

I. 융합 에세이

- 과학기술-ICT 융합 신산업 창출

II. 융합연구 기술동향

- 증강현실에 필요한 기술과 증강현실 기술의 응용
- 3D 프린팅, 단순한 제조를 넘어 소셜 메뉴팩처링으로
- 이차전지의 고성능 & 안전성 향상 기술
- 첨단 소재 기술, 차세대 분리막 역삼투 수처리
- 실리콘을 넘어서는 자, 산화물을 전자소자로

III. 융합연구 동향

- 기후변화 대응 · 감시 정책 및 연구동향

Appendix. 쉽게 읽는 융합기술





4casting

CONTENTS

I. 융합 에세이	02	과학기술-ICT 융합 신산업 창출
II. 융합연구 기술동향	05	증강현실에 필요한 기술과 증강현실 기술의 응용
	20	3D 프린팅, 단순한 제조를 넘어 소셜 메뉴팩처링으로
	25	이차전지의 고성능 & 안전성 향상 기술
	28	첨단 소재 기술, 차세대 분리막 역삼투 수처리
	30	실리콘을 넘어서는 자, 산화물을 전자소자로
III. 융합연구 동향	33	기후변화 대응 · 감시 정책 및 연구동향
Appendix.	38	쉽게 읽는 융합기술 “빅데이터 기술”

융합 4casting

융합의 대표적 4가지 분야(NT, BT, IT, CS)와 미래예측(Forecasting)의 합성어로서 인류의 행복과 사회적 성과의 향상을 위해 미래 창조적 가치를 창출할 수 있는 융합기술을 전망하고 관련 종합 정보를 제공하는 동향지

과학기술 - ICT 융합 신산업 창출

최만범 상근부회장 한국산업융합협회

창조경제는 과학기술과 ICT가 융합하고, 산업과 산업, 문화 콘텐츠와 산업이 융합하며, 산업 간의 벽을 허물어 융합의 터전 위에 새로운 시장, 새로운 일자리를 만드는 것이 창조경제이다.

최근 과학기술과 ICT융합 기술은 여러 산업분야에서 놀랄만큼 최첨단화 되어가고 있는 예를 찾아볼 수 있다. 대표적인 ICT 융합 산물인 스마트폰은 '우리투자증권 리서치 센터' 자료에 의하면 2013년까지 '성장(Growth)' 단계에서 2014년 '성숙기' 단계로 2015년 세계 핸드폰 시장의 스마트폰 비중이 60%를 넘어설 예정이다. 금년 2월에 스페인 바르셀로나에서 열린 모바일월드콩그레스 MWC(Mobile World Congress) 2014는 스마트와 무선통신 신기술을 기반으로 미디어와 콘텐츠 서비스 등을 연계한 차세대 성장동력을 보여주고 있다.

자동차 융합분야는 차량 내 멀티센서나 스마트 블랙박스, 운전자 상태 감지제어 등의 개별센서기반 적응용 자동차에서 센서-통신융합 차량추돌 방지 및 예방, 보행자 사각지대 감지, 돌발상황 예측제어의 ICT복합센서/통신기반의 단계를 거쳐 최근에 자율 조향, 배출가스 최소화 제어, 지능형 자율 주행, 친환경 소재 부품, 재활용 추적관리 등의 친환경 자율형 자동차 ICT로 변화하고 있으며 세계 친환경 자동차 시장은 하이브리드 자동차에서 전기자동차로 영역을 넓혀가고 있다.

수년 내 운전자가 차에 타면 차 스스로 온도를 맞추고 음악도 알아서 켜주는 인지 기능이 가능해진다. 또한 목적지를 말하면 길을 안내하고 말로 요청하면 휴대폰으로 문자도 보내주거나 에어백이 터지며 911로 전화를 걸고 펑크가 나면 보험사에 연락을 하는 똑똑한 자동차가 등장할 것이다. 무인자동차의 기능이 더욱 향상되어 알아서 빈 주차 공간에 주차하여 시동을 끄고 명령을 내리면 다시 시동을 켜서 운전자에게 도착할 수 있는 스마트카의 시대. 갑자기 보행자가 나타나거나 다른 차가 나타나면 센서 탐지기가 자동으로 반응하여 피하거나 교통신호체계를 스스로 감지해서 운전을 하는 스마트 자동차의 상용화 시대가 멀지 않았다.

해외 전문 리서치 기관인 'Espicom'에 의하면 세계 의료기기 시장규모는 2014년까지 연평균 5.6%의 성장을 지속하여 2014년 말에는 시장규모가 2조4,377억불(2,690조원)을 기록할 것으로 전망하고 있다.

동전 만한 기기로 달리기, 자전거, 수영 등 모든 운동량을 기록해서 스마트폰에 대면 호흡, 심장박동 등의 정보를 병원 컴퓨터로 전송해서 환자가 병을 자각하기도 전에 의사가 먼저 병을 알고 경고해 주는 세상이 현실화 되어 가고 있다. 한밤 중에 아이가 아프면 작은 기계를 아이에게 대고 스마트폰에 연결하면 병을 진단하여 병명을 알려주고

처방을 내려준다. 고열이 나면 열을 측정하고 소변검사를 유도해 요로감염을 알리며 가까운 병원의 위치를 표시해주는 기능 등이 먼 미래의 이야기가 아니다. 15개 질병을 10초만에 진단하는 원격진단기기가 올해 말 시판 예정이라고 하니 ICT와 의술의 결합은 혁명적 변화가 가까워 오고 있음을 의미한다.

지능형 그린 하우스 개발, 농산물 생산, 유통소비 전 과정을 ICT에 접목하여 관리, 버티컬 농장 운영 등은 신재생에너지 기술을 농업분야에 융합한 예이다. 건설/ICT 그물망 스마트 U-city 융합, 에너지 융합, 금융통신 융합, 방송통신 융합, 게임, 영상미디어, 가상현실, 창작공연 전시, 공공문화 서비스 등의 문화예술 콘텐츠 융합, 스마트 교육 융합, 국방 융합 등 전 산업 분야에서의 과학기술과 ICT 융합은 웨어러블한 디바이스와 함께 성장하며 이미 우리의 기대 이상으로 앞서가고 있다.

● 과학융합기술의 국내 정책 추진과 추진동향, 미래의 상황

과학융합기술의 국내 정책 추진을 원활히 하기 위해 최근 미래창조과학부는 ICT를 기반으로 한 ICT 특별법을 시행하고 있다. 이는 SW, 디지털콘텐츠 등 개별산업과 ICT 유망 신산업 육성과 지원의 근거를 마련하고 ICT 기업 및 이용자의 애로사항을 처리, 평가요소에 창의성, 사업화 가능성 등을 포함할 수 있도록 SW 연구개발에 대한 별도 지원체계 및 평가방법 근거규정을 마련했다. 또한 ICT 연구개발(R&D) 기술평가, 기술거래 및 사업화 지원에 대한 설립근거를 마련했다고 볼 수 있다. 이는 허용원칙·예외금지를 기본원리로 하는 네거티브 시스템(Negative System) 원칙규정을 마련, 신기술·서비스의 신속한 사업화가 가능하도록 네거티브 시스템 원칙을 구체화한 신속처리 제도 및 임시허가 제도가 도입되어 유망 신기술 지정 및 사업화 지원, 정부 R&D 사업에 대한 중소기업 지원비율 확대, 글로벌 창업 및 해외진출 지원과 ICT 인력 양성에 주력하고자 했다. 정부의 과학기술 분야 R&D 중점 추진 방향은 기초, 원천기술 확보를 통한 창조경제 실현을 위해 창의적, 독창적 연구 활성화 및 지원체계 구축, R&D 투자의 전략성, 목적성 강화, 핵심 원천기술 산업적 활용 촉진을 기본방향으로 하고 있다. 이러한 정책이 제대로 추진이 되고 민간부문에서 기술융합 연구 및 제품 생산이 활성화되면 우주 원자력 분야와 같은 과학기술과 ICT 융합 신산업 발달에 크게 기여할 것이다.

● 향후 융합 신산업 발전방향

융합 신산업은 미래성장동력으로 세계 시장의 선도가 가능하고 대·중소기업 간 협력을 기반으로 민간 투자의 활성화가 가능한 분야로 2020년경이 되면 경제 성장을 선도하고 양질의 일자리를 지속적으로 창출하는 미래 먹거리이다. 2013년 후반 경제단체들과 출연연들이 함께 참여해 발족한 '미래성장동력기획위원회'에서는 미래 신시장 선점을 위한 4대 기반 산업으로 지능형 반도체, 빅데이터, 지능형 사물인터넷, 미래융복합 소재를 제안했다. 이를 위해 산학연이 협력하여 분야별 육성 추진계획을 세워 정부는 R&D 예산 우선 배분 및 신규과제 추진, 세액공제, 법 및 제도 개선, 국제 표준화 활동 및 우수인력 양성 등에 주력하고 민간은 미래성장동력 분야의 기술 경쟁력 확보, 대·중소기업 동반협력을 통한 창조적 생태계 조성, 적극적 투자를 한다면 우리 미래의 융합 신산업 발전이 더욱 가속화될 것으로 전망된다.

가상공간의 정보가 현실공간에 접목되어 가상공간에만 존재하는 정보의 가치를 증대시키는 증강현실 기술은 인간의 감성인지 및 처리기술과 융합되어 다양한 상황을 체험할 수 있는 장을 구축해 가고 있으며, 시제품 제작에만 활용되던 3D 프린팅 기술이 보석류, 패션, 자동차, 항공/우주 산업 등 다양한 산업에서 활용되고 있다.

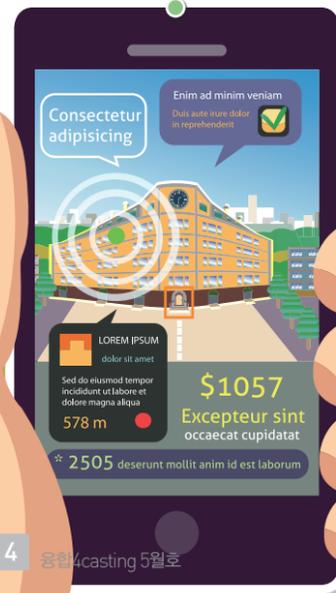
또한 전기자동차의 시장 경쟁력에 있어 중요한 요소 중 하나인 이차전지의 성능 향상과 구조 안전성 확보를 위해 다양한 연구가 수행된 결과 연료효율을 극대화시킨 자동차 개발에 각 기업의 선두 자리다툼이 그 어느 때보다 치열해지고 있다. 이뿐만 아니라 소재기술분야에서는 차세대 분리막으로서 역삼투 수처리 분리막 연구개발을 통해 그래핀의 수준을 넘어서는 꿈의 소재가 탄생하길 기대하고 있다. 또한 다가오는 미래는 반세기 동안 주류를 이루던 실리콘 시장을 IT와 NT의 융합기술을 통해 개발된 산화물 전자소자가 新산업을 이끌 것으로 분석된다.

이와 같이 과학기술과 ICT 융합을 통해 그 동안 경험하지 못했던 새로운 제품 및 서비스의 출현으로 인류는 더욱 풍족하고 편리한 생활을 영위해 나갈 것으로 기대된다.

이번호 Ⅱ. 융합연구 기술동향에서는 ‘과학기술-ICT 융합 신산업 창출형’ 전략기술 5가지에 대해 소개하고자 한다.

Ⅱ. 융합연구 기술동향

1. ‘증강현실에 필요한 기술과 증강현실 기술의 응용’에서는 영상인식 및 추적기술과 모델링 및 렌더링 기술에 대해 소개하고, 자동차 산업에 적용된 증강현실 기술과 증강현실 기술을 통한 업무 효율성 증대에 대해 다루고 있다.
2. ‘3D 프린팅이 단순한 제조를 넘어, 소셜 메뉴팩처링으로’에서는 3D 프린팅을 ICT와 융합한 새로운 형태의 비즈니스를 소개하며, 이러한 변화를 통한 新산업을 선보이고 있다.
3. ‘이차전지의 고성능 & 안전성 향상 기술’에서는 전기자동차의 대중화에 있어 핵심인 이차전지의 고성능화, 안전성 향상에 관해 설명하며, KIST에서 개발한 전이금속 코어-셸 구조 합성을 통해 구조안정성을 확보한 사례를 제시하고 있다.
4. ‘첨단 소재 기술, 차세대 분리막 역삼투 수처리’에서는 탄소나노튜브의 수처리 막 적용을 소개하며, 그래핀을 넘어서는 새로운 첨단소재의 개발 과정을 담고 있다.
5. ‘실리콘을 넘어서는 자, 산화물을 전자소자로!’에서는 실리콘 단결정 위주의 전자소자를 산화물로 대체함으로써 기존 실리콘의 한계를 극복한 신개념 전자부품 개발을 위한 박막 증착 방법을 설명하고 있다.



증강현실에 필요한 기술과 증강현실 기술의 응용

김익재 박사 IT 융합전문위원

최근 페이스북이 2조원 이상의 예산을 들여 오쿨러스 VR을 인수했다는 소식에 다시 한번 가상현실, 증강현실 기술에 대한 관심이 쏟아지고 있다. 오쿨러스는 양안식 고글 타입의 HMD를 만드는 2년차 신생기업이지만 아직까지 정식 제품으로보다는 개발자 버전으로 공개를 하고 있는 상황임에도 불구하고 3D 콘텐츠의 몰입감을 증대시키기 위한 첫번째 이슈인 넓은 시각을 제공하고 있다는 점이 체험자의 공감을 이끌어 낸다. 아직 낮은 해상도와 무게 등 해결해야 할 이슈들이 많음에도 불구하고 2조원이라는 금액으로 인수된 배경은 가상 및 증강현실 콘텐츠의 다양한 체험을 제공할 수 있는 플랫폼 역할을 한다는 가치를 높게 평가 받은 것으로 생각된다. 조만간 증강현실, 가상현실을 기반으로 한 콘텐츠의 활용도가 높아질 것이라고 기대해 본다. 이러한 기대를 반영하여 본 원고에서는 증강현실 기술 동향에 대해서 다루고자 한다.

증강현실 기술은 인터넷 등과 같은 가상 공간에 존재하는 의미있는 정보들이 사용자의 상황에 맞게 현실 공간에서 정합되게 함으로써 가상 공간에서만 존재하는 정보의 가치를 증대시킬 수 있는 기술이므로 앞으로 활용 가능성은 점점 더 높아질 것으로 보인다.

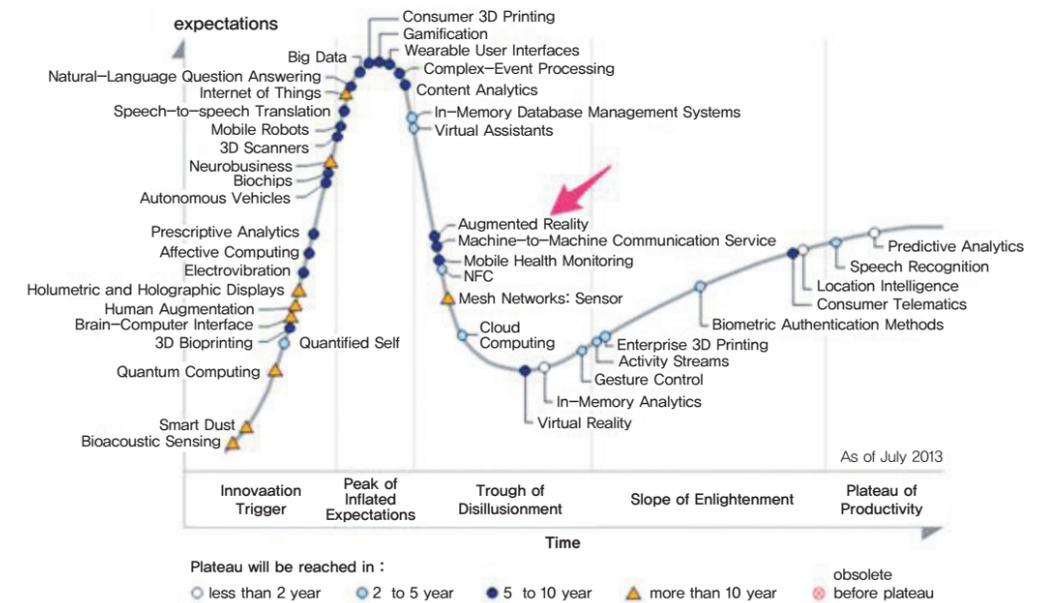


그림1 가트너 그룹의 Hype Cycle for Emerging Technology 2013

이처럼 증강현실 기술에 대한 필요성이 증대되고 있는 상황에서 최근 들어 고속 연산 처리가 가능한 모바일 프로세서 및 다양한 디스플레이 장치, 이를 뒷받침할 만한 소프트웨어 기술들이 급속히 개발되고 있어서 조만간 많은 분야에서 다양한 증강현실 서비스를 체험할 수 있는 기회가 늘어날 것으로 기대하고 있다. 이를 반영하듯이 최근 가트너 그룹에서 발표한 Hype Cycle¹⁾을 보면 2년 혹은 5년 내 안정기에 도달할 것으로 예측하고 있다.

1990년경 보잉사의 Tom Caudell이 항공기 조립 시 전선 연결과 도면을 보드를 통해 교육하는 방식을 대체하는 것으로 처음으로 증강현실이라는 용어를 사용한 이래로, 이후 많은 연구자들에 의해서 증강현실 기술을 위한 연구들이 진행되고 있다.

본 원고에서는 증강현실에 필요한 기술을 크게 영상 인식 및 추적 기술, 모델링 및 렌더링 기술, 디스플레이에 따른 증강현실 응용 및 산업 분야로의 응용 등으로 구분하여 정리하고자 한다.

1. 영상 인식 및 추적 기술

증강현실 기술을 통해 사용자에게 적절한 정보를 제공해 주기 위해서는 우선적으로 관심 대상에 대한 정확한 인식을 기반으로 하고, 이후에 사용자의 시점 변화에 따른 변화된 콘텐츠 정보 혹은 다른 시점의 영상을 제공하는 것이 필요하다. 따라서 영상 기반 인식 및 시점에 대응하기 위한 추적 기술은 증강현실 서비스를 제공해 주기 위한 가장 핵심적인 기술 중 하나이다. 영상 추적 기반 증강현실은 매 프레임마다 카메라의 자세를 추적하여 그 프레임에 맞는 콘텐츠를 정합시켜 보여준다. 이 방식은 콘텐츠를 여러 방향에서 실시간으로 볼 수 있는 장점이 있다. 이 방식의 기술적 이슈는 실시간으로 카메라의 자세와 위치를 정확히 추적해야 하는 것인데 대상이 마커인지, 2차원 평면인지 혹은 3차원 모델인지에 따라 달라진다. 마커 기반인 경우 인식 및 추적 연산이 비교적 간단하고 특징점 추출이 강건하게 되므로 수년 전까지 가장 활발히 활용했던 방식이다. 하지만 마커를 추가적으로 부착해야 하는 등의 문제점으로 인해 사용상의 제약을 받는 경우가 존재한다. 따라서 현재의 기술 동향은 비마커 방식으로 자연 특징점 추출 기반 방식으로 전환되고 있다. 대상이 2차원 평면일 경우에는 대상 평면의 특징점들을 미리 추출하여 저장한 후에 실시간 영상의 특징점들과 비교를 하여 현재 카메라의 자세 및 위치를 계산해서 콘텐츠를 정합시킨다. 이는 최근 증강현실 상용화에 가장 많이 사용되는 방식이다. 사용자 주변 환경 및 관심 대상들이 2차원 평면보다는 3차원 객체들로 구성되어 있기 때문에 현재 기술 고도화를 진행 중이며, 향후 활용도가 높을 것으로 판단되는 것이 3차원 모델 기반 추적 기술이다. 이 방식은 추적하고자 하는 대상의 3차원 모델에 대한 사전 정보가 있거나 현장에서 사용 직전에 실시간으로 모델링을 한 후 학습한 모델과 비교하여 카메라의 자세를 추정하게 된다.

1) <http://www.gartner.com/newsroom/id/2575515>

비마커 기반 인식 및 추적 기술

대표적인 특징점 기반 추적기술로는 SIFT(Scale-Invariant Feature Transform), FERNS 등이 있다. 근래에 들어 모바일폰에서 이러한 특징점 기반 추적을 하는 시도가 오스트리아 Graz 대학의 Daniel Wagner에 의해서 이루어졌다. 특히 초창기 낮은 성능의 스마트폰에서 SIFT 및 FERNS의 간략화를 통해 실시간으로 처리한 점이 우수하다.²⁾



그림2 모바일폰에서 동작하는 pony-SIFT 및 FERNS by Graz Univ.

- PhotoAR / KIST [2010년]: 고성능의 스마트폰이 아닌 저사양의 일반폰 또는 스마트폰에서의 사물 인식을 통한 정보 제공을 목적으로 스냅샷을 서버로 전송하여 원하는 정보를 전송받는 서버/클라이언트 구조의 비마커 기반 인식 서비스를 개발하였고, 국립 고궁 박물관에서 특별 전시로 활용하고 있다. 3차원 객체 인식을 위하여 대상 객체의 다양한 시점 영상을 학습한 후 Bag of Words 모델을 활용하여 인식률을 높였다.³⁾

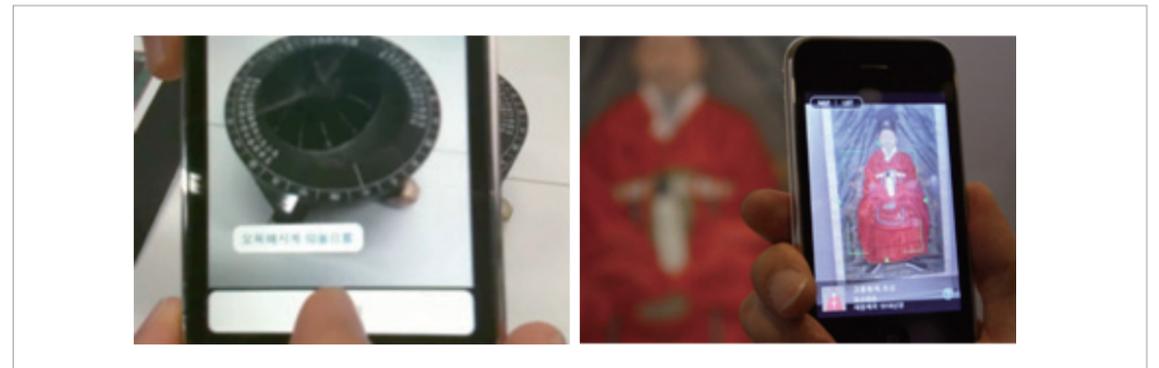


그림3 비마커 기반 모바일 인식 서비스인 PhotoAR 사용 예시⁴⁾

2) D. Wagner, et al.(2010), Real-Time Detection and Tracking for Augmented Reality on Mobile Phones, IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, Vol. 16, No. 3
 3) <http://www.imrc.kist.re.kr/insight/>
 4) KIST 영상미디어연구센터

- 객체 적응형 추적 기술(Object-adaptive tracking) / 한양대학교 [2008년]: UMPC 기반 센서융합형 비마커 추적 기술로서, 추적할 객체의 특징에 따라 추적을 위해 필요한 정보(특징점 또는 에지 정보)를 결정한다. 초음파(ultrasonic) 센서, 자이로(gyro) 센서로 이용된다.
- 다수 3D 객체 추적(Multiple 3D Object Tracking) / 광주과학기술원 [2008년]: 최근의 멀티-코어 CPU를 이용한 카-프레임 인식과 영상 간 추적의 결합 방식으로 카-프레임을 분석하여 순차적으로 인식함으로써 다수의 카-프레임 인식으로 인한 추적 속도의 급격한 저하를 방지했다. 에러 전파 방식을 이용하여 영상 간 추적을 카-프레임 인식과 결합하였으며 에러를 효과적으로 제어했다.⁵⁾

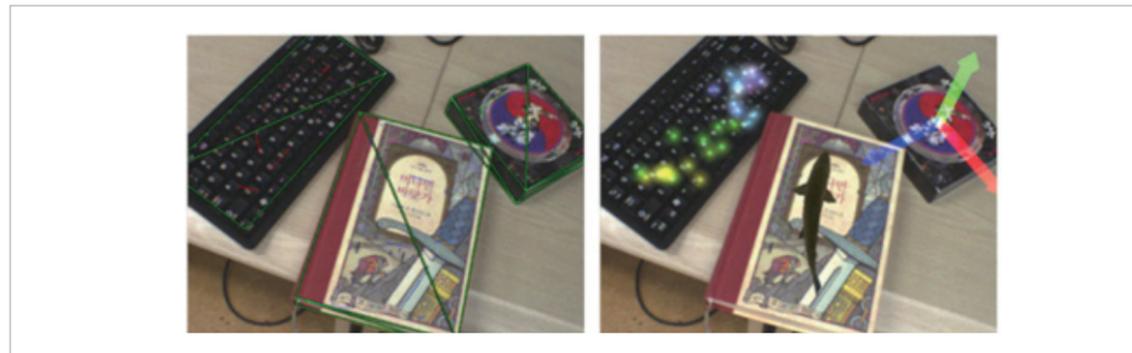


그림4 다수 3D 객체 추적 예시⁶⁾

- 대형 객체 인식 및 추적 기술(Large Target Recognition and Tracking) / KIST [2012년]: KIST에서는 실시간 고속 추적을 위한 HIP⁷⁾ 기술과 대형 객체의 효율적인 추적 연산을 위한 LOD 기술을 접목하여 모바일 기기에서 실시간 대형 객체 추적을 위한 새로운 방법을 개발하여 국립 고궁 박물관에서 “동궐도”를 대상으로 전시했다.
- 스마트 팜플렛(Smart Booklet) / KIST [2013년]: SIFT와 SURF 등은 많은 연산량과 추출된 특징벡터를 표현하는 서술자의 큰 사이즈 등 문제로, 스마트폰 CPU에서 실시간(20fps 이상 기준)으로 특징점 환경에 적합한 시각 기술자(Visual Descriptor) 추출이 어렵기 때문에 현재 활발히 연구되고 있는 Compact Visual Descriptor들의 조합한 방법을 제시했다. 본 방법에서는 사람의 특징 인식 구조와 유사한 방법을 취하면서 초기 특징점 주위의 패턴화를 통한 시각 서술자를 만드는 방식인 BRISK⁸⁾ 와 FREAK⁹⁾ 방법의 하이브리드화를 통한 소형 관광 책자 인식 및 관광 정보 제공을 목표로 한다.¹⁰⁾

5) Y. Park et al.(2008), Multiple 3D Object tracking for augmented reality, ISMAR
 6) GIST
 7) S. Taylor et al.(2009), Robust feature matching in 2.3.us, IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition(CVPR)
 8) S. Leutenegger et al.(2011), BRISK: Binary Robust Invariant Scalable Keypoints, IEEE International Conference on Computer Vision(ICCV)
 9) A. Alahi et al.(2012), FREAK: Fast Retina Keypoint, IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition(CVPR)
 10) H.S.Choi et al.(2014), Smart Booklet: Tour Guide System with Mobile Augmented Reality, International Conference on Consumer Electronics(CCE)

- SURFTrac(Georgia Tech) [2009년]: Nokia 스마트폰에서 객체 인식 및 추적을 하기 위해서 기존의 SURF 알고리즘을 개선하여 속도 향상을 꾀하였다. 특징으로는 Outdoor 환경에서 건물과 같이 큰 대상을 추적 대상으로 한 것이며, 학습 기반이 아니지만 추적 대상 물체에 대한 데이터베이스는 필요하다.¹¹⁾
- DTAM(Dense Tracking and Mapping in Real-Time / Imperial College) [2011년]: PTAM과 달리 특징점 기반이 아닌 모든 화소들을 활용하여 한 대의 카메라만으로 고정밀하며 깊이있는 맵을 추출하고, 이를 통해 카메라 포즈를 계산하는 방법을 제시했다.¹²⁾
- 텍스처가 부족한 객체에 대한 비마커 기반 추적 방법 / 원헌 공대 [2010년]: 텍스처가 없는 3D 물체를 추적하기 쉽지 않다. 하지만 본 방법에서는 국부적으로 지배적인 기울기 방향을 기반으로 작은 영상 변형에도 불변하는 이진화 기법의 템플릿을 제안했다. 텍스처 없는 3D 물체에 대해서 다양한 시점으로부터 템플릿을 생성했다. 이진화 표현으로 유사도 측정이 매우 빠르게 되며 branch and bound 기법을 이용하여 빠른 탐색을 가능케 하고, 텍스처 정보가 부족한 물체 추적에 유용한 방법을 제시했다.¹³⁾



그림5 텍스처 정보가 부족한 객체 추적 기술¹⁴⁾

2. 모델링 및 렌더링 기술

카메라를 통해 입력되는 현실 공간을 반영하는 비디오 영상이 입력될 때 앞 절에서 설명한 정확한 대상 인식 및 추적, 카메라 포즈 추출 기술을 바탕으로 원하는 콘텐츠를 관심 대상에 시점 이동에 관계없이 정합할 수 있게 된다. 증강현실 기술을 통해서 보이는 콘텐츠의 질을 향상시키기 위해서는 비디오 위에 오버레이 혹은 합성되는 대상과 실제 비디오 영상과의 차이를 줄임으로써 이질감을 완화하고, 이로 인해 사용자로 하여금 몰입감을 증대할 수 있기

11) D. Ta et al.(2009), SURFTrac: Efficient Tracking and Continuous Object Recognition using Local Feature Descriptor, IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition(CVPR)
 12) R. Newcombe et al.(2011), DTAM: Dense Tracking and Mapping in Real-Time, IEEE International Conference on Computer Vision(ICCV)
 13) S. Hinterstoisser et al.(2010), Dominant Orientation Templates for Real-Time Detection of Textureless Objects, IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition(CVPR)
 14) 원헌 공대

때문에 모델링 및 렌더링 기술은 증강현실 서비스의 질을 향상시키는 매우 중요한 기술 중 하나이다. 실시간 모델링 기술은 비디오로 입력되는 2D 영상의 깊이 정보를 반영하여 합성할 수 있을 뿐만 아니라 사용자 의도대로 객체 변형, 색상 변화 등 현실 공간에서 이를 수 없는 다양한 응용을 가능케 한다. 이에 실재감을 증대시킬 수 있는 모델링 및 렌더링 기술 동향에 대해서 알아보려고 한다.

모델링 기술

- Kinectfusion 기반 객체 모델링 / KIST [2012년]: KIST에서는 Microsoft의 키넥트를 활용하여 사용자가 손쉽게 3차원 객체 모델링할 수 있는 기술을 개발했다. 우선 관심 객체에 대해서 분할 작업을 한 후 입력되는 깊이 정보를 ICP 기법을 통하여 복셀(voxel) 내에서 적층한 후 마칭큐브 기법을 활용하여 Surface Polygon 모델을 추출하는 기술을 개발했다.¹⁵⁾ 추가적으로 현재 Kinect의 낮은 해상도로 인해 모델링 시 획득한 텍스처 영상의 낮은 퀄리티를 보강하기 위해서 임의 시점의 영상을 추가로 촬영한 후 SR(super resolution) 기법과 자동 UV 추출을 기반으로 고해상도 텍스처 맵을 생성했다.¹⁶⁾

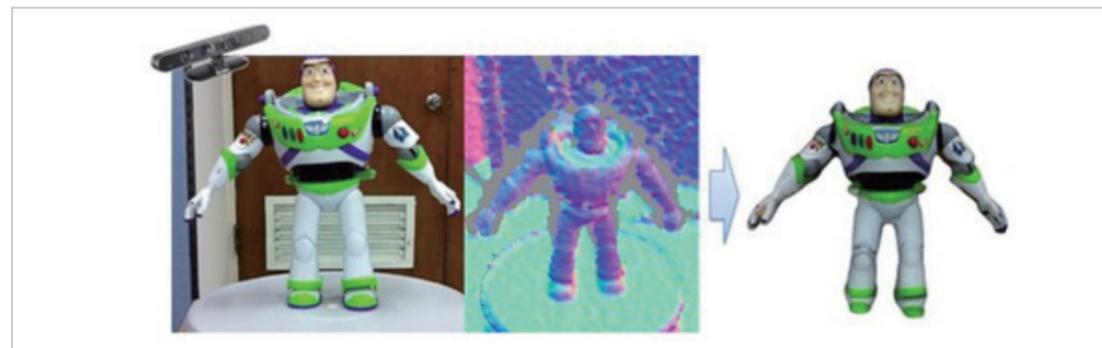


그림6 Kinect 기반 3차원 객체 모델링 예시 ¹⁷⁾



그림7 (좌) Kinect 기반 모델링 후 Kinect 입력 영상 기반 텍스처링 (우) 외부 카메라 영상을 기반으로 한 고화질 텍스처링 결과 ¹⁸⁾

15) H. Lim et al.(2012), Putting Real-World Objects into Virtual World: Fast Automatic Creation of Animatable 3D models with a Consumer Depth Camera, ISUVR

16) J. Lee et al.(2012), Web Image-based Super-resolution, ICPR

17) KIST 영상미디어연구센터

18) KIST 영상미디어연구센터

- Video Trace / Univ. of Adelaide [2007년]: 한 대의 카메라에서 입력된 비디오 시퀀스로부터 sfm 기법을 적용하여 3차원 포인트들과 카메라 파라미터들을 추출했다. 주변 픽셀들을 작은 클러스터화를 통해서 Superpixel화하여 연산 시 효율화를 꾀했다. 이후 특정 프레임에서 사용자가 3D 모델링할 대상에 대해서 각 파트별로 라인을 그리면서 연결한다. 연결된 라인들 사이에 다른 라인들이 존재하지 않으면 최종 면으로 고려되고 이전에 추출된 3차원 포인트들로부터 3차원 공간 상에서의 면으로 계산된다. 이후 다른 시점의 프레임에서 서로 간의 관계를 고려하여 3차원 모델의 정확도를 개선했다.¹⁹⁾

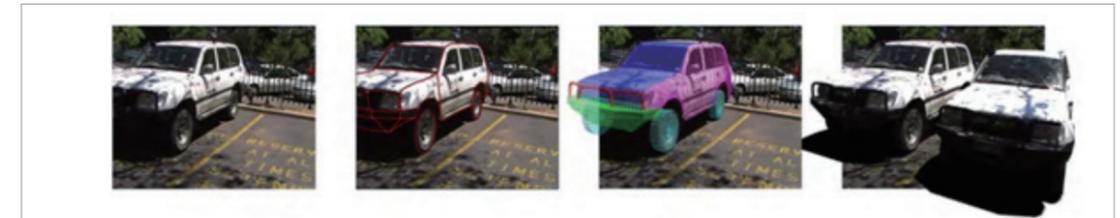


그림8 영상 기반 3D 모델링(Video Trace)

- Interactive Modelling for AR Applications / Univ. of Adelaide [2010년]: 멀티 뷰 카메라로부터 convex한 객체에 대해서 실시간 렌더링하는 기술인 Visual Hull 기술을 기반으로 모델링하는 방법이다. 전처리 과정으로 PTAM을 통해서 환경 맵을 생성하고 Grabcut 방법으로 관심 대상 객체를 분할해 낸다. 이후 관심 대상의 다른 시점 영상으로부터 추출된 깊이 정보를 활용하여 3차원 모델 데이터를 얻은 후, 아래 결과 영상처럼 객체 복제 및 깊이 정보를 활용한 가상 객체의 자연스러운 합성을 시도한다.²⁰⁾



그림9 입력 비디오 기반 모델링 및 복제 예시



그림10 대상 객체의 3차원 모델링 후 깊이 정보 기반 가상 객체 합성 및 복제 예시

19) A. Hengel et al.(2007), Video Trace: rapid interactive scene modeling from video, SIGGRAPH

20) J. Bastian et al.(2010), Interactive Modelling for AR Applications, ISMAR

렌더링 기술

- Instant Radiosity / 윈헨 공대 [2010년]: 증강현실 환경에서 실제 환경에서의 조명을 가상의 객체에도 실제 환경과 똑같은 그림자 효과, 밝기 변화 등을 렌더링함으로써 가상과 현실과의 차이를 줄였다. 이를 위해서 어안 렌즈로부터 입력되는 영상에서 실제 동적 조명 값을 분석하고 실 조명의 위치를 가상 공간에서의 위치와 정합을 시키기 위해 마커를 부착하여 추적한다. 렌더링 시 부작용인 깜박거림을 줄이기 위해 temporal coherence를 고려한 것도 특징이다.²¹⁾

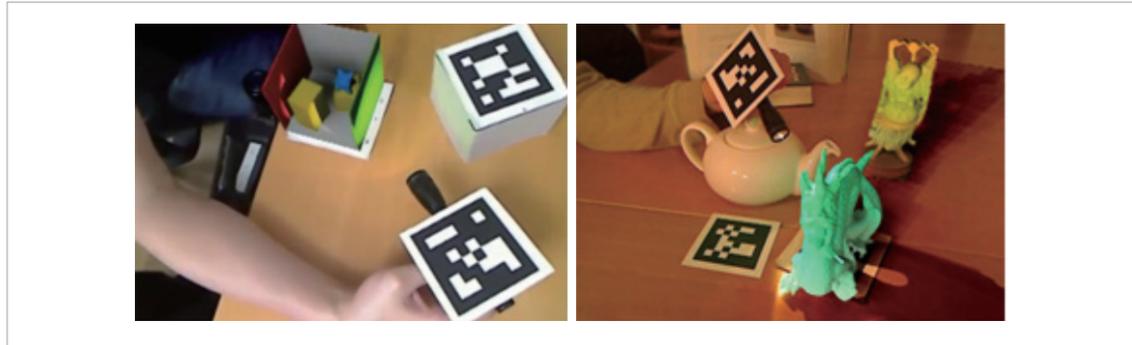


그림11 윈헨 공대의 Instant Radiosity 기법을 활용하여 실제 조명의 가상 객체 적용 예시

- Near-Field Illumination / Fraunhofer IGD [2013년]: Instant Radiosity와 마찬가지로 증강현실 환경에서 실제 환경에서의 조명 효과를 가상의 객체에도 영향을 주기 위해 DLPV(Delta Light Propagation Volumes) 모델을 기반으로 직접 조사되는 광원과 간접 반사로 발생하는 조명효과를 모두 반영하는 것을 시도했다. 이를 위해 그림12와 같이 환경 모델링을 위해 Kinect를 활용하고 실제 조명 환경을 얻기 위해 바닥에 어안 렌즈를 장착한 카메라를 활용했다.²²⁾

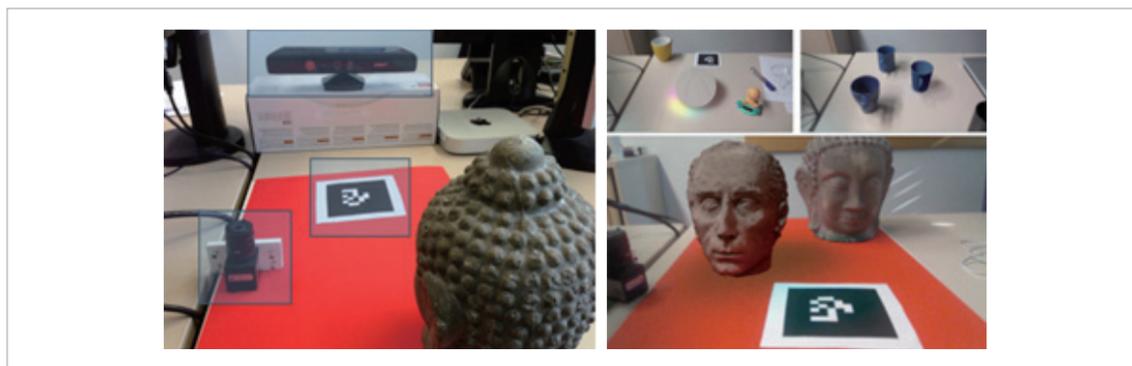


그림12 (좌) DLPV 모델 기반 실제 조명의 직간접 반사 영향을 가상 객체에 반영한 실험 환경결과 (우) 예시

21) M. Knecht et al.(2010), Differential Instant Radiosity for Mixed Reality, ISMAR
22) T. A. Franke(2013), Near-field illumination for mixed reality with delta radiance fields, ACM SIGGRAPH

- 실외 환경 조명 변화 반영 렌더링 기법 / INRIA [2012년]: 실외 환경에서 입력되는 비디오 시퀀스로부터 특징점을 자동 추출하고 주변 환경 맵을 형성한 후 해당 면의 법선 벡터와 조명의 입사각 등을 고려하여 렌더링에 필요한 변수들을 최적화하여 추정했다. 이전 방법들과는 달리 조명의 위치 및 조명 강도를 추정하기 위한 마커와 추가 카메라 장착은 필요하지 않는 점이 특징이다.²³⁾

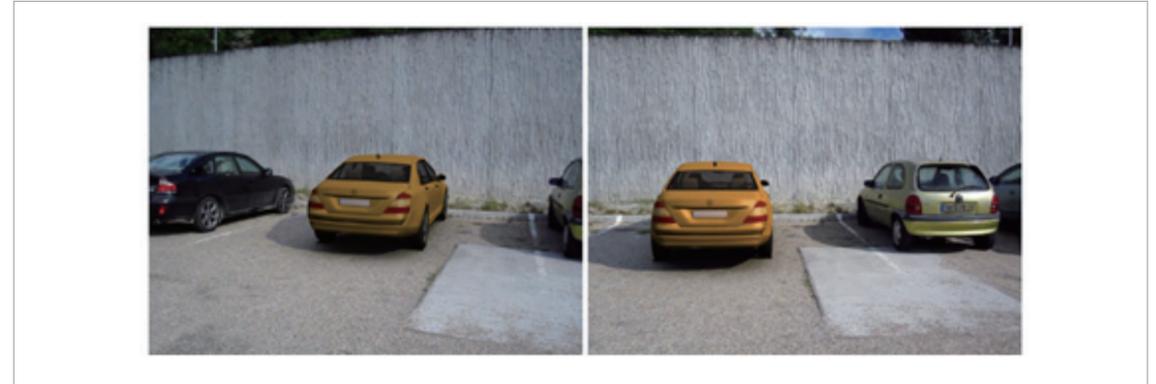


그림13 실외 환경에서 특징점 자동 추적 기법에 기반한 렌더링 결과²⁴⁾

3. 디스플레이 기술

활용하는 디스플레이에 따라 사용되는 기술이 달라질 수 있기에 이에 따른 증강현실 기술을 분류할 수 있다. 크게 구분을 하면 다음과 같다.

- 스마트폰, 태블릿과 같은 모바일 디바이스 기반
- 착용형 기기 기반
- 키오스크 혹은 스크린 기반
- 프로젝터 기반

모바일 디바이스 기반

스마트폰 성능 향상 및 빠른 확산에 힘입어 증강현실 서비스를 구현하기에 가장 좋은 환경이 되었다. 위치 및 자세 추정에 필요한 GPS, 자이로 센서, WiFi 및 카메라 등의 센서를 모두 갖추고 있으며, 저전력 CPU뿐만 아니라 GPU까지 내장하고 있어 증강현실 구현에 필요한 영상 인식 및 추적에 활용되고 가상의 객체를 실시간 렌더링에도 적합하며 사용자 인터페이스로 음성 인식 및 멀티 터치의 활용으로 사용자 편의성 또한 증대되었다.

23) Y. Liu, X. Granier(2012), Online Tracking of Outdoor Lighting Variations for Augmented Reality with Moving Cameras, IEEE Virtual Reality
24) INRIA

기존 잡지의 지면 한계 및 정보 표시 한계를 증강현실 기술을 통해 극복하는 시도가 많아지고 있다. 대표적인 예시로 세계적인 가구/인테리어 기업인 IKEA사에서 자사의 카탈로그를 스마트 기기와 연계를 통해 정보 전달을 꾀하고 있다. 특정 모델의 사용 예시를 보여주고 다양한 색상의 변화를 통해 가상 체험을 할 수 있도록 했다. 또한 IKEA 카탈로그 표지를 학습한 후 카메라를 통해 추적한 후 카메라 포즈 및 거리를 계산하여 카탈로그 위치에 크기가 고려된 가상의 가구 등을 오버레이로 렌더링함으로써 보기 기능을 제공한다.²⁵⁾ Quest Visual사에서는 WordLens라는 서비스를 통해서 증강현실 기반 실시간 번역 서비스를 2010년에 론칭한 후 지금까지 영어, 불어, 스페인어, 포르투갈어, 이태리어 등 5개국 언어에 대해서 적용하고 있다.²⁶⁾ 스마트 기기를 이용한 증강현실 활용 사례는 교육 분야에서 가장 활발하다. 뉴질랜드 HITLab에서는 어린이들이 스케치한 후 미리 정의된 콘텐츠를 3차원으로 애니메이션 되는 상황을 연출하여 그림 그리기에 흥미를 유발하고 상상력을 고취하는 방법으로 활용되고 있다.²⁷⁾

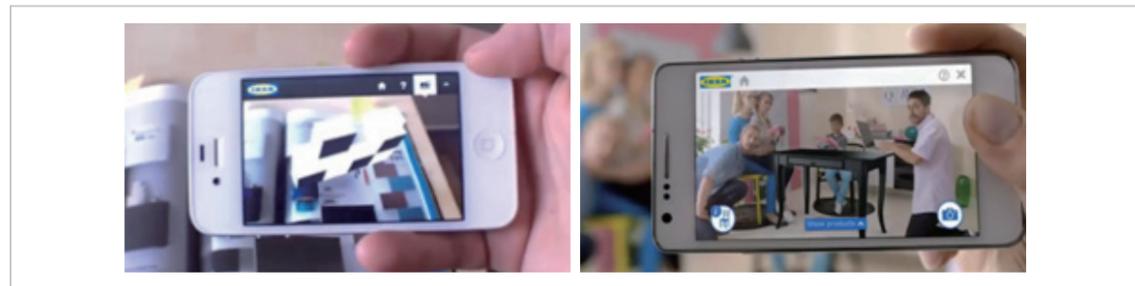


그림14 IKEA AR 카탈로그 [2013년]



그림15 WordLens를 통한 실시간 번역 서비스 [2010년]

그림16 HITLab의 ColAR [2013년]

착용형 기기 기반

스마트 기기를 활용한 증강현실 서비스들이 주류를 이루고 있는 상황에서 Google Glass 등과 같이 착용형 디바이스를 활용한 사례가 증가하고 있다. 스마트 기기에서 터치 인터페이스 등은 직관적으로 선택할 수 있는 장점이 있지만 직접 손을 활용한 인터랙션에 제약이 따르기 때문에 두 손의 자유로움을 제공하는 착용형

25) <http://www.youtube.com/watch?v=vDNzTasuYEw>
 26) http://en.wikipedia.org/wiki/Word_Lens
 27) <http://www.hitlabnz.org/index.php/products/colar>

디바이스에 대한 활용도가 높아질 것으로 기대된다. 착용형 디바이스 방식에는 크게 Video See-Through 방식과 Optical See-Through 방식으로 구분된다. Optical See-Through의 대표적인 예시가 Google Glass이며, Video See-Through의 대표적인 예가 Virtual Realities사의 VR Pro AR 등이 있다.



그림17 Google Glass²⁸⁾

Video See-Through의 경우 현재까지 화면 해상도 및 카메라의 FOV 등의 제약을 극복해야 하며 Optical See-Through의 경우 실제 객체와의 정합 문제, 화면 밝기 문제, 상이 맺히는 위치의 차이 등으로 인한 Focus Shift 문제 등 해결해야 할 문제들이 많이 남아 있기에 추후 연구를 진행해야 한다.

대형 스크린 기반

카탈로그 혹은 실시간 번역 등 관심 대상이 자신이 아닌 다른 사물 혹은 사람인 경우에는 스마트 기기 혹은 HMD 기반 증강현실의 적용이 적절하지만 피팅 시뮬레이션과 같이 자신의 모습에 증강된 콘텐츠를 체험하기 위해서는 대형 스크린 혹은 TV를 통한 증강현실 서비스가 필요하다. 이 경우에는 대상 인물의 트래킹, 인식 등이 필요하며 가상 콘텐츠와의 인터랙션을 위해서는 동적 제스처 인식, 음성 인식 및 다양한 모바일 인터페이스 기술들이 필요하다.

- Virtual Mirror / 헝가리 Fitnect [2012년]: 실시간 3D photorealistic한 의상 시뮬레이션을 통해서 가상 피팅 서비스를 구현한다. 직관적 제스처를 제공하여 원하는 의상을 선택하여 체험할 수 있는 기능을 제공하고 있다.²⁹⁾

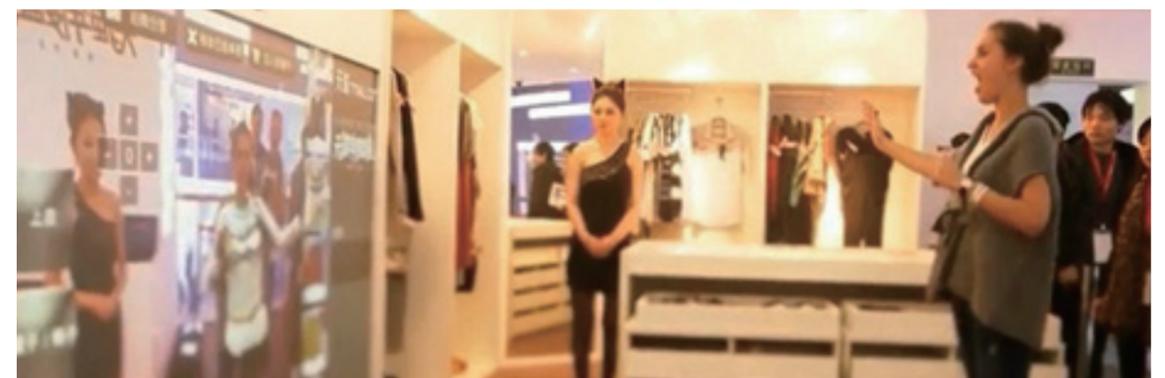


그림18 Fitnect사의 Virtual Mirror

28) <http://www.google.com/glass/start/>
 29) <http://www.fitnect.hu/>

프로젝터 기반

공간 증강현실(Spatial AR)이라고도 불리는 방식으로 프로젝터를 활용하여 기존 객체 위에 정보를 덧붙임으로써 다른 사람과의 협업 및 정보 공유 관점에서 매우 유용한 방법이다.

- GuidingLight / MIT Media Lab [2010년]: 프로젝터의 소형화 및 모바일화에 힘입어 스마트폰 내에서 프로젝터를 포함한 형태의 기기가 출시되었다. 목적지를 갈 때 직관적으로 자신의 스마트폰을 바닥에 비추면 진행해야 할 방향에 대해 표시한다. 내장되어 있는 자이로 및 틸트 센서를 기반으로 가까이 비출 때와 먼 거리를 비출 때 보여주는 내용을 달리함으로써 사용자의 의도에 부합하는 정보를 제공해주며 스마트폰에 장착된 카메라와 GPS 연계를 통해 현재 자신의 위치를 실내외 관계없이 추정해 내고 있다.³⁰⁾



그림19 MIT의 Guiding Light

- Luminar / MIT Media Lab [2011년]: 책상 위에 조명 장치인 스탠드를 재조명하는 연구로서 LED를 조사하여 책상 위에 놓인 책, 혹은 신문 등을 인식하여 추가적인 디지털 정보를 제공한다.³¹⁾



그림20 MIT의 Luminar

- Illumiroom / Microsoft [2013년]: 마이크로소프트에서는 자사 제품인 Xbox의 게임을 한정된 TV 영역에서 벗어나 공간을 활용하여 게임의 몰입감을 증대시키고자 프로젝터와 Kinect를 연계하여 공간 증강현실을 구현하였다.³²⁾

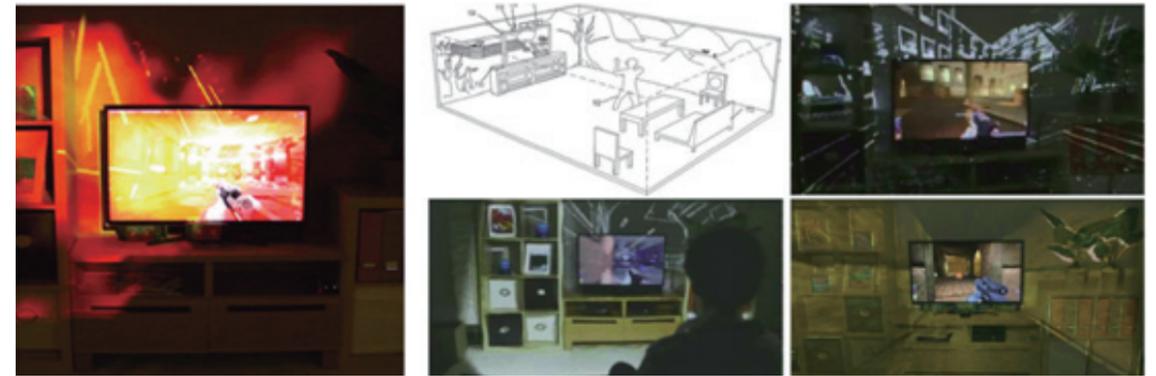


그림21 MS의 Illumiroom

4. 산업 분야로의 적용 사례

자동차 산업 적용

자동차 산업 분야로의 증강현실 적용 시도는 점점 더 확대되고 있다. 현재까지는 자동차 브랜드마다 첨단 기술을 적용한다는 홍보 전략으로 광고에 가장 많이 적용하고 있지만 BMW에서는 증강현실 프로젝트를 진행하면서 미래 자동차 수리 장면에 대한 컨셉 영상도 제작하고, 폭스바겐에서는 광고뿐만 아니라, 직원 교육 및 공장 구성에서 사전 시뮬레이션 용도로도 확대해 적용하려는 시도를 하고 있어 향후 응용 사례는 점점 더 증대될 것으로 기대한다.

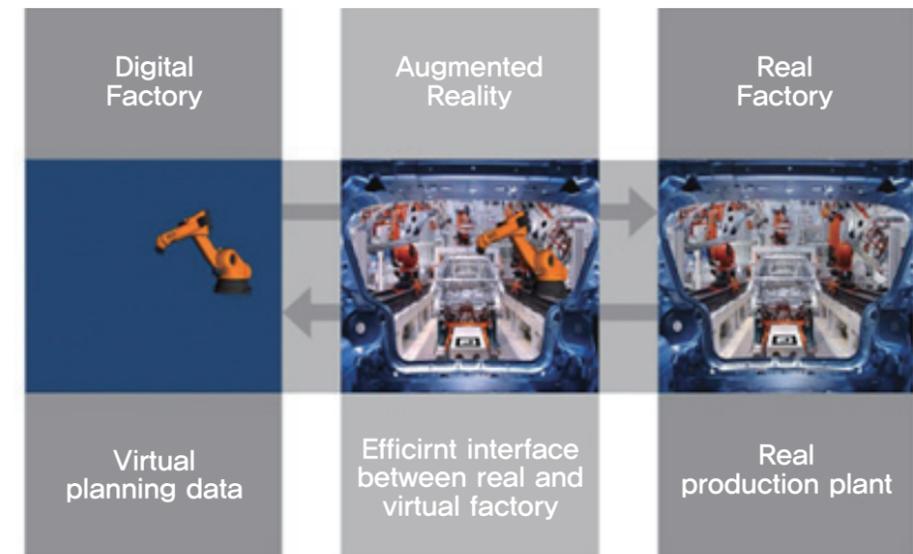


그림22 VW는 자동차 공장의 구성을 증강현실로 시뮬레이션을 통해 동선 및 다른 장치들과의 연동 가능성을 사전에 검토하는 시도를 수행

30) J. Chung et al.(2011), Guiding Light: Navigation Assistance System Using Projection Based Augmented Reality, ICCE
 31) <http://fluid.media.mit.edu/projects/luminar>
 32) <http://research.microsoft.com/en-us/projects/illumiroom/>

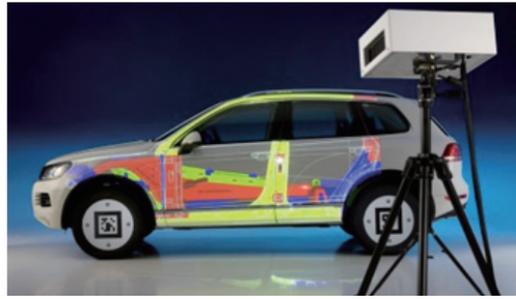


그림23 VW는 서비스 직원을 대상으로 실제 차체에 내부 구조를 투사하는 방식으로 교육 수행



그림24 VW는 아이패드를 활용해 AR Technical Assistance를 수행 [2013년]³³⁾



그림25 BMW는 안경 타입의 착용형 장비를 쓰고 자동차 수리 방법에 대한 증강현실 적용 컨셉 비디오 제작³⁴⁾

설계 변경 및 협업

일반 산업 분야에서는 현장에서 직접 설계 변경을 한다던지 원격지에 있는 동료들과 협업 또는 전문가가 직접 방문하지 않더라도 원격지에서 증강현실 기반으로 실제 사용 예시의 시각적 전달을 가능케 함으로써 업무 효율 증대를 꾀할 수 있다.



그림26 AR을 활용한 파이프 설계 예시



그림27 AR을 활용한 원격 협업 및 교육

네비게이션

증강현실 서비스로 교육, 쇼핑 분야 이외에 네비게이션 분야에서도 활발히 활용되고 있으며, 앱스토어에서 다운로드가 가능한 응용 프로그램들도 등장하고 있다. 증강현실 최초 모바일앱인 Wikitude 서비스로 유명한 Mobilizy에서도 Wikitude Driving이라는 모바일 프로그램을 소개한 이후로 많은 유사 응용 프로그램들이 등장하고 있다. 실제 주행 중 앞 차와의 간격, 차선 변경 시 경고, 보행자 주의 등 장착된 카메라 및 센서로부터 얻어지는 정보를 시각화를 통해 운전자에게 유익한 정보 및 주의 환기를 제공한다. 하지만 정보 제공에 있어 불필요하게 과다한 정보를 제공하거나 반복적인 표시로 운전자의 집중도를 떨어뜨릴 수 있는 문제점이 있기 때문에 UI 설계 시 주의가 필요하다.



그림28 Mobilizy사의 Wikitude Drive [2010년]

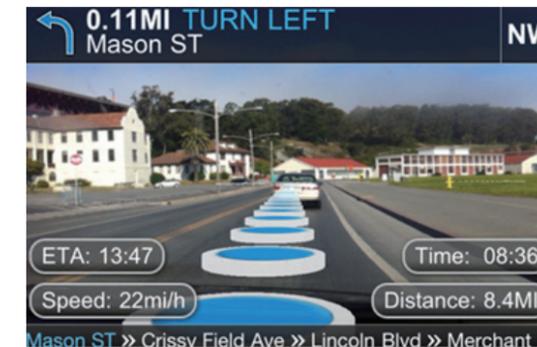


그림29 TapNav [2011년]



그림30 Augmented Driving [2010년]

33) http://www.youtube.com/watch?v=4LE_locFnL0#t=20

34) http://www.bmw.com/com/en/owners/service/augmented_reality_introduction_1.html

3D 프린팅, 단순한 제조를 넘어 소셜 메뉴팩처링으로

문명운 박사 IT-NT 융합전문위원

케익이나 떡을 만드는 것에서부터 달 표면에 집 짓는 프로젝트 그리고 사람의 팔에 직접 문신을 그리기까지 최근 3D 프린터의 활용 가능성에 국내외적으로 많은 사람들이 큰 관심을 보이고 있다. 얼마 전까지만 해도 주로 시제품 제작에 응용되던 것이 보석류, 완구류, 패션 및 엔터테인먼트 산업과 기술적 난이도가 높은 자동차, 항공/우주, 방위산업 및 의료기 등 다양한 산업 분야에서 제품 개발에 활용되고 있다.

3D 프린팅은 스캐닝이나 모델링을 통한 3차원의 디지털 자료를 기반으로 재료를 한겹씩 차례로 쌓아 올리는 공정을 통해 원하는 형상을 만드는 적층가공(Additive manufacturing)의 일종인데, 우리나라에서는 3D 프린팅 기술을 광의로 해석하여 적층 가공 전체를 의미하고 있다. 3D 프린팅 공정은 기존 다른 가공 공정에 비해 제작에 소요되는 에너지가 약 50% 이상, 소재는 약 90% 이상 절감할 수 있다고 알려져 있다. 전 세계적으로 3D 프린터 시장은 양분하고 있는 Stratasys사의 원천기술 특허가 2007년 만료되었고, 3D Systems사의 특허도 2014년 2월에 만료되면서 영국의 RepRap과 같은 오픈 소스 프로젝트가 시작되었으며 프린터 제작을 위한 중요한 기술적 자료들이 인터넷에 공유되면서 폭발적으로 이 분야가 활성화 되고 있다.

많은 사람들이 3D 프린팅 기술이 지금 당장에는 우리의 기대치에 미치지 못할지라도 적어도 10년 내에는 다양한 분야에서 혁신적인 아이템들을 쏟아낼 것으로 기대하고 있다. 하지만 3D 프린팅 기술의 현존 한계를 넘어서기 위한 혁신적인 솔루션 마련이 시급하다. 특히 이 분야 후발주자인 우리나라가 국제 경쟁력을 갖추고 혁신적인 시장을 열기 위해서는 소재, 시스템, 서비스 등 다양한 분야에서 적극적인 자세가 필요할 것이다.

3D 프린터는 이제 단순한 제작 장치가 아니다. 창의적인 아이디어를 3D 프린터로 구현하기 위해서는 소재나 장치와 같은 하드웨어에 대한 깊은 이해와 함께 저작 도구나 서비스 등의 소프트웨어 또한 핵심 기술로 인식되고 있다. 즉, 3D 스캐닝 및 창의적인 설계가 가능한 소프트웨어 등에서부터 프린팅을 통해 나온 제품의 부가가치를 극대화하기 위한 ICT(information and communication technology)와 3D프린팅 서비스를 연계한 새로운 비즈니스 모델 개발이 이루어져야 할 것이다.¹⁾²⁾

1) ICT, 3D 프린팅 주도 3차 산업 혁명, Digieco, 2013. 03
2) KT경제경영연구소(2012), ICT와 3D 프린팅에 의한 제3차 산업혁명

◆ 디지털 제조 기반 3차 산업 혁명

작년 초 오바마 미국 대통령은 국정연설에서 3D 프린터가 제조방식의 혁신을 가져올 것이라고 언급하며 3D 프린터 산업 육성 계획을 발표하는데 이어, 올해 초 박근혜 대통령도 미래 신산업으로 언급한 바 있으며 유럽, 일본, 독일에서는 앞다투어 중장기 기획 프로그램을 내놓고 있다. 더욱이 영국의 Economist지는 2012년 3D 프린터가 내연기관과 컴퓨터에 이어 3차 산업 혁명을 이끌 기술 중 하나로 소개하였다.



그림1 (좌) 제 3의 산업혁명을 설명하고 있는 이코노미스트지 표지 (우) 설명 그림³⁾

18세기 후반에 영국에서 섬유산업의 기계화에 의해 처음 산업혁명이 일어났고, 20세기에 미국을 중심으로 대량 생산 시대를 열 수 있었던 기계화에 의해 경공업 중심에서 중공업 중심의 산업화가 2차 산업혁명으로 알려져 있으며, 앞서 언급한 3차 산업혁명은 이미 시작되고 있다. 제조업이 점차 디지털화 되어 가고 대량 생산 중심의 제조업에서 점차적으로 개인화된 소량 생산이 요구되고 있으며 새로운 소재와 3D 프린팅 기술, 자동화 로봇 그리고 온라인 제조 서비스 등과 같은 새로운 제조 공정들의 등장으로 노동력은 많이 필요하지 않다. 전통적인 제조업 관점에서는 원하는 제품을 만들기 위해서 우선 금형을 만들어서 원하는 형상을 찍어내고 이를 적절하게 조립하고 접합하여 일체화하는 공정이 일반적이었다. 물론 금형을 위한 설계부터 제작에까지 이르는 다양한 공정이 필요하며 도중에 문제가 발생되었을 때 이를 해결하기까지는 또 다른 시간과 노력이 필요하였다. 물론 소재 설계 및 공정에서의 시뮬레이션을 통해 부분적으로 제품 생산 시간을 줄이려는 노력을 계속하고 있으나 그 역할은 그리 크지 않았다. 하지만 디지털 정보를 통해서 층층이 쌓는 방식의 적층가공기술인 3D 프린팅과 같은 개념이 도움 되면서 제조방식이 많이 바뀌고 있다. 특히 단품이나 소량의 시제품을 제작하고자 할 때는 매우 효과적인 공정으로 현재 많은 분야에서 적용되고 있다. 특히 원하는 디지털 도면을 인터넷만 연결되면 온라인 마켓플레이스에서 내려받을 수 있고 스스로의 디자인을 온라인 마켓플레이스를 통해 팔 수도 있는 등 디지털 기반 제조 생태계가 이미 시작된 것이다.⁴⁾

3) Economist, 2012. 04
4) ICT, 3D 프린팅 주도 3차 산업 혁명, Digieco, 2013. 03

◆ 3D 프린팅 기반 소셜 매뉴팩처링

이러한 제조업에서의 디지털화는 미래 공장의 모습을 지금과는 사뭇 다르게 그려가고 있다. 미래의 공장은 지금보다는 훨씬 스마트한 소프트웨어에 의해 돌아갈 것이고 통신이나 사진, 음악 및 영화와 같이 디지털에 의해서 혁신적 변화를 겪은 산업만큼 제조업에서의 디지털화는 혁신을 가져올 것이다. 특히 디지털화에의 한 변화는 대기업보다는 유연한 대처가 가능한 중견 혹은 중소기업에서 시작될 것이라 기대한다. 3D 프린팅 기술을 제공할 수 있는 기업이나 SNS(Social Network Service)의 네트워크 기반 3D 프린팅 제품과 서비스를 하는 곳들이 진화하고 있으며 이를 social manufacturing(사회관계 기반 제조)이라고도 알려져 있다.⁵⁾

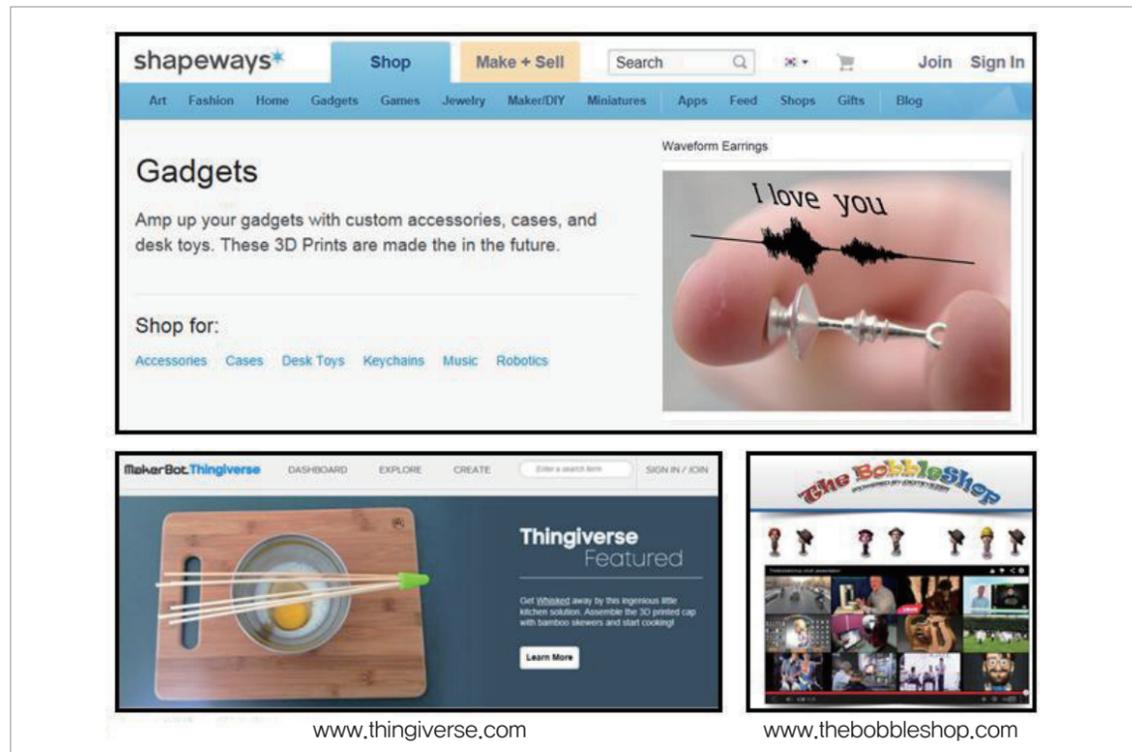


그림2 3D 프린팅 관련 인터넷 서비스 마켓플레이스⁶⁾⁷⁾⁸⁾

최근 3D 프린팅 기술이 차세대 제조업에 중요한 역할을 할 것으로 기대하는 이유는 최근 급속도로 발전하고 있는 ICT와의 결합과 융합 가능성 때문일 것이다. 현재는 스마트 네트워크나 클라우드 컴퓨팅 환경 그리고 3D 프린팅 기술에 의해서 다양한 분야에서 디지털화가 이루어지고 있으며 이를 기반한 제조업의 디지털화가 빠르게 진행되고 있다. 여기에서 새로운 비즈니스 모델과 생산/유통/소비의 패턴들이 새롭게 형성되고 있다.

5) Economist, 2012, 04
 6) www.shapeways.com
 7) http://www.thingiverse.com
 8) http://www.thebobbleshop.com

3D 프린팅 기술의 발전은 제조업을 디지털화하여 인터넷과 SNS 등을 통해 소셜 매뉴팩처링을 더욱 가속화하고 있으며 전 세계를 대상으로 생산, 유통, 소비를 가능케 하고 있다. 창의적인 아이디어의 실현을 가능하게 하는 클라우드 펀딩 혹은 소셜 펀딩의 대표 주자인 Kickstarter나 indiegogo 등이 활발한 활동을 하고 있다. Kickstarter는 개인이나 소규모 업체에서 좋은 아이디어(프로젝트)가 제안되었을 때 일반인들을 상대로 후원을 모아서 프로젝트를 가능하게 하는 펀딩을 하여 창업으로 연결되게 도와주는 프로그램이다. 물론 후원자들은 나중에 아이디어가 제품화 되면 그 제품을 받을 수 있는 일종의 예약 구매가 가능하다. 또한 Shapeways, Thingiverse, Thebobbleshop, Cubify 등과 같은 온라인에서 3D 모형의 데이터 파일을 사고 팔고 있는 시장(marketplace)이 생겨나고 있다. 또한 주문한 파일을 출력하여 배달하는 다양한 서비스 모델을 제시하고 있으며 온라인 마켓플레이스는 다양한 형태로 진화하고 있다.

이러한 3D 프린팅 서비스 모델을 제시하는 대표적 기업인 Shapeways는 네덜란드 회사로 뉴욕에서 3D 프린팅 마켓플레이스와 서비스를 하는 회사이며, 사용자가 디자인을 하고 이를 프린팅 가능한 파일로 Shapeways 웹사이트에 업로드 한다. 이후 Shapeways를 통해서 실제 모형 프린팅이 가능하며 이를 다른 사용자에게 팔 수도 있다. 특히 3D 프린팅 팩토리가 뉴욕에 설립되어 사용자가 디자인한 제품을 직접 프린팅하여 1년에 수백만 개의 유저 디자인을 만들어내고 있다.

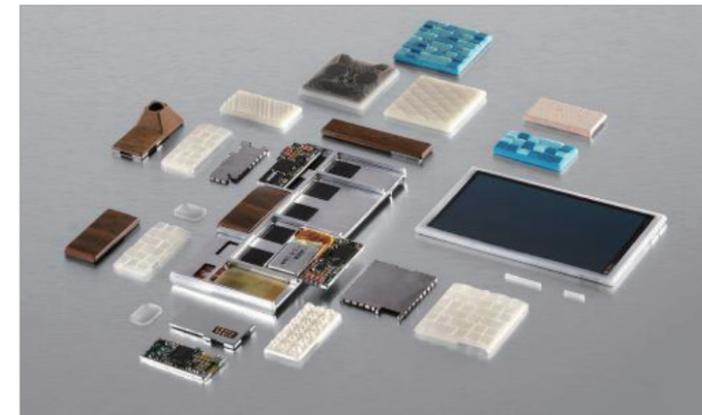


그림3 프로젝트 아라(project Ara)의 기본 컨셉인 개인형 3D-printed 모듈 및 관련 부품의 전개도⁹⁾

또한 최근 Google-Motorola Mobility가 2013년 10월 발표한 Project Ara는 개방형 모듈러 스마트폰 플랫폼 (Modular Smartphone Platform)을 구현하는 것으로 소프트웨어 플랫폼을 넘어선 하드웨어 플랫폼을 기반한 개인 맞춤형 서비스를 추천하고 있다. 이렇듯 모듈형 스마트폰 제조에 3D 프린팅 기술을 도입함으로써 개인이 디자인한 스마트 기기를 만들 수 있는 새로운 방식을 선보이고 있다.

9) http://www.projectara.com/#project-ara

◆ 기대효과

3D 프린팅의 비약적 발전을 가져오고 있는 오픈 소스나 인터넷을 통한 온라인 마켓플레이스의 발전과 함께 프로젝트 아라와 같이 사용자 중심의 제조 환경은 앞으로 제조 산업 전반에 걸쳐 큰 변화를 가져올 것으로 기대된다. 3D 프린팅은 단순한 제조 공정 이상으로 발전하고 있다. 특히 사물인터넷이나 빅데이터 등 ICT 기술과의 시너지가 일어나고 있으며 여기에 개인화 및 맞춤형 소비 패턴을 충족시킬 수 있는 최적의 수단으로 인식되고 있다.

하지만 앞서 서술한 바와 같이 소셜 매뉴팩처링을 위한 제조 기술로서 창의적인 아이디어를 구현하기 위해서는 3D 프린팅 기술의 혁신적인 발전이 선행되어야 할 것이다. 다양한 질감을 갖는 소재, 빠른 적층 속도뿐 아니라 크기의 한계가 극복되어야 한다. 물론 단순한 모형 수준의 제조가 아닌 기능성을 갖는 제품을 만들어 낼 수 있어야 할 것이다. 기존 제조업의 확장이 아닌 SNS와 예술 등과 융합하여 新시장을 창출하기 위해서는 무엇보다도 3D 프린터가 단순한 제조를 위한 장비 개념을 넘어서야 한다. 즉 디자인 저작 툴과 네트워크와의 연계를 위한 소프트웨어에 대한 기술적 요구에 대응할 수 있어야 할 것이다.

이차전지의 고성능 & 안전성 향상 기술

김지영 박사, 노재교 박사과정, 조병원 박사, 정경윤 박사 ET-NT 융합전문위원

지난 TV의 한 프로그램에서는 '최소한의 물건으로 살기' 미션에 도전하는 출연진들의 모습이 방영되었다. 20가지, 더 줄여서 10가지 최소한의 물건 중 절대 빠질 수 없는 1순위의 물건은 바로 휴대전화였다. 이와 같이 휴대전화는 우리 생활에서 가장 없어서는 안 되는 물건이 되어버렸다. 휴대전화와 더불어 노트북, 태블릿 PC 등 소형 IT기기에서 널리 쓰이고 있는 2차전지는 계속 충전하여 사용할 수 있는 배터리를 일컫는다. 1회 방전만이 가능하고 충전이 불가능하여 반복적 사용이 불가능한 1차전지와 달리 2차전지는 방전 후에도 충전을 통해 반복적으로 사용이 가능하다. 2차전지는 소형 IT기기뿐만 아니라 가정용 전기 저장장치나 전기자동차 등 중대형 에너지 저장장치에도 사용이 확대되고 있다. 특히 전기자동차(electric car, electric automobile 또는 electric vehicle)는 기존의 가솔린 자동차에서 사용하는 석유 연료와 엔진을 사용하지 않고 전기배터리와 전기모터를 사용하는 자동차로 환경 친화적이라는 강점을 갖고 있다.

최근 제주도에서 열린 국제 전기자동차 엑스포에 연구원들과 함께 참석하여 전기자동차에 대한 뜨거운 관심을 직접 확인할 수 있었다. 국제 전기자동차 엑스포에서는 전기자동차 외에도 배터리/충전기 등 전력·에너지 디바이스 및 인프라, 전기자동차 관련 제품이 전시되어 전기자동차의 현재뿐만 아니라 미래도 가능할 수 있는 좋은 기회였다. 박람회장은 오전부터 수많은 관람객들이 밀려와 전기자동차에 대한 관심이 고조되었으며 기아의 Soul EV, 르노삼성의 SM3 ZE, BMW의 i3, NISSAN의 e-NV 200, LEAF, Chevrolet의 스파크 EV 등이 소개되었고 그 중 일부는 시승행사까지 함께 하여 관람객들의 흥미를 더 끌었다. 전기자동차와 함께 전기바이크도 함께 전시되어 기존 바이크에 비해 심플하고 현대적인 디자인과 운행 시 조용하다는 장점을 보여주었다.

그러나 전기자동차의 대중화를 위해서는 아직 해결해야 할 문제점으로 가격 경쟁력을 생각할 수 있다. 현재 가솔린 자동차와 비슷한 성능과 차급을 가지는 전기자동차의 경우 가솔린 자동차보다 약 2,000~3,000만원 정도 가격이 높다. 정부의 보조금이 지원될 경우 구매자의 부담은 줄어드나 아직 정부의 지원 여부는 불투명하다. 전기자동차의 가격을 결정하는 여러 요소 중 이차전지의 비중은 약 25% 정도로 매우 큰 점유율을 나타내기 때문에 이차전지의 개발이 전기자동차 대중화의 핵심이라고 볼 수 있다. 전기자동차에 대한 관심이 높아지면서 2007년 337억 달러 규모였던 2차전지 시장규모는 연평균 13%의 성장을 이루며 2015년 약 580억 달러에 이를 것으로 예측된다.



그림1 국제 전기자동차 엑스포에 전시된 NISSAN의 e-NV 200과 기아 Soul용 Module¹⁾

이와 같이 전기자동차에 대한 관심과 함께 2차전지의 성능을 향상시키는 연구가 빠르고 다양하게 진행되고 있다. 2차전지의 성능은 얼마나 많은 에너지를 저장할 수 있는가를 나타내는 용량특성과 얼마나 빠르게 에너지를 저장하고 사용할 수 있는가를 나타내는 출력특성, 여러번의 충·방전 후에도 초기용량이 얼마나 유지되는가를 나타내는 사이클 특성이 가장 중요하다. 그러나 무엇보다도 가장 중요한 것은 2차전지를 안전하게 사용하는 것이다. 따라서 2차전지의 성능 향상에 대한 연구와 더불어 2차전지의 안전성에 대한 연구의 융합은 필수적이라고 할 수 있다.

2차전지는 전극(양극활물질, 음극활물질), 전해액, 분리막으로 구성되며 그 중 전극의 성능 개선이 2차전지 성능의 향상에 핵심이라고 볼 수 있다. 양극 활물질로 사용되는 소재로 층상구조인 LiCoO_2 , $\text{Li}[\text{Ni},\text{Co},\text{Mn}]_2\text{O}_2$, 스피넬 구조의 LiMn_2O_4 , 올리빈 구조의 LiFePO_4 등이 연구되고 있다. 이 중 층상구조인 LiMO_2 ($\text{M}=\text{Ni},\text{Co},\text{Mn}$)의 경우 용량의 향상을 위하여 전압범위를 높이려는 연구가 진행되어 왔다. 그러나 전압범위를 높일 경우 표면에서 구조가 불안정하다는 문제점이 있다. 구조안정화를 위하여 LiMO_2 ($\text{M}=\text{Ni},\text{Co},\text{Mn}$) 표면에 구조안정제로서 Al_2O_3 , AlPO_4 , Zr_2O_3 등을 코팅하는 표면개질 연구가 대표적이다. 그러나 이 경우 구조안정제로 사용되는 금속산화물이 전기화학 반응에 참여하지 않기 때문에 복합체의 용량을 감소시킨다는 문제점이 있다.

최근 KIST에서 LiMO_2 ($\text{M}=\text{Ni},\text{Co},\text{Mn}$) 표면에 기계화학적 방법으로 Li_2MnO_3 를 구조안정제로서 코팅한 Li_2MnO_3 Shell/ LiMO_2 ($\text{M}=\text{Ni},\text{Co},\text{Mn}$) Core 구조 복합소재 및 이들을 nano-scale에서 복합화한 layered-layered $0.5\text{Li}_2\text{MnO}_3 \cdot 0.5\text{LiCoO}_2$ nanocomposite를 개발하였다.²⁾ 이 경우 표면에 코팅된 Li_2MnO_3 가 구조안정제 역할과 동시에 전기화학 반응에 참여하여 복합소재의 용량에 기여하므로 기존 연구와 비교 시 더욱 우수한 용량 특성을 나타낸다.

1) 국제 전기자동차 엑스포
2) B. W Cho et al.(2012), J. Mater. Chem, 22, 25418

또한 기존의 단순한 기계적 혼합 형태의 복합소재가 아니라 구조변형이 가장 많이 일어나는 소재의 표면에만 Li_2MnO_3 를 코팅한 코어-셸 구조를 합성함으로써 효율적으로 구조안정성을 확보할 수 있었다. 구조안정성의 확보를 통하여 여러번의 충·방전 사이클에도 용량의 감소폭을 크게 줄일 수 있다. 본 연구에서는 기계화학적 방법을 사용함으로써 기존의 복합소재를 합성하는 졸겔법 혹은 공침법 등과 비교 시 공정이 단순하므로 본 기술 적용 시 공정비용의 절감이 가능할 것으로 기대된다.

Li_2MnO_3 Shell/ LiMO_2 ($\text{M}=\text{Ni},\text{Co},\text{Mn}$) Core 구조 복합소재의 성능 향상과 함께 안전성 평가를 위하여 온도 변화에 따른 복합소재의 구조변화를 분석했다. LiMO_2 표면에 Li_2MnO_3 Shell을 코팅 전·후의 구조안정성을 분석한 결과 코팅 후 구조안정성이 크게 향상된 것을 확인하여 기존의 전극활물질과 비교 시 우수한 성능뿐만 아니라 안전성까지 향상된 이차전지 전극 활물질을 개발할 수 있었다.

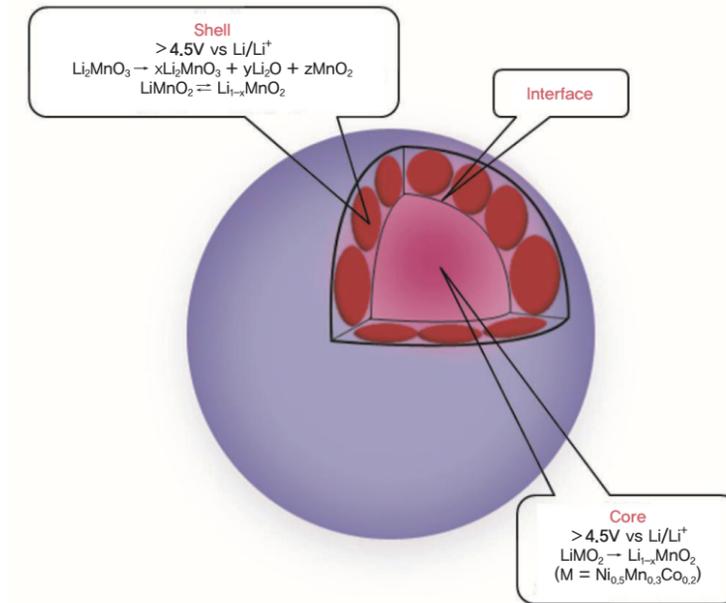


그림2 KIST에서 개발한 전이금속 산화물 코어-셸 구조 제조 과정 모식도³⁾

3) KIST 에너지융합연구단

첨단 소재 기술, 차세대 분리막 역삼투 수처리

이승학 박사 NT 융합전문위원

최근 재료공학분야에서 개발되고 있는 첨단소재는 여러 산업이 오랫동안 가지고 온 문제를 획기적으로 개선할 수 있는 솔루션을 제시하고 있다. 필자는 본 동향지의 창간호에서 해수담수화기술의 핵심 소재로 분리막(membrane)을 언급하면서 차세대 분리막으로 아쿠아포린(aquaporin)을 활용한 생체 모방형 수처리 막을 소개한 바 있다. 본고에서는 차세대 수처리 막의 또 다른 예로 탄소나노튜브(carbon nanotube)를 포함한 역삼투(reverse osmosis, RO) 막을 소개하고자 한다.

역삼투 수처리 공정과 관련하여 차세대 분리막의 필요성을 간단히 정리하면 다음과 같다. 역삼투 수처리 공정은 막을 사이에 두고 해수방향에서 담수방향으로 물을 밀어내면서 해수 내 염분을 걸러내는 과정이라 할 수 있는데, 이때 기본적으로 물의 흐름과 반대방향으로 형성되어 있는 삼투압을 이겨내야 하고 염분을 걸러내기 위해 구성된

막을 통해 물을 통과시켜야 하므로 높은 압력을 가해야 한다. 이는 많은 에너지를 필요로 하는데, 이때 염분을 효과적으로 걸러내면서도 물을 쉽게 통과시킬 수 있는 막이 있다면 역삼투 공정이 갖고 있는 에너지 문제를 쉽게 해결할 수 있다. 그 후보 중 하나가 탄소나노튜브를 포함한 막이다.

탄소나노튜브는 1991년 일본의 이치마 박사에게 우연히 발견되었으며, 최근 그 대량생산기술 확보와 관련하여 크게 보도된 바 있는 그래핀을 말아 놓은 형태를 가지고 있다. 높은 전기 전도도와 열전도율, 그리고 철강보다 100배 뛰어난 강도를 갖고 있는 탄소나노튜브는 이미 반도체, 평면 디스플레이, 센서 및 야구 방망이, 골프 클럽 등에 적용되어 그 성능이 확인된 바 있다.

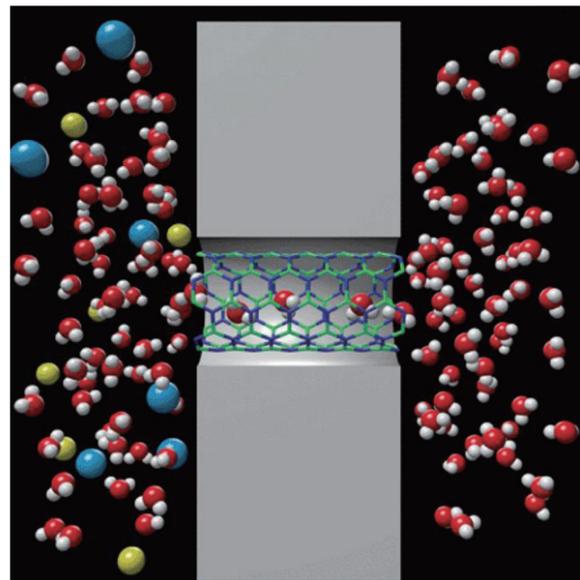


그림1 탄소나노튜브 내에서 물분자의 흐름¹⁾

1) T. A. Hilder, D. Gordon, S.H. Chung(2009), Small 5, 2183

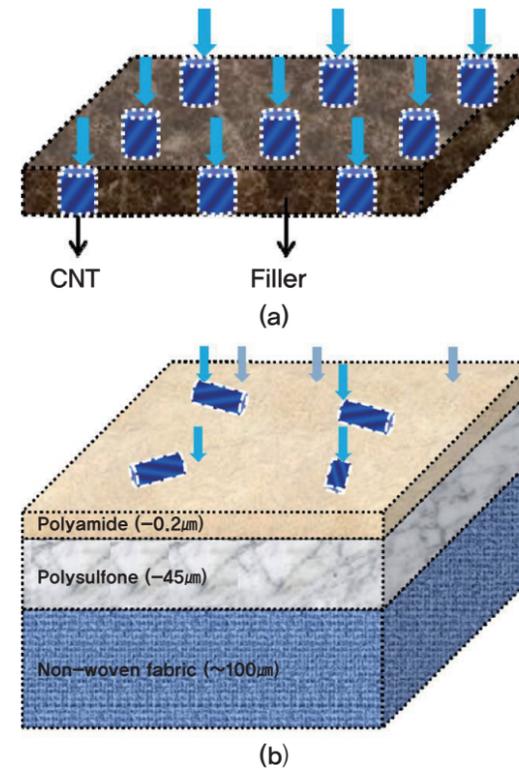


그림2 탄소나노튜브 막의 개념도²⁾
(a) 수직으로 배열된 탄소나노튜브를 포함한 막
(b) 탄소나노튜브 막과 지지체를 포함한 membrane composite

탄소나노튜브의 수처리 막 적용은 2001년 Nature에 발표된 Hummer의 모델예측에서 시작된 것으로 볼 수 있다. Hummer 등(2001)은 탄소 나노튜브 내에서 물의 수송속도가 생체 단백질인 아쿠아포린에서의 속도와 비슷하다는 예측을 내놓았고, 이 예측이 2006년 Science에 게재된 Holt 등의 연구에 의해 실제 실험적으로 검증되면서 탄소나노튜브 분리막 연구는 활기를 띠게 되었다. 물의 빠른 전달과 더불어 해수에 포함된 염분을 효과적으로 제거할 수 있는 특성은 막 표면에 이온성 반응기를 부착함으로써 확보할 수 있다는 연구결과가 결합되면서 탄소나노튜브가 포함된 수처리막 개발연구는 크게 발전하게 되었고, 현재 이를 상용화하려는 시도가 전 세계적으로 진행되고 있다. 다만 실험적인 검증에도 불구하고 소수성을 갖는 나노튜브 내로 물분자가 침투하는 현상에 대해 많은 과학자들이 의구심을 갖고 있었으나, 최근 분자 동역학 시뮬레이션과 엔트로피 분석 등을 통해 이를 해석할 수 있는 연구결과가 발표된 바 있다.³⁾

국내 나노기술은 꿈의 소재인 그래핀의 대량 생산 기술을 세계 최초로 개발할 정도로 발전해 있다. 높은 수준의 국내 나노기술을 수처리 분리막 연구개발에 접목함으로써 가까운 미래에 엄청난 규모로 성장할 세계 분리막 시장에서 또 한번 선도적인 위치를 차지할 수 있기를 기대한다.

참고문헌

- 1) G. Hummer, J. C. Rasalah and J. P. Noworyta(2001), Nature 414, 188
- 2) J. K. Holt, H. G. Park, Y. Wang, M. Stadermann, A. B. Artyukhin, C. P. Grigoropoulos, A. Noy and O Bakajin(2006), Science 312, 1034

2) Ahn et al.(2012), Journal of Industrial and Engineering Chemistry 18, 1551
3) T. A. Pascal, N. Karasawa and W. A. Goddard(2010), J. Chem. Phys. 113, 4114

실리콘을 넘어서는 자, 산화물을 전자소자로

백승협 박사 IT-NT 융합전문위원

인류 문명의 역사에서 불과 최근 100년 동안에 인류의 삶과 문화가 급진적으로 변화했으며, 점점 가속화되는 변화의 그 중심에 컴퓨터가 있다. 또한 컴퓨터 기술의 중심에는 실리콘이라는 물질이 있다. 반도체로 불리는 이 물질은 주기율표 상 14번째에 위치하고 있으며, 지구 표면에서는 두번째로 풍부한 원소다. 실리콘을 전자 소자에 이용하기 위해서는 여러 단계를 거친다. 자연상태에서는 주로 다른 원소와 화합물로 존재하기 때문에 불순물을 없애기 위한 정련 과정이 필요하다. 또한 실리콘 원자들이 일정한 규칙성을 갖고 배열된 단결정 형태로 만들기 위해 용융 상태로 가열한 후 여러 공정 변수들이 정확하게 제어된 환경에서 식히는 과정을 거치게 된다. 이후 다시 필요한 양만큼만 정확하게 불순물을 주입하여 우리가 원하는 반도체, 즉 외부 전압에 따라 도체 또는 부도체로 바뀔 수 있는 상태로 만들게 된다. 이렇게 처리된 실리콘 덩어리를 얇은 웨이퍼 형태로 잘라 기판으로 사용하고, 기 표면 위에 또다시 여러 공정을 거침으로써 메모리, 로직과 같은 기본적인 소자를 제작한다. 우리는 단결정 실리콘이라는 기본적인 플랫폼 위에 기본 전자소자들을 집적화시켜 더 작고 빠른 전자 소자를 개발해 왔다.

그런데 곧 이 기술이 한계에 이른다고 한다. 기존의 기술 개발 방식으로는 더 이상 지금까지 이뤄왔던 기술의 발전 속도를 유지할 수 없고 소자의 성능은 발전을 멈춘다는 것이다. 실리콘 재료가 발휘할 수 있는 성능이 이제 바닥난다는 이야기이다. 이러한 문제를 해결하기 위해선 실리콘보다 우수한 성질을 갖는 물질을 찾아내는 것이 가장 쉬운 방법일 것이다. 어떤 물질이 가능할까? 비과학적이지만 운이 좋으면 지구상에서 가장 풍부한 원소에서 이러한 물질을 찾을 수 있지 않을까? 지구 표면에서 가장 풍부한 원소는 산소다. 아쉽게도 기체는 전자 소자로 이용할 수 없다. 그러면 산소가 다른 물질과 결합된 산화물은 어떠한가?

산화물에 대한 연구는 실리콘을 포함한 반도체 물질들보다 연구 역사가 짧다. 하지만 이미 우리는 산화물에서 굉장히 다양한 물리적 현상들을 발견했으며, 이를 전자소자로 이용할 수 있는 가능성을 보아 왔다. 실리콘은 전자의 흐름을 제어할 수 있는 반도체의 성격을 갖는 것 외에는 다른 면에서는 매우 평범한 물질이라 할 수 있다. 반면에 산화물들은 전기, 자기, 광학, 기계적 특성 측면에서 굉장히 다양한 성질을 나타낸다. 예를 들면 도체, 반도체, 부도체, 압전체, 강유전체, 강자성, 반자성, 비선형 광학, 열전 현상과 같은 물리적 성질을 띌 수 있으며, 초거대 자기저항 현상이나 초거대 압전현상, 초전도 현상과 같은 비정상 거동도 나타낸다. 뿐만 아니라 각 물리량 사이의 상호작용도 활발히 일어나 전기장을 이용하여 자기장을 제어하는 것과 같이 기존 실리콘 물질에서는 불가능했던 현상들이 나타나기도 한다. 이러한 성질들이 외부의 자극, 신호에 의해 쉽게 제어되므로 소자로서의 응용 가능성은 무궁무진하다.

그러면 이러한 산화물이 실리콘을 “완전히” 대체하여 미래 신개념의 전자소자의 핵심 역할을 수행할 수 있을까? 현재로서는 쉽지 않아 보인다. 가장 큰 문제는 산화물 단결정의 가격이 실리콘 단결정에 비해 매우 비싸다는 것이다. 일반적으로 산화물은 녹는 점이 높기 때문에 실리콘처럼 지름이 큰 단결정 잉곳(ingot)을 제작하기가 매우 어렵다. 또한 보통 세계 이상의 원소들을 포함하고 결정 구조도 복잡하기 때문에 산화물 단결정의 결함 밀도가 단결정에 비해 굉장히 크다. 산화물의 독특한 이방성(anisotropy) 때문에 같은 물질이라도 결정 방향에 따라 그 특성이 매우 달라지게 된다. 따라서 결정 구조가 정방정계(cubic)가 아닌 물질은 단결정이라도 내부에 복잡한 도메인(domain) 구조를 갖게 될 수 밖에 없으며, 이는 기판의 성질이 일정하지 않고 마이크로미터(도메인의 크기) 영역의 크기로 불균일하다는 것을 의미한다.

종합하자면 실리콘의 한계를 극복하기 위해서 다양한 기능성(multifunctionality)을 갖는 산화물이 굉장히 매력적인 후보가 되지만, 위에서 설명한 이유들로 인해 실리콘을 완전히 대체하기는 어려운 것으로 보인다. 그렇다고 산화물을 포기하기엔 너무나 아쉽다. 그렇다면 해결책은? 바로 단결정 산화물을 단결정 실리콘 기판위에 박막 형태로 증착하는 것이다. 이 접근 방법은 다음과 같은 이유로 의미가 있다. 첫째, 박막이면 충분하다. 실리콘 기판의 경우도 마찬가지이지만 실제 전자소자의 동작에 필요한 두께는 굉장히 얇다. 나머지는 소자가 공정중에 부서지지 않도록 보호하는 기계적 지지대 역할을 한다. 즉, 산화물을 필요한 두께 만큼만(1 마이크로미터 이하) 실리콘 기판 위에 증착하여 가상의 산화물 기판(pseudo-substrate)으로 사용할 수 있다는 것이다. 둘째, 박막 증착 방법은 대면적화가 가능하기 때문에 경제성에서도 유리하다. 셋째, 산화물의 경우 박막 증착법이 전통적인 벌크단 결정 제조 방법보다 박막의 결정성 향상에 유리하며, 따라서 산화물 내에 존재하는 여러 결함들을 줄일 수 있다. 넷째, 산화물 박막과

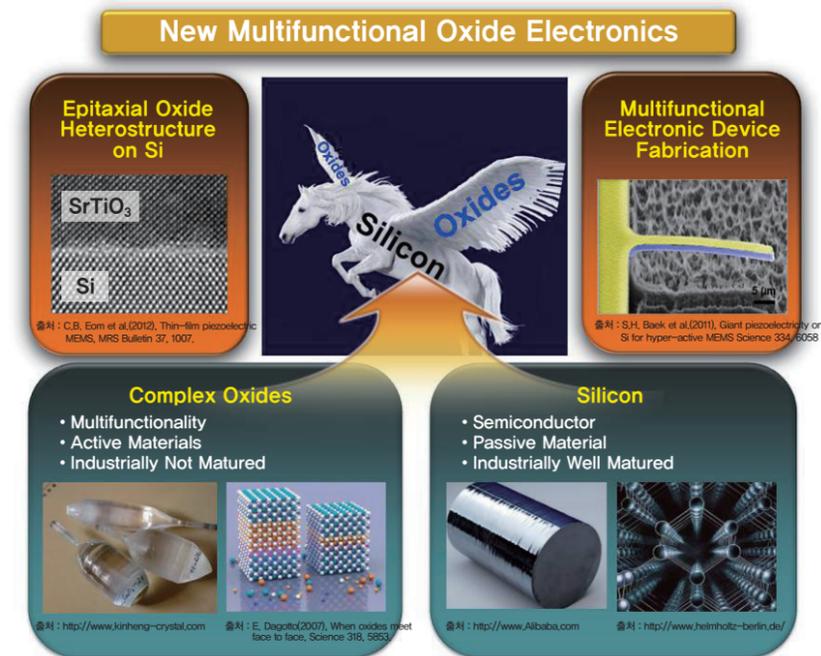


그림1 산화물과 실리콘 재료의 융합을 통한 신개념 다기능 전자 소자

기후변화 대응·감시 정책 및 연구동향

이아름 연구원 융합연구정책센터

기판과의 상호작용으로 인해 산화물의 물리적 성질을 벌크 상태일 때보다 더 향상 시키거나, 벌크에는 존재하지 않는 새로운 특성을 발현시킬 수도 있다.

하지만 이러한 접근 방법도 여러 기술적인 어려움을 갖고 있다. 산화물(~4Å)과 실리콘(~5.43Å) 간 큰 격자 상수 차이는 에피택시 박막 성장에 큰 장애물이 되었다. 또한 실리콘 표면이 산화물 증착조건(높은 산소 분압과 높은 온도)에서 쉽게 산화되기 때문에 단결정 산화물을 증착하기가 매우 어렵다. 하지만 MBE(Molecular Beam Epitaxy) 방법을 이용하여 낮은 산소 분압에서도 단결정 산화물 박막 형성이 가능해졌다. 그림1에서 대표적 산화물인 SrTiO₃ 가 Si 위에 단결정 형태로 증착된 것을 볼 수 있다. 산화물의 유닛셀이 실리콘의 유닛셀에 대해 45° 회전되어 증착될 경우 두 물질 간의 큰 격자상수 차이를 최소화할 수 있어 단결정 산화물 성장이 가능하게 된 것이다. (그림2) 이러한 SrTiO₃ buffered Si substrate를 이용하면 수많은 산화물들을 단결정 박막 형태로 실리콘 기판 위에 증착할 수 있게 되는 것이다. 따라서 이 접근 방법을 이용하면 산화물에 존재하는 모든 다기능성을 실리콘 기판 위에서도 동일하게 구현이 가능하게 된다.

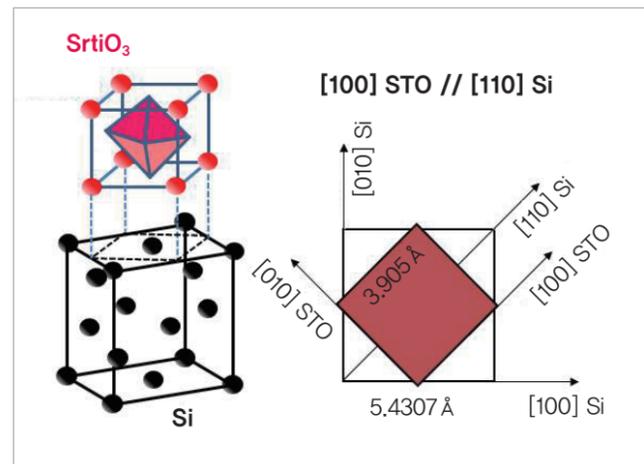


그림2 SrTiO₃ 산화물단결정과 실리콘 기판과의 에피택시 관계¹⁾

이러한 단결정 산화물 박막/실리콘 기판 구조를 이용해 다양한 전자 소자도 제작이 가능하다. 산화물은 그 특성상 센서 혹은 액츄에이터로 이용하기에도 이상적이다. 한가지 예로 거대 압전효과를 갖는 단결정 PMN-PT 산화물 박막을 Si기판에 증착한 후에 실리콘 에칭 공정을 이용하여 cantilever를 제작이 가능함이 보고되었다. 이는 센서나 액츄에이터가 실리콘에 이미 구현된 CMOS 신호처리와 일체형으로 제작하는 것이 가능함을 보여준다. 즉 단일 소자가 신호를 센싱하고 프로그램에 따라 처리하며 원하는 동작을

액츄에이팅할 수 있는 다기능 전자소자 구현이 가능하다는 것이다. 기존에 확립된 실리콘 공정을 그대로 사용하였기 때문에 별도의 장비 설치나 생산 라인 수정이 필요하지 않아 경제적으로도 전혀 문제가 없다.

현대 문명은 실리콘이라는 말을 타고 반세기에 걸쳐 속도를 증가하며 쉬지 않고 달려왔다. 덕분에 우리는 생활에서 많은 편리를 누리며 살고 있다. 이제 곧 이 말이 한계에 이를 것으로 예상된다. 이 지친 말이 산화물이라는 날개를 달고 미래 인류의 문명이 더 높은 수준의 편리와 행복, 생존에 이를 수 있도록 더 높게 날아 오를길 기대한다.

올봄, 갑자기 찾아온 이상고온으로 꽃들의 개화시기가 빨라졌다. 서울과 지방의 벚꽃이 일제히 개화하는 기이한 현상이 벌어졌고, 기상청이 공식적으로 관측을 시작한 1922년 이래 처음으로 서울에서 3월에 벚꽃이 피었다. 이로 인해 진해 군항제, 제주 왕벚꽃축제, 여의도 봄꽃축제 등 대부분의 축제일정이 일주일 이상 앞당겨지면서 많은 사람들이 짧은 봄을 아쉬워하며 서둘러 여름 맛이를 준비하고 있다.

지구 온난화로 인한 이상기후 현상은 비단 꽃들의 개화시기를 앞당길 뿐만 아니라, 열대야와 폭염·집중호우, 폭설 등을 장기화시키면서 생태계 교란, 질병 확산 및 농축산물 생산량 감소 등 사회적으로도 악영향을 끼치고 있다.

조선일보 2014년 3월 31일

일찍 찾아온 초여름... 서울 92년 만에 '3월 벚꽃'

이상고온으로 곳곳서 혼란 - 여의도 벚꽃축제 10일 앞당겨 백화점, 서둘러 여름옷 전시... 서해 꽃게잡이도 보름 빨라져 당분간 낮 기온 20도 안팎, 목요일부터 평년 기온 되찾아

최근 10년간 서울의 벚꽃 개화 시기



서울 벚꽃이 지난 28일 개화했다. 28일 서울의 낮 기온이 23.8도를 기록하는 등 봄이 오기가 싶더니 연일 초여름 날씨가 이어진 데 따른 현상이다. 지난해보다 18일 빠른 것으로, 3월 서울에서 벚꽃이 개화한 것은 벚꽃 개화 시기 관측 기록이 남아 있는 1922년 이후 처음이다. 기상청은 서울의 벚꽃은 이번 주말에 절정을 이룰 것으로 예측했다.

지난 25일 제주도 서귀포에서 벚꽃이 핀 지 3일 만에 약 470km 떨어진 서울에서 벚꽃이 핀 것도 이례적이다. 벚꽃 개화가 매일 150km 이상씩 북상한 셈이다. 반면 인천 춘천 강릉 지역은 아직 벚꽃이 피지 않았다.

갑자기 찾아온 여름 날씨에, 일부에서는 비상이 걸렸다. 벚꽃이 보름 이상 일찍 피다 보니 일부 벚꽃 축제에도 차질을 빚을 전망이다. 당초 기상청은 "여의도의 벚꽃이 다음 달 8일 개화해 15일쯤 절정을 이룰 것"이라고 예측했다. 이를 근거로 서울 영등포구는 벚꽃 축제 기간을 4월 13일부터 20일까지로 정했다. 그러나 여의도 벚꽃도 지난 29일 개화했고, 30일 현재 30% 이상 만개한 상태다. 여의도 벚꽃은 국회의사당 북문에 있는 118~120번 벚꽃 3그룹에 각각 3송이 이상씩 완전히 피었을 때를 개화 시기로 본다. 영등포구청 관계자는 "이상할 정도로 벚꽃이 빨리 피어 달랄스럽다"며 "벚꽃 축제 기간을 10일 앞당겨 다음 달 3일부터 13일까지 진행하는 방안을 추진 중"이라고 말했다.

일찍 찾아온 초여름... 서울 92년 만에 '3월 벚꽃'¹⁾

1) S.H. Baek et al.(2013), Epitaxial integration of perovskite-based multifunctional oxides on silicon, Acta Materialia 61, 2734

1) 조선일보, 2014, 03, 31

이러한 기상이변 현상이 전 세계적으로 날로 심각해지면서 이로 인한 피해가 속출하고 있다. 작년 겨울 영국에서는 한 달 이상 지속된 대규모 홍수로 1조 1,500억원의 경제적 피해가 났고, 미국 서부에서는 극심한 가뭄으로 인해 수많은 인명피해와 사회·경제적 손실이 크게 발생하였다. 특히 미국 동부를 강타한 살인적인 한파는 북미 대륙을 눈으로 뒤덮었으며, 일부 지역에서는 체감 온도가 영하 70도까지 내려가는 등의 기상이변으로 연방정부는 5번째 섯다운(부분 업무정지)을 시행하였고, 대부분의 학교가 휴교령을 내리는 등의 피해가 발생하였다.



그림 1 (좌) 영국_ 최악의 겨울 홍수 / (중앙) 미국 서부_극심한 가뭄 / (우) 미국 동부_ 눈폭설·한파

이처럼 기후변화 문제는 먼 미래가 아닌 당장의 현실이 되고 있다. 심지어 지구온난화로 인한 기상이변 및 기후변화 현상은 국가 안보의 최대 위협이자 인류를 위협하는 대량 살상무기라는 말이 나올 정도로 피해규모가 점점 더 심각해지고 있는 실정이다.

따라서 기후변화 위기에 대응·적응하기 위해서는 기후변화에 대한 과학적인 이해를 바탕으로 발생 원인을 분석하고, 기후변화에 의한 영향 및 취약성 평가를 통해 미래기후에 대한 적응기술을 개발하는 등 지속적이고 궁극적인 차원에서의 대비책이 필요하다. 특히, 기후변화 문제는 글로벌 차원의 사회문제로서 지역과 영역을 넘어 해결방안을 모색해야 하며, 개발된 기술의 실효성 및 효과성을 극대화하기 위해서는 에너지 및 녹색정책을 이해하는 동시에 기후변화 대응 및 적응기술을 개발할 수 있는 융합형 연구의 필요성이 강조된다.

이를 위해 본고에서는 국내외에서 기후변화 대응·감시 및 정보 통합관리를 위한 정책 및 연구동향을 조사·분석하고, 향후 우리가 나아가야 할 방향에 대해 알아보려 한다.

◆ 국내 동향

기후변화 대응·감시를 위한 국내 투자현황을 알아보기 위해 국가연구개발투자 현황을 살펴본 결과, '12년 기준 27대 중점녹색기술 수행 연구과제로 분류된 229개 사업의 전체 투자액은 2조 563억원으로 조사되었다. 이 중 기후변화 및 대응과 관련한 R&D 투자액은 1,613억원²⁾으로 전체의 7.8%에 불과한 것으로 분석되었다. 이는 기후변화 문제의 피해규모나 심각성에 비해 매우 미비한 수준의 투자라고 볼 수 있다.

대표적으로 미래부에서는 '09년부터 기후변화 위기에 대응하기 위하여 온실가스 감축효과가 큰 기술에 대한

2) '기후변화 예측 및 모델링개발기술' 921억원, '기후변화 영향평가 및 적응기술' 615억원, 'Non-CO2처리기술'은 7.7억원이 포함

지원 및 원천기술개발을 위한 '기후변화대응기술개발사업'을 추진 중이다. 동 사업의 일환으로 추진된 '통합 기후예측 시스템을 위한 기후예측 시뮬레이션 개발 및 대양관측' 연구를 통해 지구 기후환경 변화에 큰 영향을 끼치는 해수면 온도 및 해류의 흐름, 극지역 기후의 변화 매커니즘을 규명하고 해양-대기-해빙 모형이 접합되어 기후시스템 모형을 개발하는 성과를 창출하기도 하였다.

환경부에서도 '13년부터 '기후변화대응 환경기술개발사업'을 추진하여 온실가스 감축 및 기후변화 적응 정책 추진을 위한 통합정책 기반기술 확보를 목적으로 환경부문의 온실가스 감축 및 기후변화 적응·대응 핵심기술을 개발하고자 노력하고 있다.

다만 기후변화 대응·감시와 관련한 대부분의 국가연구개발사업이 온실가스 감축 및 에너지·환경분야 기술개발에만 국한되어 실질적으로 기후변화에 대응하고 미래기후에 대한 예측 및 적응을 위한 기술개발 및 연구지원은 부족한 실정이다.

구 분	주요 내용	사업비
미래유망 SEED기술	태양전지, 바이오에너지, 연료전지 등 친환경 원료소재 분야 기초원천기술개발을 위한 34개 과제	10,050백만원
미래유망 도약기술	통합기후예측, 인공광합성, 중대형2차전지, 바이오 리파이너리 등 미래유망기술개발을 위한 5개 과제	10,350백만원
연구기반 구축	녹색기술 정보분석체계, 온실가스통합관리시스템 구축을 위한 2개 과제	400백만원
Korea CCS2020*	이산화탄소 포집, 저장, 전환기술 개발 및 CCS R&D 기반조성을 위한 6개 과제	225억원

*2020년까지 전력생산비용 등 CO₂대량배출원 가동비용의 30%가 넘지 않는 수준의 추가비용으로 CO₂를 포집할 수 있는 원천기술을 확보하고, CO₂저장 핵심요소·시스템 기술을 확립하여 CCS(이산화탄소 포집 및 저장) 기술 완성

표 1 기후변화대응기술개발사업

R&D 사업과 더불어 기후변화 적응 및 감시를 위한 정책으로서 '녹색성장 국가전략 및 5개년 계획'을 수립하여 기후변화 대응을 위한 정책방향을 설계하였다. 그리고 녹색성장 국가전략의 정책방향에 따른 중장기적 계획으로 '기후변화대응 종합기본계획'을 수립하였다. 그러나 수립된 정책의 대부분은 저탄소 녹색성장 달성을 위한 행동계획의 일부에 불과한 수준으로, 급변하고 있는 기후변화에 적극적으로 대응할 수 있는 국가적 차원의 정책으로서는 부족한 것으로 판단된다.

◆ 국외 동향

국내와 달리 미국, EU, 일본 등에서는 기후변화 적응·감시를 위해 국가적 차원에서 통합 R&D 프로그램을 구축하여 기술개발 및 영향평가 등을 추진하는 등 과학적 이해를 바탕으로 한 기후변화 예측 및 대응 연구를 선도하고 있다.

미국에서는 1990년대 초반부터 기후변화 영향평가·적응방안에 대한 연구와 대책 마련이 이루어지고 있으며, CCCSTI에서 기후변화와 관련한 기술개발을 통합하여 추진하고 있다. 대표적으로 CCSP(Climatic Change Science Program), CCTP(Climatic Change Technology Program) 등의 프로그램이 존재한다. CCSP는 범국가적 차원에서의 기후변화의 과학적 예측, 영향 및 적응방안 연구를 주관하는 기후변화 R&D 프로그램이고, CCTP의 경우는 에너지 공급 및 효율화, 화석에너지 대체 R&D 등 온실가스 감축을 위한 R&D 프로그램으로 기후변화뿐만 아니라 에너지 안보 등의 문제를 해결을 위한 기술개발 추진을 목표로 하고 있다.

EU에서는 유럽기후변화프로그램(ECCP, European Climate Change Programme)을 통해 기후변화와 관련하여 범유럽 차원의 공동 대응책을 수립·추진하고 있으며, 제7차 FP(Framework Programme, '07~'13)를 통해 보다 포괄적인 측면에서 기후변화 관측 및 예측, 완화·적응, 기술개선·실증·보급 및 신기술 개발 등을 목표로 기후변화 적응 및 대응을 위한 프로그램을 개발·추진하고 있다.

뿐만 아니라 영국에서는 '기후변화에 의한 영향프로그램'(UKCIP)과 '기후변화 적응 프로그램(ACC Programme)'을 추진하여 기후변화 연구를 선도하고 관련 정책 수립을 지원하고 있으며, 일본의 경우 '지구변화프런티어연구센터(FRCGC)'를 중심으로 기후변화 및 영향평가를 수행하고 지구 환경변화의 정확한 예측을 위한 지구시스템 모델을 개발하는 등 기후변화에 대한 포괄적 연구를 수행하고 있다.

◆ 문제점 및 한계

국내외 정책 및 연구 동향분석을 토대로 국내 기후변화 감시 및 대응과 관련한 문제점을 살펴보고자 한다.

우선 기후변화 감시·대응과 관련한 R&D 투자가 부족한 것으로 분석된다. 앞서 살펴본 바와 같이 기후변화 대응과 관련한 투자예산이 전체 녹색 R&D 예산의 7.8% 정도에 불과한 것으로 조사되었으며, 특히 대부분의 연구개발 목적이 온실가스 저감을 통한 녹색성장에 집중되어 기후변화 대응 및 감시를 위한 온전한 R&D 투자는 부족한 것으로 보인다.

또한 기후변화는 중요한 사회문제의 하나로서 기술개발이 목적이 되어서는 안 된다. 그러나 국내에서는 기후변화와 관련한 기술개발이 또 다른 경제적 성장의 기회라고 말하는 경우가 종종 있다. 기술개발을 통한 사업화 추진 및 경제 성장도 중요하지만 지구온난화, 기상이변 및 기후변화는 경제적 성장의 도구로서가 아닌 사회문제로서 해결이 중요하다는 인식의 변화가 필요하다.

그리고 국내에서는 기후변화 감시 및 대응을 위해 부처별로 개별 사안을 다루거나 미래부, 환경부 등이 기후변화 감시 및 대응 관련 R&D 사업을 추진할 뿐 독립된 기구나 프로그램이 제대로 운영되지 않고 있다는 문제가 있다. 반면 미국, EU, 일본에서는 기후변화 예측 및 대응을 위한 통합 R&D 프로그램을 구축하여 추진하고 있다. 국내의 경우 부처별로 산발적으로 기술개발을 추진하다보니 기후변화 관련 정보가 각 부처 및 지자체 등에 분산되어 정보수집 시 시간과 비용이 부족하고 신속한 대응이 곤란하다는 문제가 있다.

마지막으로 선진국 대비 기술격차가 크고 투자규모가 상대적으로 작다는 상황을 감안하여, 국내 기술수준을 정확히 진단하고 기후변화 예측 및 대응에 대한 연구개발의 목표범위를 명확히 설정해야 한다. 즉, 활용 목적을 명확히 구분하고 기술개발의 범위를 설정하여(국가적-전 지구적) 투자의 효율성을 극대화하는 전략적 접근이 필요하다는 것이다.

◆ 시사점

앞서 살펴본 문제점 및 한계를 바탕으로 향후 우리가 나아가야 할 방향에 대해 알아보려고 한다.

첫째, 기후변화 심화, 이상기후로 인한 자연재해 등에 대한 과학기술적 대응의 중요성이 급증함에 따라 기후변화 대응·감시를 위한 전략적·선제적 투자가 필요하다. 특히 기후변화에 대한 과학적인 이해를 바탕으로 발생 원인을 분석하고 미래기후에 대한 적응기술개발을 위해서는 순수하게 기후변화에 대한 연구예산과 투자를 확대해야 한다.

둘째, 단기적 관점에서 기후변화 대응·감시와 관련한 기술개발 및 사업화를 통한 개발·성장 위주가 아닌, 장기적 관점에서 기후변화 대응이라는 사회문제 해결을 위한 정부 차원에서의 적극적 지원이 필요할 것이다. 다만 수십 년 뒤 발생하게 될 기후변화를 온전히 막을 수 없기 때문에 현 시점에서 우선적으로 필요한 기술을 선정·개발하여 한정된 자원의 효율적 활용이 중요하다. 특히 기후변화에 대한 지속적 모니터링 및 정보 통합관리 시스템을 구축하고, 장기적인 관점에서 기후변화와 관련한 국가적 차원의 대응전략을 수립하는 등 적극적인 대비책을 마련해야 할 것이다. 예를 들어 미래 기상·기후 예측의 가능성과 정확성을 높이기 위해서 슈퍼컴퓨터와 첨단 연구망, 대용량 스토리지, 클라우드 등 첨단 IT 기술과의 융합 기술개발을 추진한다면 차별화된 성과를 창출할 것으로 기대된다.

셋째, 국내에서도 미국의 CCCSTI와 같은 기후변화와 관련한 정보를 통합적으로 지원 및 관리할 수 있는 체계를 마련하고, 산재되어 있는 정보를 공유할 수 있도록 국가 차원의 일관된 적응·대응 정책을 수립하여야 한다. 이를 기반으로 태풍, 호우 등 극한 기상 발생 시 재난의 사전예방과 신속한 복구체계 가동을 통한 피해를 최소화하는 노력이 필요하다.

뿐만 아니라 기후변화 대응 및 예측에 대한 연구개발의 목표범위가 전 지구적인 범위인지 국내에 한해서 추진하는지에 대한 명확한 목표를 정립하여 추진범위의 따른 전략적 접근이 필요하다. 초기에는 범위를 국내로 한정하여 기후변화 예측 및 적응 연구개발을 위한 부처별 역할분담 및 국내에 필요한 기술이 무엇인지 파악하고, 우선적으로 필요한 기술개발을 추진하는 것이 바람직할 것으로 보인다. 다만 지구 온난화, 황사, 적·녹조 현상 등은 비단 국내의 문제가 아닌 전 세계적으로 해결방안을 모색하여야 하는 문제이기 때문에, 국내외 공동연구 및 다양한 협력체계 구축을 통한 융합연구 추진 등 적극적 해결방안을 모색하여 궁극적으로 세계적 협력을 바탕으로 한 기후변화 문제에 대비해야 할 것이다.

“빅데이터”란 단어를 들어보신적 있으신가요? 빅데이터 분석, 빅데이터 활용, 빅데이터 통계 등 “빅데이터”란 말이 우리 생활에 들어 온지는 꽤 되었지만

우리는 그냥 “빅데이터”를 ‘많은 양의 데이터’ 정도로만 생각하고 있습니다.

“빅데이터”란 무엇일까요? 기존의 데이터의 개념과 무엇이 다를까요?

“빅데이터”는 디지털 환경이 도래하며 생성된 방대한 데이터를 말합니다.

“빅데이터”는 규모가 방대하고 생성주기가 짧으며 형태 또한 기존의 단순한 수치만 산출되는 데이터와 달리 문자와 영상을 포함하는 대규모 데이터를 의미합니다.

그렇다면 “빅데이터”는 어떻게 활용되고 있을까요?

“빅데이터”를 구성하는 3요소가 있는데 양(Volume), 속도(Velocity), 다양성(Variety)으로 표현할 수 있습니다.

“빅데이터”를 가장 많이 활용하는 곳은 기업입니다.

간단히 유튜브의 빅데이터 활용 사례를 들어보면, 자신이 선호하는 동영상 채널을 구성할 수 있도록 개별 홈페이지를 제공하고

동영상 이용 데이터가 축적되면 SNS 정보, 인맥 등과 연계해 개인이 선호할 만한 채널을 추천해 줍니다.

이 데이터를 바탕으로 유동인구가 많은 지역을 분류하고 그 지역에 대해 요일별, 노선별로 유동인구를 파악했습니다.

이 데이터를 바탕으로 유동인구가 많은 지역을 분류하고 그 지역에 대해 요일별, 노선별로 유동인구를 파악했습니다.

이렇게 빅데이터를 어떻게 분석하느냐에 따라 우리에게 큰 도움을 줄 수 있습니다.

빅데이터는 기존 산업의 정보화 기반을 지능화 시킬 뿐만 아니라, 새로운 스마트 지식서비스를 현실화시킴으로써 경제적, 사회적 가치를 실현할 것으로 기대됩니다.

또한 패션브랜드인 “ZARA”는 다품종 소량 생산을 전략으로 빅데이터를 적극적으로 활용하고 있습니다.

이 때문에 수요예측과 매장별 재고 산출, 상품별 가격 결정, 운송까지 실시간으로 파악할 필요가 있었고, 이를 위해 MIT연구팀과 함께 빅데이터를 활용한 재고관리 시스템을 개발했습니다.

한국에서는 이와 같은 예로 ‘서울시 심야노선(올빼미 버스)’을 들 수 있습니다.

서울시 심야버스 노선 수립은 공공기관에서 진행한 빅데이터 산업 중 가장 성공적인 사례로 꼽힙니다.

실질적으로 시민에게 도움을 줬기 때문인데, 그 과정을 살펴보자면

우선, 시 전역을 1Km 1252개 구역으로 나누고 버스가 다니지 않는 12시부터 5시까지 기본 수집된 30억건의 통화량을 분석하고 시각화 작업을 했습니다.

이 데이터를 바탕으로 유동인구가 많은 지역을 분류하고 그 지역에 대해 요일별, 노선별로 유동인구를 파악했습니다.

연구, 분석, 최적화, 모니터링

그리고 분석된 패턴을 바탕으로 심야버스의 노선을 최적화한 것 입니다.

서울시는 이러한 빅데이터 활용으로 노선을 만들었고 조정해 나아가고 있습니다.

이렇게 빅데이터를 어떻게 분석하느냐에 따라 우리에게 큰 도움을 줄 수 있습니다.

빅데이터는 기존 산업의 정보화 기반을 지능화 시킬 뿐만 아니라, 새로운 스마트 지식서비스를 현실화시킴으로써 경제적, 사회적 가치를 실현할 것으로 기대됩니다.

4 융합 casting

○ 제12호 2014년 5월

발행일 2014년 5월 1일

발행인 윤석진

발행처 한국과학기술연구원 융합연구정책센터

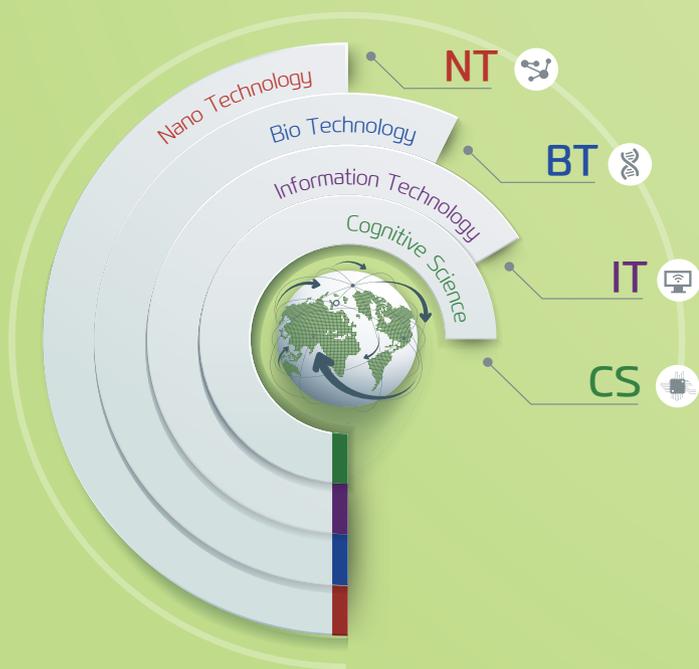
주소 136-791 서울특별시 성북구 화랑로 14길 5 한국과학기술연구원

T. 02-958-4986

<http://www.crpc.kist.re.kr>

미래성장동력의 중심, CONVERGING TECHNOLOGY





융합연구정책센터 **CRPC**

136-791 서울특별시 성북구 화랑로 14길 5 한국과학기술연구원
02-958-4986
<http://www.crpc.kist.re.kr>