로 소개한 세계적으로 저명한 영국의 경제학자인 케인즈 또한 1930년에 탐욕과 물질주의가 사라질 것이라 예견하며 “백년 안에, 가장 숭배 받는 사람은 들판에 핀 꽃을 가장 잘 묘사하는 사람이 될 것이다.”라는 글을 남기기도 하였다. 독일의 미래학자인(Matthias Horx)은 “대량생산 산업화 시대가 지나면, 맞춤형 디자인 경제 시대가 도래할 것이기에, ‘뛰어난 기술’ 아닌 ‘편안한 기술’을 추구해야 한다⁶. 인간은 똑똑한 기계를 원치 않는다. 인조인간보다는 할머니처럼 여성적이고 편안함을 주는 기술을 원한다.” 라고 말하였다. 이러한 경험경제의 흐름이 지속되고 있는 상황이기에게기에 남을 만한 즐거움을 주기 위한 핵심이야기가 제품의 디자인에 담기도록 하여 제품의 사용자 경험 가치를 높여야 한다.

3. 스마트 헬스 케어 기술 현황

새로운 기술 혁신들을 통해 2020년 IoT 헬스케어 시장의 규모는 1,170억 달러로 크게 성장할 것으로 예측되고 있다. 이렇게 확대되는 헬스케어 시장에서 앞에서 살펴본 경험경제에 기반한 최근의 스마트 웨어러블 기기의 변화 추세를 알아보고, 지속가능한 스마트 헬스 케어 혁신의 변화를 주도하기 위해서는 어떤 요소기술들이 필요한지 알아보자.

최근의 웨어러블 기기 중에는 엔지니어와 디자이너의 협업을 바탕으로 개발된 심미성이 강조된 보석 형태의 웨어러블 기기들이 있다(표1). 그 중 40%는 팔찌의 제한된 범주에 속하며, 이들의 절반은 밴드 형태로 만들어져 있다. 이러한 웨어러블 기기의 주요 기능은 사용자의 활동량, 스트레스 및 수면의 질을 측정하고, 사용자에게 이상이 있을 경우 그에 대한 피드백을 제공하는 것이다.

표 1. 보석 형태의 웨어러블 디바이스의 형태 및 기능

제품명	형태	기능
 Wristify	팔찌	따뜻함과 서늘함을 제공
 Leaf	뱃지	스트레스와 수면 추적
 MICA	팔찌	메시지, 달력, 진동기반 이벤트 알림
 Misfit Swarovski Shine	시계	활동과 수면 트래커
 Ringly	반지	진동 및 LED 기반 이벤트 알림
 CUFF	팔찌	가족 및 친구를 위한 경보 시스템

+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

● 기술의 융합을 넘어 감성과 기술의 융합
스마트 케어

애플의 앱스토어에는 2013년을 기준으로 43,000여개의 헬스케어 앱(App)들이 있는데, 이들의 앱들과 웨어러블 기기의 발전 경향을 살펴볼 때, 헬스케어 의료계의 변화를 창출해 나갈 수 있는 주요 기술군은 표2와 같이 요약할 수 있다.

표 2. 헬스케어 시장의 혁신을 만들어 갈 주요 기술 및 서비스 형태

기술 및 서비스 형태	제품명	기능 (요구 사항)
스마트 폰	AliveCor사의 Heart Monitor	· 스마트폰에 장착하는 액세서리 형태로 스마트폰 케이스의 두 개 전극을 양손으로 잡거나 가슴에 대면 실시간으로 심전도 측정 심전도 데이터를 의사에 전송 · AlivInsight 서비스(2013.11) 전자건강기록(EMR)과 연동시켜 병원 시스템으로 실시간 전송
스마트 밴드	퓨얼밴드, 마이코치, 핏비트, 조본업, 스마트 브라(Cyrcadia Health), 바이오셔츠	· 스마트 워치 또는 스마트 밴드와 같이 쉽게 접기 가능하고, 착용 할 수 있는 장치는 방문 일정, 호출, 실험실 시험 결과 전송 · 칼로리 소모량/섭취량, 영양성분, 심박동수, 활동량과 강도, 이동거리, 수면 측정 등 가능
패치	Corventis사의 PiiX	· 무선센서가 내장된 1회용 밴드 형태의 심장모니터링 기기 약 7~8일 정도 부착 사용 가능 · 심장부위 부착 - 심박, 심전도, 체온, 호흡속도 등을 측정 zLink로 전송 · 중앙의 모니터링센터에서 취합된 정보는 전문가의 리뷰를 거쳐 부정맥, 심방세동 등 심장 이상 감지 시 의료진에 전달
가정진단	OnStar, Nanobiosystem, AliveCor	· 혈압, ECG, 계능 분석을 통하여 질병을 조기 진단
게임화	Shine, Fitbit, Lumosity	· 건강한 라이프스타일을 유지하기 위해서 미국 어른의 63% 이상이 재미와 보상의 필요성을 인정
외골격 슈트	speculative Design ⁷	· 미래의 +human 프로젝트, 작동하지 않는 기관이나 기능을 대체. 슈퍼 파워 (소화능력, 뇌 기능)
3D 프린팅	HART (Harvard Apparatus Regenerative Technology)	· 인공장기: 신장과 심장판막, 심근, 생체 귀 및 간단한 기관 (인공 피부, 연골, 합성 기관과 인공혈관)
DIY(Do-It-Yourself) 생명 공학	iGem	· 생물학적 실험을 수행하는 실험에 필요한 데이터 또는 정보 접근 용이
준수제어	Ingestible sensor, iPill	· 환자의 건강을 개선. 예를 들면 알약병의 LED 색으로 약을 먹을 것을 알리거나 소화가능한 센서를 통해 약물 복용여부 확인
온라인 정보의 큐레이팅	chill, Pinterest	· 신뢰도가 높은 정보 감별
간병 로봇	아틀라스	· 전 세계적으로 간병인의 부족으로 인해, 인간형 로봇은 기본 치료 또는 간병인 역할 제공 · 아틀라스는 188cm 높이로 DARPA에서 개발. · 자폐증을 가진 아이들을 가르침, 노인 환자의 개인 비서 역할 수행

기술 및 서비스 형태	제품명	기능 (요구 사항)
증거 기반의 모바일 헬스	Smart Patients, Patientslikeme, Sermo.	· 거대한 크라우드 소스 내에서 디지털 뇌가 될 가능성이 있음. 의료 모바일 애플리케이션을 지속적으로 사용하도록 사용자에게 설득하는 문제 그리고 어떤 것들이 유용한 지 찾는 증거 기반 배경은 모바일 응용 프로그램을 구현하기 위한 필요한 사항
소화가 가능한 내장된 센서	Proteus	· 심장, 호흡, 체온을 측정. 치아에 내장된 센서는 턱의 움직임, 기침, 말하는 것을 감지. 인공 체장과 EEG를 무선으로 센싱함.
개인화된 모바일 앱	Apple HealthKit	· 건강관리 앱이 늘어남에 따라 의사가 환자에 맞는 앱을 찾기가 어려워진다. 의사가 환자에 맞는 정보를 제공하여 pApp을 자동으로 생성하여 환자가 다운로드하여 사용한다. Apple은 Mayo Clinic과 협력하여 HealthKit 공동 개발. · 사용자와 의료진을 연결하는 애플워치의 개방형 플랫폼, 수집한 데이터를 의료기관 또는 의료 서비스와 연계하기 위한 전략, 의료 센서 전문가 영입, FDA 협의 활발. 몸무게, 운동량, 식습관, 칼로리 섭취량/소모량, 수면 데이터 및 심장박동수 측정 기록, 혈압/혈당 측정 결과 제공
가상현실	Google Glass	· 구글 글래스나 디지털 콘택트 렌즈에 환자의 전자 의무 기록을 실시간으로 표시, 왓슨이 수술 중 에러를 찾아낸다. 구글 글래스의 UI는 음성과 제스처이고 콘택트 렌즈는 뇌파로 제어한다. Google과 Philips IntelliVue Solutions 기술 제휴를 통해 Google Glass에서 환자 활력징후(vital sign) 및 의료기록을 자동으로 보여주는 기술 검증 완료. · 안경형 디바이스 위주로 사용자 개인 맞춤형 서비스 웨어러블 디바이스를 통한 빅데이터 수집 전략, 광고 전략 적용, 피트니스 분야 적용: 활동량, 생체신호 모니터링, 원격의료자문, 수술과정 녹화, 응급환자 상태 전송 등
시맨틱 헬스 리코드	ElationEMR, Curemd, Drchrono, Medopad, Practice Fusion.	· 지속적으로 시스템을 개선하기 위한 유일한 방법은, 이를 개선하기 위한 해결책을 찾기 위해 데이터를 분석하는 것이다. 이러한 시맨틱 데이터 세트는 의료 문제 및 합병증에 대한 경고를 생성 할 수 있다.
새롭게 디자인 된 병원 체험	NHS, 스탠포드 병원, 오타와 병원, Calico	· 진단 및 치료를 개선하는 것이 충분하지 않듯이 의료 경험 여부를 개선 할 필요가 있다. · 헬스 케어는 기업으로부터 고객 경험에 대한 기능들을 취득해야 한다. 스마트 디자인을 통해 보장 편안함과 개인 정보 보호 정책을 제공해야 한다. 투명한 의사 결정 나무도 환자에게 제공해야한다.
의료 트라이코더	Qualcomm Tricorder Scanadu, Scout	· 질병을 진단 할 수 있는 의료 트라이 코더의 개념은 TV 시리즈 스타 트랙에서 수십 년 동안 있어 왔는데 이제 진짜 만들 수 있는 기회가 왔다. 퀄컴 트라이 코더 X 프라이즈를 통해 휴대용 기기의 개발로 여러 가지 질병을 진단 할 수 있다. · 개인에게 자신의 건강에 대한 더 많은 선택권을 제공한다. 예를 들어, Scanadu는 이마에 대면 체온, 심박수, ECG, 펄스 산소 측정 할 수 있다. 중요한 것은 환자가 자신 스스로 데이터를 얻어서 자신의 건강을 제어 할 수 있어야 한다.
디지털 콘택트 렌즈	Triggerfish ⁸	· 콘택트 렌즈 속에 장착한 극소형 장치를 통해서 눈물로부터 당뇨병 환자들의 혈당 측정 등에 사용. 스위스의 Sensimed 라는 바이오 벤처 회사가 내어 놓은 Triggerfish 라는 스마트 콘택트 렌즈는 내부에 장착된 센서를 통해 안압 (intraocular pressure) 을 측정.
의대 커리큘럼의 변화	Social MEDia Course, Semmelweis University	· 게이미피케이션 기반의 이라닝 학습. Virtual Physiological Human으로 모의 검사

이러한 제품기술들을 지속 가능하게 하기 위해서 어떤 디자인 방법이 필요할지 다음 장에서 알아 보기로 한다.

인간의 마음은 정서적 연결 관계에 있는 사람 및 사물, 환경과 연결되어 있기 때문에 이해관계자와의 관계 및 스토리텔링을 중시하는 제품의 서비스 디자인이 이루어져야 한다. 이를 위해 고려해야 하는 것이 바로 디자인 휴머니어링, 체화된 인지 그리고 사용자 경험이다.

1) 디자인 휴머니어링(Design humaneering)

미국의 제품 디자이너 에그몬트 아렌스(Egmont Arens)가 1946년에 쓴 “Industrial Humaner” 라는 글에서 사용된 디자인 휴머니어링은 사람의 오감에 얼마나 편한가를 중점으로 제품을 디자인한다는 의미이다. 이와 같이 사람의 오감을 즐겁게 하기 위해서 필요한 것이 바로 시각 및 제품 디자인 기술이다.

2) 체화된 인지(Embodied cognition)⁹

환경, 몸, 뇌가 별도의 양식을 통해 순차적인 인지가 하는 것이 아닌 하나의 통합된 양식을 사용하여 환경, 몸, 뇌가 동시에 인지를 이루는 것을 말한다. 체화된 상호 작용은 생성, 조작, 그리고 상호 작용을 통해서 동시에 의미를 공유하는 것을 말한다. 예를 들면, 따뜻한 커피를 들고 있는 사람이 찬 커피를 들고 있던 사람에 비해 전혀 모르는 사람에 대해 더 따뜻한 사람이라고 생각하는 경향이 있다. 체화된 인지는 온도 뿐 아니라 무게라든지 질감이라든지 하는 손과 몸을 이용해 접촉, 지각되는 모든 사물과 관련한 인지를 지배한다. 이와 같은 체화된 인지의 개념의 사용은 인터랙션 디자인에 필수적인 사항이다.

3) 사용자 경험

사용자 경험을 알아내기 위한 방법으로는 공감 맵이 있다. 사용자들을 대상으로 인터뷰를 실시하고, 일반적인 평일의 사용자의 태도와 행동을 관찰하고, 이를 생각, 느낌, 불편, 이득의 네 가지 영역의 클러스터로 나뉜 맵에 배치시킨다. 그려진 맵을 바탕으로 사용자의 니즈와 미래 사회 예측, 해결 방법 등을 찾기 위한 브레인 스토밍을 통해 기존의 틀에서 벗어나 디자인적 상상을 통한 기억에 남는 높은 수준의 사용자 경험을 만들도록 노력한다.

한 가지 흥미로운 사용자 경험 사례는 제품을 의도적으로 불편하게 제작함으로써, 사용자의 의도한 행동을 유도하는 것이다. 그림 4의 경우, 스마트폰 사용자가 램프의 불을 켜기 위해서는 스마트폰을 거치대에 올려놓아야만 하는 과정을 거친다. 이와 같은 불편한 디자인 방식은 사람의 신체활동을 늘려줌과 동시에 스마트폰 사용을 일시적으로 중단하게 만든다. 또 한 가지 예는 엘리베이터를 타고 올라가는 사용자를, 목적지보다 한층 아래에서 내리게 유도하는 것이다¹⁰. 이 경우, 사용자는 한 층위의 버튼을 누를 수도 있지만, 본인의 건강을 위해 의도적으로 유도된 값을 따를 확률이 높다.



그림 4. 램프의 불을 켜기 위해서는 스마트폰 사용자가 스마트폰을 거치대에 올려놓아야 하는 의도적으로 사용자를 불편하게 하는 대표적인 디자인.

홈 케어를 위한 또 다른 사용자 경험 사례를 살펴보자. 홈 헬스케어를 위해서는 다양한 센서를 통하여 사람의 행동을 관찰하는 것이 중요하다. 그러나 여러 명이 같이 사는 가정의 경우, 음성 명령어로 센서 디바이스들을 로그인하는 것이 본인 인증을 위해 편리하다. 그러나 음성 로그인을 위해 마이크로폰을 켜야 하는 불편함이 따른다. 이를 해결하기 위해서는 개인을 식별하는 정확도를 높이고 주변의 노이즈를 제거하여 마이크로폰을 지니고 다닐 필요가 없도록 해야한다. 정확도는 $TP / (TP+FP)$ 로 정의되며, 스피커 인식 및 쌍방향 승인의 본인 인증 프로토콜을 사용하지 않는 경우 10%의 에러가 발생하게 된다. 그 프로토콜을 사용한다고 해도 주변의 잡음에 의해서 8%의 False Positive 에러가 발생한다. 리콜은 $TP/(TP+FN)$ 로 정의되며 음성명령을 사용하는 경우 FN(False negative)은 0이 되어 인식율이 100%가 되게 된다(그림 5).

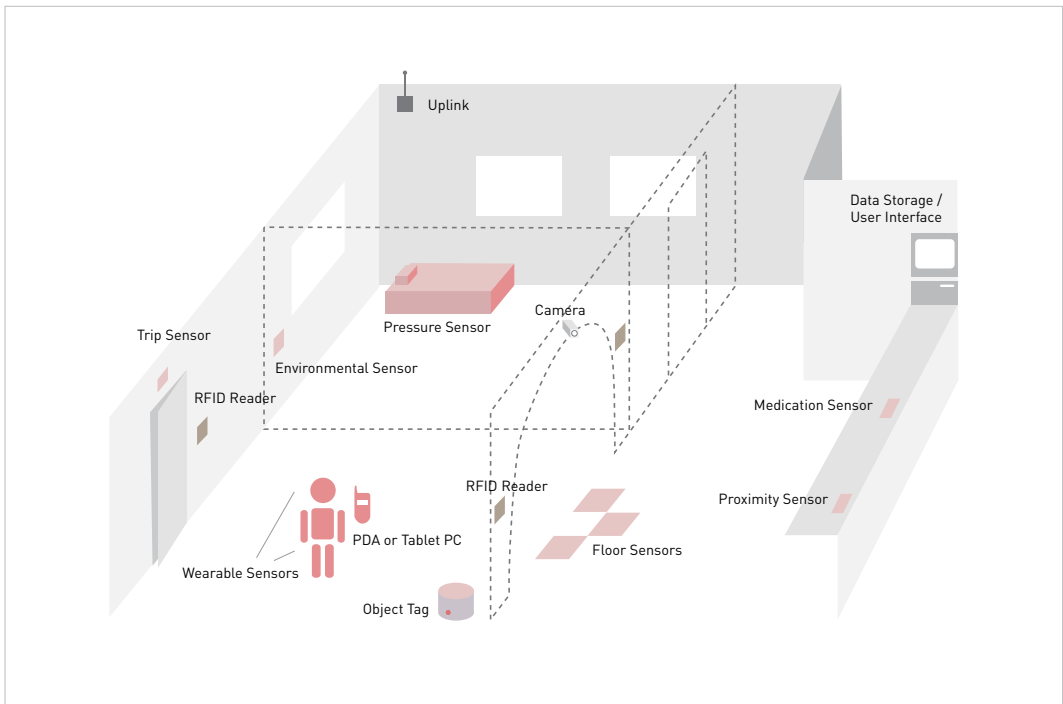


그림 5. 실측자료(ground truth)를 바탕으로 사용자 별 개별 음성 인식 및 집 내부 기기 조적이 가능한 Vocal-Diary 개념도¹⁾

실내에 다양한 공기 오염 물질이 발생할 수 있다(그림6). 이는 사람의 면역 능력에 따라 불안, 두통, 인후통을 유발하거나, 눈과 코를 자극 할 위험이 있다. 이 경우에도 앞에서 언급한 인증절차를 거쳐 개인 맞춤형 서비스를 제공할 수 있게 된다. 이를 위하여 실내 공기 품질 모니터링 장비를 집안의 여러 곳에 사용해서 실내 공기 조건, 일산화탄소, 알코올, 아세톤, 신나, 포름알데히드를 모니터링 한다. 또는 그림7과 같은 꽃의 잎에 먼지가 많이 쌓인 곳의 방향을 시각적(LED 사용)으로 표시하면 건강에 영향을 미치는 공기오염의 위치를 찾아내는 과제를 단순화 한다. 또한 공기의 질이 양호한 경우 꽃이 열리고 우리가 건강하지 못한 상황에 있는 경우는 닫히면서 꽃잎의 색깔이 적색으로 표시되는 방향의 먼지를 제거하는 식으로도 활용될 수 있다(그림7).



그림 6. 실내의 공기 오염 원인



그림 7. 실내 먼지의 위치를 알리기 위한 꽃 형태의 피드백 기기2

이 외에도 공기오염, 식재료의 부패정도를 진단하는 휴대용 안전진단 키트를 사용하는 사용자 경험 시나리오의 예는 그림8과 같다.

<사용시나리오1; 첫 여행지에 대한 환경지수 평가>

처음 온 여행지에 대해 유해한 요소가 있는 지 확인을 원함	부모는 가지고 있는 키트를 통해서 주변 대기환경에 대한 지수를 측정함	주변의 공장으로 인한 매연과 미세먼지로 환경지수가 낮다고 알림, 지침을 모바일로 확인함	부모는 키트의 지침에 따라 아이에게 마스크를 씌워줌

<사용시나리오2; 식자재 구매에서 잔류 농약 및 유해물질 검출>

마트에 장을 보기 위해 나온 부모는 아이가 먹은 식품에 잔류농약 또는 유해물질의 정도를 파악하기를 원함	키트를 이용하여 구매할 식자재의 환경 지수를 측정	측정한 결과치를 참조하여 구매 여부를 판단하고, 장비기 리스트에 데이터를 통합할 수 있다.	장보기에 참여하지 않은 배우자나 다른 가족 구성원은 앱을 통해 연결된 데이터를 통해서 구매되는 식자재의 정보를 확인할 수 있다.

<사용시나리오3; 인터랙션 기기의 확장을 고려한 게이미피케이션>

사용자들은 해당 기기를 단순하게 측정기기가 아닌 장난감 같은 게임 요소와 인터랙션을 원함	개발사용자들이 각각 자신의 키트로 주변 환경지수를 수집 해당 위치의 환경지수가 좋을 때 일종의 보상을 획득함	개인이 측정한 결과를 다른 사용자들과 공유하기 위해 위치 값과 측정치를 맵에 표시.	여러사용자들은 함께 모여서 환경요소에 대한 맵을 만들거나 타 사용자가 열어놓은 위치에 환경요소를 측정하는 퀘스트 수행

그림 8. 휴대용 안전진단 키트의 사용자 시나리오

4. QS를 통한 라이프 스타일의 변화

센서가 장착된 웨어러블 기기를 이용하여 사람의 생체 데이터, 행동 데이터, 그리고 심리 인지적 데이터를 획득하여 적절한 서비스를 제공하는 것을 자기 건강 측정(Quantified self, 이하 QS)이라고 한다. 2014년 글로벌 경제 포럼에서 10대 떠오르는 기술 중 하나로 선정되기도 한 QS는 주로 웨어러블 기기를 통해 측정된다. 음식물(칼로리, 음식, 알코올, 물등), 신체적 기능 (Body PH, 임신, 배뇨 등), 운동량(스포츠 활동, 수면, 여행등), 의학적 증상(두통, 통증, 천식, 알러지등), 공간정보(장소, 태도, 시간, 본 것), 생리학적 통계(심박수, 혈당, 온도, 혈압, 몸무게, 호흡), 정신건강(기분, 스트레스 등) 측정, 분석 등의 서비스가 QS를 바탕으로 등장하고 있다(그림9). 이를 통해 사람들은 실제로 언제 얼마나 자주 달리기를 하는지, 하루에 얼마나 많은 물과 음식을 섭취하는지, 전립선 문제가 있는지, 또는 요로감염은 없는지, 그러한 것들이 어떻게 당신의 책임감에 변화를 줄 것인지, 등을 인지할 수 있게 된다.

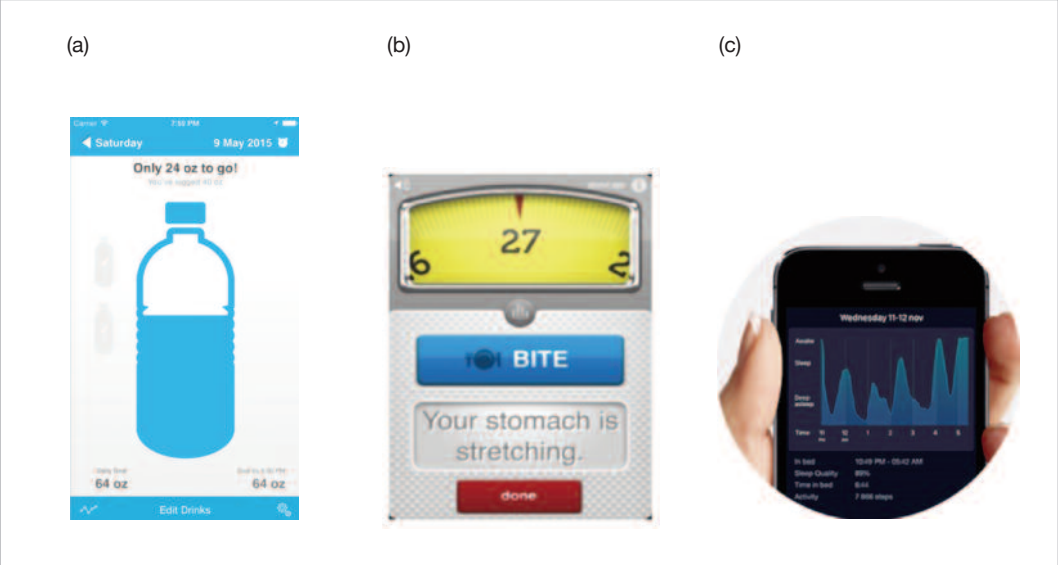


그림 9. (a) 하루 동안 물 섭취량 기록 (b) 하루 동안 먹은 음식양 추적 (c) 가장 가벼운 수면 단계에 있을 때 깨는데 도움이 되는 수면 패턴 분석 응용 프로그램

매슬로(Abraham H. Maslow)의 인간 동기 이론에 의하면 인간은 자아 성취 실현을 통해 행복감을 가지고 인간으로써의 최고의 경험을 찾고자 한다¹³. 이를 실현하기 위해서는 유의미한 사용자 경험을 제공하는 것이 필요하다¹⁴. 즉, 사용자 경험은 기능(알고리즘), 신뢰성(정확성), 사용성(어려움이 없이), 편리성(사용하기 쉽고 생각하는 대로 작동됨)을 개선해야 될 뿐 아니라 즐거움(나눌 수 있는 기억에 남는 스토리와 경험)과 의미(개인적인 의미성)를 부여하는 것이 궁극적인 목표가 된다.

이러한 매력적인 인터랙션 디자인 도구는 타이거(Lionel Tiger)가 제시한 그림 10의 4가지 즐거움—1)사람과 협력하는 사회적인 즐거움, 2)가치와 포부를 지니는 관념적 즐거움, 3)인지와 감성적인 심리적 즐거움, 그리고 4)촉감과 향기와 같은 생리적 즐거움—을 만족시켜야 한다.

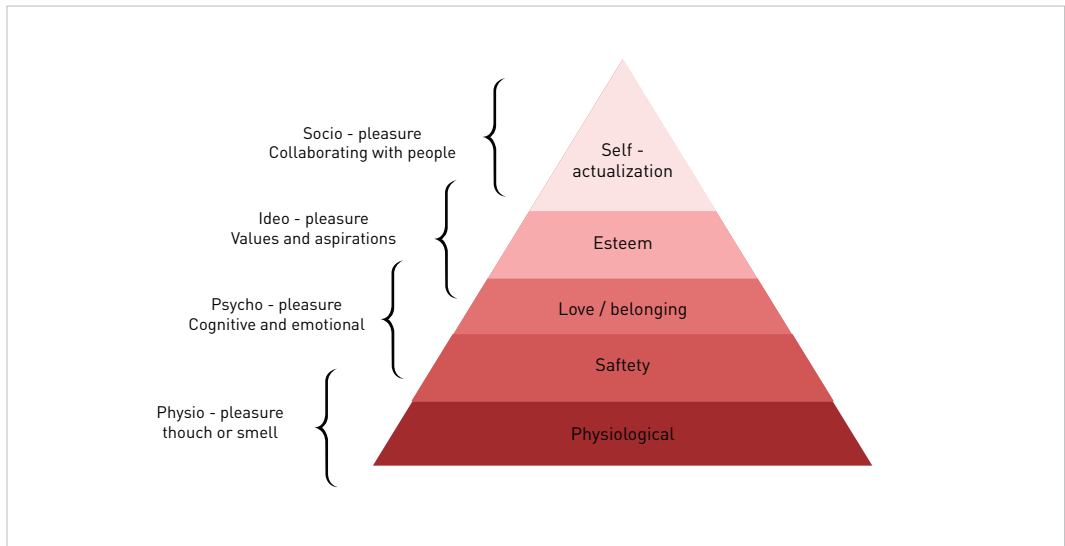


그림 10. 매슬로의 인간욕구 5단계와 타이거의 즐거움(4가지)을 위한 디자인 관련성

편안함과 즐거움을 주는 제품의 가치를 만드는데 있어 QS를 통한 소비자의 다양한 데이터 분석은 유용하게 활용될 수 있다. QS는 매슬로가 제시한 인간욕구 5단계에 해당하는 개인의 생리학적, 신체적, 행동적, 환경적, 심리적 특성을 추적하고 저장하고 개인의 특성에 따른 라이프스타일 변화를 위한 피드백을 제공할 수 있기 때문에 소비자의 요구를 만족시키는 데 활용될 수 있다.



그렇기 때문에 웨어러블 기기는 하드웨어와 무선장치를 가진 장치 개발을 넘어 기기에서 측정된 데이터의 가치를 찾아내는 새로운 비즈니스 모델-데이터 분석과 고객 피드백의 물리적 모델, 서비스 모델을 포함하는-들을 필요로 하게 된다. 또한 다수의 연결된 기기를 통해서 서비스가 지속적으로 제공되지 않으면 기기는 사라지게 될 것이기 때문에, 기기 스스로가 스토리를 만들어 낼 수 있도록 기기들이 연결되어야 한다. 예를 들면 2015 Maker Faire에서 소개된 스마트 양말 Netflix socks는 사용자가 TV를 시청 하는 도중 잠이 들면, 이를 감지하여 TV에 신호를 보내 자동으로 영화나 쇼를 일시 중지하는 기능을 갖는다.

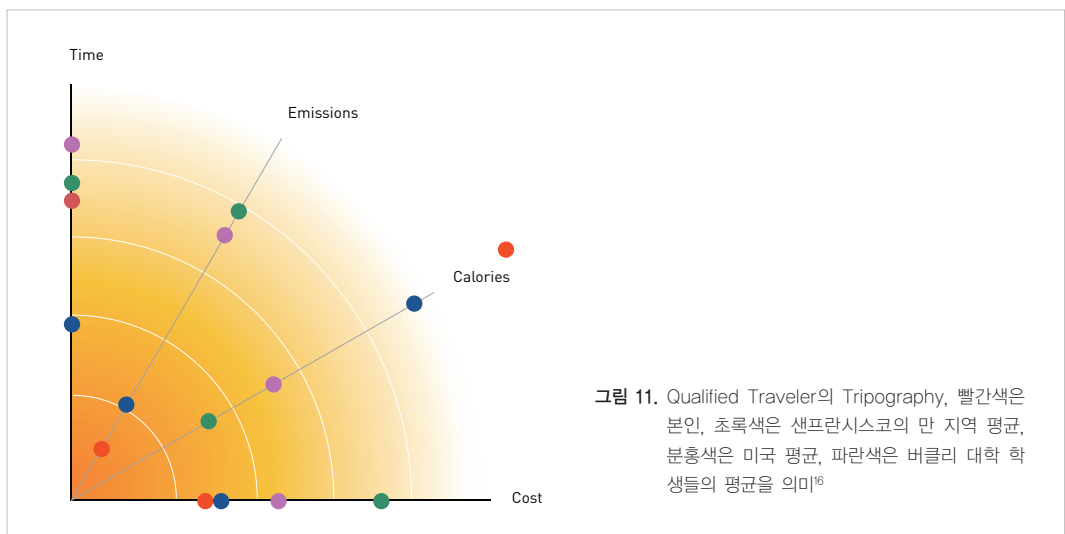
그럼 좀 더 구체적으로 QS가 어떻게 사람의 행동 변화를 유발하는지 살펴보자. QS의 개념을 처음 제시한 게리 울프(Gary Wolf)는 자아(Self)란 운영중심이며, 의식과 도덕의 나침판이라고 말하며 세상에서 좀 더 효과적으로 행동하기 위해서는 우리 자신을 좀 더 잘 알아야 한다고 말하고 있다⁴⁵.

QS를 통한 게리 울프의 하루 일과를 알아 보자. 그는 아침 6:30에 기상하여 12:45분에 잠자리에 들었다. 그는 밤에 한번 깨어났고 그때의 심박수는 1분에 61이었다. 어제 운동은 하지 않았기 때문에 최대 맥박수는 계산되지 않았다. 그는 600밀리그램의 커피를 마셨고 알코홀은 마시지 않았다. 그의 나르시즘 개인 인덱스(NPI-16)는 0.31이었다.

이와 같은 라이프로그 데이터를 측정하기 위한 기기는 마음, 신체, 장소를 측정하기 위해 우리의 의복에 집적되어 환경의 일부가 되어야 한다. 이를 위해 의복은 습윤성, 투자율, 색상, 심지어 전도성 표면 활성화와 같은 환경 변수를 변화시킬 수 있도록 디자인되어야 한다. 실제로 최근 활발히 이용되고 있는 폴리피롤 코팅(Polypyrrole coatings, 전도성 물질 코팅)은 조끼, 티셔츠, 팔 밴드에 사용되어 직물의 전기 전도 특성이 물리적인 신장과 압축에 의한 변화를 측정할 수 있게 하여 호흡, 사지의 움직임과 자세 등을 모니터링 할 수 있다.

스마트폰에는 자력계(magnetometer), 근접조도 센서(proximity & ambient light sensor), 카메라, GPS, 자이로스코프 센서(Gyroscopic sensor), 가속도계(accelerometer), 마이크와 같은 센서들이 있다. 스마트폰은 이와 같은 센서들을 통해서 데이터를 분석하여 행동을 변화시키는 톨로써 활용될 수 있다. 그 중의 한 예는 운동량을 측정해 주는 Quantified Traveler이다. 그림11과 같이 여행 시간(Time), CO₂ 방출량(Emissions), 칼로리 소모량(Calories), 여행 경비(Cost)의 네 가지 데이터를 본인과 버클리 대학 학생들, 샌프란시스코 지역민, 미국인 전체의 평균과 비교할 수 해준다. 이

렇듯 데이터가 소셜 미디어와 연결되면 단순 데이터를 넘어 공유된 활동과 행동이 커뮤니티의 관심과 경쟁을 유발하기도 한다. 즉, 소셜 네트워크를 통한 다른 사람과의 관계가 행동변화의 동기유발에 영향을 미칠 수 있다.



신체 활동 또한 사회적 영향이 중요한 역할을 하는 삶의 영역이다. 앉아있기를 좋아하는 사람의 활동을 관찰하는 것은, 관찰자의 운동량이 줄어드는 것에 영향을 미칠 수 있다. 반대로 지속적이고 적극적인 신체활동을 하는 사람을 관찰하는 것은, 신체활동을 늘리는 동기 부여 요인이 된다. 따라서 신체 활동에 대한 동기 관계를 촉진하기 위해서 활동자와 비활동자 간의 최적의 페어링 방법을 찾는 것이 필요하다. 터차니노바(Alisa Turchaninova)는 사용자의 신체 활동을 추적하는 모바일 건강 및 피트니스 애플리케이션인 iBurnCalorie을 통해 수집된 데이터를 기반으로 관찰 대상의 활동 패턴이 관찰자에게 영향을 주고 있음을 보여주기도 하였다¹⁷⁾.

이러한 행동변화를 유발하는 QS를 지속가능케 하여 사용자의 행동변화를 촉진하기 위한 방법은 다음과 같이 세 가지로 요약할 수 있다.

1) 소셜 네트워크를 활용한 경쟁 심리 및 관심 유도



공유된 활동과 행동을 소셜 미디어에 연결하여 커뮤니티의 관심과 경쟁을 구축한다. 같은 나이의 다른 이와 비교할 때 행동변화에 대한 소비자의 동기는 크게 유발되기 때문에, 아이들의 활동량을 높이기 위한 서비스인 Zamzee 또한 자신감(Competence), 자주성(Autonomy), 숙달(Mastery), 목적(Purpose)과 함께 다른 사람과의 관계(Relatedness)를 행동변화를 유발하는 중요한 요소로 꼽기도 하였다.

2) 게임화된 피드백(트리거)을 통한 사용자의 관심 유지

사용자가 작은 목표를 달성할 때 그에 상응하는 보상을 제공한다. 이는 사용자가 지속적인 발전을 느낄 수 있게 하는 피드백 역할을 함과 동시에, 사용자의 관심을 유지시키는 요인으로도 작동한다.

포그(B.J. Fogg) 교수는 동기(Motivation), 능력(Ability), 트리거(Trigger)의 세 가지 요소가 동시에 존재할 때 행동변화가 일어난다고 설명한다(B=MAT)¹⁸. 즉, 아무리 행동변화에 대한 동기가 강해도 지금 당장 행동변화를 일으킬 수 있는 능력이 없거나 행동변화를 일으키기 위한 트리거가 존재하지 않는다면 행동변화까지 이어지지 못하게 된다는 것이다. 90년대 이후 인간의 비합리성에 초점을 맞춘 행동 경제학이 부상했다. 이에 따르면, 인간의 비합리적 행동은 지속적으로 존재(Status Quo bias: 현상 유지 편향)한다. 예를 들면, 전화벨소리가 계속 울리는 상황이 귀찮음에도 불구하고 계속 유지하거나, 타인을 의식해 잘못된 판단을 하는 집단 의식이 이에 해당한다¹⁹. 이러한 인간의 인지적 착각을 해결하기 위한 행동 변화를 유도하는 방법은 타인의 선택을 유도하는 부드러운 개입 인 행동 경제학적 넛지(Nudge)이다. 상대의 팔을 이끄는 것과 같은 상황으로 행동을 강제하는 것이 아니라, 자연스러운 상황을 만들고 상대를 유도하는 개인에게 선택의 자유를 부여하는 자유주의적 개입주의(Libertarian paternalism)로 유도하는 것이다. 이와 같이 인간이 가지는 비합리성을 고려하여 넛지를 적절히 배치/활용하게 되면 사용자의 관심은 유지하면서, 사용자의 삶의 질과 사회의 많은 주요 문제들을 개선할 수 있다.

3) 시각화

행동 심리학자, 디자이너나 예술가처럼 시각의 힘을 빌려 감성을 자극할 수 있는 전문가의 참여가 필요하다. 행동변화의 동기를 유발하는 것은 데이터 자체가 아니라 얻어진 데이터를 소비자에게 전달하는 방식에 있다. 효과적으로 “데이터가 이야기하게 하는 것(Making Data Talk)”이 필요하다.

그림 12와 같이 개인의 행동 변화는 개인의 긍정적인 태도와 사회적·주관적인 규범에 의한 피드백 메커니즘에 의해서도 이루어지며, 다음과 같은 두가지 시각화 피드백으로 구성된다. 즉, 1) 인식 수준을 변화시키는 태도 변화에 미치는 영향에 대한 정보의 표현 2) 사회적 (즉, 동료와) 비교 처리 결과의 통계적 표현의 두가지이다. 즉, 시각화 피드백을 통한 인식의 변화는 태도의 변화와 규범의 변화에 영향을 준다는 것이다²⁰.

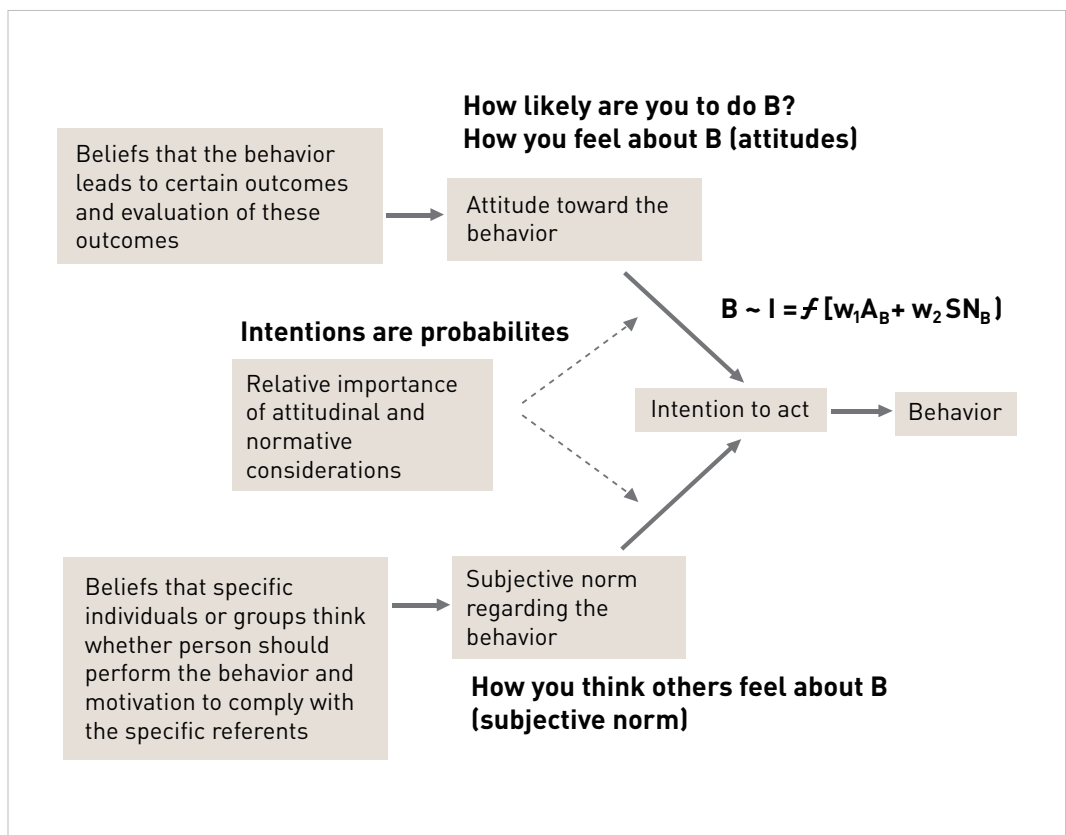


그림 12. 시각화 피드백에 따른 인식 변화에 대한 합리적 행위이론(Theory of reasoned action)²⁰



6. 스마트 케어 혁신을 위한 융합 연구 사례 - 휴먼ICT융합학과 (H-랩)

스마트 폰 등 컨버전스 제품이 세계 시장의 판도를 바꾸어 놓듯이, 최근 정부는 산업융합이 신(新) 르네상스 시대를 열어 갈 수 있도록 다방면의 정책을 수립하고 있다. 포스트 스마트 시대의 주력 ICT 산업으로 주목 받고 있는 감성 ICT산업은 2020년 26조원의 시장(세계시장 1000조원)을 형성할 것으로 예상하고 있다.

감성 UX 디자인 전문가인 도널드 노먼(Donald Norman)은 감정을 움직이는 것이야말로 사용자 경험을 의도한 곳으로 이끄는 가장 근본적인 방법이라고 말하며, 사용자에게 감성적인 참여 방안을 제공해야 자연스러운 행동변화를 유도할 수 있음을 강조하였다. 또한 수준 높은 사용자 경험을 위해서는 엔지니어링, 마케팅, 그래픽 디자인, 상품 디자인, 인터페이스 디자인과 같은 다양한 분야의 서비스들이 매끄럽게 통합되어 제공되어야 한다고 언급하였다.

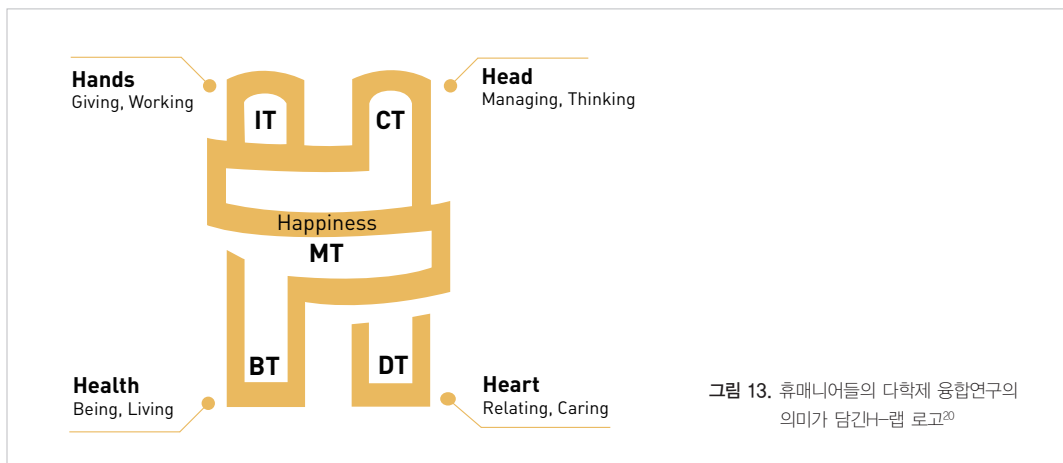
따라서 감성 ICT산업 분야는 IT(정보와 컴퓨팅)를 중심으로 BT(의과학과 신체능력향상), CT(인지과학과 지적능력향상), DT(디자인과 감성능력 향상), MT(마켓의 특성 분석 능력 향상)등 다학제간의 수평적 융합이 필요한 분야이다. 수평적 융합은 구성원 간의 초학제적(transcendent disciplinary) 융합을 통한 도전, 조화, 소통, 몰입, 예측, 영성의 6단계를 통해 선도자(first mover)로 나갈 수 있는 초일류 스마트 제품을 개발할 수 있게 한다. 높은 수준의 산출물은 영성의 단계에서 이루어지며, 이는 인간이 추구하는 궁극적인 욕구인 자신의 능력과 잠재력을 최대한 발휘하는 자아현실(self-actualization)의 단계를 말한다.

성균관대학교는 정보통신, 의과학, 인지과학, 인문/예술등 다학제 전공의 교수진 및 학생으로 구성된 일반대학원 '휴먼ICT융합학과' 를 신설하였다. 휴먼ICT융합학과는 이와 같은 초학제적 스마트 인재 양성이라는 목표아래 매년 15명 내외의 디자인+인문, 디자인+공학, 인문+공학등 융합적인 소양을 갖춘 석사과정 장학생들을 선발하여 운영하고 있다. 디자인, 공학, 인문을 주전공으로 하는 학생 3명 또는 4명을 한 팀으로 하여 팀 내부에서 본인의 경험 및 지식을 교류(crossover)하는 과정에서 시너지 효과를 낼 수 있다. 그를 위해 본 학과에서는 다양한 교육 프로그램을 마련하여 학생들이 다양한 경험을 할 수 있도록 교육 인프라를 마련하여 '휴머니어'(휴먼과 엔지니어의 합성어) 인재 양성의 중심으로 성장하고 있다.

1) H-랩이란?:

성균관대학교 H-랩에서는 H-자 형 인재인 휴매니어 들이 초학제적 융합 연구를 하고 있다. H자는 왼쪽으로 누운 T자와 오른쪽으로 누운 T자 두개가 합쳐져 있다. 즉, IT와 BT의 좌뇌형 T자 형 인재와 CT와 DT의 우뇌형 T자형 인재 두 분야의 협력(Hug)을 통해서 H-자 형 인재로 탄생된다. 인스타그램을 만든 두사람(한사람은 MIS 전공이고 다른 한사람은 심볼릭 시스템)의 예에서 알 수 있듯이 H-자 형태의 구성원으로 구성된 벤처의 성공한 사례는 무수히 많다. 애플도 인문학자인 스티브 잡스(Steve Jobs, 대학에서 철학과 캘리그래피공부)과 컴퓨터공학자인 스티브 워즈니악(Steve Wozniak)이 창업하였다.

H-랩은 매년 시각/제품 디자인, 인문/사회/경영/법학, 전자/컴퓨터/기계/화학/재료/생명/산업/의공/수학의 다양한 전공을 가진 학생 3~4명으로 구성된 다학제(인문+공학+디자인) 프로젝트 팀을 구성하여 헬스케어 관련 스마트 기기의 UX 향상을 위한 HCI 연구를 진행한다. 예를 들면, 암환자, 노인복지 또는 장애아동, 영유아등의 헬스케어 서비스 및 웨어러블 UI/UX등의 과제를 수행한다. 즉, 인간 중심의 정보 및 인지 기술을 활용하여 사람의 건강을 모니터링하고 필요한 정보를 NUI(Natural User Interface)를 통해 피드백하는, 바디 센서와 웨어러블 인터랙션 디바이스, 앱 플랫폼 세가지가 연동된 IoT 서비스 플랫폼을 개발하고 있다. 특히 QS를 통해 주변 상황과 자신 상황을 체험하고 이를 바탕으로 몸에 부착하는 웨어러블 기기들이 체화된 인지로 지각되어 사람의 행동 변화를 자연스럽게 유도할 수 있도록 사용성을 높이는 연구를 하고 있다. 이를 성공적으로 수행하기 위해서는 다학제 팀의 구성이 매우 중요하다. 따라서 학과에서는 스마트 케어 기기에 대한 플랫폼 기획 부분, 서비스 디자인 부분, 정보통신 UI/UX 부분, 산업디자인 부분의 네가지 관련 전공 분야의 학생들이 융합팀을 이루어 진행하고 있다.



H-자형 인재를 휴매니어라고 부른다. 휴매니어는 휴먼과 엔지니어의 합성어로 "인간을사랑하는 엔지니어"라는 의미로 그렇게 부른다.



2) H-랩의 융합프로젝트 수행 사례

- 스마트 가발²²

2014년 H-랩은 항암환자의 건강상태를 실시간으로 체크해 응급상황을 방지하고 알리는 ‘스마트 가발’을 개발했다(그림 14). 이 프로젝트를 통해 다양한 분야 학생들과 함께 스마트 케어를 위한 웨어러블 인터랙션 사용성 연구를 진행하여 사람에게 필요한 창의적인 아이디어가 도출되는 과정을 경험하였다. 스마트 가발팀은 의공/수학/전자/법학/게임디자인 전공자로 구성되었다.

프로젝트 팀은 각각의 역할을 수행한다. 인문계 전공 학생은 서비스 디자인 방법론을 바탕으로 문제를 찾는 역할과 문제 해결과정을 조망하고 조율하는 팀장 역할을 수행한다. 또한 UX 기획을 맡아 엔지니어들에게 저니맵, 블루프린트, 시나리오를 개발하여 엔지니어에게 인사이트를 주는 역할을 수행하였다.

서비스 디자인은 서스테이너블(sustainable) 디자인 또는 인클루시브(inclusive) 디자인이라고 불리우며 사용자의 능력 및 동기부여 등 다양성을 고려하여 지속가능하도록 설계하는 것을 의미한다. 그 과정에는 오락성(playful) 게이미피케이션(gamification)과 재미이론(fun theory)를 통한 흐름(flow)의 상태를 만들어 사용자를 포함한 이해관계자에게 행복감을 주는 디자인 제품을 만든다.

스마트 가발팀은 항암환자에게 심미적 기능을 제공할 뿐 아니라, 그들을 도울 수 있는 똑똑한 가발을 만들자는 생각을 하게 됐다. 이와 같은 전체적인 기획과 아이디어는 ‘법학’ 전공자가 제시하고, ‘디자인’ 전공자는 가발을 디자인했다. ‘의료IT공학’ 전공자는 심장박동 센서를 만들고, ‘수학’ 전공자는 측정 시간과 각도를 바탕으로 환자의 낙상사고 여부를 판단하는 수학적 논리와 알고리즘을 세웠다. 이를 ‘전기전자’ 전공자가 구체적으로 프로그래밍을 하고, ‘소프트웨어학’ 전공자가 소프트웨어를 만들었다. 그렇게 하여 그림15와 같이 체온과 심장박동수를 확인할 수 있는 앱, 센서와 배터리가 탑재된 파우치(Connected Pouch)가 포함된 스마트가발이 탄생했다.

이와 같이 스마트 가발 프로젝트는 확실히 강한 '시너지효과'를 발휘했다. 하지만 과정이 순탄치만은 않았다. 6명이 사용하는 용어가 모두 다르기 때문에 하나의 스마트가발을 바라보는데도 관점이 달랐다. 학부 때 전기전자공학을 공부했던 학생은 스마트가발의 기획적, 디자인적, 의료적인 이슈를 논의하고 해결하는 것에 익숙하지 않았다. 자연스레 작은 논쟁거리가 항상 따라다녔다. 하지만 큰 마찰은 없었다. 휴먼ICT 융합학과를 선택한 이상, 융합을 하겠다는 의지와 서로의 학문을 공부할 수 있는 열린 마음이 있었기 때문이다. 결과적으로는 소프트웨어학 전공임에도 인문학에 관심을 가질 수 있었고, 경영학 전공임에도 뛰어난 프로그래밍 실력을 갖게 됐다.



그림 14. 항암환자들이 착용하는 스마트 가발

2) H-랩의 융합프로젝트 수행 사례

● 스마트 임신부복²³

스마트 임신부복(Lily Kickee)은 태아의 태동을 감지하기 위한 태동 감지 표시가 가능한 임신부 의류 장치로, 태아의 태동을 산모뿐만 아니라 산모의 주변인들에게 전달함으로써 태아와의 공감관계에 있어 지속적인 교감 및 태아의 건강관리가 가능한 웨어러블 스마트 케어 기기이다.

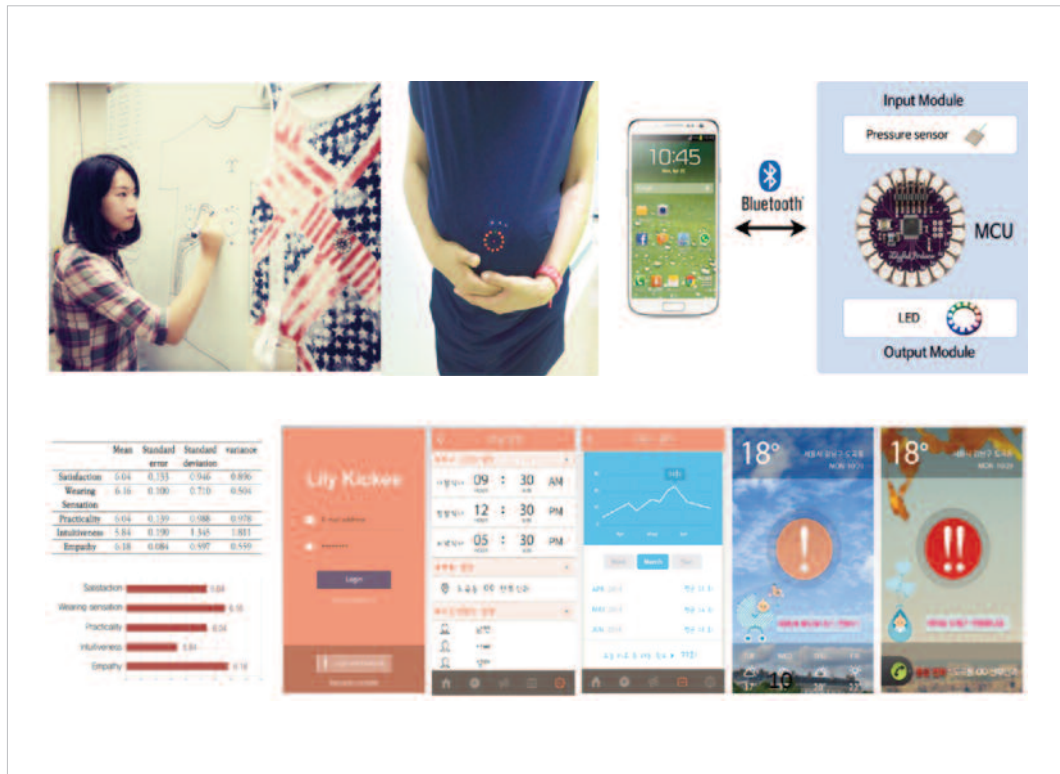


그림 15. 스마트 임신부복 Lily Kickee

● 걸음걸이 관리를 위한 시각적 피드백 시스템 디자인

잘못된 보행자세는 척추, 관절, 골반 등의 신체 불균형을 가져온다. 이전의 연구들은 걸음걸이 측정 방법과 기술 개발에 집중했다는 한계점을 가지고 있었다. 이에 사용자의 만족도, 행동변화에 대한 연구를 진행하여 사용자가 자발적으로 걸음걸이를 교정할 수 있는 시각, 청각적 피드백 방식을 연구하였다. 그림 16은 사용자의 족적 데이터를 분석하여 사용자의 흥미와 관심을 유도하여 걸음걸이를 교정할 수 있도록 돕는 인터랙션 도구이다. 사용자의 걸음걸이 데이터를 측정하는 웨어러블 디바이스와 사용자에게 피드백을 제공하는 어플리케이션으로 구성된다.



그림 16. 발걸음 모니터링

● 자세 교정 아바타24

과거에는 자세 교정을 위하여 근전도검사(EMG, electromyography), 자이로 센서(Gyro sensor), 스트레인 게이지(strain gauge) 등을 통해 자세 위치를 측정하여, 진동 및 터치와 같은 햅틱(Haptic) 피드백 알림을 통해서 자세 교정을 하도록 유도하였다. 그러나 이와 같은 피드백은 외부적인 동기를 제공하지만 사용자의 작업 흐름을 깨기 때문에 사용자에게 부정적인 사용자 경험을 제공한다(그림 17).

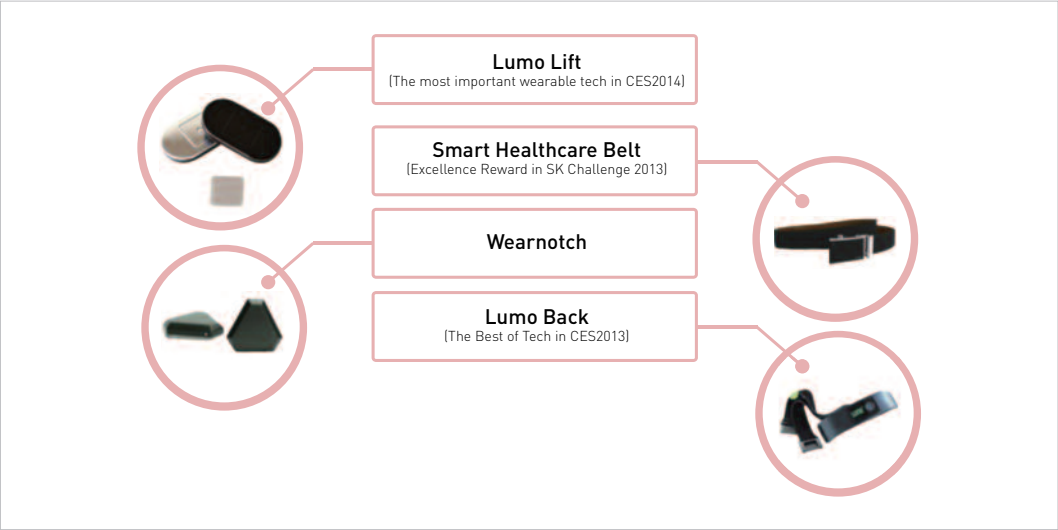


그림 17. 기존의 자세 교정 기기

반면 물리적, 시각적, 청각적 피드백을 제공한다면 좀 더 사용자의 편의를 고려한 사용자 경험을 제공할 수 있게 된다(그림18)



그림 18. 물리적, 시각적, 청각적 피드백을 통한 자세 교정 방법

따라서 그림 19와 같이 피지컬 및 디지털 아바타와 같은 형태를 사용해서 심리적인 동기 유발 요소로 게이미피케이션 디자인을 적용하여 자이로 센서, FSR, 근접센서, 플라워 아바타 및 앱으로 구성된 자세 교정 아바타를 개발하였다. 이는 사람의 자세를 측정하여 플라워라는 시각적 메타포를 통해 자세 교정을 하도록 도와 주는 스마트 기기이다.

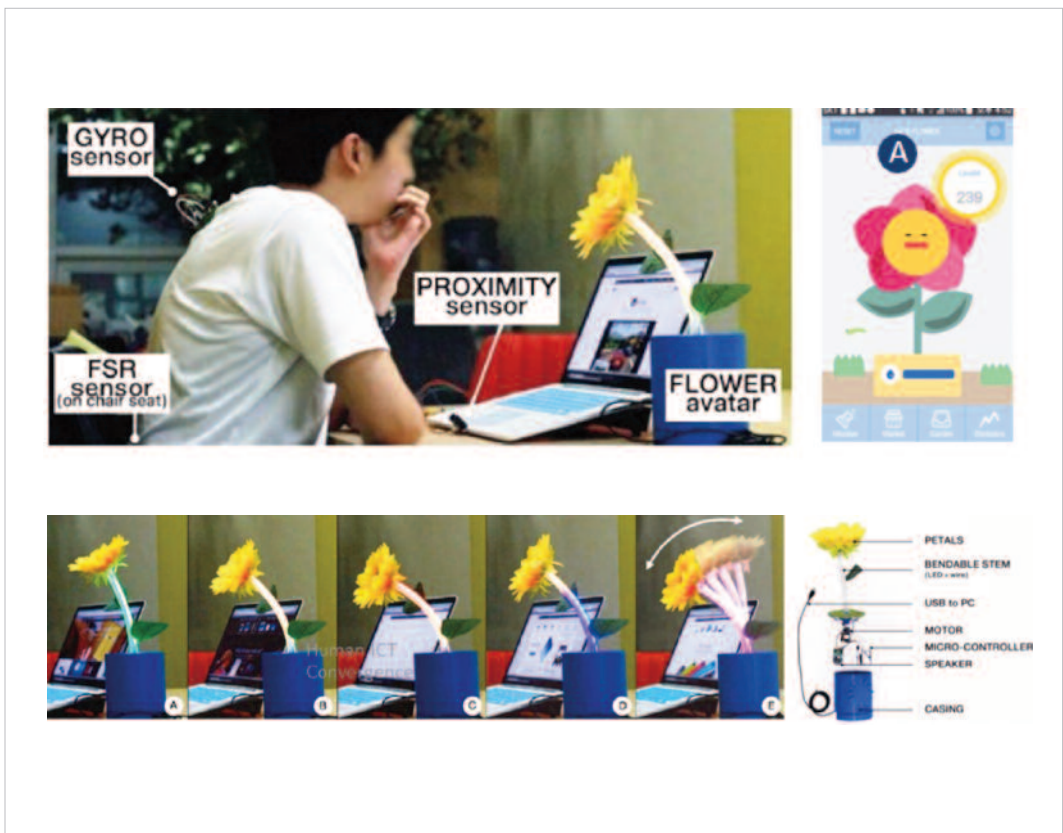


그림 19. 자세 교정 아바타

+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
* 기술의 융합을 넘어 감성과 기술의 융합 스마트 케어																						
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

3) H-랩의 수행중인 헬스케어 감성 UX 프로젝트

H-랩에서는 현재 고려대 신경정신과와 Parkinson's Disease 진단 프로토콜, 삼성서울병원 암교육센터와 Esophageal Cancer 환자를 위한 음식속도 조절 웨어러블 기기, 중환자 프로토콜 시각화등 다수의 과제, 그리고 삼성강북병원과 소아비만 연구 등 다양한 환자용 스마트 케어 기기들을 개발하고 있다. H-랩에서 현재 연구가 진행 중이거나 진행 예정인 프로젝트들은 다음과 같다

① 사람과 사람을 잇는 매개체가 되는 웨어러블 기기 Wearlove 개발

연인 혹은 사랑하는 사람과 원거리에서도 서로의 마음과 관심을 전달할 수 있는 인터랙션 요소를 발굴하고 이를 적용하는 감성밴드인 Wearlove는 단순 촉각적 인터랙션 요소만을 가지고 있는 한계점이 있다. 더 나아가 보다 감성에 가까운 인터랙션을 위해서 실제로 손을 쥐는 느낌을 줄 수 있는 압력과 상대방의 체온을 느낄 수 있는 열을 구현하는 방법을 개발한다.

② ICU (중환자실) 프로토콜 UX 최적화

삼성병원 중환자실에서 사용되는 프로토콜 사용 환경을 둘러싼 이해와 니즈를 파악하여 이를 바탕으로 현재 문서로 제공되고 있는 프로토콜의 전자화를 통해 사용자(의사, 간호사)의 편의를 높이고 나아가 프로토콜 데이터의 관리 및 배포가 용이 시스템을 구축한다.

③ 고혈압 환자의 외부 운동을 돕는 웨어러블 기기

혈관은 우리 몸 중 난씨에 가장 예민하여 급작스러운 기온 변화가 있거나 실내의 온도 차가 큰 겨울철에는 혈액순환이 원활하지 않은 경우가 많다. 때문에 혈관 질환을 비롯한 뇌졸중·심장마비 위험군에 있는 개개인 운동 활동을 수행하기 전 주의를 기울여야 한다. 고혈압 환자의 혈압 데이터와 날씨 데이터를 매시업(Mash-up)하여 사용자에게 운동하기의 적합 여부를 알려주어 효과적인 운동을 수행할 수 있도록 돕는 기기를 개발한다.

④ Dental Corn(Denteach)

부모와 자녀에게 즐거운 양치경험을 제공하고, 사용자의 치아를 지속적이고 재미있게 관리할 수 있게 하는 스마트 칫솔 헬스케어 기기를 개발한다. 사람들은 해당 기기를 통해 치아 건강관심도 증대와 치과 비용 부담을 덜 수 있다. 스마트 칫솔 기기와 컴퓨터를 이용하여 실시간으로 사용자의 양치질을 모니터링 할 수 있다. 치아의 위치를 영상처리하고, 가속도와 자이로 센서를 이용해 치아의 교합면, 정전면, 구개면중 칫솔모가 닿고 있는 면의 검출 정확성을 높인다.

⑤ 어린이 식습관 교육을 위한 게이미피케이션과 인터랙션 식기 연구

음식 네오포비아(Neophobia)는 낯선 음식에 대한 거부감이 나타나는 증상을 이야기 하는데 2-5세 까지가 최고조에 이르는 시기이다. 이 시기 때 야채에 대한 부정적인 선입견을 이기지 못하면 성인이 되어서도 야채 섭취를 소홀하게 된다. 2-3세, 4-5세, 6-8세(음식 네오포비아 미극복 연령) 등 다양한 연령대의 어린이 식습관 교육을 위한 게이미피케이션과 인터랙션 식기를 개발한다.

⑥ Mental Healthcare를 위한 실시간 방송 송출 헬멧

암병동에서 외출이 불가능한 상황에서 환자들이 겪는 불안감이나 우울감 또는 스트레스 등을 해소하기 위해서 실재감이 높은 영상을 통한 정신적 치유를 시도하는 사례가 나타나기 시작했다. 이에 따라 온디맨드(On-demand) 형태의 영상이 아니라 실시간 중계(Live-streaming) 기반으로 영상을 송출하는 곳과 영상을 시청하는 사람들과의 실시간 커뮤니케이션을 통해서 VR기반의 헬멧 형태의 방송기록 및 송출장치를 개발한다.

+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
•	기술의 융합을 넘어 감성과 기술의 융합																			
	스마트 케어																			
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

⑦ 활기찬 노년(Active Aging)세대 인지적 특성을 고려한 모바일 SNS 개발

활기찬 노년을 위한 SNS 서비스 동향을 분석하고, 노인의 인지적 특성, 사용자 경험기반 맥락적 리서치 방법을 고찰한다. 사용자 조사 대상 선정 및 방법 설계를 수행하며, 50대 남/여 그룹을 선정하여 90분간 이해관계자 맵(Stakeholder Map)과 그림 카드(Image Card), 카드 분류(Card Sorting), 유틸리티 테스트(Utility Test)의 방법으로 진행하여 데이터를 분석하여, 이를 통해 사용자 페르소나를 개발한다.

⑧ 침상 위 환자의 움직임을 감지하는 스마트 침대

침상에 오래 누워 있는 많은 환자들의 경우 욕창 발생률이 높다. 병원에서는 전문 간호사가 주기적으로 마사지를 해주고 자세도 바꿔줘야 하는데, 한동안 자세변경이 없어도 전문 간호사가 있고 넘어 갈 수도 있다. 한 자세로 오래있을 경우 모니터에 경고를 주어 욕창 발생률을 낮출 수 있도록 하며, 낙상에 대한 부분은 침상에서 벗어날 것 같은 경우의 패턴을 파악하여 낙상 예방을 할 수 있는 시스템을 개발한다.

⑨ 식도암 환자를 위한 식사 속도 제어 시스템²⁴

식도암 수술환자가 30번 이상 많이 씹어서 한 끼에 30분 이상 소요되도록 도와주는 기기를 제작한다. 센서가 부착된 디바이스를 착용하여 사용자가 식사하는 동안 씹는 횟수, 삼키는 횟수, 소요시간 등을 체크한다. 또한 식도를 통해 음식물이 넘어가는 시간 및 횟수 등을 측정하고 환자에게 피드백을 주어 천천히 음식물을 섭취하고 행동을 변화시킬 수 있도록 텐저블(Tangible) 인터랙션 도구를 고안하였다. 모니터링 중에 씹는 횟수가 권장횟수보다 적거나 소요시간이 일정시간 보다 빠르면 사용자에게 실시간 디스플레이 피드백을 전달한다. 피드백 방식은 시각, 촉각, 청각으로 나뉜다. 각각의 방식에 대해 실험을 토대로 유의미한 방식을 찾아낸다.

6. 결론

헬스케어 제품의 성공을 위해 사용자의 경험과 감성적인 참여의 중요성이 늘어나고 있다. 다시 말하면 사용자의 강하고 긍정적인 참여를 유도해 행동을 변화시키기 위해서는 기기에 대한 감성적인 결속을 만드는 것이 가장 중요하다. 이와 같이 새로운 미래의 가치는 10%의 기술과 90%의 라이프 스타일 변화를 통해서 나타난다. 그러나 스마트 감성 케어 서비스를 제공하기 위하여 몸에 밴드를 두른다거나 안경을 쓰거나 하는 것은 불편하기 때문에 지속가능성이 떨어지게 된다. 따라서 H-랩에서 개발한 스마트 제품들의 사례에서 볼 수 있듯이 물리적 아바타(텐저블 디바이스)와 디지털 아바타(앱 플랫폼)를 사용한 비침습적(non-intrusive) 인터랙션이 체화되는 과정에서 라이프스타일의 변화를 이끌어 낼 수 있을 것이다.

또한 필자는 휴먼ICT융합학과의 H-랩을 지도하면서 사용자 중심의 만족감을 제공하는 유의미한 제품을 개발하기 위해서 인문, 공학, 디자인 팀으로 구성된 다학제 융합팀의 팀웍을 통한 시너지가 무엇보다 중요하다는 것을 경험하였다. 이러한 다학제 융합팀은 주로 QS 데이터 획득을 위한 웨어러블 디바이스, 데이터 처리 및 디지털 시각화를 위한 스마트 폰의 앱 플랫폼, 그리고 무엇보다 중요한 데이터의 분석 결과를 피드백하는 텐저블 디바이스의 세가지 인터랙션을 통하여 감성적인 서비스 프로토타입 및 시나리오를 개발하고 있다.



조 준 동

학 력

- Northwestern University 전산학 박사
- Polytechnic University 전산학 석사
- 성균관대학교 전자공학 학사

경 력

- 現) 성균관대 정보통신대학 교수
- 現) 성균관대 휴먼ICT융합학과 학과장
- 前) 삼성반도체통신(주) 연구원

참고문헌

1. Loewy, R. Industrial design, Laurence King (2000)
 2. Jacob J. Simple. Jacob Jensen Design (2006)
 3. Yoo, Y. & Kim. K. How Samsung Became a Design Powerhouse, HARVARD BUSINESS REVIEW 93.9, 73-78 (2015)
 4. Pine B. J. & Gilmore J. H. The Experience Economy, Harvard Business School (1999)
 5. Jensen, R. The dream society: How the coming shift from information to imagination will transform your business. New York: McGraw-Hill (1999)
 6. Horx, M. Smart capitalism: das Ende der Ausbeutung. Edel: Books (2014)
 7. Anthony D. & Raby F. Speculative everything: design, fiction, and social dreaming. MIT Press (2013)
 8. Mansouri, K. & Tarek S. Continuous intraocular pressure monitoring with a wireless ocular telemetry sensor: initial clinical experience in patients with open angle glaucoma, British Journal of Ophthalmology (2011)
 9. Joshua, D. & Markman, A. Embodied cognition as a practical paradigm: introduction to the topic, the future of embodied cognition." Topics in cognitive science 4.4 685-691 (2012)
 10. Marc, H. & Laschke, M. Pleasurable troublemakers, The Gameful World: Approaches, Issues, Applications 167-195 (2015)
 11. Hoque, E. et. al, Vocal-Diary: A Voice Command based Ground Truth Collection System for Activity Recognition, Wireless Health (2014)
 12. Fabrizi, E. "Fiori in aria: air quality indicator." Proceedings of the 2014 ACM International Symposium on Wearable Computers: Adjunct Program. ACM, 2014.
 13. Maslow, A. H. A theory of human motivation, Psychological review 50.4 (1943)
 14. Carroll, J. M. & Anderson N. S. Mental models in human-computer interaction: Research issues about what the user of software knows (Ed. Judith Reitman Olson) 12 National Academies (1987)
 15. Wolf, G. The data-driven life, The New York Times 28 (2010)
 16. Jariyasunant, J. et al. Quantified traveler: Travel feedback meets the cloud to change behavior, Journal of Intelligent Transportation Systems 19.2, 109-124 (2015)
-

-
17. Turchaninova, A. et al. Role Model in Human Physical Activity, *Wireless Health* (2015)
 18. Fogg, B. J. A behavior model for persuasive design, *Proceedings of the 4th international Conference on Persuasive Technology*. ACM (2009)
 19. Ariely D. Are we in control of our own decisions? TED Conference (2009)
 20. Montano, D. E., et al. Theory of reasoned action, theory of planned behavior, and the integrated behavioral model, *Health behavior: Theory, research and practice* (2008)
 21. Yoo J. et al. Preliminary Guidelines to Build a Wearable Health Monitoring System for Patients: Focusing on a Wearable Device with a Wig, *HCI International 2015-Posters' Extended Abstracts*. Springer International Publishing, 361-365 (2015)
 22. Jeon, B. et al. Smart maternity clothes for visualizing fetal movement data, *Proceedings of the 2015 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and Proceedings of the 2015 ACM International Symposium on Wearable Computers*. ACM (2015)
 23. Hong, J. K. et al. Better posture awareness through flower-shaped ambient Avatar. In: *Proceedings of the Ninth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction*, 337-340 ACM (2015)
 24. Lee M. et al., Slowee : A Smart Eating-Speed Guide System with Light and Vibration Feedback, *CHI 2016 Late-Breaking Work* (accepted) (2016)

▶▶ 국가 R&D 현황 분석

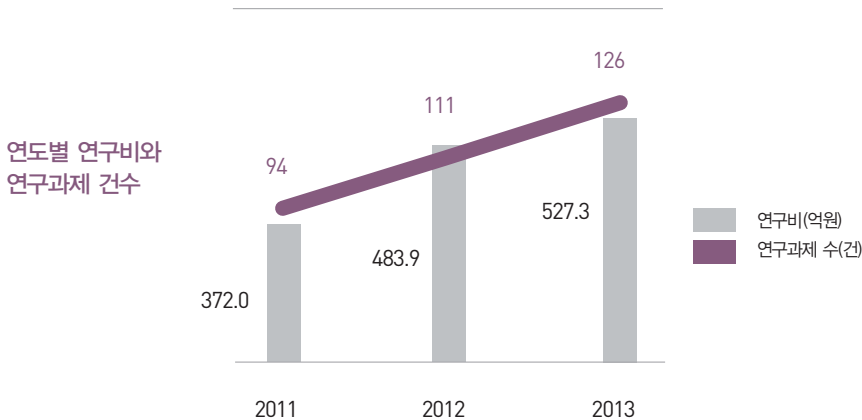
최근 3년간(2011~2013년) 스마트 케어와 관련된 연구개발사업에 대해 분석해보았다.

| 과제 선별 기준 |

연구요약문 내 아래 키워드를 포함하고 있는 과제를 선별한 후 연구내용을 바탕으로 분석 대상 선정 (스마트) and (케어)

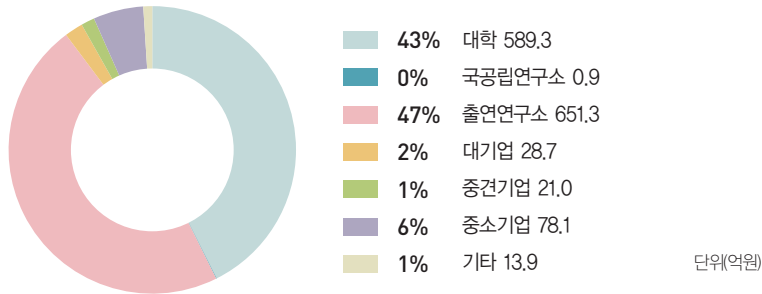
분석 결과 최근 3년간 총 331건의 과제에 1,383.2억원의 연구비가 투자됨

- 스마트 케어와 관련된 연구개발사업은 지속적으로 연구과제 수와 연구비가 꾸준히 증가하고 있는 것으로 나타남



연구수행주체 출연연구소(47%)와 대학(43%)을 중심으로 연구가 이루어지고 있음.

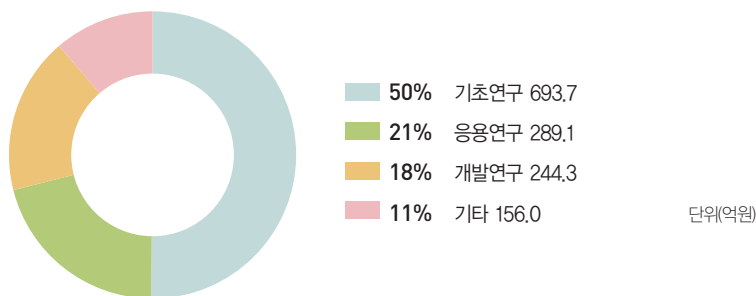
- 연구 규모는 학문적인 연구 중심의 대학(232건, 589.3억원)과 실용적인 연구를 중심으로 하는 출연연구소(65건, 651.3억원)가 유사하였으나,
- 연구과제 수는 기초 학문을 중심으로 하는 대학이 높게 나타났으며, 따라서 과제 당 연구비는 출연연구소(10억원)가 대학(2.54억원)의 약 4배가량 높게 나타남
- 스마트 케어에 투자되고 있는 전체 연구비 규모 대비 기업을 중심으로 한 연구는 굉장히 미진한 것으로 나타남
 - 대기업 2건(28.7억원), 중견기업 2건(21.0억원), 중소기업 25건(78.1억원)의 연구수행이 전부인 것으로 나타남



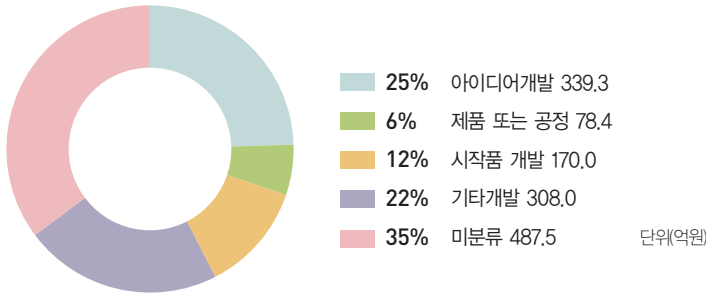
연구수준 기초연구단계(50%) 위주의 연구가 이루어지는 것으로 나타남

- 대학과 출연연구소 중심의 기초연구단계 연구가 203건(693.7억원)으로 대다수를 차지하고 있으나,
 - 이를 기반으로, 응용/개발 연구도 각각 64건(289.1억원), 52건(244.3억원)으로 꾸준히 이루어지고 있는 것으로 나타남
- 아이디어 개발(120건, 339.3억원) 및 기타 개발(73건, 308.0억원), 시작품개발(60건, 170.0억원)이 연구의 대다수를 이루고 있는 것으로 나타남
 - 이는 스마트 케어의 상품화를 위한 아이디어 개발수준의 연구부터 이를 활용한 제품 개발(기타 개발 및 시제품 제작)에까지 골고루 연구가 이루어지고 있음을 의미함
- 기술수명주기적 측면에서는 도입기로 보는 연구들이 133건(563.2억원)으로 가장 많은 것으로 나타났으나, 성장기에 접어들었다고 본 연구도 90건(408.9억원) 존재함
 - 이는 연구가 어느 정도 도입기에서 벗어나 활발하게 연구개발이 이루어짐을 시사함.

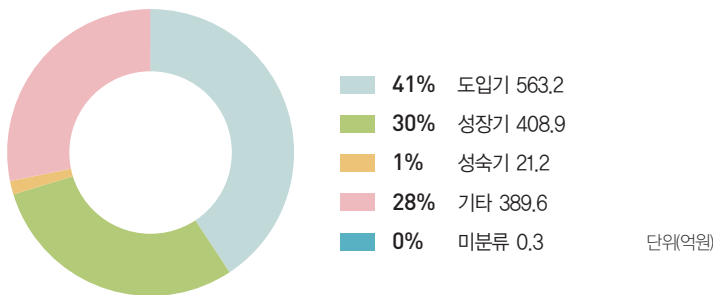
연구개발단계



연구개발성격

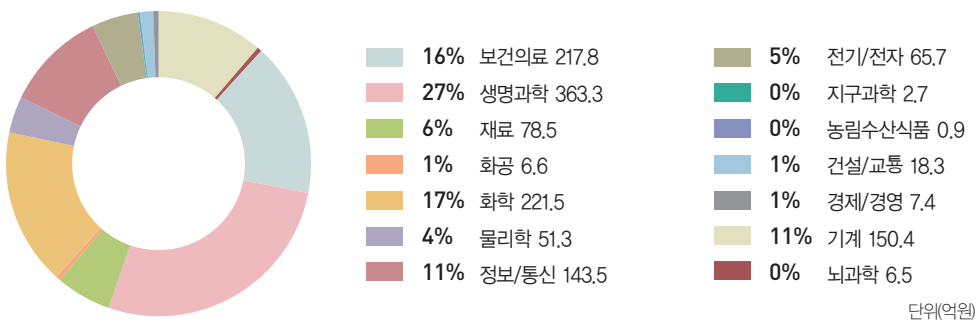


기술수명주기

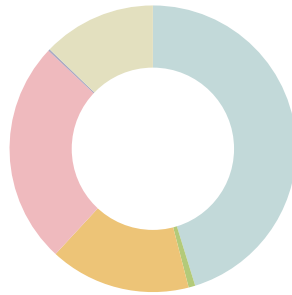


연구분야 국가과학기술표준분류와 미래유망 신기술분류(6T), 국가기술지도분류(NTRM)를 분석한 결과 BT(45%)와 건강한 생명과학(27%) 위주의 연구임을 알 수 있음

연구분야 [국가과학기술표준분류]



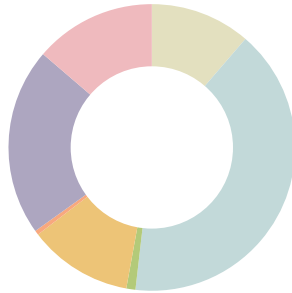
연구분야 [6T]



45%	BT	625.6
1%	CT	10.4
16%	IT	219.9
25%	NT	347.4
0%	ST	2.7
0%	미분류	0.3
13%	포함되지 않음	177.0

단위(억원)

연구분야 [NTRM]



41%	건강한 생명사회 지향	560.2
1%	환경/에너지프론티어 진흥	14.2
12%	기반주력산업 가치창출	162.5
0%	국가안전 및 위상 제고	6.9
21%	포함되지 않음	293.0
14%	기타	189.7
11%	정보/지식/지능화 사회구현	156.6

단위(억원)

• 스마트 케어 기술 특성상 다양한 분야에서 연구가 이루어지고 있는 것으로 나타남

- 실질적으로 스마트 케어 제품이 적용되는 생명과학(83건, 363.3억원), 보건의료(81건, 217.8억원) 분야의 비율이 주를 이루며
- 이를 구현하기 위해 필요한 화학(53건, 221.5억원), 정보/통신(33건, 143.5억원), 기계(21건, 150.4억원) 등의 분야의 비율도 상당히 높은 것으로 나타남
- 이는 스마트 케어 연구가 다양한 학문의 융합을 통해서 이루어질 수 있음을 보여줌

• 6T 기준에서도 BT가 179건(625.6억원)으로 전체 연구의 45%를 차지하고 있으나, 스마트 케어제품의 구현을 위해 필요한 기술 개발을 목적의 NT 및 IT 분야 또한 각각 64건(347.4억원)과 55건(219.9억원)으로 높은 비율을 차지하고 있는 것으로 나타남

• NTRM 분석 결과 또한 건강한 생명사회 지향이 41%(150건, 560.2억원)으로 가장 높게 나타남

- 이어 기반주력산업 가치 창출이 13건(162.5억원)으로 전체 연구의 12%로 나타난 것으로 보아 기술의 산업화 가능성에 대해 기대가 높은 것으로 평가됨

가상·증강현실 기술 동향

한국과학기술연구원 김익재

01 선정사유

- 페이스북의 오кул러스 VR 인수를 시작으로 애플, 구글, 삼성 등 전 세계 대기업에서 증강현실/가상현실(AR/VR) 기술을 차세대 성장 동력으로 여겨 기술 개발에 주력 중
 - 구글은 3차원 공간을 감지하는 '3D 뎀스 센서'를 탑재한 모바일 플랫폼 개발을 목표로 하는 '프로젝트 탱고'를 가동하면서 AR/VR 기술 개발 중에 있으며, 이를 태블릿PC나 스마트폰이 사람 눈처럼 공간을 입체적으로 인지하고 AR, 측량, 실내 내비게이션 등에 활용할 계획.
 - 마이크로소프트(MS)는 올해 1월 홀로렌즈를 공개하였고, 애플은 최근 AR 기술 선도 기업인 메타이오를 인수하여 AR 기술 개발에 박차를 가하고 있음
- 미래부에서는 "ICT가 선도하는 창조 한국 실현"을 비전으로 디지털콘텐츠산업을 육성하기 위해 콘텐츠의 제작·유통을 변화시킬 수 있는 신기술을 개발키로, 가상현실, 컴퓨터그래픽, 홀로그램, 오감 인터랙션, 유통기술 등 5대 기술을 개발해 글로벌 플랫폼과 표준을 선점한다는 계획을 마련함
- 이와 관련한 최신 동향자료를 활용하여 가상/증강 현실 기술 동향 및 전망에 대해 조사
 - 실제 OS 패러다임이 마이크로소프트 윈도우에서 구글, 안드로이드로 바뀌는 동안 국내에서는 어떠한 대안도 내놓지 못하였으며 SW 분야 세계적 기업도 전무한 상황

※ 출처 : IT업계 "다음은 AR이다" 활용 분야 무궁무진 '차세대 성장동력으로 낙점' (2015.06.23, 국민일보), K-ICT 전략 발표 (2015.03, 미래부)



02 개요

- (가상현실기술) 컴퓨터 시스템에서 생성한 3D 가상공간과 사용자 간의 상호작용을 이루는 기술로서, 사용자는 이러한 가상공간에서 인체의 오감(시각, 청각, 후각, 미각, 촉각)을 통해 몰입감을 느끼고, 실제로 그 공간에 존재하는 것과 같은 현실감을 제공하는 융합 기술

- 가상현실 기술은 “Replaces Reality”를 표방하며, 가상의 공간이 현실 공간을 완전히 대체하는 개념임. 아래 그림에서 오른쪽 끝단의 가상 환경을 기반으로 함

- (증강현실기술) 가상현실(Virtual Reality) 기술의 하나의 분야에서 파생된 기술로서, 현실의 정보에 가상의 정보를 합성해 사물이나 영상 정보를 증강시키는 기술임

- 증강현실 기술은 “Enhances Reality”를 표방하며, 현실 공간에 정보를 가미하여 체험의 영역을 향상시키는 기술로서, 아래 그림에서 실제 환경 및 가상 환경 사이의 혼합현실(Mixed Reality) 영역에 속함

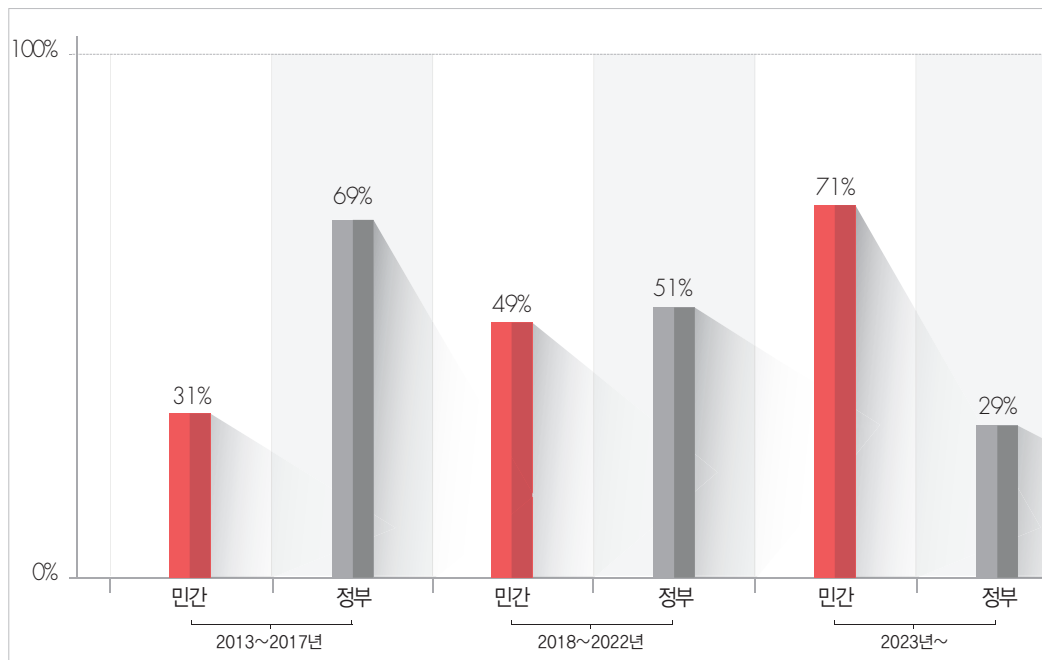


그림1. 내용없음

02 개요

표1. 증강현실, 가상현실, 가상세계의 개념 비교

용어	개념	사례
증강현실 (Augmented Reality)	<ul style="list-style-type: none"> - 현실의 정보에 가상의 정보를 합성해 사물이나 이미지의 정보를 증강시켜 주는 것을 의미함 - 눈에 보이지 않는 가상의 정보를 현실 정보에 더해 주므로, 인간의 감각과 인식을 확장시킨다는 측면에서 '확장현실'로 불리기도 함 	<ul style="list-style-type: none"> - 축구 경기 중계 방송 중, 프리킥 위치에서 골대까지 거리 표시 효과 - 자동차 HUD 네비게이션
가상현실 (Virtual Reality)	<ul style="list-style-type: none"> - 실재하는 공간이나 영상을 컴퓨터 그래픽스의 기술로 재현하는 것 	<ul style="list-style-type: none"> - 컴퓨터 그래픽으로 재현된 유명 명소 CG - 현실 공간을 바탕으로 재구성된 가상 공간 (게임 등에서 활용)
가상세계 (Virtual World, Virtual Environment)	<ul style="list-style-type: none"> - 실재하지 않는 공간이나 영상을 컴퓨터 그래픽스를 통해 가상으로 구현한 것 	<ul style="list-style-type: none"> - MMORPG 등에서 구현된 게임 속 세계 - 'Second Life' 등 가상 공간

※ 출처 : 문화기술(CT) 심층 리포트 (2010.09)

- 최근, 한국과학기술기획평가원(KISTEP)에서는 2015년 KISTEP 10대 미래유망기술 선정에 관한 연구 보고서를 발표하였는데, 10대 기술 중, 가상현실 및 증강현실 구현에 핵심 기술 중 하나인 가상 촉감 기술과 실감 공간 구현 기술 등 2개의 기술을 선정하였음
- 3D 디스플레이 해상도 향상, IMU 센서 등의 정확도 향상 등에 힘입어, 가상/증강현실 실현을 앞당기고, 다양한 콘텐츠 서비스가 제실될 것으로 예측되며, 2018년경 가상현실 시장 규모는 162억 달러에 이를 것으로 전망 (KZero, Worldwide 2014.02)



03 주요내용

❖ (활용 · 연구 분야) 가상/증강 현실 기술이 발전하고 현실화되면서 가장 활발하게 활용될 분야는 게임 분야이며, 영화, 교육, 소셜 미디어 등 다양한 분야에서도 활용될 전망

- 영화 분야에서 가상현실 기술을 이용해서 실제 영화 속에 들어온 것과 같은 효과를 얻을 수 있을 것으로 기대하며, 실제 코믹콘 2014 전시회에서는 할리우드 영화 스튜디오들이 오쿨러스 리프트(Oculus Rift)를 이용하여 영화 속 한 장면을 실제로 체험할 수 있는 행사를 진행하였음
- 페이스북은 '오쿨러스 스토리 스튜디오'를 설립하고, 가상현실 영화 제작을 계획
- 교육 분야에서는 가상 교실에서 수업을 듣고 토론을 하는 등 공간의 한계를 뛰어 넘는 교육이 가능할 것으로 기대하며, 역사 문화 탐방 등은 시공간을 초월한 체험 학습을 제공해 줄 수 있을 것으로 기대함
- 소셜 미디어 분야에서는 가상공간 속에서 아바타를 이요해 교류하는 가상현실 소셜 네트워크 서비스가 출시될 것으로 예상되며, 헬스케어 분야에서는 의사의 원격 상담이나, 고소 공포증 환자의 치료, 수술 가이드 등 의학적 목적으로 가상/증강 현실 기술이 활용될 것으로 기대
- 기업 업무 분야에서도 건축 설계시 요구되는 건축 시뮬레이션, 기업의 원격 회의 등에 가상/증강 현실 기술을 이용할 것으로 전망
- 스크린 골프와 같은 가상 현실 기술을 활용한 체험형 실감 스포츠 등으로 확산 가능
- 방송 콘텐츠 분야에서는 가상 스튜디오가 대표적으로 널리 활용되고 있으며, 최근에는 증강현실 기술적용으로 스포츠 해설에 널리 활용되고 있음

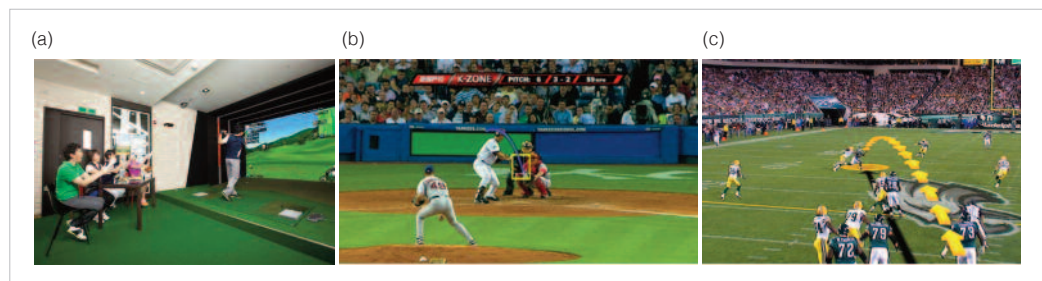


그림 2. (a)스크린 골프 (b),(c) 증강현실 기술의 스포츠 방송 해설 활용 (※ 출처 : Golfzone.com, sportsvision.com)

- 증강 현실 기술을 활용한 버추얼 피팅 기술 적용을 통한 실감 쇼핑 확대



그림 3. 버추얼 피팅 예시 (※출처 : fitnect.hu)

- 마이크로소프트(MS)는 미국항공우주국(NASA)와 협력해 가상현실을 통해 화성 여행이 가능한 콘텐츠를 제공할 예정
- 가상현실의 몰입감을 증대를 위한 HMD 연구가 더욱 활발히 이뤄질 것으로 기대되며, 더불어 상호작용을 위한 인터페이스 기술 개발이 더욱 활발해 질 것으로 예상됨
- 증강현실 기술 적용을 위해 구글 글래스(Google Glass)로 소개된 스마트 안경 기술의 고도화가 필요
- 제조 분야에서는 증강현실 기술을 이용하여, 복잡한 기계의 조립, 유지 보수에 필요한 정보를 HMD를 착용한 사용자가 실제 장비를 보면서 작업에 필요한 정보를 즉시 획득할 수 있는 장점이 있어, 많은 연구가 진행되고 있음



그림 4. VR 활용 실감 게임 예시 (※출처 : Virtuix Omni)



표 2. 오쿨러스 리프트(Oculus Rift) 분야별 활용 사례 및 전망

구분	내용
게임	비디오 게임 분야, 특히 탐사를 수반하는 1인칭 게임 타이틀에서 가장 널리 활용될 전망 'Oculus Rift'를 착용한 상태에서 고개를 움직이고 동작을 하는 행위가 기울기, 방향 등을 탐지하는 센서 및 포지셔널 트래킹 기술을 통해 곧바로 게임 속 가상현실에 반영되는 방식으로 게임의 현장감과 몰입도를 대폭 증대시킬 것으로 기대
영화	영화의 흐름에 관객의 직접적인 참여를 유도하는 신개념 인터랙티브 콘텐츠, 관심 있는 장면을 집중적으로 응시할 수 있는 혁신적인 시청 경험 자원을 기대 'Comic-Con International 2014'에서는 영화 스튜디오들이 Warner Bros.의 최신작 'Into The Storm', Fox의 'X-Men' 등을 테마로 'Oculus Rift'를 이용해 영화 장면을 실제로 경험해 볼 수 있는 시연 행사를 개최
웹서비스	UI 혁신으로 서비스 경험을 개선하는 데 폭넓게 활용될 전망 Netflix는 최근 'Oculus Rift'를 착용한 상태에서 3D 공간을 기반으로 손동작으로 콘텐츠 라이브러리를 탐색하는 UI 'Oculus' 동영상 을 공개
헬스케어	가상 현실 기술을 매개로 불안, 공포 등의 신경증을 유발하는 환경을 체계적으로 간접 체험함으로써 증상을 완화시키는 형태로 정신 보건 분야에서 활용될 전망 가상의 수술 훈련 등을 통해 의료 교육 분야에서도 각광 예상
기업용 SW	3D 포트폴리오 시연, 화상 회의를 통한 고객 응대 등에 활용 가능예를 들어 건축가는 자신이 설계한 건물들의 내외부를 3D체험하는 도구로 'Oculus Rift'를 고객 유치에 사용
교육	역사적인 사건 등을 체험하는 수단으로 가상의 현장 교육을 시행교실, 칠판 등을 가상현실로 가져와 실감나는 온라인 강의를 진행

※ 출처 : 2015년 콘텐츠 산업 10대 트렌드 (KOCCA 포커스 2015-2호), 가상현실 기술이 콘텐츠 혁신을 이끈다 (미디어잇, 2015.02)

04 국내·외 정책동향

❖ (해외) 미국 등 선진국에서는 가상/증강현실을 10대 미래 핵심 전략 기술로 지정하여, 연구개발에 적극 투자를 해 오고 있음.

- (미국) 연방 정부의 여러기관으로 구성된 컨소시엄의 요청에 따라 연방정부 차원에서 가상현실 분야의 연구 개발 투자지침과 방향이 설정되어 R&D가 추진. 하지만 페이스북, 구글, 마이크로소프트, 애플 등 민간 기업 중심으로 가장 활발히 R&D가 추진되고 있으며, ICT와 가상 현실 기반 기술로 이미 실용화·산업화 응용에 초점을 맞춘 중장기 연구 개발이 진행되고 있음. 또한 ICT 기술의 핵심 요소인 학문을 특정 영역(교통, 국방, 의학 등)에 적용하기 위해 지난 2011년 49억달러의 예산으로 NITRD(Networking and Information Technology R&D) 설립. 글로벌 IT 생태계 주도 및 산업 육성을 위해 미래 네트워크에도 집중 투자. FCC(연방통신 준비위원회)는 연구 개발용 공용 시험망인 GENI(Global Environment for Network Innovations) 구축을 위해, 2013년까지 4억 달러를 투자하였으며, 2015년 이후부터는 미래 네트워크를 설계할 수 있는 FIND(Future Internet Design) 프로젝트를 병행해 추진 중.
- (유럽) 기초연구에서부터 인프라 정비와 실용화에 이르기까지 다양한 R&D 정책을 포괄하는 범유럽 7차 종합계획 추진하고 있음. 장기적인 관점으로 R&D 계획을 세우고, 정부 주도로 국책연구기관인 Fraunhofer IGD를 통해 자동차 산업에 응용된 가상 엔지니어링 기술을 개발하여, BMW, Benz 등에 지속적으로 적용하는 정책을 지원하고 있음. 유럽연합 주요국을 중심으로 추진되고 있는 ESPRIT, BRITe, PROMETHEUS와 같은 대형 연구 개발 사업의 내용에 감성 관련 연구 다수 포함. 또한 IST는 2002년부터 인간의 주변환경을 인터페이스를 활용하는 오감형 다중 감각 인터페이스 기술을 개발하고 있음. 유럽의 AMIRE 프로젝트는 혼합 현실 시스템 개발을 위한 여러 가지 컴포넌트들을 모아, 프레임워크를 만들고 혼합/증강 현실 콘텐츠를 제작할 수 있는 도구 개발하였으며, 실감형 인터페이스를 위해 가상현실 분야 기술 개발에 700백만 유로 이상의 예산 편성. 제조 및 의료 가상 현실 기술 개발에 역점을 두며, 미국과 일본의 수준에 버금가는 예산을 편성함



- (일본) 일본의 경우, 글로벌 IT 강국으로의 재부상을 위한 차세대 실감 미디어 산업을 창출하겠다는 의지가 강함. 경제산업성의 ‘오감·생체 신호 인식 이용 복지 향상 기술 개발’, 우정성의 ‘오감 전송기술 개발’, 통상산업성의 ‘인간 감각계측 응용 기술개발’ 등 1990년부터 감성과 관련한 정부 차원의 각종 프로젝트를 추진해 왔음. 대학들을 중심으로 문부성이 지원하는 가상현실 대형 프로젝트를 진행해 왔으며, 증강/혼합 현실 기술을 지능형 로봇 기술에 접목한 융합 기술형태의 연구를 진행하는 사례가 늘고 있음. 2004년 6월 콘텐츠 진흥법을 제정하고, 범정부 차원에서 신기술 R&D 지원, 인재양성, 해외 비즈니스 지원, 재원 다양화 등 종합적인 산업진흥 방안을 마련함. 국가에서 지원하는 38개 회사의 2,000억 원 규모의 펀드로 조성된 ‘Virtual Reality Techno Japan’ 정책을 시행해 왔음. 아울러 WGN 프로젝트를 통해서, 2008년부터 2015년까지 300억 엔을 투자하여 현재 10Mbps 수준의 가입자망을 10Gbps급으로 끌어올리고 있음. 또한 이 프로젝트를 통해 ‘고도입체 동화상 통신’, ‘Full 3D 복원’, ‘홀로그래프’ 등 차세대 정보통신 멀티미디어 산업에 집중 투자 계획 진행 중에 있음.

※ 출처 : 컨버전스 경제에서 가상현실 기술의 의의와 산업구조 변화 (정보통신정책연구원, 2010.12)

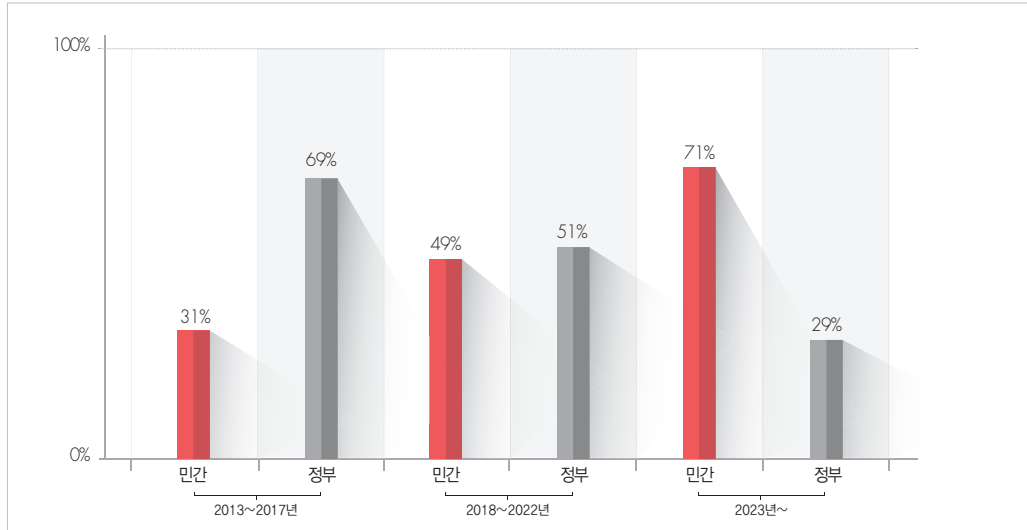
※ 출처 : 가상훈련 산업, 미래를 향해 날개를 퍼다 (KEIT K-tech, 2015.07)

※ 출처 : 컨버전스 경제에서 가상현실 기술의 의의와 산업구조 변화 (정보통신정책연구원, 2010.12)

❖ (국내) 가상/증강현실 기술 분야의 연구는 활발히 이뤄지고 있으며, 미래부와 문체부를 중심으로 다수의 국책 과제가 매년 지원되고 있는 상황

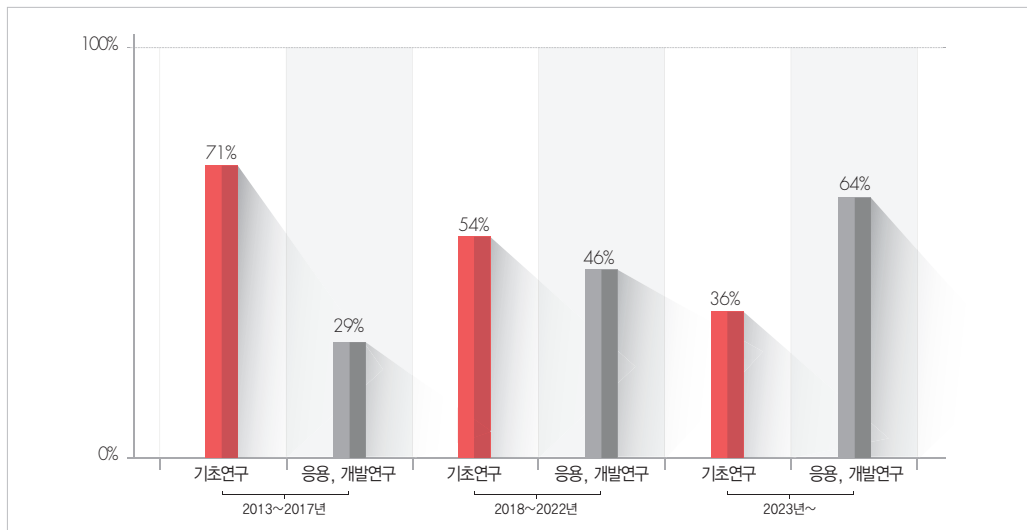
- 투자 주체는 향후 2~3년간은 정부가 약 70% 정도를 차지하고 하겠지만, 2018년도 이후부터는 서서히 민간 투자가 늘어나면서, 2023년부터는 민간 투자 비율이 70%이상을 차지할 것으로 예상

그림 5. 기술수준 향상을 위한 투자주체 비율(%) (* 출처 : KISTEP 미래예측 : 기술수준 발전 전략)



- 기술 수준 향상을 위한 기초-응용 분야별 개발 투자 비율은 현재는 기초 연구에 70% 수준으로 비중이 높지만, 2023년경에는 응용 개발 분야에 64% 정도로 기초 연구보다 더 높은 비중을 차지할 것으로 예상

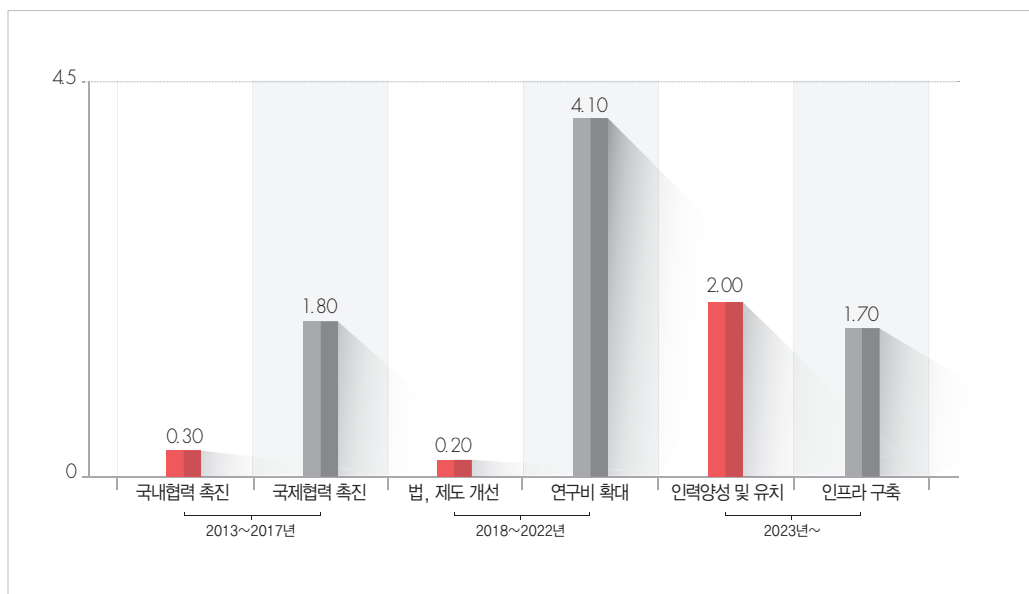
그림 6. 기술수준 향상을 위한 기초·응용, 개발 투자 비율(%) (* 출처 : KISTEP 미래예측 : 기술수준 발전 전략)



- 향후 5년간 (2013년~2017년 기준) 중점 추진시에 필요한 정책은 연구비 지원 확대가 가장 필요로 하는 정책이며, 그 뒤를 이어 인력 양성, 국제 협력 촉진 정책이 뒤따르고 있음



그림 7. 향후 5년간(2013~2017년) 중점 추진 필요 정책(10점 만점) (* 출처 : KISTEP 미래예측: 기술수준 발전 전략)



- 정부에서는 5G(미래 이동 통신) 산업 발전 전략을 세우고, Pre-5G 핵심 기술 시연 및 세계 최초 5G 상용 서비스 제공 계획. 이를 통한 고품질 콘텐츠 보급 활성화 기대
- 또한, 정부에서는 제2차 콘텐츠 산업 진흥 기본 계획(2014~2016)을 세우고, 실감 콘텐츠 개발 전략과 실천 전략을 통해, 콘텐츠 창업·창직 활성화와 창의 인재 양성을 목표로 하며, 콘텐츠 기업 동반 성장 기반 조성 및 공정 거래를 제고함. 더불어 분야별 콘텐츠의 경쟁력 강화를 위해 유망 콘텐츠 산업 육성 계획 및 디지털 융합 콘텐츠 시장 확대를 꾀하고자 함

05 R&D 지원 현황

●● 가상/증강현실 기술 사업은 2015년도 기준으로 산업통상자원부의 미래산업선도기술 개발 사업과 문화관광부의 문화 기술연구개발 지원 사업, 미래창조과학부의 정보통신·방송 기술 개발 사업으로 진행 중임

- 투자 주체는 향후 2~3년간은 정부가 약70% 정도를 차지하고 하겠지만, 2018년도 이후부터는 서서히 민간 투자가 늘어나면서, 2023년부터는 민간 투자 비율이 70%이상을 차지할 것으로 예상

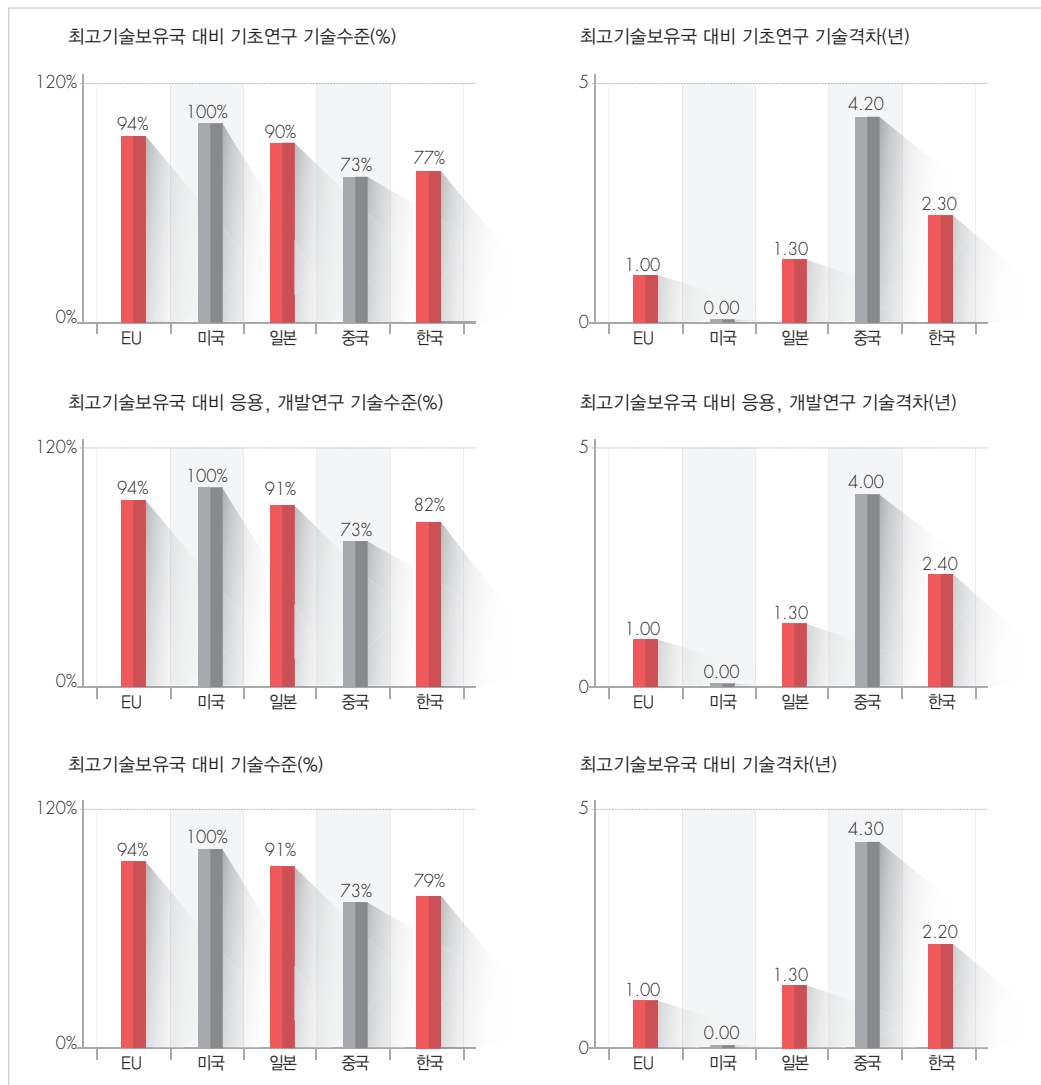
표 3. 가상/증강현실 기술 분야의 주요 지원 과제 현황

사업명 (부처명)	과제명	연구 내용	연구책임자 (연구비)
산업부	경험지식 기반 현장 체감형 가상훈련시스템 개발	- 경험지식의 확장성을 갖는 몰입형 가상훈련시스템 개발 - 의료훈련용 가상수술 시뮬레이터 기술 개발 - 다기능 건설기계 중장비 훈련을 위한 가상훈련시스템 및 서비스 개발 - 가상 스포츠 트레이닝 시스템 및 서비스 개발	
문체부	모바일 혼합현실 체험 서비스 기술 개발	- 혼합 현실 콘텐츠 저작 기술 개발 - 시각 기반 자세 및 위치 추정 기술 개발 - 관광 체험 서비스 발굴 - POI 연계 활용 서비스	한국 과학 기술 연구원 (4년 100억)
미래부	가상화기반 실감형 창의 체험 가능성 콘텐츠 교육 서비스 기술 개발	- 창의체험 특수효과 실감공간 구축 및 가능성 콘텐츠 저작기술 개발 - 클라우드 컴퓨팅 기반 가상화 기술 중심의 창의 체험 플랫폼 개발 - 창의체험 가능성 실감형콘텐츠 서비스 및 콘텐츠 관리 시스템 개발	
	후각 바이오 정보 기반 감성증강 인터랙티브 콘텐츠 기술 개발	- 후각 및 복합센서 기반 위험 환경 인지 시스템 개발 - 4D 극장용 개인화 발향장치 개발 - 질병 진단 및 미세 가스 측정용 전자코 시스템 개발	한국 전자통신 연구원 (4년 80억)
산업부	실감형 e-Training 제작을 위한 3D 콘텐츠 저작기술 개발	- 개방형 SW 플랫폼 기술 개발 - 철도 시뮬레이터 콘텐츠 개발 - 동작인식 기반 3D 그래픽 연동 기술 개발 - 경험지식 기반 철도 가상 훈련 모델링 및 DB 구축	(주)이노시물레이션 (7.5억/년)
문체부	달/화성 지표면 탐사 시뮬레이션기반 가상 우주여행 영상모션 플랫폼 기술 개발	- 달/화성 지형생성 및 극사실적인 렌더링 기술 개발 - 동역학 기반 우주인 캐릭터 시뮬레이션 기술 개발 - 달/화성 미소중력 체험 모션 플랫폼 기술 개발	(3년 25억)
	이동 실감 환경 기반 모듈형 테마파크 콘텐츠 플랫폼 기술 개발	- 재생성이 가능한 모듈형 어트랙션 기술 및 플랫폼 개발 - Local Game 기법을 활용한 실시간 데이터 동기화 기술 - 다양한 움직임과 양방향 인터랙션이 가능한 모션 플랫폼 개발 - 사용자의 반응 피드백을 실시간으로 제어/전달하는 플랫폼 개발 - 다감각(Multi-Sensory) 표현기술	



06 국내·외 기술수준 분석

- (해외) 기초 연구 최고 기술 보유국은 미국이며, 다음으로 EU, 일본, 한국, 중국 순이며, 응용 개발 분야 최고 기술 보유국 역시 미국이며, 그 뒤를 EU와 일본이 뒤따르고 있음
- (국내) 기초 연구 기술 수준은 최고 기술 보유국인 미국 대비 77% 정도이며, 기술 격차는 2.3년이고, 가상/증강현실 응용 개발 연구 기술은 최고 기술 보유국인 미국 대비 82% 수준으로 기초 연구 기술 수준보다 다소 높지만, 기술 격차는 2.4년의 차이가 있음



※ 출처 : 주요 5개국 기술 수준 조사 결과, KISTEP 미래예측, 2012

07 기대효과

❖ 가상/증강현실 기술은 실감 콘텐츠 기술을 확보하여 게임, 영상, 미디어, 테마파크, 공연 및 전시 등 실감 콘텐츠를 활용하는 엔터테인먼트 분야에 높은 활용성을 기대함

- 가상현실, 증강현실, 유비쿼터스 공간과 같은 다중 실감공간 간의 유기적인 체험공간 기술 확보로 경쟁력 있는 실감 콘텐츠 기술 확보가 가능하고, 이를 통해 새로운 게임, 영화, 방송 콘텐츠 및 4D 체험관과 같은 사용자 참여형 테마파크 기대
- 특히, 관광 및 문화 유적에 대해서 가상/증강현실 기술 적용을 통한 체험형 전시관을 통해 실감 역사 교육 또는 관광 경험 기대
- 증강현실 기술을 활용한 광고 및 마케팅 기술 적용 확대를 통한 제품 및 서비스의 판매 촉진 기대
- 기존의 컴퓨터 기반의 스포츠 게임의 한계인 스포츠 본연의 운동효과를 기대할 수 없었던 단점을 극복하고, 스크린 골프와 같은 실제 운동 동작을 반영한 가상 스포츠 환경의 변화를 유발하고, 이에 따른 모션 피드백 등을 통해 경기 몰입감과 흥미 유발 기대

가상 환경에서의 시뮬레이션을 통해 다양한 제조업, 디자인 및 서비스 분야에서 불필요한 설비 투자를 막을 수 있으며, 가상 훈련 및 교육을 통해 비용 절감을 기대하며, 이를 통해 의료 및 군사 분야 기술 경쟁력 향상에 기여할 수 있을 것으로 기대

- 의료 분야에서는 가상 수술 시뮬레이션을 통해 환자의 기관이나 조직들을 구분하여 가시화하고 조작해 봄으로써, 가장 효과적인 수술 방법에 대한 계획을 사전에 해 볼 수 있는 장점 부각
- 영상 가이드 수술에 있어서, 증강현실 기술을 적용하면 수술하고자 하는 부위의 내부를 정합해서 보여주거나, 단층 촬영된 영상을 함께 보여줌으로써, 정확한 시술을 도와줄 수 있음
- 항공기 가상 시뮬레이터는 조종사의 교육 훈련에 현재에도 광범위하게 활용되고 있으며, 항공기의 정상, 비정상 상황까지 모두 효과적으로 훈련할 수 있도록 개발되어 훈련자의 경험을 극대화할 수 있음

자동차, 조선, 항공 분야 등에서 디지털 가상 생산 시뮬레이션을 통해 제조 및 생산 분야 프로토타입 제작 비용 절감 기대

용접과 같이 위험한 현장 실습의 경우, 초보자에게 위험하며 장시간 교육하기에 적합하지 않은 분야에 대해서, 실제 환경과 동일한 가상환경을 제공하여, 안전하면서 동시에 훈련 능률 향상과 비용 절감 기대



08 결론 및 정책적 시사점

- 다양한 IT 기술의 융합을 통해 구현되는 가상/증강현실 기술은 사용자의 체험 영역을 확대하고, 물리적 에너지와 각종 비용을 경감하는 기술로서, 미디어 분야, 제조업, 서비스 산업, 국방 및 의료 등 광범위한 분야에 적용 가능한 기술로서 최근 주목을 받고 있음

- 문화 체험, 관광, 공연전시, 스포츠, 가상 수술, 군사 훈련, 재해 및 재난 훈련, 체험 및 체감형 교육 등의 분야로의 확대 기대하며, 이를 통해 에너지 절감, 환경 오염 방지, 제조 공정 효율화 등의 파급효과를 기대함

가상현실 콘텐츠 및 플랫폼 관련 기술 육성 필요

- 국내의 경우, 가상/증강현실 응용 소프트웨어 개발 기술은 선진국 수준에 근접해 있어 경쟁력이 있다고 판단됨. 특히 게임 분야에서의 시나리오 구현 및 사용자 관리 기술은 세계적 수준으로 판단됨
- 반면, 가상/증강현실 저작 도구의 경우 해외 솔루션에 거의 의존적이며, 기업에서 개발되는 증강현실 응용 소프트웨어 기술은 쉐이크 및 메타이오 등 해외 프레임워크 기술을 활용하고 있음.
- 특히, 최근에 쉐이크의 유료화 정책 및 애플의 메타이오 인수 등으로 해외 의존도가 높은 핵심 기술의 경우, 향후 응용 소프트웨어 개발 제약 우려
- 따라서, 소프트웨어 콘텐츠 중심으로 시장 트렌드가 변화하고 있는 시점에서 가상환경 저작을 위한 기반 기술 및 핵심 엔진 기술의 경쟁력 확보를 위한 정책적 지원을 확대할 필요가 있음
- 가상/증강현실 산업의 활성화를 위해서는 기초 및 원천 기술 확보를 위한 핵심 소프트웨어 플랫폼 구축 사업을 중장기 프로젝트화 하여 지원할 필요 있음

가상현실 기술 시장 및 투자 동향

☐ 융합연구정책센터 소아영



01 선정배경

- (사회적 배경) 최근 가상현실(Virtual Reality:이하 VR) 기술을 화상치료에 활용하여 긍정적인 효과를 유도해 낸 사례가 언론에 소개(2016.1.5 KBS TV)되는 등 VR의 가능성을 시사하는 연구결과가 발표됨
 - 미국 워싱턴 대에서 VR 게임을 하며 화상치료를 받는 환자의 고통지수를 측정한 결과 고통과 정신적 불안 감소에 큰 효과를 나타내는 것을 밝혀냄



그림 1. VR게임의 고통 완화 효과 측정 실험

- (산업적 배경) 스마트폰 시장의 성장세 둔화에 따라 주요 글로벌 기업들이 VR기술을 차세대 플랫폼으로 주목하고 시장 선점을 위해 노력 중
 - CES 2016을 통해 그간 '괴짜들의 장난감'으로 여겨졌던 VR은 다양한 기술, 서비스, 콘텐츠 등과의 융합을 통해 게임 뿐 아니라 교육, 의료 등 산업전 분야에 걸친 가능성을 입증
 - 드론, IoT 기술과 더불어 올해 가장 주목받는 기술로써 VR 헤드셋 판매량은 전년대비 500% 급증하여 120만대에 이를 것으로 전망
 - ※ CES 2016(1.6~1.9)에서 48개의 VR기업이 참가하여 다양한 제품과 콘텐츠를 소개하는 등 전시 규모가 작년에 비해 77% 성장
 - ※ 출처 : 미국 소비자기술협회(CTA: Consumer Technology Association)



02 기술현황 및 특징

- (정의) 인간의 상상에 의한 공간과 사물을 컴퓨터상에서 가상으로 구축하고 시각·청각·촉각 등 인간 오감을 활용한 상호작용을 통하여 공간적, 물리적 제약에 의해 현실세계에서는 직접 경험하지 못하는 상황을 간접 체험할 수 있도록 하는 기술
 - 넓은 의미의 가상현실은 증강현실(Augmented Reality : 이하 AR)과 가상환경(Virtual Environment)을 포함하며, 좁은 의미로는 가상환경만을 의미
- (기술현황) 1960년대부터 기술구현을 시도했지만, 기술적 한계를 겪다가, 최근 고해상도 디스플레이, 강력한 컴퓨팅파워, 3D센싱 등의 기술발달로 대중화 가능성이 열림
- (응용분야) 의료, 국방, 엔터테인먼트, 건축·디자인, 제조업, 로봇 등 다양한 분야에서 VR 기술을 활용하여 제품·서비스에 적용
 - (의료) 의료교육, 진단 및 치료계획, 가상 수술 시뮬레이션, 원격 로봇 수술 시스템 뿐 아니라 심리 치료 등의 치료요법으로도 활용
 - ※ 실습 교육 시 해부학적 구조에 대한 전방향 탐색 및 수술 시뮬레이션을 통한 훈련 및 평가, 가상 내시경이나 신경외과적 수술 시 CT, MRI 영상으로부터 인체의 3차원 구조에 대한 복합 정보제공
 - (국방·로봇·제조) 비행 및 항해 시뮬레이션을 통한 훈련, 기계 등의 안전도 테스트 등으로 활용
 - (엔터테인먼트) 게임, 문화산업 등 사용자의 몰입감을 높이기 위한 가상 유적지·박물관, 영화관람, VR기반 게임 등으로 활용
- (기술 발전전망) 증강현실과 가상현실 기술은 각성의 단계(Trough of Disillusionment)에 있으며 기술이 안정기로 접어들어 상용화되는 시점을 향후 5~10년 사이로 예상(가트너 하이퍼사이클, 2015)

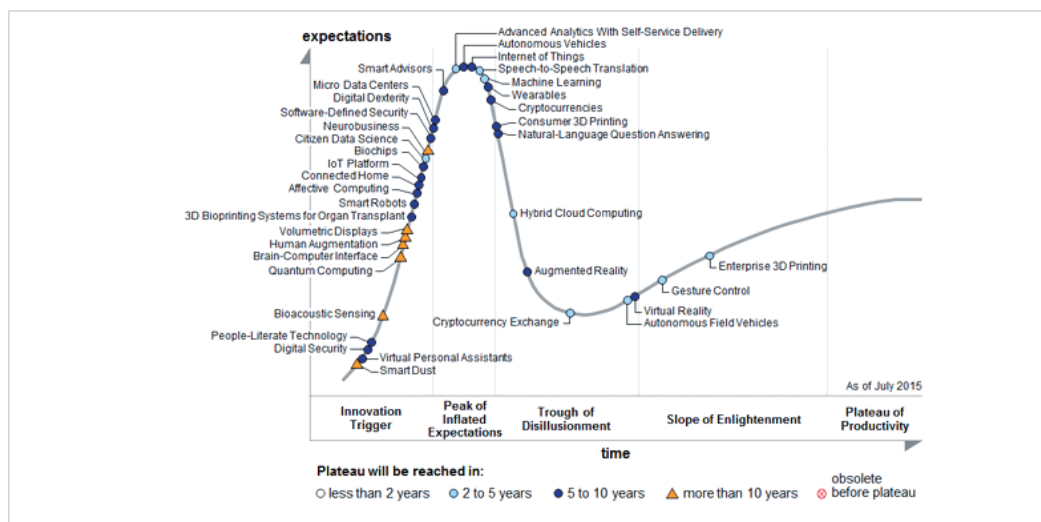


그림 2. 가트너 하이퍼사이클 상 AR, VR의 위치 (※출처 : 가트너_Gartner)

03 시장전망

- 2016년 2억 달러, 2018년 약 50억 달러, 2020년 약 1,500억 달러(VR 300억 달러, AR 1,200억 달러) 규모로 급성장할 것으로 예측

– AR의 시장규모가 월등히 큰 것은 VR이 주로 한정된 공간에서의 활용에 국한된 반면, AR은 이에 제한이 없기 때문인 것으로 분석

※ 영국의 투자은행 Digi-Capital(2015.4)

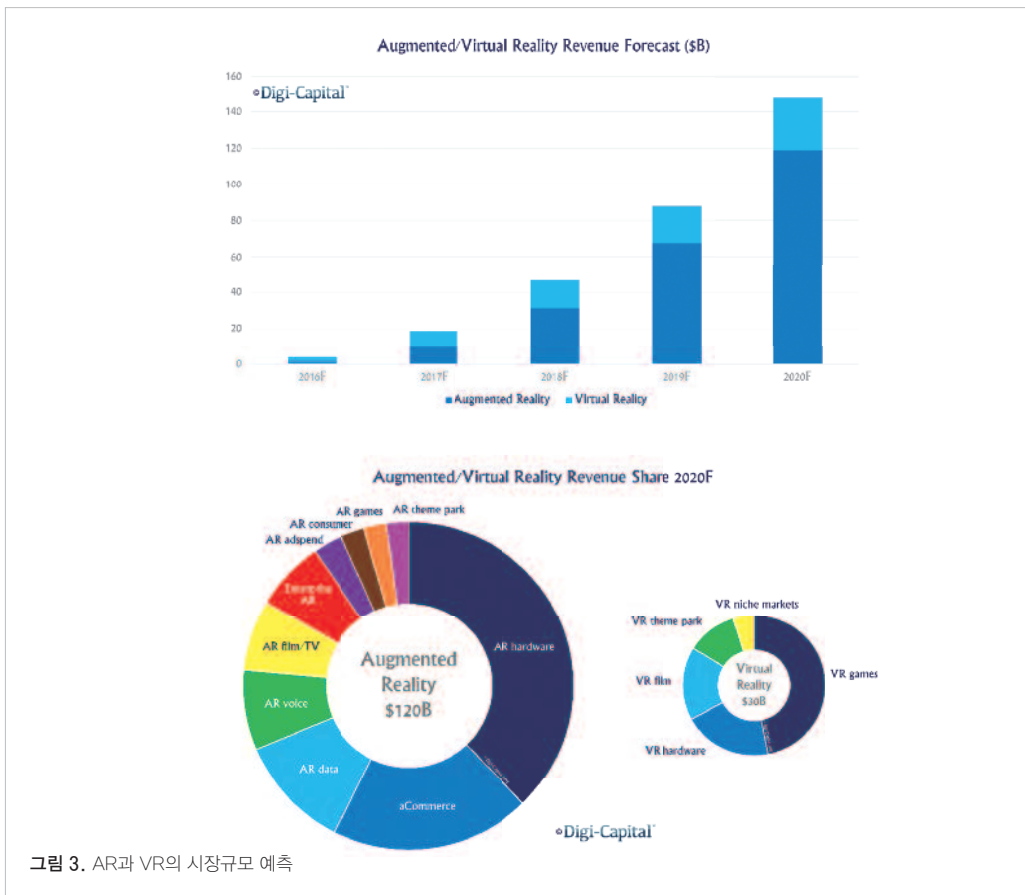


그림 3. AR과 VR의 시장규모 예측

- (VR 단말기) 판매량은 2014년도 20만대에서 2018년도에 2,380만 대까지 급증할 것으로 예상

– 하드웨어 시장 규모 23억 달러(2018년) 달성, 소프트웨어 시장 규모는 3,000만 달러(2014년)에서 28억 달러(2018년) 규모로 확대될 전망

※ 시장 조사 업체 케이제로(KZERO) (2014.8)



04 기업별 투자 및 제품동향

❖ (엔터테인먼트) 최근 IT 선진 기업들이 가상·증강 현실 기기, 플랫폼, 콘텐츠 등 관련 업체 인수를 통해 생태계 구축을 위한 투자 강화

① (페이스북) 차세대 컴퓨팅 플랫폼으로써 오쿨러스 VR(Oculus VR)을 20억 달러에 인수(2014.3) 후 최근 정식 버전* 시판(2016.1.6)

* 오쿨러스 리프트

- 머리에 착용하는 가상현실용 디스플레이 기기(헤드마운트디스플레이, HMD)로 고해상도 3D화면과 다양한 센서를 탑재해 가상환경에 몰입감을 제공
- 눈 앞의 화면만 보여주는 기존 HMD와 달리 3축 가속도계, 3축 자이로센서*, 3축 자력계** 등의 센서를 통해 사용자의 얼굴 움직임을 추적한 후, 이 데이터를 게임 내의 움직임에 반영하여 실감나는 가상 현실 체험 제공

* 단위시간동안 물체가 회전한 각도를 수치로 알려주는 센서

** 기움기를 인식하는 자기장 측정 센서

- 소니에 대응하기 위해 MS-Box와 협력관계를 구축하고, VR 기술관련 스타트업 인수와 게임업체 투자 등을 활발히 추진 중



그림 4. 오쿨러스 리프트 시판용 제품(2016)

② (소니) 콘솔 게임용 '플레이스테이션 VR' 을 출시하여 사용자에게 가상현실 게임 제공(2015.9)



그림 5. 소니사의 플레이스테이션 VR

③ (마이크로소프트) 가상의 이미지를 현실 환경에 더해 보여주는 홀로렌즈(Hololens)*의 개발자 키트 시판(2015.10)

*** 홀로렌즈**

- 안경과 헤드셋을 결합한 형태로 내부에 CPU, 메모리 등이 탑재된 작은 컴퓨터로써 현실 공간을 3차원으로 스캔한 뒤 그 공간에 디지털 개체들을 투영
- 새로운 공간을 창조하는 VR기기와는 달리, 현실 공간에서 생산성과 즐거움을 더하고, IoT 시장 대응 및 컴퓨팅 경험을 높여 PC 윈도우 사용을 유도
- 홀로렌즈 이용자의 시선이 마우스의 커서 역할을 하고, 허공에서 검지로 두드리면 마우스와 동일한 작업수행이 가능
- 단순히 주변 사물에 이미지를 투영하는 것 외에도 기기의 디스플레이 기능을 대체



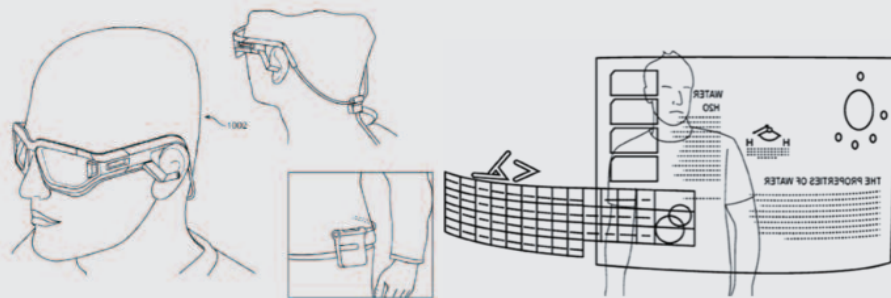
그림 4. 오클러스 리프트 시판용 제품(2016)



④ (구글) 인간 친화적인 착용형 컴퓨팅 인터페이스 개발을 위해 매직리프(Magic Leap)에 5.4억 달러를 투자하고 최근 '센서리웨어(Sensory wear)*' 개발

*** 센서리웨어**

- 실제 공간에 컴퓨터 이미지를 투사하여 가상의 3D사물이 실제 세계의 일부처럼 보이게 만들어주는 증강현실 기기
- 오쿨러스 VR, 마이크로소프트의 홀로렌즈와 경쟁할 차세대 플랫폼으로 각광
- (원리) 기기에 달린 작은 프로젝터가 투명한 렌즈에 빛을 비춰서 망막에 닿는 빛의 방향을 바꾸고, 그 빛은 망막에서 현실세계로부터 받는 빛과 혼합되어 가상의 사물들과 실제 사물을 식별하기 어려운 효과를 나타냄
- 단순히 주변 사물에 이미지를 투영하는 것 외에도 기기의 디스플레이 기능을 대체



[특허출원, 2015. 7] ① 착용 이미지

② 사용자 이미지

그림 7. 매직리프의 '센서리웨어' 착용 이미지와 사용자 이미지

⑤ (애플) 독일 자동차 회사 폭스바겐에서 분사한 증강현실 소프트웨어 스타트업인 메타이오(Metaio)를 인수 (2015.6)

⑥ (인텔) 캐나다의 스마트 글래스 제조 전문업체인 레콘 인스트루먼트(Recon Instrument)를 1억 7,500만 달러에 인수 (2015.6)

⑦ (삼성) 오кул러스와 공동으로 '기어 VR*' 개발 및 가상·증강현실 기기, 콘텐츠 스타트업 인수 및 투자 활발

- 동공 위치 추적을 통해 기기를 컨트롤하는 기술을 가진 일본의 벤처 기업 '포브(FOVE)' 에 투자
- VR 콘텐츠 제작 벤처 '바오밥 스튜디오' 에 컴캐스트, HTC, 페이스북 창업자 피터릴 등과 공동으로 600만 달러 투자
- 3차원 VR 영상 제작 플랫폼 기술을 가진 뉴질랜드 스타트업 '8i' 에 사운드벤처스, 프리랜드그룹과 공동으로 2000만 달러 투자
- VR HMD 콘텐츠 제작을 위해 360도 영상 촬영 카메라 '버블캠' 을 개발한 캐나다의 스타트업 '버블' 에 460만 달러 투자

* 기어 VR

- 삼성전자는 오кул러스 VR과 함께 스마트폰에서 활용할 수 있는 모바일 가상현실 HMD 기기 개발 (The Verge, 2014.9.3)
- PC 연결없이 삼성의 갤럭시 노트를 내부에 장착해 가상현실 환경을 구현
- 오кул러스 VR과 마찬가지로 자이로센서, 가속도계, 자력계를 포함하는 3개의 센서가 장착되어 HMD를 쓰고 있는 사용자 얼굴 움직임 추적이 가능하며, 별도 연산장치나 배터리를 필요로 하지 않아 상대적으로 가격경쟁력(199달러)이 높음
- 단순히 주변 사물에 이미지를 투영하는 것 외에도 기기의 디스플레이 기능을 대체



<기어 VR에 스마트폰 장착 모습>



<기어 VR 시연 모습>

그림 8. 삼성의 '기어 VR'

⑧ 벅스 옴니, 아베간트, 뮤직스 등 가상현실 스타트업들은 투자·인수 제안을 받고 있음



표 1. 스타트업 투자현황 (※출처 : SF게이트)

구분	주요 내용		
버투스 옴니		가상현실 헤드마운트 디스플레이 가상현실 트레드밀	kickstarter 110만 달러
아베간트		가상현실 헤드마운트 디스플레이 망막디스플레이	kickstarter 150만 달러
뷰직스		가상현실 헤드마운트 디스플레이 가상현실 안경	대기업의 인수 · 투자 제안

표 1. 스타트업 투자현황 (※출처 : 각 기기별 기사(Sciencetimes, 블로터) 참조)

구분	일체형			스마트폰 탈부착형	
	가상현실	증강현실			
제품명	오쿨러스	홀로렌즈	센서리웨어	기어 VR	구글 카드보드
가 격	599달러	3,000달러 (개발자키트)	- (미발표)	199달러	10달러 내외
특징비교	PC / 콘솔기반 몰입감 우수	현실 공간에 3D사물이 실제처럼 보이도록 구현		디스플레이 없이 스마트 폰 사용	저렴한 가격으로 VR의 대중화 유도

●● (교육 · 훈련) 항공우주 · 국방 분야에서 주로 활용되던 가상·증강현실 기술이 차세대 교육 솔루션으로 확대 · 적용 중

- (구글) 카드보드*를 활용한 VR 교육 프로그램(Expeditions Pioneer Program)을 미국 13개 주와 덴마크, 싱가포르, 캐나다 3개국에 지원

* 사용자의 스마트폰을 통해 저렴한 가격에 가상현실을 경험할 수 있는 기기로 구글이 소스를 공개하여 누구나 카드보드 기기의 생산 및 판매가 가능



〈구글 카드보드〉



〈LG G3 카드보드〉

그림 9. 구글과 LG의 카드보드

- (이온 리얼리티) 산업 · 교육 현장의 훈련, 응급 상황 대처 등을 가상현실로 재구성하여 근로자 · 교사 등을 위한 교육훈련 프로그램 제공

※ 가상현실 전문가 교육기관인 인터랙티브 디지털 센터(IDC)를 영국 맨체스터, 프랑스 라발, 러시아 모스크바, 사우디 아라비아 제다, 카타르 도하, 포르투갈 산타 마리아 다 페이라, 오만 무스카트, 미국 던컨빌에 설립



〈가상현실 수족관〉



〈가상 제트엔진 분해〉

그림 10. 아이큐브의 VR을 이용한 교육훈련 프로그램

●● (의료) VR 기술로 시공간의 제약을 뛰어 넘어 비용을 절감하고 치료의 효과성을 제고하기 위해 헬스케어서비스를 시도 중

- (플렉스텍 컨설팅) 오쿨러스 리프트를 이용한 원격 치료가 가능한 단말 패키지를 개발 중

※ 환자와 의사가 실제 대면한 것 같은 상태에서 검진이 가능하고, 오쿨러스 리프트에 연동된 원격 조정 로봇 단말을 이용해 간단한 치료까지 진행



그림 11. 원격진료 VR 패키지



05 국내대응현황

❖ (민간) 게임을 중심으로 한 광고, 엔터테인먼트 사업에 VR을 적용하고자 하는 기업의 수요가 증가

- 자금력을 갖춘 대형 게임회사들은 VR의 가치에는 주목하고 있으나 투자 성과에 대한 우려로 시장 진입에 소극적이며, 일부 벤처를 중심으로 VR 게임 및 콘텐츠* 개발 중

* 네오위즈 게임 '애스커', 네스토스 '제임스의 유산', 스코넥엔터테인먼트 '모탈블리츠 VR' 등

❖ (정부) 경제장관회의(204.6)를 통해 범부처 합동 '미래성장동력 실행계획' 을 발표하고, 9대 전략산업 등 미래신산업 분야에 '착용형 스마트 기기' 와 '실감형 콘텐츠' 기술을 선정 · 지원 중

- (미래부) HMD 및 관련 센서 지원 사업 및 VR 관련 콘텐츠 지원 사업을 추진해 왔으며, 2016년도 부터 VR게임 · 체험, VR테마파크, 스크린X 등 플래그십 프로젝트를 추진 예정(2016.1.18, 대통령 업무보고)

① 글로벌 프론티어사업 '실감교류인체감응솔루션' 연구단* 지원을 통해 안경식 HMD를 개발하여 2016년 출시 예정

* 한국과학기술연구원(KIST), 한국과학기술원(KAIST), 광주과학기술원(GIST), 한양대, 상명대, 한국전자통신연구원(ETRI), 삼성종합기술원 등 참여

표 3. 미래부의 HMD 및 관련센서 지원사업

사업기간	2010. 10 ~ 2019. 8 (9년)
예 산	매년 100 ~ 150억 원 지원
사업단계 및 내용	(1단계 : 2010 ~ 2012) 실감교류 인체감응솔루션 핵심 원천 기술 개발 (2단계 : 2012 ~ 2015) 인간 · 인공물, 인간 · 가상사회 간 양방향 실감 교류 인체감응솔루션 개발 (3단계 : 2015 ~ 2019) 인체감응 실감교류 확장공간 실현 및 실용화 기술 개발

② HMD용 VR(가상현실)콘텐츠 제작지원 시범사업* 추진(2014)

* (예산) 2억원, (사업기간) 2014 ~ 2015, (내용) 게임, 영화, 체험 등 HMD용 가상현실 콘텐츠 개발

③ 차세대 실감콘텐츠 제작지원 사업 추진(2015)

표 4. 차세대 실감콘텐츠 제작지원 사업내용

구분	디지털전시공연	디지털실감체험	디지털헤리티지	수출전략형 디지털콘텐츠
주요 내용	전시·공연 등 디지털 한류콘텐츠 사업화	게임·체험·테마파크 등 오감체험형 콘텐츠 사업화	문화유산 디지털콘텐츠 제작 및 상설관 구축	중국·동남아 등 실감콘텐츠 해외수출 및 현지사업화
구현 기술	미디어파사드, 홀로그램, 가상현실, 입체음향 등	3D/4D, AR/VR, HMD, 인터랙션, 4D라이더 등	3D스캔, CG, 홀로그램, 멀티비전, 터치스크린 등	3D, UHD, 홀로그램, 멀티비전, 4D시네마 등
사업 예시	K-POP 홀로그램, 미디어아트, 갤러리 등	4D어트랙션, HMD체험, 디지털테마파크 등	테마파크 헤리티지관, 석굴암 HMD체험관 등	중국 홀로그램 공연장, 태국 아쿠아리움 등
예산	10억원	12억원	6억원	15억원

- (산업부) 지식서비스 산업핵심기술 개발 사업*을 통해 이트레이닝 시스템 공통 플랫폼 코어 엔진 개발을 지원

* 실감형 이트레이닝 제작을 위한 3D 콘텐츠 제작기술 개발사업 등

- (문화부) 게임산업 육성을 위해 「게임산업 진흥 중장기계획(2015 ~ 2019)」을 수립하고 중점과제 *를통해 차세대 게임기술 지원 중

▶ 차세대 플랫폼 생태계 구축 지원, 차세대 게임 핵심기술에 대한 R&D 사업 지원*, 글로벌 新시장 전략적 진출 지원 확대 등

* 안경형 HMD, 햅틱, 몰입형 디스플레이, 오감 연동 기술 개발 등 최첨단 융합형/체감형 게임 제작 지원(2013년 5억 → 2017년



06 시사점

- **글로벌 기업들은 VR관련 기기 업체, 콘텐츠 업체의 M&A, 투자, 협력사업 등을 추진하면서 기업별로 추구하는 목적에 따라 VR 선점을 위해 치열하게 경쟁 중**
 - 삼성, 애플 등 스마트폰 제조 업체는 기존 스마트폰 경쟁력 강화를 위해 스마트 워치를 비롯한 웨어러블 기기와 VR 기기를 선보임
 - 구글은 기기보다는 콘텐츠의 유통을 통한 플랫폼 역할을 선점하고자 구글 글래스에 이어 구글카 등 차세대 플랫폼 발굴에 집중
 - 페이스북은 PC, 모바일 이후의 차세대 커뮤니케이션 플랫폼으로 VR을 적극적으로 도입하고자 전면적으로 투자
 - 마이크로소프트는 사용자들이 플랫폼 변화에도 관계없이 윈도우 운영체제를 사용하도록 유도하기 위해 투자
 - 소니는 침체된 콘솔게임 시장의 부흥을 목적으로 투자
- **최근에는 HMD 중심의 디바이스 시장이 성장하고 있으나, 향후 확대될 콘텐츠 및 애플리케이션 시장에 대한 대비가 필요**
 - PC나 콘솔 기반 VR기기에 비해 가격부담이 적고 다양한 활용도를 가진 스마트폰 기반의 VR시장 경쟁이 가속화 중
 - 우리나라의 VR 시장은 성장초기단계이나, 우수한 게임 개발 경험과 기술력을 토대로 VR 게임 분야 시장선점이 가능할 것으로 기대
 - 향후 게임 이외의 다양한 분야에 VR 기술을 적용하기 위해서는 교육, 헬스케어 등 다양한 분야의 콘텐츠 개발에 대한 정부의 선제적 투자가 필요
- **VR 기반의 차세대 실감콘텐츠 기술과 이종산업과의 융복합 환경에 대응하기 위해서 정부는 우수 프로젝트를 발굴하고 유망 스타트업의 역량을 키워야 함**
 - 국내 VR 콘텐츠 및 플랫폼 기술을 보유한 스타트업에 대한 창업 초기 생태계 기반을 마련하고 이를 통해 분야별 성공 사례를 창출하여 성장 생태계로 이어질 수 있는 지속적인 지원이 필요

참고문헌 및 사이트 주소

- www.digi-capital.com
- <http://www.sfgate.com>(Virtual reality gives athletes a new view on training)
- <http://news.inews24.com>(성큼 다가온 가상현실 ' 15.6.16)
- <http://www.vrn.co.kr>(가상현실 시장 리드하는 국내 유망 VR 기업, ' 15.7.31)
- 컨버전스 경제에서 가상현실 기술의 의의와 산업구조 변화 (정보통신정책연구원, 2010.12)
- 가상훈련 산업, 미래를 향해 날개를 펴다 (KEIT K-tech, 2015.7)
- 태동하는 가상현실(VR) 시장 (정보통신기술진흥센터, 2015.8)



융합연구정책센터
Convergence Research Policy Center

(02792) 서울특별시 성북구 화랑로 14길 5 t. 02-958-4984