

# 융합연구리뷰

## Convergence Research Review



가상현실을 넘어 현실과 가상의 만남을 실현시키다

오감 증강현실

-

사용성과 보안성의 융합 : 안드로이드 퍼미션을 중심으로

ICT 보안 기술

## 목차

융합연구리뷰 | Convergence Research Review  
2016 July vol.2 no.7

---

### 03 편집자주

가상현실을 넘어 현실과 가상의 만남을 실현시키다

### 04 (리뷰) 오감 증강현실

사용성과 보안성의 융합 : 안드로이드 퍼미션을 중심으로

### 44 (리뷰) ICT 보안 기술

---



발행일 2016년 7월 4일

발행인 하성도

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

편집 (주)디자인플럼 tel. 051-202-9201



## 가상현실을 넘어 현실과 가상의 만남을 실현시키다 오감 증강현실

올해 초 최고의 관심사 중 하나는 VR, 가상현실 기술이었다. 유명 IT 기기 쇼에서 다양한 VR 기기 및 콘텐츠를 이 등장하면서 산업계는 차세대 황금알을 낳을 기술로 VR을 꼽으며, 이에 대한 투자를 계속해 오고 있다. 이러한 가상현실 기술의 부상은 갑작스러운 일이 아니라 오래 전부터 꾸준히 연구개발이 수행해온 결과이며, 이제 이 기술은 단순 콘텐츠 감상을 넘어 의료/환경/에너지 등 다양한 분야에서의 활용으로 이어지고 있다. 이러한 가상 현실 기술 뒤에 숨어 있는 증강 현실 기술은 아직 일반인들에게는 잘 알려져 있지 않지만 가상현실과는 또 다른 세상을 가져올 것임이 예고하고 있다. 과거의 VR이 그랬던 것처럼 AR에 대한 연구개발에 막대한 투자가 전세계적으로 이루어지고 있고 향후 VR의 3배가 넘는 시장을 형성할 것이라는 전망들도 속속 나오고 있다. 더군다나 현재의 VR과 AR 기술은 시각적 효과만을 활용하고 있기 때문에 향후 인간의 오감을 모두 자극할 수 있는 기술 개발이 이루어진다면 시장에서의 파급효과는 더욱더 커질 것임은 이루 말할 수 없다.

이에 이번 호의 1부에서는 단순 콘텐츠 구현 기술에서 인간의 오감과 소통할 수 있는 융합학문으로 변모해 가고 있는 가상/증강 현실 기술의 연구 현황과 앞으로의 발전 방향에 대해 다루어보았다. 본 원고를 통해 많은 연구자들이 가상/증강현실과의 융합 연구에 대한 아이디어를 발굴하여, 지금보다 훨씬 더 다양한 분야에서 융합연구가 이루어짐으로써 10년 뒤 가상/증강현실 기술을 중심으로 한 산업이 우리나라의 주력산업으로 더욱더 성장해 가기를 기대해 본다.

## 사용성과 보안성의 융합 : 안드로이드 퍼미션을 중심으로 ICT 보안 기술

IT 기술의 급속한 발전과 ICT로의 진화로 인하여 모든 것들이 연결되는 IoT의 세상이 도래하고 있다. 모든 것이 연결됨으로 인해 사용자들의 사용성은 증가하고 있으나, 그로 인해 발생할 수 있는 보안 문제 또한 기하급수적으로 증가하고 있는 것이 사실이다. 하지만 이로 인해 보안을 크게 강조하면 사용성의 측면이 굉장히 떨어지게 되고, 결국에는 발전된 기술이 업무의 발목을 잡는 문제가 발생하기도 한다. 이러한 문제를 해결하고자 최근 보안과 사용성에 대한 융합연구가 활발히 이루어지고 있다. 보안을 증대시키면서 사용성 또한 증대시킬 수 있는 방법을 연구하는 이 연구는 두 분야간의 융합이 없이 단순히 협력만으로는 두 부분을 모두 만족시킬 수 없기 때문에 앞으로도 더욱더 발전된 커넥티드 세상으로 변해 나가는데 있어 핵심 기술이 될 것으로 기대되고 있다.

이에 이번 호의 2부에서는 보안성과 사용성의 융합연구의 간략한 현황을 소개하고, 안드로이드 퍼미션 시스템이라는 특정 분야에서의 보안성과 사용성 융합 연구가 실질적으로 어떻게 이루어지고 있는지를 살펴본다. 보안성과 사용성에 대한 연구는 현재 IT에 한정되어 이루어지고 있으나, 모든 것이 커넥티드화 되는 미래사회에서는 기술분야에 관계없이 적용될 수 있는 분야이기 때문에, 많은 연구자들이 이를 통해 본인의 연구분야와의 융합 가능성을 고민해 볼 수 있는 기회가 되기를 기대해 본다.



가상현실과 증강현실 분야의 현황, 기본 개념과 정의, 유비쿼터스 가상현실과 증강휴먼, 그리고 응용과 미래 전망 등을 간략하게 소개하고자 한다. 참고로, 본 글은 최근 공개된 관련 조사보고서와 UVR연구실에서 출판한 개념 소개 논문에서 발췌하고 수정 보완하였다.

## 유비쿼터스 가상현실, 눈치있는 증강현실 그리고 증강휴먼

# 01

## 서론. 왜 다시 가상현실과 증강현실인가?

미디어는 인간 감각기능을 확장하는 도구이다. 기술의 발전에 따라 미디어도 함께 발전해 왔다. 움직이면서 컴퓨팅 자원을 활용하는 시대의 새로운 미디어로 가상현실(Virtual Reality, VR)과 증강현실(Augmented Reality, AR)이 국내외에서 다시 주목 받고 있다. 1990년대에 미국을 중심으로 가상현실에 대한 집중적인 투자와 연구가 이루어졌고, 1990년대 후반부터는 증강현실에 대한 연구가 집중적으로 이루어졌다. 하지만, 가상현실 응용은 일반인의 기대 수준에 도달하지 못한 채 1990년대 후반부터는 일반인들의 관심에서 멀어져가게 되었고, 투과형 디스플레이와 추적 장비 등 복잡한 추가 장비의 활용을 요구하는 증강현실 또한 실제 생활에서 활용되기 보다는 실험실에서 연구의 명맥을 유지하였다.

그림 1에 보여지는 것처럼, 1990년대 후반 이후 시장의 관심에서 점차 멀어지던 가상현실과 증강현실은 스마트 폰의 등장과 함께 2009년부터 다시 주목 받기 시작하였고, 퀄컴(Qualcomm)이 2010년 오스트리아의 증강현실 소프트웨어 회사로 주목 받던 이미지네이션(Imagination)을 전격적으로 인수하여 연구센터를 설립하는 것을 시작으로 도약의 발판이 만들어졌다. 그리고, 가상현실은 2014년 페이스북(Facebook)이 VR용 안경형 디스플레이 장치 ‘오쿨러스 리프트 (Oculus Rift)’ 제조사인 오쿨러스(Oculus)를 20억 달러에 인수한 시점을 전환기로 하여 다시 주목을 받기 시작하였다. 최근 페이스 북은 콘텐츠 플랫폼을 선점하는 등 다양한 미래 전략을 공격적으로 선보이면서 가상현실 생태계를 장악해 가고 있다.

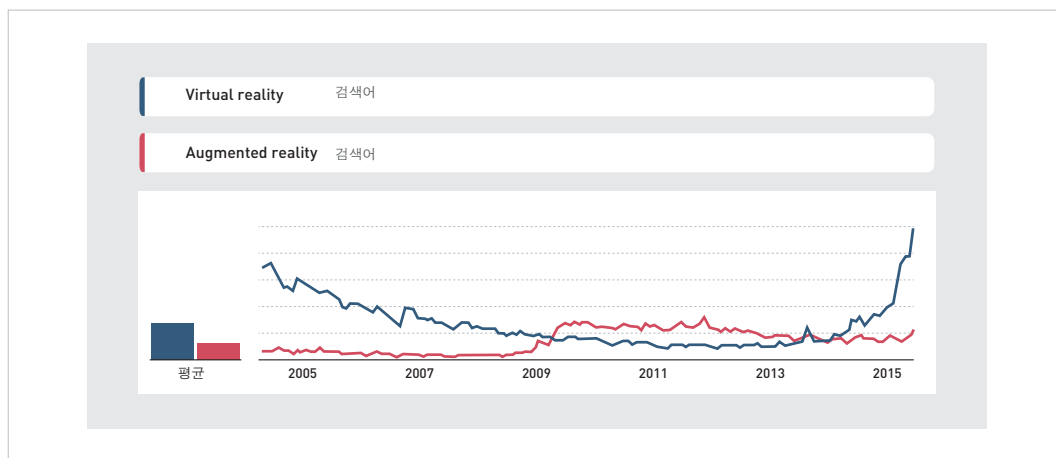


그림 1. 구글 트렌드에 나타난 '가상현실 vs. 증강현실' 검색어 빈도수

한편, 구글(Google)은 실내 내비게이션, 3D 모델링, 증강현실을 통합한 탱고와 카드보드를 합친 '카드보드 ++' 와 '데이드림' 이라는 VR 플랫폼을 선 보였고, 알리바바(Alibaba), 애플 등과 함께 안경형 AR 기술을 선보이고 있는 매직리프(Magic Leap)에 선도적으로 투자(5.4억달러+9.7억 달러) 하면서 증강현실 분야를 선도하고 있다. 애플(Apple)도 AR 핵심 기술을 보유하고 있는 독일의 메타이오 (Metaio) 등을 인수하였고, 버지니아 공대의 덕 보먼 (Doug A. Bowman) 교수를 VR/AR 담당 책임자로 영입했다. 마이크로소프트(Microsoft)는 홀로렌즈(Hololens)를 소개했고, 윈도10 기반의 가상현실-증강현실 플랫폼인 '윈도 홀로그래픽' 을 인텔, AMD, 퀄컴 등의 반도체 회사와 HP, HTC, 레노버 등 제조사들에게 제공하여 단말기와 소프트웨어 개발을 모두 지원할 준비를 하고 있다. 그 외에도 인텔(Intel)은 레콘(Recon), 삼성은 포브(FOVE) 등 가상/증강현실 관련 투자도 활발하게 이루어지고 있다. 국내에서도 360 비디오 카메라의 보급과 함께 삼성은 '기어 VR', LG는 'LG 360 VR', SKT는 'T리얼 플랫폼' 등을 중심으로 콘텐츠 생태계 구축에 힘을 기울이고 있다.

관련 기업의 동향과 관심을 반영하여 시장조사기관도 긍정적인 시장보고서를 발표하고 있다. 한 예로, 영국의 투자은행 디지-캐피탈(Digi-Capital)은 그림 2처럼 증강현실과 가상현실 시장규모가 2016년 5억 달러, 2018년 약 300억 달러, 2020년 약 1200억 달러 규모로 급성장할 것으로 예측하고 있다. 주목할 만한 특이 사항은 가상현실 시장은 2016년에 증강현실은 2017년에 본격적으로 열리고, 2018년을 기점으로 시장 역전이 일어나 2020년 기준으로 살펴보면, 가상현실 시장 규모가 300억 달러 규모인 반면 증강현실 시장 규모는 900억 달러에 이를 것이라는 점이다. 이는 현재 가상현실 시장이 기존의 스마트폰과 HMD를 결합하는 형태로 가상현실 체험을 제공하고 있는데 비해, 증강현실 시장은 투과형 HMD, 시계나 반지형태의 새로운 인터페이스를 포함한 새로운 하드웨어 폼팩터에 기반하여 콘텐츠-플랫폼-네트워크-디바이스 등 생태계 전반의 변화를 요구하므로 상대적인 시장 확대 잠재력이 더 크다는 것을 의미한다.

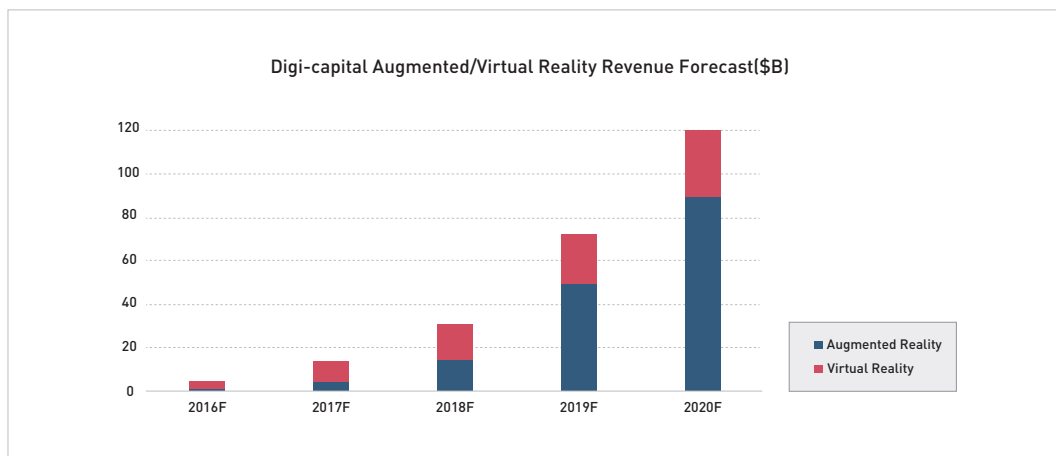


그림 2. 가상/증강현실 시장 전망 (출처: Digi-Capital)

급격히 성장하는 시장에서 가상현실과 증강현실 중 어느 기술이 살아남을 것인지에 대한 논란이 있지만 특성을 감안하면 경쟁이 아닌 상호보완적으로 시장을 형성할 것으로 예측된다. 시장조사 기관인 IDC에 따르면, 오쿨러스 VR(Oculus VR)의 오쿨러스 리프트(Oculus Rift), 대만 HTC의 HTC 바이브(Vive), 소니 인터랙티브 엔터테인먼트(SIE) 플레이스테이션 VR, 삼성전자의 기어(Gear) VR 등 2016년 HMD의 세계 출하대수는 1000만대에 이를 전망이다. 디지털 캐피탈의 보고서에 따르면, 그림 3과 같이 가상현실 분야는 스마트폰과 안경형 디스플레이의 결합을 통해 몰입용 콘텐츠를 중심으로 게임, 하드웨어, 영화, 테마파크, 니치 마켓(군사, 의료, 교육 등)에서 초기 시장을 형성하고, 증강현실은 기존의 스마트폰과는 별도로 새로운 안경형 하드웨어를 기반으로 전자상거래, 데이터 비즈니스, 음악/영화/TV, 기업용 앱, 광고, 소비자용 앱, 게임, 테마파크 등에서 관련 정보의 일상 활용 중심으로 새로운 시장을 형성할 것으로 예측하고 있다.

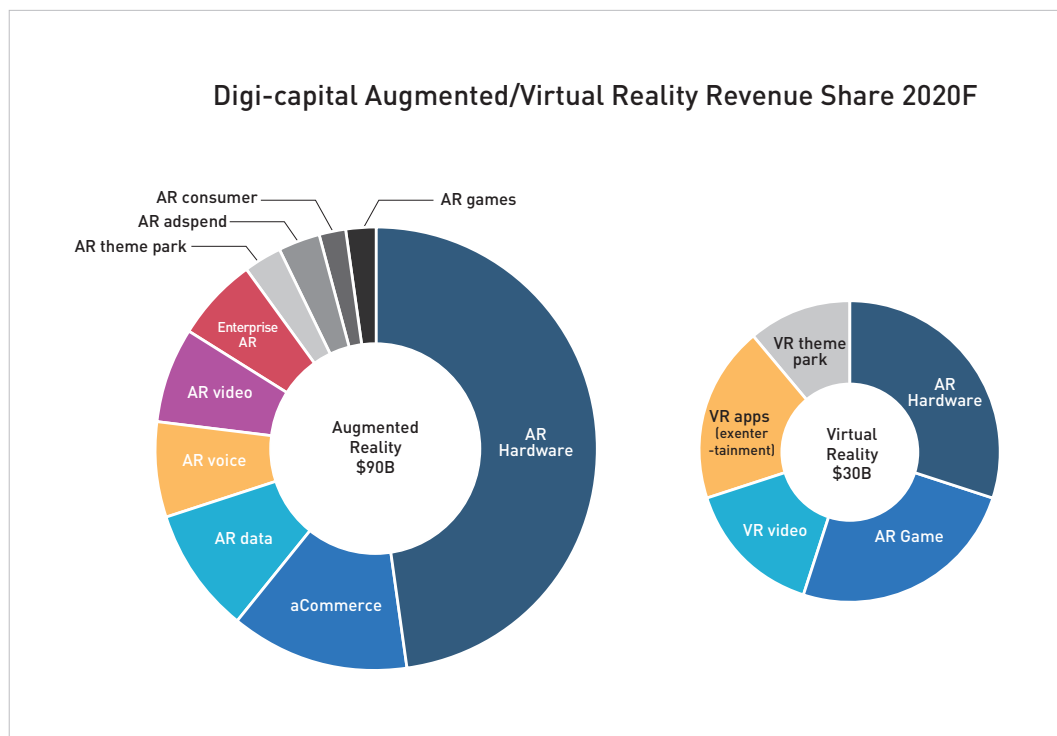


그림 3. 2020년 가상/증강현실 시장 규모 전망 (출처: Digi-Capital)

# 02

## 가상현실과 증강현실

앞서 설명한대로 최근 발표되고 있는 각종 VR/AR 시장 분석이나 전망 보고서에 따르면 2016년이 VR/AR의 대중화 원년으로 인식되고 있어 다양한 미래 가능성에 대한 논의가 국내외에서 활발하게 이루어지고 있다. 인간 감각기능을 확장하는 미디어로서의 VR/AR 기술은 우리의 미래에 어떤 영향을 미칠까? 가상현실 그리고 증강현실의 미래와 영향을 전망하기 위해서는 용어의 명확한 정의와 어디에서 출발해서 현재 어디까지 와 있는지를 먼저 파악해야한다. 먼저 가상현실 그리고 증강현실이란 무엇일까?

### 2.1. 가상현실과 증강현실의 개념 및 정의

1980년대 중반 재론 래니어(Jaron Lanier)에 의해 사용되기 시작한 가상현실의 세 가지 핵심 요소는 (1) 컴퓨터로 ‘상상(Imagination)의 공간이나 콘텐츠’를 실감나게 만들어 (2) ‘사용자에게’ 몰입감(Immersion) ‘을 느끼게 하면서 (3) 가상의 감각 (시각, 청각, 촉각, 후각, 미각, 운동감 등)을 통해’ 상호작용(Interaction) ‘하도록 하는 것이다. 가상현실은 사용자와 상호작용이 가능하다는 점과 새로운 경험을 제공한다는 점에서 가상 시뮬레이션과는 구분된다. 초기의 가상현실 기술로는 모턴 헤이리그(Morton Heilig)가 1962년에 개발한 센서라마(sensorama) 시뮬레이터를 들 수 있다. 이 시스템은 3차원 비디오와 모션, 칼라, 입체 음향, 향기, 바람, 효과 진동 의자 등으로 구성되어 있어서 실제 오토바이를 타고 길가를 달리는 것과 같은 가상경험을 가능하게 하였다. 1972년에는 마이런 크루거(Myron Krueger)에 의해 상호작용형 미디어 아트 시초인 비디오플레이스(VideoPlace)가 있었고 1980년대 후반에는 재론 래니어(Jaron Lanier)에 의해 ‘버추얼 리얼리티’라는 용어가 제안되어 사용되기 시작했다. 이때 ‘가상현실’은 현실의 대응 개념이 아닌, ‘가상의 감각’의 의미로 사용된 점에 유의할 필요가 있다.

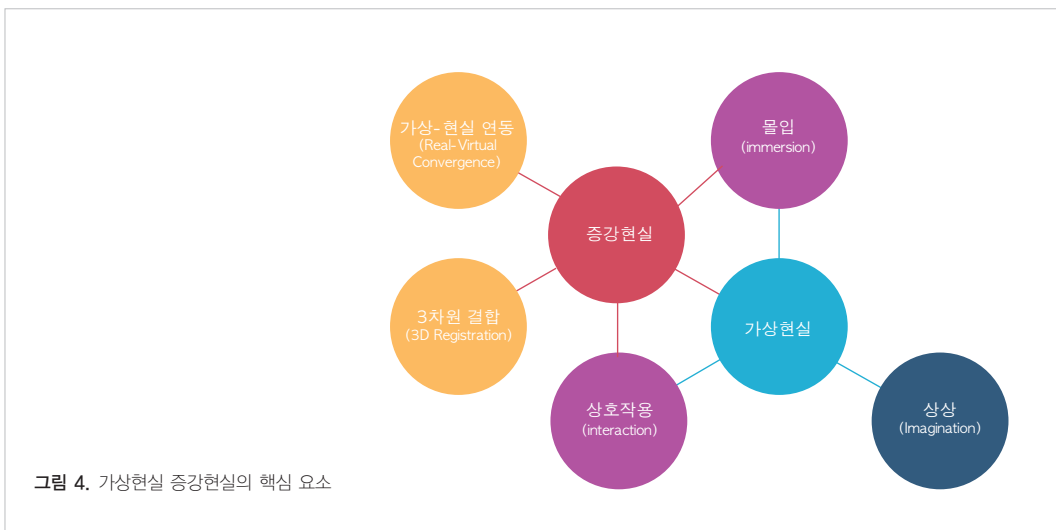


그림 4. 가상현실 증강현실의 핵심 요소



한편, 그림 5처럼 1968년에 이반 서덜랜드(Ivan Edward Sutherland)는 천정에 고정된 형태의 HMD(head mounted display) 연구를 수행하였고, 오늘 우리가 사용하는 HMD의 기초를 마련하였다. 초기 HMD는 컴퓨터와 분리된 다소 투박한 디스플레이 화면이었지만, 최근에는 고글 형태의 경량화된 디스플레이 단말과 가속도 센서 및 자이로 센서를 통한 정확한 동작 인식 기술이 결합된 방식으로 진화하고 있다. 특히 오쿨러스 리프트부터 촉발한 가상현실 디스플레이 경쟁은 삼성전자, 소니, HTC 등 글로벌 IT 기업의 합류로 새로운 형태로 진화할 것으로 기대되고 있다.



그림 5. 가상현실용 HMD의 과거와 현재(‘데모클레스의 칼’ (좌), 오쿨러스 리프트(우))

가상현실 산업은 기술집약적인 융합산업이다. 초기에는 항공, 우주, 군수산업용으로 주로 활용되었으나, 근래에는 제조업과 각종 산업현장에서 산업구조를 개선하고 발전시키는 핵심도구로 새롭게 주목받고 있다. 최근 스마트폰과 결합하는 새로운 디스플레이 장치의 등장으로 초기의 하드웨어 장비 중심에서 소프트웨어 플랫폼과 콘텐츠 중심으로 패러다임이 변하고 있다. 이에 따라 점차 교육, 전시, 방송, 엔터테인먼트 등의 다양한 응용분야로 확대 적용될 것으로 보인다.

한편, 1990년대 초반 보잉사의 토마스 코델(Thomas P. Caudell)에 의해 소개된 증강현실은 관련된 부가정보나 가상현실을 현실에서 경험할 수 있는 방안으로 등장하였는데, 현실공간에 가상공간을 유기적으로 연동하고 3차원적으로 결합하여 현실을 시공간적으로 확장할 수 있게 한다. 한편, 1994년 Toronto 대학의 폴 밀그램(Paul Milgram) 교수 등이 현실-가상 연속계(Reality-Virtuality Continuum)를 통해 가상-증강현실-증강가상-가상의 관계를 설명하였고, 1997년 로날드 아주마(Ronald Azuma) 등이 (1) 가상과 현실의 연동(combines the real and the virtual) (2) 실시간 상호작용(interactive in real-time) (3) 3차원 결합(register in 3D) 등을 증강현실의 필수 요소로 정의하였다. 현실에 가상의 정보나 콘텐츠를 증강시켜 사용자의 감각과 인식을 확장한다는 측면에서 확장현실(Extended Reality)이라고 불리기도 한다.

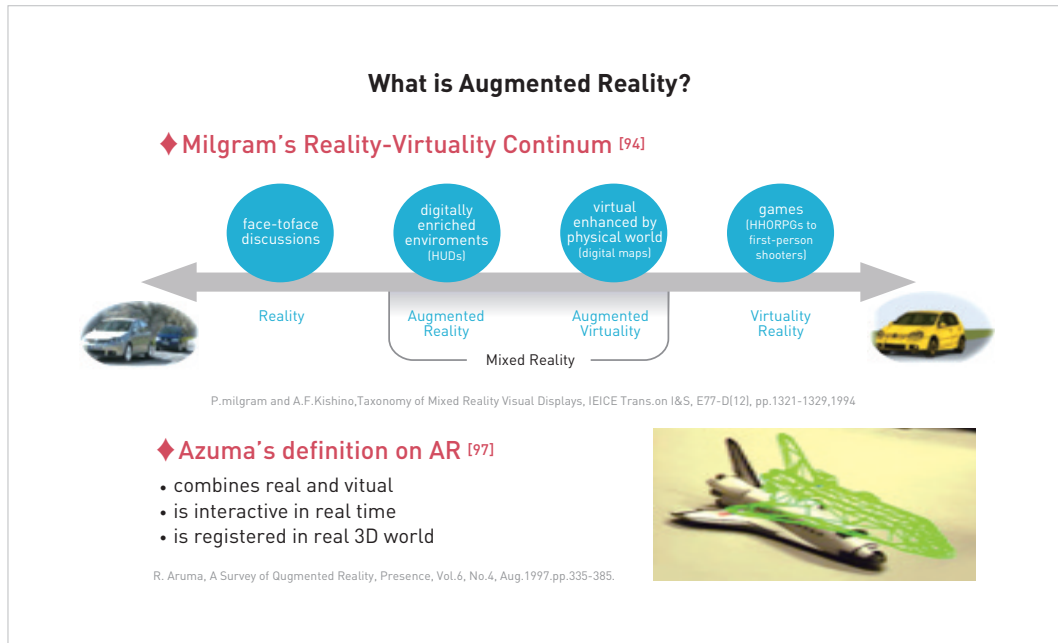


그림 6. 증강현실의 개념과 정의

증강현실은 가상세계와 현실세계를 유기적으로 연동하고 3차원적으로 결합한 '확장된 현실'이기 때문에 증강현실의 뿌리는 컴퓨터가 만든 가상세계에서의 몰입과 상호작용을 다루는 가상현실이다. 특히 착용형 증강현실은 HMD를 통해 가상의 세계를 체험하고 사용자의 상호작용 능력을 확장한다는 점에서 가상현실과 유사하다. 다만, 가상현실이 현실과 단절된 가상세계에서의 몰입과 상호작용을 강조한 반면, 증강현실은 현실과 유기적으로 결합된 확장세계에서의 지능적 증강과 직접적 상호작용을 강조한다는 차이점이 있다.

증강현실은 현실공간을 직접 미디어로 활용하므로 가상세계 구성을 위한 3차원 모델링과 렌더링의 부담을 줄인 반면, 사용자의 이동과 주변 환경 변화에 대응하여 실시간 정보나 콘텐츠를 적응적으로 제공해야 하는 어려움이 있다. 실내외 활용을 위해서는 거리나 건물 등의 관심장소(PoI: Place of Interest) 또는 관심객체(OoI: Object of Interest)를 카메라로 비추어 인식하고 추적하는 것이 첫 단계이다. 이로부터 카메라의 상대적 좌표를 계산하고 관심장소 또는 관심객체와 ‘연관된 또는 필요한’ 디지털 정보나 콘텐츠를 필터링하여 덧붙인다. 이때 가상의 정보나 콘텐츠는 직접 보고 듣고 만지는 등 오감을 통해 상호작용할 수 있어야 한다. 디지털 정보나 콘텐츠를 아바타로 확장하면 다른 지역에 있는 사람과 마치 한자리에 있는 것처럼 함께 이야기를 나누고 협력하는 SF소설 속 한 장면도 체험할 수 있다.

그림 7은 증강현실의 간략한 역사를 보여준다. 1960년대 이반 서덜랜드(Ivan Sutherland)에 의해 착용형 디스플레이가 처음 개발되었고 1990년대에는 주로 데스크탑 환경에서의 증강현실 연구가 진행되었다. 2000년대에 모바일 폰 환경에서 증강현실을 구현하기 시작하면서 새로운 전기를 맞이하였다. 하지만 모바일 폰의 컴퓨팅 성능의 제약으로 응용 분야가 정보 증강 또는 단순 3차원 그래픽 객체를 활용하는 분야로 제한적이었다. 2010년 이후에 스마트폰과 안경형 디스플레이 장치가 새롭게 선보이면서 착용형 증강현실의 시대가 본격적으로 열리고 있다.



그림 7. 증강현실의 역사

## 2.2. 가상현실과 증강현실의 현황과 전망

왜 다시 가상현실과 증강현실인가? 앞서 소개한대로 최근 발표된 각종 현황 분석 및 미래 전망 보고서는 대체로 VR/AR의 밝은 미래를 예측하고 있다. 특히, 2016년은 한국에서 다시 가상현실과 증강현실이 화두로 등장하였고, 정부는 중장기 연구계획을 발표하기도 하였다. 미래부는 기술영향 평가 2016년도 대상기술로 'VR/AR'을 선정, 경제·사회·문화·윤리·환경 등에 미치는 긍정적·부정적 영향을 사전에 평가하고, 그 결과를 정책에 반영하기 위한 준비를 하고 있다. 문화부와 미래부는 올해 455억 5천만원, 민간 자본 161억원 등 총 616억 5천만원을 투자하고, 오는 2018년까지 총 1,850억원의 투자 계획을 발표했다. 세부적으로, 가상현실(서비스플랫폼, 게임체험, 테마파크), 다면상영, 교육유통 분야의 핵심 기술 및 콘텐츠 개발을 연계하는 5대 선도 프로젝트, 문화·정보통신기술 융합 거점 조성, 원천·기반 기술개발 등을 다부처 협력사업으로 추진할 예정이다. 지난 10여년간 가상현실에 대한 관심이나 투자에 대비하면 급격한 변화이다.

여전히 정부 주도의 연구에 대한 우려가 있지만 VR/AR은, 2000년대 초반의 실패를 반복하지 않고 실용화와 산업화로 갈 수 있을까? VR은 1990년대에 미국을 중심으로 집중적인 투자와 연구가 이루어졌지만, 기대 수준에 도달하지 못한 채 1990년대 후반 일반인들의 관심에서 떨어진 과거가 있다. 또한 AR, 특히 안정형 AR은 아직 시장에서 받아들여지기에는 극복해야 할 난관이 많아 거품을 우려하는 목소리도 있다. 그럼에도 불구하고 이번에는 VR/AR이 시장에서 살아남아 2020년경에는 미래 먹거리로 자리 잡을 것이라는 기대가 더 높아지고 있는데, 이런 주장을 뒷받침하는 몇가지 이유는 다음과 같다. 첫째, 구글, 마이크로소프트, 애플, 인텔, 아마존, 소니, HTC, 삼성, LG, SKT, KT 등 선진 ICT기업들이 적극적인 투자에 나서고 있다. 동시에, 적절한 가격에 필요한 성능을 갖춘 안정형 디스플레이 장치인 HMD(Head Mounted Device)의 개발과 함께 다양한 VR/AR 응용에 필요한 관련 하드웨어와 소프트웨어 기술이 성숙되고 있고, 적절한 가격대에 활용이 가능하다. 뿐만 아니라, 시의적절한 응용과 콘텐츠가 함께 지속적으로 소개되고 있는 등 주변 여건도 함께 성숙되고 있기 때문이다. 따라서, 산업 생태계에 대한 종합적인 고민을 바탕으로 체계적인 연구-개발-산업화를 추진한다면 기대가 실현될 가능성이 높아진다.

그렇다면, VR/AR은 마침내 새로운 미디어로 자리 잡을 수 있을까? 2015년 발표한 가트너(Gartner)의 '주목받는 기술 하이퍼 사이클(Hype Cycle)'에 따르면 VR/AR은 현재 각성의 단계(Trough of Disillusionment)에 있으며, 기술이 안정기로 접어들어 상용화되는 시점을 향후 5-10년 사이로 예상하고 있다. 그리고, 최근 보고된 착용형 디스플레이 시장 동향(Smart Glasses Market Report 2015)에 따르면, 다양한 안정형 디스플레이 장치의 출시와 활용이 예정된 2016년부터는 특화된 시장(군사, 의료, 교육 등) 중심에서 점차 다양한 분야로 응용·확산될 것으로 전망하고 있다.

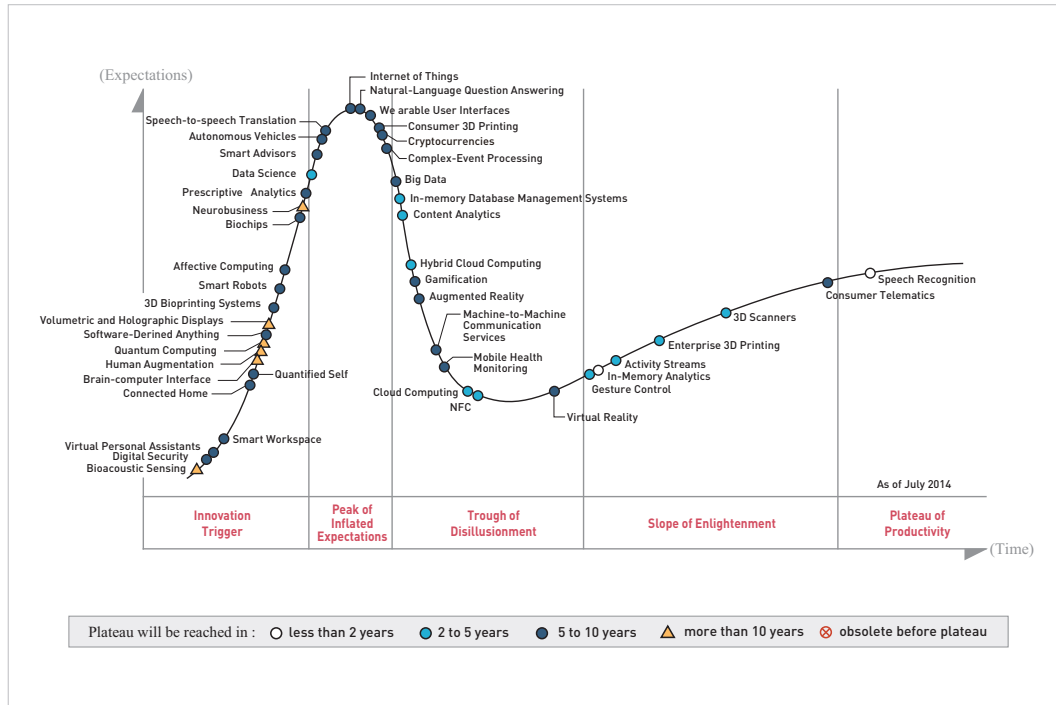


그림 8. 가트너의 Hype Cycle에서 AR 및 VR의 위치

한편, 현재 가장 영향력이 큰 소셜 네트워크 서비스 (Social Network Service, SNS)로 자리잡은 페이스북은 이미 인류의 소통 방식을 뒤바꿔 놓고 있다. 이미 사용자 수가 16억 명에 이르고, 이 중 10억 명은 매일 20분 이상 페이스북을 사용한다. 그동안 지인들과 정보나 경험을 공유하기 위한 페이스북 콘텐츠는 텍스트, 사진, 비디오, 360 파노라마 비디오 등으로 진화하고 있다. 페이스북의 마크 주커버그(Mark Zuckerberg)는 연례 개발자회의 'F8 2016' 개막 기조연설에서 페이스북의 10년 로드맵에 대해 설명하며, 향후 10년 내로 일반 안경형 디스플레이 장치를 통해 AI, VR, AR 등이 연계된 새로운 SNS 서비스를 경험하게 될 것으로 전망했다. 그렇다면, VR/AR은 2016년 대중화 원년을 거쳐 SNS와도 연동될 수 있을까? 초기 페이스북의 VR 투자는 많은 사람들을 혼란스럽게 만들었지만, 이제는 페이스북 콘텐츠가 오감 정보를 포함한 VR로 진화할 것으로 예상하는 것이 더 이상 어색하지 않다. 오히려 주커버그의 예측대로, '향후 10년 이내에 VR과 AR이 통합적으로 활용되고 우리 삶의 일부가 될 것'으로 주목하는 사람들이 늘어나고 있다. 이제 많은 사람들이 'VR이 SNS의 새로운 미래'라고 이야기 하며, VR은 AR로 가기 위한 디딤돌 (stepping stone)이라고 예상하기도 한다.

# 03

## 증강현실 핵심기술

증강현실은 가상현실을 현실에서 체험하도록 하는 기술이므로 모델링 등 가상현실 기술 외에도 추가로 현실세계와 가상콘텐츠를 결합하는 기술이 필요하다. 그리고, 현실세계 또는 가상세계로부터 데이터를 수집/가공하여 다시 사용자에게 편리한 형태로 투과형 디스플레이에 재현하고 실시간 상호작용하는 것도 필요하다. 따라서, 요소기술은 크게 가상/증강현실 실현을 위한 현실세계 인지 및 가상화, 스토리기반 실감콘텐츠 저작, 실감 증강(위치 센싱, 객체 인식 및 추적, 가상객체 렌더링), 실감 상호작용 및 협업, 3D 지도기반 가상증강현실 체험 및 경험공유, 디스플레이 등으로 구분할 수 있다.

가상/증강현실 실현을 위한 현실세계 인지 및 가상화: 현실세계를 가상세계로 변환하기 위한 기술이다. 관심객체를 포함한 현실세계를 스캐닝하여 공간적 정보와 오감 속성을 컴퓨터가 인식하고 활용할 수 있는 형태로 가상화(모델링)해야 한다. 현재는 주로 시청각 정보를 위주로 모델링하고 있지만 실감 체험을 지원하기 위해서는 오감으로 확대하여 가상화해야 한다.

**스토리기반 실감콘텐츠 저작** 오감을 통합적으로 모방하여 현실 수준의 사실성이 높은 복제나 모델링이 된 가상세계를 스토리에 따른 체험이 가능하도록 하기 위해서는 스토리기반 콘텐츠 저작 기술이 필요하다. 스토리 기반 저작의 핵심은 저작자의 의도에 따른 체험과 사용자의 상호작용적 체험의 자유도 사이의 균형이 필요하다.

**실외 위치 센싱 기술** 실외 공간에서 사용자의 위치를 인지하고 추적하기 위해 다양한 센서들을 사용한다. GPS와 나침반을 사용하면 사용자의 위치와 시선 방향을 알 수 있고, 중력센서(Gyro-scope) 및 가속센서 등을 이용하면 사용자의 동작을 감지하여 어디서, 어떠한 방향으로, 어떻게 이동하고 있는 지에 대한 정보를 파악하고 이를 가상세계나 가상콘텐츠에 적용할 수 있다. 그러나 GPS의 경우 그 오차가 상대적으로 클 뿐 아니라, 전파, 자기장의 영향에 의해 오류가 발생할 가능성이 높다. 특히 실내로 들어가게 될 경우 사용할 수 없기 때문에 카메라를 추가로 이용하는 보완 기술들이 개발 중에 있다.

**위치 인식 및 추적 기술** 가상 콘텐츠가 현실공간상에 실제 존재하는 것처럼 보이기 위해서는 카메라의 위치와 바라보는 방향에 관한 정보를 계산해야 하고, 이 정보를 활용하여 가상 콘텐츠를 시점에 맞춰서 증강시켜야 한다. 원하는 위치에 공간이나 객체를 증강하기 위해서는 카메라를 포함한 다양한 센서로부터 신호를 실시간으로 처리하고 분석하여 관심 객체나 카메라의 위치를 파악하고 이동·추적해야 한다. 카메라의 위치와 방향 정보를 계산하는 과정을 카메라 자세 계산(camera pose estimation) 혹은 물체 추적(object tracking)이라고 한다. 일반적으로 x, y, z 세 축에 대한 회전과 이동, 두 종류의 정보를 포함하기 때문에 총 6개의 변수를 계산해야 하며, 6DOF(Degree of Freedom) 카메라 자세 계산이라고 한다. 이를 구현하기 위해 수많은 방법이 존재하지만 크게 마커 기반, 특징점 기반 그리고 3D 모델 기반으로 분류할 수 있다. 카메라는 사람의 얼굴을 인식하고 추적하거나(Facial recognition and tracking), 사람의 동작을 인식하고 추적하거나(Gesture recognition and tracking), 특정 상표나 형상을 인식하고 추적(Object Recognition and tracking) 할 수 있다. 하지만, 카메라를 통한 이미지 분석 기술은 카메라에 포착된 이미지를 가상세계에서 필요한 유의미한 데이터로 변환하기 위해 복잡한 알고리즘 및 분석기술을 필요로 하고, 이러한 기술들은 일반적으로 많은 계산 능력을 필요로 하기 때문에 모바일 또는 착용형 증강현실에서 카메라 외에도 가속도센서, GPS, 자이로스코프, RFID, 무선 센서 등을 추가로 활용하기도 한다.

### **마커기반 추적**

마커 기반 카메라 자세 계산을 위한 대표적인 방법으로는 ARToolKit과 ARTag가 있다. 두 방법의 카메라 자세 추적 과정은 흰색과 검은색으로 구성된 정사각형 모양의 마커를 검출하고 검출한 마커의 네 꼭지점의 위치 정보를 이용해서 카메라 자세를 계산한다. 마커에 관한 다양한 연구가 진행됨에 따라 인식 속도, 가려짐에 관한 많은 문제가 해결되었지만 인식의 용이함을 위해서 마커의 모양과 색상이 현실의 물체들과 시각적으로 뚜렷이 구분되기 때문에 사용자의 몰입감을 방해하는 요소가 될 수 있다는 단점이 있다. 따라서 마커를 이용하기 보다는 실제 현실에 존재하는 물체를 추적함으로써 카메라 자세를 계산하는 방법에 관한 연구에 대한 관심이 높아지고 있다.

## 특징점 기반 추적

현실의 물체를 활용한 카메라 자세 계산 방법 중에서 특징점 기반 방법은 물체 표면의 텍스처(texture)를 분석함으로써 다양한 시점과 조명환경에서도 강건하게 검출될 수 있는 특징점(key point)을 검출한다. 검출한 특징점을 데이터베이스 상의 특징점과 비교하여 가장 비슷한 특징점 데이터를 찾음으로써 특징점의 ID를 인식하고, 인식된 특징점의 위치 정보를 이용해서 카메라의 자세를 계산한다. 대표적인 특징점 검출 방법은 Harris corner detector, DoG(Difference of Gaussian), Fast Hessian feature detector가 있으며 실시간 환경에서 사용가능한 고속 코너 검출 방법인 FAST corner detector가 있다. 가장 대표적인 특징점 인식 방법으로는 SIFT(Scale Invariant Feature Transform)와 SIFT의 속도 측면을 개선한 SURF(Speeded-Up Robust Features)가 있다. 그리고 더욱 빠른 인식을 위한 방법으로는 HIPs(Histogrammed Intensity Patches), BRIEF(Binary Robust Independent Elementary Features), BRISK(Binary Robust Invariant Scalable Keypoints), ORB(Oriented FAST, Rotated BRIEF)가 있으며, random forest로부터 영감을 얻은 FERNS가 있다. 이러한 특징기술들은 특징점 주변에 대한 특징을 표현하는 것으로서 텍스처가 많은 환경에서는 잘 동작하지만 텍스처가 적은 경우에는 특징 인식이 어렵다는 한계가 있다. 최근에는 텍스처가 적은 환경과 조명 변화에 강인한 특징기술인 Descriptor fields가 제안되기도 하였다.

## 특징점 지도 기반 추적

SLAM(Simultaneous Localization and Mapping)은 레이저, 소나, 카메라 등의 센서 정보로부터 환경에 대한 지도를 생성하고, 생성된 지도상에서 위치와 방향을 계산하는 방법이다. SLAM 기법에 영상 특징 추출 방법을 적용하면 3차원 환경에서의 추적도 가능하게 된다. Visual SLAM은 영상에서 추출된 특징을 매칭하고 이를 3차원으로 복원함으로써 3차원 특징점 지도를 생성하고 지도상의 카메라 위치와 자세를 계산하는 방법이다. 이 방법은 실시간으로 추적이 가능하지만 모든 영상 프레임에 대해 특징점 지도 갱신과 추적이 이루어지기 때문에 중복되는 데이터를 처리하는데 연산 시간을 소모하게 되므로 정확하고 강건한 지도 갱신 방법을 적용하기 어려운 단점이 있었다. 키프레임 기반 Visual SLAM의 대표적인 방법인 PTAM(Parallel Tracking and Mapping)은 이러한 단점을 개선할 수 있다. PTAM은 추적과 지도 갱신을 서로 다른 쓰레드로 나누어 추적 쓰레드는 매 프레임 3차원 지도상의 위치와 자세를 추정하는 작업을, 지도 갱신 쓰레드는 키프레임에 대해서만 지도를 갱신한다. 이때 지도 갱신 쓰레드에서는 bundle adjustment를 적용함으로써 3차원 지도의 정확도를 향상시킨다.



## 모델기반 추적

텍스처가 적은 물체를 추적하기 위해서는 모델 기반 방법이 효과적이다. 모델기반 추적 방법은 사용되는 영상 특징에 따라 에지 기반 추적(edge-based tracking)과 영역 기반 추적(region-based tracking) 등으로 나눌 수 있다. 에지 기반 추적은 영상의 에지를 모델 외곽선의 대응점으로 사용하는 방법으로 속도가 빠르지만 주변 환경에서 검출되는 에지나 객체 내부 에지에 대한 강건성이 떨어지는 단점이 있다. 이를 극복하기 위해 에지와 특징점을 함께 사용함으로써 주변 텍스처에 강건하게 추적하는 방법이 제안되었고, 최근에는 객체의 색상 히스토그램을 사용하여 객체의 외곽선에 해당하는 에지를 탐색함으로써 주변 텍스처에 강건하게 추적하는 방법이 제안되었다. 영역 기반 추적은 모델의 실루엣과 객체의 색상 정보를 이용하여 추적하는 방법으로 색상 정보를 이용하여 전경과 배경을 분할하고 전경 영역의 윤곽선과 렌더링된 모델의 실루엣을 대응시킴으로써 카메라 자세를 계산하는 방법이다. 영역기반 추적에 사용되는 영상 분할과 모델 렌더링은 연산량이 많기 때문에 실시간 추적에 사용되기 어려운 점이 있었다. 따라서 GPU를 이용하여 속도를 향상시키는 방법이 제안되었고, 최근에는 모델 렌더링과 거리변환 연산의 최적화를 통해 모바일 플랫폼에서도 실시간으로 추적이 가능한 방법이 제안되었다.

## 렌더링 및 실감 증강 기술

현실세계와 결합된 가상 콘텐츠와의 이음매 없는 증강을 위해서는 현실 공간의 광원을 고려한 가상콘텐츠 렌더링과 증강이 필요하다. 뿐만 아니라 사용자나 환경의 실시간 상호작용에 따른 반응을 렌더링에 반영해야 한다. 최근에는 영상 기반 조명(image-based lighting) 기술을 증강현실에 적용하는 연구가 활발하게 진행되고 있다. 영상 기반 조명을 위해서는 영상으로부터 환경에 대한 조명 정보를 획득해야 하는데 이를 위해서는 3차원 기하구조를 알고 있는 물체에 반사된 색상으로부터 추정해야 한다. 예전에는 light probe를 배치하고 light probe에 반사된 영상으로부터 조명 정보를 획득하였으나 최근에는 light probe 없이 실시간으로 조명을 추정하고 가상 콘텐츠 렌더링에 반영하는 방법이 제안되었다.

**실감 상호작용 및 협업** 직관적이고 자연스러운 상호작용을 위해서는 시각, 청각 뿐만 아니라 촉각, 후각, 미각 등 다양한 감각을 지원해야 한다. 가상세계 또는 관심 객체와 사용자의 음성, 제스처 등 직접적 상호작용 또는 사용자의 묵시적 의도, 감정, 환경 등의 상황에 대응한 간접적 상호작용 그리고 다수 사용자 간의 협업이 가능하도록 하는 기술이다.

**시각 인터페이스 기술** 가상현실 시스템은 대부분 3D 공간 기반으로 하고 있고, 상호작용은 주로 손을 중심으로 이루어진다. 손가락의 움직임은 이용한 섬세한 상호작용은 손가락의 위치, 움직임, 힘 등을 정확하게 추적할 수 있는 센서나 관련 알고리즘 개발이 필요한데 아직은 어려운 문제로 남아 있다. 사람의 손을 인식하기 위해 초기에는 피부색과 같은 색상정보만 이용하여 손을 추적하는 방법이 주로 연구되었으나 배경의 색상, 손 형태의 모호성 등에 의해 인식 및 추적 성능이 저하되는 한계가 있었다. 따라서 최근에는 강건하게 손을 추적하기 위해 깊이 카메라(Depth Camera)를 이용하는 방법이 연구되고 있다. 하지만, 깊이 센서의 해상도는 손가락을 정밀하게 추적하는 데는 한계가 있으며 카메라 자체의 해상도와 FPS에 대한 한계로 인해 상호작용의 범위와 속도에도 한계를 가지고 있다.

**청각 인터페이스 기술** 음성인식과 자연어 처리 기술은 지난 20여 년간 크게 발전해왔음에도 불구하고 아직 일반적인 사용자가 불편없이 사용하기에는 부족한 상태이다. 그러나 최근에는 클라우드 기반으로 대용량 계산능력 동원이 가능하게 되어 단말기 측면에서 강건한(robust) 실시간 단어 인식 및 이를 빠른 속도로 클라우드에 전달하고, 서비스와 연계하는 시스템이 발전하고 있다. 애플의 음성인식 기반 인공지능 개인비서 서비스인 시리(Siri)와 마이크로소프트의 코타나(Cortana) 서비스 등을 이용한 인터페이스 구현이 대표적 사례이다.

한편, 실제 음이 발생한 공간으로부터 분리되어 있는 인간이 3차원적으로 동일한 공간을 공유하고 있는 것처럼 느끼도록 방향감, 거리감 및 공간감을 제공하는 음향 기술도 필요하다. 3D 사운드

을 구현하는 기술은 크게 3D 사운드 생성과 3D 사운드 재생 부분으로 구분할 수 있다. 최근에는 3D 사운드를 생성하고 재생하기 위해 음향을 3D로 녹음하고 3D로 재생하는 바이노럴 레코딩(Binaural Recording)이란 기술도 활용되고 있다. 바이노럴 레코딩은 소리를 기록할 때 일반 마이크 대신 사람의 머리에 있는 2개의 귀를 그대로 재현한 더미헤드 마이크를 사용한다. 쉽게 말하면 음악을 듣는 사람 대신 더미헤드 마이크를 놓고 그 주변에서 연주를 하는 것이다. 이 녹음 파일을 3D로 재생하면 더미헤드 마이크가 있던 그 위치에서 듣는 경험을 그대로 전달 받을 수 있다. 최근 오쿨러스 리프트 ‘크레센트 베이’ 버전에서는 리얼스페이스 3D 오디오 소프트웨어를 채택해 플레이어의 위치와 자세에 따라 소리의 궤적이 달라지는 3D 사운드를 지원한다. 이처럼 청각 인터페이스의 경우 초기의 단순한 생성방법에 대한 연구에서 발전하여 최근에는 청취자, 음원, 환경에 의한 영향을 통합한 생성방법들이 계속 연구되고 있다.

**후각 인터페이스 기술** 후각 인터페이스에 대한 연구는 다른 감각 연구에 비해 아직 상대적으로 미흡하다. 그러나 우리 감정 변화에 매우 큰 영향을 미치는 후각 인터페이스는 가상 경험에 꼭 필요한 요소이다. 후각은 시각에서의 삼원색과 같은 합성을 위한 기본 요소가 없어 다양한 냄새 효과를 생성하기가 어렵다. 또한 후각 효과를 특정 개인 사용자에게만 전달한다든지 뿌려진 향기를 다시 중성화한다든지 하는 방법 또한 어려운 문제로 남아 있다. 동경공대의 나카모토(Nakamoto) 교수팀은 최근 만여개의 화학 물질에서 비음수 행렬 분해(non-negative matrix factorization)를 통하여 뽑아낸 32-50여개의 기저(basis) 후각 요소만을 이용하여 104여개의 냄새 효과를 합성하는 방법을 개발하였다. 동경대학의 히로세(Hirose) 교수팀은 시각과 후각의 융합 효과에 의하여 비교적 적은 수의 범주형 후각 요소를 가지고 다양한 냄새 효과를 생성할 수 있게 하였고, 후각각 맵(olfactory sensory map)을 구성하였다. Matsukura 등은 다감각 필드 디스플레이(multi-sensorial field display)라는 장치를 고안하여, 3차원 상호작용 공간에서의 공기의 흐름과 냄새의 분포를 좀 더 효과적으로 제어할 수 있게 하였다. 하지만 아직 후각 정보를 획득하여 재생하는 방법은 구체적으로 알려지지 않았다.

**기타 인터페이스 기술** 가상현실은 본래 인간의 인지적 혹은 생리심리학적 착각에 기반하고 있다. 예를 들어, 사용자는 백션(vection)을 통하여 앉아 있으면서도 실제로 움직이는 듯한 가상 내비게이션(virtual navigation)을 경험할 수 있다. 인간의 착각 현상 또는 공감각 현상을 잘 활용하면 경제적이면서도 효과적으로 가상경험을 제공할 수도 있다. 그 가장 대표적인 사례가 간단한 진동 자극을 시각 피드백과 융합하여 역감을 제시하는 방법이다. 리디렉티드 내비게이션이나 시청각 융합으로 촉각을 지각적 착각(perceptual illusion)으로 유도할 수도 있다. 전형적인 착각현상 중에는 몇 개의 진동기를 가지고 사용자의 피부에 적절히 자극을 주었을 때, 진동기가 없는 곳에서도 환상 감각을 느끼게 하는 촉각 셀테이션(Saltation)과 퍼널링(funneling)이 있다. 최근에는 사용자의 피부가 아닌 외부 객체 혹은 가상객체를 통해서도 비슷한 효과가 있음이 밝혀지고 있다. 런던대학교의 Steed 교수팀이 최근 가상현실을 통해서 팔이 절단된 사용자가 가상의 팔에 대한 느낌을 얻을 수 있게 하는 연구를 발표하였다. 이러한 이론을 바탕으로 가상/증강현실을 위한 간편한 촉각 기반 피드백 장치의 개발이 가능하다. 가상 촉각 피드백 이외에도 시각에 기반한 착각 현상으로는 영상의 광학적 흐름을 조작하는 방법이 있고 청각의 동적인 요소를 조작하여 다양한 자기운동이나 백션의 효과를 주는 사례도 있다.

**3D 지도 기반 가상증강현실 체험 및 경험공유** 다양한 방식의 시공간을 초월한 체험 및 경험 공유를 지원하는 가상증강현실 데이터베이스 관리 및 3D 지도기반 서비스 플랫폼 기술이다. 증강현실 기술을 구현하기 위해서는 위치 정보나 객체 정보를 사전에 데이터베이스에 등록하고 관리하면서 실시간에 연결하는 작업이 필수적이다. 컴퓨팅 기술이 비약적으로 발전할 경우, SF 영화에서처럼 아무런 사전 준비된 데이터 없이 인공지능이 직접 현실 정보를 분석·제공하는 소프트웨어가 구현될 수 있다. 프로그램이 스스로 정보를 학습하고 데이터베이스를 관리하는 기능도 포함할 것으로 기대된다.

### 디스플레이 기술

증강현실 기술은 대부분 시각에 의존적인 정보를 제공하기 때문에 디스플레이 요소가 가장 중요한 부분이다. 현재의 스마트폰 등 모바일 단말형 디스플레이는 화면과 시선이 일치하는 장점이 있으나, 단말기 자체를 손에 들고 화면을 바라보면서 단말 조작을 동시에 해야 하므로 불편하다. 안경, 고글, 헬멧, 렌즈 등 이용자가 착용하여 곧바로 눈에 영상을 전송할 수 있는 형태가 증강현실에 최적화된 디스플레이이다. 디지털 프로젝터를 통해 현실세계에 투영하는 공간 증강현실(Spatial AR)도 가능하나 응용에 따라 제한적으로 사용하거나 상호보완적으로 사용하는 것이 적합하다.



# 04

## 증강현실 유형분류

증강현실 시스템은 하드웨어 유형에 따라 크게 세 가지로 구분할 수 있다. 고정형 디스플레이에 카메라가 디스플레이 상단에 고정되어 있는 데스크탑 형태, 스마트폰 혹은 웨어러블과 같이 손으로 들고 다니거나 몸에 착용할 수 있는 모바일 형태, 사전에 설치된 프로젝터로 대상물체에 영상을 쏘아 실제 공간에 증강시키는 설치 형태이다.

### 4.1. 데스크탑 증강현실

초기에 손쉽게 접할 수 있던 데스크탑 증강현실 시스템은 컴퓨터와 웹캠, 증강현실 소프트웨어와 평면의 관심 객체(책, 카탈로그, 잡지책 등)로 구성된다. 손쉽게 설치하고 인쇄된 매체를 이용하여 증강현실 서비스를 즐길 수 있어 기업 프로모션이나 멀티미디어책 등으로 이용되고 있다. 단점으로는 현실공간에서 관심 객체를 조작하고 이를 모니터 디스플레이로 보아야하기 때문에 증강된 물체와 실공간 간의 시점의 차이가 있어 보여주는 용도 이외에 조작을 하거나 몰입감을 증대시키기에는 다소 어색함이 있다. 공공장소에서 주로 볼 수 있는 데스크탑 증강현실 시스템은 DID(Digital Information Display)가 설치되어 있고 카메라는 상단 프레임 부분에 내장되어 있는 형태이다. 사용자는 디스플레이 앞에서 본인의 전신 모습을 보면서 터치, 얼굴인식, 몸동작, 또는 마커 등을 이용하여 상호작용 한다. 마치 거울 앞에서 증강현실 서비스를 사용하는 형태이다. 대표적인 예로는 매직미러(Magic Mirror), 가상 드레스룸(Virtual Dress room)이 있다.

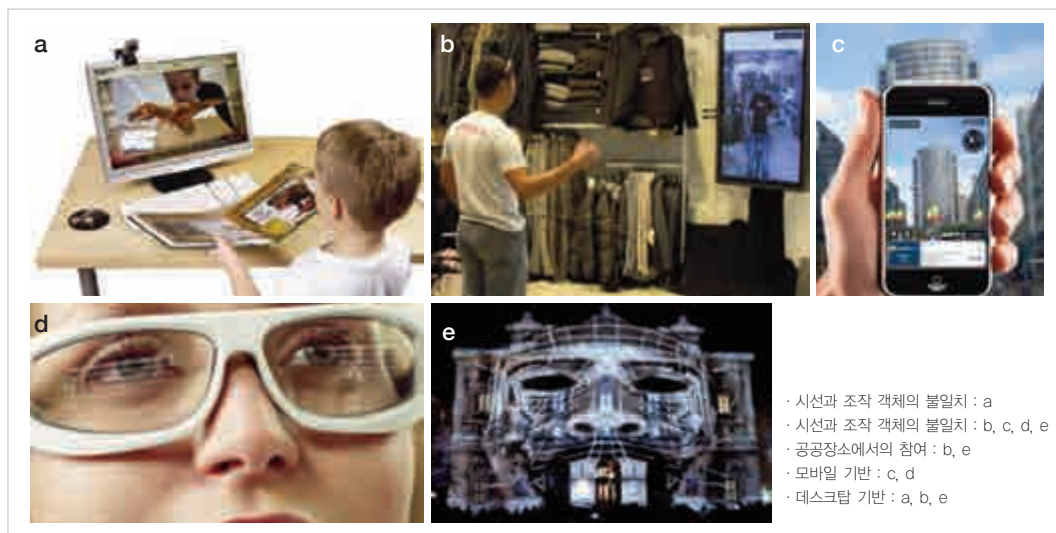


그림 9. 데스크 탑과 모바일 증강현실 사례

## 4.2. 모바일 증강현실

증강현실의 플랫폼은 데스크탑 컴퓨터에서 출발하여 스마트폰으로 진화하고 있다. 초기 데스크 탑 컴퓨터를 중심으로 이루어진 증강현실은 2000년 이후 PDA, UMPC, 모바일 폰 등의 보급으로 모바일 증강현실의 플랫폼이 다양화되기 시작하였다. 스마트폰이 증강현실 플랫폼으로 주목받는 이유는 카메라 외에도 소형화와 경량화 된 GPS 센서, 지자기 센서, 가속도 센서, 터치 센서, 근접 센서, 조도 센서, WiFi, RFID 등 다양한 센서들을 내장하고 있기 때문이다. 특히 스마트폰의 보급이 본격화된 2009년 이후 GPS, 나침반, 가속도계 등 다양한 내장 센서 외에도 최근에는 멀티 코어 중앙처리장치(Multi-core CPU), 멀티 카메라, 깊이 카메라 등을 장착하고, 사물인터넷(Internet of Things), 인공지능 등과 연동 하는 응용이 소개 되고 있어 다양한 활용 가능성에 대한 기대를 높이고 있다.

모바일 폰 기반의 모바일 증강현실 응용서비스의 수는 꾸준히 증가하고 있으며 시장 점유율도 확대되고 있다. 모바일 폰 기반의 모바일 증강현실이 위치 기반 검색 기술과 결합하면 사용자가 이동 중에도 간편하면서도 즉시적으로 현실세계에 대한 부가적인 정보를 획득할 수 있게 한다. 길거리에서 스마트폰 카메라를 들이대면 GPS, 나침반, 영상 등의 활용 가능한 정보를 통합적으로 해석하여 쿼리를 구성한다. 서버로 전달된 쿼리에 따라 서버는 사용자의 요청이나 맥락에 맞는 관련 정보나 콘텐츠를 해당 DB에서 찾아서 재구성하여 스마트폰으로 되돌려 준다. 서버로부터 전달 받은 정보는 영상에 덧붙여 사용자가 직관적으로 이해할 수 있는 형태로 제시된다. 특히 3차원 콘텐츠의 경우는 컴퓨터 비전 기술을 활용하여 3차원 영상좌표계와 CG좌표계를 일치시킬 수 있으므로 혼합영상의 형태로 재현한다. 여행자가 새로운 곳을 방문할 때, 모바일 증강현실 투어가이드 시스템을 사용하면, 여행자가 위치한 여행지에 대한 증강 콘텐츠를 얻을 수 있다

하지만, 대부분 미리 구성된 증강 콘텐츠만 증강현실에서 사용할 수 있다는 단점이 있다. 새로운 증강 콘텐츠를 새로운 위치에 또는 새로운 객체에 저작하기 위해서는 전문 개발자가 API를 통해서만 수정이 가능하다. 일반 사용자는 센서 기반 증강현실의 한계점과 저작의 어려움으로 인해 간단한 텍스트나 이미지만을 객체 단위가 아닌 대략적인 위치에 생성할 수 있는 실정이다. 개발자나 서비스 제공자가 미리 만든 증강 콘텐츠만 정해진 위치나 객체에서 볼 수 있다면 모바일 증강현실의 활용 범위는 매우 제한적일 수밖에 없다. 다수의 일반 사용자가 새로운 증강 콘텐츠를 새로운 공간 및 현실 객체에 다양한 형태로 저작할 수 있도록 지원해야 수많은 콘텐츠가 생성이 되고 각 사용자에게 적합한 콘텐츠를 적시, 적소에 제공할 수 있게 된다. 이를 통해 증강현실 콘텐츠 생태계가 구축될 수 있다.

최근 증강현실의 플랫폼은 정보를 보기 위해 손에 스마트폰을 들고 있어야 하는 단점을 극복한 방식이 착용형 또는 안경형으로 계속 진화하고 있다. 대표적인 착용형 플랫폼의 사례로 주목받았던 구글글래스는 단순한 정보 증강의 용도로만 사용할 수 있고 인터페이스도 불편하여 기대만큼 적용 분야를 확장하지는 못하였지만 초고속 네트워킹, 실시간 영상처리 및 해석, 3D 그래픽스 실감 렌더링, 눈동자 추적 등의 기술이 마이크로소프트의 홀로렌즈 형태의 안경형 디스플레이와 결합하며 발전한다면 오감 정보 증강과 체험도 곧 실현 가능하게 될 것이다. 최근 대기업의 특허 출원 및 확보, 신제품 발표, 스타트업 기업 등이 급속히 늘어나고 있는 점을 감안하면 예상보다 빠르게 착용형 증강현실의 보급도 가능할 것으로 생각된다.



### 4.3. 프로젝션 증강현실

프로젝션 증강은 미디어 파사드(Media Facades)로 더 알려져 있다. 건물 외벽에 프로젝터로 영상을 쏘아서 비주얼적인 연출을 하는 미디어아트 분야의 한 분야이다. 특정시점에서 보면 마치 벽이 튀어 오르거나 색깔이 칠해지고 무너지기도 하는 비주얼을 볼 수 있다. 사전 설치에 비용이나 시간이 많이 들지만 한번 설치하고 나면 사용자에게 아무런 장비 없이도 많은 관중들이 동시간대에 동일한 증강현실을 체험할 수 있다는 점에서 기업 프로모션이나 미디어아트로 널리 활용되고 있다.

마이크로소프트가 최근 소개한 RoomAlive는 다수의 프로젝터를 활용해서 거실 벽이나 물리 객체에 직접 콘텐츠를 투사시켜 거실 공간 전체를 증강현실 공간으로 만드는 시스템이다. 또한 깊이 카메라를 이용해서 사용자의 동작을 인식하여 사용자와 증강현실 콘텐츠 사이의 상호작용도 가능하게 한다. RoomAlive의 경우에는 사용자가 실내 공간을 돌아다니면서 콘텐츠와 상호작용 하는 반면, IllumiRoom은 거치형 디스플레이 주변에 콘텐츠를 증강시킨다. 게임의 화면을 벽면으로 확장시키거나 효과를 더욱 몰입감 있게 만드는 상호작용을 제공한다.



그림 10. 방 전체를 증강현실공간으로 변화시키는 RoomAlive



그림 11. 거치형 디스플레이 주변을 증강현실공간으로 변화시키는 IllumiRoom

# 05

## 가상현실과 증강현실의 미래

### 5.1. 유비쿼터스 가상현실

유비쿼터스 가상현실은 유비쿼터스 컴퓨팅(Ubiquitous Computing)의 개념이 구현된 지능공간에서 가상현실을 구현하는 증강현실의 새로운 패러다임이다. UVR연구실은 2001년부터 유비쿼터스 가상현실(Virtual Reality), 즉 ‘눈치 있는 증강현실’ 연구를 선도해 왔다. 유비쿼터스 컴퓨팅이란 최근 다시 주목 받고 있는 사물인터넷을 기반으로 ‘언제 어디서나 다양한 형태로 존재하는’ 컴퓨팅 자원에 대한 접근과 활용이 가능한 환경을 구축하여 사용자가 필요로 하는 서비스를 시스템이 알아서 즉시(Just-in-time)에 제공하는 눈치 있는 컴퓨팅을 말한다.

현실공간과 가상공간을 연결하기 위해서 사용자와 환경의 맥락 정보가 핵심 요소로 활용된다. 현실공간과 그에 대응되는 미러 월드(mirror world)를 센서와 부가적인 정보를 이용하여 3차원으로 연결하고 두 공간의 관심객체(context of interest)를 매개로 정보나 콘텐츠로 증강하여 양방향 상호작용(bidirectional interaction)을 가능하게 하는 기술로 정의할 수 있다. 유비쿼터스 가상현실의 핵심 특징은 (1) 현실과 가상의 이음매 없는 3차원 연결 (seamless 3D link between real and virtual spaces with additional information), (2) 사실적 오감 증강 (realistic five-sense-augmentation in real space), (3) 실시간 양방향 상호작용 (bidirectional interaction on the fly in linked dual spaces) 등 이다.

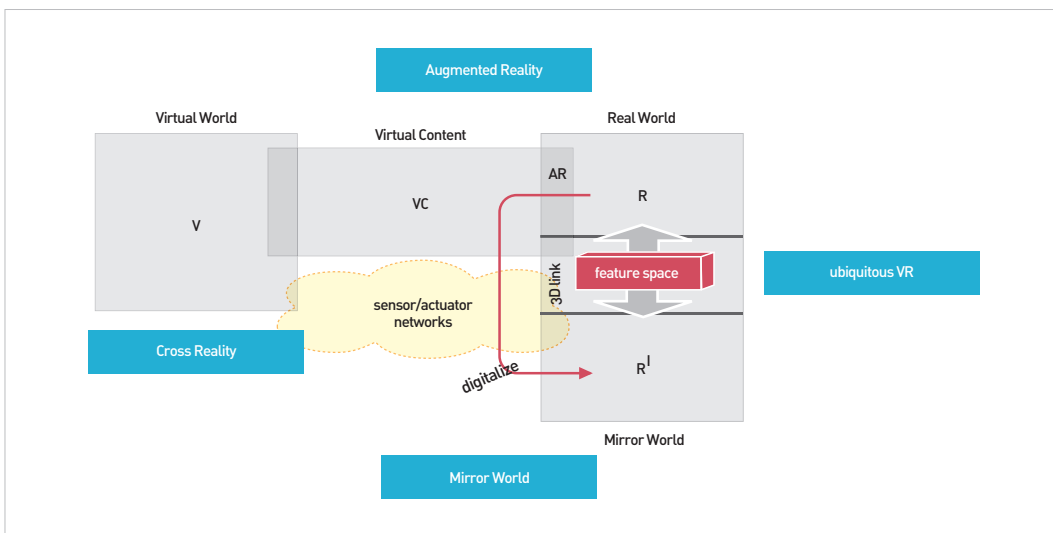


그림 12. 가상현실, 증강현실, 유비쿼터스 가상현실 분류

유비쿼터스 가상현실은 미래의 지능 컴퓨팅 환경에서 새로운 미디어이자 직관적 사용자 인터페이스로 활용이 가능하다. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경은 보이지 않거나 인지할 수 없는 컴퓨팅 환경을 전제로 지능적인 서비스를 제공하므로, 유비쿼터스 컴퓨팅 시스템이나 자원의 제어, 유지, 관리 측면에서는 오히려 어려움이나 불편함이 있을 수 있다. 따라서, ‘눈치있는 증강현실’은 살아 있는(Organic) 인터페이스 또는 미디어로서 활용될 수 있다.

현실과 가상의 이음매 없는 3차원 연결은 어떻게 이루어질까? 현실세계와 이에 대응되는 가상세계를 연동하고 양방향으로 증강 콘텐츠를 공유하기 위해서는 센서를 통해 수집된 맥락정보(Context)를 해석해야 한다. 즉, 맥락을 이용하여 유기적으로 연결된 현실과 가상세계는 증강된 정보나 콘텐츠가 공유되고, 두 공간 사이 지능적인 양방향 상호작용을 가능하도록 한다. 현실공간의 변화는 각종 센서를 통해 획득되고 처리되어 맥락정보에 의해서 연결된 가상공간의 가상객체에 제공되고, 동시에 가상공간의 변화는 현실공간의 객체(공간/장소, 객체, 모바일 단말기 등)에 맥락정보를 통해서 제공되어 가상과 현실이 이음매 없이 연동된다. 두 공간 사이의 이음매 없는 연동을 위한 접근법으로는 현실과 가상공간의 기준 좌표계를 일치시키는 방법이 있다. 현실세계에서는 나침반을 이용하여 방향 정보를 얻고, GPS(실내에서는 유사 GPS)를 사용하여 위치(위도, 경도, 높이 등)정보를 획득할 수 있다. 이렇게 획득된 초기 위치정보를 내장된 카메라, 가속도 센서, 각속도 센서 등으로부터 계산된 정보와 통합하여 더 정확하고 정밀한 위치 정보로 보정하여 가상세계의 좌표계와 일치시킬 수 있다.

현실 공간과 가상 공간의 좌표계를 일치시키면 사용자는 사실적 오감 콘텐츠 증강을 체험할 수 있다. 사실적 오감 증강이란 3차원의 현실세계에서 사람의 시각, 청각, 후각, 미각, 촉각 등 오감을 통합적으로 자극하는 증강콘텐츠를 통해 콘텐츠에 대한 현실감을 느낄 수 있도록 만드는 것을 말한다. 오감콘텐츠는 목표 대상물, 주어진 상대적 위치와 자세 값에 따라 3차원 현실공간에 오감 정보를 실시간 재현함으로써 실현 될 수 있다. 우선, 3차원 콘텐츠의 가시화는 컴퓨터 비전을 기반으로 카메라와 센서 정보를 통합하여 목표 대상물의 거리, 방향 등을 계산하고, 현실 세계의 조명 조건을 고려하여 텍스처, 셰이딩, 그림자 등을 렌더링함으로써 실제 현실세계에 이음매 없이 가상 콘

텐츠를 재현시킨다. 실감 오감 증강을 위해서 청각과 촉각은 증강콘텐츠에 사람의 청각과 촉각을 자극할 수 있는 가상 청각과 촉각 정보를 동시에 부여하거나, 가상 후각과 미각에 해당하는 정보를 부가적으로 부여한다면 사람의 오감을 자극하는 사실감 높은 증강현실을 재현할 수 있다. 나아가, 사람의 공감각 능력을 활용하여 부족한 감각을 채워서 감각 기능을 부가하는 것도 가능하다.

또한 현실과 가상공간과의 양방향 상호작용을 통해 사용자는 보다 폭넓은 증강현실 체험을 할 수 있다. 앞서 설명한 사실적 증강을 통해 가상 콘텐츠를 현실공간에서 사실감 높게 재현하는 것은 시각 기술 중심의 증강현실이다. 더 중요한 것은 서로 연결된 현실 공간과 가상 공간에서 양방향으로 반응하는 상호작용형 증강콘텐츠와 사용자 인터페이스를 통해서 유비쿼터스 가상현실 응용시스템이 어떤 상호작용 경험을 제공하고 또 향상 시킬 것인가이다. 인터페이스란 상호소통을 할 수 있도록 일시적 또는 영구적인 접근을 목적으로 만들어진 물리적 또는 가상적 매개체를 뜻한다. 즉, 사용자 인터페이스는 사용자가 증강 콘텐츠와 상호작용하는 매개체로써 물리적인 하드웨어와 논리적인 소프트웨어 요소를 모두 포함한다. 좋은 사용자 인터페이스는 사용자가 필요한 요소를 쉽게 찾아 사용하도록 하는 ‘직관성’과 명확하게 의도한 결과를 쉽게 얻어 낼 수 있도록 하는 ‘편의성’을 포함해야 한다. 따라서 증강현실 사용자 인터페이스는 다양한 센서로부터 개별 사용자들의 사용패턴을 파악할 뿐만 아니라 제어 동작, 음성, 터치 등을 지원하여 증강콘텐츠와 보다 자연스러운 실시간 양방향 상호작용을 가능하게 해야 한다.

추가로, 주로 실시간 모델링 및 인식/추적, 시청촉각 실감 정보 증강, 가상과 현실 객체사이의 상호작용 분야에 집중된 증강현실 연구 범위를 증강 콘텐츠를 현장에서 저작하고, 이를 위치기반 서비스 LBS(Location-based Services)나 소셜네트워크 서비스 SNS(Social Network Services)와 연동하여 선택적으로 공유할 수 있도록 하는 등 연구 범위의 확장도 필요하다. 또한, 사용자의 지속적 참여를 지원하기 위해서는 서비스 플랫폼 기술이 함께 제공되어야 한다. 유비쿼터스 가상현실 프레임워크는 가상현실과 현실공간을 융합한 환경에서 사용자들이 지속적으로 콘텐츠를 생산하고 다른 사용자들과 공유할 수 있도록 1) 데스크톱 저작 플랫폼, 2) 모바일 저작 플랫폼, 3) 듀얼 공간 관리기 4) 증강현실 플랫폼 등으로 구성해야한다. 데스크톱 저작 플랫폼은 서비스 제공자들이 콘텐츠를 저작하기 위한 환경을, 모바일 저작 플랫폼은 일반 사용자들이 콘텐츠를 현장에서 즉시 생산하는 환경을, 듀얼 공간 관리기는 이들이 생산하는 콘텐츠를 관리하고 사용자들에게 제공하는 환경을, 그리고 증강현실 플랫폼은 콘텐츠의 소비와 공유 환경을 각각 제공한다. 사용자들은 유비쿼터스 가상현실 프레임워크를 통해 현실공간과 가상공간이 융합된 환경에서 콘텐츠의 생산, 소비, 공유 확대 및 재생산 등의 활동에 지속적으로 참여하여 콘텐츠 생태계를 형성하고 유지

## 5.2. 맥락인지 증강현실

사용자에게 시간, 공간, 사회적으로 관련 있는 서비스와 콘텐츠를 제공하기 위해서는 현재 맥락을 인지(Context-aware)할 수 있어야 한다. 모바일 증강현실에 맥락인지를 접목하는 연구는 맥락인지 모바일 증강현실(CAMAR, Context-aware Mobile Augmented Reality)이라는 개념으로 소개되었다. 맥락인지 모바일 증강현실은 ‘휴대 가능한 개인형 모바일 장치를 통해 사용자 개인의 맥락 정보를 수집, 관리, 활용하여 현실공간이나 대상물에 대한 정보를 사용자의 맥락에 따라서 현실공간에 개인화된 증강, 선택적 공유, 상호작용, 협업 등을 가능하게 하는 기술’로 정의한다. CAMAR는 개인화된 증강현실 정보 제공에 초점이 맞추어져 있는 반면, CAMAR 2.0은 사용자, 환경, 사회적인 상황을 특정 지을 수 있는 정보를 포함하는 통합 맥락을 기반으로 정보를 제공하는 것에 초점이 맞추어져 있다. CAMAR 2.0의 두 가지 큰 특징은 다음과 같다.

### 1) 센서+비전 기반 다양한 크기의 객체를 지원하는 객체 단위의 증강

GPS, 방위각 센서, 가속도 센서 외에 카메라를 통해 분석한 영상 정보, 그리고 사용자, 대상객체, 환경에서 획득한 맥락 정보를 통합적으로 활용한다. 센서 기반 증강현실에 비해 정확도가 높은 공간(LoI: Location-of-Interest) 단위의 증강과, 객체(OoI: Object-of-Interest) 단위의 증강, 그리고 영역(RoI: Region-of-Interest) 단위의 증강을 지원함으로써 모바일 증강현실이 적용되는 대상과 활용 범위를 확장한다.

### 2) 사용자 참여를 통한 증강현실 콘텐츠 생성

모바일 증강현실 사용자가 기존에 등록된 LoI, OoI, RoI를 기반으로 새로운 증강 콘텐츠를 사회적 맥락정보와 매쉬업 개념을 통해 쉽게 생성할 수 있다. 또한 다수 사용자들에 의해 새로운 LoI, OoI, RoI의 학습 및 등록을 가능하게 하여 정적이었던 모바일 증강현실 콘텐츠 생태계를 동적으로 변화시킨다.

### 5.3. 증강휴먼

수십억개의 지능을 가진 스마트 디바이스가 초당 페타비트(Peta bits/sec)로 서로 연결되고 사실감 높은 VR/AR이 일상화된 미래의 사람은 어떤 모습일까? 모든 기능을 컴퓨터에 의존하는 무기력한 중독자의 모습일까? 아니면, VR/AR 기술을 활용하여 육체적, 지적, 사회적 능력을 강화하거나 확장하여 정보, 지식, 경험 등을 공유하고 사회적으로 교류하는 ‘아이언 맨’ 같은 새로운 증강휴먼의 모습일까? 앞서 설명한 낙관적인 전망과 함께 현실세계와 가상세계의 공존에 따른 혼동, 과몰입이나 중독, 사회관계 단절로 나타나는 인간 소외 등의 부작용에 대한 우려도 있다. 인간이 기술을 통제하고 활용할 수 있는 능력을 갖추지 않으면 영화에 등장하는 우려들이 현실화될 수도 있다. 이왕이면, 인간-가상객체-인공물 등이 공존하고 시공간 한계가 사라지는 미래에는 ‘사용자 주도의 눈치 있는(Context-aware) AR/VR’ 기술 활용을 통해 정보, 지식, 경험 등을 공유하고 사회적으로 교류하면서 사용자의 지적, 육체적, 사회적 능력을 확장하는 증강휴먼의 시대가 되도록 준비하고 대응해야 하지 않을까?

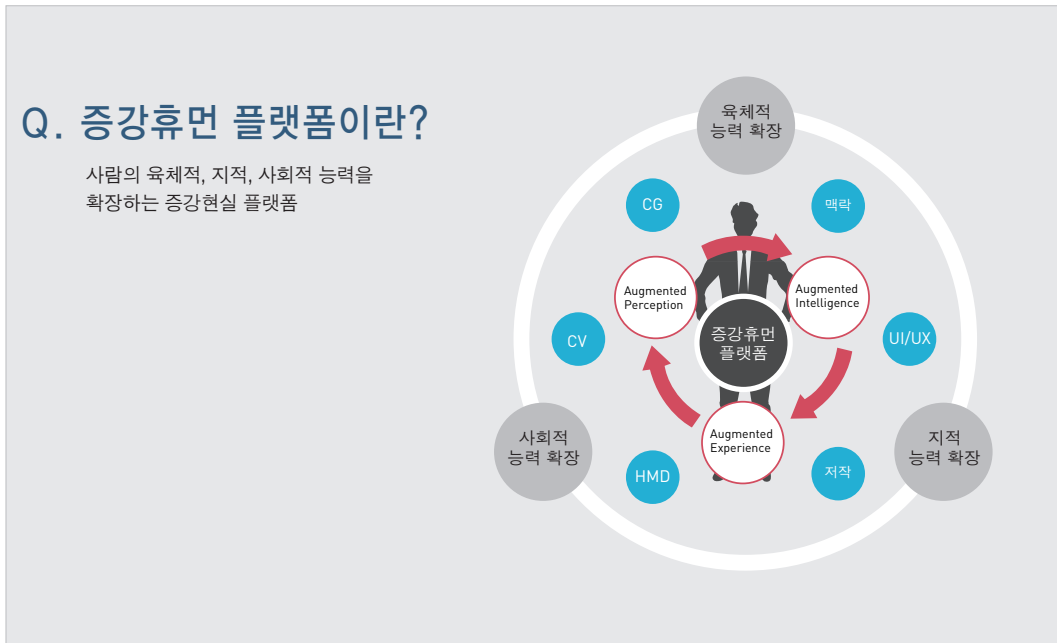


그림 13. 증강휴먼

일반적으로 증강현실이 현실과 가상을 결합하여 현실의 시공간적 확장을 목표로 한다면, 증강휴먼은 현실과 가상이 결합된 공간에서 사람의 육체적, 지적, 사회적 능력의 확장을 목표로 한다. 가까운 미래에는 사용자의 요구 외에도 지식 수준, 경험, 선호도 등을 종합적으로 반영하여 불필요한 정보를 제거하고 재구성하여 직관적으로 이해하고 활용할 수 있는 형태로 관련 정보를 제공할 수 있다. 특히, 사물인터넷과 연동되는 눈치 있는 증강현실을 일상생활 속으로 확산하기 위해서는 다양한 요소 기술의 통합적인 활용이 필요하다. '눈치 있는 증강현실'의 요소 기술은 (i) 모바일 단말의 단점을 극복할 수 있는 안경형 (또는 착용형) 디스플레이, (ii) 현실세계에 가상의 세계를 중첩하기 위한 실시간 사용자 위치 추적, (iii) 관심 객체 인식 및 카메라 자세 추적, (iv) 정량적 자아기반 환경 및 사용자 맥락인지, (v) 3차원 실감 증강 및 지능적 오감 상호작용 등이다. 이러한 요구사항을 통합한 플랫폼이 바로 증강휴먼(Augmented Human) 플랫폼이다.

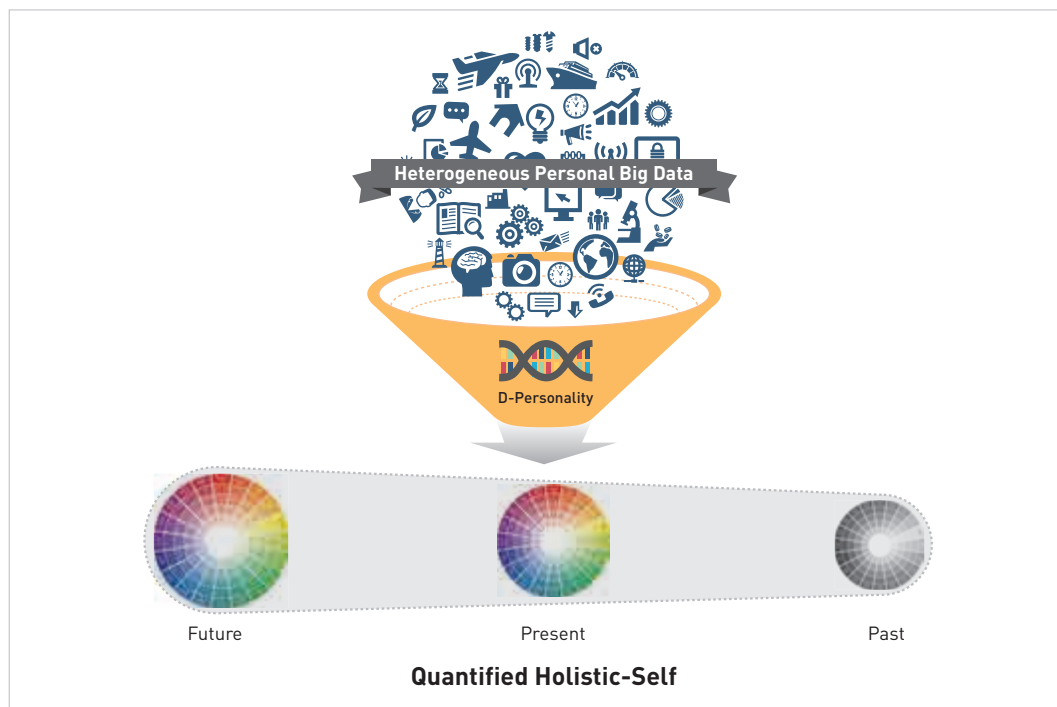


그림 14. 정량적 자아 (Holistic Quantified Self)

증강휴먼의 실현을 위해서는 ‘사용자 중심의 (Human-centered) 눈치 있는 증강현실 (Context-aware AR)’ 이 필요하다. 이를 위해서는 컴퓨터 비전 기술과 실감콘텐츠 기술 외에도 사용자의 총체적 정량적 자아(Holistic Quantified Self)를 바탕으로 환경이나 사용자의 맥락정보를 활용하여 사용자와 대화(Communication)하거나, 다른 에이전트와 협상(Negotiation)하거나, 사용자에게 추천 (Recommendation) 하는 등의 역할을 담당하는 지능형 에이전트(Smart Agent)의 역할이 필요하다. 이때 총체적 정량적 자아는 사용자의 육체적 상태, 감정적 상태, 사회적 관계 상태, 디지털 소비 성향 등을 오랜 시간 축적하고 분석하여 표현할 수 있다. 추가로, 지능적 사물인터넷 (Internet of Things That Think)과 연동하여 환경의 맥락정보를 모으고 해석하면, 사용자의 명시적 또는 묵시적 요구에 대응하여 필요한 정보나 콘텐츠를 즉시 적응적으로 제공하거나 추천할 수도 있고, 사용자의 지적 능력을 확장하는 ‘눈치 있는 지능형 증강현실’ 이 가능하다. 또한, 사회관계망 서비스 (Social Network Services)의 친구 관계 정보와 연동하면 신뢰성 있는 정보를 선택적으로 제공 받을 수도 있다. 또한, 관심 객체나 장소의 인식을 넘어 사람의 얼굴, 표정, 감정 등을 인식하고 추적한다면 대인 관계 등 사회적 능력을 확대할 수도 있다.

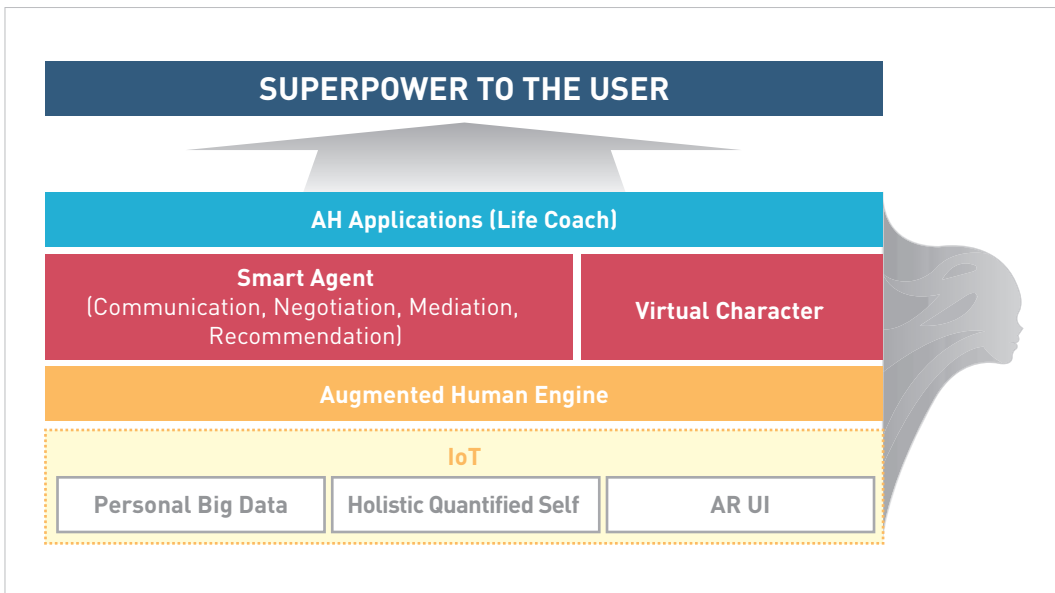


그림 15. 증강휴먼 플랫폼



실시간 사용자 위치와 관심 객체 인식이 증강휴면의 기본적인 핵심 기술이다. 실외 환경에서 ‘눈치 있는 증강현실’은 2차원, 3차원 또는 VR 지도를 기반으로 사용자의 위치를 인식하는데서 출발한다. 사용자 위치 추적을 위해서 실외에서는 자세 센서나 GPS, 나침반 등의 정보를 통해 지도에서 위치를 확인하고 영상처리 및 해석 기술의 결합을 통해 오차를 보정한다. 실내에서는 GPS 정보를 직접 활용하기 어려우므로 유사 GPS와 영상 처리 및 해석 기술을 활용하여 사용자의 위치를 추정한다. 관심 객체의 인식을 위해서는 관심 객체 단위로 특징(Features)을 학습하고 데이터베이스에서 관리해야 한다. 스마트폰의 카메라가 새로운 장면을 향하면 영상으로부터 특징을 추출하고 데이터베이스에 있는 객체 단위 특징과 비교하여 관심 객체를 인식한다.

3차원 공간에서 GPS나 가속도 센서를 이용하여 사용자의 위치나 이동 여부를 파악할 수 있고, 카메라 자세 추적을 통해 현실세계에 가상세계를 덧붙일 수 있다. 현실에 가상을 결합하기 위해 (1) 관심 객체의 인식과 추적을 통해 현실세계의 기준좌표와 가상세계의 기준좌표를 대응시키기, (2) 카메라 또는 센서 정보를 활용하여 카메라의 위치 추정하기, (3) 카메라의 특성을 가상 카메라와 일치시키기 등의 순서로 진행한다. 추가적으로 관성(Inertial), 자기(Magnetic), 음향(Acoustic), 광학(Optical) 등 다양한 센서의 통합적 활용을 통해 정확도를 높임과 동시에 떨림(Jitter)이나 끌림(Drift) 현상을 해결할 수 있다.

사용자 관심의 이동을 파악하기 위해서는 스마트폰의 위치, 포인팅 방향, 카메라 시야각(Field of View), 검색 범위(카메라로부터의 거리) 등의 정보가 필요하다. 위치는 GPS, 포인팅 방향은 나침반, 검색 영역은 카메라 시야각과 검색범위로 결정하여 데이터베이스에서 검색 범위를 특정지역이나 주제로 제한하여 검색 속도와 정확성을 높일 수 있다. 환경의 상황, 사용자의 명시적 요구나 묵시적 필요 등 맥락정보를 인지하고 활용한다면 더욱 정교한 정보 검색이 가능하다. 일반적으로 사용자의 상황은 내장된 센서나 환경의 센서 정보를 통합적으로 해석하여 5W1H(Who, When, Where, What, Why, How)를 활용하여 파악할 수 있다.

증강휴면에서 3차원 실감증강을 위해서는 카메라 움직임, 현실공간의 조명, 그림자 등을 종합적으로 고려해야 한다. 3차원 CG의 경우는 현실세계에서 빛의 변화를 가상객체나 현실 환경에 실시간으로 반영해야 한다. 특히 빛의 변화가 큰 야외에서는 실시간 광원 추적과 날씨 변화 감지를 통해

음영과 그림자를 실시간에 렌더링 해야 한다. 현실 속에 3차원 CG를 결합하기 위해서는 가림(Occlusion) 현상을 고려한 가상객체와 음영 및 그림자 렌더링이 필요하다. 또한 카메라나 관심 객체의 움직임을 반영한 가상객체 렌더링도 필요하며 카메라 렌즈의 떨림이나 손 떨림 보정의 구분도 필요하다.

증강휴먼 즉, '눈치 있는 증강현실'을 제대로 활용하기 위해서는 새로운 형태의 상호작용 인터페이스가 필요하다. 안경을 착용하고 이동하면서 사용하기에는 기존의 키보드나 마우스는 많은 제약이 따른다. 현실의 장소나 객체를 매개로 정보나 콘텐츠를 제시하므로 기존의 키보드나 마우스 대신 스마트 기기에 내장된 센서를 사용하여 눈동자, 얼굴, 몸 등의 움직임 패턴을 상호작용에 활용하거나 음성인식을 인터페이스로 활용해야 한다. 스마트폰의 움직임에 맞추어 증강 콘텐츠가 반응하도록 하거나, 손과 몸을 이용하여 자연스러운 상호작용을 할 수도 있다. 앞서 설명한대로 명시적 요구나 직접적인 명령 외에도 환경의 상황, 사용자의 묵시적 필요 등 맥락정보를 인지하고 활용한다면 지능형 인터페이스를 통해 더욱 더 직관적인 상호작용이 가능하다. 스마트폰이나 착용형 디스플레이의 카메라가 바라보는 방향에 맞추어 증강 캐릭터의 고개를 돌리게 할 수 있고 '마이네리티 리포트'의 톰 크루즈나 '아이언맨'의 토니 스타크처럼 맨손 및 음성을 사용하는 새로운 상호작용 방식 또한 가능하다.

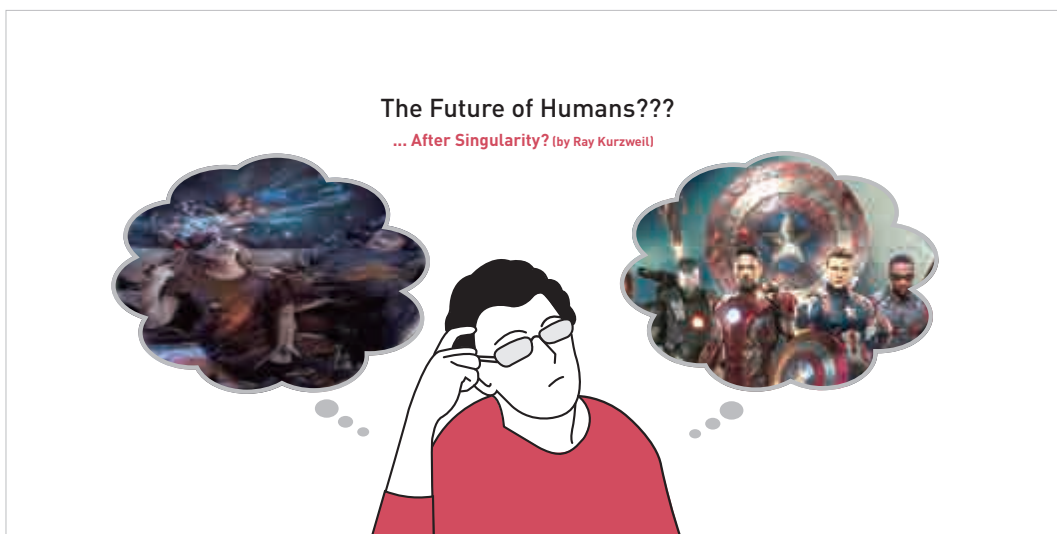


그림 16. 휴먼의 미래

## 5.4. 응용

엘론 머스크는 "미래 인류가 가상 세계가 아닌 진짜 현실에서 살 확률은 10억분의 1에 불과하다"고 전망하고 있다. 그렇다면, 현실과 가상의 구분이 모호해지고, VR/AR이 일상화된 미래는 어떤 모습일까? 현실과 가상이 공존하고 AI와 연결된 현실의 모든 것(IoT 또는 IoE)이 스마트 폰 뿐만이 아니라, 스마트 안경이나 의복 또는 신체에 부착되거나 내장된 스마트 기기와 결합하면 시공간의 한계가 사라지고 사람들의 능력 확장이 가능하게 된다. 예를 들면, 안경을 착용함으로써 시력을 높일 수 있듯이 VR/AR 안경을 쓰면 다양한 공간을 중첩할 수 있고, 관련 정보나 콘텐츠를 추가적으로 증강하여 사람의 육체적 또는 지적 능력을 극대화할 수 있다. 또한, 물리적으로 멀리 떨어져있는 가족, 친구, 동료 등을 내 눈 앞으로 직접 불러와 보다 실감나고 현장감 넘치는 놀이, 교육, 회의, 교류, 협력 등을 가능하게 하여 사회적 능력을 확장할 것이다. 의료 분야에서 VR/AR을 통해 고소·비행·거미 등에 대한 공포증 같은 불안장애나 외상 후 스트레스(PTSD)를 치료할 수도 있고, 다양한 수술과정을 교육할 수도 있다. 또한 우주 등 직접 갈 수 없는 곳을 가거나 할 수 없는 일을 하는 다양한 응용도 가능하다. 뿐만 아니라, 환경이나 방재 등에도 활용 가능하다. 대기 오염이나 방사능 오염의 농도, 지진이나 수해의 피해 상황을 현실 세계에 증강하여 관련자들이 최적의 판단을 할 수 있도록 지원하고, 동시에 결정된 내용을 일반 사용자들이 직관적으로 이해할 수 있도록 제공할 수 있다. 지진이나 화재의 경우, 가상의 화염이나 연기, 사람들의 피난 행동 등 예측 시뮬레이션 결과를 현실세계에서 증강하여 소방관의 활동이나 일반인 피난유도 훈련에 활용할 수 있다. 태풍이나 홍수 등의 풍수해의 경우, 침수, 단전, 정전 등을 예측하여 피난을 유도할 수 있다. 그 외에도, 신종 인플루엔자 등의 전염병 등의 재난 상황에서 확산 경로 예측 등을 현실세계에 직접 재현할 수도 있고, 대응책을 직접 제시하거나 마련하여 대피 유도에 유용하게 활용할 수도 있다. 실제로 재난이 발생한 경우에도 현지에서 센싱하고 분석한 정보와 함께 SNS 정보를 통합적으로 활용하여 사용자의 대응능력을 확장할 수 있다.



그림 17. 가상과 현실이 공존하는 미래의 실감교류기술 응용 사례 [14]

증강휴먼 플랫폼을 통해 의미 있는 정보나 가상 콘텐츠를 증강하기 위해서는 추가적으로 다음과 같은 노력이 필요하다. 먼저, 관련 기술의 발전과 함께 광범위한 공공 콘텐츠 DB의 개방 및 활용이 필요하다. 이를 바탕으로, 사용자와 콘텐츠/서비스 사업자가 함께 지속적으로 증강콘텐츠의 생산, 소비 및 재활용을 통한 갱신에 참여하여야 한다. 뿐만 아니라, 증강 콘텐츠의 개인화 및 사회적 맥락에 따른 선택적 공유기능 강화가 필요하다. 이러한 증강 콘텐츠의 생성, 소비, 재활용을 통한 갱신의 선순환 구조를 통해 지속발전 가능한 증강휴먼 생태계 조성이 가능할 것이다.

## 6. 맺는말

가상현실과 증강현실은 사물인터넷 (Internet of Things, IoT), 빅데이터 (Big Data), 인공지능 (Artificial Intelligence, AI) 등의 관련 기술과 함께 초연결 · 초지능 · 초실감 미래 사회에서 4차 산업혁명을 주도할 핵심 기술이자 새로운 미디어로 인정받고 있다. 나아가 콘텐츠-플랫폼-네트워크-디바이스 (CPND: Content, Platform, Network, Device) 전반에 걸쳐 신시장을 창출할 것으로 기대를 모으고 있다. 특히, IoT, 빅데이터, AI, 실감콘텐츠, 실감 상호작용 등 관련 기반기술의 동반 활용이 예상되는 2020년 경에는 군사, 의료, 제조, 재난, 교육과 훈련 외에도 광고, 커머스, 게임과 놀이, 문화유산, 전시, 공연, 관광, 스포츠, 등 일상생활 속으로 확산되고, 변화하는 환경이나 상황에 따라 적응적으로 개인화된 정보나 콘텐츠를 제공하는 지능형 서비스를 통해 삶의 질 향상에도 기여할 것으로 기대를 모으고 있다. 이러한 기술적 트렌드에 따라 최근 IT 선진 기업들이 앞 다투어 VR/AR 시대를 공격적으로 대비하고 있다. 특히, 해외에서는 페이스북, 마이크로소프트, 구글, 애플 등을 중심으로 VR/AR 생태계 구축을 위한 다양한 협업이 이루어지는 중이다. 한국에서는 주로 한국전자통신연구원 (ETRI), 한국과학기술연구원 (KIST) 등의 정부 출연연구소와 KAIST UVR연구실을 포함한 대학 개별연구실을 중심으로 산발적으로 대응해왔다.

VR/AR이 만들고 있는 미래의 변화를 어떻게 대비해야 할까? 급변하는 기술 수준과 수요에 효과적으로 대응하고 미래시장을 선점할 발판을 만들기 위해서는 국가적 차원의 지원과 좀 더 체계적인 산학연과의 공동대응이 필요하다. 상대적으로 인적, 물적 교류가 자유로운 대학이나 제3의 지역에 일몰형 ‘(가칭) 증강휴먼연구소’를 설립하고 이를 산학연 연구 교류의 구심점이자 국제적인 공동연구의 허브로 삼아 공동 대응할 필요가 있다. 공동연구소에서는 맥락인지 VR/AR 분야의 국내의 우수한 산학연 연구 인력을 유치하고 교육하고 유지하여 원천기술 및 특허를 확보하고 향후 공동 활용할 수 있도록 해야 한다. VR/AR의 일상적인 활용과 증강휴먼 지원을 위해서는 현실세계 인지 및 모델링, 실감콘텐츠 제작, 실감 상호작용 및 협업, 혼합현실 체험, 맥락인지와 지능 에이전트 등을 위한 SW/HW 핵심 기술의 통합적 연구가 우선 필요하다. 그리고, 스마트 I/O 디바이

스, 서비스 플랫폼, 네트워크, AI, IoT, 빅데이터, 로봇, 자율 주행, 등의 관련 기술을 증강휴먼 플랫폼의 관점에서 연계 활용도 필요하다. 나아가, VR/AR 산업 생태계가 만들어지고 활성화 되기 위해서는 CPND의 통합적인 표준화, 서비스 BM 개발, 서비스 기반 구축, 실증 등도 필요하다. 뿐만 아니라, 인지 부조화에 따른 멀미 등 사용시 안정성 검증이나, 과몰입, 중독, 가상과 현실의 혼동으로 인한 사회적 문제 (사회적 고립/소외, 리셋/리플리 증후군 등) 예방에 대한 연구도 필요하다. 이를 위해서는 전자, 전산, 기계, 인간공학, 디자인, 문화기술, 심리, 정보과학 등의 다양한 분야를 아우르는 융합연구를 진행해야 한다. 최근 삼성-SKT-네이버-KAIST를 중심으로 시작한 공동연구소 설립 노력이 모범적인 산학연 공동연구의 첫걸음이 되기를 기대한다.

## 우운택

Woo, Woontack

### 학 력

- University of Southern California 전기전자공학과 박사
- POSTECH 전자전기공학과 석사
- 경북대학교 전자공학과 학사

### 경 력

- 現) KAIST 문화기술대학원 교수
- 前) GIST 문화콘텐츠기술연구소 소장
- 前) GIST 정보통신공학부 교수
- 前) ATR, Japan 초빙 연구원
- 前) 삼성전자 연구원

## 참고문헌

---

1. 우운택, 경희대 대학원보 202호 [과학학술 : 증강현실] 증강현실에서 증강휴먼으로!
2. 우운택, 한국인터넷진흥원 KISA Report 2015년 8월호
3. 우운택, 한국산업기술평가관리원 '이달의 신기술' 9월호
4. 가트너 Hype Cycle: <http://goo.gl/xaCwtd>
5. Digi-Capital Report: <http://goo.gl/YxYiD3>
6. 우운택, 이민경, “증강현실 기술 연구 동향 및 전망”, 정보처리학회지, 제11권 제1호, pp.29-40, 2004년 1월호
7. 서영정, 이영호, 우운택, “유비쿼터스 컴퓨팅에서의 가상현실과 상호작용,” 정보과학회지 제24권 제12호, pp. 72-83, 2006년 12월호
8. 이영호, 김기영, 신춘성, 우운택, “유비쿼터스 가상현실에서 디지로그형 u-콘텐츠 기술동향 및 응용”, 정보과학회지, 제26권 제12호, pp.6-17, 2008년 12월호
9. 이영호, 신춘성, 하태진, 우운택, “스마트 환경을 위한 유비쿼터스 가상현실 구현기술 및 응용,” 한국멀티미디어 학회지 제13권 제3호, pp. 1-11, 2009년 9월호
10. 신춘성, 오유수, 서영정, 윤효석, 우운택, “모바일 증강현실 서비스 동향과 지속 가능한 콘텐츠 생태계 전망”, 정보과학회지, 제28권 제6호, pp.43-50, 2010년 6월호
11. 강창구, 하태진, 오유수, 우운택, “유비쿼터스 가상현실 구현을 위한 증강현실 콘텐츠 기술과 응용,” 전자공학회지 제38권 제6호, pp.449-455, 2011년 6월호
12. Smart Glasses Market Report 2015: <http://www.augmentedreality.org/#!smartglassesreport/c88h>
13. 실감교류인체감응솔루션 연구단 <http://www.chic.re.kr/>

## 국가 R&D 현황 분석

최근 3년간(2011~2013년) 증강 현실/가상 현실과 관련된 연구개발사업을 분석해보았다.

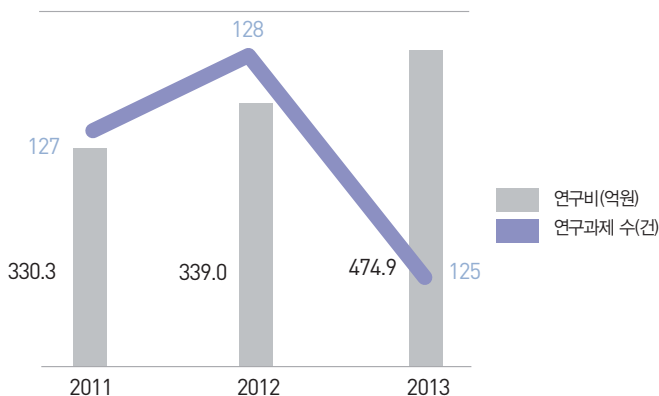
### | 과제 선별 기준 |

연구 요약문 내 (증강현실) or (증강 현실) or(가상현실) or (가상 현실) 연구 키워드 내 (AR) or (VR)

분석 결과 최근 3년간 총 380건의 과제에 1,204억원의 연구비가 투자됨

- 연구과제 수는 거의 일정하게 유지되었지만, 연구비는 큰 폭으로 증가하고 있는 것으로 사료됨
  - 과제 수는 일정한 수준을 유지하였지만, 연구비가 크게 증가한 것으로 보았을 때 가상 현실/증강 현실의 기술 수준이 높아지면서 개별 과제의 규모가 지속적으로 커지고 있는 것으로 나타남
- 최근 급증하고 있는 증강현실과 가상현실에 대한 사회적 관심으로 인하여 투자는 더욱 늘어날 것으로 예상됨

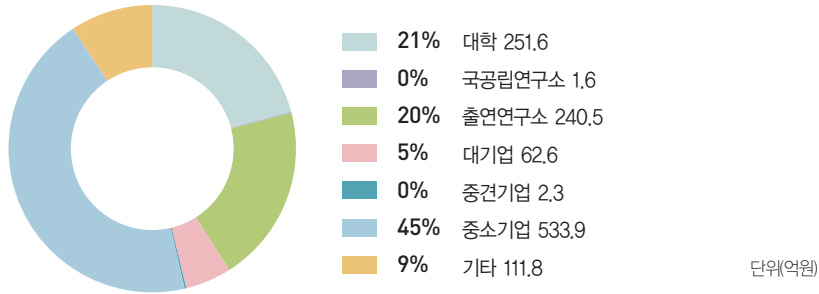
연도별 연구비와  
연구과제 건수



**연구수행주체** 가상현실/증강현실에 대한 연구는 기업들을 중심으로 주도적으로 이루어졌으며, 이들의 연구 개발을 뒷받침 하기 위한 대학과 출연연구소의 연구 또한 활발히 이루어지고 있는 것으로 나타남

- 중소기업(534억원, 45%)을 중심으로 가상현실/증강현실 기술을 실질적으로 생활 속에서 사용할 수 있는 실용화 연구개발이 이루어지고 있음을 간접적으로 알 수 있음
  - 대학과 출연연의 경우에도 차세대 가상/증강 현실 기술 개발을 목적으로 활발한 연구개발이 이루어지고 있는 것으로 나타남

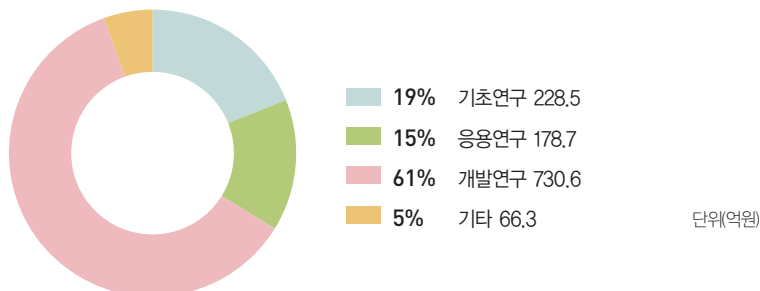




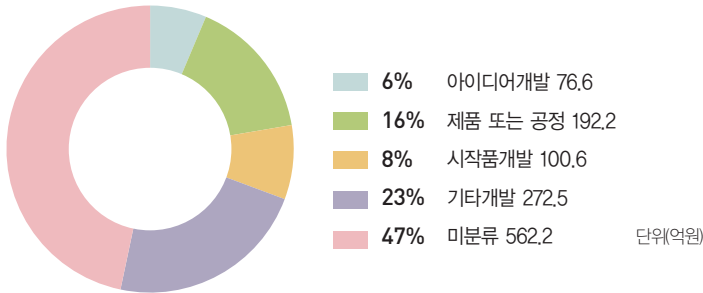
**연구수준** 가상/증강현실 관련 연구는 개발 단계에 집중되어 연구가 이루어지고 있는 것으로 나타남

- 개발단계별로는 개발연구가 61%로 가장 많았고, 가상/증강 현실 기술을 바탕으로 다른 분야에 응용하려는 기초/응용 연구가 19%와 15%로 나타남
  - 가상/증강현실은 현재 산업적으로 많은 관심을 받고 있는데 이는 과거의 개발연구를 중심으로 활발히 연구가 이루어졌기 때문이라 판단됨
  - 더구나 지금의 가상/증강현실을 넘는 새로운 차세대 기술 개발을 위한 기초연구는 물론 기존의 가상/증강현실을 다양한 분야에서 활용하고자 하는 응용연구 또한 활발히 이루어지고 있는 만큼 앞으로 그 성장 가능성은 더 클 것으로 예상됨
- 연구개발성격 측면에서는 미분류(47%)와 기타개발(23%)이 높게 나타났는데, 이는 가상/증강현실 기술의 특성 상 어떠한 제품 형태가 아닌 소프트웨어 중심의 기술이기 때문에 이러한 현상이 나타난 것으로 사료됨
- 연구개발단계와는 달리 기술수명주기적 측면에서는 도입기(27%)와 성장기(28%)로 보는 연구가 많았고, 성숙기의 연구는 5%에 지나지 않았음.
  - 이는 기술의 성숙도는 개발단계 수준까지 와 있으나 이제 막 연구개발이 활발히 이루어지고 있는 분야인 만큼 앞으로의 기술 성장 가능성이 그만큼 높다는 뜻으로 해석됨

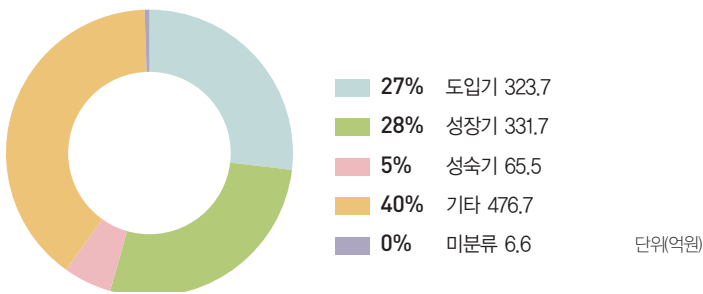
**연구개발단계**



### 연구개발성격

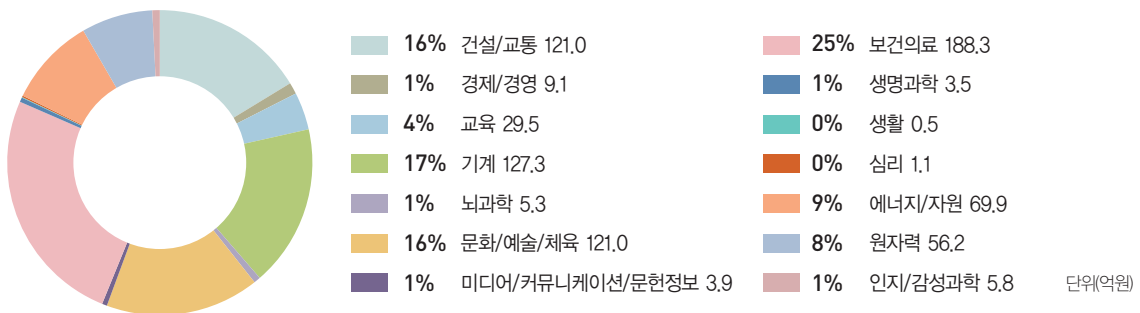


### 기술수명주기

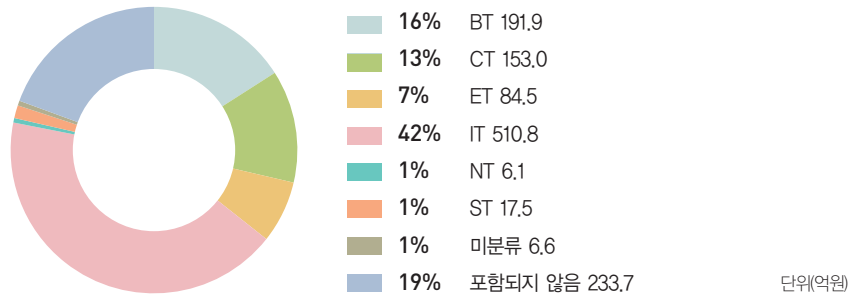


**연구분야** 국가과학기술표준분류와 미래유망 신기술분류(6T), 국가기술지도분류(NTRM)를 분석한 결과 굉장히 다양한 분야에서 골고루 연구가 이루어지고 있는 것으로 나타남

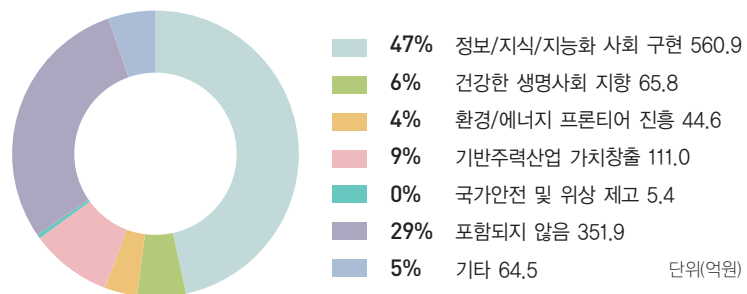
### 연구분야 [국가과학기술표준분류]



연구분야 [6T]



연구분야 [NTRM]



- 보건/의료(25%), 기계(17%), 문화/예술/체육(16%), 건설/교통(16%) 분야에서 상당히 많은 연구가 이루어지고 있는 것으로 나타남
  - 연구가 이루어지고 있는 분야간의 상관관계가 적은 만큼 가상/증강현실 기술이 얼마나 다양한 분야에서 연구개발이 이루어질 수 있으며 그 가능성이 얼마나 큰지를 간접적으로 시사함
- 6T 기준에서는 아무래도 가상/증강현실을 구현하기 위한 IT 분야가 42%로 가장 높게 나타났으나, 이를 활용 응용하는 분야라고 할 수 있는 BT(16%,192억원), CT(13%153억원), ET(7%, 85억원) 분야에서도 활발한 연구가 이루어지고 있는 것으로 나타남
  - 이는 가상/증강현실을 구현하기 위한 기술 개발과 이를 활용 응용하는 분야의 연구가 동시 다발적으로 이루어지고 있다는 것으로 해석이 가능함
- NTRM 분석 결과는 정보/지식/지능화 사회 구현(561억원, 47%)를 중심으로 연구가 이루어지고 있는 것으로 나타났으나, 이 또한 건강한 생명사회 지향(66억원), 환경/에너지 프론티어 진흥(45억원), 기반 주력 산업 가치 창출(111억원)을 위해서도 많은 연구가 이루어짐을 확인할 수 있음

# 보이지 않는 위험 PERMISSION

:경고 인터페이스를 통한 사용자 편의성 / 보안성 개선 방법에 대하여

✉ 국가보안기술연구소 강진아 연구원(4558kang@gmail.com)



**CYBER  
SECURITY**

**DATA  
PROTECTION**

**INFORMATION  
PRIVACY**

## 서론

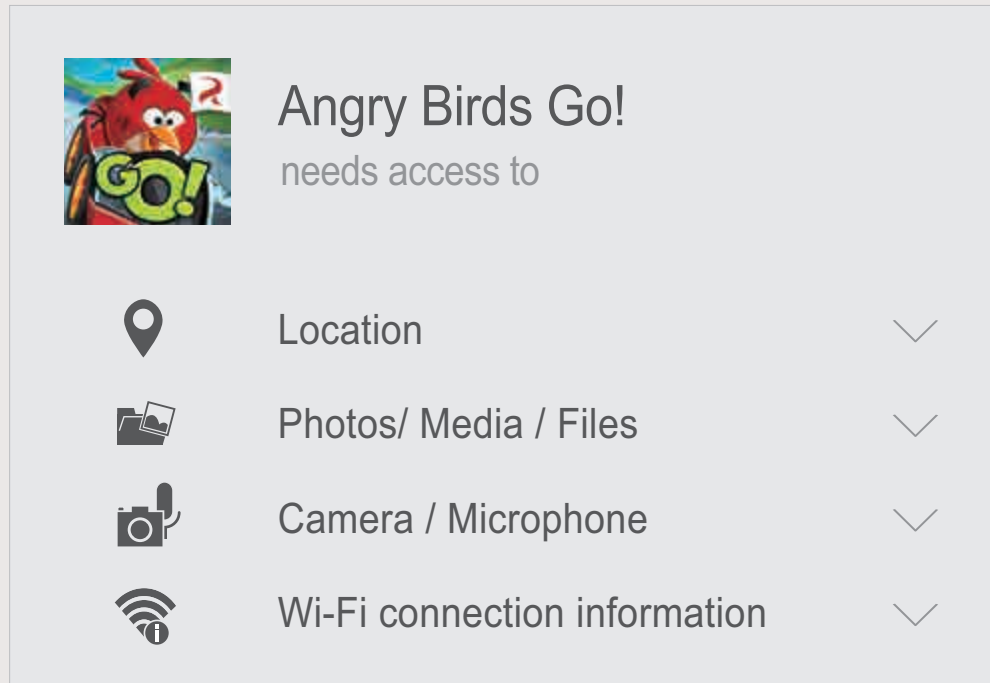


그림 1. 앵그리 버드 설치 시 제공되는 퍼미션 정보 창

다음과 같은 화면을 본적이 있는가? 이는 2015년 큰 인기를 끌었던 앵그리 버드 설치 시 제공되는 퍼미션 정보 제공 창이다. 실제로 이 화면을 본 기억은 있어도 꼼꼼히 읽은 사람들은 극히 드물 것이다. 더욱이 게임 설치 및 실행을 위해, 다들 아래에 있는 ‘동의’ 버튼을 누르기 급급했을 것이다. 당장 게임을 해야하는 데 퍼미션 정보가 대수일까.

하지만 ‘동의’ 버튼을 누름으로써, 사용자는 해당 애플리케이션에게 여러 가지 접근 권한을 주게 된다. 우선 휴대폰의 장소를 조회할 수 있는 기능(location), 휴대폰에 저장되어 있는 사진과 파일에 대한 접근 권한(Photo/Media/Files), 카메라와 녹음기 사용권한(Camera/Microphone), 그리고 Wifi 연결 정보(Wifi connection)를 해당 애플리케이션에게 제공하게 되는 것이다. 물론 앵그리 버드는 유명한 애플리케이션이고, 이들 권한을 남용할 가능성은 없겠지만, 만약 우리가 피싱(phishing)에 걸려 말웨어(malware)를 설치

하였다고 가정해 보자. 휴대폰에 있는 사진과 파일에 대한 접근 권한을 사용자가 허용함으로써 휴대폰에 저장되어 있는 사용자의 개인정보가 모조리 유출될 수도 있는 것이다.

하지만, 사용자가 새로운 애플리케이션을 설치할 때마다, 모든 권한을 확인하고 설치할 수도 없는 노릇이다. 각각의 항목을 확인하기 위해서는 5분 이상이 소요될 것이며 이를 감안하고도 새로운 애플리케이션을 시도할 사용자는 없을 것이다. 다시 말하면 자신의 휴대폰을 안전하게 관리하는 보안성(Security)과 애플리케이션을 사용하는 데 있어서의 편의성(Usability)는 서로 상충되는 개념이며, 이들을 동시에 완전히 만족시키기는 힘들다는 것이다. 본 리뷰에서는 편의성과 보안성에 대한 개념과 이들을 증대시키기 위한 경고 인터페이스에 대하여 다루고자 한다.

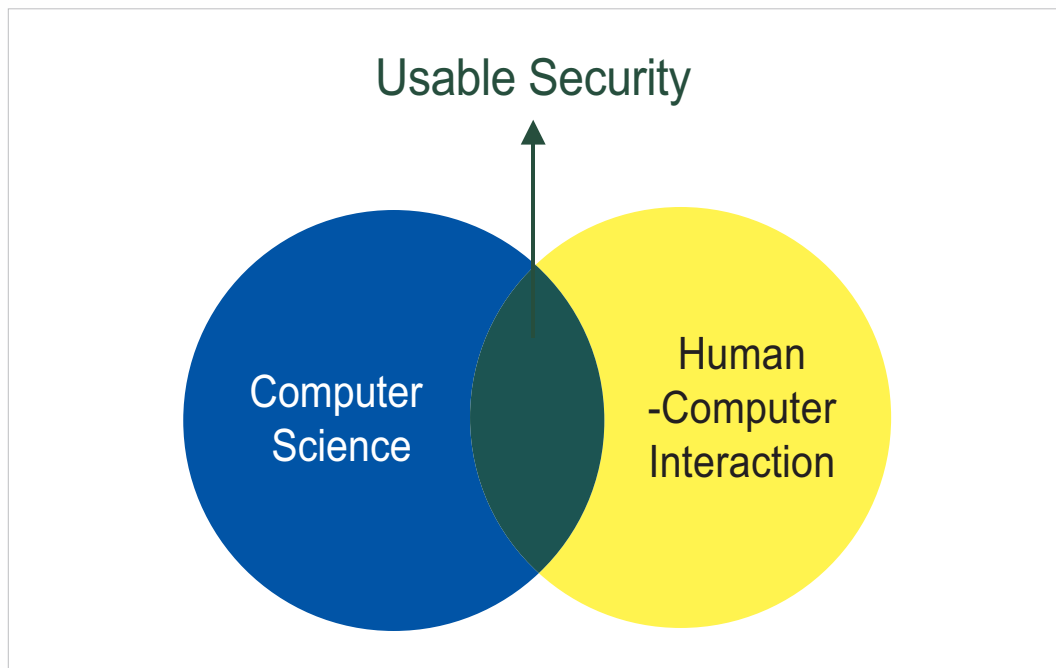


그림 2. Usable Security의 개념


## 1. 편의성 (Usability)과 보안성 (Security)

현대 사회에서 융합이라는 단어가 이슈화가 되면서 연구분야에서도 활발한 융합이 이루어지고 있다. 디지털 보안 연구 분야에서도 단말을 사용하는 사용자에게 보다 친숙하면서도 보안적인 측면을 강화할 수 있는 편의성과 보안성에 대한 융합 연구들이 활발하게 진행되고 있다. 이러한 분야를 Usable Security 라고 한다(그림2). 자세히 설명하자면 사용자들에게 보안이라는 것은 지켜야 할 의무 사항 및 강제성이 있는 규제로만 인식 되지 않도록, 편의성(Usability)을 고려하면서 보안성(Security)을 갖춘 것을 의미한다.

Usable Security에서 문제점에 대한 접근이나 해결책에 대한 효과를 주로 User Study라는 것을 통해서 증명한다. User Study란, 문제점에 대해서 사용자들이 심리적으로 어떻게 느끼는지 사용자 친화적인 방법(설문조사, 인터뷰 등)을 통해서 사용자들의 심리들을 구체화하는 것을 의미한다. 조사 품의 크기에 따라 소규모로 실험자들을 모집하여 실험하는 lab 실험과 대규모로 하는 online 실험으로 나눌 수 있다. 그래서 대규모의 User Study를 진행하기에 앞서, 소규모의 User Study를 통해 오류를 찾고, 절차상의 문제 및 실험에 대한 논리성 등을 보완한다. 그리고 좀 더 명확하게 실험자들의 사고 방식을 알기 위해서 인터뷰 방식을 추가하기도 한다.

Please read the application description carefully and answer the questions below.

**App Name: Toss it**



Toss a ball of crumpled paper into a waste bin. Surprisingly addictive! Join the MILLIONS of Android gamers already playing Toss It, the most addictive casual game on the market -- FREE!

- Simple yet challenging game play: toss paper balls into a trash can, but don't forget to account for the wind!
- Challenge your friends to a multiplayer game with Scoreloop
- Toss that paper through 9 unique levels -- you can even throw an iPhone!
- Glob And if you like Toss It, check out these other free games from myYearbook: - Tic Tac Toe LIVE! - aiMinesweeper (Minesweeper) - Line of 4 (multiplayer game like Connect Four)

---

1. Have you used this app before? **(required)**

Yes  No

2. What category do you think this mobile app should belong to? **(required)**

Game  Application  Book, music or video

**The Expectation Condition** OR **The Purpose Condition**

Please provide any comments of this app you may have below.

---

3. Suppose you have installed Toss it on your Android device, would you expect it to access your **precise location**? **(required)**

Yes  No

---

Toss it does access users' precise **location information**.

4. Could you think of any reason(s) why this app would need to access this information? **(required)**

precise location is necessary for this app to serve its major functionality.

precise location is used for target advertisement or market analysis.

precise location is used to tag photos or other data generated by this app.

precise location is used to share among your friends or people in your social network.

other reason(s), please specify

I cannot think of any reason.

5. Do you feel comfortable letting this app access your **precise location**? **(required)**

Very comfortable

Somewhat comfortable

Somewhat uncomfortable

Very uncomfortable

---

Based on our analysis, Toss it accesses user's **precise location information for targeted advertising**.

3. Suppose you have installed Toss it on your Android device, do you feel comfortable letting it access your **precise location**? **(required)**

Very comfortable

Somewhat comfortable

Somewhat uncomfortable

Very uncomfortable

그림 3. 사용자들의 Mental model을 분석하기 위한 Usable Security의 설문양식 예제

Usable Security에 대한 연구는 주로 2012년부터 미국의 Carnegie Mellon University의 CUPS(CyLab Usable Privacy and Security Lab)와 UC Berkeley에서 연구가 진행 되고 있다. 과거에는 Computer Security에 대한 사용자들의 생각을 구체화 하는 실험들을 진행했으나, 최근에는 모바일 보안(Mobile Security)에 대해서 사용자들의 생각을 연구하고 있다. 예를 들면, 안드로이드 애플리케이션에 대해 분석하는 Tool들은 많이 개발되어 왔지만, 그런 Tool들이 애플리케이션이 요구하는 정보가 합법적인지 판단할 수는 없기 때문에 Lin 등은 안드로이드 애플리케이션에 대해서 사용자들이 Privacy를 어떻게 생각하는지 User Study를 통해 실험하였



다<sup>2</sup>. 그들은 그림3과 같이 설문양식을 구성하여, Amazon의 Mechanical Turk에서 대규모로 설문조사를 진행하였다. 사용자들의 사고를 구체화 할 수 있기에 이를 Mental Model이라 불리는 이 설문을 토대로, Jialiu Lin 등은 민감한 리소스(Resource)에 대해서 4가지 타입을 구분, 정의하였다 (Device ID, Contact List, Network Location, GPS Location)<sup>2,3</sup>. 약 5,300개의 응답지를 분석 한 결과, 실험자의 약 20%만이 애플리케이션이 접근 가능한 리소스(resource)를 정확하게 예측하였고, 이러한 접근이 안전하지 않다고 응답하였다<sup>2</sup>. 반면, 대부분의 실험자들은 애플리케이션이 어떤 이유로 리소스에 접근하려는지 설명하지 못하였다.

사용자들이 해당 퍼미션에 대해 정확하게 숙지 하지 못한데 비해, 실험자들은 애플리케이션이 어떤 정보를 왜 요구하는지 알고 싶어하는 특성은 확연히 드러났다. 특히 전자기기 사용에 취약한 여성들의 경우, 179 중 27명의 여성은 특정 애플리케이션을 좋아하지만, 불필요한 정보를 요구하기 때문에 삭제한다고 응답하였으며, 92명의 여성은 특정 애플리케이션이 민감한 정보를 가져가는 것을 안다면 설치하지 않는다고 응답하였다<sup>2</sup>. 그러므로 사용자들에게 단순히 민감한 정보들에 대한 공지만 하는 것이 아니라 민감한 정보를 요구하는 근거를 어떻게 효과적으로 공지할 것인지에 대해서도 심도 있게 연구하는 것이 필요하다.

이를 해결하기 위한 Usable Security 연구의 가장 좋은 예는 모바일과 웹 브라우저에서 볼 수 있는 사용자 경고 인터페이스이다. 사용자 경고 인터페이스란, 모바일 및 온라인 상에서 사용자에게 위협이 되는 요소들을 경고 메시지 등으로 공지해주는 것들을 뜻한다. 그래서 이와 같은 경고 인터페이스가 얼마나 효과적인지에 대한 연구들도 현재 활발히 진행되고 있다.

본 리뷰에서는 Usable Security 중에서 위에 언급한 경고 인터페이스(Warning Interface)에 대한 연구동향들을 살펴보고, 현재 안드로이드에서 지원해주는 경고 인터페이스에 대한 문제점 및 해결방안들에 대해 중점적으로 살펴보고자 한다.

## 2. 웹 브라우저에서의 경고 인터페이스 (Warning Interface)

웹 브라우저에서 사용자들의 개인 정보들을 불법적으로 획득하는 방법으로는 피싱(phishing)과 악성코드(malware)가 있다. 피싱은 사용자가 접속하고자 하는 특정 사이트와 유사한 외관을 가진 페이지를 만들어서 사용자의 접근을 유도하여 개인정보들을 악의적으로 획득하는 방법을 말한다. 한 예로 현재도 성행하고 있는 은행 보안 카드 번호 획득을 위한 피싱 사이트가 있다. 이 페이지에서는 실제 인터넷 뱅킹과 거의 유사한 웹 페이지를 만들어 사용자들이 자신의 은행 보안 카드 번호를 제공하도록 만든다. 악성 코드는 사용자가 PC나 스마트 폰 상에서 특정 행동을 했을 때, 악성 코드가 실행되어 개인 정보 탈취 및 특정한 이상 행동을 발생시킨다. 예를 들어, 이메일을 열었을 때 혹은 웹 브라우저를 열었을 때 사용자 몰래 어떤 파일이 전송되는 등의 방식을 통해 악성 코드가 실행되도록 하는 것이다.



그림 4. Google의 chrome 브라우저에서 제공하고 있는 경고 인터페이스

이러한 공격들에 피해를 줄이기 위해서 웹 브라우저가 사용하는 경고 인터페이스는 사용자가 접속한 페이지의 위험성을 알려주고 있다. 예를 들어 Google의 Chrome 웹 브라우저, 모질라의 FireFox 웹브라우저는 악성코드 및 피싱 사이트를 사용자들이 확인할 수 있도록 지원하고 있다<sup>4</sup>(그림4)

이런 경고 메시지는 오로지 사용자들에게 해당 웹 페이지의 위험성을 공지만 할 뿐이지만 웹 브라우저에서 지원하는 경고 메시지가 사용자들이 악성 웹 브라우저에 방문하는 것을 방지하는 데에 효과적임이 연구를 통해 밝혀지기도 하였다<sup>5</sup>. 특히, 구글 Chrome의 피싱과 악성코드 경고 메시지에 대해 각각 18%, 23.2%이 무조건적으로 신뢰하고 해당 경고를 받아들이며 웹 페이지에 접속하지 않음이 드러났다. 파이어 폭스의 SSL에 대한 경고 메시지는 31.6%의 사용자들이 무조건적으로 받아들였으며 이는 구글 Chrome에 비해 높은 수치를 기록했다<sup>5</sup>. 물론, 해당 경고 메시지를 통해 웹 페이지에 접속하는 데 필요한 응답 단계를 추가하는 것은 사용자들에게 번거로움을 줄 수도 있지만, 동시에 위험성에 대한 인지를 줄 수도 있다. 그러므로 경고 메시지를 어떻게 구성하여 사용자들이 무시하지 않고, 효율적인 경고 인터페이스를 제안할 수 있는지에 대한 연구가 끊임없이 이어지고 있다.

### 3. 비밀번호에 관한 경고 인터페이스(Warning Interface)

최근 개인 정보 노출에 대한 심각성이 대두되면서 웹 브라우저 및 스마트 폰의 애플리케이션에서는 사용자 인증을 위해 비밀번호를 사용한다. 하지만 비밀번호를 생성하였다고 해서 개인 정보 노출에 안전하다는 것은 아니다. 비밀번호 예측 공격을 통해서 효과적으로 비밀번호를 예측할 수 있는 방법 또한 많이 개발되었기 때문이다. 그래서 사용자 입장에서는 비밀번호는 공격자로부터 좀 더 안전하면서 기억하기에 용이한 것으로 비밀번호를 생성하는 것이 가장 이상적이다.

하지만 사용자의 노력뿐만 아니라 시스템적으로도 사용자에게 안전한 비밀번호를 만들 수 있도록 독려할 필요가 있다. 그래서 웹 페이지들은 계정 생성 시, 비밀번호 구성 정책이라는 것을 지정하여 해당 정책이 모두 만족되었을 때 비밀번호가 생성될 수 있도록 지원하고 있다. 예를 들면 최근 많은 웹 사이트에서 사용하고 있는 아래와 같은 정책이 있을 수 있다.

1. 특수문자 1개 이상 사용
2. 영문 대문자 1개 이상 사용
3. 총 10 글자 이상 사용

이런 정책은 비밀번호 예측 공격에 대비할 수 있도록 도와주지만, 해당 정책에 따라서 비밀번호의 보안성이 크게 달라질 수 있다. 또한 사용자 입장에서 해당 정책에 모두 만족하는 비밀번호를 생성하는 것이 어려울 수 있다.

이를 해결하기 위하여, 사용자가 생성하고 있는 비밀번호의 안전성을 그림이나 표를 이용하여 실시간으로 사용자에게 알려주는 방법이 최근 개발되었다. 이런 방법은 사용자는 자신이 생성하는 비밀번호의 안전성을 시각적으로 확인 할 수 있고, 사용자가 원하는 보안 수준을 가지는 비밀번호를 생성할 수 있게 도와준다<sup>6,7</sup>. 이런 환경의 인터페이스를 비밀번호 미터>Password Meter)라고 한다. 현재 Google, Twitter 등 많은 웹 브라우저 및 애플리케이션에서 사용하고 있는 방식이다.

하지만 이런 환경은 어떤 알고리즘을 사용하여 시각적으로 보여주는 지가 중요하다. 실제로, Blase 등은 실험을 통해서 비밀번호를 생성할 때 시각적인 표시들이 비밀번호를 강력하게 만드는데 기여한다는 것을 밝혔다<sup>6</sup>. 이런 연구들을 기반으로 최근에 안드로이드에서는 비밀번호를 입력하는 것 이외에도 패턴으로 비밀번호를 설정하는 시스템을 도입했다. 그러나 패턴 락(pattern lock) 또한 Shoulder Surfing attack(사용자의 패턴을 액정의 흔적이나 사용자의 어깨 너머로 살펴 패턴을 유추하는 공격)을 통해서 패턴을 쉽게 알 수 있기 때문에 완전히 안전하지는 않다. 하지만 사용자들이 패턴을 복잡하게 그리도록 유도할 수 있다면 Shoulder Surfing attack이 쉽지 않을 것이다. 이를 위해, Password Meter처럼 패턴 락에 대한 Meter를 제안한 연구가 있다<sup>8</sup>. 그림 5는 패턴 락의 예이다. 이 연구에서도 경고 인터페이스 중 Meter를 통해서 패턴을 만드는 것이 안전하다는 결과를 보였다.

이와 같이 경고 인터페이스에 대한 연구들이 진행되면서 본 리뷰에서는 안드로이드에서 사용하고 있는 퍼미션에 대한 경고 인터페이스의 문제점을 중점적으로 살펴볼 예정이다. 더 나아가 이 문제점을 해결하기 위한 어떠한 연구들이 진행되었는지 살펴볼 것이다.

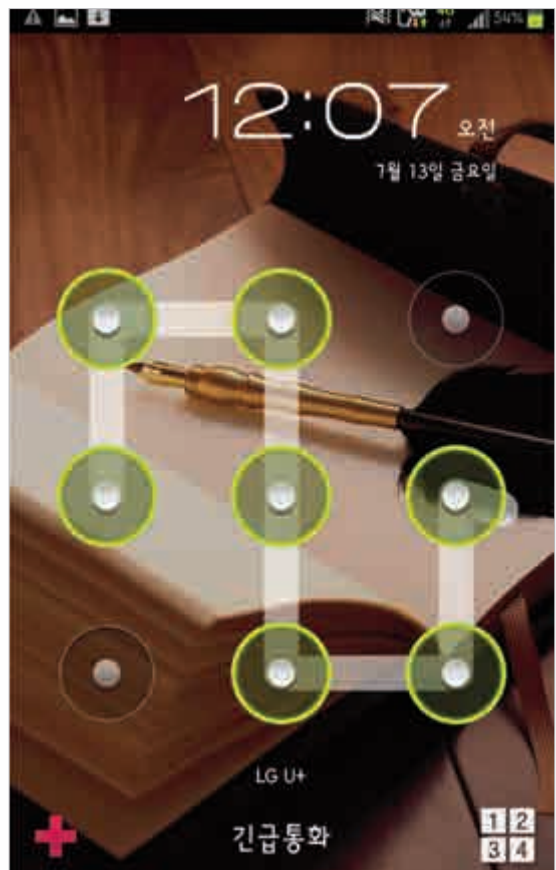


그림 5. 패턴 락의 예제

## 4. 안드로이드 퍼미션에 대한 경고 인터페이스

안드로이드는 현재 가장 인기 있는 모바일 플랫폼으로, 해당 운영체제의 애플리케이션 마켓인 Google Play 스토어는 급속도로 성장을 하고 있다. 그러나 안드로이드의 인기가 증가함에 따라 사용자 정보에 대한 보안의 중요성도 점차 커져가고 있다. 이런 위험성 때문에 안드로이드에서는 애플리케이션을 설치 시, 퍼미션에 대한 경고 메시지를 사용자들에게 공지해준다. 안드로이드의 퍼미션은 애플리케이션을 설치할 때 애플리케이션이 사용자의 단말기에서 필요한 정보들을 요청할 수 있는 권한 (Permssion, 퍼미션)이다. 그러나 이를 완전히 이해하기 위해서는 전문적인 지식이 필요하기 때문에, 사용자들이 직관적으로 애플리케이션의 위험성을 판단하여, 불편함 없이 애플리케이션을 사용하기 힘들다는 문제가 있다. 본 장에서는 안드로이드에서 지원하고 있는 경고 메시지의 문제점에 대해서 살펴보고, 해결 방안에 대한 연구들을 소개해 보고자 한다.

### 4.1 퍼미션 정보 제공에 대한 기존 연구

애플리케이션을 설치 할 때 퍼미션을 사용자에게 제공하는 방법에 대한 연구들을 살펴보고, 안드로이드의 퍼미션이 무엇인지 그리고 어떠한 문제가 있는지 살펴보자.

안드로이드 애플리케이션은 설치시에 단말 리소스의 접근에 필요한 퍼미션들을 사용자에게 요청한다. 사용자가 애플리케이션을 설치시, 한번만 동의하면 설치된 애플리케이션은 지속적으로 리소스에 접근할 수 있는 장점을 가지는 한편 의도한 기능이 필요하지 않을 때에도 언제나 사용자의 리소스를 접근할 수 있다는 단점 또한 가지고 있다<sup>9</sup>. 하지만 애플의 iOS 경우는 안드로이드와 다르게 사용자들이 애플리케이션을 사용할 때, 기본적인 퍼미션은 묻지 않고, 개인정보에 접근 가능한 퍼미션을 애플리케이션이 요구할 때 별도의 팝업으로 공지해준다.

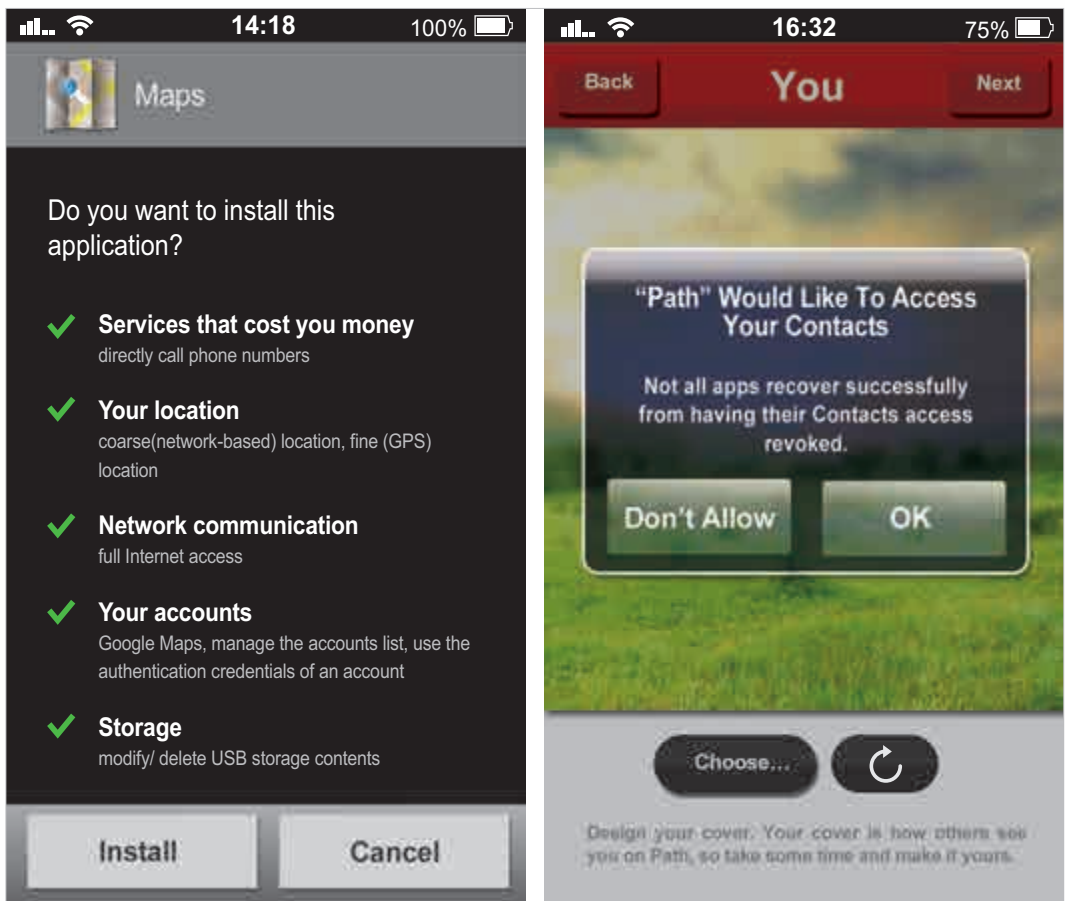


그림 6. 설치 시 퍼미션 허가(왼쪽)와 사용 시 퍼미션 허가(오른쪽) 경고 인터페이스의 예

## A. 설치시 퍼미션 허가 시스템

설치시 퍼미션 허가를 묻는 시스템은 애플리케이션 설치시, 모든 퍼미션을 일괄적으로 사용자에게 요청한다. 이 퍼미션 시스템에서 사용자는 모든 퍼미션을 한꺼번에 허가하여 애플리케이션을 설치하거나, 해당 퍼미션을 허가하지 않기 위하여 설치를 거부할 수 있다<sup>9,10</sup>. 이는 안드로이드에서 지원하고 있는 퍼미션 정보 제공방식이다. 더욱이, 실행 중에 할당된 퍼미션을 실시간으로 취소하는 것이 불가능하며 오직 애플리케이션의 삭제를 통해서만 취소할 수 있다<sup>9,10,12</sup>. 그림 7은 설치시 퍼미션 허가 모델의 예를 보여준다.

설치시 퍼미션 시스템은 coarse-grain 퍼미션으로(그림 7), 한 애플리케이션에 포함된 퍼미션들을 특징별로 크게 묶어서 보여주는 형식이다. 그러나 이 방법은 설치 시에 애플리케이션의 모든 퍼미션 사용 여부를 한번에 결정해야 한다는 문제점을 가진다<sup>2</sup>. 일반적으로 coarse-grain 퍼미션의 경우, 개발자의 부담은 적지만 필요 이상의 기능을 애플리케이션에 부여할 가능성이 높다<sup>11,12</sup>.

## B. 사용시 퍼미션 허가

사용시 퍼미션 허가 시스템은 애플리케이션 실행 중에 필요한 퍼미션을 요청한다. 그림 7은 사용시 퍼미션 모델의 예를 보여준다. 이는 애플리케이션이 실행 중에 실시간으로 퍼미션을 허가하거나 거부할 수 있는 장점을 가지지만, 사용자가 애플리케이션의 동작에 대해서 동의를 요청해야 애플리케이션의 실행이 가능하다는 점에서 사용자를 불편하게 만드는 단점을 지닌다. 만약, 사용자가 퍼미션을 허가하려는 의도를 이미 가지고 있다면, 사용시 퍼미션 요청은 오히려 불편만을 초래하기 때문이다<sup>10</sup>.



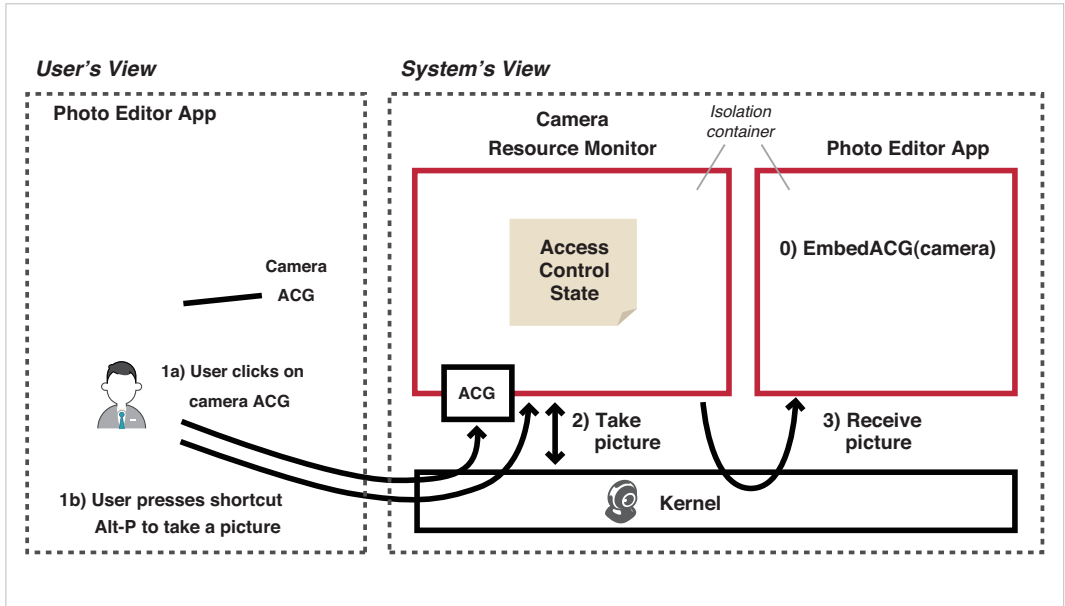


그림 8. 사용자가 카메라 ACG를 누르면, 카메라 리소스 모니터(resource monitor)는 사용자가 ACG를 통하여 카메라 이용에 대한 퍼미션을 허가

### C. 사용자 주도 접근 제어(user-driven access control)로 퍼미션 허가

Roesner 등은 앞에서 언급한 퍼미션 허가 시스템의 문제를 해결하고자 액세스 컨트롤 가젯(ACGs: access control gadgets)을 이용한 ‘사용자 주도 접근 제어’ 방법을 제안하였다<sup>9, 10</sup>. 기존의 퍼미션 허가 시스템이 별도의 퍼미션 요청을 사용자에게 요구하는데 비하여, Roesner 등의 제안 방법은 사용자가 ACG를 통하여 특정 업무(예: 사진 촬영)를 수행하면서 애플리케이션에 특정 업무에 대한 퍼미션(예: 카메라 이용)을 부여하는 방식이다. 예를 들어서, 일반 사용자가 카메라로 사진을 찍고 싶을 때, 카메라에 대한 퍼미션만을 사용자에게 공지 없이 부여하는 것이다. Roesner 등은 실험을 통하여 ‘사용자 주도 접근 제어’ 방법이 위험한 퍼미션 허가의 가능성을 줄인다는 것을 증명하였다. 그림 8은 ‘사용자 주도 접근 제어’가 ACG를 이용하여 어떻게 동작되는지를 사진 편집 애플리케이션 예제를 통하여 보여주고 있다<sup>9</sup>.

하지만 해당 방식을 모든 퍼미션들에 적용하기는 쉬운 일이 아니다. 왜냐하면 일반 사용자들은 1~2개의 애플리케이션을 사용하는 것이 아니라 하루에 평균적으로 8~9개의 애플리케이션을 사용하기 때문에 애플리케이션마다 중복되어 요청하는 퍼미션들이 발생하기 때문이다. A라는 애플리케이션에서는 퍼미션을 부여하지 않았는데 B라는 애플리케이션을 사용할 때 부여해야 하는 상황들이 빈번하게 생길 것이고, 이는 사용자의 편의성을 크게 감소시킬 것이다. 그래서 안드로이드나 애플 등에서는 설치시 퍼미션을 허가하거나, 사용시 퍼미션을 허가하는 시스템을 사용하고 있다.

## 4.2 안드로이드 퍼미션의 문제점

안드로이드에서 지원하고 있는 퍼미션 시스템은 사용자들이 임의로 선택하여 퍼미션들의 조합을 바꿀 수는 없는 시스템이다. 단 한 번, 설치시에만 퍼미션 정보를 공지하기 때문이다. 만약 사용자가 필요한 퍼미션들을 모두 허가한다면, 애플리케이션을 원활하게 사용할 수 있고, 거부를 하면 설치 자체가 되지 않는다. 이런 상황에서 일반 사용자들은 안드로이드에서 지원하는 경고 메시지를 무시하는 현상이 두드러진다. 또한 퍼미션에 대한 설명들이 일반 사용자들이 이해하기에는 기술적인 용어들이 많다 보니 사용자들 입장에서는 무조건 '동의' 라는 버튼을 누르고 애플리케이션을 설치하는데 급급하다.

그래서 이러한 퍼미션 시스템이 효과적으로 사용자들에게 공지되기 위해서는 퍼미션에 대한 경고 메시지를 어떻게 구성하느냐가 중요하다. 우선, (1) 사용자가 애플리케이션이 요구하는 퍼미션의 내용을 충분히 이해할 수 있게 서술되어야 하고, (2) 퍼미션의 위험도에 따라서 애플리케이션의 위험성을 판단할 수 있도록 퍼미션 경고 메시지가 구성되어야 한다.

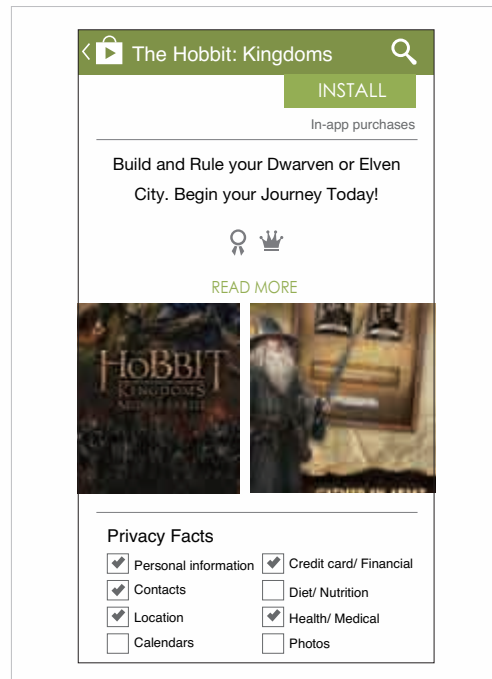


그림 9. 퍼미션 시스템 (4.8.20 버전 이전)에서는 애플리케이션 '설치'를 결정한 후, 퍼미션 정보가 제공됨.

2012년 Adrienne 등이 안드로이드 퍼미션 시스템이 일반 사용자들이 이해하기에는 어렵게 퍼미션 정보를 제공하고 있다는 사실을 밝혔다<sup>41</sup>. 이 연구에서는 25명의 안드로이드 사용자가 참여한 연구실 실험(lab study)과 308명의 사용자가 참여한 온라인 실험(online study)을 통해 안드로이드 퍼미션에 대해 사용자들의 이해가 부족하다는 사실을 보여주었다. 두 실험 참여자의 약 17% 정도가 애플리케이션 설치시에 퍼미션을 고려한다고 답변했으며, 온라인 실험 참여자의 오직 3%만이 퍼미션 정보에 대한 이해를 묻는 질문에 정확하게 답변할 수 있었다. 이와 같은 연구를 통해서 안드로이드에서 지원하고 있는 퍼미션에 대한 경고 메시지가 사용자들에게 효율적이지 않다는 것을 알 수 있다.

Patrick 등은 이러한 안드로이드 퍼미션의 경고 메시지의 문제점을 해결하기 위하여 새로운 정보 제공 방법을 제안하였다<sup>13</sup>. Kelley 등이 주목한 부분은 현재 시스템에서는 퍼미션 정보가 애플리케이션 설치를 결정한 이후에 제공된다는 점이다. 그림 9는 이러한 프로세스를 단계적으로 보여주고 있다. 사용자가 이미 애플리케이션의 설치를 결정한 후, 퍼미션 정보가 제공되기 때문에 사용자는 일반적으로 퍼미션 정보를 무시하는 경향을 보일 수 밖에 없다. 그래서 이 연구에서는 애플리케이션을 설치하고자 할 때의 첫 화면에 사용자의 프라이버시(Privacy)를 요구하는 퍼미션들의 유무를 체크하여 사용자에게 보여주는 경고 메시지를 제안하였다. 그림10에서 볼 수 있듯이, 애플리케이션의 퍼미션들이 잠재적으로 침해할 수 있는 프라이버시들을 요구하는 것을 체크하여 사용자들에게 공지하였고, 이를 Privacy Facts라고 정의 하였다. 실험을 통해서 Privacy Facts라는 새로운 퍼미션 정보 제공 방법으로 공지하였을 때, 실험자들이 Privacy가 적게 체크된 애플리케이션을 안전하다고 생각하였고, 반대로 구글에서 지원하는 환경을 보여준 실험자들은 본인들이 설치하고 싶은 애플리케이션을 설치하고, 퍼미션의 정보들 또한 자세히 확인하지 않았다. 이 실험을 통해서 구글에서 지원하고 있는 퍼미션 정보를 제공하는 경고 인터페이스(4.8.20 버전)보다 Kelly가 제안한 Privacy Meter가 사용자들에게 경고 인터페이스 측면에서 효과적이라는 것을 밝혔다. 그 이유는 보안 및 기술적인 지식이 없어도 ‘애플리케이션이 어떠한 프라이버시를 요구하는지’ 를 사용자들이 판단하는데 도움을 주기 때문이다.

그림 10. Privacy Fact의 예제. 설치 전에 앱이 잠재적으로 위협할 수 있는 프라이버시 정보 확인 가능



### 4.3 과도하게 퍼미션을 요구하는 안드로이드 애플리케이션

애플리케이션의 퍼미션이 하는 역할은 굉장히 중요하다. 사용자의 단말 리소스를 직접적으로 통제할 수 있기 때문에 반드시 애플리케이션의 기능에 따라 적절하게 퍼미션들이 부여되어야 한다. 또한 공격자들로부터 악용될 수 있는 퍼미션들을 애플리케이션 개발자들이 숙고하여 부여해야 한다. 그림 11에서 볼 수 있듯이 악의적인 의도를 갖은 공격자가 특정 퍼미션의 기능을 악용하여 개인정보의 노출을 야기시킬 수 있다.

실제로 많은 안드로이드 애플리케이션은 과도하게 퍼미션들을 요구하며 Google Play 스토어에서 판매 중 있다. 특히, 무료 애플리케이션일수록 퍼미션들을 많이 요청하고, 사용자들이 과도하다고 느끼는 퍼미션들 또한 무료 애플리케이션일수록 많이 포함되어 있다는 것이 알려져 있다<sup>44</sup>. 이 장에서는 사용자들에게 과도하다고 판단되는 퍼미션들에 대해서 살펴볼 예정이다.



그림 11.안드로이드 단어 게임 애플리케이션에서 요구하는 퍼미션들 중에서 개인정보 노출 위협을 야기시키는 퍼미션 (예시)

사용자들에게 과도하게 요구되는 퍼미션들이 무엇인지 살펴보았다<sup>14</sup>. 125명의 사용자가 참여한 온라인 실험(online study)과 인터뷰를 통해서 실제 Google Play 스토어에 등록된 애플리케이션들을 상대로 5개의 카테고리 별로 50개의 애플리케이션들을 선정하였고(최고매출, 인기 무료, 인기 유료, 신규 인기 무료, 신규 인기 유료) 중복되는 애플리케이션을 제외한 203개의 애플리케이션을 실험자에게 무작위로 5개의 기능과 퍼미션 정보들을 보여주었다. 애플리케이션의 기능에 맞게 퍼미션들이 잘 부여되었는지, 과도하다고 생각되는 퍼미션들이 무엇인지 마지막으로 이해가 되지 않는 퍼미션들이 무엇인지에 대해 실험자들을 대상으로 조사한 결과 약 73개의 퍼미션들 중에서 12개의 퍼미션들이 과도하다고 실험자들은 판단하였고, 특히 ‘애플리케이션이 killBackgroundProcesses의 호출을 허용합니다.’라는 퍼미션 경우에는 어떤 의미인지 이해하지 못했다.

표 1. 사용자들이 과도하다고 판단한 퍼미션 리스트

Category	Permission
System tool	· 애플리케이션이 killBackgroundProcesses의 호출을 허용합니다. · 시스템의 일반 설정을 바꿉니다.
Phone call	· 발신 전화 경로를 변경합니다
Personal Informatio	· 무애플리케이션이 사용자의 연락처를 읽게 허용합니다. · 애플리케이션이 사용자의 통화 목록을 읽게 허용합니다. · 애플리케이션이 사용자의 통화 목록에 쓸 수 있게 허용합니다. · 애플리케이션이 사용자의 스케줄 정보에 쓰고, 읽는 것을 허용합니다.
Location	· 애플리케이션이 정확한 위치 및 대략적인 위치 접근을 허용합니다. · 애플리케이션이 테스트를 위해 모의위치 정보를 생성하는 것을 허용합니다. · 애플리케이션이 추가 위치 제공 명령을 사용합니다.
Message	· 애플리케이션이 SMS 메시지를 읽는 것을 허용합니다.

즉, 표1과 같이 사용자들이 실제로 과도하다고 생각되는 퍼미션들이 애플리케이션에 얼마나 포함되어 있고, 얼마나 위험한지를 공지 한다면 효과적인 경고성 인터페이스가 될 수 있을 것이다. 앞서 새롭게 제안된 Privacy Facts의 경우<sup>13</sup>, 직접적으로 사용자의 프라이버시에 관련 있는 퍼미션들을 반영하였기 때문에 간접적으로 위험 요소가 있는 퍼미션들까지는 반영하지 못한 다른 한계가 있다. 그래서 다음 장에서는 애플리케이션에 포함된 퍼미션들을 반영하여, 얼마나 위험한지 공지해주는 경고성 인터페이스에 대해서 자세히 설명을 하고자 한다.

## 5. 효과적인 퍼미션 경고 인터페이스 – Privacy Meter 제안

앞서 언급하였듯이, 이와 같은 문제들을 해결하기 위해서 Kelly등이 privacy facts라는 새로운 환경을 제안하였다(그림 10)<sup>13</sup>. 현재 Google Play 스토어(4.8.20 버전 이후)에서는 개선된 환경으로 사용자들에게 퍼미션 정보를 공지하고 있다(그림 12). 하지만 여전히 이러한 퍼미션들이 제대로 부여된 것인지는 사용자들이 직관적으로 판단하기엔 어려움이 크다. 그래서 이를 해결하고자 Password Meter라는 경고성 인터페이스를 착안하여 사용자들이 직관적으로 퍼미션 기반의 애플리케이션의 위험성을 판단할 수 있는 환경이 제안되기도 하였다<sup>16</sup>.

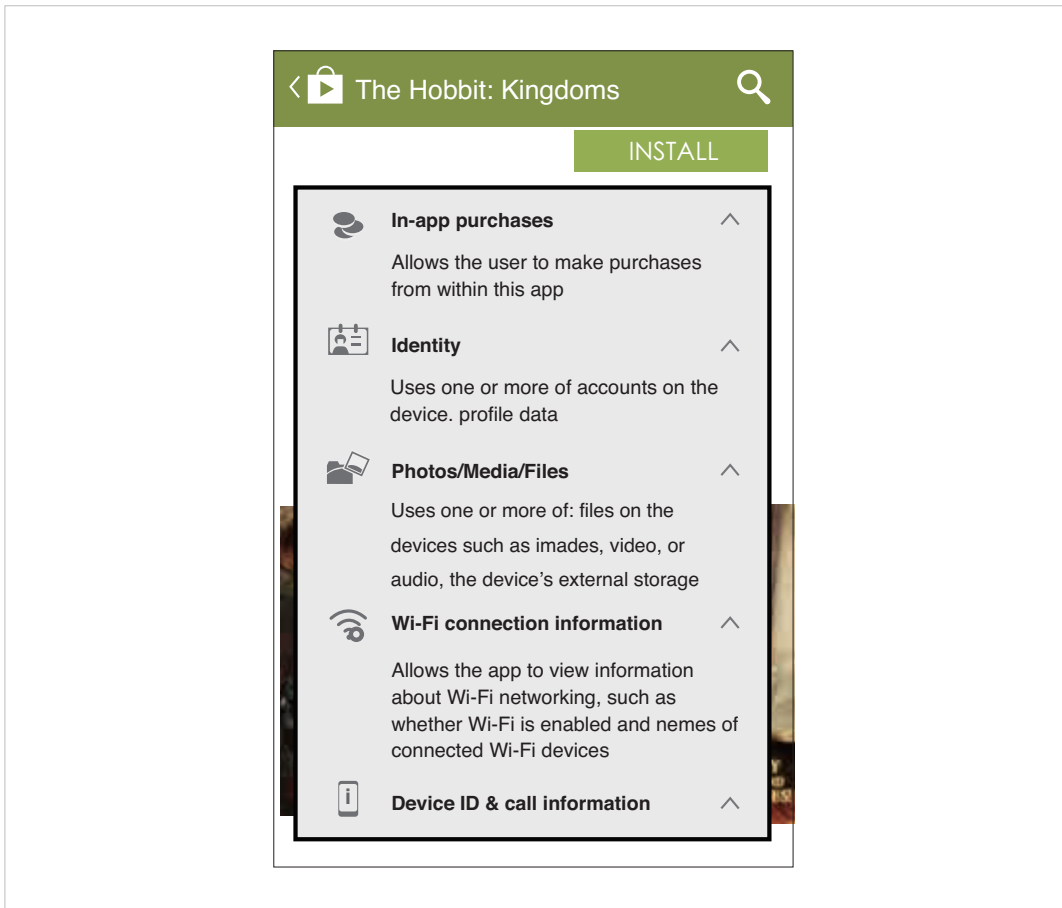


그림 12. Google Play스토어 4.8.20 이후에 나온 경고창

## 5.1 Password Meter에서 착안한 Privacy Meter



그림 13. 사용자들에게 강력한 비밀번호를 생성할 수 있게 기여하는 Password Meter

우리가 실생활에서 비밀번호 만들 때를 상상해 보자. 우선 비밀번호를 생성하기 위해서는 만족해야 하는 조건들이 있을 것이다. 이런 조건들을 만족하면서 사용자들이 기억하기 쉽고, 보안성이 있는 비밀번호를 만드는 것이 대부분의 사용자들이 원하는 바람직한 비밀번호일 것이다. 그림 13 처럼 사용자가 비밀번호를 생성할 때 실시간으로 비밀번호의 적합성 유무를 Progress bar로 시각적으로 제시주는 이런 경고성 인터페이스를 패스워드 미터(Password Meter)라고 한다<sup>15</sup>. 이러한 패스워드 미터에서 착안하여 애플리케이션의 위험성을 시각적으로 제시하여 사용자들이 직관적으로 위험성을 판단할 수 있게 Privacy Meter라는 경고성 인터페이스가 제안되기도 하였다.



## A. Privacy Meter

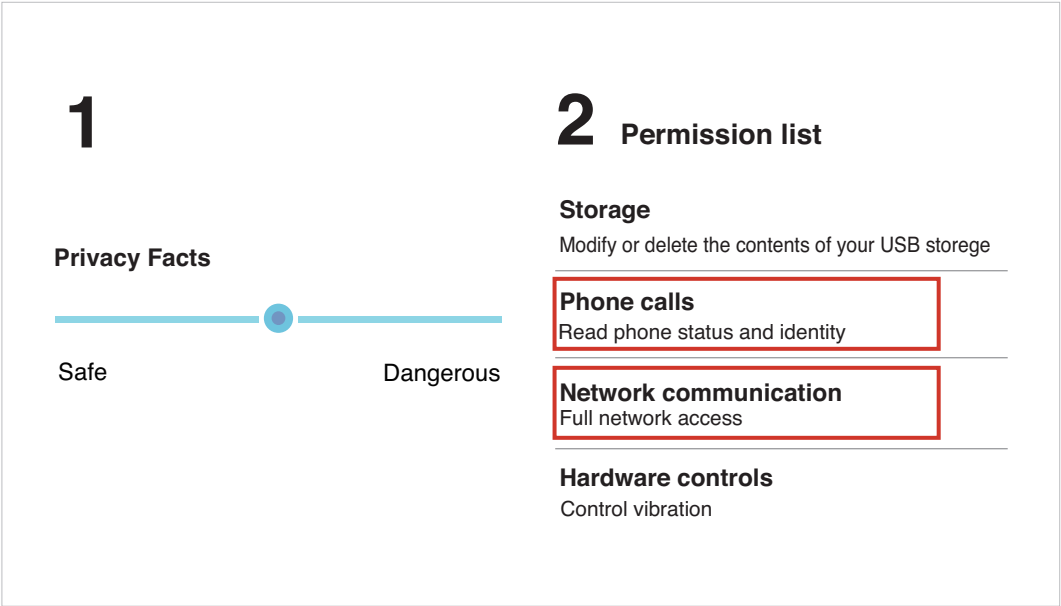


그림 14. Privacy Meter 예제

그림 14는 Privacy Meter의 예시이다. 안전(Safe)과 위험(Dangerous)의 가운데에 원형의 점 (slider thumb)으로 해당 애플리케이션의 프라이버시의 위험도 수준(level)을 나타내는 것으로 원형의 slider thumb를 누르면, 퍼미션 리스트들이 자세히 언급된다<sup>14</sup>. 또한 그림 14에서 볼 수 있듯, Permission List에서 빨간색 부분은 Malware에서 자주 발견되는 퍼미션들을 나타내주고 있다.

## B. Privacy Meter 효과

User Study를 통해 Privacy Meter가 효과적임이 증명되었는데<sup>14</sup>, 그림 15는 실험에 사용된 비교군들이다. 두 개의 비교군은 안드로이드에서 지원하는 퍼미션에 대한 경고 인터페이스로, (a)는 4.8.20의 이전 버전으로, 애플리케이션이 요구하는 퍼미션들에 대한 설명으로만 구성되어 있으며, (b)는 4.8.20 이후 버전으로 사용자들에게 공지되는 경고 인터페이스이다. [a]에 비해 (b)는 퍼미션에 대한 이미지가 추가되어 있다. 실험군으로는 앞서 설명한 Privacy Fact(c)와 Privacy Meter(d)가 사용되었다.

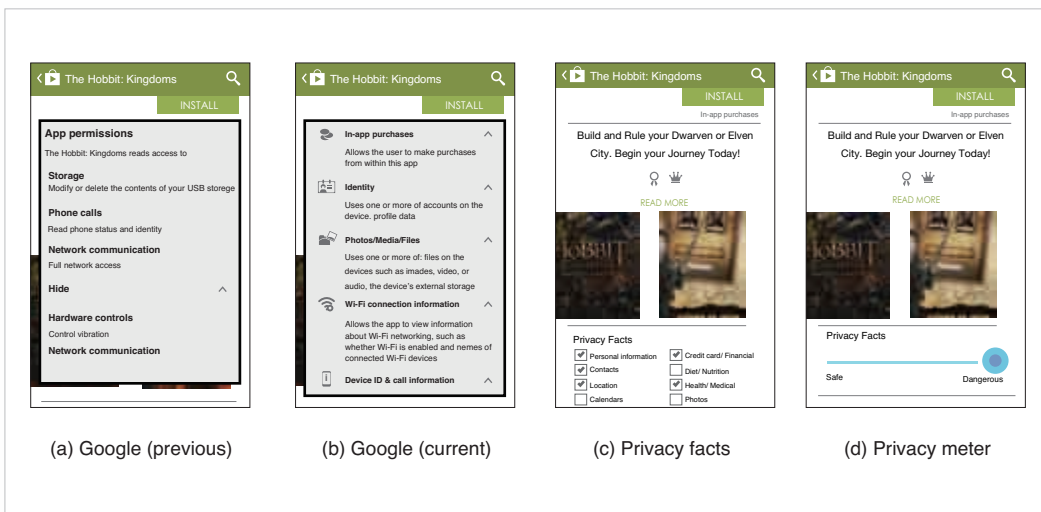


그림 15. User Study에 사용된 비교군들

‘Application Recommendation’이라는 가상의 시나리오를 통해서 사용자들이 거부감 없이 실제로 애플리케이션을 설치하는 행동을 살펴 보기 위해 실험자들에게 사전에 간단하게 실험 절차에 대한 설명과, 임의의 두 가지의 애플리케이션들 중에서 하나를 가족, 친구 및 지인에게 추천을 하고자 한다는 시나리오를 공지하고, 실험자 본인이 추천해 주고 싶은 애플리케이션을 선택하면, 그 이유에 대해서 인터뷰를 하는 형식으로 연구가 이루어졌다.

Privacy Meter의 효과를 증명하기 위해 사용자 중심의 실험인 User Study로 진행된 이 연구는 실제로 그림 15의 환경들 중에서 사용자들에게 어떤 환경이 애플리케이션을 설치하는데에 효과적인 영향을 미치는지 Between subject 스터디로 실험으로 진행되었다. 이 방법은 각각의 실험자들에게 4가지의 환경 중에서 오직 한 가지의 환경만이 주어지는 형식으로, 동시에 비교대상들을 같이 보여주는 형식이 아니라 한 가지의 대상이 나오면 실험자들이 판단하는 것이다. 각각의 실험자들은 이렇게 4가지의 환경 중(그림 15(a), (b), (c), (d)) 하나의 대상이 주어지고, 6개의 카테고리 별로 애플리케이션들을 선택하는 방식으로 진행되었다.

User Study 실험 결과, 총 54명의 실험자 중 Privacy Meter일 때에는 14명의 실험자들(25.92%)이 위험한 애플리케이션을 가족 및 지인에게 추천하였다. 이와 대조적으로 현재 안드로이드 사용 환경에서는 33명의 실험자들(61.11%)이 위험한 애플리케이션을 가족 및 지인에게 추천하였다<sup>14</sup>.

표 2. 실험을 통해서, 위험한 애플리케이션을 친구 및 지인에게 추천한 비율과 추천할 애플리케이션을 결정한 평균 시간을 제시

Design	위험한 앱을 추천한 비율	시간
Google (4.8.20 이전)	41/54 (75.92%)	70.67sec
Google (4.8.20 이후)	33/54(61.11%)	71.50sec
Privacy Facts	24/54(44.44%)	53.54sec
Privacy Meter	15/54(25.92%)	26.11sec

또한 어떤 애플리케이션을 추천할 지 결정한 시간들을 비교했을 때에도, Privacy Meter일 때가 제일 빠르게 결정이 이루어졌다. 이는 Privacy Meter가 직관적으로 사용자들에게 프라이버시의 위험성을 갖고 있는 애플리케이션 인지를 판단할 수 있게 한다는 사실을 의미한다.

## 마치며

본 리뷰에서는 Usable Security 분야 중에서 사용자 경고 인터페이스에 대한 연구들에 대해서 살펴보았다. 웹 브라우저에 대한 경고 메시지, 비밀번호에 대한 경고 인터페이스, 안드로이드 패턴 락, 안드로이드 퍼미션 정보에 대한 경고 인터페이스들에 관한 연구들을 살펴보았다. 경고 인터페이스가 텍스트에서 점차적으로 시각적인 그래프 등으로 변화해 가는 것을 볼 수 있었는데, 앞으로는 경고 인터페이스가 범하는 오류 탐지율을 감소 시킬 수 있는 알고리즘의 정확성을 중심으로 연구가 활발히 이루어질 것으로 예상된다.

특히, 안드로이드에서 지원하는 퍼미션 정보에 대한 경고 인터페이스는 단순한 텍스트보다 이미지나 시각적인 그래프를 사용하였을 때 사용자에게 효과적임을 밝혀져 왔다. 이를 기반으로 퍼미션 정보들의 조합을 점수화하여 정확하게 미터에 나타낼 수 있도록 점수화 함수들이 연구되어야 한다. 더 나아가 안드로이드 애플리케이션에 대한 위험성을 측정하기 위해서 사용자들이 실제로 어떤 요소들을 기준으로 위험하다고 생각하는지 Mental Model를 만들어서 이를 기반으로 하여 안드로이드 애플리케이션의 위험성을 판단할 수 있는 새로운 점수화 함수를 설계하는 연구도 이루어질 필요가 있다.

비록, Usable Security는 한국보다는 미국 유럽에서 활발히 진행되고 있는 것이 사실이다. 물론 한국에서도 보안 관련 연구들이 나오고 있지만 주로 취약점 분석, 해킹 및 리버싱에 관한 연구를 중점적으로 하고 있고, 최근 들어서 IoT가 이슈화 되면서 IoT에 대한 보안 또한 각광을 받고 있다. 하지만 아무리 보안성이 우수한 알고리즘을 설계하여 제품에 주입한다 하더라도 사용자들이 사용하기에 불편하다면 이는 사회적으로 활용되지 않을 가능성이 높기에, 사용자들이 얼마나 편리하게 제품의 보안성을 스스로 갇출 수 있도록 하는지에 대한 연구도 앞으로 동시에 활발히 연구 될 것으로 예상된다.

한국에서는 아직 크게 주목 받지 못하고 있는 Usable Security 분야이지만 HCI와 Computer engineering의 대표적인 융합 연구 분야로 거듭날 수 있는 발전 가능성을 충분히 지니고 있고, 인간과 기계의 상호작용의 진화속에서 나아가고 있는 현대 사회의 이 시점에 반드시 필요한 연구 분야이기 때문에 향후 좀 더 많은 연구자들이 이와 관련된 융합연구를 더욱더 활발히 해 나가길 기대해 본다.

## 강진아 Kang Jin A

### 학 력

- 성균관대학교 전기컴퓨터공학과 석사
- 건국대학교 전산수학과 학사

### 경 력

- 現) 국가보안기술연구소 연구원

## 참고문헌

---

1. CAMP, L. Jean. Mental models of privacy and security. Available at SSRN 922735, 2006.
  2. LIN, Jialiu, et al. Expectation and purpose: understanding users' mental models of mobile app privacy through crowdsourcing. In: Proceedings of the 2012 ACM Conference on Ubiquitous Computing. ACM, 2012. p. 501-510.
  3. HORNYACK, Peter, et al. These aren't the droids you're looking for: retrofitting android to protect data from imperious applications. In: Proceedings of the 18th ACM conference on Computer and communications security. ACM, 2011. p. 639-652.
  4. KANG, Jina, et al. "User Warning Interface 관련 연구 동향"
  5. AKHAWE, Devdatta; FELT, Adrienne Porter. Alice in warningland: A large-scale field study of browser security warning effectiveness. In: Presented as part of the 22nd USENIX Security Symposium (USENIX Security 13). 2013. p. 257-272.
  6. UR, Blase, et al. How does your password measure up? the effect of strength meters on password creation. In: Presented as part of the 21st USENIX Security Symposium (USENIX Security 12). 2012. p. 65-80.
  7. CASTELLUCCIA, Claude; DÜRMUTH, Markus; PERITO, Daniele. Adaptive Password-Strength Meters from Markov Models. In: NDSS. 2012.
  8. SONG, Youngbae, et al. On the effectiveness of pattern lock strength meters: Measuring the strength of real world pattern locks. In: Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems. ACM, 2015. p. 2343-2352.
  9. ROESNER, Franziska, et al. User-driven access control: Rethinking permission granting in modern operating systems. In: 2012 IEEE Symposium on Security and Privacy. IEEE, 2012. p. 224-238.
  10. FELT, Adrienne Porter, et al. How to Ask for Permission. In: HotSec. 2012.
-

- 
11. FELT, Adrienne Porter, et al. Android permissions: User attention, comprehension, and behavior. In: Proceedings of the Eighth Symposium on Usable Privacy and Security. ACM, 2012. p. 3.
  12. KELLEY, Patrick Gage, et al. A conundrum of permissions: installing applications on an android smartphone. In: International Conference on Financial Cryptography and Data Security. Springer Berlin Heidelberg, 2012. p. 68-79..
  13. KELLEY, Patrick Gage; CRANOR, Lorrie Faith; SADEH, Norman. Privacy as part of the app decision-making process. In: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. ACM, 2013. p. 3393-3402.
  14. KANG, Jina, et al. Analyzing unnecessary permissions requested by Android apps based on users' opinions. In: International Workshop on Information Security Applications. Springer International Publishing, 2014. p. 68-79.
  15. KANG, Jina, et al. Analyzing unnecessary permissions requested by Android apps based on users' opinions. In: International Workshop on Information Security Applications. Springer International Publishing, 2014. p.

## 국가 R&D 현황 분석

최근 3년간(2011~2013년) 보안-사용성과 관련된 연구개발사업을 분석해보았다.

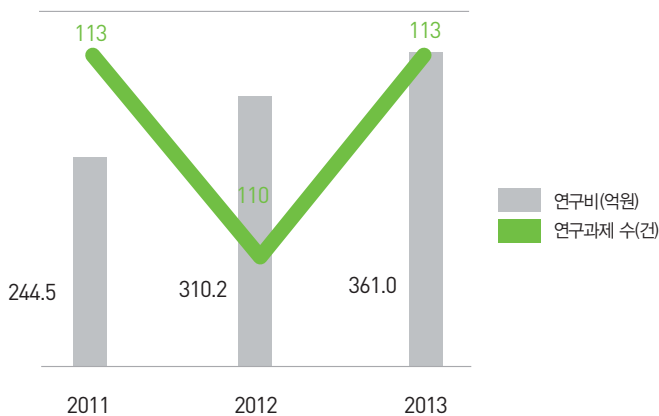
### | 과제 선별 기준 |

Security를 영문 키워드 내에 포함하고 있는 과제들을 대상으로 ((보안) and (사용))을 연구 요약문 내에 포함한 과제

분석 결과 최근 3년간 총 336건의 과제에 916억원의 연구비가 투자됨

- 과제수는 큰 변화가 없으나 연구비는 꾸준히 증가하는 것으로 보아, 이는 주제에 대한 관심과 기술적 난이도가 높아지면서 과제의 규모가 커졌기 때문으로 사료됨
- 보안과 사용성의 융합 연구는 최근 들어 본격적으로 이루어졌음에도 불구하고 빠르게 연구비의 규모와 이에 대한 투자가 증가하고 있는 것으로 나타남

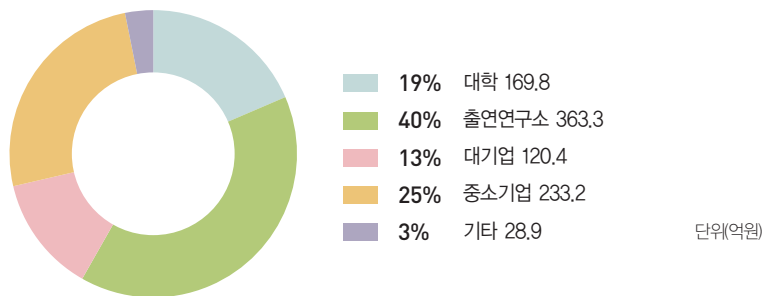
연도별 연구비와 연구과제 건수



**연구수행주체** 다른 일반적인 연구개발 주제와는 달리 출연연구소(364억원, 40%)와 중소기업(233억원, 25%), 대기업(120억원, 13%)의 연구 수행 비율이 높게 나타남

- 이는 보안과 사용성의 융합연구는 기본적으로 서비스 실행단계 중심이기 때문에 기업의 연구개발 및 산업계를 지원하는 출연연구소를 중심으로 활발히 연구가 이루어지고 있는 것으로 사료됨
- 대학의 경우에는 비록 전체의 19%의 연구비만 투자되고 있으나 연구과제 수는 212개로 굉장히 많은 연구가 이루어지고 있음
  - 이는 보안 및 사용성 융합에 대한 이론적인 연구와 아이디어를 검증하는 수준의 다양한 연구들이 소액과제 형태로 활발히 이루어지고 있음을 의미함

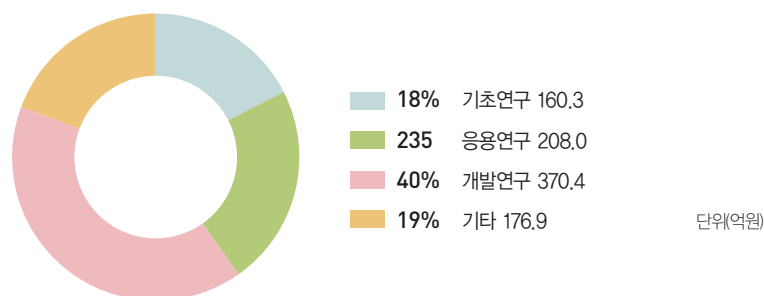




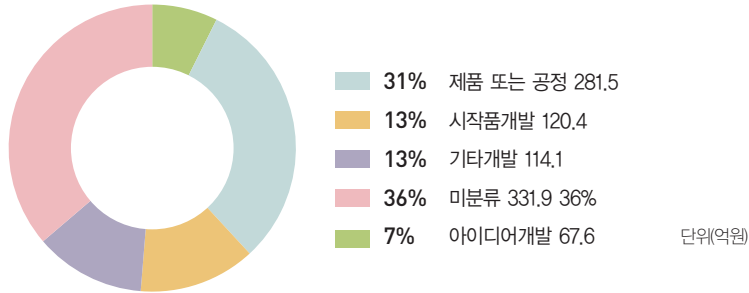
**연구수준** 당장에 서비스 산업에서 활용할 수 있는 개발연구(42%)와 차세대 보안과 사용성의 융합을 고민하는 기초연구(40%) 순으로 연구개발이 활발히 이루어지고 있는 것으로 나타남

- 개발연구와 기초연구는 각각 연구과제수가 136개씩으로 어느 한 분야로 편중되지 않고 골고루 활발한 연구가 이루어지고 있는 것으로 나타남
- 연구개발성격 측면에서는 제품 또는 공정 개발(282억원, 62건), 시제품 개발(120억원, 52개)을 목적으로 큰 규모의 과제들이 진행 중에 있음.
- 하지만 과제 수는 역시 아이디어 개발이 101개로 대학에서 수행중인 연구의 대다수 이에 해당됨
- 기술수명주기적 측면에서는 성장기(521억원, 138건)로 보는 연구가 압도적으로 많았는데, 이는 기술의 성격상 서비스 산업에서 이미 초보적인 수준이나마 활용되는 기술이기 때문인 것으로 사료됨

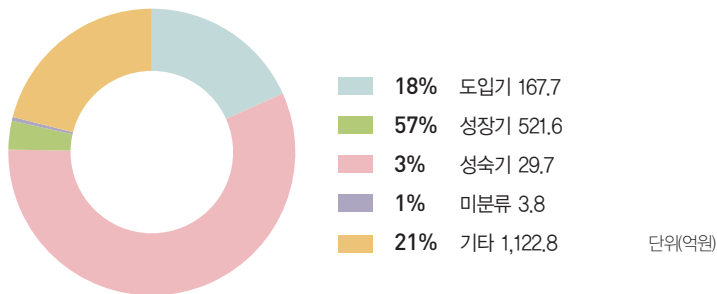
### 연구개발단계



### 연구개발성격

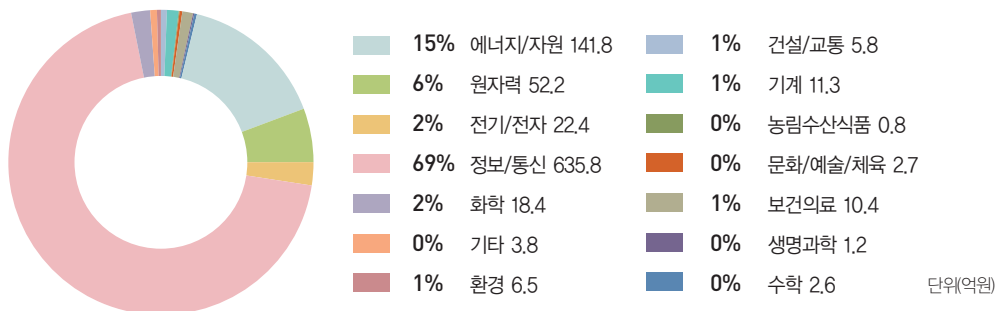


### 기술수명주기

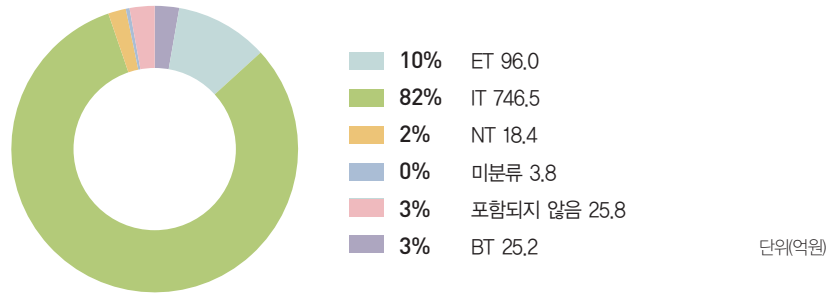


**연구분야** 국가과학기술표준분류와 미래유망 신기술분류(6T), 국가기술지도분류(NTRM)를 분석한 결과 보안과 사용성의 융합을 구현하는 정보/통신(636억원, 69%), IT(746억원, 82%), 정보/지식/지능화 사회 구현(567억원, 62%)를 중심으로 연구개발이 이루어짐

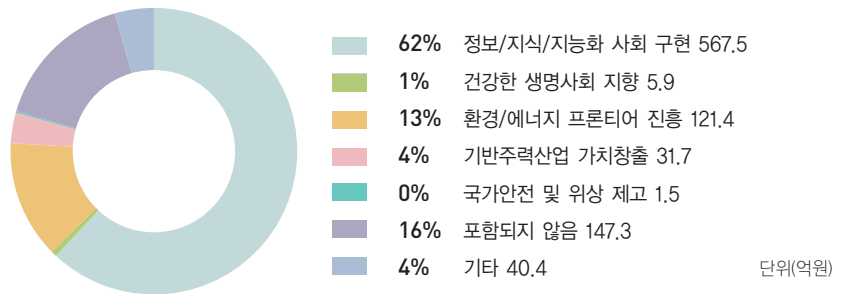
### 연구분야[국가과학기술표준분류]



### 연구분야 [6T]



### 연구분야 [NTRM]



- 에너지/자원(142억원, 13건) 분야에 응용 되는 연구를 제외하고는 다양한 분야에서 소규모로 연구가 이루어지고 있는 것으로 나타남
  - 보안-사용성 융합연구는 현재의 정보통신기술 분야를 넘어 범 산업적으로 확대 될 수 있는 분야이기 때문에 앞으로 연구 분야는 더욱더 다양해 질 것으로 추측됨
- 6T 기준에서는 IT 기술 분야에서 295건의 연구과제가 수행됨
  - 태생적으로 보안-사용성 융합연구는 IT를 기반으로 생산된 기술이기 때문인 것으로 사료됨
- NTRM 분석 결과 또한 정보/지식/지능화 사회 구현을 중심으로 이루어지고 있으나, 환경/에너지 프론티어 진흥(121억원, 10건, 13%)과 같이 보안-사용성 융합연구가 활용되는 타겟을 중심으로 한 연구도 일부 이루어지고 있는 것으로 나타남



**융합연구정책센터**  
Convergence Research Policy Center

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