

안전을 위한 가상현실의 응용

Application of Virtual Reality to Industrial Safety

기재석¹⁾ 오영진²⁾
Ki, Jae-sug Oh, Young-jin

Astract

In the real environment, it is not easy to get the effective training or 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 users to get the effective training or to simulate all kind of possible situations without the exposure to the harzards of the actual system. Therefore, the number of virtual reality(VR) application for safety will be increased dramatically in the future. This paper proposes a category of VR applications and also the steps to develop the VE for emergency management.

1. 가상현실과 컴퓨터 기술

컴퓨터는 산업에서 동적인 프로세스(Process)들을 감시하고 통제하는 데 매우 폭 넓게 사용되고 있다. 특히 프로세스의 과정을 세밀하게 모형화 할 수 있는 곳에서는 여러 조건의 변화에 대한 결과를 예측하기 위한 모의실험에 사용될 수 있다[7]. 컴퓨터 그래픽과 이 모형화 기술을 조합하면 복잡한 프로세스의 시뮬레이터를 만들어 내는 것이 가능해진다. 가상현실 기술을 이용하여 참여자가 현장감과 몰입감을 느끼면서 복잡한 프로세스의 시뮬레이션이 가능하도록 가상환경을 만들어 내는 것이다. 이러한 경우의 가장 적합한 예로 비행기 시뮬레이터를 들 수 있다. 즉, 매우 위험한 상황에 대처할 수 있는 비행기 조종사의 안전교육이 가능하기 때문이다. 그래서 안전분야에서도 시뮬레이터의

1) 삼척대학교 산업공학과
2) 상지대학교 산업공학과

활용이 점차 확대되어 가고 있고 특히, 광산회사들은 안전작업에 대한 교육을 위해 시뮬레이터 개발을 지원해 왔다. 장비가 매우 고가이며 훈련 중 실수의 결과가 매우 치명적인 경우에 이러한 시뮬레이터의 필요성은 더욱 커질 것이다.

일반목적의 시뮬레이션이 가상환경 내에서 개발되어 왔다. 가상세계 즉, 컴퓨터에 의해 가공된 세계에 사용자는 그 세계 속에 있는 것처럼 느낄 수 있는 몰입감을 갖게 된다. 이러한 효과를 얻기 위해서는 매우 비싸고 큰 규모의 설비가 필요하다. 예를 들면 미국의 일리노이 대학의 EVL에서 개발한 CAVE 시스템 같은 것이 있고, 이보다는 단순한 것으로 3m 높이의 180° 원형 스크린을 갖춘 곳에 사용자가 앉아서 가상현실을 체험할 수 있도록 특별하게 설계된 극장 같은 Visionarium 이라는 것을 들 수 있다. 이러한 것들은 대부분 수백만 달러를 초과하는 고비용의 장비들을 필요로 한다.

이에 반해 엔터테인먼트 분야에서도 저 비용으로 게임 등에 적용할 수 있는 시뮬레이션을 빠른 속도로 개발하고 있다. 이 기술은 게임의 모든 환경을 정밀하게 표현하지 않고 참여자가 현실감을 느낄 수 있도록 초점을 맞춘 것이다.

많은 시행착오를 통해 개발자들은 참여자들이 저렴한 비용으로 강한 인상을 가질 수 있는 방법을 찾아왔다. 현재로 일반 PC 들도 현실감을 느낄 수 있도록 충분한 능력을 갖추어 가고 있고, 일반 PC 사용자들이 쉽게 구해 사용할 수 있는 소프트웨어 (VR Solutions) 들도 많이 공급되고 있다.

그러나 가상현실의 차원에서 이루어지는 작업들은 이들과는 분명히 구별되어야 되는 것들이 많다. 가상환경을 구축하기 위해서는 먼저 대상물 또는 대상환경의 시각화하는 작업이 필요하다. 이 작업을 CG (Computer Graphics) 작업으로 구현하는 방법은 가상현실을 실행하는 목적에 따라 달라진다. 그래서 실행목적을 달성하기 위한 최적의 대상물 표현을 위해 최적화 작업이 필요하다. 대상물의 시각화 작업이 완료되면 대상물의 행위성을 모형화해야 한다. 이 점이 일반 CG 분야와 가상현실의 큰 차이점이 되고 있다.

2. 가상현실의 안전을 위한 일반적인 응용

가상현실기술은 안전분야에서 많은 잠재적 응용 가능성을 가지고 있다. 그 대표적인 예는 복잡한 정비를 안전하게 운영할 수 있도록 교육용으로 시뮬레이터를 개발하는 것이다. 이에 대한 선도적인 연구중의 하나는 Nottingham 대학에서 광산안전에 응용한 AIMS 연구이다[6].

가상 교육 시스템의 잠재적 응용성은 다음과 같이 요약된다[4] :

- 바른 작업과 잘못된 작업을 규명하고 표준안전작업을 규명함
- 모의실험 중 피교육자에게 행동방식에 대하여 충고함
- 능력의 한계를 시험하고 재고(再考)를 위해 의사결정을 기록함
- 비정규적인 상태를 규명함
- 위험한 상황에 대하여 안전하게 스테프들을 교육·훈련함

안전분야에서 가상현실의 응용은 교육외에 잠재적 위험에 대한 분석에도 응용될 수 있다. 이에 대한 응용으로 광산의 지상과 지하에서 갱차에 관련한 시뮬레이터를 들 수 있다. 이 시뮬레이터는 채광장에 운영자의 시계의 제약과 충돌 잠재성, 그리고 갱차 속도를 변화시키면서 움직이는 갱차 주변에서 발생할 수 있는 위험상황의 개발 등을 내포하고 있다[1, 9]

인간과 장비의 상호작용에 대한 가상안전분석시스템도 NIOSH(National Institute for Occupational Safety and Health)의 연구자들에 의해 이미 개발되어 사용되고 있다. 이 시뮬레이터의 목적은 발생한 사고를 3차원으로 세밀하게 모형화하고, 장비운영과 작업자와 장비간의 상호작용이 어떻게 사고에 영향을 미치는지를 결정하기 위해 사건을 분석하는 것이다[2, 3].

이상에서 언급하였듯이 안전분야에 있어서 가상현실기술의 응용은 그 목적에 따라 다음과 같이 크게 4 가지로 나누어 볼 수 있다.

- 순수 교육훈련을 위한 가상안전체험시스템
- 잠재적 위험상황 개발을 위한 사고방지 시뮬레이터
- 안전 작업방법/작업장 설계를 위한 안전설계 시뮬레이터
- 위기상황 발생 시 적절한 대응을 위한 위기상황 관리시스템

순수 교육/훈련을 위한 가상안전체험 시스템은 그 목적에 따라 두 가지로 분류할 수 있다. 하나는 여러 사고를 가상세계로 구축하여 참여자가 간접적으로 사고를 체험할 수 있도록 하는 것을 목적으로 하는 시스템이고, 다른 하나는 안전하게 작업하기 위한 행동양식을 훈련시키기 위한 시스템이다. 따라서 가상 안전체험 시스템 구축을 하기 위해서는 먼저 그 목적을 분명하게 정하여 그에 맞는 시스템을 설계하는 것이 필요하다.

사고방지 시뮬레이터와 안전설계 시뮬레이터는 가상현실의 콜리존 디텍션(Collision detection) 기술[8]을 이용하여 효과적으로 시뮬레이션을 할 수 있다. 이 시뮬레이터 개발을 위한 일반적인 기본절차는 기재석 [5]에 의해 제시되었다.

위기상황 관리시스템은 위기상황이 발생하였을 경우 피해를 최소로 줄일 수 있는 적절한 행동방식 및 표시와 장치 등을 결정하고 훈련할 수 있는 시스템이다. 이 응용분야에는 아직 많은 연구가 이루어지고 있지 않으나 안전 사고

시에 매우 유용하게 적용될 수 있는 시스템으로 다른 응용에 못지 않게 필요한 시스템이다.

본 연구에서는 위기상황관리시스템 구축에 필요한 기본적인 절차를 다음절에서 제안한다.

3. 제안하는 위기상황 관리 시스템

위기관리 시스템은 드물게 발생하는 사건, 심적으로 부담을 느끼는 환경, 부적절한 정보, 잠재적인 중요 위험 그리고 시간에 민감한 행동요구 등이 어떻게 조합되어 있는가에 따라 달라진다. 다양하고 복잡한 자료 입력 그리고 비 일상적인 사건의 조합 등이 가상현실기술을 위기관리 시스템에 이상적인 도구로 만들고 있다. 가상현실은 위기상황을 관리하고 위기상황 대처계획을 수립하고 개발하는 것을 지원하는 툴(tool)을 제공할 수 있으며, 또한 위기상황 관리자를 교육시킬 수 있는 툴을 제공한다.

· 위기상황 관리시스템을 구축하기 위해서는 대상사건의 특성에 따라 각기 다른 여러 내용을 필요로 하나 본 연구에서는 일반적으로 필요한 기본적인 단계를 제시한다. 제시하는 기본적인 단계는 다음과 같다.

- 대상 시스템에 대한 정보를 수집한다.
- 정보의 중요성을 분석한다.
- 적절한 대처방안을 결정한다.
- 복구를 위한 특정한 응급처방을 정의한다.

3-1 정보수집

시스템에 대한 정보는 크게 두 가지로 나누어 볼 수 있다. 하나는 정적(Static) 정보로서 동적 사건 발생에서 골격을 형성하고 있는 고정된 시스템을 나타내는 정보이다. 이 정보는 대상 시스템의 기본적인 구조로 나타내며 설비 배치와 같은 자료로 구성된다. 광산의 경우를 예로 들면 선로배치, 수도관 배치, 통풍구, 撒水機(Sprinkler), 정류장, 전기장치, 試掘空(Boreholes), 통신설비, 크립(Cribs), 천장 지지대, 광산의 지형적 모형, 벨트 컨테이너, 그리고 비상출구 등을 들 수 있다.

두 번째 정보는 동적(Dynamic)자료로서 시간에 따라 변하는 정보이다. 광산의 경우를 예로 들면, 사람과 장비의 위치, 가스분석자료, 통풍상태 그리고 통화상태 등을 들 수 있다. 이 정보들은 시간에 종속적이기 때문에 보고되는 상태에 대한 정보내용도 중요하지만, 시간에 따라 변화되는 추이도 중요한 정보

가 된다. 이 두 번째 정보를 시각화하기 위해서는 기존의 CG 기술로는 표현하기가 어렵다. 이를 위해 가상현실기술이 필요하며, 시뮬레이션을 통해 구현할 수 있다.

3·2 정보의 중요성 분석

정적정보의 중요성은 다른 정보와의 유기적인 관계에 있다. 그러므로 각 정적자료의 다른 정보와의 유기적인 관계를 분석하는 것은 시스템의 공간적 관계를 모형화 하는데 매우 중요한 자료가 된다. 이에 반해 동적 정보의 중요성은 시뮬레이션에 있다. 어떤 동적 대상물의 움직이는 속도에 따라 그 대상물의 위치를 예측하는 경우와 같이 비교적 단순한 경우보다는 복잡한 경우가 많다. 예를 들면 광산의 경우 갱내의 가스농도에 따라 화재가 발생했을 경우 불의 상태와 그 효과 등을 해석하는 것은 매우 복잡해진다.

현실감 있는 가상세계를 구축하기 위해서는 위에서 언급하였듯이 각 정보의 중요성을 분석하여 그에 적절한 해석을 해야 한다. 그 후 이 결과를 토대로 시스템을 구축하는 것이 바람직하다.

3·3 위기상황 대처 방안에 대한 의사결정

각 정보를 모형화 한 후에는 위기상황을 정의하고 각 위기 상황에서 취해야 할 행동을 결정한다. 이를 위해서 여러 가지 가능한 대안들을 평가하여 가장 적절한 행동을 결정하는 데 위험분석기술을 활용하는 것이 바람직하다. 위기상황에 대처하기 위한 표준적인 과정을 정해서 사용할 때에는 다음과 같은 점을 염두해 둘 필요성이 있다. 첫째로 위기상황에서는 정신적으로 생각할 수 있는 상황의 범위를 벗어나는 상황이 발생할 수 있는 점이다. 둘째로 위험상황은 많은 요소들과 복잡하게 연결되어 상호작용을 할 수 있기 때문에 위기상황에 가장 적절한 의사결정을 찾기가 어려울 수 있다는 점이다. ACIRL(Australian Coal Industry Research Laboratories)에서 개발한 컴퓨터 지원 의사결정 프로그램인 ECAS가 실제 산업에서 활용이 되지 못한 것도 바로 이러한 점들 때문이었다. 지금도 위기상황 관리자들이 직면하는 여러 시나리오들을 평가하여 의사결정을 지원하기 위해 많은 연구 노력들이 이루어지고 있다.

3·4 복구를 위한 응급처방

위기상황의 복구를 위한 응급처방(구조)은 인명피해와 재산손실을 줄이기 위해 위기상황 대처방안을 실행하는 구체적인 작업이다. 대상시스템의 특성에 따라 수반되는 후속작업의 내용에 차이가 있으나 광산의 경우는 대개 다음과 같

은 4 가지의 주요 작업을 들 수 있다.

- 통풍조절과 복구작업
- 지상에서의 지원활동(or 땅파기)
- 구조활동과 의료지원활동
- 소방활동

이러한 응급복구와 구조활동을 수행하기 위해서는 특정의 정보, 장비 그리고 활동과정이 필요하므로 이를 모형화 하기 위해 이에 대한 상세한 정의가 필요하다. 광산의 경우에는 이러한 작업에 대한 표준과정이 많은 경험과 모의실험을 통해 개발되어 있다.

이상의 4 단계를 통해 위기상황을 관리하기 위한 가상 환경을 구축했을 때 이 가상환경이 운영되는 과정을 다음과 같이 모형화 할 수 있다.

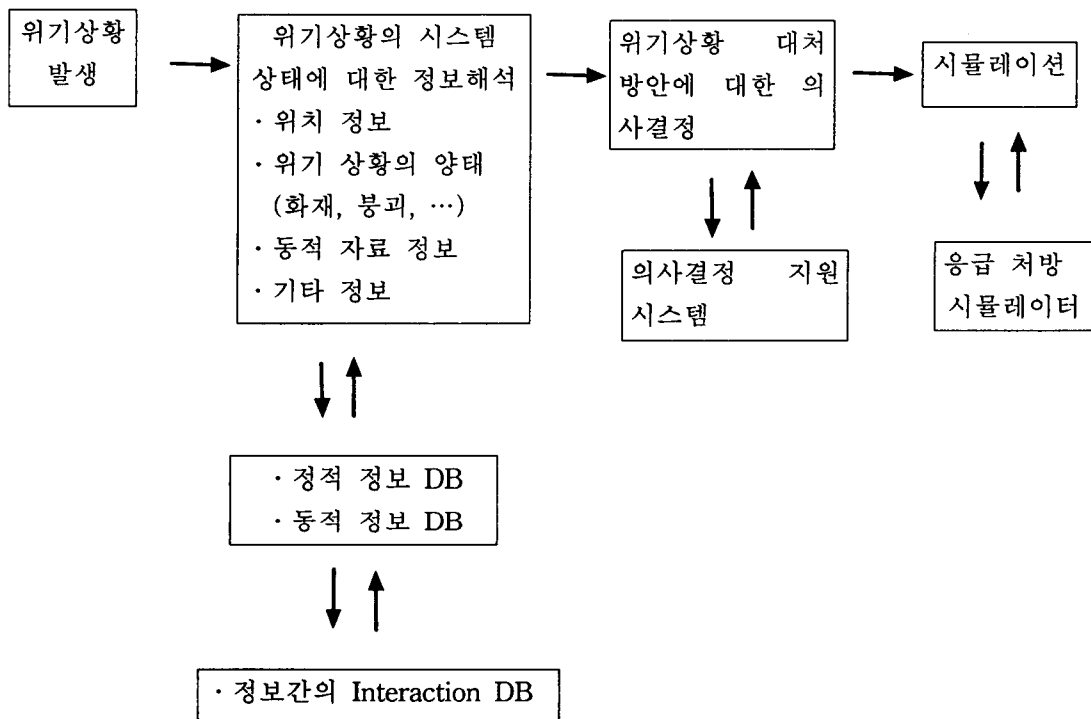


그림 1. 위기상황 관리 시스템 모형

4. 결론

최근 들어 가상현실의 응용은 매우 빠른 속도로 확산되고 있다. 또한 응용범위도 교육, 산업, 군사훈련, 엔터테인먼트 그리고 예술분야 등 매우 폭넓게 확대되어 응용되고 있다[7, 10, 11]. 타 분야에 비해 안전에 대한 가상현실의 응용이 다소 늦게 출발을 하고 있으나 최근 들어 그 응용이 급속도로 증대되고 있다. 가상현실의 장점은 몰입감 있는 안전에 대한 가상환경을 만들어 참여자가 직접 위험에 노출되지 않으면서 여러 위험상황에 대한 훈련과 교육을 받을 수 있으며, 여러 시나리오에 대하여 시뮬레이션을 할 수 있다는 점이다.

가상현실을 안전에 응용하기 위해서는 먼저 그 목적을 분명하게 규명해야 한다. 이 후 정해진 목적을 위한 가상세계를 설계하고 개발해야 효율적인 시스템을 만들 수 있다. 이를 위해 본 연구에서는 가상현실의 안전분야에서의 응용 범주를 제시하였고, 응급상황 관리를 위한 가상세계를 구축하는 개발 단계를 제시하였다.

참고문헌

1. AIMS, The AIMS Research Unit. University of Nottingham Information Pamphlet, 1998.
2. 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.
3. Ambrose D. H., "Equipemnt Safety Analysis Using Computer Simulation", In Wagner G. R. NIOSH Programme of Mining Research, a Summary of Mining Research in Progress 1998, National Institute for Occupational Safety and Health, Centers for disease Control and Prevention, U. S. Department of Health and Human services, pp 34-35, 1998.
4. Denby B., Schofield D. J., McClarnon M., and Walsha T., "Hazard Awareness Training for Mining Situations Using Virtual Reality", *Proceedings APCOM*, 27th international Symposium on Computer Applications in the Minerals Industries, IMM, pp. 695-705, 1998.
5. Jae-sug Ki, "A Design Procedure for Safety Simulation System Using Virtual Reality", *안전경영과학회지*, Vol. 1, No. 1, pp. 69-77, 1999.

6. McClarnon D. J., Denby B., and Schofield D., "The use of Virtual Reality to Aid Risk Assessment in Underground Situations", *Mining Technology* 77(892), pp. 377-388, 1995.
7. 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.
8. 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.
9. <http://www.ccc.nottingham.ac.uk/~enzaims/VRSite/HTML/Main.htm>, "Mining and Minerals Application".
10. <http://www.mcrlab.uottawa.ca/research/crosspoint.htm>, "The Effectiveness of Virtual Reality for Promoting Children's Pedestrian Safety".
11. http://www.mupitt.penza.su/~umirs/e_news3.htm, "Technologies of a Virtual Reality in the Integrated Systems of Safety".

저자소개

기재석 : 한양대학교 산업공학과를 졸업했으며, 동 대학원에서 석사 및 박사학위를 취득하였음. 현재는 KECI에 근무 중이며, 주요 관심분야는 가상현실, 설비, 신뢰성등이다.

오영진 : 현 상지대학교 산업공학과 교수.