

가상안전 체험관 구축 사례

- A Case Study on Developing the Virtual Safety Training System -

기재석*

Ki Jae sug

Abstract

In the real environment, it is very limited for the trainees to participate the effective training using actual training equipments by themselves and also to simulate several hazard situations for safety because of the direct exposure to the hazards of the actual system. But the virtual environment(VE) can help the trainees to get the effective training participating by themselves and to simulate all kind of possible situation without the exposure to the hazards of the actual system. In this paper, the new developed VE system for safety training is introduced. The system is more effective and economic one than the other system developed in Japan.

1. 서론

모든 교육에서 요구되듯이 안전교육훈련에서도 연수자의 지식과 기술 그리고 태도의 개발과 변화를 추구한다[2, 3]. 이를 위해 기존의 교육방식은 대부분 강의식방법이며, 일부과정의 실물 실습, 비디오, CD-ROM 등 멀티미디어 활용 교육을 실시하고 있으나 생생한 경험이나 지식을 전달하기에는 매우 미흡한 실정이다. 교육의 효과를 증대시키기 위해 실물체험교육을 확대해 가고 있으나 필요한 실물 설치시 많은 비용과 공간 확보 필요로 충분한 교육환경을 확보하기도 어려운 실정이다[9, 10].

가상현실은 컴퓨터 그래픽 기술을 기반으로 시각, 촉각, 청각, 후각, 미각의 효과를 느낄 수 있는 다양한 디바이스를 활용하여 생생한 3차원 인공세계에 인간이 몰입할 수 있도록 가상의 환경을 만드는기술이다[4, 6]. 가상현실은 여러 분야에서 응용되고 있으며, 향후 그 응용분야가 더욱 확대되어갈 것이다.

* 케이씨이인터내셔널(주) 영상시스템연구소 소장

안전분야에서도 제조, 건설 및 광산회사에 안전작업장 설계 및 위급상황에서 응급조치를 훈련할 수 있는 시뮬레이터 개발에 활용하고 있으며, 그 필요성은 점점 증대되어 가고 있는 실정이다[5, 7, 11, 12, 14, 15].

가상현실을 응용한 안전체험관의 큰 장점은 첫째, 교육생이 직접 참여하는 참여형 교육이므로 교육효과가 매우 높다. 둘째, 다양한 체험 교육장을 경제적인 비용으로 구축할 수 있다. 셋째, 위험한 상황에서의 안전교육을 안전하게 수행할 수 있다. 넷째, 초·중·고등학생부터 작업자에 이르기까지 다양한 계층을 상대로 교육이 가능하다는 점이다[1, 8].

본 가상안전체험관 사업주체는 산업안전공단이며, 시스템 설계와 입체영상은 (주)미디어스이스에서 담당하였고 가상현실 부분은 케이씨이인터내셔널에서 구현하였다.

2. 일본 가상안전 체험관 사례분석

2-1 운영환경

일본 중앙노동 재해방지협회에서 운영하는 가상안전 체험관은 현재 안전위생정보센터 설치 운영중이다 이 시설은 크게 가상현실 극장과 입체영상 극장으로 나누어져 있는데, 각 시설의 구성내용은 다음과 같다.

가. 가상현실 극장

일본 중앙노동 재해방지협회에서 운영하는 가상현실 극장은 아래 그림 1과 같이 관람석, 시연대, 강사석, 프로젝터, 음향장치 그리고 스크린과 이미지 생성 컴퓨터로 구성되어 있다.

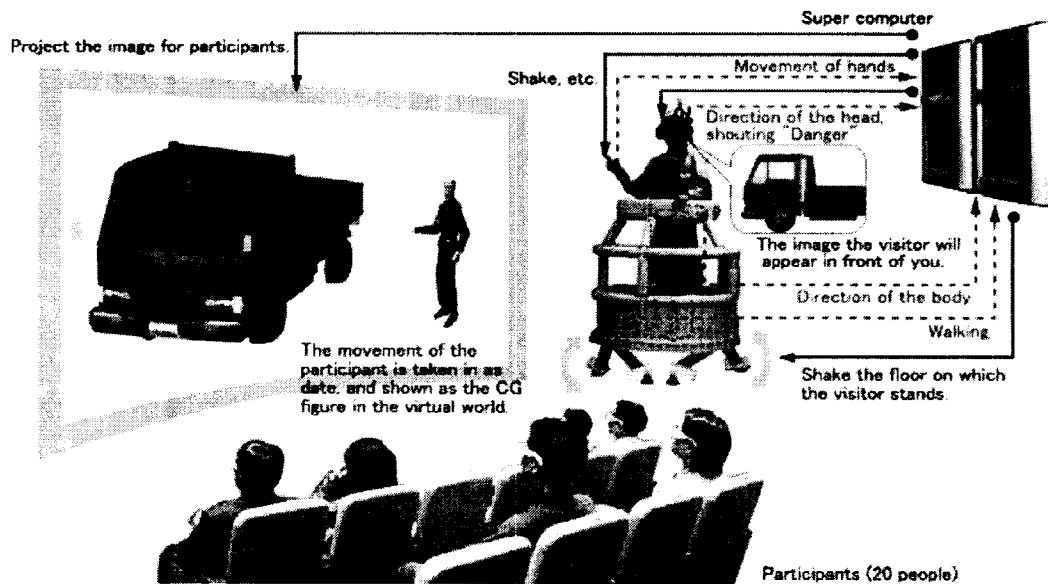


그림 1. 일본 중앙노동 재해방지협회 가상현실 극장

나. 입체영상 극장

입체 영상관은 아래 그림 2와 같이 관람석, 스크린, 프로젝터 그리고 음향장치로 구성되어 있다.

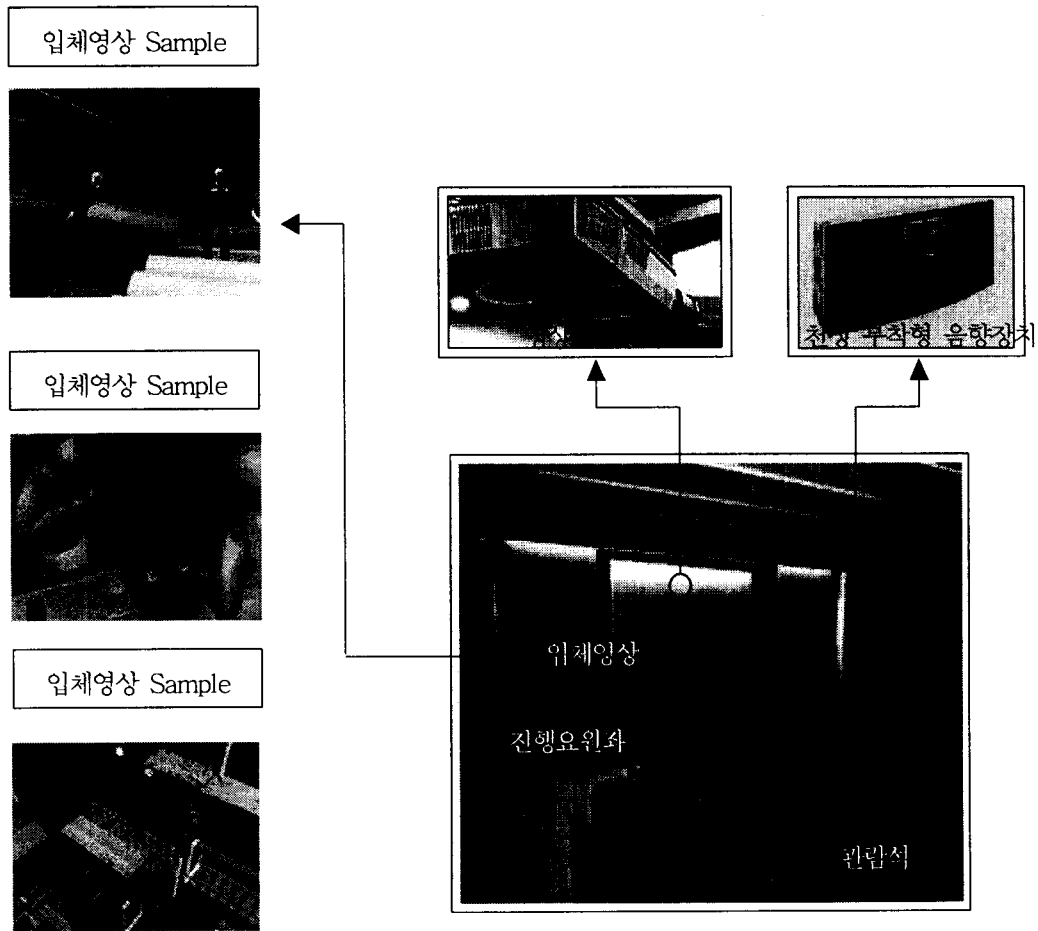


그림 2. 일본 중앙노동 재해방지협회 입체영상관

2-2 시스템 구성내역

일본 중앙노동 재해방지협회 가상안전 체험관의 장비는 아래 표 1과 같이 이미지 생성을 위한 하드웨어와 소프트웨어 그리고 입출력을 위한 장비로 구성되어 있다.

구분	품명	수량
그래픽엔진	- 컴퓨터본체: SGI Onyx2/IR-RackSystem ·CPU:MIPS/R10000(250MHz)상당 X 6개 ·모듈, 주기억장치, 파워프라인,모니터(20")	1식
	- 소프트웨어 ·MIPSPRO C Compiler, C++ Compiler ·ONC3/NFS Real Master3.1J	3식
입출력기기	- HMD	1식
	- Data Globe	1식
	- 허리 위치센서	1식
	- 모션베이스 및 제어용컴퓨터, 안전프레임,	1식
	보행센서	1식

표 1. 일본 가상안전 체험관의 장비

2-3 운영프로그램

일본 중재방에서 1차년도(2000년)에 개발한 운영프로그램은 금속제품 제조편, 빌딩 건축편, 식료품제조업편, 그리고 토목 건설편 등 총 4정이며, 그 내용은 다음 표 2와 같다.

금속제품제조편	빌딩건축편	식료품제조업편	토목건설편
(6개작업)	(6개작업)	(4개작업)	(4개작업)
- 크레인작업	- 굴삭작업	- 식품재료가공작업	- 지면굴착작업
- 파워프레스작업	- 칠골조립	- 주먹밥 가공작업	- 배관매설작업
- 용접작업	- 이동식크레인	- 창고내 작업	- 향타작업
- 도장작업	적하작업	- 주방	- 반출.철거작업
- 창고내 운반작업	- 용접작업		
- 산업용 로봇작업	- 강철제 발판		
	- 도장작업		

표 2. 일본 가상안전 체험관의 운영프로그램

2-4 교육절차

일본에서 운영하는 가상안전 체험관의 교육은 다음과 같은 절차에 의해 진행된다. 먼저 입체영상관에서 약 30분간 입체안경을 착용하고 안전과 관련된 입체영상을 관람하고 가상현실 체험관으로 이동하여 가상안전 체험교육을 받는다. 가상안전 체험교

육을 받기위해 시연자는 HMD와 Data Glove, 위치 센서를 착용하여 가상체험장비 사용교육을 받는다. 교육이 끝나면 강사의 지시에따라 실습과정으로서 간단한 이동과 위험요소 지적방법을 10분간 실습한다. 실습이 끝나면 시연자는 가상체험 장비를 이용하여 위험요소를 찾는다. 시연자가 5개의 위험요소를 약15분에 걸쳐 찾게 된다. 주어진 시간안에 위험요소를 찾지 못하면 찾지 못한 위험요소에 대하여 사고발생 과정이 보여진다.

2-5 일본 가상안전 체험관의 문제점

일본 가상체험관의 문제점과 각 문제점에 대한 개선방향은 다음 표 3과 같다. 본 연구에서 제시하는 한국형 가상체험관은 다음 표 3에서 제시한 개선방향에 기초하여 개발한다.

비교항목	문 제 점	개 선 방 향
관리/운영	운영이 복잡하여 많은 시간이 소요되고 진행이 매끄럽지 않다.	운영과정을 최대한 단순, 자동화하여 교육진행을 순조롭게 지원한다.
교육시나리오	교육내용이 너무 교과서적이어서 지루함을 준다. 또한 작동이 어려워 교육적 부분에 대한 집중도가 떨어진다.	가상현실과 멀티미디어의 장점을 살려서 교육효과를 극대화한다. 또한 흥미진진한 교육과정에 몰입할 수 있게 하여 궁극적으로 산업재해에 대해 경각심을 깊이 인식시킨다.
관람객 참여	시연자가 장비를 착용하고 사용법을 익히는 동안 관람객은 계속 대기하여야 한다. 관람객이 교육과정에 참여할 수 있는 부분이 전혀 없다.	시연자와 관람객의 구분을 없애 누구나 교육에 참여할 수 있도록 교육내용과 시스템을 구성한다. 또 교육 과정에 참여한 결과를 측정, 분석하여 제공함으로써 진지한 교육참여를 유도한다.
사용자 인터페이스	VR 체험관에서 시연자가 작동해야 하는 장비가 지나치게 복잡하고 사용법이 어렵다.	기기의 사용법을 최대한 쉽고 단순하게 구성하여 조작에 따른 어려움을 없애 교육적 내용에만 집중할 수 있게 한다.
VR 시스템 기타장비	지나치게 고가의 장비로 구성되어 있으며 구성이 복잡하고 다양하여 고장의 요인이 많다.	예산이 허락하는 가장 고성능의장비를 사용하되 기기간의 인터페이스와 관리/운영에 문제가 발생치 않게 설계하여 안정적으로 운영한다.
영상품질	모델이 정교하지 못하고 Mapping Source도 단순하여 현실감을 느끼기가 어렵다.	최대한 작업 현장과 유사한 영상 품질로 제작한다. 가상현실에서 부족한 영상 품질은 컴퓨터 그래픽 기법을이용 보완한다.

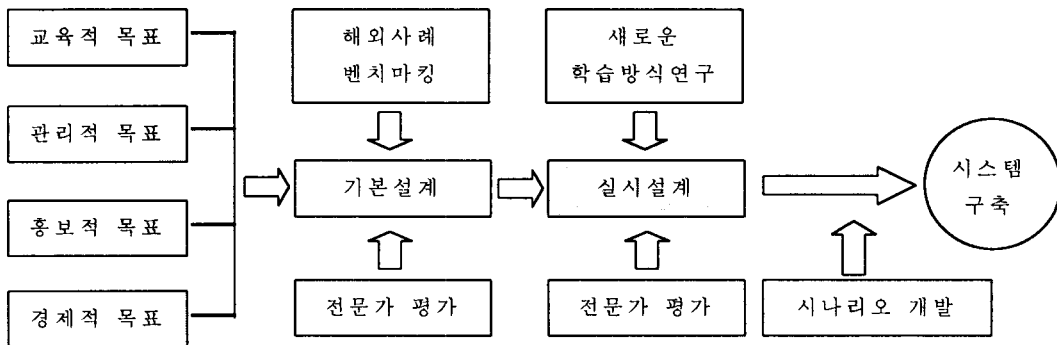
표 3. 일본 가상안전 체험관의 문제점과 개선방향

3. 가상안전 체험관 개발내용

3-1 개발절차

본 연구에서 제시하는 산업안전공단 가상안전 체험관을 다음 그림 3과 같은 절차를 통하여 개발을 하였다. 본 체험관의 교육적 목표와 관리적 목표 그리고 홍보적 목표를 충분히 만족시킬 수 있도록 하기 위해 먼저 기본설계 단계를 거쳤다. 기본 설계를 위해 해외 사례 등을 벤치마킹한 후 문제점등을 분석하여 개선방안을 도출해냈다. 도출해 낸 개선방안을 충족할 수 있는 기술을 조사한 후 기본설계를 마무리하였다.

기본설계를 근간으로 전문가로 구성된 위원회를 거쳐 기존의 교육방식과 차별화된 교육자가 직접 교육에 참여할 수 있는 참여형 교육방식에 적합하도록 실시설계를 설계하였다. 이를 통해 한국형 선진 가상안전 프로그램을 개발하였다.



3-2 개발 프로그램 시나리오

가. 선정기준

98년도 업종별 산업재해분석 결과에 따르면 전 산업 분야 중 제조업 산업 재해의 비중이 가장 높았으며 제조업 중에서는 금속제품 제조업의 재해 비율이 가장 높은 것으로 조사되었다[13, 16]. 또한 재해 발생이 전년 대비 29.41% 증가하여 매우 높은 상승세를 보였다. 본 가상현실 안전체험 시스템 구축 프로젝트는 이러한 통계를 근거로 제조업 중 금속 제품 제조업 분야를 우선적으로 선정한다.

나. 선정내용

제조업에서 가장 많이 발생하는 협착, 중대재해의 위험성의 높은 감전, 최근 많이 발생하는 과다동작(요통)등의 위요소를 실시간 입체영상 가상현실 작업공간에서 발굴하고 각 위험요소에 따른 재해사례를 체험토록 다음과 같이 선정하였다.

- 1) 프레스작업
동력프레스에서 수작업에 의한금형내 협착위험 작업을 선정
- 2) 콘베어작업
콘베어 및 간이 리프트 등 조립라인 자동화 설비엿의 회전, 직선, 왕복운동 부위에서의 협착위험 작업을 선정
- 3) 용접작업
용접기에 의한 감전위험, 아크 및 용저흙에 의한 건강장해, 고소에서 추락위험, 화재, 폭발위험 작업을 선정
- 4) 운반 및 적재작업
인력운반에서의 요통위험, 물건의 고소적재시의 추락, 낙하위험 작업을 선정

다. 시나리오

가상안전 체험관의 운영 시나리오는 다음과 같은 순서에 의해 진행된다.

- 1) 접수
교육생은 자신의 인적사항을 양식에 적어 제출한다.
- 2) 오리엔테이션
접수를 완료한 교육생은 지정 좌석에 착석한 후 가상체험교육 관련 오리엔테이션을 약 5 분간에 걸쳐 진행한다.
- 3) 조작법 교육
교육 진행자는 기기 조작법을 설명해 준다. 이 때 진행자는 교육생 중 몇 사람을 지적하여 실제 조작을 실습할수 있게 한다.
- 4) 조작법 실습
각 교육생과 시연자의 좌석우측에는 조이스틱이 설치되어 있고, 좌석 왼쪽에는 문제풀이 등에 사용할 네 개의 버튼이 있다. 진행자의 지시에 따라 각 기기의 조작법을 실습해 본다
- 5) 교과과정선택
진행자는 네 가지 교육과정을 제시하고 교육생이 원하는 과정을 번호버튼을 이용 선택할 수 있게 한다. 선택된 번호는 진행자의 관리 시스템에서 집계되어 가장 선택이 많이 선택된 교과 과정이 선택된다.
- 6) 가상공장 견학
교육생들이 작업환경의 위험성에 대해 경각심을 가지게 하며 가상공간에 익숙해지는 것을 돕기 위해 입체영상 가상공장을 약 5분간에 걸쳐 돌아다녀 볼 수 있도록 한다.
- 7) 가상안전체험
화면에 교육생들이 선택한 교과과정이 펼쳐지고, 각 교육생들이 돌아가며 실습해본다.
- 8) 문제풀이 교육
각 가상안전 체험교육이 종료되면 그 교육과 부합하는 문제를 제출하여 교육생들이 버튼을 눌러 답할 수 있게 한다.
- 9) 종료
모든 Mission을 종료하면 각 교육생의 학업 성취도를 채점하여 인쇄한다.

3-3 시스템 구성

가. 소프트웨어 구성

가상안전 체험관의 소프트웨어 시스템은 교육생 관리 시스템, 음성인식 시스템, 입체영상 시스템 그리고 VR 영상 시스템 네 가지로 구성된다. 여기서 특히 입체영상 시스템과 VR 영상 시스템은 각 선정된 작업별로 네 개의 방을 구성하여 만든다. VR 영상 시스템은 세계적으로 가장 널리 사용되는 미국 MPI사의 모델링 소프트웨어인 MultiGen과 렌더링 소프트웨어인 Vega를 이용하여 구현하였다.

나. 하드웨어 구성

가상안전 체험관의 하드웨어 구성은 다음 그림 4와 같이 이미지 생성 시스템, 교육생 관리 시스템, 음성 인식 제어 시스템, 음향 시스템을 위한 하드웨어와 스크린, 프로젝터, 조이스틱 등으로 구성되어 있다. 여기에서 이미지 생성 시스템은 SGI사의 Octane을 사용하였다.

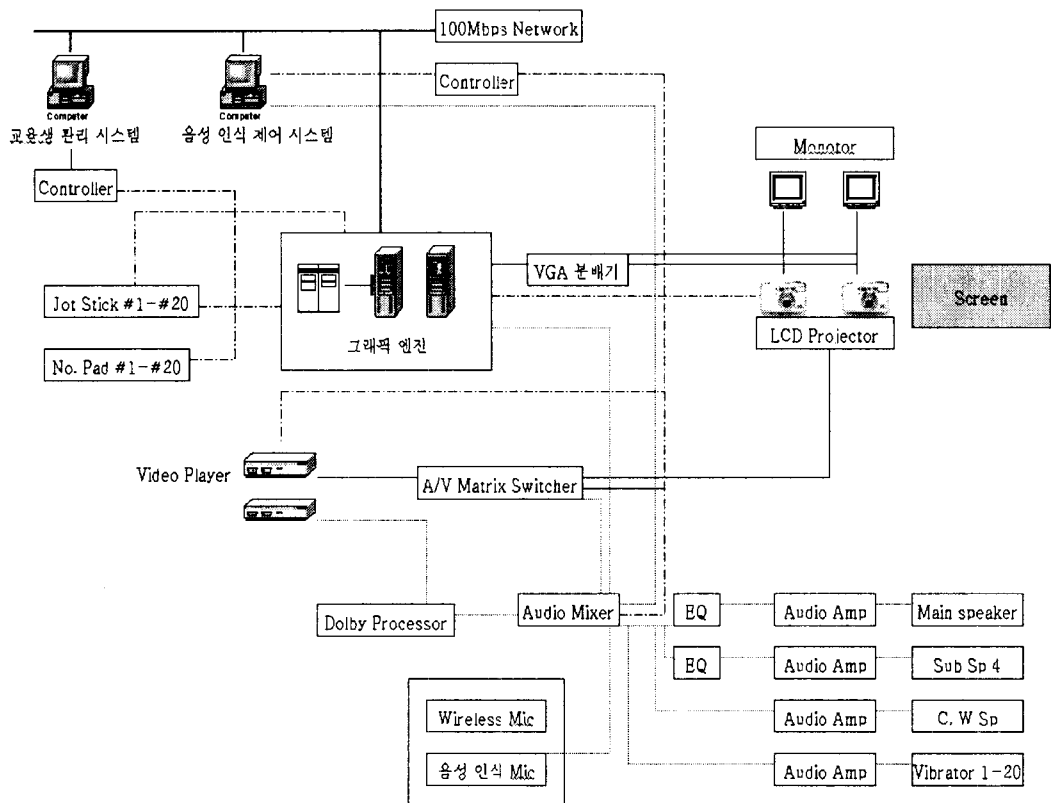


그림 4. 가상안전 체험관의 하드웨어 구성

4. 결론

구축한 가상안전 체험관은 일본 시스템보다 다음과 같은 많은 장점을 가지고 있다. 첫째, 일본에서 사용하는 HMD나 Data Glove와 같은 첨단장치 보다는 조이스틱과 편광안경 같은 친근한 인터페이스를 도입하여 시연자가 교육에 몰두할 수 있도록 하였다.

둘째, 모든 교육생 좌석에 조이스틱을 배치하여 교육생 누구라도 손쉽게 시연자가 될 수 있도록 하여 교육효과를 증대시켰다. 셋째, 일본에서 사용한 이미지 생성 컴퓨터의 30% 정도의 비용으로 구현하였으며, 인터페이스 장비도 저렴하게 구성하여 보다 경제적인 시스템을 구현하였다.

본 시스템이 일본의 증재방시스템보다 부족한 부분은 시연자가 느끼는 몰입감이다. 그러나 현재 시연자가 몰입감을 더욱 높은 수준으로 느낄 수 있도록 하기 위해서는 고비용의 디바이스를 사용해야 하며, 이로 인해 교육보다는 장비사용방법에 시연자가 어려움을 겪을 수 있으므로 교육효과가 오히려 떨어질 수 있다. 향후 저가의 손쉽게 사용할 수 있는 시각 및 촉각 디바이스가 개발되면 보다 몰입감 있는 시스템을 제안할 수 있을 것으로 사료된다.

5. 참고 문헌

- [1] 기재석, 오영진, "안전을 위한 가상현실의 응용", 제2권, 제2호, pp. 21-28, 2000.
- [2] 대한산업안전협회, 관리감독자를 위한 사업장안전보건, 한국산업안전공단, 1997
- [3] 신용하, 정재수, 산업안전공학, 도서출판 남양문화, 1996.
- [4] AIMS, The AIMS Research Unit. University of Nottingham Information Pamphlet, 1998.
- [5] Ambrose, D. H. "Solid Modelling Simulations Used as an Alternative Method to Study Safety Issues in Mine Elevator/Hoist Systems", Proceedings MINESIM, 1st International Symposium on Mine Simulation Via Internet(National University of Athens Greece), Dec 2-13, 1996.
- [6] Ambrose D. H., "Equipemnt Safety Analysis Analysis Using Computer Simulation", In Wagner G. R. NIOSH Programme of Mining Research, a Summary of Mining Research in Progress 1998, National Institute for Occupation Safety and Health, Centers for disease, pp

34-35, 1998.

[7] Denby B., Schofield D. J., McClarnon M., and Walsh T., "Hazard Awareness Training for Mining Situations Using Virtual Reality", Proceedings APCOM, 27th international Symposiums on Computer Applications in the Minerals Industries, IMM, pp. 695-705, 1998.

[8] Jae-sug Ki, "A Design Procedure for Safety Simulation System Using Virtual Reality", 안전경영과학회지, Vol.1, No. 1, pp. 69-77, 1999.

[9] McClarnon D. J., Denby B., and Schofield D., "The use of Virtual Reality to Aid Risk Assessement in Underground Situations", Mining Technology 77(892), pp. 377-388, 1995

[10] Gupta S. C. et al., "Introduction of New Technology to Clinical Practice: A Guide for Assessment of New VR Applications", The Journal of Medicine and Virtual Reality, Spring, 1995.

[11] Tesic, R. and Banerjee P., "Ezact Collision Detection Using Virtual Object in Virtual Reality Modeling of a Manufacturing Process", Journal of Manufacturing Systems, Vol. 18, No. 5, pp. 367-376, 1999.

[12] <http://www.ccc.nottingham.ac.uk/~enzaims/VRSite/HTML/Main.htm>, "Mining and Minerals Application".

[13] <http://www.kosha.or.kr/korea/info/stat/stat98.htm>, "산업재해통계-1998년도 산업재해현황".

[14] <http://www.mcrlab.uottawa.ca/research/crosspoint.htm>, "The Effectiveness of Virtual Reality for Promoting Children's Pedestrian Safety".

[15] http://www.mupitt.penza.su/~umirs/e_news3.htm, "Technologies of a Virtual Reality in the Integrated System of Safety".

[16] <http://riskinfo.co.kr/sago/sanup/sam3.htm>, "'98년도 산업재해분석".

저 자 소 개

기 재 석 :

- 한양대학교 산업공학과 학사·석사·박사 취득
- 현 케이씨이인터내셔널(주) 영상시스템연구소 소장
- 관심분야 가상현실, 신뢰성등.