대형 기계설비 안전대응 훈련을 위한 시뮬레이터 운영기술 연구

차무현*, 허영철*, 이경창**
*한국기계연구원 기계시스템안전연구본부
**㈜톨레미시스템
e-mail : mhcha@kimm.re.kr

A Study on Simulator Operation Technologies for Safety Response Training of Large-scale Facilities

Moo-Hyun Cha*, Young-Choel Huh*, Gyung-Chang Lee**
*Korea Institute of Machinery and Materials
**Ptolemy System Corp.LTD

요 약

본 연구에서는 기존에 개발된 가상현실 기반 대형 기계설비 안전대응 훈련 시스템의 현장 적용성 향상을 위한 시뮬레이터 운영 기술 연구에 관해 소개한다. 먼저 안전훈련 대상 시설에 대한 현실적인 사고 및 훈련 시나리오를 개발하였고, 이를 기반으로 훈련 운영자가 시뮬레이터를 효율적으로 운영하기 위한 시나리오 분기제어 및 모니터링 기능을 포함하는 훈련 시뮬레이터 통제 프로그램의 설계와 개발 결과를 소개한다.

1. 서론

플랜트와 같은 대형 기계 설비의 운영 시에는 다양한 위험요소가 존재하며, 특히 화학 공정 플랜트와 같이 간단한 고장 또는 작업자 실수로 인해 큰 피해 손실을 가져올 수 있는 공정 산업의 경우, 사고 피해를 최소화하고 조속한 정상화를 위해, 운영자 또는 초기 대응자가 예상치 못한 사고에 대한 대처 능력을 향상시키기 위한 훈련 기술이 필요하다. 이러한 훈련 과정은 실제 플랜트 현장에서 수행하기가 현실적으로 어렵기 때문에, 시뮬레이션 기술을 사용한 모의 훈련 및 평가기술이 필요하다. 한편, 가상현실(VR, Virtual Reality) 시뮬레이터 기술은 휴먼 인터페이스를 사용하여 위험한 사고 상황을 가상공간에서 현실적으로 재현할 수 있기 때문에, 안전하고 반복적이며 상호작용이 가능한 훈련을 가능케 한다[1-5].

본 연구에서는 기존에 개발된 가상현실 기반 안전훈련 시뮬레이터를 실제 현장에 적용하기 위한 시나리오의 개발 및 운영 통제 시스템의 설계 과정에 대해 소개한다.

2. 체감형 안전훈련 시뮬레이터

본 연구에 앞서 기 개발된 가상현실 시뮬레이터 프로토타입은 몰입형 가상현실 디스플레이, 모션 캡쳐 및 보행 네비게이션 시스템 등으로 이루어진 체감형 휴먼 인터페이스 장치로서, 가상의 화재 발생 상황을 모의하고 밸브 개폐 및 소화전 살수 등의 임무수행을 시뮬레이션 할 수 있는 플랫폼으로 개발되었다[6].

그림 1 과 같이 기존의 연구는 휴먼 인터페이스를 이용한 개별적 임무 수행 구현에 초점이 맞춰져 있으며, 훈련 과정 중 전개되는 다양한 이벤트의 분기를 포함하는 시나리오 제어는 포함되지 않아, 실제 운영에 적용하기는 힘든 상황이다.

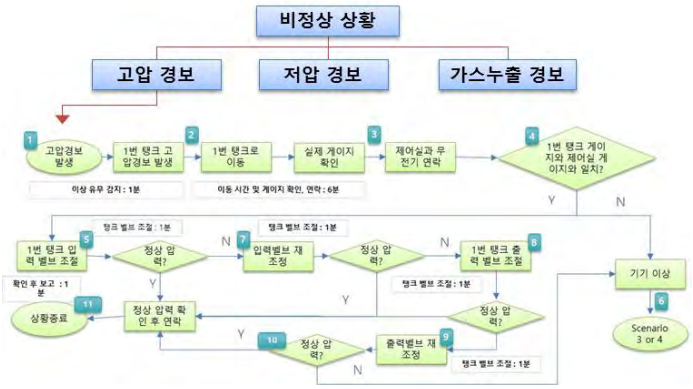
(그림 1) 체감형 안전훈련 시뮬레이터 프로토타입

3. 현장 적용을 위한 시뮬레이터 운영 개선

3.1 사고 시나리오 요구사항 개선

먼저, 본 연구의 안전훈련 대상으로 선정된 한국기계연구원 LNG 극저온 시험센터의 실제 운영 과정을

분석하였고, 시설 운영 중 현실적으로 발생 가능한 사고 및 훈련 시나리오를 고려하였다. 기존에는 위험 탱크 주변의 화재 발생을 시나리오로 선정하였으나, 실제 상황에서는 고압/저압 경도 및 가스누출 훈련이 더욱 현실 운영과 가까울 것으로 판단되어 관련 시나리오를 개선하였다. 그림 2 는 비정상 상황에 대한 사고 시나리오와 고압경보 상황 발생을 가정한 훈련 시나리오 흐름도를 나타낸다.

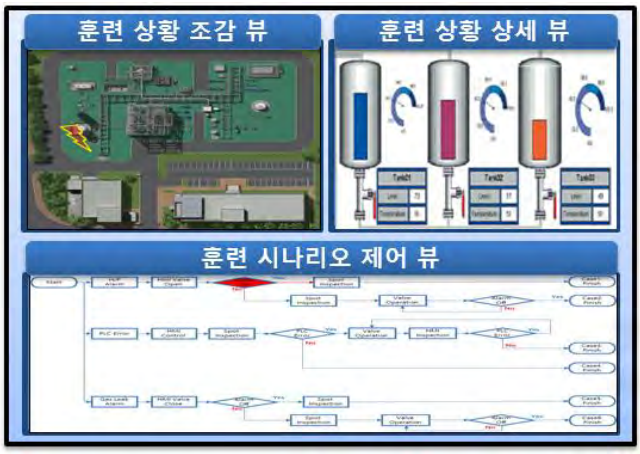


(그림 2) 개선된 사고 시나리오 및 훈련 시나리오

3.2 훈련 시뮬레이터 통제 프로그램의 개발

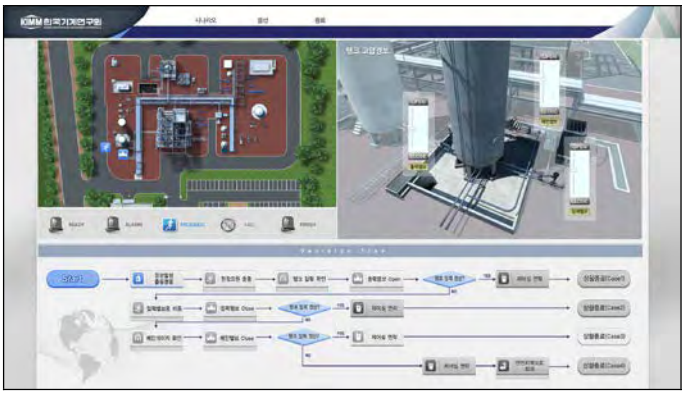
개선된 시나리오를 바탕으로, 훈련 시뮬레이터 운영에 필요한 훈련 통제 프로그램을 개발하였다. 이는 훈련 시뮬레이터를 운영하는 교관이 훈련자에게 부여된 임무를 확인하고 시간에 따른 임무수행 과정과 시나리오 분기상황 등을 모니터링하고 제어할 수 있는 기능을 가진다.

통제 프로그램은 그림 3 과 같이 총 3 개의 뷰로 개발되었다. 첫 번째는 사고지점과 훈련자의 현재 위치를 모니터링 할 수 있는 훈련 상황 조감 뷰이고, 두 번째는 압력 게이지 또는 밸브의 개폐상태를 확인하여 사고 시설의 조치 현황을 파악할 수 있는 훈련 상황 상세 뷰이며, 세 번째는 훈련 이벤트와 시나리오의 분기 과정을 시간에 따라 전체적으로 모니터링 할 수 있는 훈련 시나리오 제어 뷰이다.



(그림 3) 훈련 시뮬레이터 통제 프로그램 GUI 개념도

따라서, 훈련 시뮬레이터를 운영하는 교관은 훈련자의 훈련 참가 과정을 제어하고 모니터링 할 수 있으며, 개별적으로 적합한 절차와 시나리오에 따라 체계적인 훈련 수행이 가능하다. 그림 4 는 이러한 프로그램 설계에 의해 개발된 훈련 시뮬레이터 프로그램의 훈련자 및 교관 GUI 를 나타내고 있으며, 내부적인 데이터 연동 모듈에 의해 훈련 과정의 동기화가 이루어 진다.



(그림 4) 훈련 시뮬레이터 통제 프로그램 구현 결과

4. 결론

본 연구에서는 기존에 개발된 대형 기계설비 안전대응 훈련 시뮬레이터의 완성도를 향상하고 실제 현장 조업자에게 필요한 운영성을 개선하기 위한 훈련 시뮬레이터 운영 기법 및 구현 결과에 대해 소개하였다. 추후에는 시스템 통합 후 사용자 시험과 평가를 통한 시스템 개선 연구를 수행할 예정이다.

감사의 글

본 연구는 국가과학기술연구회 연구사업 “대형기계설비 안전기술 개발” 및 국토교통부 플랜트 연구사업 “햅틱기반 플랜트 안전훈련시스템 기술개발” (과제번호: 14IFIP-B085984-02)의 결과이며, 관련 지원에 감사 드립니다.

참고문헌

[1] Freund, et.al., 2000, "Virtual reality for intelligent and interactive operating, training, and visualization systems." Intelligent Systems and Smart Manufacturing.

[2] Leu, Ming C., et.al., 2003, "Training in Virtual Environments for First Responders." Proceedings of the ASEE Midwest Section Meeting

[3] Schofield, D., et.al., 2004, "Virtual reality interactive learning environments." EE: 225-231.

[4] M.H.Cha, et. al., 2012,“A Virtual Reality based Fire Training Simulator integrated with Fire Dynamics Data”, Fire Safety Journal, 50:12-24.

[5] Manca, et.al., 2013, "Bridging between virtual reality and accident simulation for training of process-industry operators." Advances in engineering software 55:1-9.

[6] M.H.Cha, et. al., 2014, “Framework of a Training Simulator for the Accident Response of Large-scale Facilities”, Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers, 19(4):423-433