

## 증강 현실(Augmented Reality) 기술 현황

윤용인\* , 김진태\*\* , 김동욱\*\*\* , 최중수\*

\*중앙대학교 첨단영상대학원 영상공학과

\*\*한서대학교 컴퓨터정보학과

\*\*\*전주대학교 정보통신공학과

### 목 차

I. 서 론

III. AR의 응용

II. AR 시스템

IV. AR의 미래

### I. 서 론

AR(Augmented Reality)는 일반적으로 VE(Virtual Environments) 혹은 VR(Virtual Reality)에서 파생한 것으로 실제 환경(real environment)에 컴퓨터 그래픽스 영상을 삽입하여 실제와 가상의 영상 혼합을 뜻한다[1]. 실세계는 컴퓨터로 만들기 힘든 많은 정보들이 존재한다. 그렇지만 그 정보들 중에 우리가 필요하지 않은 많은 정보도 있고, 때로는 우리가 필요 하는 정보가 부족할 수도 있다. 컴퓨터로 재생한 가상 환경을 이용하면, 필요하지 않은 정보들을 단순하게 만들거나 보이지 않는 정보들을 만들어 낼 수 있다.

사람들은 실제와 가상의 혼합체를 통해 주위 환경을 쉽게 인식하고, 이를 보다 더 잘 이용할 수 있다. 효율적인 AR시스템은 실세계와 가상현실을 합성하며, 실시간으로 사람과 상호 작용이 이루어 져야 한다. 따라서 AR 시스템은 삼차원 세계에 잘 정합되어야 좋은 시스템이다. 실세계와 가상세계 간에 공존하는 세계를 이른바 혼합 현실(mixed reality)라 한다. 증강 현실 시스템(augmented reality system)은 사용자가 실세계 환경 하에서 가상물체를 추가되어 증강한 실세계

(augmenting real world)를 말한다. 증강된 가상(augmented virtuality)은 컴퓨터가 만들어낸 완전한 가상세계를 기반으로 실제 환경을 합성한 것을 말한다. 실세계와 가상세계 사이의 연속관계는 그림 1과 같다. 그림 1에서 AR은 실세계와 가까이 있으며, AV는 가상세계와 가까이 있다. 그렇지만 둘 관계를 확실히 구별하는 것은 애매모호하다.

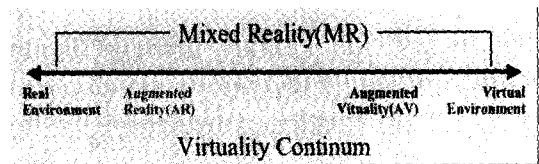


그림 1. 현실-가상 연속체

그림 2에서 그래프의 왼쪽은 실세계에, 오른쪽은 가상세계에 대응된다. 여기서 모델은 컴퓨터가 렌더링을 통해 재구성 했다는 의미이다. 실세계는 모델링이 안 되기 때문에 물체가 무엇인지 어디에 존재하는지 정확하게 알지 못한다. 그렇지만 가상 세계로 갈수록 모델링 된 정도가 많기 때문에, 우리가 사물과 실세계간의 관계에 대해 정보도 많다.

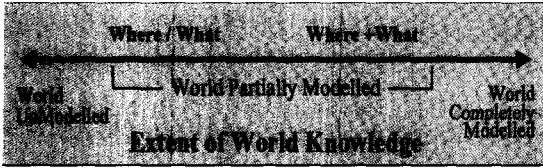


그림 2. 실세계 정보의 양

그림 3은 오른쪽으로 사물의 현실성이 더욱 좋아지는 단계를 보여준다. 직선의 위 부분은 하드웨어의 진보방향을 가리키며, 아래 부분은 렌더링 기술과 그래픽 모델링 방법을 나타낸다.

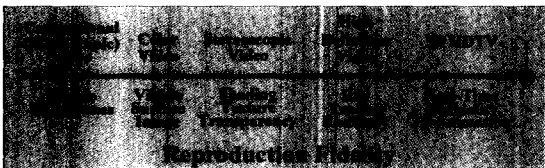


그림 3. 재생의 신뢰성

AR에서 실제로 만들어진 실세계에 존재하는 것처럼 느끼기 위해서, 사물을 보는 단일 시점, 여러 관점, 주위의 장면들은 실시간으로 움직이는 것 같이 만들 수 있는 능력 등을 고려해야 한다. 그림 4는 오른쪽으로 현실감이 많이 느껴지는 정도를 나타내며, 직선의 상단부는 하드웨어를, 하단부는 사용되는 기술들을 표시한다.

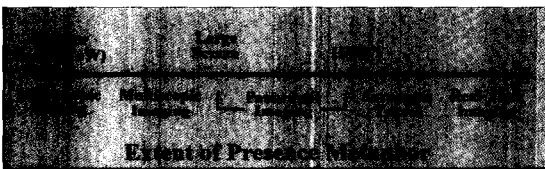


그림 4. 현실감의 양

AR에서 사용된 중요한 기술들은 가상물체를 만드는 3D 모델링, 실제와 가상환경을 합성하여 장면을 보여주는 디스플레이 장치, 투영에 따른 왜곡을 분석, 카메라 변수를 계산하는 카메라 교정, 사용자의 위치와 방향을 찾는 움직임 추적, 가상 물체를 실제 환경에 합성하는 정합 등이 있다.

## II. AR 시스템

### 2.1 기본적인 AR 시스템

AR이 사용되는 곳은 여러 곳이며, 이에 사용되는 시스템도 다르다. AR에 필요한 공통적인 시스템에 대하여 알아보자. AR 시스템은 사람이 보는 기준 프레임에 가상 프레임을 잘 정합해야 한다. 그렇지만 일반적으로 가상환경에서 발생하는 시각-운동 오류보다 시각적 부정합에 더 민감하기 때문에, 사람들은 정합이 AR 시스템에 매우 어렵다. 즉, 가상물체는 실세계와 같이 물체가 움직이지 않는 것으로 생기는 어색함보다 환경과 일치하지 않아 발생하는 어색함이 사람에게 더 크다. 그림 5는 AR 시스템과 관련된 여러 종류의 기준 프레임들을 보여 준다[2]. 장면은 영상 장치(비디오 카메라)로 나타난다. 카메라는 3D 세계에서 2D 영상으로 투영된다. 이때 카메라의 내부(초점거리), 외부(위치) 변수 값들은 정확히 계산된다. 가상 영상은 컴퓨터 그래픽 시스템에서 만들어진다. 가상 물체는 물체 기준 프레임에서 모델링이 되어 만들어진다. 그래픽 시스템은 이 가상 물체를 정확히 렌더링하기 위해서 실제 영상에 관한 정보가 반드시 필요하다. 이 데이터는 가상 물체 영상을 가지고 합성 카메라로 제어된다. 마지막으로 이 영상은 실제 영상에 합성되어 증강 현실 영상을 형성한다.

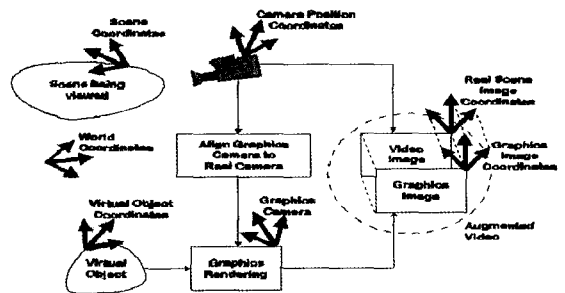


그림 5. AR 시스템의 성분

AR 시스템은 사용자가 자유롭게 돌아다니면서 적절히 렌더링 된 증강 영상을 보기 위해서 실시간으로 실행되는 것을 목표로 한다. 우선 증강된 영상을 만드는 것에 대하여 갱신하고, 실제와 가상 영상 간에 정합이 정확하게 되어야 한다. 물체

가 갑작스럽게 흔들려 보이는 것을 방지하기 위해 최소 10 frame/second 정도로 계속 갱신되어야 한다. 따라서 AR 시스템은 실제영상과 가상 영상에서 노이즈나 시간적인 지연으로 부정합 현상이 발생된다.

## 2.2 디스플레이 시스템

HMD(Head-Mounted Displays)는 가상 환경 시스템에서 넓게 사용되어 왔다. 그래서 AR 시스템에서도 HMD를 주로 사용한다. 특히 AR에선 video see-through HMD와 optical see-through HMD 두 가지를 사용한다[2][3]. See-through란 사용자가 HMD를 착용하고 자신 앞에 보여 지는 실세계를 볼 수 있기 때문에 만들어진 것이다.

### 2.2.1 Video See-through AR 디스플레이

기본적으로 가상 환경 시스템에서 사용하는 HMD는 주위 환경과 바로 고립되기 때문에, 실세계 영상을 얻기 위해 외부 실세계와 정렬된 비디오 카메라를 설치해야 한다. 이 시스템은 그림 6, 7과 같다. 비디오카메라로 입력 받은 실세계 영상과 컴퓨터가 만들어낸 가상 영상을 합성하여, HMD를 착용한 사용자는 모니터에서 AR영상을 보게 된다.

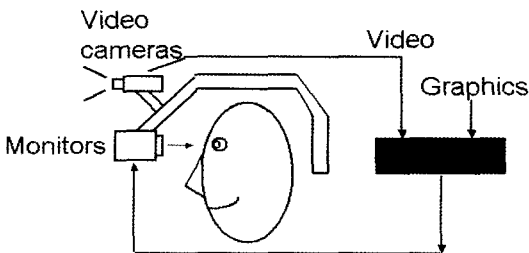


그림 6. Video see-through HMD



그림 7. Video see-through HMD의 예

### 2.2.2 Optical See-through AR 디스플레이

Optical see-through HMD는 video See-through HMD와는 달리 실제 영상을 보는 비디오 채널이 없다. 사용자는 눈앞에서 실세계와 가상 물체를 광학적으로 합성한다. 그림 8과 같이 사용자의 눈에 실세계 영상이 들어가고, 가상 영상이 광학적 합성기로 실제 영상과 합성된다. 이것은 군용 비행기 좌석이나 최근에 실험적으로 자동차에서 사용된 HUD(heads up displays)와 유사한 기술을 이용한 것이다. 조종사 유리나 자동차 유리 같은 것이 아니라 HMD를 착용한 것이 다르다. 그림 9는 optical see-through HMD의 예를 보여준다.

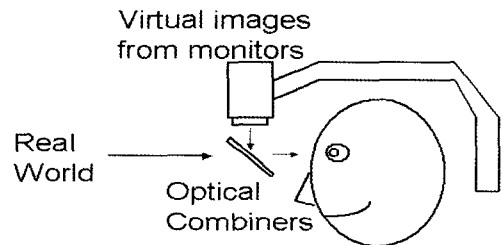


그림 8. Optical see-through HMD

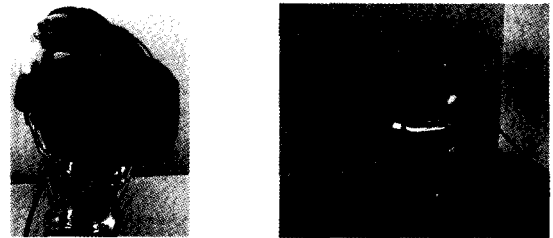


그림 9. Optical see-through HMD의 예

## III. AR의 응용

### 3.1 의학용

의사들은 외과 수술의 시험 도구나 시각적으로 AR을 사용할 수 있다. 이때 MRI(Magnetic Resonance Imaging), CT(Computed Tomography), 초음파 영상 등과 같은 간접 검사를 통해 실시간으로 환자의 삼차원 데이터를 수집한다. 이 데이터는 실시간으로 렌더링 된 뒤, 실제 환자와 합쳐

서 보여 진다. 의사는 환자의 내부를 보며 수술에 대한 환자의 외상을 최소한으로 줄인다. 또한 가상 수술대로 초임 의사가 수술 중에 자문을 구하려 환자 곁을 떠나는 일이 없게 도와준다. 그림 10은 가슴 중앙 생체 검사의 모델을 보여주고 있다. 삼차원 그래픽이 주사 삽입 방향을 가르쳐 주고 있다[2].

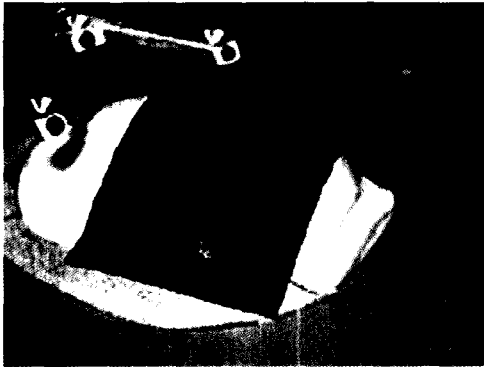


그림 10. 가슴의 중앙 생체 검사 (3차원 안내 침 삽입)

### 3.2 오락

간단한 AR의 형태는 오락이나 뉴스에서 사용된다. TV에서 기상일보를 볼 때, 기상 캐스터가 설명하는 날씨 지도가 바뀌는 것을 볼 수 있다. 실제로 사람은 블루 스크린 앞에서 있고, 컴퓨터로 만들어진 가상 영상이 가상 스튜디오 환경을 만들어 AR을 구성된다. 영화의 특수 효과는 또한 AR이나 엄밀히 말하면 실시간으로 처리되지 않기 때문에 AR이라고 언급하기가 곤란하다. 그림 11은 HMD를 쓰고 가상적으로 하키를 하는 예제를 보여준다[2].

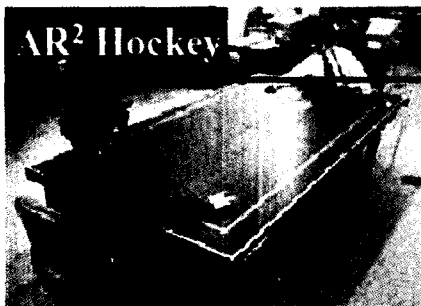


그림 11. AR 하키(스포츠)

### 3.3 연습용 군용기

조종사의 헬멧의 보호유리나 조종석의 방풍유리에 가상 영상이 디스플레이 되어, 조종사에게 정보를 알려준다. 보호유리 디스플레이 장치가 탑재된 헬멧이나 특별히 고안된 레이저 파인더로 무장된 군인들이 가상의 물체에 대해 시뮬레이션을 할 수 있다. 전시엔 숨은 적들에 대해 표시를 하거나 그 부분을 강조하여 도움을 줄 수 있다[2].

### 3.4 공학용 디자인

디자이너들은 고객의 주문에 따라 복잡한 기계의 모델을 만든다고 하자. 비록 그들이 서로 떨어져 있어도 같이 디자인을 원한다면, 그들은 AR 디스플레이 장치가 설비 되어 있는 회의 룸에서 실현할 수 있다. 디자이너들이 모델링 한 형태는 고객의 회의실에서 3차원적으로 보여 진다. 고객들은 이 물체의 주위를 돌아다니면서 그 물체의 다른 각도로 바라볼 수 있다. 고객이 지적한 물체의 부분에 강조를 주면, 디자이너들이 실제 만든 모델에 투영되어, 상호 의견을 조정하면서 모델을 만들 수 있다[2].

### 3.5 로봇과 텔레로봇

로봇과 텔레로봇의 AR은 시스템 사용자에게 도움을 줄 수 있다. 텔레로봇의 조정자는 멀리 떨어진 로봇에게 가상 영상을 사용하여 조정된다. 또한 실제로 물체가 움직이기 전에, 가상의 로봇을 움직여서 그 결과를 보고, 사용자가 자신의 움직임에 대한 신뢰도를 제공할 수 있다[2].

### 3.6 산업용(유지와 보수)

보수 기술자들이 새롭거나 그들에게 익숙하지 못한 장비를 다룰 때, 여러 개의 보수 매뉴얼을 보는 것 대신 AR 디스플레이 장치를 사용한다. 이 장비의 영상으로 설명이 되어, 수리하기에 적절한 정보를 제공한다. 그림 12는 보잉사에서 만든 AR 디스플레이 장치를 착용하고, 비행기의 선을 묶고 수리하는 모습을 나타낸다[2].

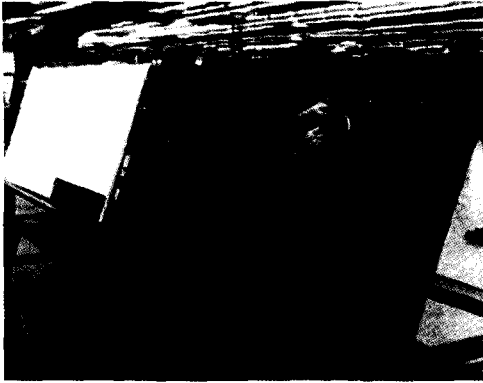


그림 12. 보잉사의 프로토타입 에셀블 제작용

그림 13은 Columbia의 Steve Feiner's 그룹이 레이저 프린터 수리 응용이다. 컴퓨터 그래픽으로 만들어진 골격은 사용자로 하여금 종이 트레이를 제거 하는 방법을 가르쳐 주고 있다.

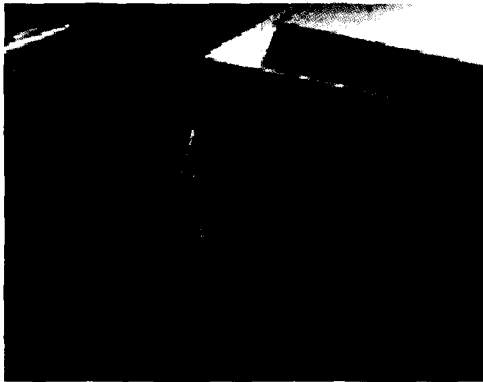


그림 13. 프로토타입 레이저 프린터 유지 응용 예

### 3.7 소비자용 디자인

VR 시스템은 이미 소비자용 디자인에서 많이 응용되고 있다. 그렇지만 AR을 사용하면, 사용자는 더욱 더 실감나게 할 수 있다. 예를 들어, 가구를 주문한 고객이 가구가 놓일 곳의 비디오 영상을 보내준다면, 디자이너들은 가상의 가구를 그곳에 넣어 다시 고객에게 보내어 원하는 디자인을 선택하게 할 수 있다. 또한 상업 디자인에서 패션이나 뷰티 산업용으로 사용할 때, AR 시스템

을 가지는 옷 가게가 있다고 하면, 사용자는 여러 디자인의 옷을 입어 보지 않고 자신이 입은 모습을 볼 수 있다. 뿐만 아니라 헤어 샵에서도 머리를 손질하기 전에, 원하는 자신의 헤어스타일을 해볼 수 있다[2].

### 3.8 설명할 수 있는 장치

AR은 공적이나 사적인 정보를 물체나 주위 환경에 설명을 붙일 수 있다. 예를 들어 도서관을 사용자가 돌아다니면서, Hand-held 디스플레이 장비를 통해 책꽂이에 있는 책들의 목차에 대한 정보를 볼 수 있다. 그림 14는 사람이 추적 장치를 입고 있기 때문에, 컴퓨터는 사람의 위치를 알 수 있다. 사람이 움직이면, 라벨은 그의 위치를 따라다니면서 AR 사용자에게 대한 정보를 기억할 수 있다[2].



그림 14. 실세계 물체 위에 디스플레이된 윈도우

### 3.9 공동 작업용

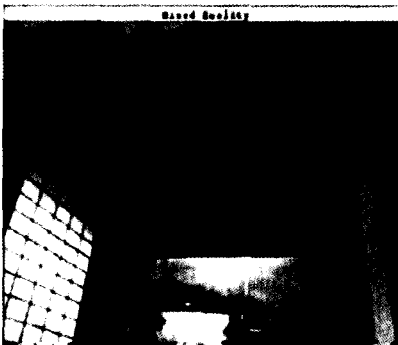
그림 15는 매직 북(magic book)이라고 하며, 실제 세계로부터 AR을 통해 완전한 가상세계와 실세계가 모두 공존하는 시스템이다. 먼저 실세계에서 사용자들이 마크가 있는 책을 읽을 수 있다. HMD를 착용하여 각 페이지 마다 그려져 있는 특정 마크를 이용하여 가상 물체가 책 위에 올려져 책 읽는 사람이 이해하는데 많은 도움을 준다. 마지막으로 태블릿을 이용하여 사용자가 마크 위에 있는 가상 물체의 세계로 완전히 들어가게 된다[2].



(a) 공동 작업



(b) AR 공동 작업



(c) 몰입형 VR

그림 15. 매직 북(Magic Book)

### 3.10 항공기 동작용

미국 연방 항공 연합(FAA)은 활주로의 충돌이 비행사고에 큰 문제 중 하나라고 한다. 이때 가상 활주로 마커들이 헬멧을 통해 보여준다면, 어느 정도 사고는 줄일 수 있다. 그림 16은 가상 활주로 마커들을 적용한 샘플이다. 왼쪽이 일반 영상이고, 오른쪽은 영상처리를 하고 가상 활주로 마커들을 보여주는 장면이다[2].

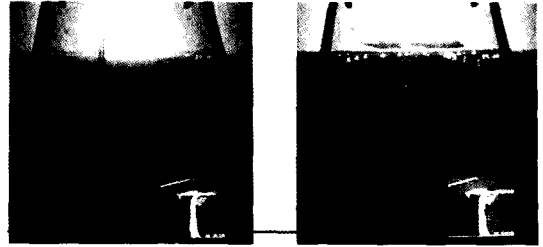


그림 16. T-NASA 디스플레이 시스템

## IV. AR의 미래

### 4.1 정합

실내나 실외 환경에서 포괄적으로 정확한 정합이 필요하다. 오늘날 준비된 환경에서 우리는 좋은 결과를 얻어낸다. 그렇지만 사용자들은 특정한 물체와 위치로 제한된다. 최종 목적은 어떤 환경에서라도 정확한 정합을 하는 것이다.

### 4.2 설치와 사용의 편리성

오늘날 시스템은 전문 사용자만이 사용가능하다. 또한 이 시스템은 불충분하고 값비싼 카메라 교정이 요구된다. 현재 이 시스템의 추세는 카메라 교정의 요구가 없거나 자동 교정을 제공한다. 만일 AR이 대중화된다면, AR 시스템은 일반 사용자에게도 적절히 사용되어야 한다.

### 4.3 휴대용

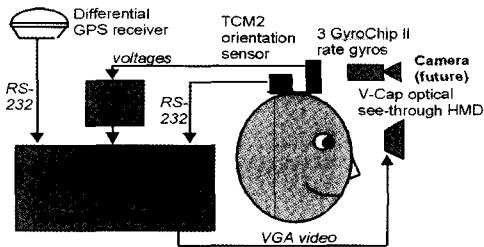
모든 가상 환경 시스템에서 사용자들이 움직일 수 있는 범위는 한정적이다. 그 대신 자동차 모험으로 운전하거나 트레드 밭에서 걷는 것을 가상적으로 할 수 있다. 기술이 어떻게 사용하던 간에 결국에 사용자는 실세계에서 한 장소로 제한되어 있다. 그러나 몇몇 AR 응용프로그램은 넓은 공간에서 사용자가 돌아다니도록 지원해야 할 필요가 있다. 예를 들어 기술자가 제트 엔진의 다른 부분으로 가야 할 필요가 있다면, 그는 AR장치를 쓰고 물리적으로 그 쪽으로 옮겨야 한다. 여기서 AR 시스템은 휴대용 사용이 필요하게 된다. 특히 통제된 환경이 아닌 실외로 걸어 나가서 일을 처리하기 때문에, 장면 발생기, HMD, 트랙킹 시스

템 등은 독립적이어야 하고, 외부에 노출되어도 기능을 발휘하는 능력이 요구된다. 예를 들면, 주위 환경에 설명이 붙는 AR 시스템은 처음 보는 지역에 온 군인, 하이커, 관광객들에게 유용하게 될 것이다.

현재 실외 AR 시스템은 너무 부피가 크고 무겁기 때문에 많은 수고를 감수해야 한다. 그림 17은 포터블 AR 시스템을 나타낸다.



(a)



(b)

그림 17. GPS를 이용한 포터블 AR 시스템

#### 4.4 감각 능력의 개발

오늘날 AR 시스템은 많아야 몇 개의 물체를 추적한다. 몸의 일부분, 자신 주위의 다른 모든 사람들 혹은 모든 물체들이 추적 할 필요가 있다. 이를 위해 컴퓨터 시각이나 능동 센서 방법을 이용하여, 레인지 데이터를 취득하는 연구들이 활발히 진행되고 있다.

#### 4.5 인터페이스와 시각화

사용자가 어떤 환경에 있는 물체를 더욱 잘 조정하여 상호작용으로 동작하려면, 사용자는 정확히 동작하기 위해 시스템과 인터페이스 부분이 앞으로 더욱 발전해 나가야 할 부분이다.

#### 4.6 감지도

사용자가 센서를 감지하는데 시간이 얼마나 걸리고 머리를 움직였을 때, 정합 오류를 어느 정도 알아낼까? 한 예로 사용자가 정지해있는 것보다 움직였을 때, 어느 정도의 오류를 허용할 수 있는가는 AR 시스템을 구성하는데 센서나 추적기 등의 사양에 의해 결정된다. 이런 AR의 지각 분야에서 관련된 실험은 거의 진행되지 않았다. Jannick Rolland, Frank Biocca 팀이 video see-through HMD를 사용했을 때 발생하는 눈의 이동으로 생기는 현상을 연구하였다. 사용자는 부분적으로 눈의 이동에 적응하나 HMD를 제거하였을 때 부작용이 생기는 것이 발견되었다.

#### 4.7 사실적 렌더링

AR은 아티스트나 프로그램의 수작업 없이 실시간으로 사진 같은 렌더링을 지원하게 될 것이다.

#### 4.8 그 외 센서의 AR

증강은 시각적 감각에만 국한된 것이 아니라 듣기, 만지기, 냄새, 맛 등 오감에 확장함으로써 사용자가 가상에 물체를 더욱 실감나게 인지할 수 있다.

#### 참고문헌

- [1] Yuchi Ohta, Hideyuki Tamura, "Mixed Reality-Merging Real and Virtual Worlds", Augmented Reality Magazine, 2003.
- [2] Augmented Reality Home Pages, <http://www.cs.rit.edu/~jrv/research/ar/introduction.html>
- [3] R. T. Azuma, "A Survey of Augmented Reality," Presence: Teleoperators and Virtual Environments, vol. 6, no. 4, pp. 355-385, 1997.
- [4] R. Hartely and A. Zissermann, Multiple View Geometry in Computer Vision, Cambridge University Press, 2000.

#### 저자소개



**윤용인**

1986년 2월 중앙대학교 전자공학과 졸업  
1988년 2월 중앙대학교 전자공학과 졸업

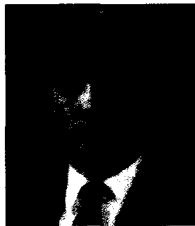
2003년 8월 중앙대학교 첨단영상대학원 영상공학과 졸업  
1991년 7월 ~ 1993년 11월 국제전지(주) 연구원  
1994년 1월 ~ 1999년 2월 대우 고등기술연구원  
2003년 9월 ~ 현재 중앙대학교 첨단영상대학원 Post-Doc 과정  
※관심분야 : 컴퓨터 비전, 신호처리, 영상 처리 등



**김동욱**

1987년 2월 성균관대학교 전자공학과 졸업  
1992년 2월 중앙대학교 대학원 전자공학과 졸업

1996년 8월 중앙대학교 대학원 전자공학과 졸업  
1997년 3월 ~ 1998년 2월 청운대학교 전자공학과 전임 강사  
1998년 3월 ~ 현재 전주대학교 정보통신공학과 부교수  
※관심분야 : 통신신호처리, 영상통신, 정보보호 등



**김진태**

1987년 2월 중앙대학교 전자공학과 졸업  
1989년 2월 중앙대학교 대학원 전자공학과 졸업

1993년 8월 중앙대학교 대학원 전자공학과 졸업  
1995년 3월 ~ 현재 한서대학교 컴퓨터정보학과 부교수  
※관심분야 : 영상압축, MPEG, 비디오 인덱싱 및 검색 등



**최중수**

1975년 2월 인하대학교 전기공학과 졸업  
1977년 2월 서울대학교 전자공학과 졸업

1981년 2월 일본 Keio University 전기공학과 졸업  
1981년 9월 ~ 1999년 8월 중앙대학교 전자공학과 교수.  
1999년 9월 ~ 현재 중앙대학교 첨단영상대학원 교수  
※관심분야 : 컴퓨터비전, 영상정보기술 등