현실, 인공현실, 그리고 현실적인 인공현실

원 광 연
한국과학기술원 전산학과 교수

1. 인공 현실감(Virtual Reality)란 무엇인가?

사람들은 소설을 읽거나 TV, 영화, 또는 연극을 보면서 또는 전자오락을 할 때에도 미디어가 제공하는 인공적 혹은 가상적으로 창출되어진 세계 속에서 자신이 그 주인공이 된 양 빠져들곤 한다. 이런 맥락에서 보면 소설, TV, 영화, 연극 등 대부분의 미디어가 어떤 형태이건 간에 실제의 현실이 아닌 인공적인 현실을 제작, 전달, 감상하게끔 하는 것을 목적으로 한다고 볼 수 있다. 그러나 컴퓨터 및 전자 미디어 기술의 발전은 기존의 미디어에 의해 형상화된 인공현실을 뛰어 넘는, 보다 진보된 형태의 현실감을 재현해 줄 수 있는 가능성을 제시하고 있다.

컴퓨터가 재현하는 현실감이란 인간으로 하여금 실제 환경과 유사하게, 더 나아가서 동일하게 생성된 컴퓨터 모델 속에 들어가 그 모델 속에서 정의된 세계를 경험하고 상호 대화 및 상호작용을 한다는 것을 의미한다. 예를 들어, 건축 설계가 단순히 도면 상에서 끝나지 않고 컴퓨터를 이용한 인공적 현실감으로서 연결되어진다면 사용자는 그 설계에 의한 건출물을, 실제로 건축에 착수하기 전에 미리 가상으로 접해볼 수 있는 것이다. 즉, 건축물 안으로 들어가 내부를 둘러볼 수 있는 효과(walk through)를 컴퓨터의 인공 현실감 생성을 통해 실제인듯 경험하게 된다. 또 다른 예로서 인공 현실감을 매체로 하는 예술가는 글, 영상 등 종래의 매체로는 표현하기 힘든 예술가의 세계를 창조하고 제3자로 하여금 그가 창조한 세계를 능동적으로 경험케 할 수 있을 것이다.

그렇다면 이러한 인공 현실감의 생성이 과연 가능한 것인가? 컴퓨터를 통한 인공 현실감의 구축은 최소한 이론적으로 가능하다. 인간은 어차피 인간을 둘러싸고 있는 환경과 끊임없이 접촉하면서 살고 있으며, 인간의 감각기관, 즉 피부, 눈, 귀, 코, 입 등을 통해 외부로부터 들어오는 각종 감각 신호들을 분석함으로써 환경에 관한 정보를 얻고 이들 정보가 통일성을 가질 때 현실감을 느낀다. 따라서, 우리가 가진 감각 기관들을 자연환경으로부터 차단하고 컴퓨터에서 생성된 환경을 대신 제공함으로써 그 감각 기관들로 하여금 인공적 환경의 내용물을 감각하게 하면 된다. 그러한 가능성은 William Gibson의 소설 Neuromancer나 영화 Total Recall에 제시된 바 있다. 현실적으로도, 팔의 근육에 적당히 전기적 신호를 가함으로써 팔이 굽히는 것과 같은 느낌을 생성해 낼 수 있음은 궁극적인 인공 현실감이 어떤 방식으로 인간에게 제공될 것인가를 예고해 주고 있다. 그밖에도 인간의 감각기관 가운데 가장 큰 몫을 하는 시각, 청각을 중심으로 인공적 감각의 생성을 위한 연구가 많이 이루어지고 있으며 촉각의 생성에 관한 연구의 경우 힘이나 압력의 피드백 장치 개발이 진행되고 있다.

지금까지는 넓은 의미의 인공적 현실감에 대하여 논하였는데, 좁은 의미로서의 인공 현실감은 컴퓨터 기술적인 측면, 특히 HCI(Human-Computer Interaction)의 측면에서 내리는 것이 바람직할 것이다. 종래의 컴퓨터에서 사용하는 인터페이스는 컴퓨터와 사용자와의 상호작용이 대개 2차원에 국한된다. 이를테면 디스플레이 모니터, 키보드, 마우스 등의 하드웨어를 통하게 된다. 소프트웨어도 마찬가지로서 데스크 탑, 윈도우 등의 소프트웨어 인터페이스에 의존하게 된다. 여기서 한 가지 주목할 것은 데스크 탑이든 윈도우든 그것들 모두 2차원적인 개념이라는 사실이다. 다시 말하면 2차원적인 하드웨어(이를테면 모니터 스크린이나 마우스)를 이용하기 위해서 어쩔 수 없이 2차원적인 메타포어를 도입할 수밖에 없었다. 이러한 접근 방법은 대상 작업 공간이 2차원적일 때는 아주 적절하다. 예를 들어 워드 프로세싱에서는 문서 자체가 2차원 공간에서 정의되기 때문에 문서를 "데스크 탑"에 위치시키고, "윈도우"를 통해 보며, "마우스"를 가지고 문장이나 그림을 선택하고, "키보드"로써

입력하는 일련의 작업들이 아주 자연스럽게, 효율적으로 진행된다.

그러나 이러한 방법은 3차원상에서 정의되는 물체를 컴퓨터에 입력, 처리하고 그 결과를 해석, 평가하는 데에는 근본적인 한계가 있다. 예를 들어 3차원 Bezier 곡면을 설계하기 위해서는 곡면을 절단하는 가상의 평면사에서 control point를 정의하여야 한다. 즉, 3차원 물체를 인위적으로 2차원의 물체로 바꾼 후, 2차원에서 얻어진 결과를 취합하여 3차원에서의 해답을 얻는다. 이 과정은 당연히 자연스럽지 않고 비능률적이다. 인간이 대부분의 시간을 3차원 공간에서 생활하고 작업하듯이, 컴퓨터에서의 작업도 3차원 공간에서 3차원적으로 행할 수 있을까? 이런 점에서 보면 VR이란 현재의 컴퓨터의 큰 취약점이 2차원에서 3차원화를 추구하는 기술이라 정의할 수 있다.

컴퓨터 기술의 발달을 통해서 앞으로의 컴퓨터는 Super computing, Parallel computing에 의한 대용량 및 고속화, 인공지능과 신경회로망에 의한 지능화, VR에 의한 3차원화가 이루어질 것이다. 이런 관점에서 보면 일반인, 심지어는 일부 전문인들이 가지고 있는 VR에 관한 잘못된 선입관, 즉, "VR=컴퓨터 그래픽스", 혹은 "VR=헬멧과 장갑"이라는 등식을 떨쳐 버릴 수 있다. 컴퓨터 그래픽스는 현실감을 생성하기 위한 하나의 필요조건을 제공하는 방법에 불과하다. 현실감 생성에 관한 연구는 컴퓨터 그래픽스의 범위를 훨씬 넘어 철학과 사회학, 그리고 인지과학적 차원에서 다루어져야 한다. 또한 헬멧과 장갑 등 특수 하드웨어 역시 현실감 생성을 위한 다른 하나의 필요 조건인 몰입감(immersion)을 이루게 하는 방법일 뿐이다. 더구나 현재 사용되고 있는 헬멧과 장갑은 일시적인 방편으로 생각된다. Computer-generated holography 등 자연스럽고 효율적인 인터페이스의 출현은 시간 문제일 뿐이다.

2. 인공 현실감이 있기까지

Virtual reality라는 용어는 1989년, 지금은 없어진 VPL이라는 회사의 사장인 Jaron Lanier가 처음으로 사용하였다. 그러나 컴퓨터 기술로서 "현실의 대안을 만들어 보자"는 시도는 컴퓨터 그래픽스계의 거장인 Ivan Sutherland가 1969년에 초보적인 헤드-마운트 디스플레이 장치를 고안해 낸 것에서 시작되었다고 볼 수 있다. 또한, 지난 20여년간, NASA에서 원격조정(tele-operation)을 통한 우주선의 로봇 통제의 문제점을 발견하고 그 개선을 위해 노력해 왔는데 이런 것들이 오늘날 VR 기술에 큰 기여를 하였다. 종래의 원격조정 방식은 지구와 혹성간의 시간차를 극복하지 못하고 완벽한 실시간 제어가 불가능했는데 TV모니터를 통해 상황을 보면서 그때 그때 명령을 주는 것이 아니라 작업환경을 컴퓨터 모델로서 재생시킨 다음 원격지에서 그 모델과의 상호작용을 통해 오퍼레이터가 명령을 주게 되고 그렇게 행해진 것이 실제 조정을 위해 전송함으로써 시간차를 극복함과 동시에 오퍼레이터로 하여금 자연스런 조작을 가능케 하는 것이다.

방위산업에서도 시뮬레이터 기술을 중심으로 20년 넘게 이 방면에 상당한 기술을 축적해 왔다. 여기서 개발된 실시간 영상생성 기술은 VR 시스템의 영상생성에 큰 도움이 되고 있다. 물론 시뮬레이터와 VR 시스템과는 유사점이 많은 반면 상이점도 많기 때문에 시뮬레이터의 영상생성 기술을 바로 VR 영상생성에 적용은 불가능하다. 최근 지역적으로 떨어진 다수의 시뮬레이터들을 네트웍으로 연결하여 동시에 전술, 전략 훈련을 가능케하는 방향으로 기술 개발이 SIMNET, DIS, HLA 등의 표준화 작업과 병행해서 이루어지고 있으며, 이 분야의 기술은 Network VR과 On-line game에 큰 영향을 주고 있다. 이밖에도 비행기 조종사를 위한 인터페이스로서, 조종석 앞에 있는 수많은 계측기가 조종사로 하여금 순간적인 판단을 내리기 힘들게 한다는 문제점을 개선하기 위하여 조정사에게 헬멧을 쓰게 하고 그 헬멧의 앞 유리판에 주요 정보를 투영하여 그에 따라 의사결정을 내리고, 조정사의 눈동자의 움직임, 음성에 의거하여 명령이 수행되도록 하는 장치를 개발해 오고 있다. 최근에는 조종사의 각막에 직접 레이져 빔을 이용하여 영상을 투시하는 것을 시도하고 있다.

위에서 언급한 바와 같이 컴퓨터 그래픽스, tele-operation, 시뮬레이션 등이 오늘날의 VR의 원동력이 되어 왔다. 앞으로도 이들 분야와의 상호 공조 체계는 계속될 것이다. 그러나 과연 VR자체가 하나의 독립된 분야, 더 나아가서는 독립된 학문으로 발전될 수 있을 것인가? 이는 시간이 지나야 알 수 있는 일이지만 VR의 성격상 충분히 가능성 있다고 여겨진다.

3. HCI와 인공 현실감

3차원적이며 지능을 갖춘 사용자 인터페이스에 관한 연구가 인공 현실감 구축의 중요 요소가 된다고 할 때 HCI(Human-Computer-Interface)와 인공 현실감(VR)과의 관계는 명확해진다. 현재 무한대의 수행능력을 가지는 하드웨어와 이를 효과적으로 운용할 수 있는 소프트웨어가 있다고 가정한다 하더라도 문제가 되는 것은 어떻게 사용자가 컴퓨터에 의해 생성된 인공세계에서 현실감을 느낄 수 있게 만드는가 하는 것이다. HCI 연구의 궁극적 목표가 사용자로 하여금 컴퓨터 인터페이스의 존재를 느낄 수 없게끔 만들어 주는데 있듯이 인공현실감 역시 그러한 느낌을 제공해 주고자 한다. 그러한 착각 또는 인공적 느낌을 은유(Metaphor)라고 부르는데, 예를 들어 현재 컴퓨터 디스플레이를 윈도우 환경에서 마치 데스크탑처럼 생각케 하는 것이 하나의 은유로 활용되고 있다. 이를 Desktop Metaphor라고 한다. 그러나 보다 현실감있고 친숙한 인터페이스가 되기 위해서는 사용자가 컴퓨터를 대할 때 무엇으로 취급하고 착각하게끔 유도할 것인가가 문제가 된다. 이러한 인공적 은유(Virtual Metaphor)로서 다음과 같은 방법들이 제안되었다.

첫째로, 데스크탑 비히클(Desktop vehicle) 혹은 어항(Fish tank) 은유가 있을 수 있다. 쉬운 예로 비행기 시뮬레이터가 이에 속한다. 이 때, 사용자는 모니터 혹은 대형 스크린이라는 창문을 통해 인공적 세계, 즉 비행기 안에서 바라보게 되는 세계를 들여다보고, 그 인공세계와 3차원 인터페이스를 통해 대화하게 된다.

그림 1. HMD와 Glove를 이용한 몰입형 인공현실감

둘째로, 몰입형(Inclusive) 메타포어를 들 수 있다. 이는 그림 1에서와 같이 사용자가 헤드-마운트 디스플레이나 장갑 및 3차원 위치 센서를 통해서 자연환경이 아닌 인공적 환경을 감지할 수 있게 한다는 것이다. 몰입의 의미는 사용자가 각종 차단 및 감각장치를 통해 인공적 현실 속에 빠져들어간다는 의미로 사용된다. 이를 위해서, 인공세계에서 사용자가 물체와 접촉할 때 촉감을

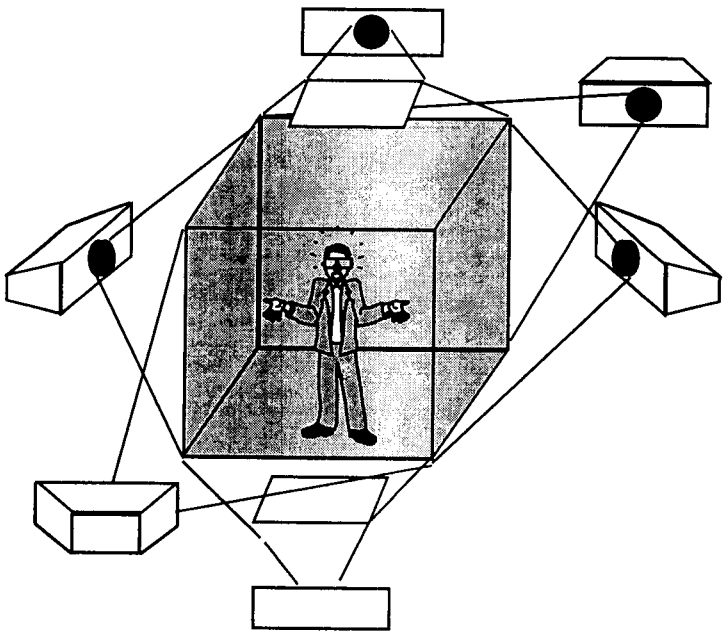

그림 2. Gave 형태의 인공현실감

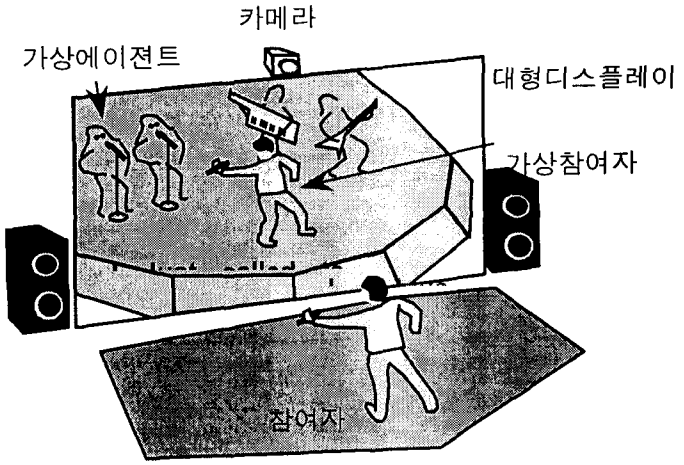

그림 3. Reflexive 인공현실감의 개념도

주기 위한 압력 피드백 장치, 3차원 음향 장치, 사용자로 하여금 인공 세계에서 걸어 다니는 느낌을 주기 위한 가변 벨트 장치, 몸 전체를 실제 환경에서 분리하기 위한 특수복 등이 연구 개발되고 있다. 몰입형 메타포어를 채택한 인공 현실감 시스템은 일반 컴퓨터 사용자를 위한 시스템이라고 보기 어렵고, 개개의 어플리케이션에 알맞도록 앞서 열거한 여러 종류의 사용자 인터페이스를 쉽게 구성할 수 있는 운영체제를 개발하는 것이 큰 과제라 보겠다. 또 다른 몰입형 메타포어로서 CAVE를 들 수 있다. 그림 2처럼 사용자를 밀폐된 공간에 위치시키고 공간을 둘러싸는 내부 벽 전체에 영상을 투사시킴으로서 몰입감을 생성한다. 밀폐된 공간은 그림과 같은 육면체뿐 아니라 Dome 형태를 지닐 수도 있다.

세번째 또 다른 제공 방식으로서, 거울 메타포어(Reflexive Metaphor)가 있다. 이는 사용자가 자기자신이 인공적 세계에 들어가 있는 것을 관찰하게 한다는 것으로, 사용자 자신의 투영된 이미지가 인공적 세계의 영상 속에서 자신이 반응하는 것과 같은 반응으로 속해 있는 것을 보게 된다(그림 3 참조). 본 학회지에 동시에 소개되는 있는 Virtual Studio는 기본적으로 이 방식에 의거한다.

만족할만한 인공 현실감을 실현키 위해서는 위와 같은 메타포어를 효과적으로 설정함과 더불어 사용자의 의도를 정확히 감지하기 위한 입력장치, 의도한 바대로 반응을 생성해주기 위한 사용자 모델, 반응을 영상, 음향 등으로 표현하는 출력장치의 연구가 선행되어야 한다.

인공 현실감을 컴퓨터를 이용해 실제 혹은 가상의 시스템을 디스플레이를 통해 재현한다는 면에서 컴퓨터 그래픽스를 이용한 시뮬레이션과도 유사하나 인공현실감은 더 나아가서 사용자가 컴퓨터 모델 속에 직접 들어가 컴퓨터 모델 속의 물체와 직접적인 반응을 시도할 수 있다. 더욱이 인공 현실감 시스템은 시뮬레이션이 실시간으로 진행되어야 한다는 추가 조건이 부과된다. 인공 현실감 시스템과 기존의 하이퍼 미디어 개념은 둘 다 사용자가 가상 세계와 상호작용하게 만드는 것이며, 그 상호작용의 결과가 일종의 멀티미디어 형태로서 나타나는 점에서 유사하다. 그러나 이 때, 인공 현실감 시스템에서는 현실감을 크게 강조함이 두드러진다(적어도 피상적으로는). 예를 들어, 인공 현실감에서는 사용자의 움직임에 따라 환경이 변화하고, 이에 따라 영상과 음향 등도 변해야 한다.

4. 인공지능과 인공 현실감

현재까지 행해져 온 대부분의 AI연구에서는 이론을 전개하기 위해 이론의 적용범위를 상대적으로 축소시키는 경향이 있었다. 예를 들어, 서양장기나 블록 세계(Blocks world)가 그것이다. 이러한 마이크로 세계를 조금이라도 벗어나면 이론이 적용되지 않는다. 또한 AI에서 다루는 문제는 매우 추상화되어 있다. 잘 알려져 있는 원숭이와 바나나 문제의 경우, 다루는 물체와 대상물은 1차 논리(1st order logic), 프레임 등 지식 표현 방식에 대해 추상화 되었고, 원숭이의 운동행위는 간단한 생성 규칙 등을 이용하여 역시 추상화된다. 예를 들어,

if AT(Monkey, Location),
then HAS(Monkey, Banana)

라는 추론과정이 현재의 지식 베이스에 적용될 때, 실제로 원숭이가 바나나를 따려고 하다 미끄러지게 되든, 바나나가 덜 익어 원숭이가 집은 바나나를 던져 버리는 경우가 되든 간에 원숭이는 반드시 바나나를 지니고 있어야만 하며 원숭이로서는 다른 선택의 여지가 없다. 따라서 AI가 다루는 세계는 실제 세계가 아닌 이상적 세계이며, 현재로서는 이상적 세계밖에서 AI가 존재하기 힘든 상태이다.

AI가 그러한 이상적 세계를 주로 다루어 온 반면, 인공 현실감 이론이 다루고자 하는 세계는 비록 한정된 세계이기는 하지만 그 자체가 하나의 소우주로서 현실세계의 현상을 가능한 한 충실하게 재현하고자 하는 것이며, 여러 물체가 공존하고 상호 작용하는 세계라고 말할 수 있다. 따라서 보다 현실적이고 복잡한 세계를 대상으로 하고 있는 것이다. AI는 설정된 이상적 세계하에서 발생할 수 있는 경우를 한정 지어 놓고 그 안에서 여러 가지 지식 표현 방식을 제공하였으며 지식의 성격에 따른 추론 방식을 제시하였다. 그러나 보다 복잡한 현실적 세계를 다루고자 하면 그러한 AI접근 방식으로는 해결되지 못하는 많은 문제에 부딪치게 되면 새로운 해결 방식이 필요하게 된다. 즉, 인공 현실 세계를 구현함으로써 그 안에서 환경과 물체를 어떻게 표현하고 그것들의 물리적 특성 및 인과 관계 등을 어떤 방식으로 기술하며 각각의 상황에서 적절히 추론되게 할 것인가가 해결되어야 할 과제가 된다.

그러한 과제의 해결 방식이 무엇이 될 것인지는 지금 당장 논할 수 있는 문제가 아니지만, 물리학 분야의 경우 고전역학의 선형적 체계가 Newton의 법칙 및 엔트로피 이론에 의해 설명되다가 그것으로는 설명할 수 없는 복잡한 세계가 관찰되면서 비선형 역학 이론이나 프랙탈 이론, 위상수학 등에 의해 기술되고 있는 것과 비교해 볼 때, AI의 접근 방식들도 보다 현실적인 것이 되기 위한 새로운 방법을 모색할 필요가 있다. 이렇듯, 현실 세계의 복잡성을 내포하면서 영역이 제한된 형태가 인공 현실감이라 할 수 있으므로 결국 인공 현실감의 성공을 위해서는 그러한 AI의 새롭고 현실적인 전환을 필요로 하고 있는 것이다. 따라서, 종래의 기호적(symbolic) AI의 문제점을 해결코자 최근 들어 MIT의 Rodney Brooks를 비롯하여 실험론자들을 중심으로 Emergent intelligence와 같은 새로운 AI의 패러다임이 제안되고 있기는 하지만, Brooks의 미세 로보트와 같이 제한을 실제 세계보다도 적게 두어 연구결과가 별로 실용적이 못되었거나 제한을 너무 많이 두어 종래의 AI의 문제점이 다시 부각되고 있다. 인공 현실감을 AI의 연장으로 볼 때 중점적으로 연구되어야 할 분야는 다음과 같다.

1) 정성적 물리(Qualitative physics)-간단하게는 두 물체의 충돌의 검색 및 충돌 효과 시뮬레이션으로부터 시작하여 물리적 기구의 작용, 넓게는 인공적 현실 세계 전체를 지배하는 운동법칙을 효과적으로 기술하고 적용시키는 방법을 고안해야 한다.
2) 지각(Perception)-종래의 컴퓨터는 사용자가 능동적으로 입력을 해주는데 반해 이 경우에는 컴퓨터가 능동적으로 사용자의 의도를 파악하여 사용자가 기대한 범위에서 그 결과를 출력시켜 주어야 한다. 따라서, 컴퓨터의 지각능력이 인공 현실감의 지능 시스템으로서의 성능을 좌우하게 된다. 이를 위해 AI의 영상 처리 및 이해, 음성처리, 이해 기술을 더욱 발전시켜야 한다. 특히, 사용자의 제스처를 이해하는 실시간 동영상(dynamic image)을 다루는 기술이 필요하다.
3) 인지(Cognition)-인공현실감 시스템은 사용자의 인지모델을 지녀야 하고 사용자의 반응에 따라 모델을 수정, 보완하는 학습 능력이 필요하다. 인공현실감 시스템 자체만이 아니라 인공현실감 내에 존재하는 지적 객체 각각이 하나의 독립된 에이전트로 모델링되어야 한다. 이러한 관점에서 볼 때 AI의 관련 기반 기술들의 연구, 개발이 전제 조건이 되어야 함을 알 수 있다. 또한, 그 위에 사용자 인터페이스가 첨가되어 인공현실감을 이루게 되는 것이다. 학문으로서의 인공현실감의 연구 내용은 이렇게 AI와의 관련 맥락에서 정의되어야 한다고 보겠다.

5. 예술로서의 인공현실감

인공 현실감을 학문적으로 다루는 가장 큰 연구 집단은 ACM 산하 SIG 중의 하나인 SIG-GRAPHICS이다. 매년 여름에 열리는 ACM SIGGRAPH 학술대회에 참석해 본 경험이 있는 사람이면 누구나 느꼈겠지만 3~4만명의 학술대회 참석자의 절반 이하만이 컴퓨터 관련 전문직에 종사하고 나머지 반은 컴퓨터를 도구로서

만 사용하는 소위 "컴퓨터 비전문가"들이다. 이들 비전문가 중 많은 사람들이 그래픽 디자이너, 산업 디자이너, 영화 제작자, 특수 촬영 전문가 등 소위 상업예술 종사자들이다. 그런데, 최근 들어 순수 예술가들 사이에도 컴퓨터 기술을 이용하여 새로운 형태의 예술 양식을 창조하려는 시도가 소수 일어나고 있다. 일례로 캘리포니아 주립대학 미대 Harold Cohen 교수는 Aaron이라 이름지은 컴퓨터 프로그램으로 하여금 작품 소재를 입력받아 그 스타일에 따라 작품을 구상하고 그 결과를 컬러 플로터를 이용하여 출력하도록 하였다. 지금까지 Aaron이 그린 수십점의 작품에서는 Cohen교수의 스타일이 아닌 Aaron의 독특한 스타일을 느낄 수 있다.

예술과 과학은 무질서한 듯이 보이는 세계에 감추어진 질서를 탐구한다는 공통적인 목표를 추구하고 있다. 따라서 예술과 과학 사이에 어느 정도 상관관계가 있음은 놀라운 일이 아니다. 그 예로, 20세기 초 미래파에서 고속 촬영기술의 영향을 느낄 수 있고, 인상파에서 색채이론에 관한 연구를, 몬드리앙이나 달리로부터 현대 심리학 발전을 느낄 수 있다. 회화가 사진기의 발명에 의해 있는 사실을 그대로 "기록"하는 기능으로부터 해방되어 예술로서 정착했듯이, 컴퓨터도 강력한 인터페이스의 출현으로 연산기능으로부터 해방되어 창조적 행위를 위한 도구, 특히 예술가로 하여금 세계속에 감추어진 질서와 아름다움을 표출하기 위한 도구로 사용될 가능성이 충분히 있다. 컴퓨터에 관련된 예술이라면 흔히 컴퓨터 그래픽스를 연상하기 쉬우나 실제로 그래픽스는 미술가, 특히 상업미술가를 위한 도구이지 진정한 의미에서 독립된 예술 양식이라 보긴 어렵다.

인공 현실감을 새로운 예술 양식으로서의 여러 가지 가능성을 보여준다. 예술가가 창조한 세계가 화판, 악보, 대리석, 무대 등에 구현될 수 있다면 그 세계가 컴퓨터 내에서 인공적 세계로 표현되지 못하리라는 법은 없다. 관객이 예술가가 창조한 인공 세계에 들어가 그 세계를 탐구하고 가상의 인물이나 가상의 물체와 상호작용하면서 예술가의 의도를 이해하게 될 때, 예술가와 관객 사이에 일체감이 형성되어 양자 모두 즐거움을 맛보는 것이다. 예술로서의 인공 현실감은 관객의 참여를 기본 전제로 한다. 일부 전위적 성격을 띤 무대 예술 중에 간혹 관람객이 참여를 시도하는 경우가 있지만 인위적인 냄새를 풍길 뿐 행위자와 관람자간의 자연스러운 상호작용은 결핍되어 있다. 인공 현실감은 영화와 마찬가지로 시공간의 4차원상에 펼쳐지는 종합예술이다. 영화와 크게 다른 점은 영화에서는 시나리오에 따라 이야기 전개가 고정되어 있는데 반해 인공 현실감에서는 관객이 자율성을 가지고 이야기를 엮어 나간다는 점이다. 예술가의 입장에서는 그의 예술성을 인공적 혹은 가상적 세계라는 형태로 나타내기는 하지만 자신의 작품인 인공적 세계와 관객간 상호작용의 가능성 수는 거의 무한대에 가깝기 때문에 상호작용의 형태를 사전에 완벽하게 예측하기는 불가능하며 자신이 전혀 기대하지 못했던 미적 결과가 인공적 세계와 관객의 상호작용으로 인해 발생하는 것을 경험하게 될 것이고 이러한 "우발적 아름다움"이 인공 현실감의 큰 장점이 되리라 본다.

인공 현실감이 새로운 예술 양식으로서 정착하리라는 성급한 판단은 내리기 어렵지만 컴퓨터 기술 특히, 사용자 인터페이스의 발달이 조만간 그 대답을 해 주리라 믿는다. 혹자는 현재 컴퓨터 기술이 완벽한 현실감을 재생하기에는 아직 충분히 무르익지 않았다고 반박할지도 모르지만 회화, 조각, 연극, 영화 등 기존의 예술 양식 모두 해당 매체의 한계성을 명확히 가지고 있고 매체의 한계성이 도리어 그 예술 분야를 특징지워주고 한계성으로 말미암아 예술가의 예술성이 발휘됨을 생각할 때 예술로서의 인공 현실감은 그 가능성이 충분하다고 생각된다.

6. 현실적인 인공현실

이제까지 인공현실의 궁극적 형태를 묘사하고, 인공현실과 HCI, 인공현실과 AI, 그리고 인공현실과 예술과의 관계를 살펴보았다. 이상의 논의는 상당히 추상적이고 개념적이었다. 반면, 현시점에서 인공현실 기술이 적용될 수 있는 범위는 시뮬레이터, On-line game, Virtual studio 등 극히 제한되어 있다. 이는 물론 현재의 기술이 극히 초보적인 수준이기 때문이다. 현재의 인공현실 기술은 컴퓨터 그래픽스 위주로 발전 중이다. 현실감을 생성하는데 영상이 가장 중요한 역할을 하기 때문이다. 앞으로도 컴퓨터 그래픽스 기술은 인공현실을 발전시키는데 계속 중요한 위치를 차지하겠으나, 실시간 영상 생성 문제가 어느 정도 해결되면 그 외의 기술, 즉 네트워크, 3차원 상호작용, AI, Computer vision 등, 전통적으로 어려운 문제로 알려져 있는 문제의 중요성이 대두될 것으로 확신한다.

그러한 상황이 올 때까지, 즉 실시간 영상 생성이 인공현실의 주 이슈인 상황에서는 다음과 같이 인공현실을 축소 정의할 수 있다.

VR = Interactive, Realtime, Online,
3-D Computer Graphics

이 등식의 우변에 나타나는 Keyword는 "Online"이외에는 이미 설명되었다. 여기서 Online은 지역적으로 멀리 위치한 다수의 사용자(참여자)가 동시에 동일한 가상세계에 참여하여 서로를 인식/인지하며 서로 다른 행위를 하게끔 하기 위한 필요 조건을 제공한다. Online적인 측면에서 본다면 VRML, Distributed, computing, Graphics hardware 그리고 일반적인 네트워크 기술이 핵심 기술을 이룬다. VRML은 3차원 기하정보를 네트워크 상에서 공유케 하는 script language로서 현재로는 아주 기초적인 정보만이 정의되어 있는 상태이고 앞으로 계속 변화, 발전하리라 본다. Java를 포함하여 Distributed computing은 공유 가상세계가 일관성있게, 즉 같은 물리법칙에 따라 돌아가도록 하는데 기본 틀을 제공할 것이다. PC급 컴퓨터를 3차원 단말기로 사용하는 대다수의 사람들에게는 실시간 영상 생성 속도가 가장 큰 고려사항으로 대두된다. 그러나 이 문제는 Graphics hardware의 눈부신 발전으로 어느 정도 일반인의 욕구를 충족시킬 것으로 사료된다. 네트워크에 관련된 사항으로 Latency와 Bandwidth문제가 남는데, 물리적인 한계를 극복하기 위하여 Online game분야와 Networked simulator분야에서 많은 연구가 진행중이어서 어느 정도 해결책이 제시될 것으로 믿는다.

이렇듯 인공현실을 Interactive, Realtime, Online, 3차원 그래픽스로 축소 해석한다해도 인공현실 기술은 가까운 장래에 소위 말하는 Killer application을 만들어 낼 것으로 확신한다. 구체적으로 어떤 Killer application이 될 것인가는 아무도 알고 있지 못하지만, 관련 전문가들은 Electronic commerce, 전자 게임, 협동 작업(공동 설계 등), 교육 훈련, 시각화(Visualization)등에 기대를 걸고 있다.

마지막으로 필자의 연구에 대해 소개하고 끝을 맺으려 한다. 1991년부터 본격적으로 인공현실 연구를 수행해 오고 있으며, 초기에는 인식 기술 위주로 시작해서 최근에는 인공현실 전반에 결쳐 다음과 같은 연구를 수행해 오고 있다.

- 제스츄어 인식 및 해석 : 인간의 손동작을 인식하고 해석함으로써 인간의 의도를 가상세계에 자연스럽게 전달한다[1].
- 가상 에이전트의 애니메이션 및 동작제어 : 그래픽 에이전트의 자연스러운 동작을 실시간에 생성시킨다[2]. 그래픽 에이전트의 얼굴표정을 생성하고[3], 음성에 맞추어 입모양을 제어한다[4].
- 모션 캡쳐 시스템 : Optical motion capture system을 개발하고, 캡쳐된 데이터를 쉽게 편집하여 다양한 동작을 생성케 하는 애니메이션 시스템을 만든다[5][6].
- 그래픽스 알고리즘 : 실시간 영상생성을 위한 Culling 기법[7][8]과 상세도 레벨(Level of detail)의 생성[9], 상세도 레벨의 선택[10]을 연구한다.
- VR시스템 개발 : 제3자로 하여금 손쉽게 가상세계를 제작할 수 있게끔 API를 개발한다[11]. 건축분야에 사용되는 Walk-through 시스템과 관련 유틸리티를 개발한다[12].
- 3차원 Web Browser : 인터넷 상에서 home "page"가 아닌 home "room"을 탐색할 수 있도록 3차원 그래픽 뷰어를 만들고, 3차원 공간 내에서 다수의 방문자가 서로를 인지하고 대화하는 Chatting 서비스를 제공한다[13].
- Virtual Stage : 거울 은유 방식의 VR 시스템을 바탕으로 가상 에이전트와 상호작용 할 수 있는 3차원 노래방 시스템을 구현한다[14].

이상의 연구들은 연구 개시한 이래 현재도 계속 수정 보완되며 진행 중이다. 반면, 새로이 시작되었거나 가까운 장래에 연구 예정인 항목은 다음과 같다.

- 현실감에 대한 이론 : 인공현실의 궁극적인 목표는 앞서 언급한 바와 같이 실제세계와 구분할 수 없을 만큼 정교한 가상 세계를 만드는 것이다. 이를 위하여는 기본적인 이론이 뒷받침 되어야 한다. 특히 현실감이란 무엇이고 어떤 변수에 의해 결정되는가에 대한 연구가 선행되어야 한다.
- Augmented reality : 비디오 카메라로 잡은 실제의 영상과 가상세계를 렌더링한 그래픽스 영상의 합성은 그 응용이 Virtual studio에 국한되지 않는다. 자연스러운 합성을 위해서는 3차원 컴퓨터 비젼의 연구가 더 필요하다.
- 대규모 가상세계의 제작 : 현재까지 제작된 가상 세계는 규모가 작거나 Demo수준에 지나지 않고 있다. 따라서 그런 규모의 가상세계를 제작하는 것은 기술적으로 어려움이 없었다. 앞으로 인공현실을 이용한

어플리케이션의 규모가 커짐에 따라서 대상으로 하는 도메인, 즉 가상세계의 크기도 증가할 것이다. 대규모의 가상세계를 현재와 같은 노동 집약적인 방법으로 제작하는 것은 무리일 것이다. 지도나 사진, 그리고 데이터베이스로부터 자동적으로 생성하는 방법, 혹은 알고리즘적으로 생성하는 방법이 연구되어야 할 것이다.

인공현실의 과학적인 정의, 공학적 정의, 예술적 위상, 그리고 현재의 기술 수준, 앞으로의 연구 방향 등을 기술하였다. 더 자세한 내용이나 토의를 원하는 독자는 wohn@acm.org로 연락바란다. 본 원고는 과학기술정책연구소의 STEP 2000 CG/VR 과제 및 삼성종기원의 멀티미디어 제작기술에 관한 연구 과제의 지원에 의해 이루어졌다.

참 고 문 헌

[1] Yanghee Nam and KwangYeon Wohn. Recognition of hand gestures with 3d, nonlinear arm movements. Pattern Recognition Letters, accepted for publication.

[2] Jiyun Lee and K. Wohn. Fuzzy aggregation of motion factors for human motion generation. In Proc. of the ACM symposium on Virtual Reality Software and Technology, pages 55-69, 1994.

[3] 이선우, 원광연, 모델 독립적 표정생성기의 설계 및 구현, 정보과학회, '95춘계학술대회 논문집, vol. 22-1, pp. 787-790, 1995.

[4] Sonou Lee, Bohee Moon, and KwangYun Wohn. Speech animation with multilevel control. In Proc. of International Conference on Virtual Systems and MultiMedia, pp. 231-237, Gifu, Japan, Sep., 1996.

[5] SoonKi Jung and KwangYun Wohn. Estimation of the articulated object : A hierarchical Kalman filter approach. Journal of Real-Time Imaging(accepted), 1997.

[6] SoonKi Jung and KwangYun Wohn. 3-d tracking and motion estimation using hierarchical Kalman filter. IEE Proceedings-Vision, Image and Signal Processing(accepted), 1997.

[7] JunHyeok Heo, SoonKi Jung, and KwangYun Wohn. Generation of stereoscopic views for complex virtual environments : A method using frame coherence in visibility and motion flow. In Proc. of International Conference on Virtual Systems and MultiMedia, pp. 359-367, Gifu, Japan, Sep., 1996.

[8] JunHyeok Heo, Soonki Jung, and KwangYun Wohn. Exploiting temporally coherent visibility for accelerated walkthroughs. Computers & Graphics(accepted for publication), 21(4), 1997.

[9] 김형석, 원광연, Normal 보존의 다단계 모델 생성기법, 정보과학회, 춘계 학술대회발표 논문집, pp. 403-406, 1997.

[10] 손호준, 원광연, Fuzzy 로직을 이용한 level of detail 제어, 정보과학회 '96추계학술대회 논문집, pp. 457-460, Oct., 1996.

[11] 성운재, 원광연, 가상세계 저작도구의 설계 및 구현, 한국시뮬레이션학회논문지, 4(1):37-44, 1995.

[12] 한국과학기술원 전산학과 VR Group, "Samsung Architectural Reality Authoring Handler의 설계 및 구현", 최종연구보고서, 1996.

[13] Myung-gyu Hwang, JiYoung Choi, and KwangYun Wohn. Multiparticipant 3d browsing system on the www. In Proc. of International on Virtual Systems and MultiMedia, pp. 381-388, Gifu, Japan, Sep., 1996.

[14] ChangWhan Sul and KwangYun Wohn. The design and implementation of virtual studio. In Proc. of Workshop on New Video Media Technology, pp. 83-87, Seoul, Mar., 1996.

필 자 소 개

원 광 연

- *1974년 서울대학교 응용물리학 학사*
- *1981년 University of Wisconsin(Computer Science 석사)*
- *1984년 University of Maryland(Computer Science 박사)*
- *1974 ~ 1979년 국방과학연구소 연구원*
- *1984 ~ 1986년 Harvard University 강사*
- *1986 ~ 1990년 University of Pennsylvania 교수*
- *1990 ~ 현 재 한국과학기술원 교수*
- *주관심분야 : Virtual Reality, 인공지능, Computer graphics, HCI*