

# 人工現實感의 工學分野 應用 및 展望

박진호  
현대중공업(주) 기술연구소 연구원

## 머리말

최근들어 각종 분야에서 人工現實感(Virtual Reality)라는 낱말이 본격적으로 응용되기 시작하였다. 원래 人工現實感이라는 용어는 1989년 미국 VPL 리서치 회사의 사장인 Jaron Lanier 씨가 Data Glove와 EyePhone 등과 같은 제품을 시판하기 시작한 때부터였으며 이보다 앞서 컴퓨터 그래픽스계의 거장인 Ivan Sutherland씨가 1969년 초보적인 머리부착형 디스플레이(Head Mounted Display)장치를 개발한 것에서부터 비롯된 것이다.

그후 일본에서는 1982년 텔리 이그지스텐스(Tele-Existence), 미국에서는 텔리 프레젠스(Tele-Presence)의 개념이 제창되었고 각각 극한 작업 로봇과 우주개발에 관련되어 발전하게 되었다.

한편 예술분야에서도 1983년 아티피셜(Artificial)방식이 제창되었는데 이것은 종래 인간이 기계에 자신을 맞춘다고 하는 인간측의 부담을 전제로 하여 성립되어 있던 인간 對 기계의 인터페이스 형태를 탈피하여 반대로 기계측에서 인간에게 무한으로 접근하는 이른바 사이버네틱스(Cybernetics) 인터페이스의 궁극적인 목표로서

人工現實감이 모색된 것이다.

실용적인 견지에서 보면 최근 컴퓨터나 센서 등의 기술이 급속도로 발전하였고 인간과학의 진전에 의한 인간감각 등과 같은 식견의 축적이 진보되어 현재까지 비현실적인 꿈이라고 생각되었던 人工現實감의 방법론이 급속히 증가하게 된 것이다.

따라서 지금까지는 독립적으로 발전해 온 많은 분야가 人工적인 현실에 주목함으로써 21세기의 중요기술로서 인식되기 시작하였고 관련 기업체에서도 人工現實感의 연구개발에 주력하게 되었다.

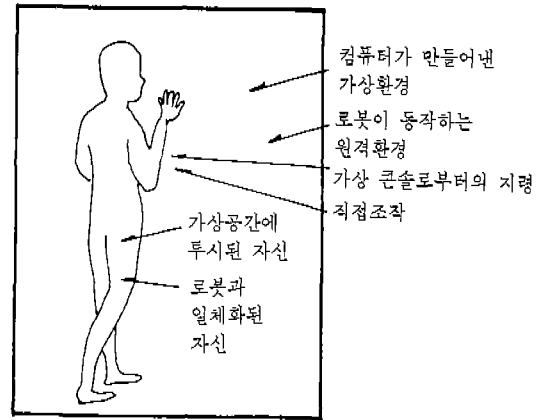
人工現實感 즉 버추얼 리얼리티(Virtual Reality)에서 버추얼(Virtual)의 의미는 실제로 존재하지 않는 架空 내지는 虛構를 말하는 것 같으나 이와는 반대로 사실, 형태는 아니지만 실제의 효과로서 존재하거나 결과로서 생기는 것을 말한다.

다시 말해서 사람이 현재 실제로 존재하고 있는 환경이외의 가상적인 환경을 마치 현실환경과 같은 감각을 가지고 체험하며 또한 가상환경에서 행동하는 것을 가능케 하는 것을 지향한 새로운 기술이 人工現實感인 것이다.

人工現實감을 크게 나누면 로봇을 매체로 한

인간이 현재 존재하고 있는 것과는 별도로 존재하는 실제세계의 假想環境이 전달됨으로써 생기는 현실감과 컴퓨터 등에서 처음으로 발생시킨 실제 존재하지 않는 것 그리고 현실감이 넘치게 구성된 현실감으로 분류된다.

또한 구성된 가상세계가 실제세계의 모델로 되어 있는 경우와 그렇지 않고 實際世界와는 전혀 떨어진 虛世界로 된 경우가 있다. 본고에서는 인공현실감이 각 산업분야에 응용되는 현황과 동향을 간단히 기술하고자 한다.



〈그림 1〉 인공현실감을 이용한 휴먼인터페이스

## 1. 인공현실감의 특징 및 전망

인공현실감의 특징은 첫째, 가상적으로 존재하는 가상환경이 인간에 있어서 자연적인 3차원의 공간을 구성하며, 둘째, 인간이 그 안에서 자유롭게 행동할 수 있고 또 그 가상환경과의 상호작용은 자연적인 형태로서 실시간으로 발생되며, 셋째, 환경에서의 自己投射性이 있다는 것이다.

예를 들면 컴퓨터의 표시화면은 가상환경이고 원격 카메라의 영상도 역시 가상환경이지만 이것은 자기 주위의 실제환경의 일부를 가상환경으로 바꾸어 놓는데 불과하다. 또한 가상환경에 대한 움직임은 키보드나 조작장치에 의하여 조절되지만 자기 자신이 행동하고 있는 것같은 움직임은 아니라는 것이다. 물론 자기 자신이 어느 곳에 투사되어 있다는 감각도 생기지 않는다.

그림 1은 이상적인 인공현실감에 있어서의 휴먼 인터페이스가 현재 인간이 존재하는 환경이 이미 인간에게는 느껴지지 않는다는 것이며 인간 주위에 확산되는 것은 로봇이 존재하는 원격 실제 공간의 가상공간이거나 컴퓨터가 처음으로 제작한 허공간의 가상공간이라는 것이다.

인간은 가상공간 중에서 자유롭게 행동하고 가

상공간에 들어갈 수 있으며 또한 자기 자신의 투사가 공간에 대해서 생기고 로봇이나 가상적인 자기와의 일체화된 자기를 느낄 수가 있다는 것이다.

최근에는 텔레프레젠스(Tele-Presence) 또는 텔리이그지스텐스(Tele-Existence)가 주목을 받고 있는데 이것은 사람이 종래의 時空制約에서 해방되어 시간과 공간 내지는 이들의 양자를 분할한 환경에 가상적으로 존재하는 것을 지향하는 새로운 개념이다.

따라서 人工現實感과 텔리 이그지스텐스는 모두 본질적으로 동일한 개념을 다른 관점에서 표현한 것으로서 하나의 목표를 향하여 발전하고 있다.

예를 들면 로봇의 원자력 제어분야를 보면 2차 세계대전후 원자력기술의 발전과 義手 등 신체장애자용 보조기구와 관련되어 생긴 텔리오퍼레이션 기술은 '70년대에 접어들면서 로봇기술이 가미되어 관리제어로 발전하게 되었다.

그러나 직접적인 조작의 우수성을 버릴 수 없어 엑조스켈리톤(Exoskeleton)형 입력증폭기를



으로서 그래픽 워크스테이션, 입체시각프로젝터 및 데이터 글로브(Data Glove)를 나타낸다.

그림 2에서 사용한 입체시각 시스템은 시차를 둔 左眼用과 右眼用 畫像을 교대로 프로젝터에 영사하고 이것을 액정서터 안경으로 좌우의 同期를 취하여 보는 방식이다.

또한 화면상에 입체적으로 표시되는 가상적인 물체는 데이터 글로브로서 조작할 수 있다. 예를 들면 물체를 잡고 이동시키는 것과 같은 기능이 가능하며 가상세계를 돌아다닐 때의 작업자는 손놀림에 의해서 방향을 지시할 수 있다.

한편 인공현실감 제어실에는 무인화된 변전소를 원격감시, 제어하기 위하여 종합제어소라고 하는 설비가 있는데 이것은 인공현실감이라는 기술을 이용해서 가상적으로 구축한 것을 말한다. 東京電力(株)에서 연구중인 항목을 보면, 첫째로 작업환경의 변화에 의한 휴먼팩터의 분석을 들 수 있다.

즉 실내의 벽, 바닥, 천정 및 각종 기기, 집기 등의 색은 각각 변경이 가능하며 메뉴에 의해 풀 컬러(224색)에서 선택하여 설정할 수 있다. 그리고 실내조명도 메뉴선택방식에 따라서 광원의 종류, 색, 수, 위치를 자유롭게 설정할 수가 있다.

장래에 제어실을 검토하는 경우 기능의 고도화나 작업의 복잡화에 따른 휴먼팩터 분석의 중요성이 높아지는데 제어실과 같은 폐쇄된 공간에서는 작업환경이 운전원에게 주는 영향을 검토하여야 할 것이다.

둘째로 제어실의 배치지원이다. 이것은 앞으로 양호한 감시와 조작환경을 구축하기 위한 기본요소가 되며 인공현실감 제어실에서는 조작탁상의 각종 모니터, 기기 또는 책상이나 의자 등과 같은 배치를 자유롭게 변경하거나 설정할 수 있다.

한편 각종 기기의 이동과 배치는 작업자가 손

에 낀 데이터 글로브로 행한다. 여기서 화면상에 표시된 핸드 커서로서 모니터를 들어올리는데 핸드 커서는 글로브에 의해서 판독된 작업자의 손 위치, 방향, 형상에 대응하여 동작하게 된다.

이 때 핸드 커서를 회전시킴으로써 대상기기를 회전이동할 수 있으나 아직은 작업자가 물건을 잡거나 접촉하는 감각을 가질 수는 없다.

셋째로 원격지의 정보표시이다. 현재는 실제 제어실의 종합감시반에 영상을 표시하는 기능이 없지만 장래에 종합감시반을 대형으로 프로젝터 화할 경우 조작성, 표시방법 및 입체영상의 효과 등을 검토할 필요가 있으며 다음과 같은 기능의 시뮬레이션이 가능하다.

즉 카메라의 방향 변경, 좌우·상하이동, 줌인·아웃, 복수의 카메라 설정과 화면의 전환 및 현지영상과 종합감시반 표시의 전환 등을 들 수 있다. 또한 종합감시반의 중앙만이 아니고 인공현실감 제어실내의 임의 장소에 영상을 표시할 수도 있는데 이와 같은 표시방법은 변경이 용이하다.

앞으로 인공현실감기술에 의한 발전이 폭넓게 기대되고 있으며 그 가능성도 커지고 있다. 그리고 가상공간에 대한 입출력장치에 대해서도 새로운 방식의 개발과 성능향상이 기대되고 있다.

## 2.2 우주·항공기술분야

아직은 인공현실감의 우주·항공에의 실용에는 없으나 연구개발단계에 와 있다. 종래부터 비행 시뮬레이터는 인공적으로 현실세계를 만들어 내는데 이용되고 있으며 대별하면 조종사가 조종하는 조종석, 조종사를 위하여 외부 視界를 표시해주는 가상시스템, 조종사에게 항공기의 움직임을 느끼게 하는 모션시스템 및 비행운동계산과 함께 전체를 제어하는 컴퓨터 시스템이 있다.

조종석부는 실제 항공기와 동일한 구성이며 조종장치는 조작현실감이 얻어지도록 실물의 크기로 만든다.

컴퓨터 시스템은 비행 시뮬레이터의 중심부로서 시뮬레이션의 대상이 되는 항공기의 운동계산, 계기나 램프 등의 제어조정간 또는 레버류를 신호처리한다.

여기서 가상시스템을 좀더 살펴보기로 한다. 이것은 조종사에게 外界視界를 표시하는 장치를 말하는데 이것은 시계영상을 발생시키는 영상발생부와 발생한 시계영상을 조종사에게 제시하는 시계표시부로 구성되어 있다.

현재 전자적으로 視界影像을 발생하는 CGI (Computer Generated Imagery)라고 하는 시계영상발생장치가 사용되고 있다.

최근에는 텍스처라는 영상발생법이 추가되어 구름과 海面을 발생시키는 파도 및 활주로의 균열 등과 같은 질감을 발생시킬 수 있으며 이외에 포토매핑기술로서 농지나 시가지의 항공사진을 직접 시계영상 데이터로 이용하고 있다.

한편 視界表示部는 실제로 조종사에게 현실감 있는 시계영상을 부여하는 것으로서 여기에는 무한대의 원거리표시인 와이드방식, 돔(dome)방식, 입체안경 및 헤드마운티드 디스플레이 등이 있다.

그리고 조종사를 위하여 항공기의 거동을 느끼게 하는 모션시스템은 조종사의 조종석부를 움직이게 하는 장치로서 현재 6가지 自由度 즉 상하의 경사, 좌우의 경사, 수평 방향의 비틀림, 전후의 이동, 상하의 이동을 위한 공동형 모형시스템이 주류를 이루고 있다.

끝으로 비행시뮬레이터는 오랜 역사를 갖고 있으며 금후 발전이 계속될 것이지만 인공현실감의 기기들이 항공우주에 어떻게 이용될 것인가는 각

종 장치의 연구 결과에 의존할 것이다.

## 2·3 의료분야

의료분야는 인공현실감에의 큰 수요시장으로서 잠재성을 갖고 있다. 특히 1970년대 후반부터 여러 가지의 의료용 화상이 보급되었고 1980년대에는 레이저 내시경을 이용한 외과적 수술 치료법이 시작되었다.

의료용 生體畫像은 일본이 우세한 초음파화상 진단장치와 영국의 EMI사가 개발한 X선 CT (Computer Tomography) 등을 계기로 1970년 후반부터 놀랄만하게 진보·보급되었다.

즉 인체에 고통이나 해를 주지 않고서도 생체 내부의 해부학적 또는 병리학적 구조와 기능을 정밀하게 진찰할 수 있다.

예를 들면 內視鏡, CCD (Charge Coupled Devices)를 이용한 전자내시경, 현미경에 의한 수술, X선투시하에 카테달 (Catheter) 등을 신체 표면에서 혈관내 등에 삽입하여 인체내 목표부위에 정확하게 도달시켜 약제를 주입하는 방법, 레이저조사, 전기응고, 동맥경화된 혈관내벽의 절제, 초음파 천자(穿刺) 및 파열될 위험이 있는 동맥류를 고분자 재료로서 충전폐쇄시키는 국소 색전(塞栓)방법 등으로 목표부위에만 국한시켜 치료를 할 수 있다.

특히 내시경 수술은 텔리 이그지스턴스 (Tele-Existence) 또는 텔리 프레즌스 (Tele-Presence) 자체이며 외과의사는 TV 화상을 보면서 수술조작현장의 수술기기를 원격조작한다.

특히 최근에는 3차원적 화상을 이용한 국소 치료가 가능해졌다.

이는 고령화 사회, 건강, 복지지향시대를 맞이하여 건강관리 교육은 의료관계자만이 아니고 국

민 전체에 필요한 것으로서 앞으로 급속도로 발전되어 갈 것이다.

## 2·4 로봇분야

로봇의 완전 자율화는 아직도 해결해야 할 문제점이 많아 최근 일본의 安川電機에서는 인간 개재형 협조식 로봇을 개발하고 있다.

여기서 인간 개재형 협조식 작업을 하는 安川電機의 텔리 이그지스턴스 로봇의 구성요소를 보면 다음과 같다.

첫째, 시각을 담당하는 HMD(Head Mounted Display)는 헬멧내에 좌우 2개의 액정컬러디스플레이를 내장하여 입체를 나타내는 마스터장치와 HMD를 부착한 오퍼레이터 두부(頭部)의 움직임에 連動하는 2眼 카메라계로 되어 있다.

그리고 마스터-슬레이브간은 유선 또는 무선으로 연결되어 있으며 시각현장감을 얻기 위하여는 마이크로폰과 스피커를 설치하였다. 이외에 HMD에 내장된 헤드폰으로서 오퍼레이터는 로봇 주변의 소리를 동시에 들을 수 있다고 한다.

그런데 목을 돌리면 音源 자체 대상의 위치가 바뀌기 때문에 현장감 있는 소리를 재생할 수 있으며 능동입체 시각 디스플레이는 음상을 머리로 제시하고 또한 자연적인 3차원 청각을 얻으면서 조종할 수 있다.

해상도, 중량, 크기, 장착감 등은 만족할만한 것은 못되나 평가기준의 깊이, 느낌, 시야의 넓이, 오토포커스, 추종응답성과 화상선명도 등의 종합평가면에서 실용성이 가능하다고 판단되었다.

둘째, 전지로 구동되는 운반체의 상부에 탑재한 로봇암의 비는 보통사람의 1/5 정도가 되어야 하는데 현재 산업용 로봇의 가반중량 자체의 무게비는 1/20~1/30 정도로 좋지 않다.

이를 위하여 일본의 安川電機에서는 이와 같은 비를 1/5로 경량화한 전천후형 활선작업용 양팔 로봇을 개발하였다.

이 운반체는 테이프 안내형 이동 로봇의 한가지 예인데 이러한 종류의 양팔 로봇암은 Helpmate에 탑재되어 있고 조이스틱과 마스터암으로서 현장감 있는 작업을 할 수 있다.

종래의 작업에서는 환경과의 상호 정보 교환이 어려웠으나 이를 위하여 임피던스 제어형이 개발되고 있다.

셋째, 손과 손가락이다. 이것은 앤드 이펙터(효과기)라고 할 정도로 로봇 이용기술에 있어서 중요한 것이면서도 용도에 따라서 전용공구로 대체하여 사용하는 것이 현실이다.

앞으로 로봇의 확산에는 다양한 작업의 여부가 관건이 되므로 이에 대한 대응으로서 복잡한 전용공구를 하나씩 개발해야 할 것이다. 표 1은 인공현실감의 요소와 의학에의 응용을 나타낸다.

## 2·5 자동차용 연구개발분야

인공현실감은 실현대상이 현실적인 것이든 가공의 것이든간에 마치 한 곳에 실제로 존재하는 것같은 착각을 사람들에게 일으키게 하는 것이 목표이다.

만일 현실적인 것이라면 그때까지의 체험을 바탕으로 하여 닳았는지 아닌지를 판단할 수 있지만 가공의 것이면 인공현실감으로 체험한 것이 그것과 같은 것인지 다른 것인지를 알 수 없게 된다.

따라서 이와 같은 경우에는 擬似體驗이 사람의 경험과 같다고 느끼게 될 것이다. 사람의 5감으로는 촉각, 미각, 후각, 청각, 시각을 들 수 있으며 만일에 사람들이 이러한 感性에 의존하게

〈표 1〉 인공현실감의 제요소와 의학에의 응용

VR과 사람의 관계	VR감각의 종류	장 치	기 능	응 용
일방향적 정보표시	시 각	TV화상장치 스크린 컴퓨터 키보드 HMD	데이터 표시 화상표시 2-D, 3-D CG 음표시 3-D	교육·훈련 생체모의 모의체험 정보처리, 표시, 진단 생체의료용 화상 3-D 표시
	청 각	Eye Phone Data Glove	계측 제어	외과수술 video-surgery
양방향적 수수	촉 각	Data Suits 인체 시뮬레이터 내시경 현미경	업무지원 시뮬레이터 원격조작 telepresence	시뮬레이션 생체계측·검사 환자의 치료 원격의료
사회공간형성 복수의 공동·동시공유	(미 각)	의료용 화상장치	확대조작 micropresence 축소조작	telemedicine 환자에 대한 설명 학회발표 연구개발 테스트

된다면 넓은 의미에서 인공현실감이라고 해석할 수 있다.

의사체험장치는 주로 눈앞의 영상과 음향에 의하여 구성되는데 예로서 헤드부착식 디스플레이 장치라고 하는 헬멧식 VR(Virtual Reality)를 들 수 있다.

자동차 시뮬레이터는 광의로 해석하면 인공현실감의 일종이라고 말할 수 있는데 종래는 주로 연구나 교육목적에 사용되어 왔지만 최근에는 오락목적의 이용에도 점차 증가하고 있다.

다음에 필요한 기본구성을 살펴보기로 한다.

첫째로 가상시스템이다. 여기에는 필름촬영방식, 모델보드방식 및 컴퓨터 作畫방식을 들 수 있다. 각각의 특징을 보면 필름촬영방식은 실제 풍경을 그대로 제시할 수 있지만 운전자의 운전 조작에 따라 풍경을 변화시킬 수 없고 차선변경이나 좌우측 커브 또는 장애물의 삽입 등도 임의로 할 수 없다.

모델보드방식은 상정모형(箱庭模型)을 벨트로

구동하고 이것에 카메라를 근접시켜 연동시키는 것으로 운전조작에 대응한 풍경변화를 얻는다.

컴퓨터 作畫방식은 현재 널리 사용되고 있으며 드라이버의 임의의 운전조작에 대응한 풍경 변화 또는 임의 지점에서의 장애물 삽입이나 위험장면의 작성이 가능하다.

이 방식은 이외에 작화용 계산기의 성능이나 데이터 베이스에 의존하여 단순한 線畫만을 제시하는 것이 아니고 도로 주변의 경치나 조명조건을 포함한 각종 교통상황을 나타낼 수 있다.

현단계에서 표시화상은 아직 회화적 내지는 애니메이션적이라는 견해가 대부분이지만 고도의 기술이 개발되고 있다.

둘째로 모션시스템이다. 자동차는 6가지 자유도 운동 즉 전후, 좌우, 상하의 직선방향과 상하측 주위, 전후측 주위, 좌우측 주위회전 운동을 하게 된다.

자동차 운전시에 드라이버는 차량저동에 따르는 관성력을 신체감각으로 감지하고 있으나 시각

정보에 차량운동을 모의한 관성력이 수반하지 않는 경우에는 자율신경계의 失調 상태가 발생하게 된다. 이를 위하여 관성력을 모의하는 모션시스템이 필요하게 된다.

주요 모션시스템에는 실제적 車/드럼방식과 좌석가동방식의 두 가지를 들 수 있다. 전자의 방식은 샤시다이나모상에 실제로 자동차를 설치하고 드럼의 가로 길이를 충분히 확보해 둠으로써 차선변경시의 횡방향의 관성력을 재현한다.

후자의 좌석가동방식은 유압실린더나 전동기 등에 의하여 운전좌석부를 움직여 운전시의 관성력을 모의하게 된다. 끝으로 자동차 시뮬레이터의 용도를 다음과 같이 3가지로 분류할 수 있다.

### (1) 교육훈련용

이것은 모범운전을 교습하는 기능 즉, 연습운전과 시가지나 고속도로 등과 같이 위험한 경우에 처했을 때 이에 대응하는 조치를 취하는 기능을 갖는다.

예를 들어 일본자동차연구소에 설치되어 있는 대형자동차 드라이빙 시뮬레이터는 고속도로와 시가지에서 발생하는 우발적인 사고를 예방하기 위해서 만들어졌으며 각종 운전시나리오를 갖추고 있다.

과거에는 교육훈련을 시뮬레이터로서 많은 성과를 올렸으나 최근에는 실제로 자동차의 가격이 저렴한 반면에 오히려 시뮬레이터의 제작비용이 고액이 되어 운전교습에 시뮬레이터가 사용되는 일이 거의 없다.

그러나 컴퓨터 기술의 발전에 따라서 시뮬레이터의 저가격화와 소프트웨어의 개발기법으로서 운전자를 위한 교육훈련용 시뮬레이터는 널리 보급될 것이다.

### (2) 연구개발용

이것은 시뮬레이터가 재현하는 차량의 거동과 각종 감각이 현실적으로 주행하는 차량과 가급적 가까워야 한다. 예를 들어 세계최초의 시뮬레이터라고 말할 수 있는 독일의 벤츠회사용 시뮬레이터는 첫째 목적이 안전을 위하여 부품을 연구하는 것인데 여기에는 컴퓨터 작화방식에 의한 넓은 시계와 조밀한 가상시스템 및 6가지 자유도의 모션, 주행시 각종 정보를 재현할 수 있는 모의시스템이 내장되어 있다.

그러나 개발에 직결되지 않는 운전자 특성의 연구나 드라이버와 차량 및 도로 환경과의 관계 등 기초연구를 목적으로 하는 경우에는 연구목적에 따라서 시뮬레이터의 규격이 달라질 수 있다.

만일 운전자의 특성에 착안한다면 핸들이나 페달류의 조작정보와 함께 운전자의 심신반응측정 등이 중요할 것이며 반대로 도로설계가 목적이면 컴퓨터作畫 등과 같은 가상시스템의 성능이 중요시될 것이다.

### (3) 오락용

오락용 시뮬레이터에는 여러 가지 종류가 있으나 일반적으로 우주여행, 대항해체험, 공중유영 등 오락이나 스포츠용 시뮬레이터가 많다.

오락용 시뮬레이터는 연구용이나 개발용과 달라서 승차감이 실제의 것과 반드시 일치하고 있지 않으나 흥미있는 것이 제일의 요건이다. 앞으로 자동차 시뮬레이터의 연구는 여러 가지 의미에서 흥미진진한 분야가 될 것이다. 끝으로 인공현실감의 기술은 현재로서는 발전되어 있다고는 말할 수 없으나 장차 큰 수요를 갖는 기술로 등장하게 될 것이다.