VIRNECT
AR STYUDY #01

- 증강현실의 개요
- 디스플레이

디자인팀 이지원

2019.06.12

1.Introduction

증강현실의 개요

Augmented Reality?

증강현실이란?

Combines real and virtual

실제와 가상정보의 결합

Interactive in real time

실시간 상호작용

Registered in 3D

물리적 환경에 표시된 **3D 가상정보**

Azuma
1997

완전한 AR 시스템

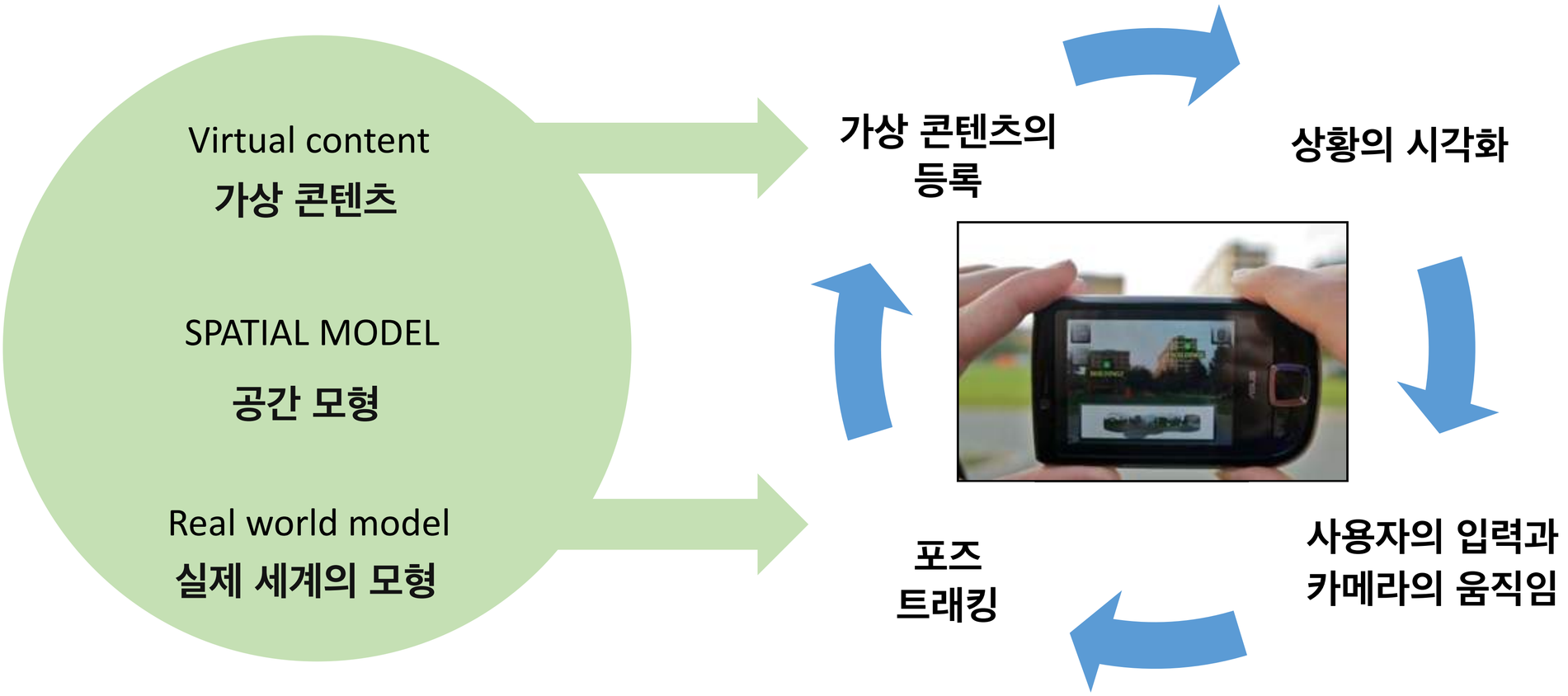
트래킹 Tracking

등록

시각화

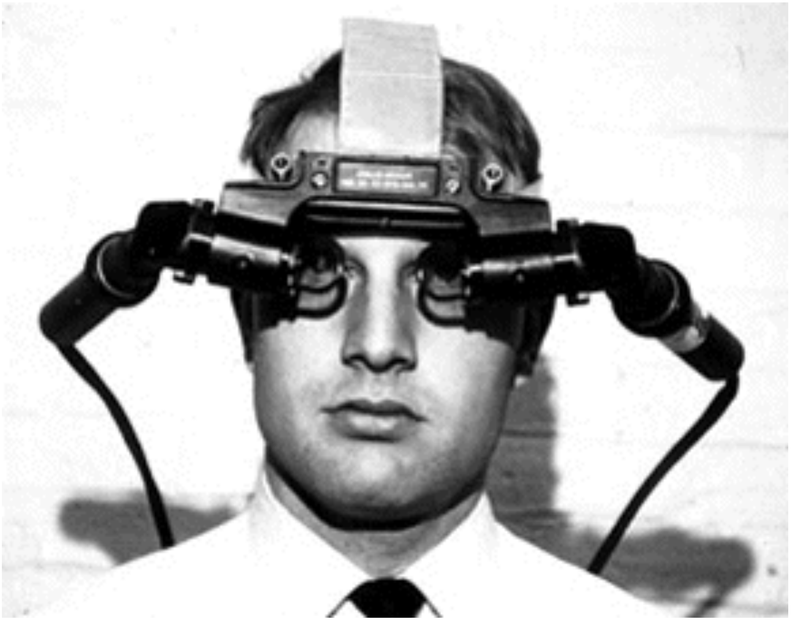
+ 컴포넌트인 공간모형

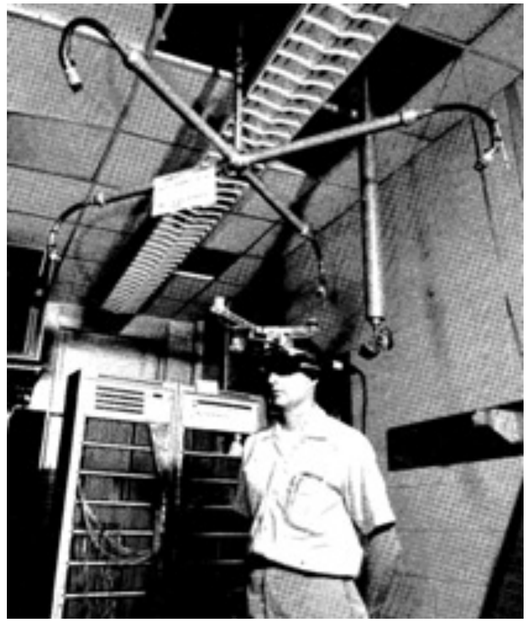
사용자와 컴퓨터 시스템간의 피드백 순환을 활용하는 AR 시스템



증강현실의 역사

AR, VR 분야의 선구자 **이반 서덜랜드 Ivan Sutherland(1965)**

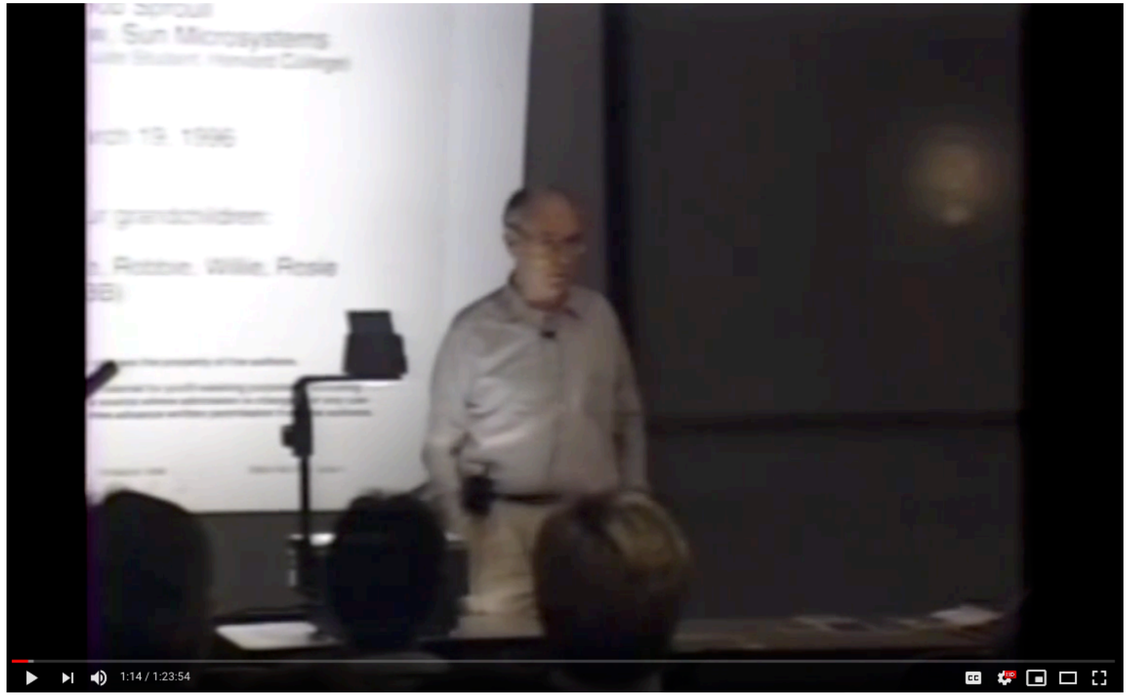




1968년 세계 최초로 만들어진 헤드마운트 디스플레이 The Sword of Damocles

헤드 트래킹 + 투사형 광학 기술 탑재

Ivan Sutherland



유투브 영상

1992년 ‘증강 현실’용어 정식 등장

보잉의 연구원들은 비쳐 보이는 **HMD**를 활용해서 항공기의 전선조립 가이드를 마련,
항공기 공장 직원들을 보조하는 방편으로 사용

데이빗 미젤 **David Mizell**

최초 지식기반 AR 애플리케이션 KARMA. HMD 쓴 사용자가 프린터 유지보수를 위한 지시 확인(1993)

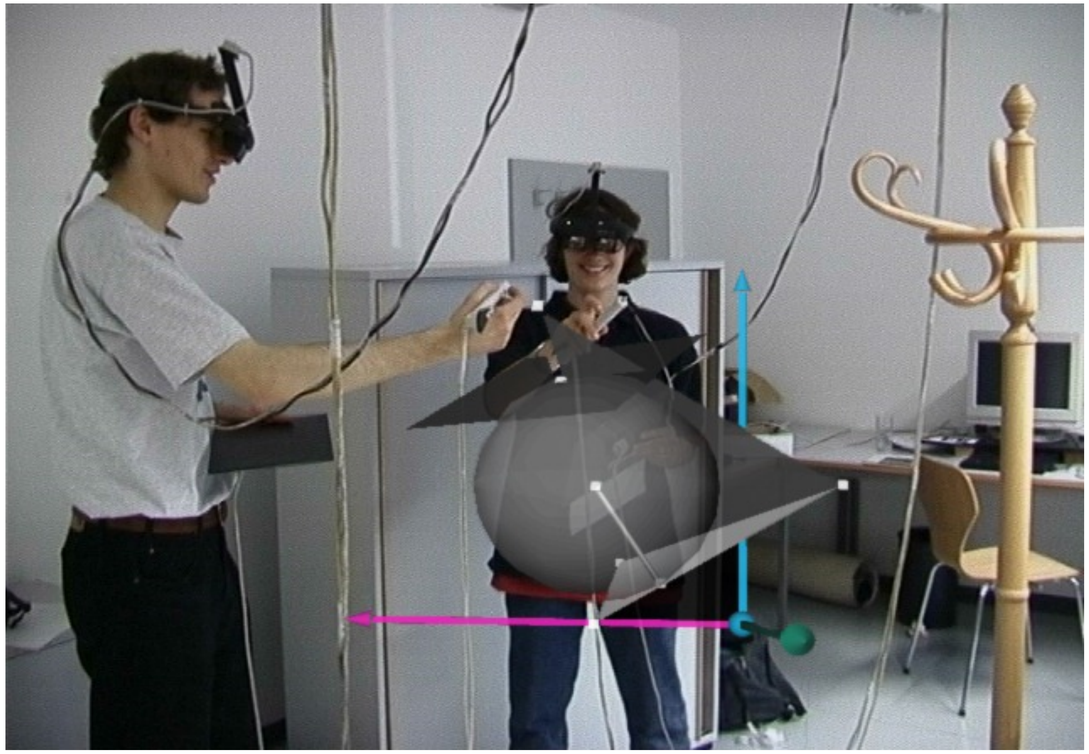
스티브 파이너 Steve Feiner, 블레어 매킨타이어 Blair MacIntyre and 도리 셀리그먼 Doreé Seligmann, Columbia University

의사가 임산부의 태아를 직접 볼 수 있도록 해주는 의료용 **AR** 어플리케이션**(1994)**

안드레이 스테이트 **Andrei State, UNC Chapel Hill**

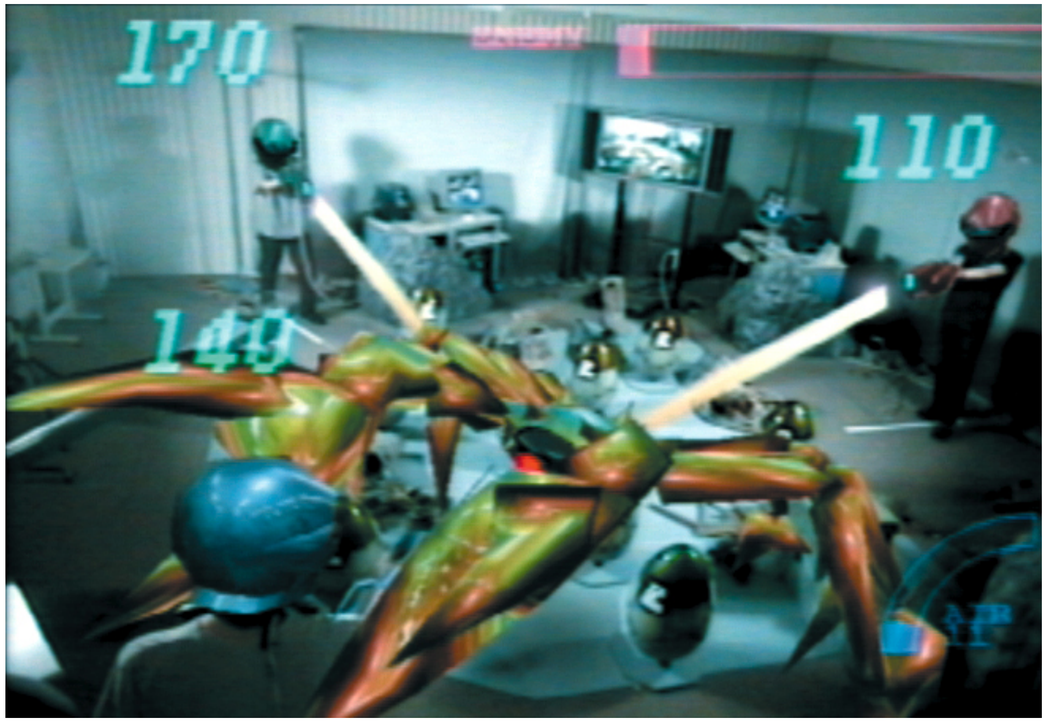
The NaviCam(1995), 핸드헬드형 AR 디스플레이.
컬러 코드 처리된 마커를 감지하여 디스플레이에 정보 표출

Jun Rekimoto



최초의 공동 AR 시스템 스터디어스투브(1996).
여러 사용자가 공유 공간에서 가상 정보를 함께 경험. 고등학생을 위한 지리학 교육 어플리케이션을 통해 테스트 성공.

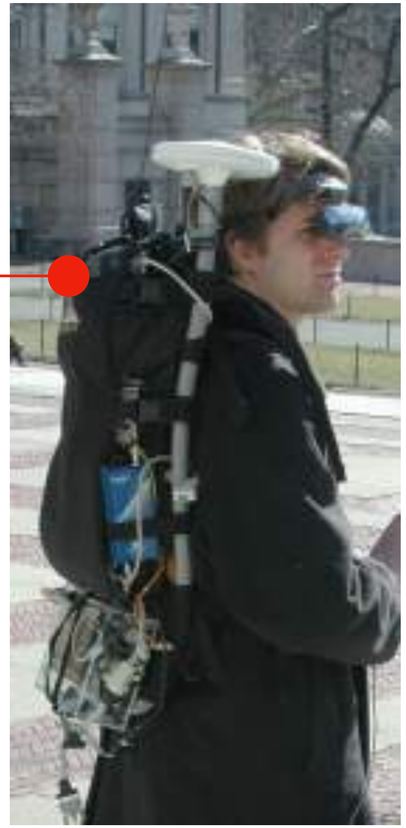
한스 카우프만 Hannes Kaufmann

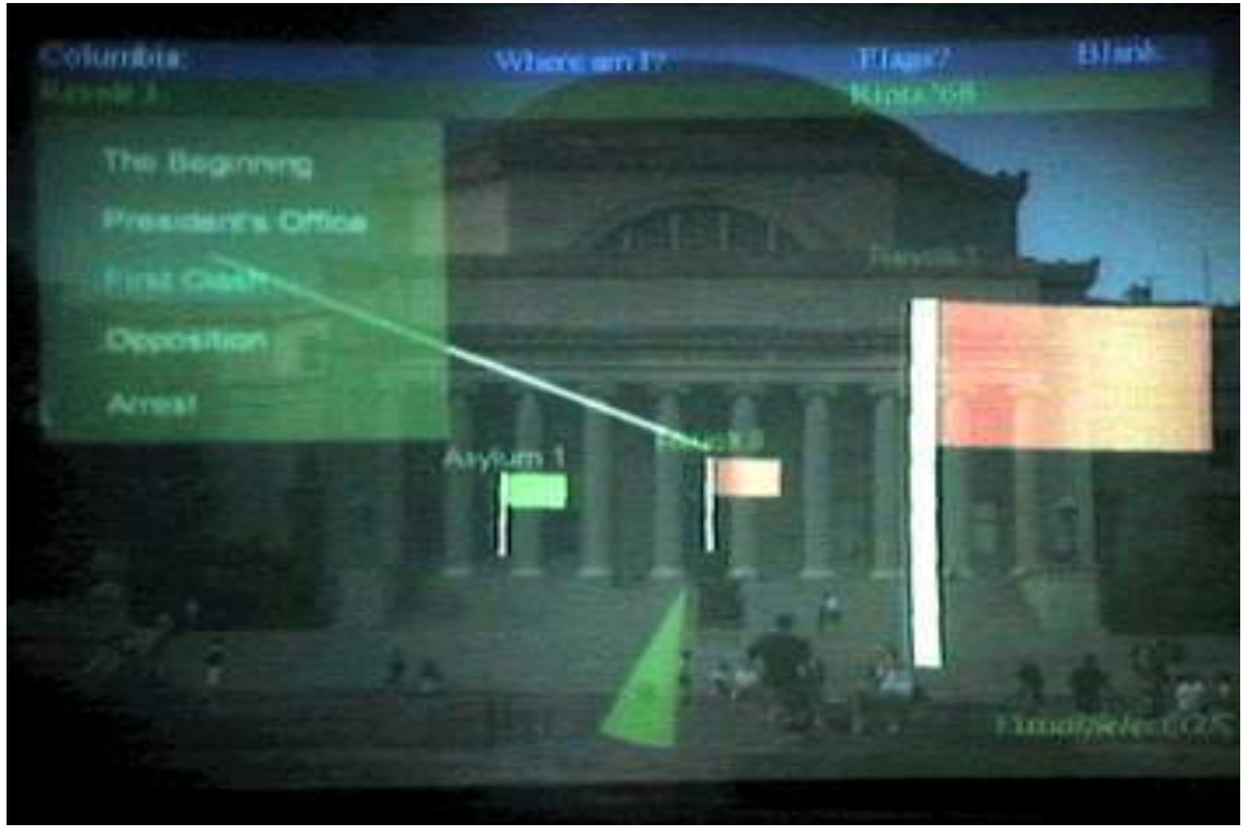


RV-보더 가드는 캐논의 혼합현실 시스템 랩(1997-2001)에서 개발한 멀티 유저 슈팅게임

히로유키 야마모토 Hiroyuki Yamamoto

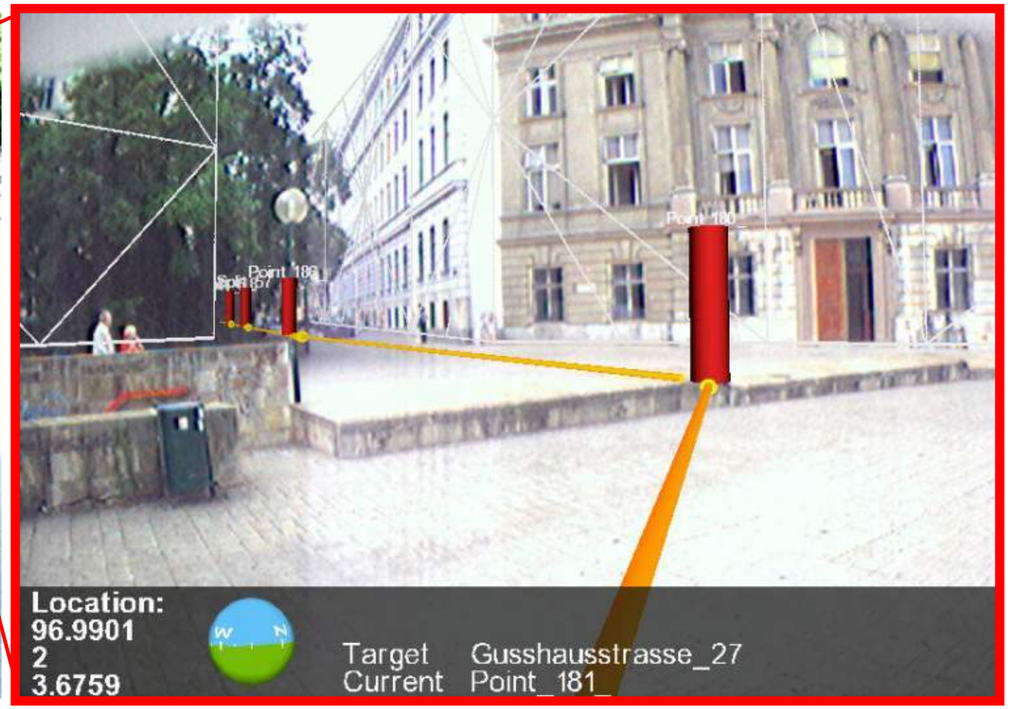
컴퓨터,
다양한 센서,
입력용 초기 태플릿
컴퓨터가 들어있는
배낭





최초 아웃도어 AR 시스템, 투어링 머신(1997) / 투어링 머신에서 구동한 AR 캠퍼스 투어 (1999)
투사형 HMD에 GPS와 방향 추적 이용

콜럼비아 대학



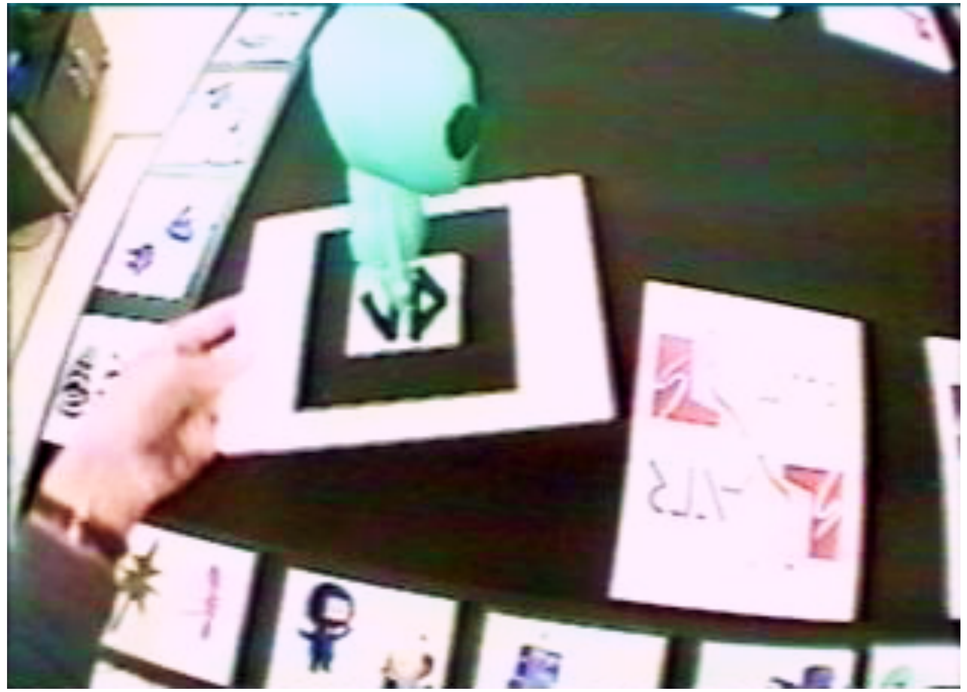
Wide Area Tracking
DGPS (outdoors)
ARToolKit(Indoors)

Studierstube Mobile AR System (2003)
Signpost Outdoors 어플리케이션

최초의 아웃도어 AR게임인 AR퀘이크의 스크린샷(1998)

브루스 토마스 Bruce Thomas and 웨인 피카스키 Wayne Piekarski

AR ToolKit(1999)

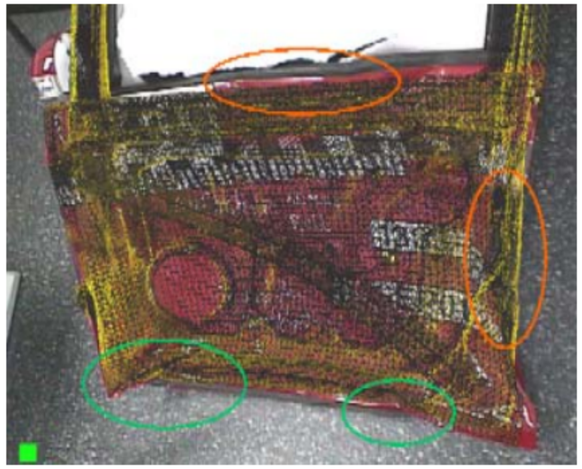


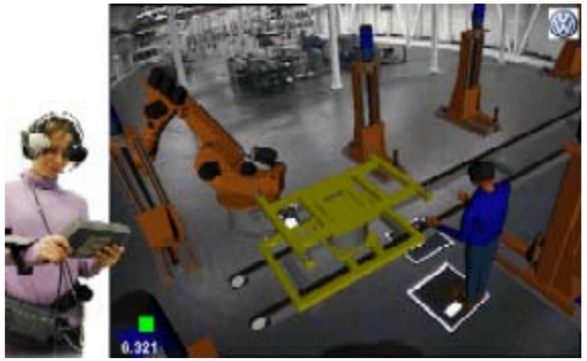
최초의 AR용 오픈소스 소프트웨어 AR툴킷(현재 DAQRI에 인수)
프린터로 간단히 출력할 수 있는 흑백 기준점(마커)을 이용하는 3D 트래킹 라이브러리 기능 제공

마크 빌링 허스트 Mark Billinghurst, 히로가츠가토 Hirokazu kato

mark billinghurst

유투브 영상





개발, 제조, 서비스를 위한 산업 **AR** 프로그램 **ARVIKA**
독일의 연방 교육연구청에서 **2,100**만 유로 지원

산업용 어플리케이션과 독일 자동차 산업을 위한 선진적 **AR** 시스템 개발 작업 진행
이후로 유사하게 해당 기술의 진전된 산업 어플리케이션을 위한 프로그램이 생겨남

Vuforia toolkit의 원조(2008)

스마트폰의 트래킹 시스템

나무트랙위로 가상의 기차를 모는 핸드헬드 **AR**게임, 인비저블 트레인

다니엘 와그너 **Dainel Wagner**

1.Introduction

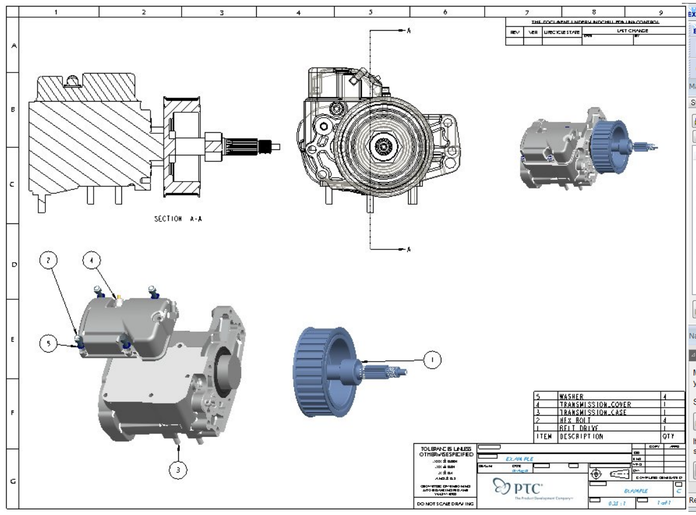
증강현실 예제

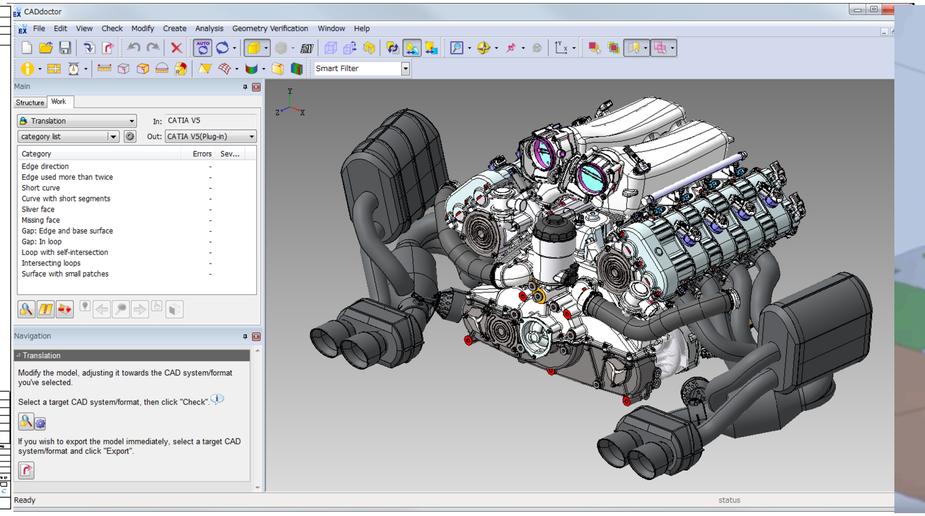
산업과 건축

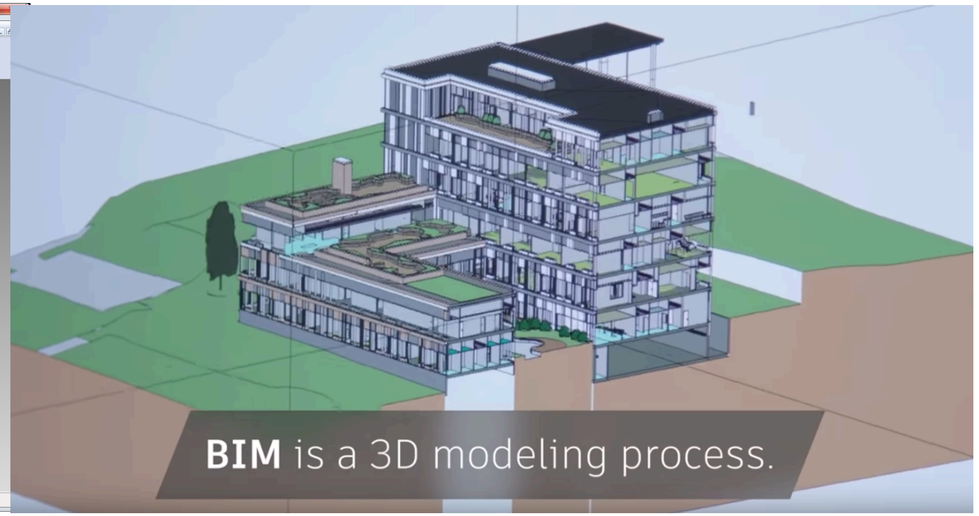
‘설계된’ 내용과 시설의 ‘현재’ 상태를 비교해 중요한 차이점이 있는지 확인하기 위해 사용됨

CAD (Computer-aided design)
2D 벡터 기반 그래픽 또는 솔리드 표면의 3D 모델링과 같은 설계 프로세스에 따라 서로 다른 기능을 제공

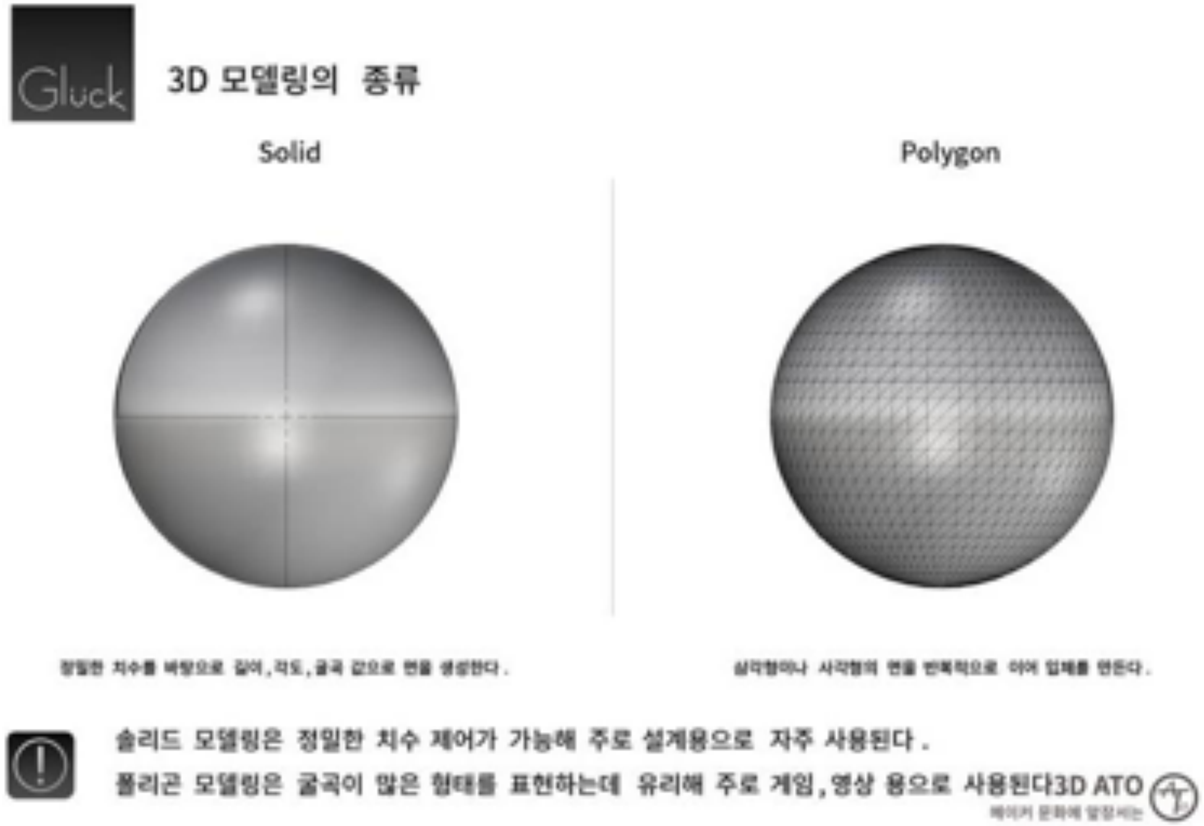
BIM (Building Information Modeling) 데이터 (영상 링크)
2D 캐드에서 구현되는 정보를 3D의 입체설계로 전환, 건축과 관련된 모든 정보를 데이터베이스화하여
3D의 가상 세계에서 미리 건물을 디자인하고 시공과정을 볼 수 있는 시스템







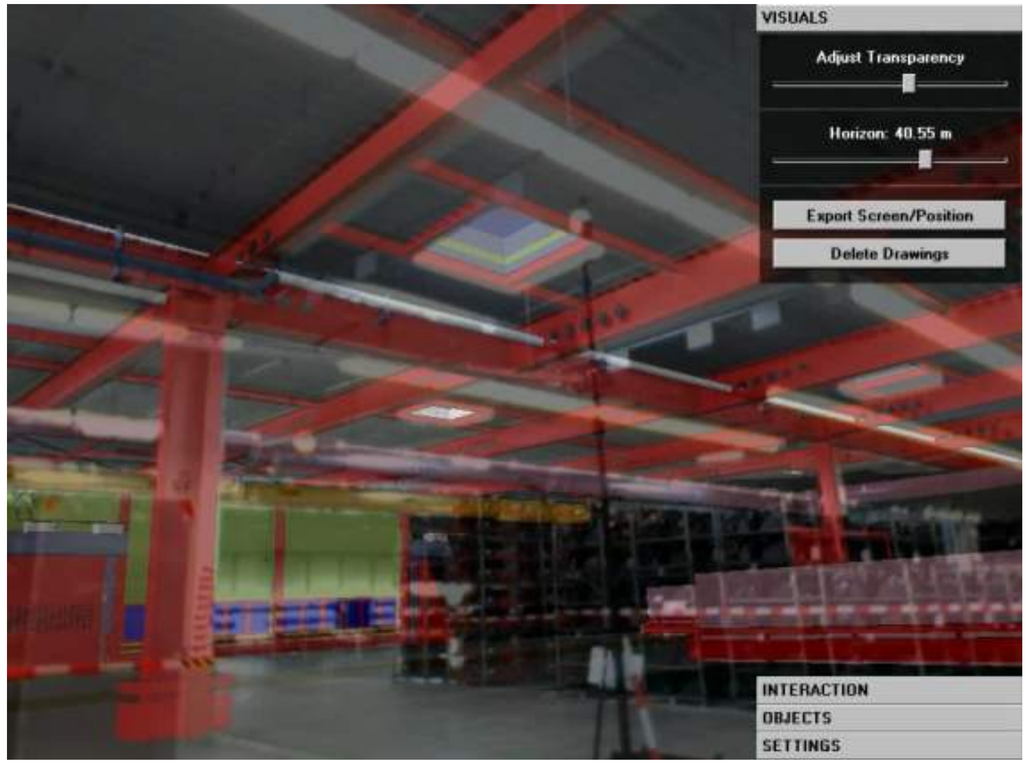
기계 & 설계 등 의 3d 모델링 프로그램



정지 화상을 투명하게 렌더링된 CAD모델 정보 위에 얹어서 보여주는 정지 화상 AR 기법

CAD정보가 중첩된 프레임을 이용한
산업 설비의 불일치 분석 예시

밸브 장착 오류 예시

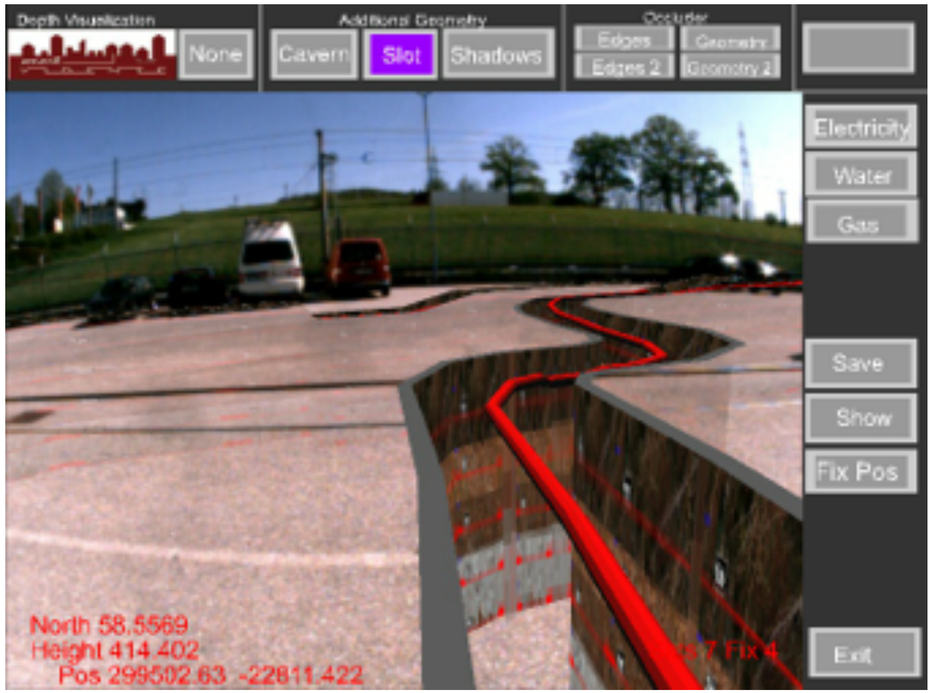


외부 트래킹이 되는 바퀴가 달린 **AR** 터치스크린 디스플레이, 플래나(왼쪽)
현장에서 직접 차이 분석에 사용 (오른쪽)

공익 기업들은 원격 통신선이나 가스관 같은 지하 인프라 시설 관리를 지리 정보 시스템에 의존,
다양한 상황에서 지하에 있는 인프라의 정확한 위치 정보 필요

↓

지리 정보 시스템에서 나온 **AR** 시점을 직접 현장에 등록하여 가시화를 통해
야외 작업의 정확도와 속도 개선에 큰 도움



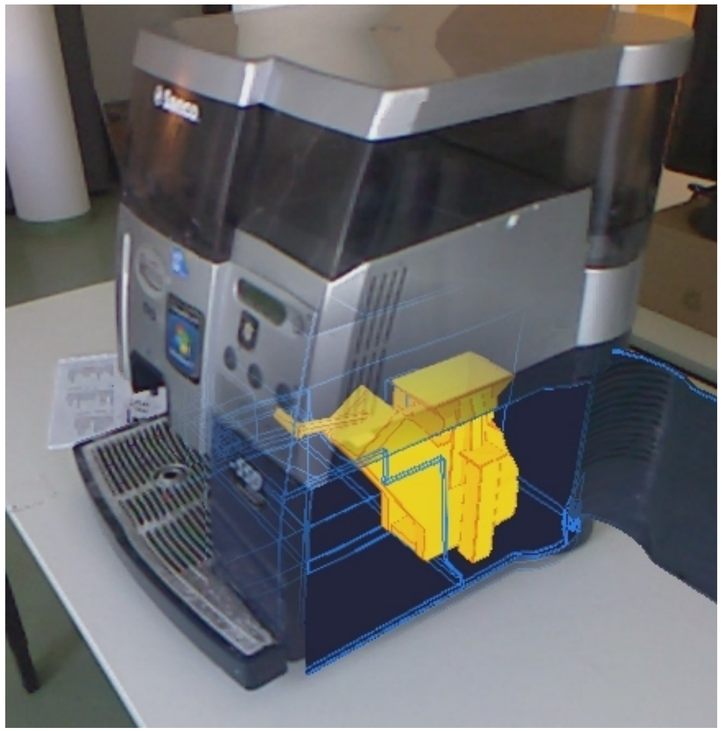
야외용 **AR** 시각화 시스템 중 하나인 비덴테(**Vidente**)

건축 현장의 항공 조사와 복원에는 카메라를 탑재한 마이크로 항공기(드론)가 점차 늘어나는 추세

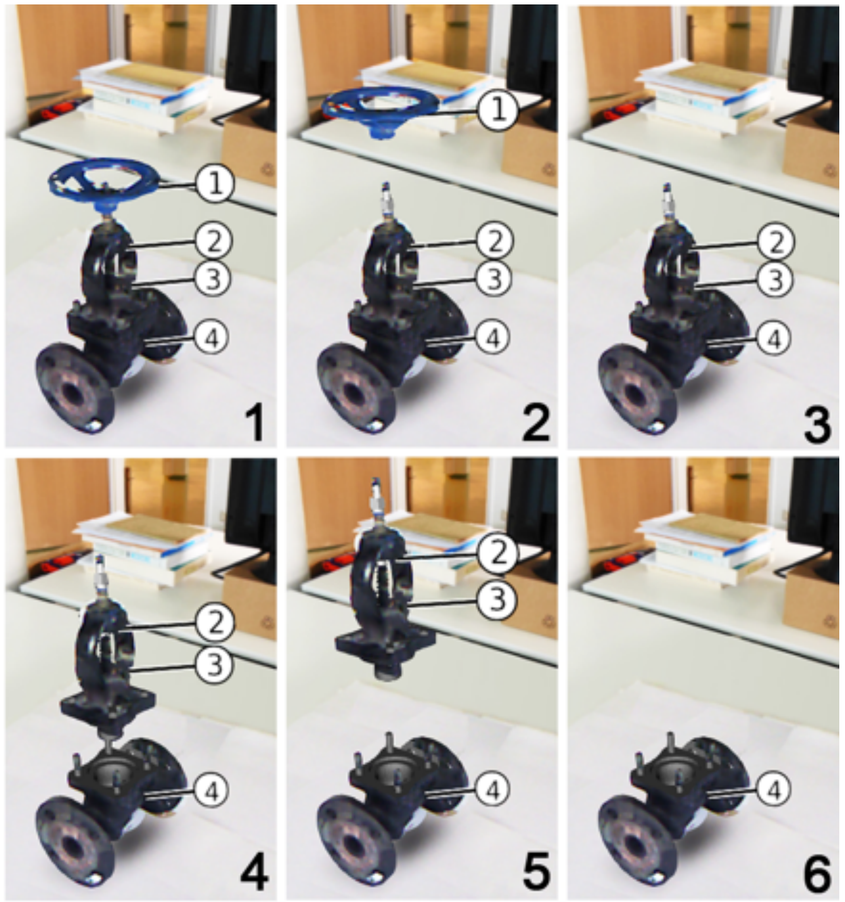
↓

AR을 통해 드론 위치 확인, 지상 위치나 속도 같은 비행 수치를 모니터링, 조종자에게 충돌 가능성 정보 제공

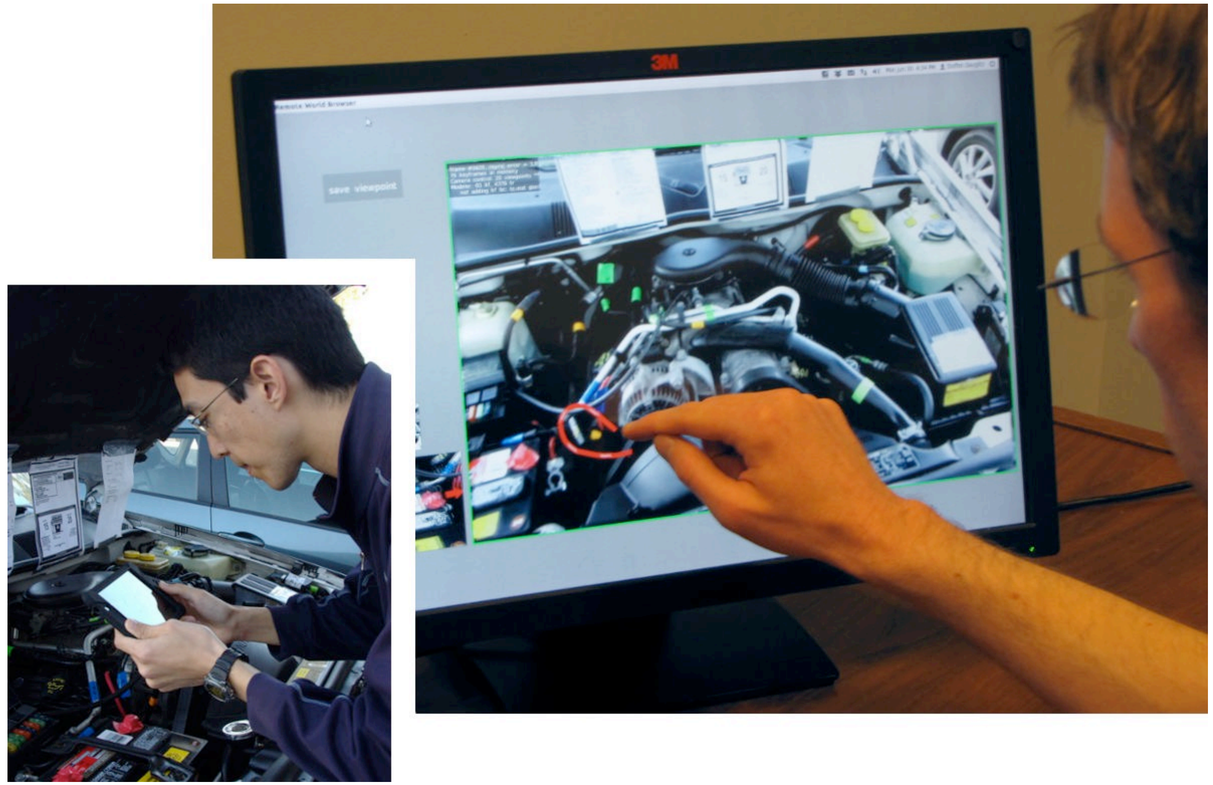
유지 보수와 훈련



가상 시각화를 통해 커피 머신 내부를 가시화하여
사용자가 직접 유지 관리를 할 수 있도록 AR가이드 제공



밸브 해체 순서 AR 가이드

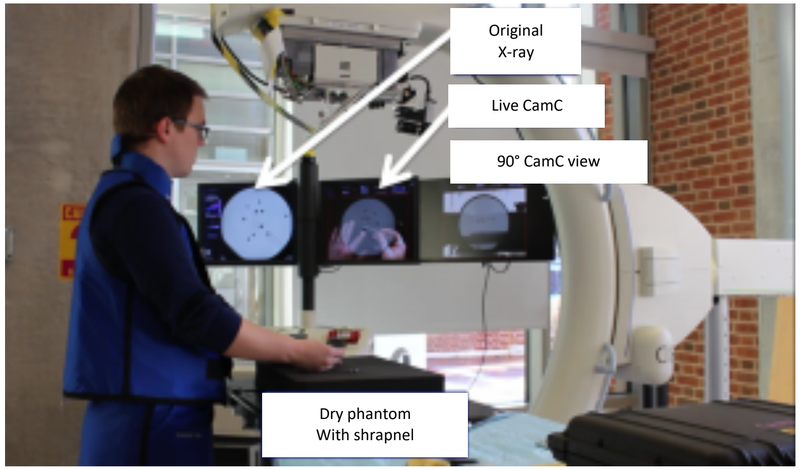


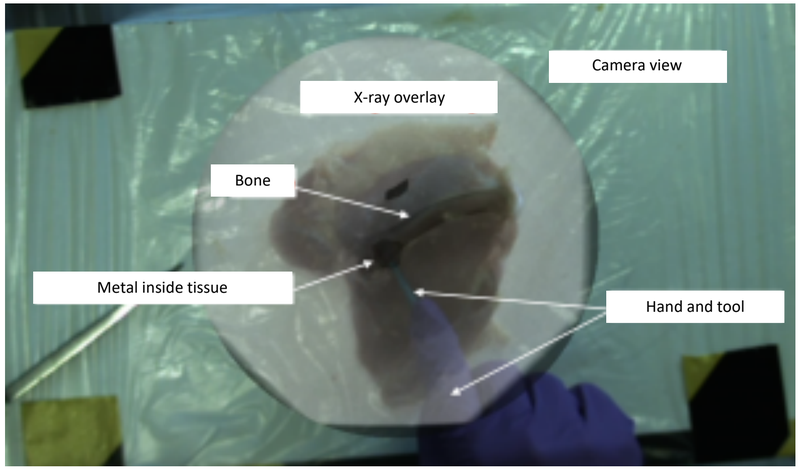
물리적 작업을 위한 실시간 모바일 원격 협업

The Office of the Future project

Henry Fuchs, UNC Chapel Hill

의료

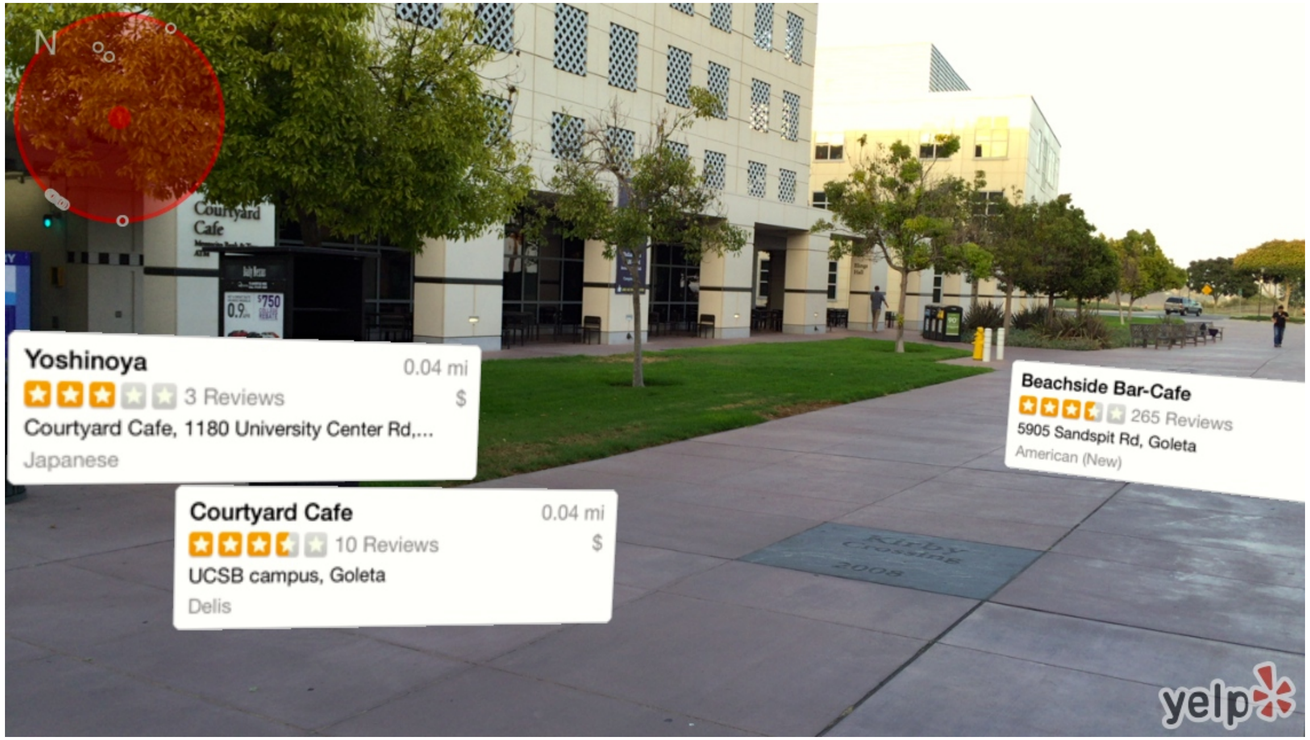




상업적으로 대중화된 카메라 증강 모바일
C-arm(이동식 엑스레이 투사 장치), 혹은 CamC(모바일 C-arm)

의사가 카메라에 찍힌 모습과
엑스레이 이미지를 연결해서 볼 수 있게 해줌

개인 정보 디스플레이



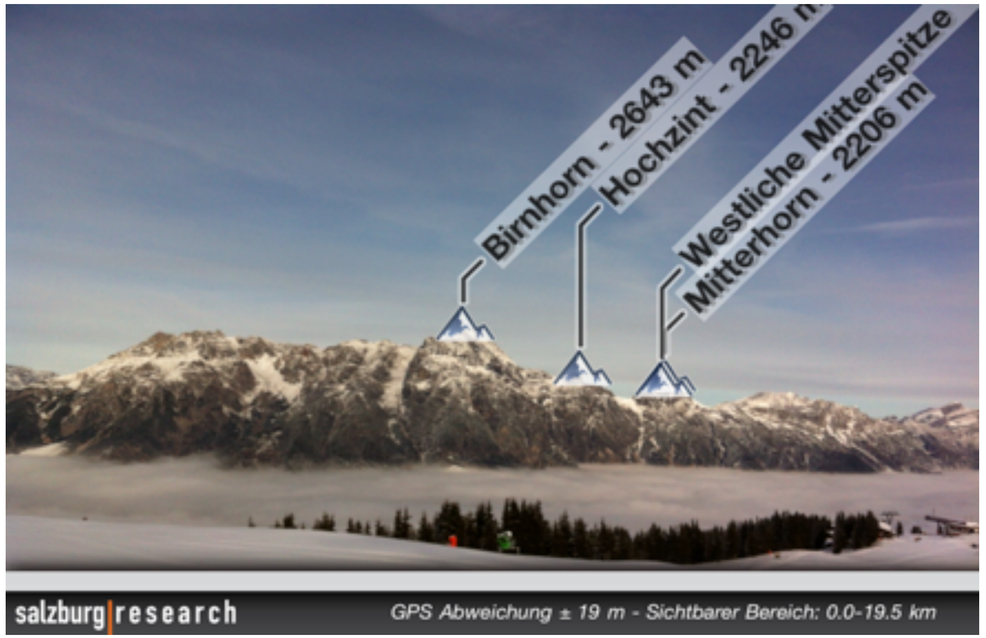
소셜 비즈니스 리뷰 앱, Yelp에 결합된 AR 브라우저 Yelp Monocle

번역

Google 번역

카메라 이미지 위에 실시간으로 인식된 텍스트의 자동 번역이 얹혀짐

네비게이션

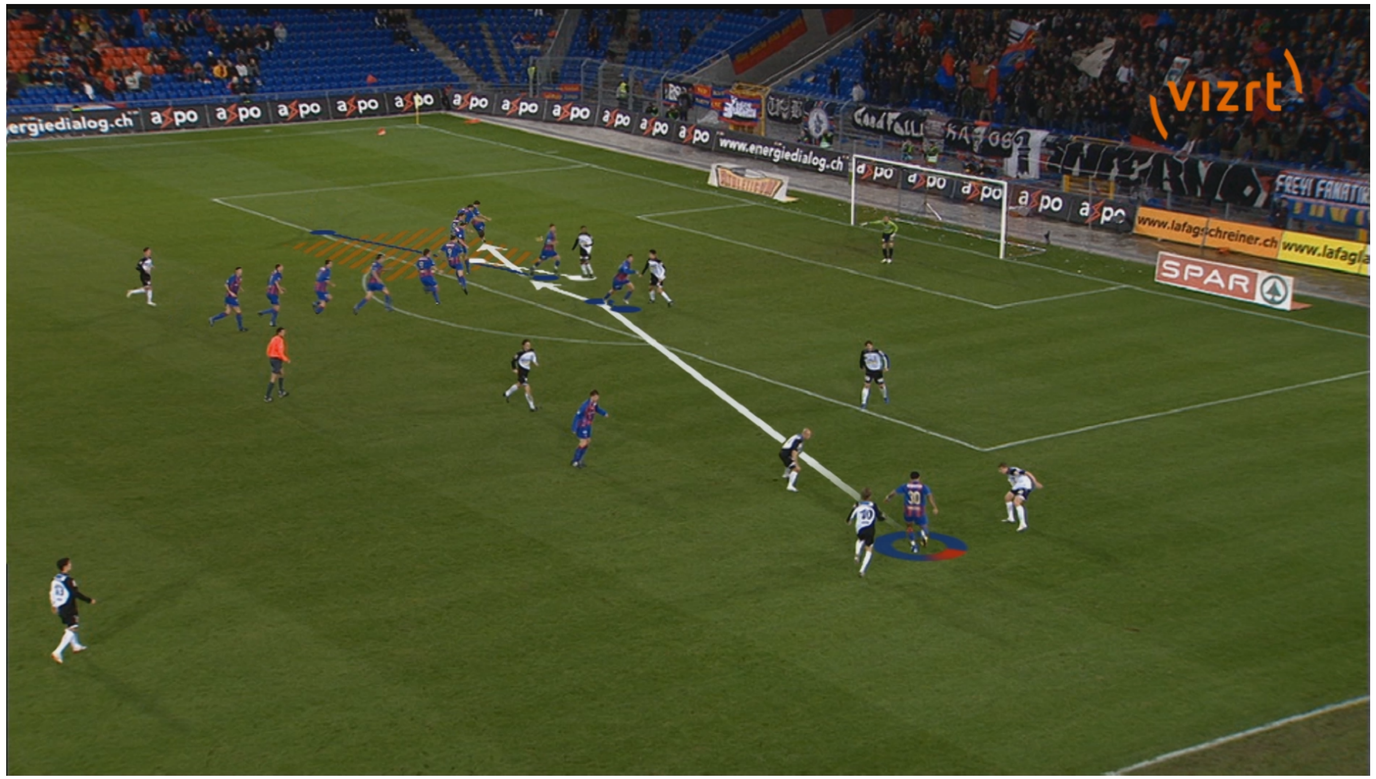


위키튜드 드라이브
전방의 도로를 원근법을 적용하여 가시화 정보를 보여줌

주차

PASSENGER
AIR BAG
Fahrweg kontrollieren!
RADIO
MEDIA
NAV
TRAFFIC

TV

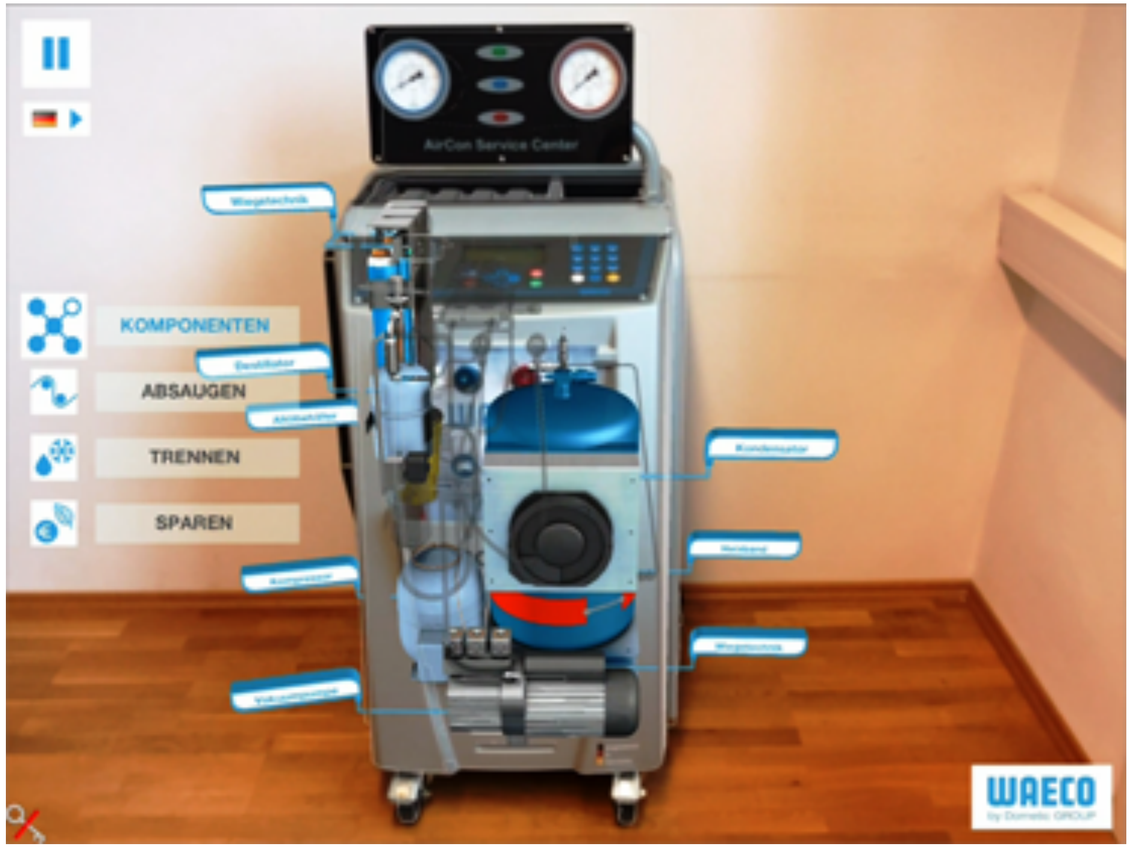

vizrt
SPAR

예상 일기도
01월 25일 금요일
08:00
조선
LIVE
문화 천주교 서울대교구 내달 1일 사제서품식

매거진

THE RED BULLETIN
Mark Webber
'It's an incredible day for me'
HOME SPORTS CULTURE HEROES WHAT'S ON
SEARCH
VIDEO GALLERY
Red Bulletin Print 2.0 - October 2009
WELCOME TO PRINT 2.0
click here to watch full-screen
00:04 / 00:49
TRY IT NOW
IN THIS ISSUE
NO RED BULLETIN?

마케팅



와이코(Waeco) 에어컨 서비스 유닛의 마케팅 프레젠테이션

마케팅

A1
14:45
Add Garment
Switch
Edit
Add User

A1
14:45
Add Garment
Switch
Edit
Add User

게임

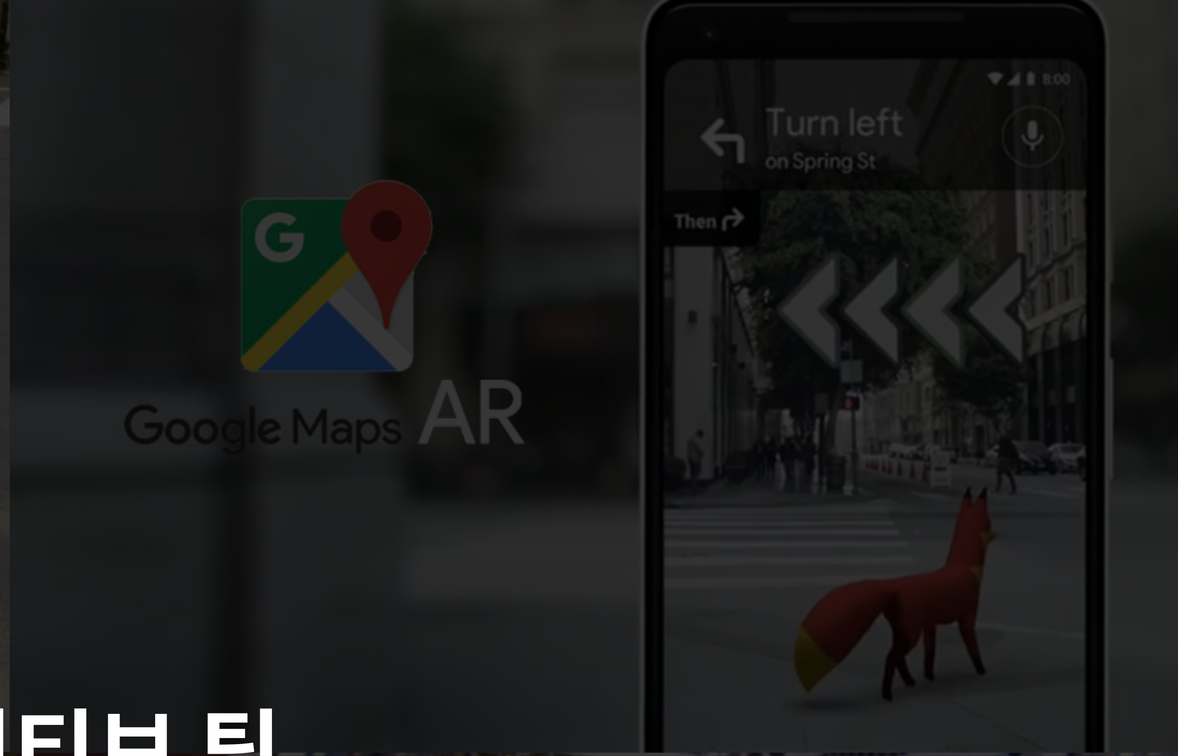
최초의 상업적 AR게임, The Eye of Judgment
소니 플레이스테이션 3용 쌍방향 트레이딩 카드 게임

게임

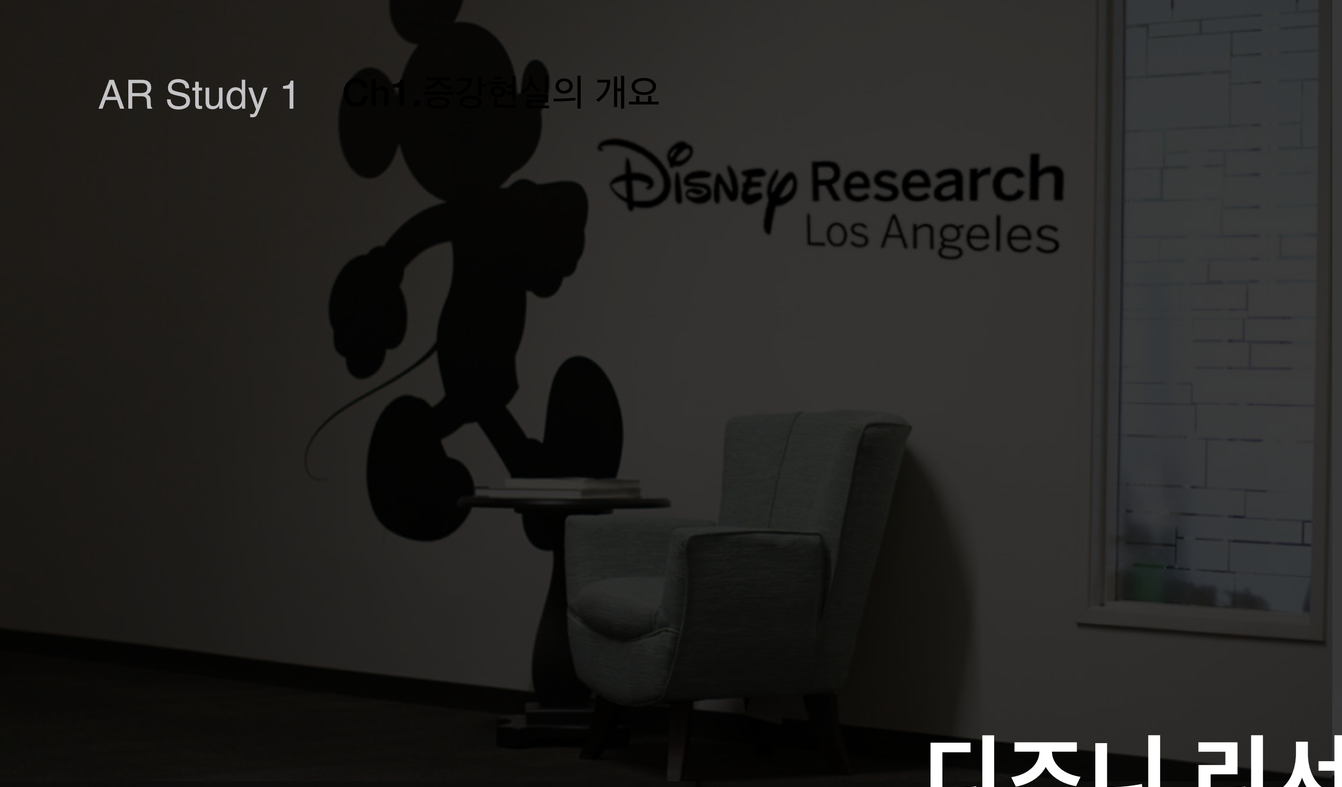
뷰포리아 스마트터레인
주위 환경을 스캔해 게임의 배경으로 구성

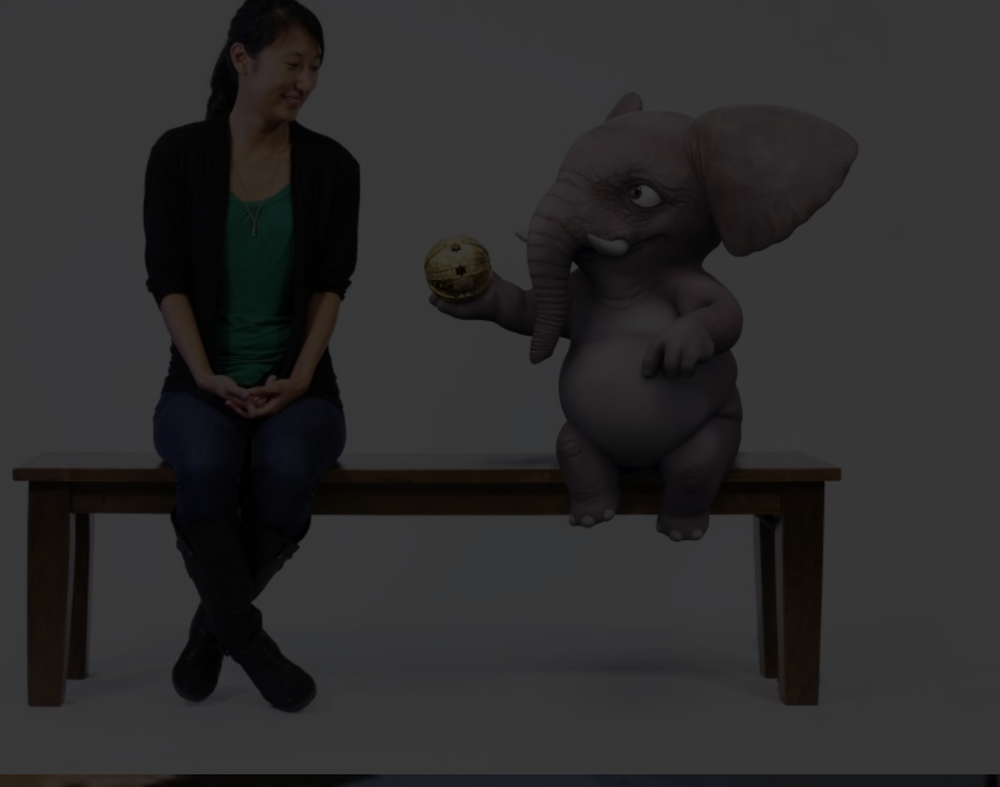
게임

TV와 프로젝터를 함께 사용하는 일루미룸(**IllumiRoom**)
게임 월드를 모니터 바깥까지 확장

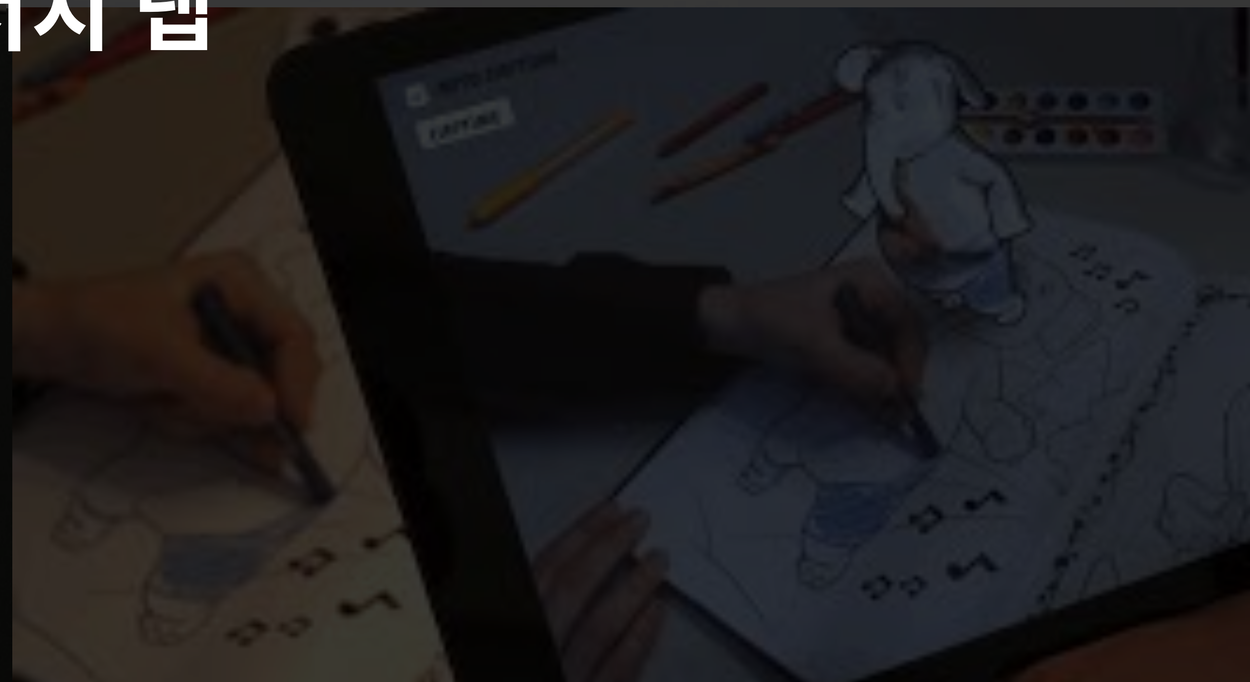


구글 크리에이티브 팀





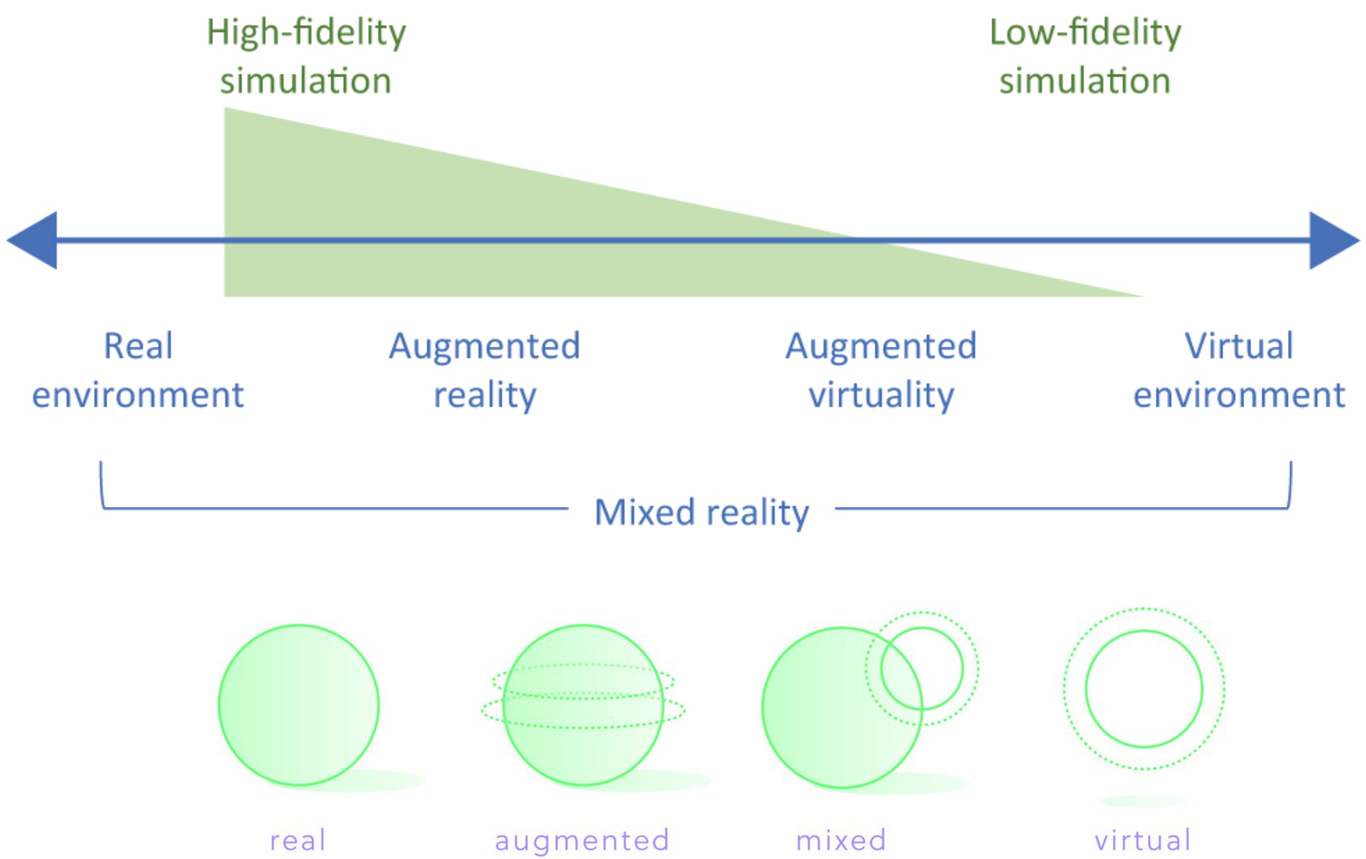
디즈니 리서치 랩



1.Introduction

관련 분야

혼합현실(MR)은 현실과 가상 세계의 가능한 모든 조합을 포함한다



REAL ENVIRONMENT — **MIXED REALITY (MR)** — **VIRTUAL ENVIRONMENT**

Tangible User Interfaces (TUI)

A TUI uses real physical objects to both represent and interact with computer-generated information (Ishii & Ullmer, 2001).

Augmented Reality (AR)

AR 'adds' computer-generated information to the real world (Azuma, et al. 2001).

Augmented Virtuality (AV)

AV 'adds' real information to a computer-generated environment (Regenbrecht, et al. 2004).

Virtual Reality (VR)

VR refers to completely computer-generated environments (Ni, Schmidt, Staadt, Livingston, Ball, & May, 2006; Burdea & Coffet 2003)

Projection Augmented models (PA model) are a type of Spatial AR display, and are closely related to TUIs

Spatial AR

Spatial AR displays project computer-generated information directly into a user's environment (Bimber & Raskar, 2005).

'See-through' AR (either optical or video)

A user wears a head-mounted display, through which they can see the real world with computer-generated information superimposed on top (Cakmakci, Ha & Rolland, 2005; Billinghurst, Grasset & Looser, 2005).

Semi-immersive VR

A semi-immersive VR display fills a limited area of a user's field-of-view.

Immersive VR

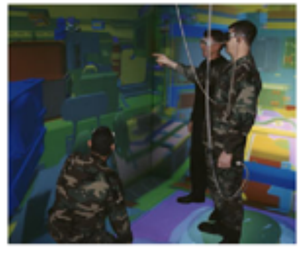
Immersive VR, which uses either a head-mounted-display or a projection-based system, completely fills the user's field-of-view.

Using physical objects to create a virtual model (Ichida, Itoh, & Kitamur, 2004). As a user adds a physical 'ActiveCube' to the construction, the equivalent virtual model is automatically updated.

The 'Bubble Cosmos' – 'Emerging Technology' at SIGGRAPH'06. The paths of the smoke-filled bubbles are tracked, and an image is projected into them as they rise.

See-through AR: the butterfly is computer-generated, and everything else is real (Fischer, Bartz & Straßer, 2006; Kölsch, Bane, Höllerer, & Turk, 2006).

Semi-immersive VR using the Barco Baron workbench (Drettakis, Roussou, Tsingos, Reche & Gallo, 2004).



Projection-based immersive VR. The users are fully immersed in the 'CAVE' (FakeSpace, 2006; Cruz-Neira, Sandin & DeFanti, 1993).

2.Display

복합 디스플레이

복합 디스플레이

물리적 세상에 대한 사람의 인식 위에 시각적 정보를 얹는것 외에, 모든 감각을포함

오디오 디스플레이

햅틱 디스플레이

텐저블 디스플레이

후각,미각 디스플레이

햅틱 디스플레이

비주얼 햅틱 표시 예. 햅틱 기기인 팬텀 옴니의
스타일러스가 시각 증강으로 하이라이트되어 가시화.

후각과 미각 디스플레이

메타쿠키
후각 디스플레이와 시각 증강이 합쳐져 향기나는 쿠키라는
환상을 만들어줌

2.Display

디스플레이의 요건 및 특징

증강 방식

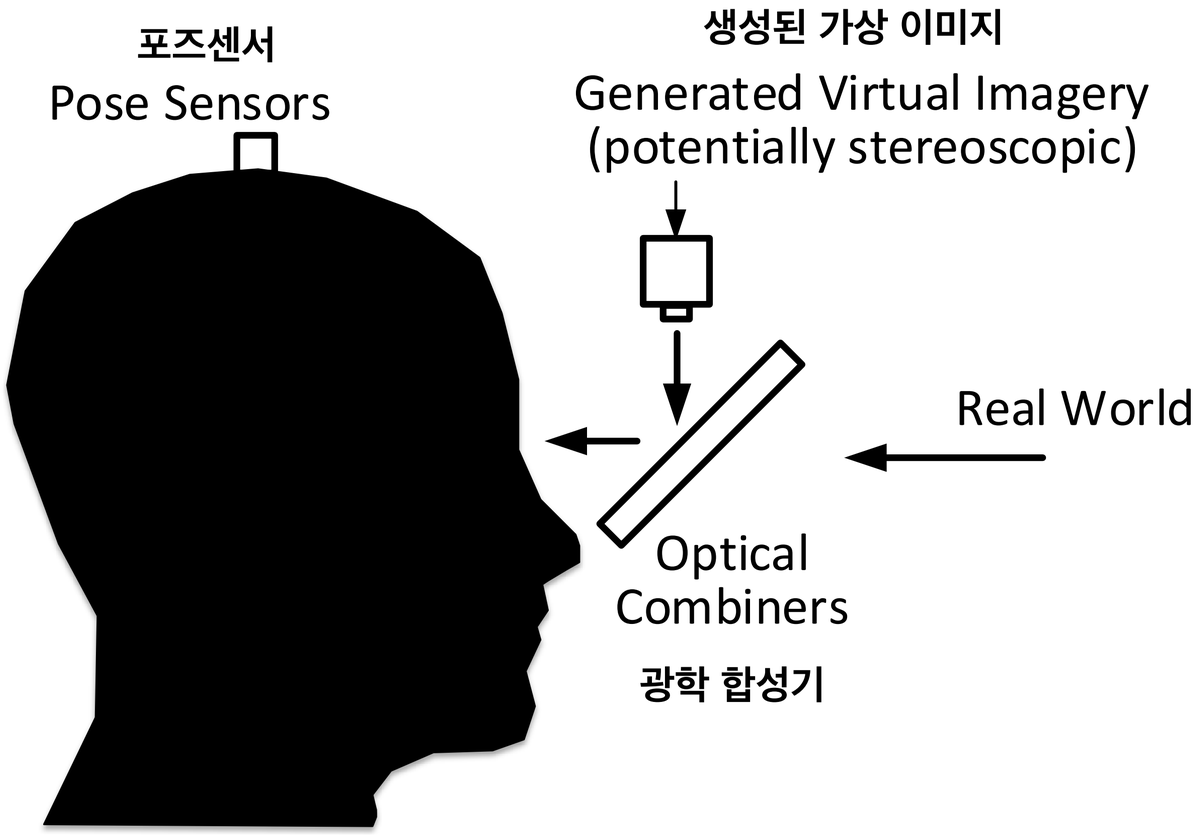
AR디스플레이와 전통적 컴퓨터 디스플레이의 차별 요건

실제 환경 + 가상 환경 = 합성 환경

광학 투과 디스플레이

비디오 투과 디스플레이

광학 투과 (OST) Optical See- Through Displays



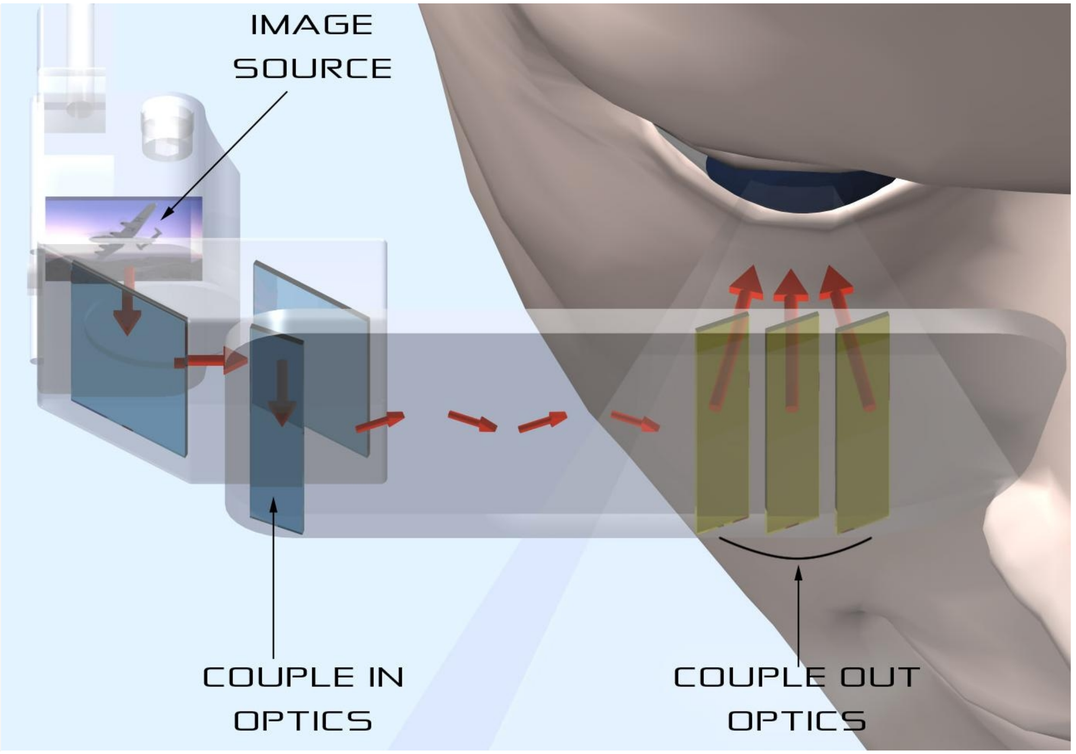
광학 투과 디스플레이는 광학적 요소를 사용해 사용자에게 보이는 실제 세계와
생성된 가상 이미지를 합쳐서 가시화 시켜줌

MR 헤드셋 홀로렌즈2

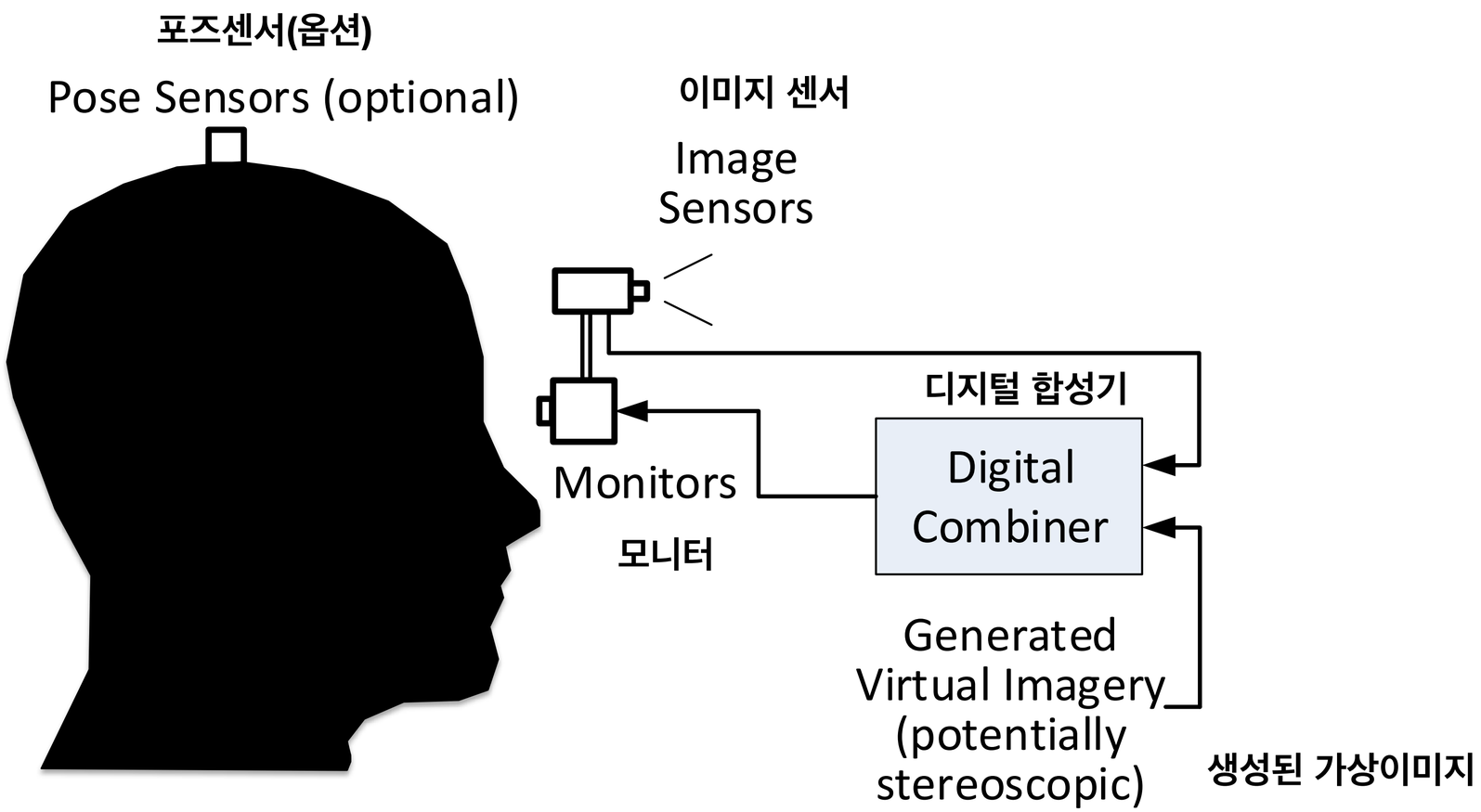
홀로렌즈2 달라진점

Hololens 2

Lumus HMD 디스플레이

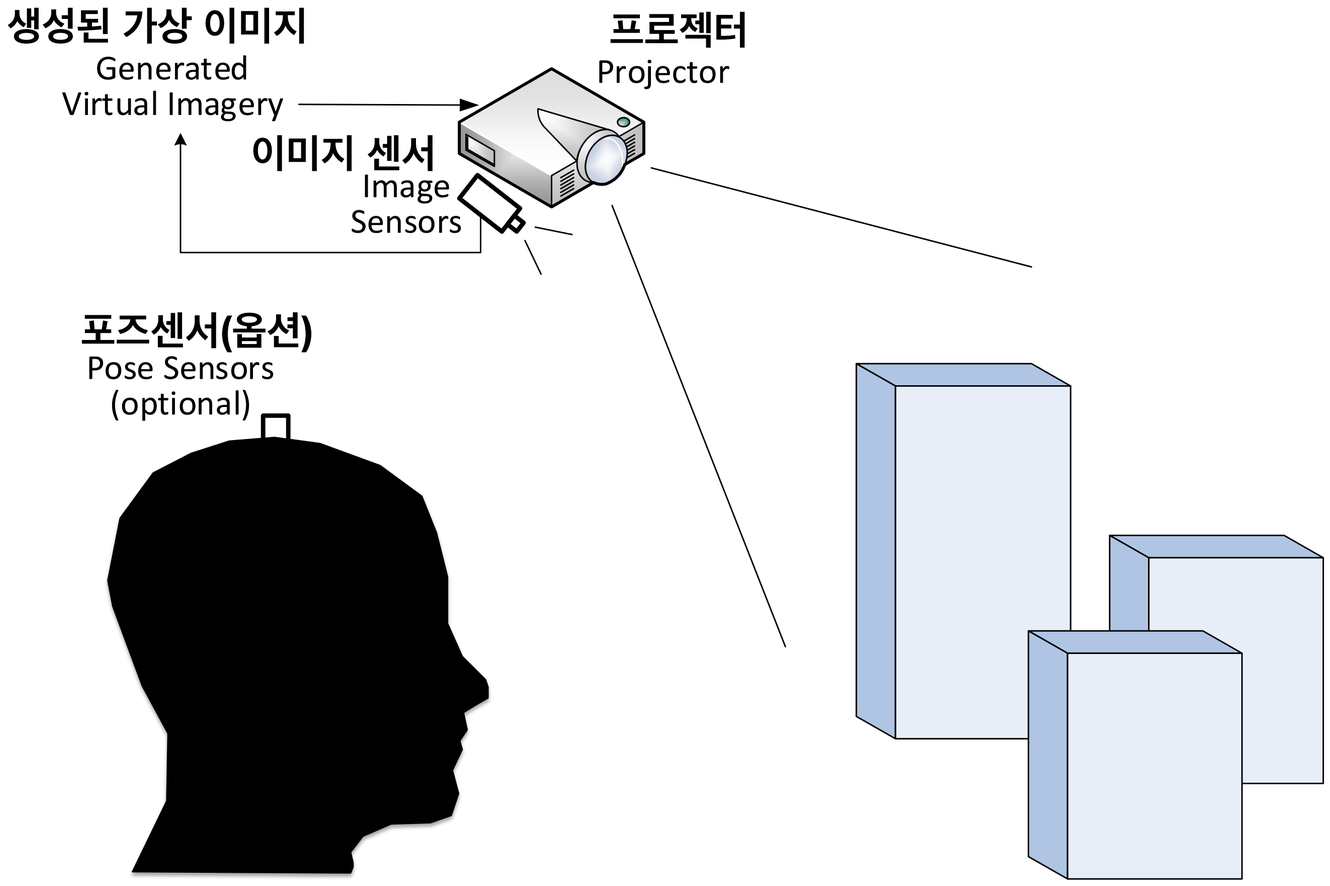


동영상 투과 (VST) Video See- Through Displays



비디오 투과 디스플레이는 현실을 비디오 카메라로 촬영하고, 디지털 합성기를 통해
생성된 가상이미지를 합성하여 사용자에게 전달

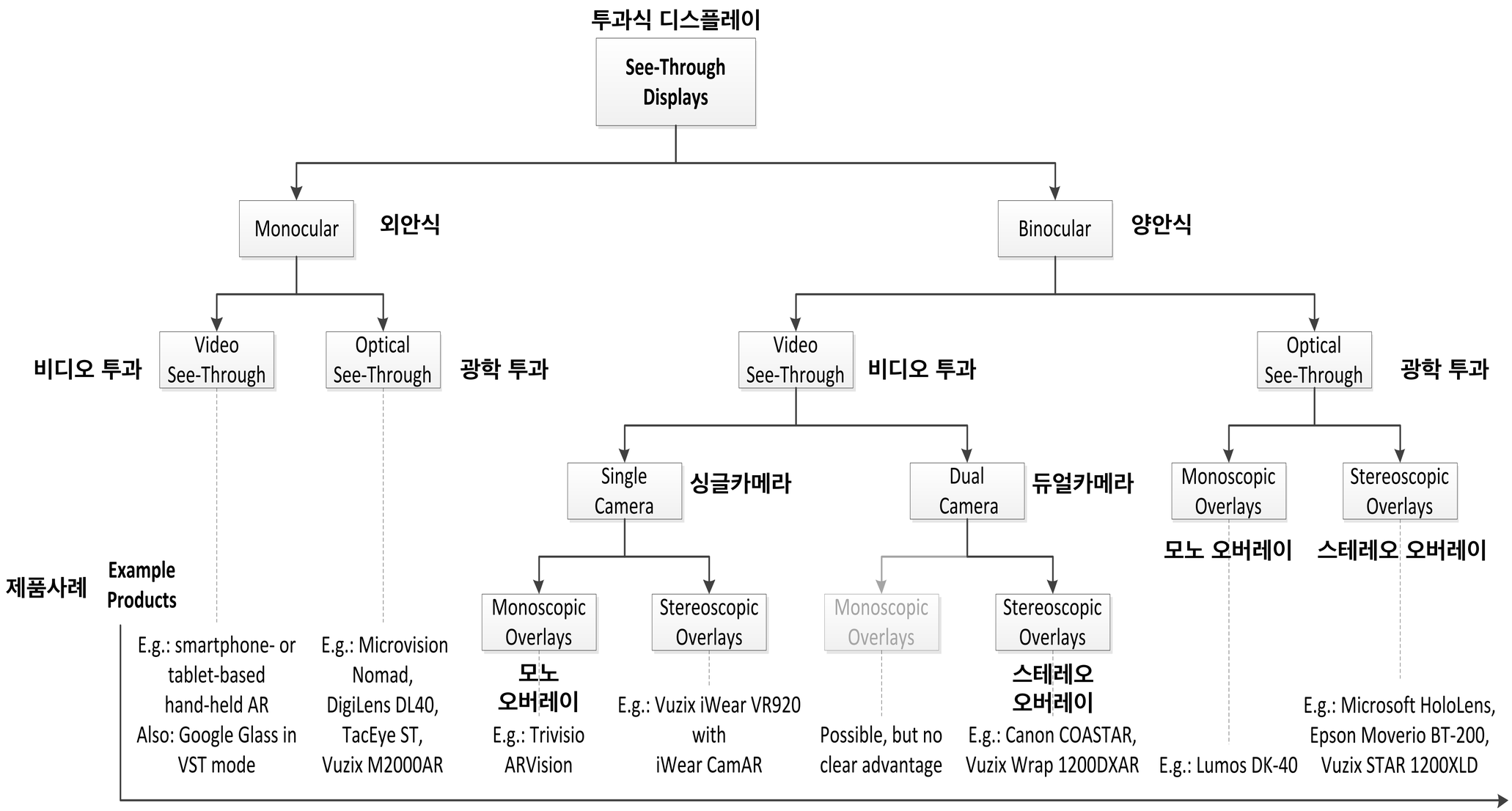
공간투영 (AST) Spatial Augmented Reality



공간 투영은 실제 세계의 물체에 프로젝터등을 이용하여 가상 콘텐츠를 투영하며,
별도의 광학 합성기나 전자 화면은 필요하지 않음

Non-See-Through Displays

투과형 디스플레이 범주


투과식 디스플레이
See-Through Displays
Monocular
외안식
Binocular
양안식
비디오 투과
Video See-Through
Optical See-Through
광학 투과
Video See-Through
비디오 투과
Optical See-Through
광학 투과
Single Camera
싱글카메라
Dual Camera
듀얼카메라
Monoscopic Overlays
Stereoscopic Overlays
모노 오버레이
스테레오 오버레이
제품사례
Example Products
E.g.: smartphone- or tablet-based hand-held AR Also: Google Glass in VST mode
E.g.: Microvision Nomad, DigiLens DL40, TacEye ST, Vuzix M2000AR
Monoscopic Overlays
모노 오버레이
E.g.: Trivisio ARVision
Stereoscopic Overlays
E.g.: Vuzix iWear VR920 with iWear CamAR
Monoscopic Overlays
Possible, but no clear advantage
Stereoscopic Overlays
스테레오 오버레이
E.g.: Canon COASTAR, Vuzix Wrap 1200DXAR
E.g.: Lumos DK-40
E.g.: Microsoft HoloLens, Epson Moverio BT-200, Vuzix STAR 1200XLD

초점

수렴 조절 불일치 : 초점과 눈이 동조되는 신호의 충돌

사람들은 가상 정보에 대해 여러 가지 양안 입체 신호로부터 이접 운동 정보를 받게 되는데, 이것이 디스플레이의 초점 심도에 필요한 고정 원근 조절과 충돌
이 현상이 지속 발생되면, 시작적 피로도가 높아지며 불편함이 커지며, 작업 효율을 떨어뜨림

해결책

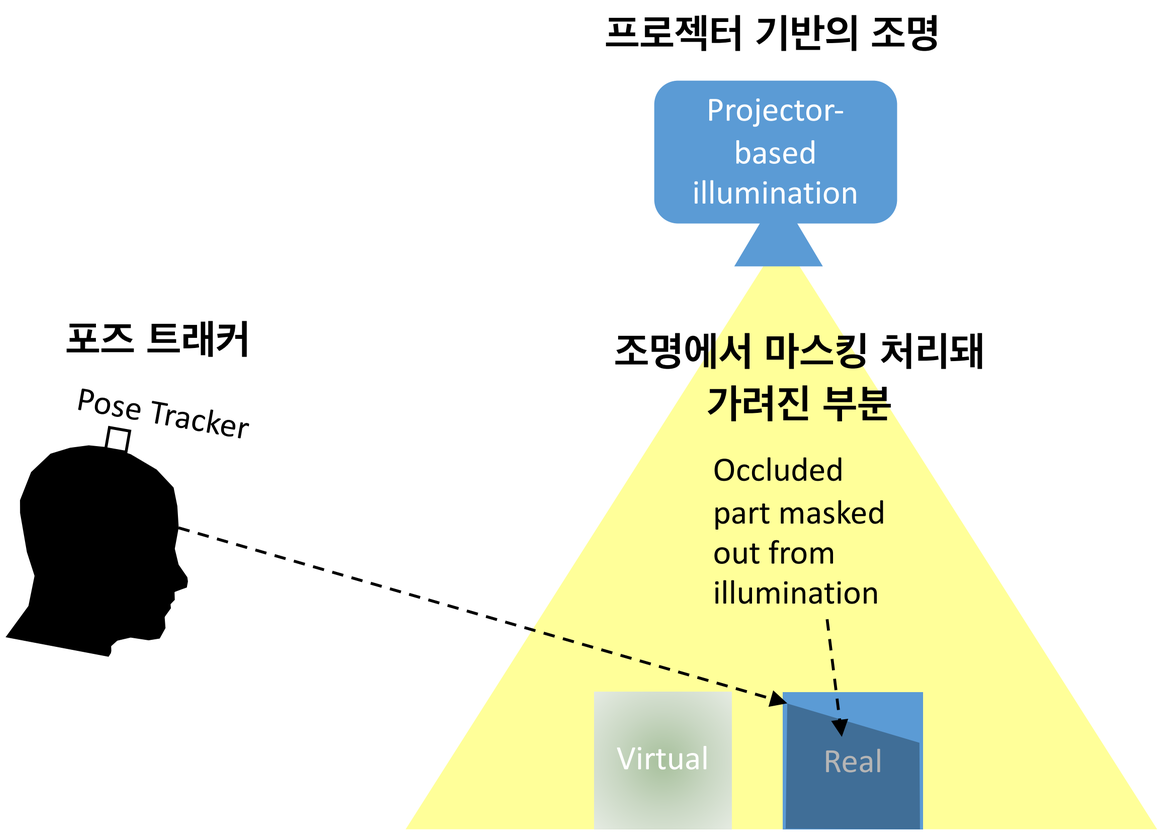
실시간으로 초점면을 바꾸는 디스플레이
집중해서 보는 물체에 대한 식별 후, 사용자의 주의 집중에 따라 초점면을 옮기기 위한 시선 추적 기술이 필요

가림

가상과 실제의 물체간의 오클루전(Occlusion)은
씬의 구조를 전달하는 데 중요한 표지가 됨

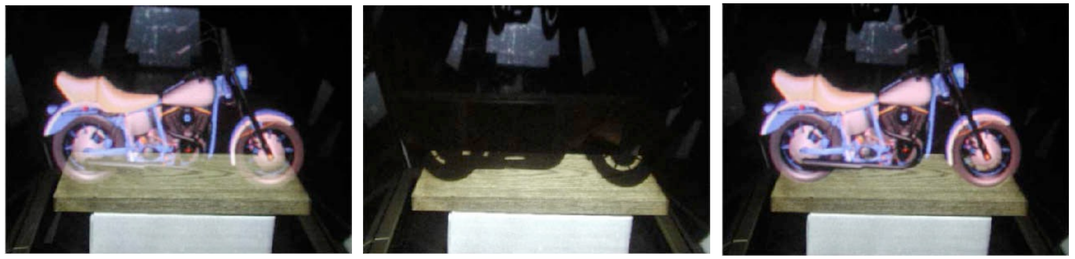
Niantic Occlusion

실제의 물체들은 서로 자연스럽게 가려지고 가상 물체들을 올바르게 가림 처리를 하기위한 고려사항



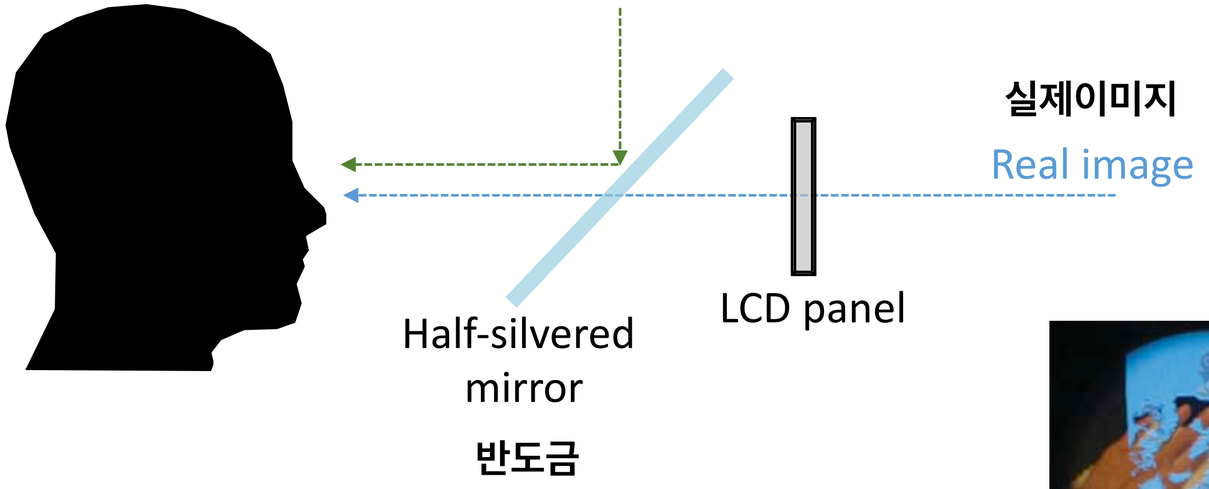
1. 가상 물체를 실제 물체가 보이는 강도보다 밝게 렌더링 > 가상 물체가 더 돋보이게 가시화함.
   하지만, 실제 장면의 나머지 부분들도 잘 인식되지 않게 될 수 있음

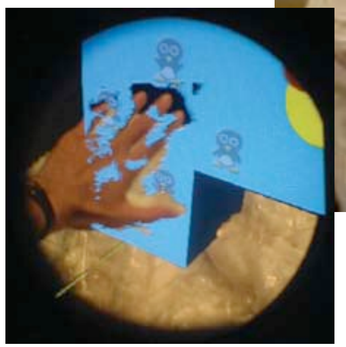
2. 제어된 환경 > 실제 장면위에 컴퓨터로 조종되는 프로젝터로 발게 조명하고, 나머지 부분은 어둡게 남겨서 인지되지 않도록 함. (왼쪽 그림 참고)

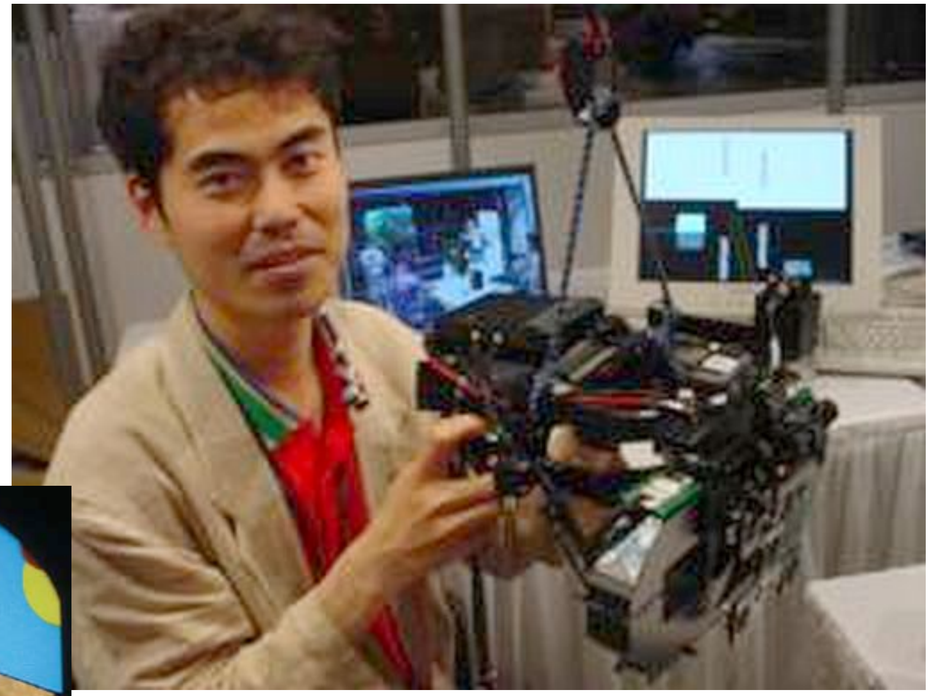


실제의 물체들은 서로 자연스럽게 가려지고 가상 물체들을 올바르게 가림 처리를 하기위한 고려사항

3. 광학적으로 투명한 디스플레이를 액정 화면으로 증강하여, 각 픽셀을 투명하거나 불투명하게 따로 처리

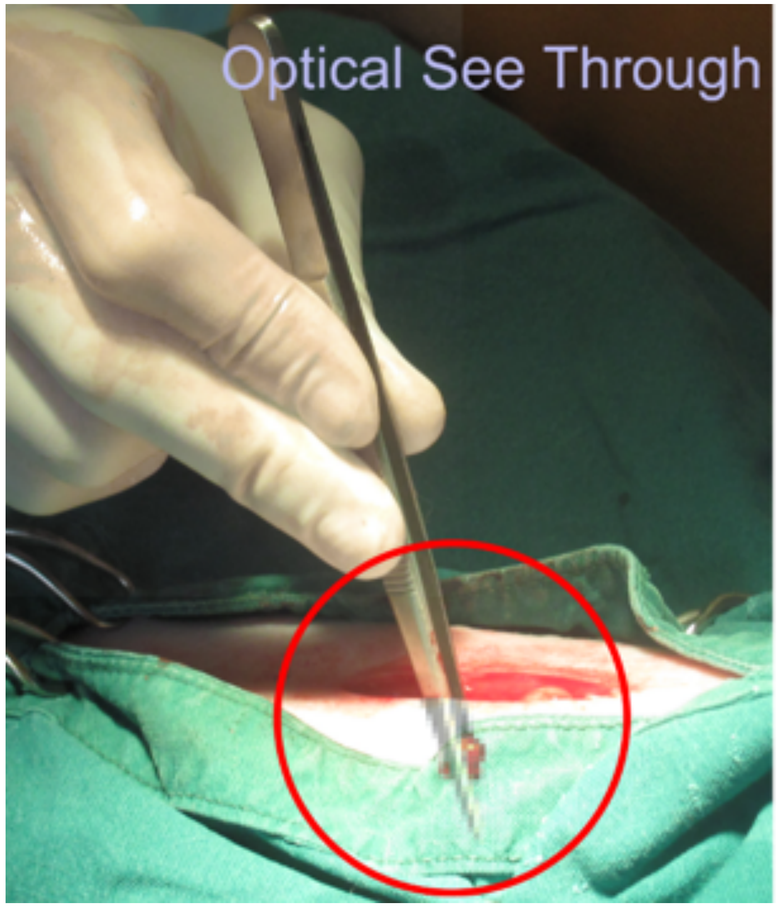






ELMO HMD 프로토타입 with 기요카와 교수

해상도와 새로고침 속도



광학 투과

비디오 투과

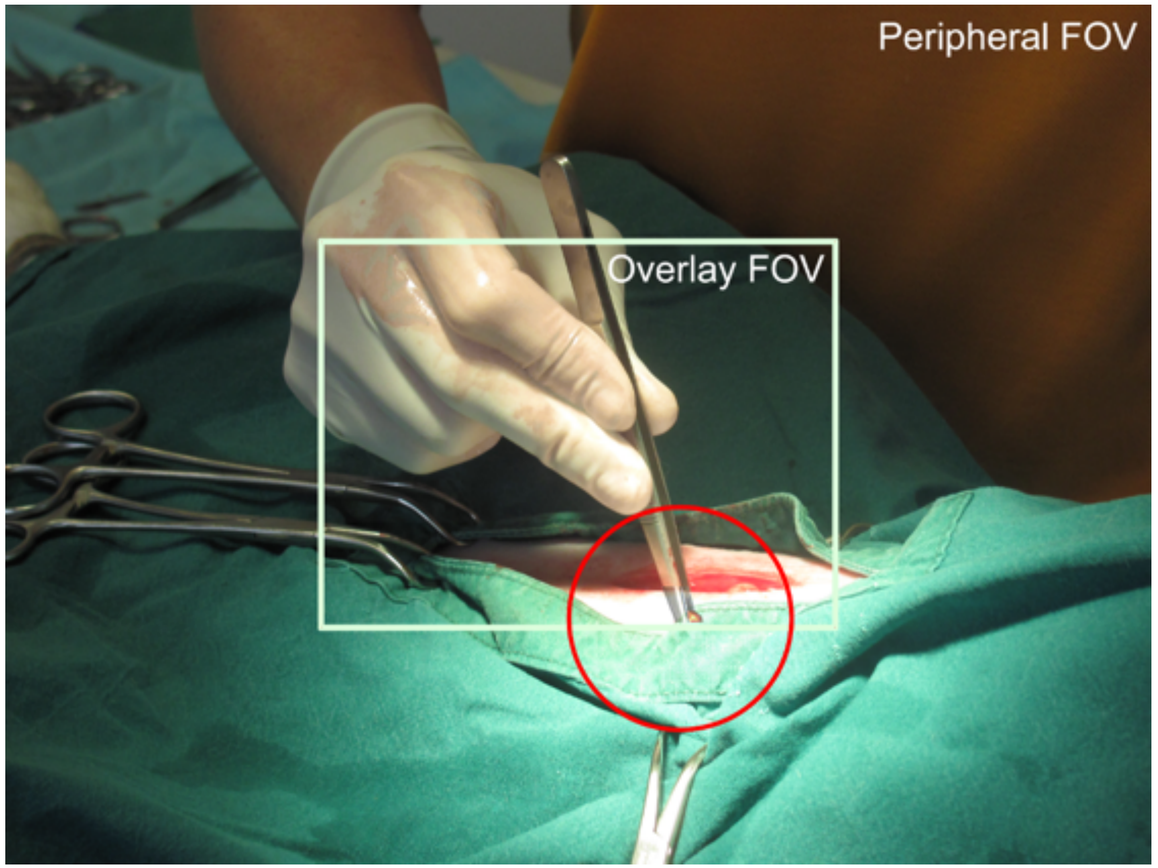
광학 투과 디스플레이의 이미지 품질은 실제 세계에서 더 높지만, 아주 일관되지는 않음

시야 FOV (Field of view)

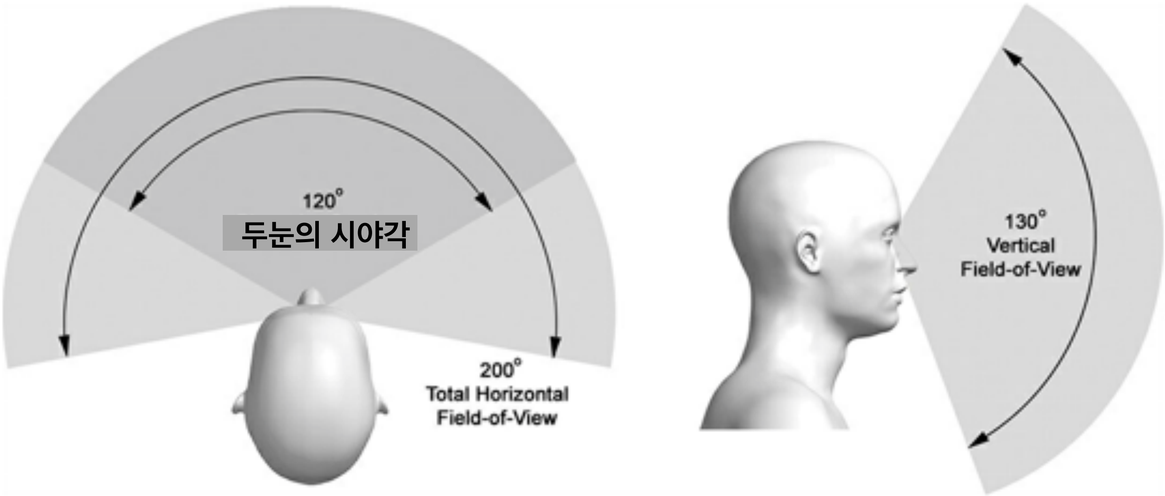
오버레이 FOV: 현실 위에 덮이는 가상 정보 그래픽
주변 FOV: 관찰된 환경의 증강되지 않은 자연스러운 부분

AR 디스플레이는 시야가 제한되므로, 증강된 정보가 보이지않는 영역이 생김

제한된 FOV는 AR 디스플레이에서는 흔하게 발생, 결과적으로 몰입감이 줄어드는 한계로 작용



시야 FOV (Field of view)



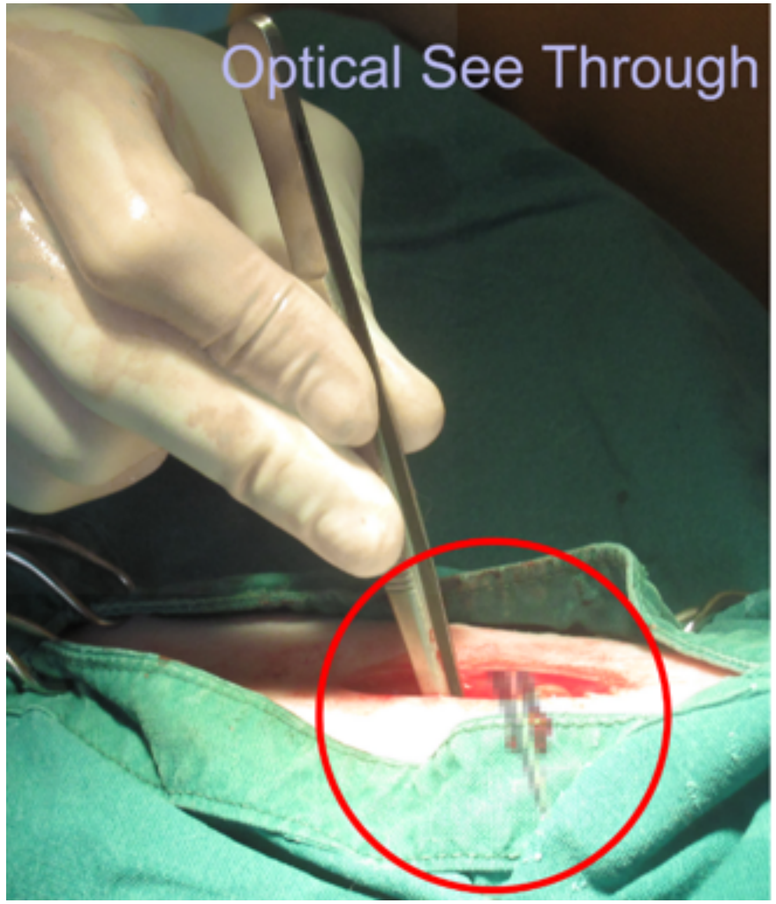
Credit: Illustration by S. Aukstakalnis

Figure 4.12 This image illustrates the extremes of the average human horizontal and vertical fields of view.

(디스플레이 기술) 사용자의 몰입감을 높이기 위한 핵심기술요인은 시야각(FOV: Field of View)과 해상도, 재생빈도로 구분됨[25]

- 시야각
  - VR HMD의 시야각은 90°(Google-Cardboard)에서 최대 210°(Starbreeze-StarVR)까지 기술개발이 이뤄졌으며 제품별 평균 110°[1]의 시야각을 보임
    ※ 높은 몰입감 구현을 위해서는 인간의 시각적 특성을 반영한 적정 시야각의 확보를 통한 화면 크기의 설정이 필요(인간의 평균 FOV: 좌우 120°, 상하 135°)[24],[25]
  - AR HMD의 시야각은 14.7°(Goolge-Google glass)에서 35°(Microsoft-Hololens), 60°(ODG-R9), 90°(Meta-Meta2) 등 제품별로 시야각에 큰 편차를 보임

시야



광학 투과

비디오 투과

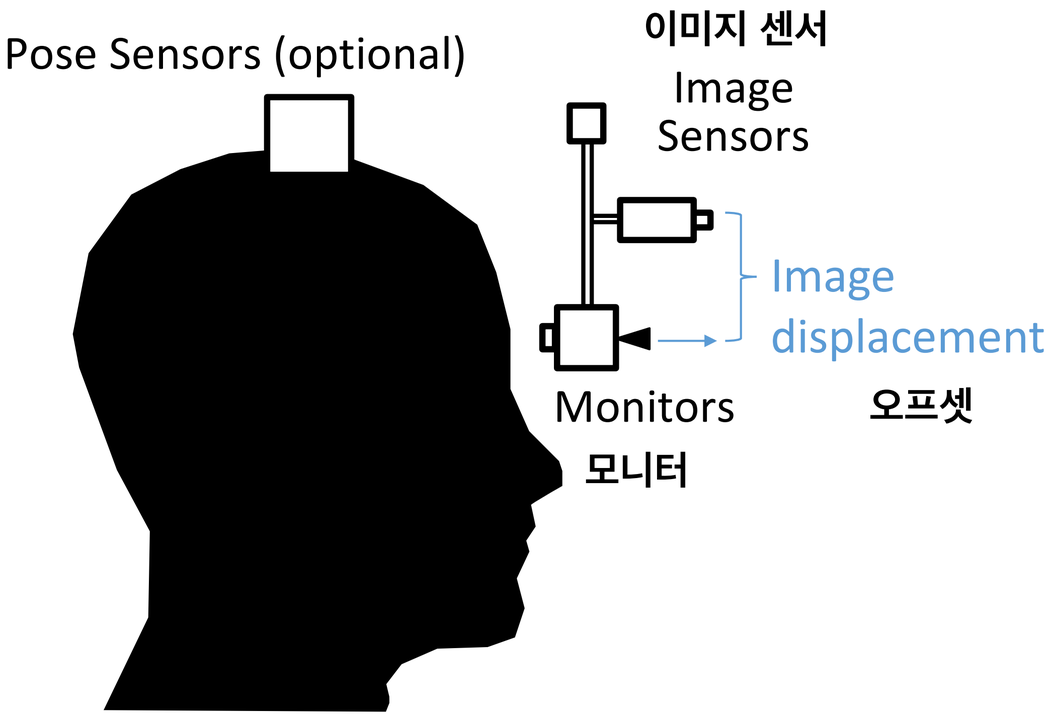
눈과 디스플레이의 캘리브레이션이 충분하지 않으면, 눈에 거슬리는 오프셋 발생

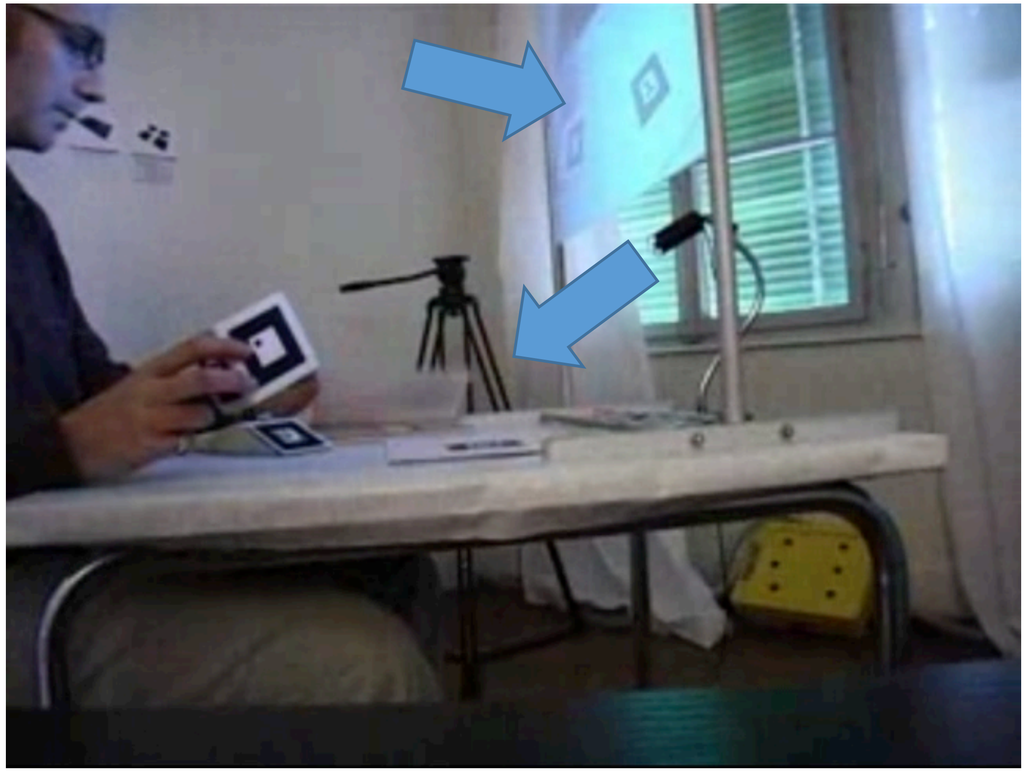
비디오 투과 디스플레이에서는 픽셀 단위의 정확한 등록을 더 쉽게 할 수 있음

시점 오프셋

현실 대상 물체에 증강 데이터를 정확하게 맞추기 위해 캘리브레이션이 필요

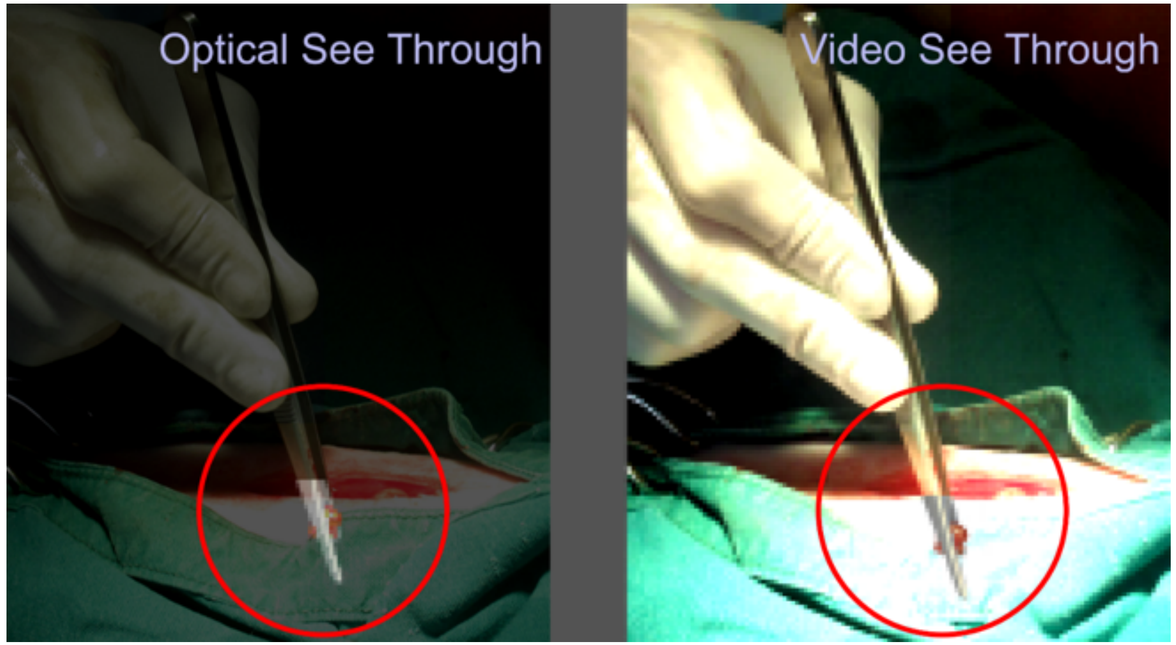
캘리브레이션이 주의깊게 이뤄지지 않으면 이미지 부분 사이의 차이가 발생



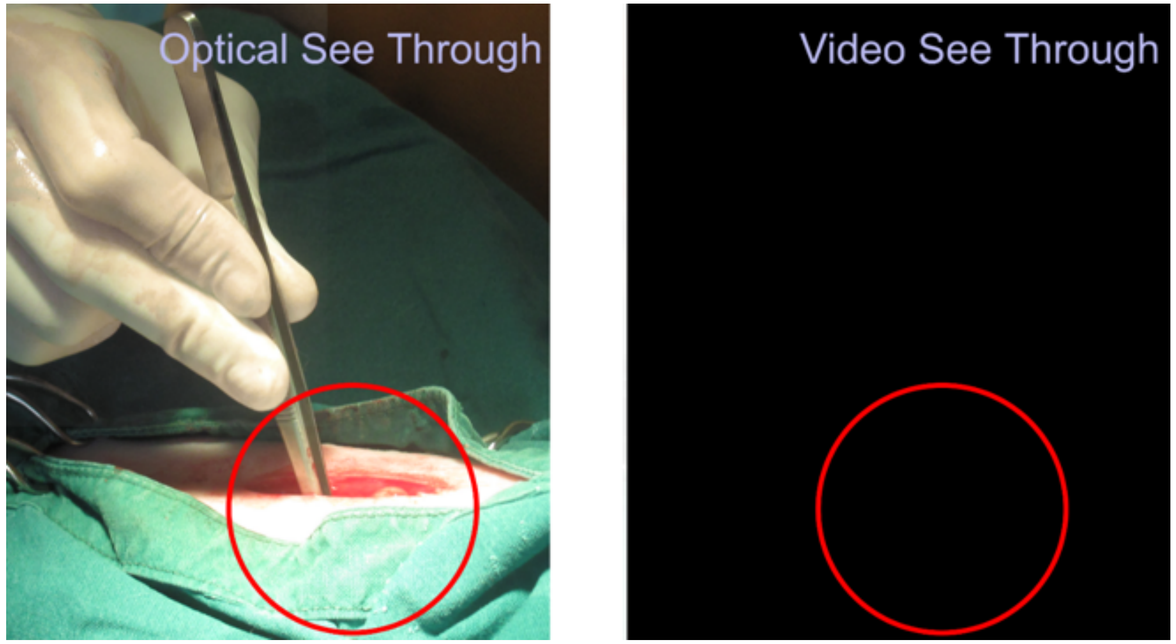


디스플레이 뒤에서 대각선 아래로 향하는 카메라는 사용자의 손 위를 중심으로 AR 상호작용 공간을 잡아냄

밝기와 명암



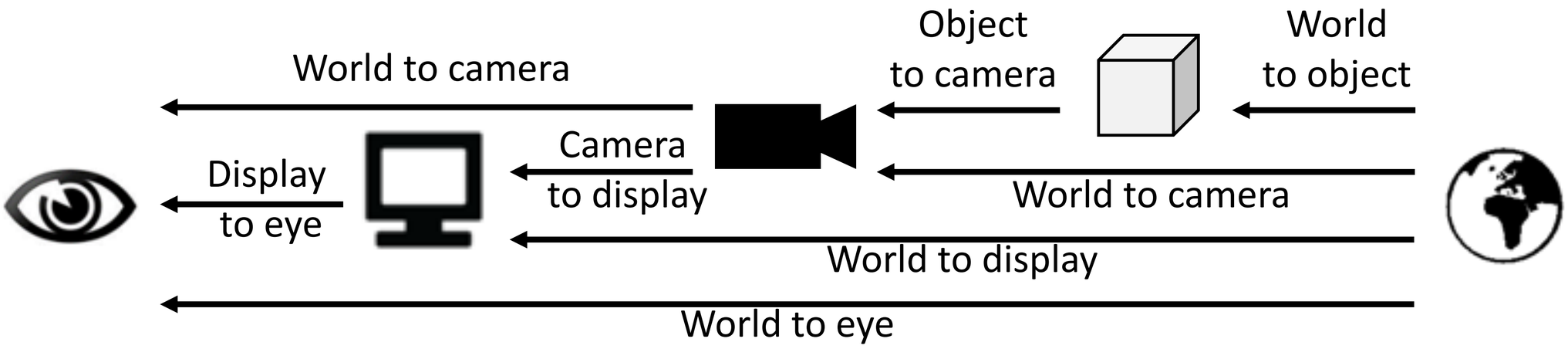
밝기



작동 안할 시

AR 정보 디스플레이 프로세스

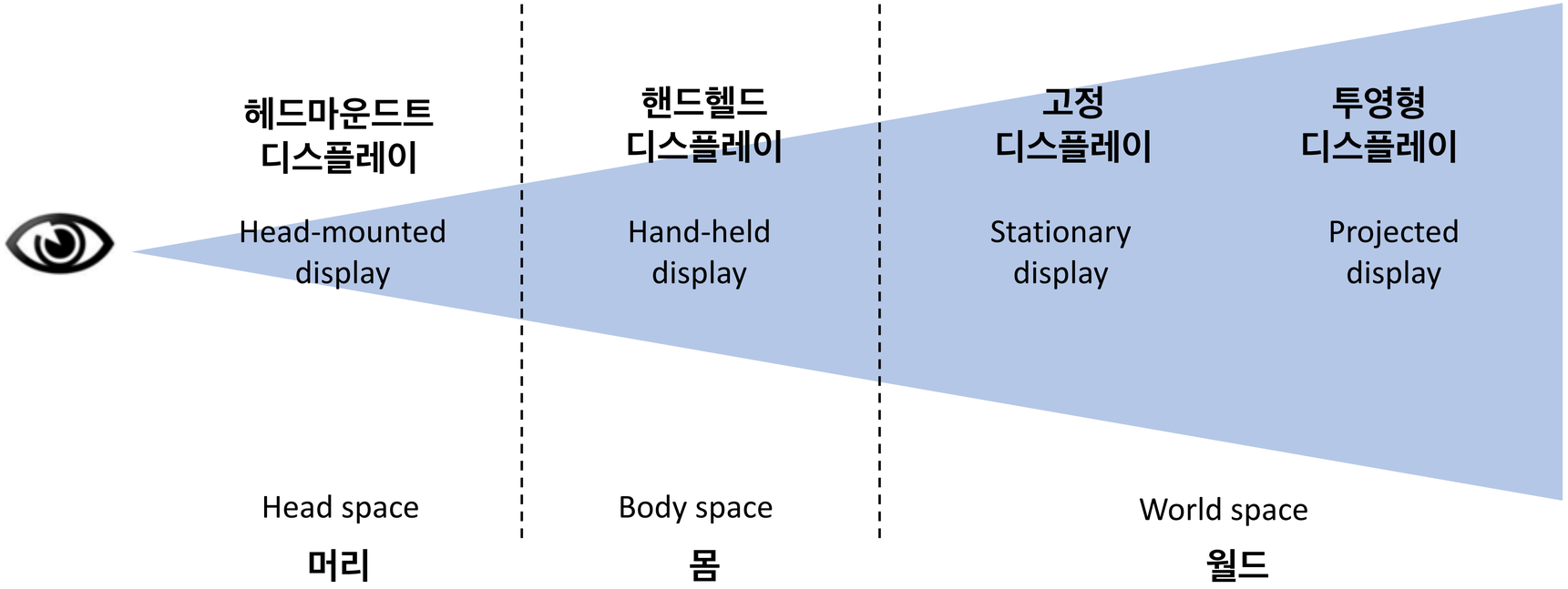
모델 변환, 보기 변환, 투영 변환



대부분의 AR 디스플레이에서 공간 모델은 사용자의 눈, 디스플레이, 카메라, 증강할 물체, 그리고 월드 다섯가지 컴포넌트의 공간적 관계로 결정된다.

시각 디스플레이

스테레오스코픽 접근법, 홀로그래픽 디스플레이, 라이트 필드 디스플레이, 볼류메트릭 디스플레이 -> 3D 디스플레이

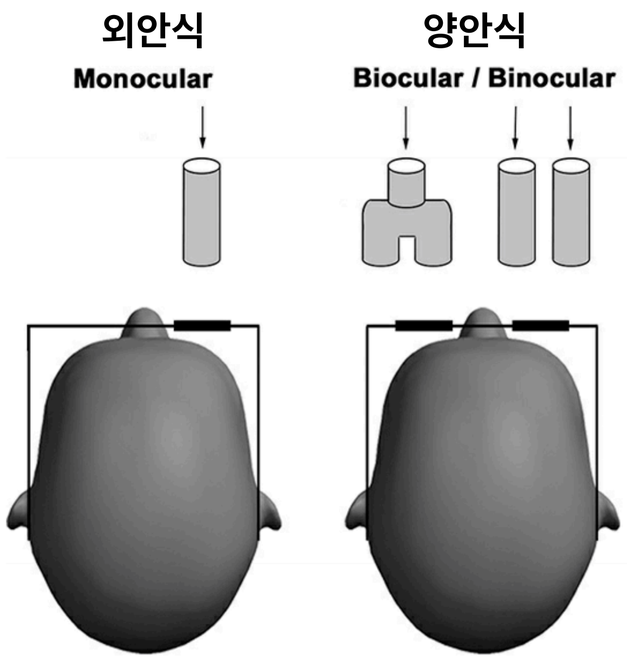


Display Mounting

Helmet-mounted
Rockwell Collins SimEye

Clip-on
Google Glass

Visor Display
Epson Moverio



Credit: Illustration by S. Aukstakalnis

Figure 4.1 All head-mounted displays fall into one of three optical and display configurations: monocular, biocular, and binocular. These designations define a display's ocularity.

시각 디스플레이

눈 근접형 디스플레이

광학투과형 헤드마운트 디스플레이

비디오투과 헤드마운트 디스플레이

핸드헬드 디스플레이

고정디스플레이

가상쇼게이스

창과포털 디스플레이

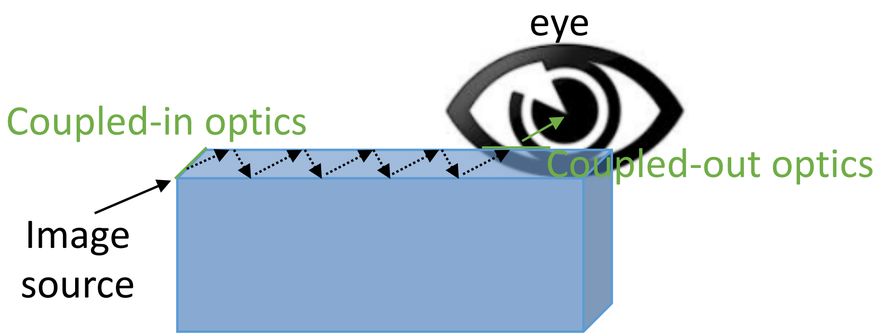
투영형 디스플레이

Optical See-Through Examples

Sony Glasstron LDI-D100B,
retrofit on a custom mount as part of the
Columbia MARS system

Image: Columbia University

See-Through Display with Optical Prism



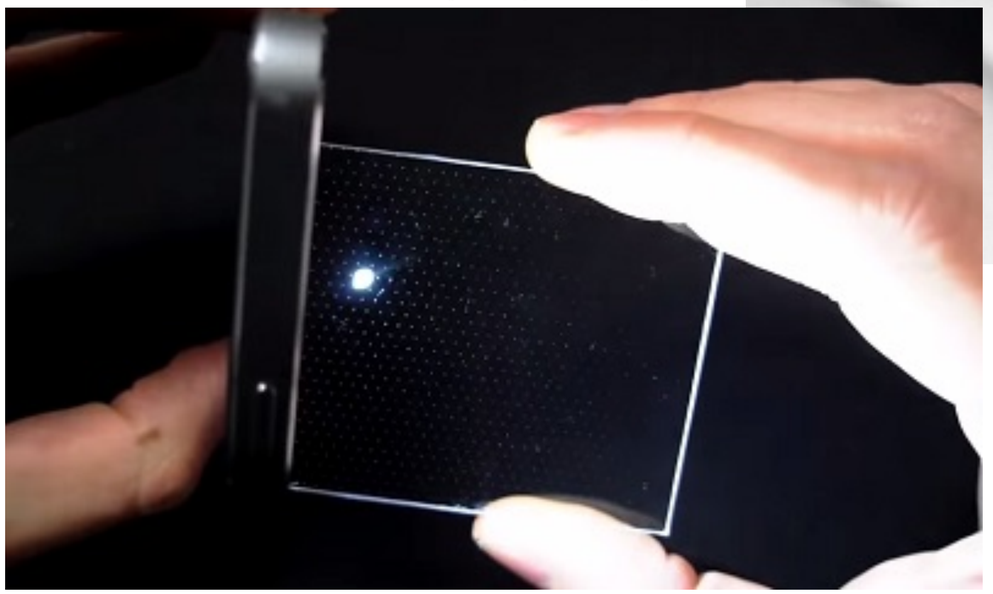
The Light-Guide optical element technology by Lumus propagates an image through a special optical prism

루무스는 라이트 가이드(Light-Guide) 광학요소 기술로 특수 광학 프리즘을 투과해 이미지를 전달함

Pinlight Display

Pinlight display prototype

Panel with a dense array of point light sources



View through the display

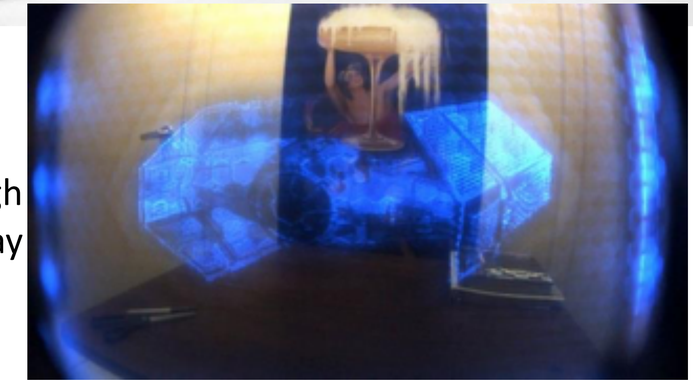
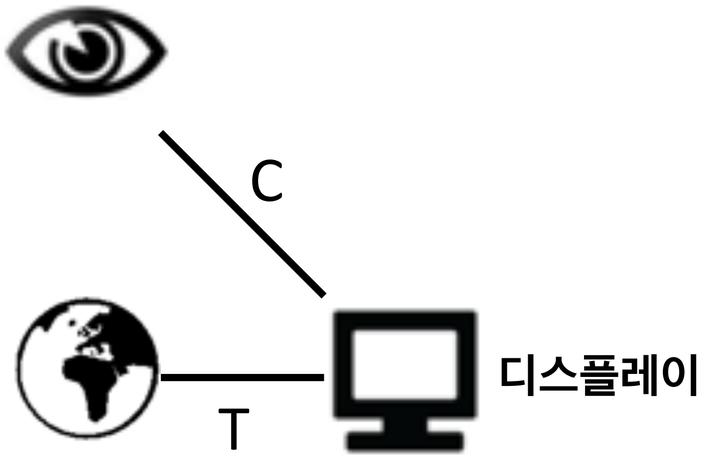
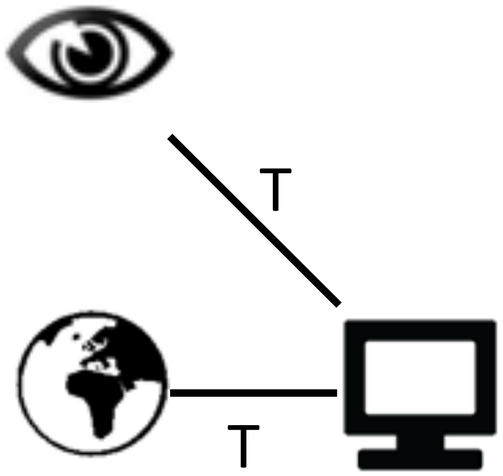


Image: Andrew Maimone, UNC Chapel Hill

Optical See-Though

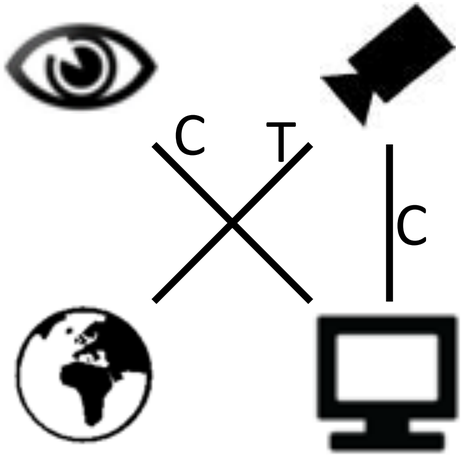


광학 투과 헤드마운트 디스플레이

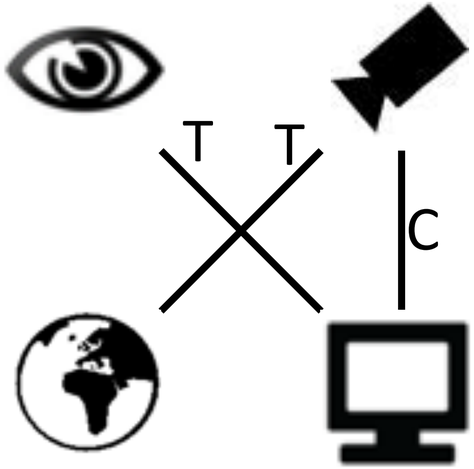


시선 트래킹이 가능한
광학 투과 헤드마운트 디스플레이

Video See-Though



비디오 투과 헤드마운트 디스플레이



시선 트래킹이 가능한
비디오 투과 헤드마운트 디스플레이

Video See-Though with Half silvered Mirror

Image: Andrei State, UNC Chapel Hill

눈 위의 카메라를 이용한 거울 광학의 VST HMD사례

Oculus Rift with Stereo Video See-Through

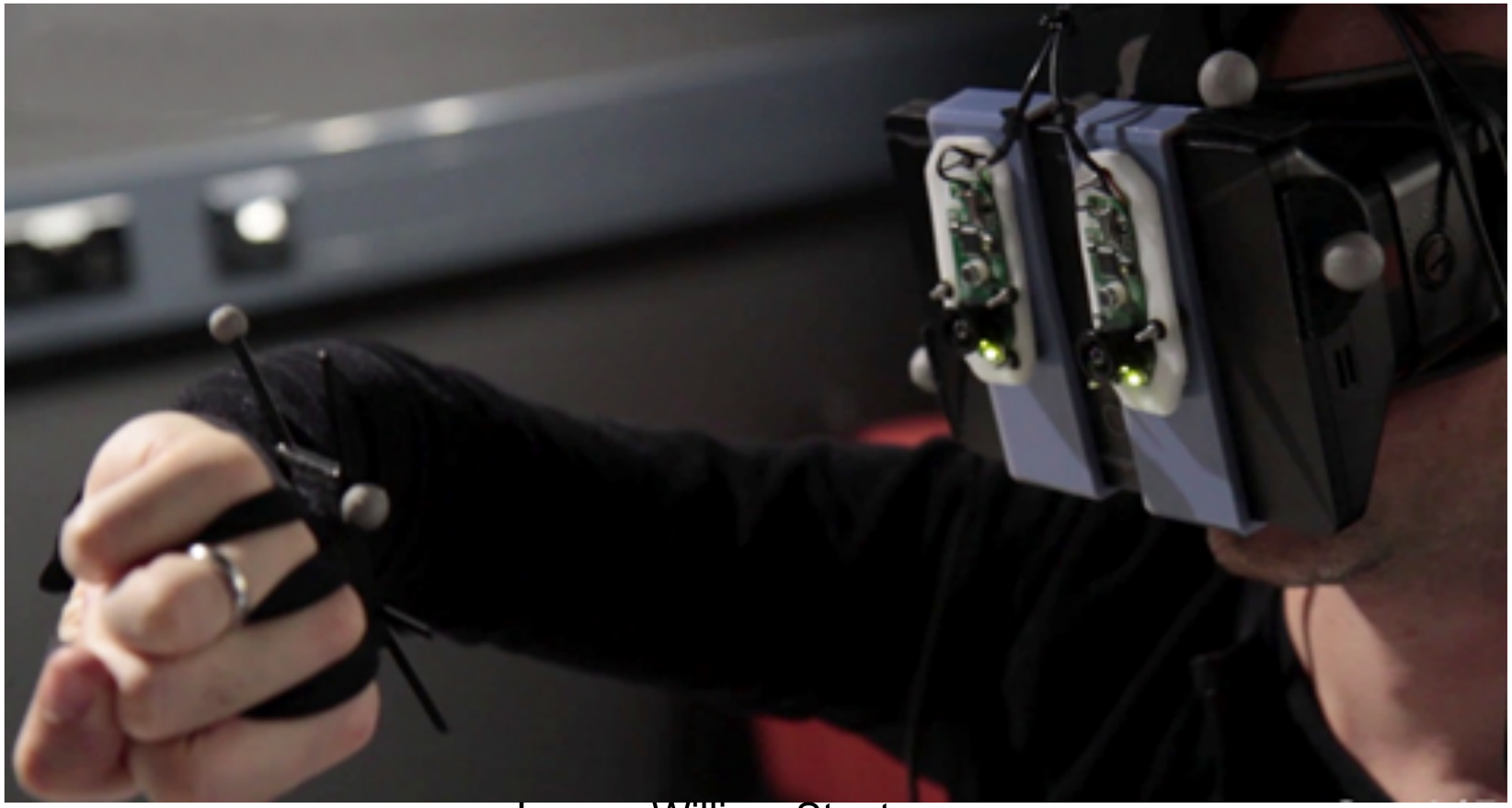
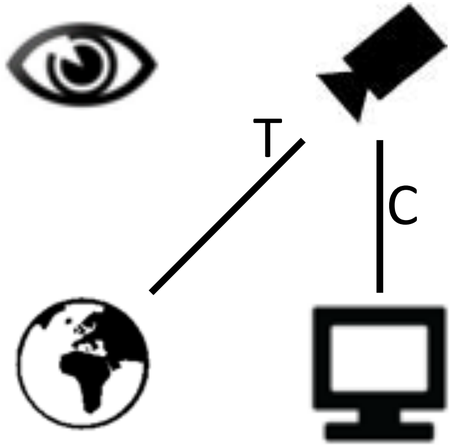


Image: William Steptoe

Hand-Held Display



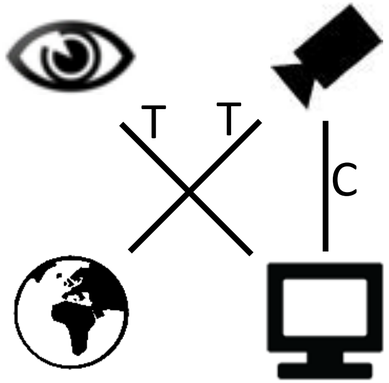
핸드헬드AR 디스플레이

User-Perspective Hand-Held Display

기기시점에서 본

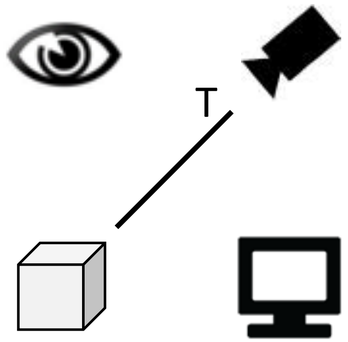
사용자시점에서 본

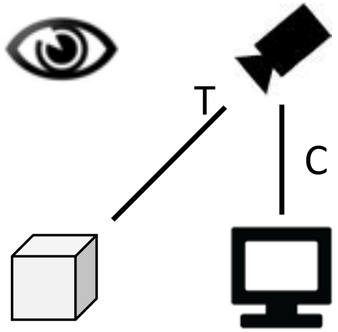
Image: Domagoj Baričević



사용자 시점의 핸드헬드 디스플레이

Desktop AR





데스크 톱 AR디스플레이는 손에 든 안구 메타포를 이용해 구축할 수 있는데, 카메라가 추적해 녹화된것을 디스플레이에 옮긴다.

Video-See Through Magic Mirror

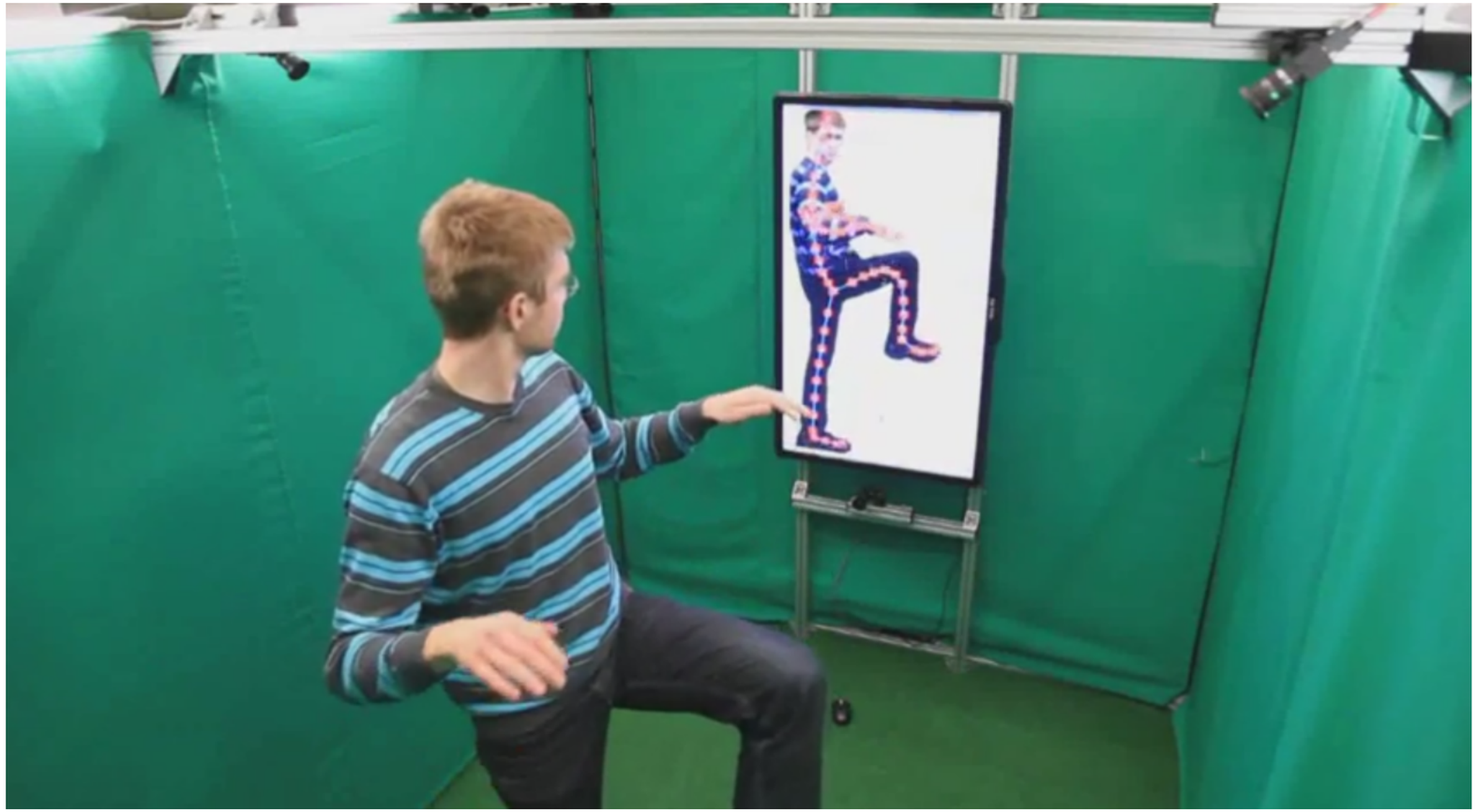
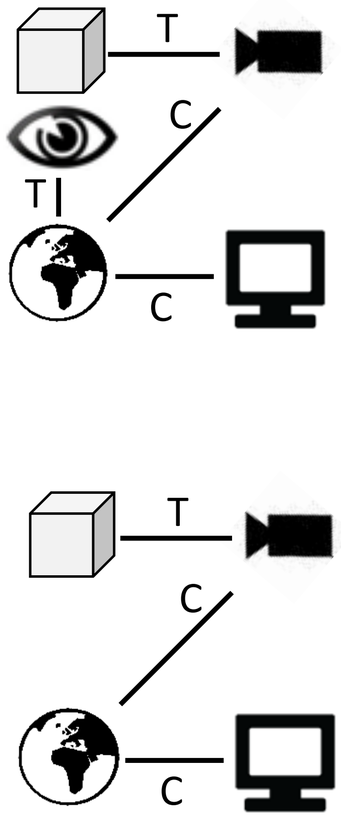


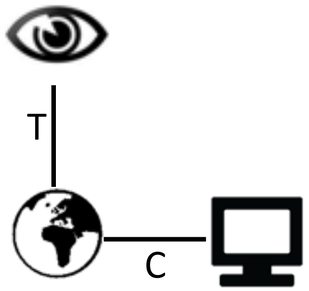
Image: Matthias Straka and Stefan Hauswiesner



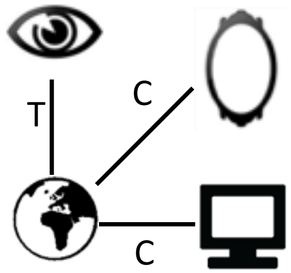
Optical-See Through Magic Mirror

Andy Wilson of Microsoft Research showing the HoloFlector

Image: Microsoft Research



Virtual Showcase



The Virtual Showcase is a stationary optical see-through display intended for exhibitions, museums, and showrooms

Image: Oliver Bimber

Transparent Display

Samsung Transparent Smart Window display, showcased at CE8S 2012

Spatial Augmented Reality

Spatial AR can be used to turn generic objects into textured models

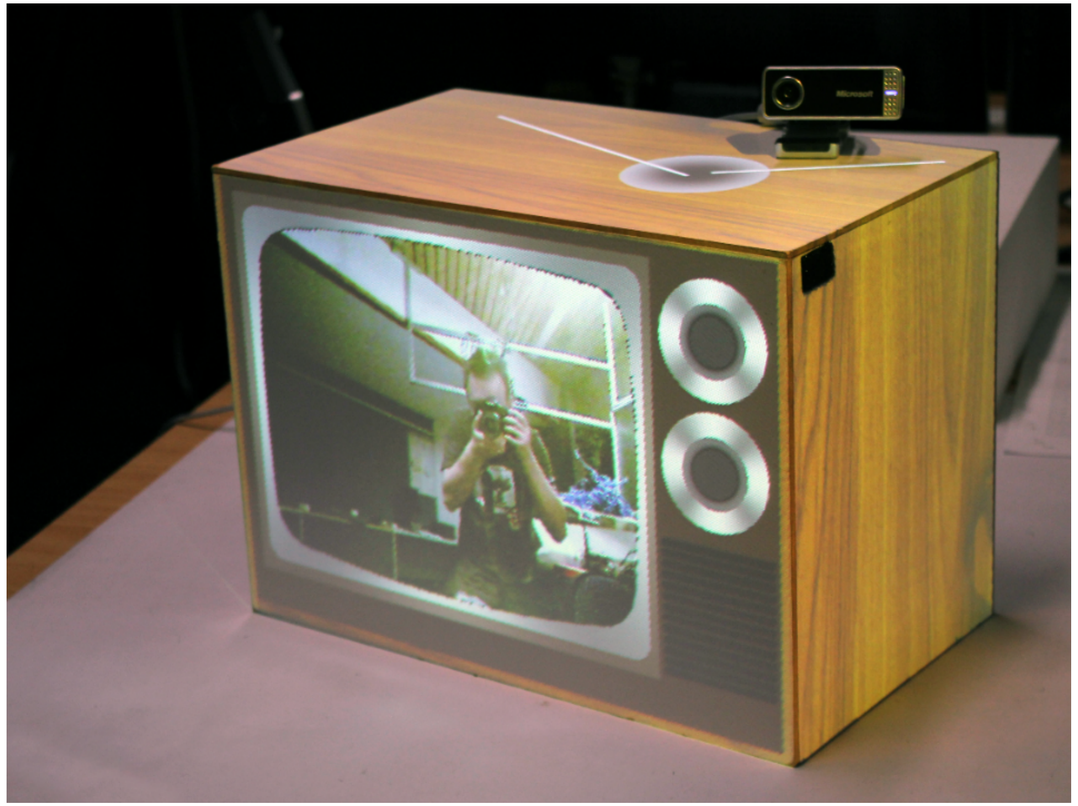
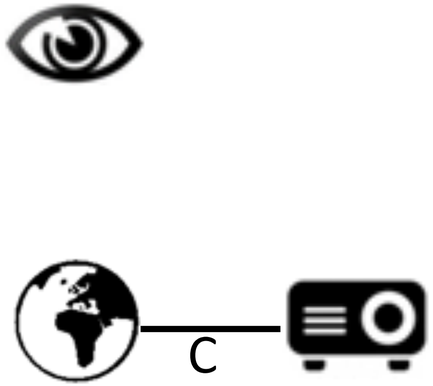


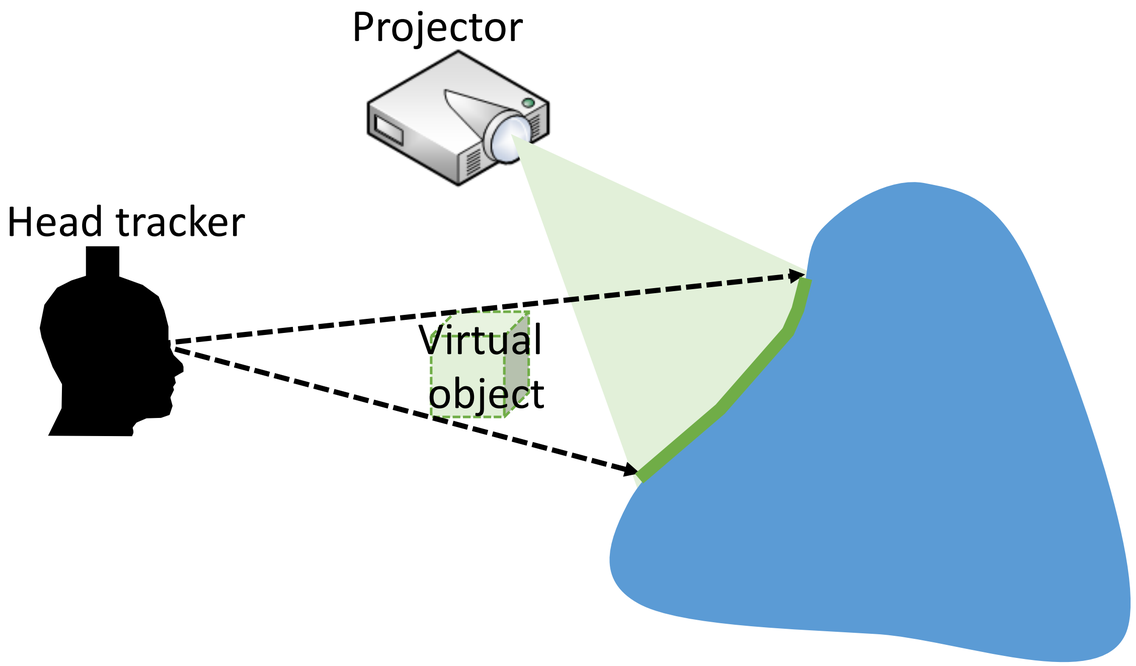
Image: Michael Marner

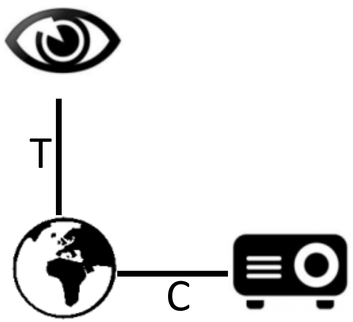


View-independent spatial AR

View-Dependent Spatial Augmented Reality

View-dependent spatial AR requires tracking the user, but can present free-space 3D objects





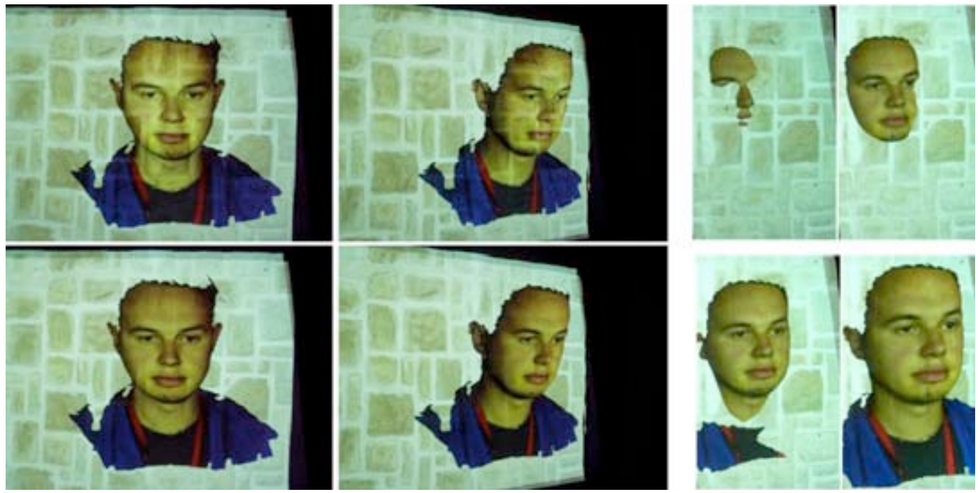
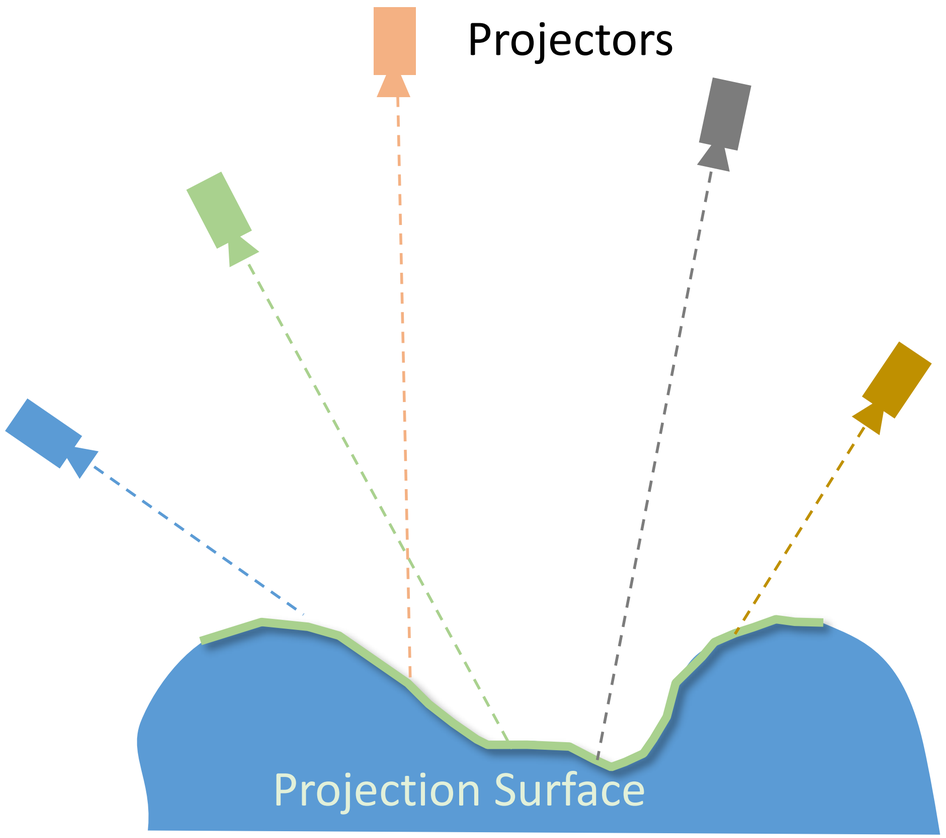
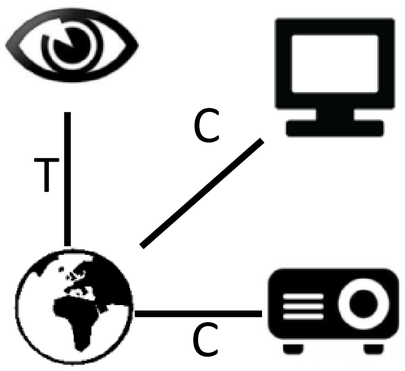


Image: Oliver Bimber

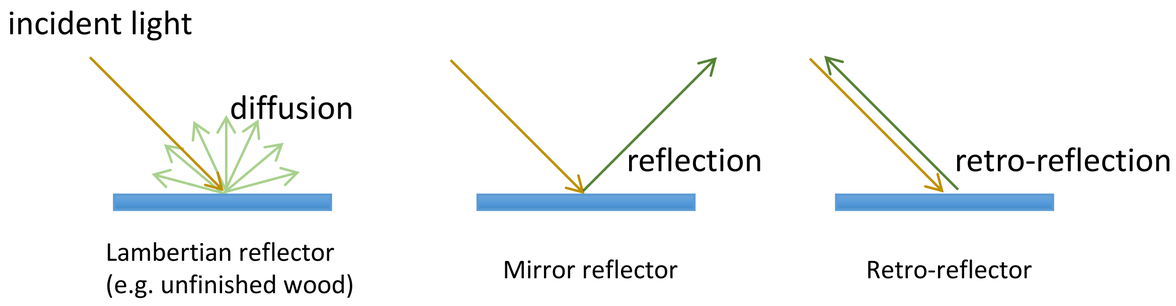
Spatial Augmented Reality with Projector Array



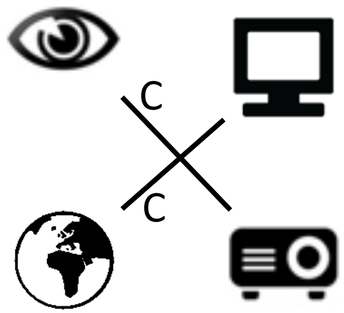


The geometry of the projection surface needs to be known (here: a display calibrated to the world)

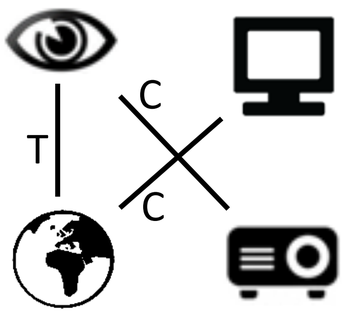
Head-Mounted Projective Display



Retro-reflective materials send incident rays back to the illuminating source, so they work well with head-mounted projector displays



Spatial relationship schematics for HMPDs without head tracking



Spatial relationship schematics for HMPDs with head tracking - virtual objects are stable in space, while the viewer is moving

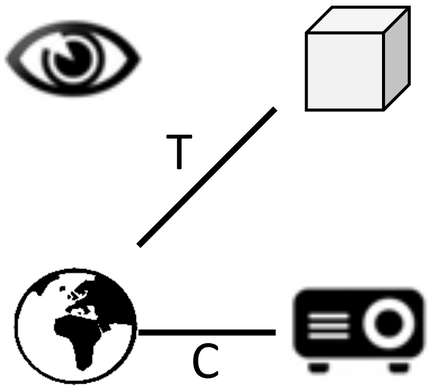
Dynamic Shader Lamps

Painting with light on real surfaces

Image: Michael Marner

Animatronic character with animated facial projection

Image: Greg Welch, UNC Chapel Hill

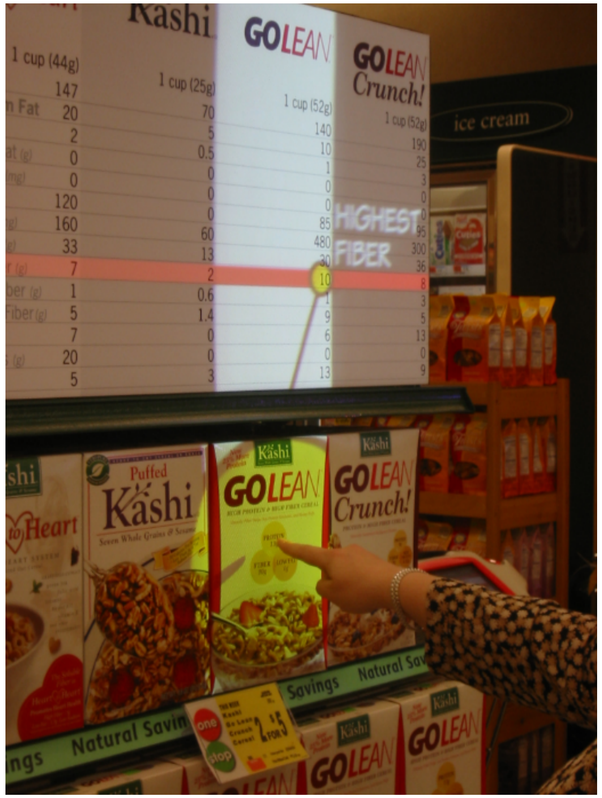


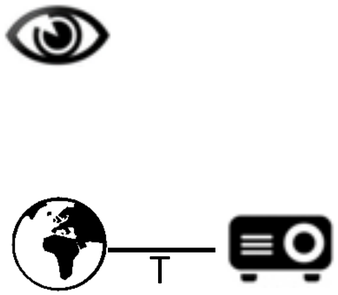
Dynamic shader lamps deliver spatial AR on tracked objects

Steerable Projector

조종할 수 있는 추적형 프로젝터

Everywhere Projector Display





A steerable, tracked projector can display images anywhere

Image: Claudio Pinhanez, IBM Research