

플랜트 안전훈련 시스템 플랫폼에 관한 연구

이경창^{1,2}, 윤정², 김형세², 차무현³
¹(주)톨레미시스템, ²충남대학교 컴퓨터공학과
³한국기계연구원 기계시스템안전연구본부
 e-mail: gchang.lee@gmail.com

A Study for Plant Safety Training System Platform

Gyung-Chang Lee^{1,2}, Cheong Youn², Hyung-Se Kim², Moo-Hyun Cha³
¹Ptolemy System Corp, ²Chung-Nam University
³Korea Institute of Machinery and Materials

요 약

본 연구에서는 플랜트 운영 중 발생할 수 있는 다양한 인적에러를 최소화하고, 예측하기 힘든 사고 발생 시 운전자의 대응과 사고피해 확산을 방지할 수 있는 플랜트 안전훈련 시스템의 설계 방안과 이를 구현하는 플랫폼에 관한 연구를 소개한다. 제안하는 플랫폼은 기존에 활용 중인 플랜트 운영자 훈련 시스템(OTS : Operator Training System)과 비교하여, 관제실 운영자와 현장 조업자가 동시에 상호 유기적인 훈련을 가능케 하는 안전훈련 시스템 개발을 목표로 하며, 추후 서브 시스템의 구현과 통합 과정을 통해 본 훈련 시스템 플랫폼의 실용성을 검증할 계획이다.

1. 서론

훈련 시스템(Training System)은 실제 대상 시스템의 운영 숙달, 발생 가능한 오동작의 예방, 혹은 사고 상황 조치 등에 대한 운영자의 훈련을 목적으로 운영되는 시스템이다. 시스템 구현 경제성과 운용 안전성을 고려하여 많은 훈련시스템들은 훈련 대상 시스템을 모의하는 모의시스템과 가상현실 환경을 이용하여 구현되고 있다.



(그림 1) 모의시스템과 가상현실이 결합된 훈련시스템

특히 군사력 확보 목표 달성을 위한 국방 분야 훈련 시스템은 일반 산업분야에 비해 시스템 목표 달성을 위한 높은 비용의 첨단 기술이 적용되어 실제와 유사한 훈련 환경을 제공하였다.

최근 오클러스 리프트와 같이 낮은 비용에 높은 효과를 제공하는 가상현실 장치들의 상용화와 다양한 착용형 장치(Wearable Device) 및 체감형 장치(Haptic Device) 등의 개발은, 사용자와 컴퓨터 시스템간의 상호작용(Interaction)을 보다 사실적으로 구현 가능하게 하며 이를 훈련 시스템 구성 요소로 활용함으로써, 산업계의 다양한 훈련 시스템 개발이 촉진될 것으로 예상된다.

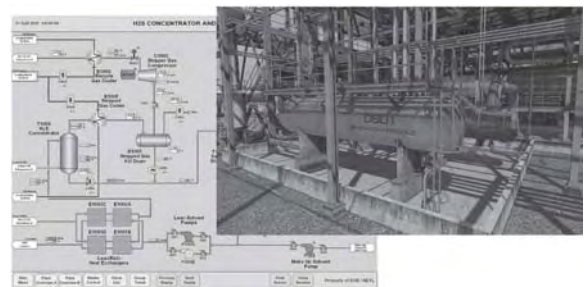
한편, 본 연구에서 대상으로 하는 플랜트 산업의 경우, 대부분 극한 지역에 설치 운영되며, 숙련된 운전원의 고령

화에 따라 신규 운전원의 운영 훈련과 플랜트 사고 예방을 위한 안전 훈련요구가 지속적으로 증가되고 있다.⁽¹⁾

본 연구에서는 기존에 개발된 플랜트 안전훈련 시스템과, 높은 충실도(Fidelity)가 요구되는 국방 훈련 시스템을 비교 검토함으로써, 새로운 플랜트 안전훈련 시스템을 개발하기 위한 플랫폼 설계방안을 제시하고자 한다.

2. 기존 플랜트 안전훈련 시스템

기존 플랜트 운전원 훈련 시스템으로는 운영자 훈련 시스템(OTS : Operator Training System)이 있으며, 이는 플랜트 통제실의 PFD(Process Flow Diagram) 및 P&ID(Piping & Instrumentation Diagram)을 표현하는 HMI(Human Machine Interface) 시스템과 플랜트 공정 모의(Simulation)의 연동을 통하여, 신규 플랜트 공정에 대한 이해와 공정 제어와 관련된 상황 교육 환경을 제공하였다. 최근 3D로 모델링 된 플랜트 현장을 실시간 렌더링 엔진에 통합하여 훈련시스템에 적용한 몰입형 훈련 시스템(ITS : Immersive Training System)이 새로운 플랜트 훈련시스템으로 제시되고 있다.⁽²⁾



(그림 2) OTS 및 ITS 예시⁽²⁾

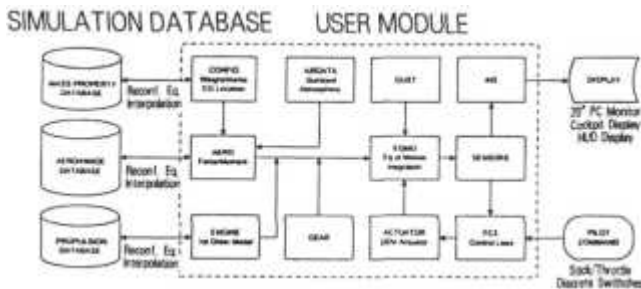
엔지니어링 데이터에 기반하여 가상현실과 연동한 훈련시스템에 대한 연구⁽³⁾가 수행되고 있으며, OTS와 ITS은 CFD(Computational Fluid Dynamics) 등의 수학적으로 모델링 된 공정모의 소프트웨어와 실시간 연동하며 원격 통제실과 현장조업자간 유기적 안전훈련 환경을 제공한다.

또한, 컴퓨팅 자원 및 가상현실 응용 기술의 발전은 훈련자에게 보다 사실적인 체험과 훈련 환경을 제공할 수 있는 시스템 개발을 가능하게 하고 있다.⁽⁴⁾

3. 새로운 플랜트 안전훈련 시스템 플랫폼 설계

기존 국방 분야 훈련시스템에서 검증된 실용적인 훈련시스템 구현기술과 최근 다양하게 상용화되는 착용형 장치 혹은 체감형 장치를 응용하는 플랜트 안전훈련 시스템 플랫폼 개발을 사고 상황이 국가적 재난 상황으로 귀결되는 플랜트에 대한 사고 예방 및 사고 조치 훈련에 대한 설계 대안으로 제시하고자 한다.

국방 분야 훈련시스템 중 회전익 항공기 시뮬레이터는 실 항공기와 동일한 거동 및 조작감을 요구되며 충실도(Fidelity)에 대한 규정⁽⁵⁾에 따라 검증을 실시한다. 항공기 거동 모의에 비행동체역학 모델링을 CFD로 적용하는 방법은 60Hz 이상 실시간성을 요구하는 항공기 시뮬레이터 성능 충족이 불가능하다. 따라서, 많은 시뮬레이터는 매개변수에 의한 수식모델을 만들고 비행시뮬레이터를 이용하여 훈련자가 시각적으로 현상을 느끼는 계기류 값을 추출하는 방법을 사용함으로써 실시간성과 운용 충실도의 요구를 동시 충족시키고 있다.⁽⁶⁾

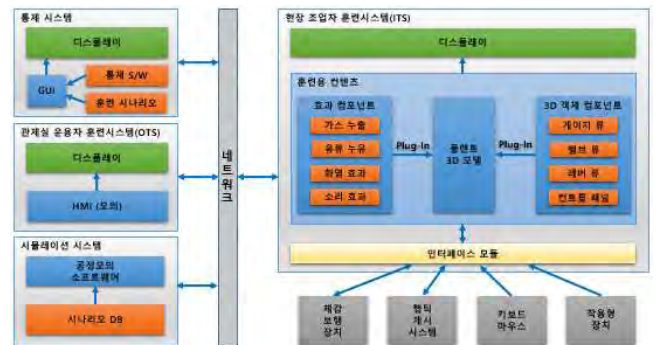


(그림 3) 시뮬레이션 S/W 모듈 구성도⁽⁶⁾

체계적 개발 프로세스를 강조하는 국방 시뮬레이터 개발 공정에서는 소프트웨어 통합이 완료되는 시점 및 체계 통합 완료되는 시점에 각각 체계 운용자(소요군) 지원 튜닝 프로세스를 두는 것은 모델링 된 수식의 매개변수를 최적화하여 모의 소프트웨어의 정확도 향상시키고 체계 통합된 단계에서 시각적 충실도를 높이기 위함이다.

기존 플랜트 안전훈련 시스템의 공정모의 소프트웨어들은 공학적으로 모델링하여 높은 컴퓨팅 자원과 실시간성 달성을 어렵게 하므로, 공학모델의 결과 테이블을 활용하는 방식을 적용하여 실시간성을 달성할 수 있도록 한다.

또는, 기존 실 환경에서 수행되는 안전훈련에 대한 훈련 시나리오를 분석하고 해당 시나리오에서 발생하는 게이미지 값을 시현함으로써 정의된 시나리오에 대한 반복 수달 훈련이 가능한 시스템을 구축할 수 있다.



(그림 4) 플랜트 안전훈련 시스템 플랫폼

본 연구가 제시하는 플랜트 안전훈련 시스템 플랫폼의 하드웨어는 훈련자에게 몰입형 가상현실 환경을 제공하는 현장조업자 훈련 시스템, 플랜트 원격 관제실 운용자 훈련 시스템, 훈련자의 기기 조작에 대한 체감환경을 제공하기 위한 햅틱 제시 시스템, 좁은 공간에서 훈련자에게 자유로운 이동을 제공하기 위한 체감 보행 장치, 훈련의 통제와 감시를 위한 통제시스템 및 공정모의를 실행하기 위한 시뮬레이션 시스템으로 각각 구성된다.

또한, 소프트웨어는 3D로 모델링된 플랜트 가상환경을 실시간 렌더링 엔진으로 재생하는 훈련용 컨텐츠, 훈련용 컨텐츠 내 훈련자와 상호작용을 위한 플랜트 객체(압력게이지, 제어밸브, 컨트롤 패널 등) 컴포넌트, 객체 컴포넌트를 훈련자의 훈련 행동과 연동하기 위한 컴포넌트 통합 제어 모듈, 훈련 통제 및 감시 모듈, 운전자 훈련 모듈 및 플랜트 공정모의 소프트웨어로 각각 구성된다.



(그림 5) 객체 컴포넌트와 공정모의 SW 연동 개념

훈련용 컨텐츠 내 훈련자와 상호작용을 위한 플랜트 객체 컴포넌트는 3D로 모델링 후 실시간 렌더링 엔진을 통하여 시현되며, 훈련용 컨텐츠에 통합되어 실행 시 공정모의 결과 데이터를 시현할 수 있도록 하였다.

통제실 운용자 훈련 모듈은 플랜트 현장 원격통제실 화면(HMI : Human Machine Interface)을 모의 구현하고 공정모의 결과 데이터를 시현할 수 있도록 하였다.



(그림 6) 원격통제실 모듈화면 구성

시뮬레이션 모듈은 시나리오 DB를 매개변수로 적용하는 공정모의 모듈을 구현하고 전체 소프트웨어와 실시간, 주기적으로 연동할 수 있도록 하였다.

4. 결론

본 연구에서는 국방 분야 훈련시스템인 항공기 훈련 시뮬레이터의 시스템 구성과 모의 소프트웨어 구현방법을 기반으로 하여, 플랜트 안전훈련 시스템으로의 개발 적용 방안을 살펴보았다. 또한 기존 OTS와 ITS로 구분된 안전훈련 시스템 플랫폼을 발전시키는 형상으로 공정모의 소프트웨어와 실시간 연동하는 원격통제실 훈련환경, 3D 가상현실 기반 플랜트 현장 훈련환경 구현방안에 대해 논의하였다.

추후에는 본 플랫폼 설계 연구결과를 토대로 원격통제실 훈련 환경, 3D 가상현실 기반 플랜트 현장 환경을 소프트웨어로 구현하고, 단순화된 공정모의 소프트웨어와 연동함으로써, 본 연구에서 제시한 안전훈련 시스템 플랫폼의 실용성을 검증할 계획이다. 또한, 햅틱 장치 및 체감 보행장치 등 다양한 사용자 인터페이스와 연동을 구축하여 보다 높은 몰입감을 제공하는 플랜트 안전훈련 시스템에 대한 연구를 수행할 예정이다.

후기

본 연구는 국토교통부 플랜트 연구사업 “햅틱기반 플랜트 안전훈련시스템 기술개발” (과제번호: 14IFIP-B0859 84-01)의 결과이며, 관련 지원에 감사드립니다.

참고문헌

- [1] 박찬국 외, “햅틱기반 조업자 안전훈련 시스템 기술 기획연구보고서”, 2013. 9, 국토교통부 국토교통과학기술진흥원
- [2] Richard Turton 외, “Analysis, Synthesis and Design of Chemical Process”, 4th Edition, Prentice Hall International Series in the Physical and Chemical Engineering Science
- [3] 차무현, “엔지니어링 데이터 기반 가상현실 응용에 관한 연구” 2012 한국정보처리학회 추계학술발표대회 논문집 제19권 제2호
- [4] 차무현, 허영철, 문두환 “대형 기계 설비의 사고 대응을 위한 훈련 시뮬레이터 프레임워크”, 2014 한국 CAD/CAM학회 논문집 Vol.19, No.4, pp.423~433
- [5] FAA AC 120-63 Helicopter Simulator Qualification
- [6] 김정옥 외 “PC를 사용한 연구용 비행 시뮬레이터 개발”, 1998. 2, 한국항공우주학회지 26(1), pp. 120~128