

# 가상현실 시스템을 이용한 안전교육

박재희 · 양동주

한경대학교 안전공학과 · 한국산업안전공단 교육정보국

## 1. 서론

가상현실(VR; Virtual Reality)은 컴퓨터에 의해 인공적으로 만들어진 감각 몰입형(sense immersing) 환경 속에서 사용자가 이 환경과 상호작용(interaction) 할 수 있는 인간-컴퓨터 인터페이스(interface)라고 정의된다(Pimentel, 1995). 이 정의에 입각할 때 가상현실은 자율성(Autonomy), 상호작용(Interaction), 입장감(臨場感, Presence)이라는 세 가지 기본 요소를 갖는데 이를 Zeltzer(1992)는 머릿글자를 취해 가상현실의 AIP 큐브(cube)로 표현한 바 있다.

따라서 이 세 가지 특성을 다 갖춘 가상현실은 기존의 매체(media)인 비디오나 영화, 혹은 컴퓨터 게임 등과 구분이 된다. 즉 비디오나 영화는 입장감은 높은 편이나 사용자가 이와 상호작용은 할 수 없다. 컴퓨터 게임은 상호작용 정도는 매우 높으나 입장감은 상대적으로 낮다고 할 수 있다. 그러나 최근의 컴퓨터와 관련 기술들의 급격한 발전은 상호작용과 입장감을 어느 정도 충족시키며, 컴퓨터가 만들어낸 가상의 세계를 실체처럼 체험하는 것이 가능하도록 하였다.

이러한 특성 때문에 가상현실 기술은 건축, 디자인, 항공기/자동차 시뮬레이터, 게임/오락, 의료 등의 다양한 분야에 걸쳐 응용이 되고 있다. 또한 가상현실을 이용하면 실제와 같은 체험을 할 수 있다는 특성으로 인해 교육/훈련 분야에도 가상현실의 응용이 매우 활발히 이루어지고 있다(박재희 등, 1999; 박재희 등 2000).

산업안전교육 분야로 국한시키더라도 가상현실은 이미 적용 되고 있는 사례를 가지고 있다. 일본의 중앙재해방지협회 안전위생정보센터([www.jaish.gr.jp](http://www.jaish.gr.jp))는 2000년 1월 가상현실 교육장을 개설하여 금속, 건축, 토목, 식료 산업분야의 20개 작업에 대한 가상의 재해를 체험하여 이에 대한 안전교육이 이루어지도록 하고 있다(그림 1. (c) 참조). 국내에서도 이러한 안전 교육의 필요성이 제기되던 중 한국산업안전공단이 가상현실을 이용한 안전교육장을 공단 내에 개설할 계획을 가지고 있다.

이에 본 논문은 안전교육에 있어 가상현실 시스템의 특성을 살펴보고, 안전교육 효과

를 높이기 위한 가상현실 시스템의 구성에 대해 논의하였다.

## 2. 안전교육 매체와 가상현실

교육 매체란 피교육자와 의사소통을 위한 다양한 종류의 학습환경을 구성하는 요소들을 의미한다. 즉 교육 매체란 교육자의 말, 텍스트, 그래픽스, 비디오테이프, 오디오테이프, 모형, 컴퓨터 프로그램 등을 망라한다(김병석 등, 1997). 각각의 방법들은 장단점을 가지고 있으나, 사실적인 산업재해의 체험이라는 측면에서는 교육 효과가 현격히 부족하다고 할 수 있다.

예를 들어 산업현장에서 적용되고 있는 도해를 이용한 위험예지훈련은 경제성은 갖추고 그 효과도 인정받고 있으나, 정지된 한 컷의 상황만으로 연속된 시계열의 사고나 재해를 표현하기에는 부족하며 상황의 사실적 묘사에도 한계를 가질 수 밖에 없다. 반대로 산업현장과 동일하게 만들어 놓은 실물 모형 체험시설물은 건설에 비용이 많이 들며 추락 등과 같은 위험한 체험 교육을 실시하기가 어렵다는 단점을 갖는다(그림 1참조). 반면에 가상현실 매체를 안전교육에 이용한다면 실제와 유사한 상황 묘사가 가능하며 모형 교육 등에서는 재현하기 어려운 상황도 만들어낼 수 있어 매우 유용하게 사용될 수 있다. 비용 면에서도 초기 시스템 개발과 구축에 상당한 비용이 들 수 있으나 다양한 교육 내용을 제작할 수 있기에 실물 모형보다 경제성을 가질 수 있다.

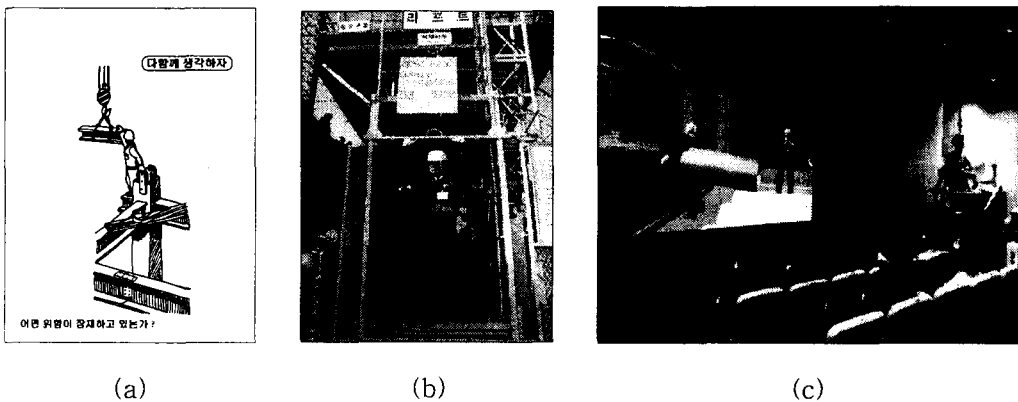


그림 2. 안전교육방법

(a)도해를 이용한 위험예지교육, (b)실물모형 교육, (c)가상현실을 이용한 교육

### 3. 안전교육을 위한 가상현실 시스템의 구성

그러면 안전교육을 위한 가상현실 시스템의 개발이나 구축을 위해서는 무엇을 고려해야 하고, 하부 구성요소별로 어떻게 구성하는 것이 적절한지에 대한 고찰을 하였다.

#### (1) H/W플랫폼

Window 운영체제를 갖는 PC 환경에서도 가상현실 시스템의 개발이 가능하나 사실적인 가상세계의 구축에는 아직 한계가 있다. 일반적으로 워크스테이션 수준에서의 가상현실 시스템의 개발이 이루어진다. 높은 공간 해상도(spatial resolution)와 높은 시간적 해상도(frame rate)를 갖는 구현하기 위해서는 계산량이 커지므로 높은 수준의 성능을 갖는 컴퓨터가 요구된다.

#### (2) 입력장치

가상세계와의 상호작용을 위해 필수적인 부분이며 기존의 키보드나 마우스 외의 특수한 입력장치들이 많이 이용된다. 가장 기본적인 장비로 3차원 조작을 가능하게 하는 3차원 마우스가 필요하다. 3차원 마우스는 최대 6 자유도를 가지며 가상환경 참여자의 시점(viewpoint) 이동이나 가상환경 내 물체의 3차원 조작에 사용된다(박재희, 1997).

3차원 마우스가 한 점의 제어를 하는데 비해 와이어드 글로브(wired-glove)는 여러 관절을 지닌 손의 움직임 등을 가상세계 내에 표현하여 보다 사실감 있는 상호작용이 가능하도록 한다. 손뿐만이 아니라 얼굴 혹은 신체 윗부분 전체의 3차원 움직임을 자기센서, 초음파센서, 혹은 영상처리 등을 이용해 표현할 수도 있다(이남식 등, 1994).

가상현실 안전교육 시스템에서는 기본적으로 사용자의 가상환경 내 내비게이션(navigation)등을 지원하기 위해 3차원 마우스와 같은 장치가 요구되며, 추가로 와이어드 글로브 등이 사용되면 좋을 것이다.

#### (3) 출력장치

가상현실에 사용되는 출력장치는 사용자의 몰입감 혹은 입장감을 높이도록 설계된 것들이 많다. 시각적 표시장치로는 가상환경의 사실감을 높이기 위해 입체영상(stereoscopic display)이 주로 사용된다. 입체영상을 생성하기 위해서는 편광안경을 사용하는 방법과 양쪽 눈에 수평으로 약간 다른 영상을 생성해 보여주는 HMD(Head Mounted Display) 방법이 널리 사용된다. HMD는 사용자의 외부 시각은 차단하고 가

상세계가 생성하는 시각정보만 보이도록 해 몰입감 혹은 입장감을 크게 높일 수 있는 반면, 자체 무게로 인해 사용자에게 불편함을 초래하는 점과 여러 사람이 동시에 참여할 수 없다는 단점을 갖는다. 이에 비해 편광 안경을 이용하면 여러 사람이 동시에 사용할 수 있는 장점을 갖는다. 따라서 가상현실 안전교육을 위해서는 편광안경을 이용한 시스템을 기본으로 하고 부수적으로 HMD까지 확장하면 좋을 것이다.

청각적 표시장치로도 컴퓨터로 생성하는 입체음향 시스템을 사용할 수 있다. 촉각/힘 표시장치도 안전교육을 위해서는 매우 중요한 부분이 될 것이다. 그동안 기술개발이 미진한 분야이었으나 최근 힘 피드백 장치가 개발되어 상용화된 것들이 있다. 이런 것을 이용하면 기구나 기계의 조작 등의 표현도 가능할 것이다. 모션 플랫폼(motion platform)이라 불리는 장치는 항공기나 자동차 시뮬레이터 등에 채택되어 그 운동을 보다 실감나게 표현하는데 사용된다. 안전교육에서도 사용자가 지게차 등을 운전하는 상황을 묘사할 때 필요할 것이다. 후각적 표시장치 역시 화학물질의 위험에 대한 안전교육을 위해서 매우 중요할 것으로 여겨지나 아직 상용화된 수준은 아니다.

#### (4) S/W개발도구

S/W 개발 도구로는 기존의 상용화된 Rend386, Muse, Coven, World Toolkit, Superscape 등이 사용될 수 있다. 인터넷에서의 사용을 위한 VRML 과 같은 언어도 있으나 그 자체만으로는 표현의 한계가 있다. 다만 구축된 가상환경을 VRML 코드로도 제공해 인터넷 상에서도 여러 사용자들이 간단한 네비게이션 정도를 할 수 있도록 하면 좋을 것이다.

#### (5) 교육컨텐츠

사실 가상현실 시스템의 H/W나 S/W 보다도 가장 중요한 것은 가상현실 안전교육 시스템에 담길 교육 내용이다. 교육 내용은 중요도가 크고 그 효과가 큰 분야를 선택해 우선적으로 개발하는 것이 좋겠지만 현재의 가상현실 기술수준도 감안할 필요가 있다. 예를 들어 중량물 들기 작업의 경우 중량물의 힘을 손과 팔 관절 등에 제시해야 하는데 그 기술이 아직 어렵다. 또한 위험 화학물질에 의한 사고와 예방 분야는 후각적 표시장치의 기술 부족 때문에 표현이 어렵다. 이렇게 현재의 가상현실 기술로 그 표현이 어려운 부분들은 제외하고 가상현실 기술 적용 시 그 효과가 클 것으로 예상되는 컨텐츠의 내용들을 표 1 에 예시하였다(한국산업안전공단, 2000).

표 1. 가상현실 안전교육 내용의 예

작업	사고시나리오
프레스작업	프레스 작업 과정에서의 안전장치의 제거 유무에 따른 프레스의 작동 상황과 협착 사고 결과 표현
콘베이어작업	콘베어 및 간이 리프트 등 조립라인 자동화설비에서의 회전·직선·왕복운동 부위에서의 협착위험 표현
용접작업	용접기에 의한 감전위험, 아크 및 용접흠에 의한 건강장해, 고소에서의 추락 위험, 화재·폭발 위험
인력운반작업	인력운반에서의 요통위험, 물건의 고소적재시의 추락, 낙하위험
지게차운반작업	적재물 과다 적재에 따른 지게차 운전원의 시야 불량으로 동료 작업자와 충돌 발생 표현
크레인작업	와이어 로우프의 절단과 줄걸이 방법 잘못에 의한 하물 낙하사고와 안전모 착용 유무에 대한 사고 결과 표현
고소작업	건설현장의 고소 작업 시 안전대의 착용 유무에 따른 사고 결과 표현

이 시나리오들은 주로 시각과 청각표시장치에 의해 대부분 표현이 되고 제어내용도 3차원 마우스에 의한 제어가 쉽게 가능한 것들로 하였다. 그러나 이들도 사고에 의한 물체와의 충돌, 협착 시의 힘의 표현 등이 아직은 어렵다는 한계는 가지고 있다. 추락의 경우에도 몸의 자세 변화를 제시하진 못하고, 대신 시각 장면의 표현만이 가능하다는 한계는 지닌다.

#### (6) 가상현실 시스템의 평가

끝으로 개발된 가상현실 시스템의 평가에 대한 문제가 있을 수 있다. 가상현실을 이용한 항공기 조종 훈련 시뮬레이터와 같은 시스템은 시뮬레이터 사용그룹과 미사용 그룹 간의 현실 비행기 조종 성능을 대비해 시뮬레이터의 성능을 평가하곤 한다. 안전교육 시스템은 그 목적이 교육 효과에 대한 것이므로 교육 전과 교육 후에 대한 안전 지식의 증대 여부로 시스템의 유용성을 평가할 수 있을 것이다. 이 부분에서는 다른 매체와의 상대평가로 시스템의 유용성을 알아 볼 수 있을 것이다.

또한 가상현실 시스템 자체의 현실감(reality)에 대한 평가와 사용자 만족도(user satisfaction)에 대한 평가도 시스템의 성공적 개발에 대한 척도가 될 것인데 아직 객관

적으로 인정되는 평가 방법이 개발되어 있지 못하다. 대신 주관적 설문지 등에 의한 평가가 이루어지고 있다. 이런 평가 방법들을 바탕으로 가상현실 시스템은 보다 나은 도구로 개선되어 나갈 수 있을 것이다.

#### 4. 결론

이제 가상현실 기술은 산업안전 분야에도 본격적으로 적용되기 시작했다. 우선적으로 산업안전 교육분야에 있어서도 지금 개발되어 있는 가상현실 기술만으로도 기존의 다른 교육 매체에 비해 큰 성과를 거둘 수 있을 것으로 예상된다. 이제 한국에서도 가상현실을 이용한 산업안전 교육 시스템이 개발될 예정이다. 앞으로 개발되는 이 시스템이 산업안전 교육 분야의 획기적 발전을 가져오는 기술이 되기 위해서는 이 분야에 대한 연구자들의 많은 참여와 이에 대한 연구 개발이 계속적으로 이루어져야 할 것이다.

#### 참고문헌

- 1) Pimentel, K., and Teixeira, K., Virtual reality: through the new looking glass(2nd Ed.), McGraw Hill, 1995.
- 2) 박재희 등, 가상현실 기술개발을 위한 기술수요예측, 인간과 컴퓨터 상호작용연구회 발표논문집, 9(1),228-233, 2000.
- 3) 박재희 등, 가상현실 중장기 기술기획 연구, 한경대학교, 한국전자통신연구원, 1999.
- 4) 박재희, 가상환경 하에서의 3차원 제어작업의 인간성능에 관한 연구, 박사학위논문, 한국과학기술원, 1997.
- 5) 이남식, 유영관, 윤정선, 박재희(1993), 인공현실감(VR) 기술동향 및 산업정책에 관한 연구, KRISS-93-078-IR, 한국표준과학연구원, 과학기술부.
- 6) 김병석 등, 산업안전심리교육론, 지구문화사, 1997.
- 7) 한국산업안전공단, 가상현실 체험교육시스템 설계제안서, 2000.