

가상환경을 이용한 안전대응 훈련 플랫폼의 설계

이재경*, 차무현*, 허영철*
 *한국기계연구원 시스템엔지니어링연구본부
 e-mail : jkleece@kimm.re.kr

A Design of Emergency Response Training Platform Using Virtual Environment

Jai-Kyung Lee*, Moo Hyun Cha*, Young Cheol Huh *
 * Systems Engineering Research Division, Korea Institute of Machinery & Materials

요 약

에너지 플랜트, 화학공장 등 대형 기계설비의 복잡도 증가는 그에 따른 위험요소 복잡도를 증가시키고 있다. 대형 기계설비에 대한 위험 관리와 시스템 신뢰도 향상을 위해서는 위험도 기반의 안전 설계/해석, 상태 감시 및 진단을 이용한 설비 모니터링, 인적 신뢰도 향상이 요구되며 설계 단계에서부터 운영 및 유지보수 단계까지의 시스템 생애주기 전반에 걸친 지속적인 활동을 필요로 한다. 인적 신뢰도를 향상시키기 위해서는 설비 운영자가 응급 또는 이상상황에 대처할 수 있는 능력 즉, 안전사고 대응 능력 확보가 필수적이다. 대상 설비에 대한 실제 훈련은 시간, 비용, 훈련자의 안전 확보가 어렵고 반복적인 훈련 및 평가가 어렵기 때문에 가상 환경을 이용한 안전대응 훈련 플랫폼을 설계하였다. 훈련자에게 몰입형 가상 환경을 제공하기 위하여 가상현실 및 안전사고 시뮬레이션 기술을 이용하였으며 이를 통하여 훈련자의 안전을 유지하면서 안전대응 능력을 향상시킬 수 있다.

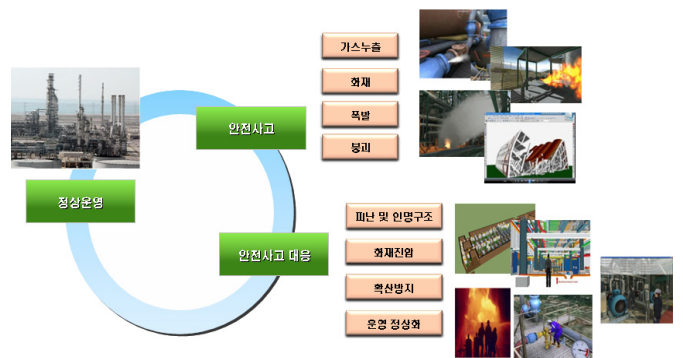
1. 서론

에너지 플랜트, 화학공장 등 대형 기계설비의 복잡도는 증가하는 추세에 있으며, 이에 따라 대형화, 복합화 되는 기계 설비의 위험요소(hazard)도 증가하고 있다[1]. 대형 기계설비에 대한 위험 관리와 시스템 신뢰도 향상을 위한 안전기술은 설비에서 사고가 발생하기 전에 위험요소의 확인 및 제거를 통해 사고(accidents)를 방지하는데 사용된 기술로 소극적인 측면에서는 단순히 사고방지 기술을 의미하지만 넓게는 생산품의 손실 방지(loss prevention)를 위한 모든 공학적 수단을 포함한다.

대형 기계설비의 안전기술은 안전설계 기술, 감시 진단 및 수명예측기술, 안전사고 대응 시뮬레이션 기술로 분류할 수 있다. 안전설계기술이란 설비의 기본 설계 단계에서부터 운영단계까지 발생 가능한 사고의 위험도(risk)를 설계단계에서 평가 및 정량화 과정을 수행하고 설계의 적합성을 해석하여 설비의 안전을 확보하는 기술이다. 감시진단 및 수명예측기술은 설비의 운영 중 유지보수를 위해 작업자의 오감, 간이 측정기에 의존했던 정기 점검을 센서, 컴퓨터, 진단 및 수명평가 기술 등으로 대체하여 실시간 감시 체제를 구축하는 기술로, 대형 기계설비의 건설비용과 대등하게 소요되는 유지보수 비용과 예상치 못한 설비의 가동중단에 따른 생산손실을 최소화하기 위해서는 실시간 감시 체제를 구축하여 핵심기계의 고장을 사전에 진단하고 잔존수명을 평가할 수 있다. 안전사고

대응 시뮬레이션 기술은 설비운영 시 발생 가능한 안전사고를 예측 및 산정하고 사고 발생시 피해 최소화 및 조속한 정상화를 위한 훈련과 그에 대한 평가를 통하여 안전사고에 대처할 수 있는 능력을 향상시키고 올바른 대응 방안 체제를 갖추는 기술로, 설비 운영자가 응급 또는 이상상황에 대처할 수 있는 능력을 확보하여 인적 신뢰도를 향상시키기 위한 기술이다.

본 논문에서는 안전사고 대응능력 향상을 목표로 설계한 대형 기계설비 안전대응 훈련 플랫폼에 대하여 소개한다. 대상 설비에 대한 실제 훈련은 소요시간 및 비용 증가, 훈련자의 안전 확보가 어렵고 반복적인 훈련 및 평가가 어렵기 때문에 가상 환경을 이용한 안전대응 훈련 플랫폼을 설계하였다. 그림 1 은 안전대응 훈련 플랫폼의 개념도를 나타낸다.



(그림 1) 안전대응 훈련 플랫폼 개념도

2. 시스템 설계

안전대응 훈련 및 평가를 위한 가상환경은 안전사고를 재현하고, 체험 및 대응훈련을 수행할 수 있는 컴퓨터로 구현된 3 차원 가상공간으로 정의할 수 있다. 이를 구현하기 위해서는 안전사고 및 피해 예측, 사고대응 절차/지침서, 훈련 시나리오, 평가기법 개발과 가상환경을 운영하기 위한 소프트웨어, 하드웨어로 구성된 훈련 플랫폼을 필요로 한다.

가스누출, 화재, 폭발, 붕괴 등과 같이 대형 기계설비 내의 안전사고에 대한 예측 및 산정을 위해서는 공학해석 기반의 안전사고 시뮬레이션 기술이 필요하고, 대상물에 대한 안전사고 시뮬레이션을 통하여 계산된 사고 및 피해 시나리오를 바탕으로 대응훈련 및 평가가 수행되어야 한다. 안전사고 대응 훈련활동에는 피난 및 인명구조, 사고 진압(화재, 폭발 등), 사고 확산방지, 운영 정상화 단계 등이 포함되며 사고 시나리오를 기반으로 사고대응 절차/지침이 수립되어야 하며 이를 이용하여 각 단계별 훈련 시나리오의 생성 및 평가기법의 개발이 필요하다.

대형 기계설비 작업공간에서의 안전사고 대응훈련을 효과적으로 수행하기 위해서는, 사고현상의 실감적 표현과 훈련자가 이를 사실적으로 인지하여 훈련 환경에 몰입할 수 있는 3 차원 가상화, 훈련 시뮬레이터의 효과를 극대화하기 위해서는 상호작용이 가능한 몰입형 하드웨어 인터페이스, 가상의 설비와의 상호작용을 위한 햅틱 인터페이스 등이 포함된 가상현실(Virtual Reality) 기술, 대용량의 시뮬레이션 데이터 및 훈련상황을 사용자에게 직관적인 가상화를 통하여 제공하기 위한 실시간 데이터 처리 및 소프트웨어 기술, 네트워크 기반 훈련 시뮬레이터 통합기술 등이 필요하다[2]. 그림 2 는 VR 환경/자원, 훈련/평가 논리, 사용자 인터페이스, VR 훈련 시뮬레이터로 구성된 안전대응 훈련 플랫폼의 시스템 구조도 이다.

(1) VR 환경/자원

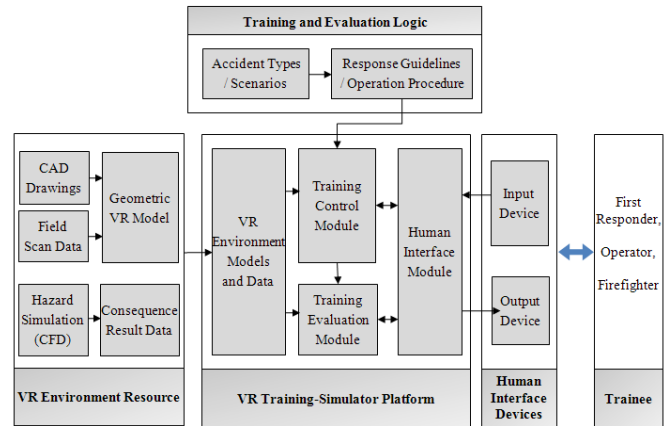
대상물의 CAD 및 현장 스캔(field scan)을 통하여 구성된 3 차원 공간 정보와 위험도 해석을 통하여 선정된 주요설비에 대하여 수행된 안전사고 시뮬레이션 결과정보를 정합하여 가상환경 모델을 제공한다.

(2) 훈련/평가 논리

사고 유형 및 시나리오에 따라 각 훈련활동 별로 작성된 안전대응 절차 및 지침서를 데이터베이스화하여 훈련/평가 모듈의 기초 데이터와 훈련 시나리오를 제공한다.

(3) 사용자 인터페이스

훈련자와 훈련 플랫폼의 상호작용을 담당하며 훈련자 행위를 시스템에 전달하고 시스템 운영결과 및 가상환경의 변화를 훈련자에게 전달한다. 입력장치는 공간탐색 및 명령입력을 위한 마우스/키보드/마이크, 이동 및 시점변화 인식을 위한 트랙커, 비전 기반의 동작인식 카메라, 가상의 설비 조작을 위한 햅틱 인터페이스 등으로 구성된다. 출력장치는 가상환경의 가상화를 위한 몰입형 가상화 장비(HMD, 멀티채널 디스플레이, 프로젝터 등), 스피커, 햅틱 인터페이스, 이족보행 플랫폼 등으로 구성된다.



(그림 2) 시스템 구성도

(4) VR 훈련 시뮬레이터

VR 실시간 엔진을 이용한 가상환경 모델의 생성 및 운영, 사용자 인터페이스 모듈을 통한 훈련자 행위의 입출력 처리, 훈련제어 모듈을 중심으로 훈련시나리오 제어, 훈련자 행위 처리를 통한 가상환경 반영(feedback), 훈련/평가 모듈을 통한 훈련자 행위 평가 및 기록(auditing)을 수행한다.

안전대응 훈련 플랫폼의 사용자는 훈련자와 훈련을 통제하고 평가하는 교관으로 구성되며, 훈련자는 현장 작업자, 응급대원, 소방관 등이 포함되며 훈련자별 임무별 설계된 훈련 시나리오에 따라 훈련을 진행하고 교관은 훈련활동 종료 후 평가모듈에서 훈련내용 재생, 결과 평가를 수행한다.

3. 결론 및 향후 연구

대형 기계설비의 안전도 향상을 위해서는 설비 운영자가 응급 또는 이상상황에 대처할 수 있는 능력을 향상시켜야 한다. 본 논문에서는 가상환경을 이용한 안전대응 훈련 플랫폼의 설계에 대하여 소개하였다. 대형 기계설비에서 발생 가능한 안전사고에 대하여 반복적이며 상호작용적인 대응훈련을 제공하기 위하여 가상현실 기술, 안전사고 시뮬레이션 기술을 이용하여 대상물에 대한 가상환경 및 사고/훈련 시나리오를 구축할 예정이며 가상환경 내에서의 훈련 및 평가를 통하여 훈련자의 안전을 유지하면서 안전대응 능력을 향상시킬 수 있다.

감사의 글

본 연구는 산업기술연구회의 지원을 받아 수행되었으며 (Project Code: SC0830), 관계자 여러분께 감사 드립니다.

참고문헌

- [1] W. Salem and T. Kontogiannis, "A framework for utilising features and requirements of VR training environments to support the risk and accident analysis in industrial plants", Proc. of IMCL 2007.
- [2] J.Lee, M. Cha, B. Choi, T. Kim, "A Team-based Firefighter Training Platform Using the Virtual Environment", Proc. of VRCAI2010, pp.209-301.