



플랜트 가상 안전훈련 시스템에서 조작 인터페이스 영향에 대한 연구

†이재용 · 박찬국 · 유철희*

고등기술연구원 플랜트엔지니어링 본부, *가스안전공사 가스안전연구원
(2017년 9월 11일 접수, 2017년 12월 26일 수정, 2017년 12월 27일 채택)

A Study on the Effect of Control Interface in Plant Virtual Safety Training System

†Jae Yong Lee · Chan-Cook Park · Chul Hee Yu

*Institute for Advanced Engineering, 175-28 Goan-ro 51beon-gil Baegam-myeon Cheoin-gu
Yongin-si Gyeonggi-do, 449-863, Korea*

**1390 Maedong-myeon, Wonjung-ro Eumseong-gun Chungcheongbuk-do, 27738, Korea
(Received September 11, 2017; Revised December 26, 2017; Accepted December 27, 2017)*

요약

도시가스 지역 정압기의 안전훈련을 가상현실을 이용하여 수행할 수 있도록 시스템을 구성하였다. 이 시스템을 이용해서 일반인들을 대상으로 설문조사를 진행하였고 시스템에서 조작 컨트롤러가 사용자에게 많은 부분 영향을 끼치는 것임을 알 수 있었다. 이에 따라 기존의 조이스틱을 통한 도시가스 정압기 안전훈련 시스템을 오쿨러스 터치를 이용해서 훈련을 수행할 수 있도록 재구성하여 같은 설문조사를 진행하였다. 이 두 조사 결과를 통해서 가상현실을 이용한 안전훈련 시스템에서 조작 컨트롤러의 중요성을 확인 할 수 있었다.

Abstract - The system was constructed so that safety training of the region city gas governor could be carried out using virtual reality. This system was used to survey the general public and it was found that the operation controller has a great influence on the user in the training system. The same survey question was conducted to construct the safety training system of city gas governor using joystick and oculus touch. The results of these two surveys confirm the importance of the operation controller in the safety training system using virtual reality.

Key words : training system, virtual reality, city gas governor, controller

1. 서론

석유화학 플랜트, 제조 공장 및 고압가스를 취급하는 업종에서의 안전에 대한 중요성은 날이 갈수록 높아지고 이에 따라 설비의 안전규정은 강화되어 안전에 관련된 많은 비용과 시간이 투입되고 있다. 특히 석유화학 플랜트와 같이 스케일이 큰 경우에는 설비의 문제보다는 인적오류가 많은 비중을 차지한다. 미국의 경우 화학, 가스 산업 사고의 80% 이상이 인적오류에 기인한다고 알려져 있다.[1]

인적 오류를 최소화하기 위해서는 안전교육 훈련을 받는데, 일반적으로는 현장에서 직접 배우는 방법이 있다. 이는 많은 시간이 필요하고 실제 사고에 대한 대처와 같은 현실적으로 훈련하기 힘든 내용은 포함되지 않는다. 다른 옵션으로는 전문 훈련 기관에서의 교육이 있는데 이는 교육비 및 출장비 등 적지 않은 비용이 발생한다.[2] 최근에 가상현실 기술이 많은 발전을 이루면서 이에 대한 응용으로 교육 훈련에 대한 접근이 이루어지고 있다. 가상현실은 HMD(Head Mounted Device)로 대표되는 가상환경 하드웨어와 연동해서 가상환경을 생성해 여러 가지 체험을 할 수 있는 기술이다.[3] 여기서 사용한 HMD는 오쿨러스 사의 Oculus Rift로 구글 타입

†Corresponding author:young2004@iae.re.kr
Copyright © 2017 by The Korean Institute of Gas

으로 사람의 머리에 착용하여 컴퓨터 또는 모바일과 연동해서 가상환경을 가상화 해주는 장치이다. 또한 머리의 위치를 트래킹하여 머리의 회전을 통해서 가상환경을 볼 수 있게 한다.[4] 가상현실을 이용한 기술은 개인에게 실제 환경과 유사한 환경을 제공하기 때문에 훈련 대상이 될 수 있는 현장 및 훈련기관에 가지 않고도 안전훈련을 수행할 수 있다는 장점이 있다.[5,6] 이와 같은 장점을 지닌 가상현실 기술을 이용한 안전훈련을 진행하기 위해서는 해결해야하는 과제가 있는데 바로 현실세계와의 이질감을 해소하는 것이다. 여기서의 이질감에 대한 요소는 여러 가지가 있을 수 있는데 가장 대표적인 것이 HMD를 이용한 3D 가상현실에 대한 거부감과 조작 인터페이스를 다루는 것에 대한 어려움이 있다.

본 논문에서는 기 개발된 도시가스 지역 정압기 안전훈련 시스템을 이용하여 조작 인터페이스가 훈련에 미치는 영향에 대해 분석하고 이를 통해 효과적인 시스템으로 발전할 수 있는 방향을 제시한다. 조작 인터페이스는 전통적인 방식인 조이스틱과 보다 직관적인 방식인 오쿨러스 터치를 이용해서 시스템을 구성하였다.

II. 도시가스 지역 정압기 안전훈련 시스템

2.1. 도시가스 지역 정압기

Fig.1의 도시가스 지역 정압기는 도시가스 공급 압력이 제한된 영역에서 고압에서 중압으로, 중압에서 저압으로 적당한 압력으로 감압하여 소비처에 필요한 압력으로 공급하기 위해 사용되는 장치로서 도시가스 지역 정압기는 중압의 도시가스를 저압으로 감압하여 직접적으로 소비처에 공급하는 장치이다.

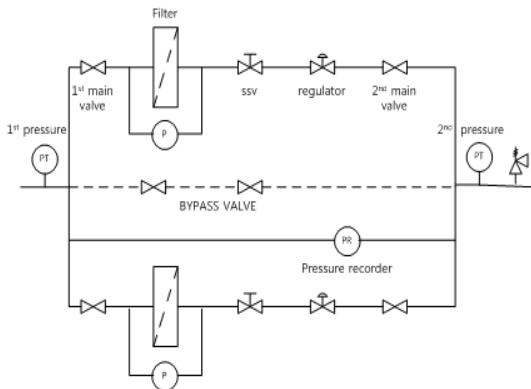


Fig. 1. City gas local governor component.

2.2. 가스안전훈련 시나리오

도시가스 지역 정압기 안전훈련 시스템은 다음과 같은 형식의 시나리오에 따라서 진행된다.

선행 연구를 통해서 도시가스 지역 정압기의 안전 사고 원인 중 2차 측의 압력 상승에 의한 사고가 많음을 알 수 있었고 그 중 시스템 구현에 적합한 정압기 내 이물질로 인한 압력 상승을 시나리오 대상으로 하였다.[7]

2.3. 안전훈련 시스템 구성

도시가스 지역 정압기 안전훈련 시스템은 안전훈련 프로그램이 내장된 컴퓨터와 3D 모델을 볼 수 있는 HMD 장치로 꾸며지며, HMD의 위치를 수신하기 위한 위치 센서가 전방에 설치되고 밸브 조작 및 위치 이동을 위한 조작 인터페이스로 구성된다.

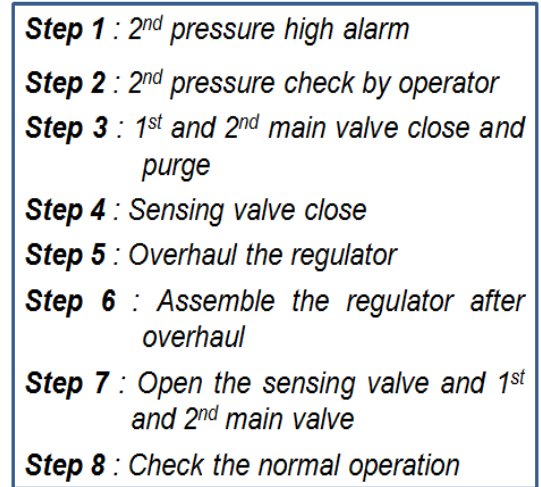


Fig. 2. Safety Training Scenario.

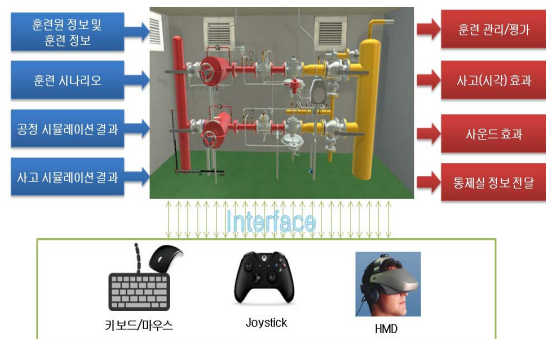


Fig. 3. Configuration of safety training system.

Fig. 3은 도시가스 지역 정압기 안전훈련 시스템의 전체 구성을 나타낸다. 도시가스 지역 정압기를 3D 모델링하여 시나리오 내용을 프로그램한 프로그램을 만들어 오쿨러스 리프트를 이용해 가상환경을 제공한다. 훈련원의 움직임은 조이스틱을 이용하여 제어되고 훈련의 성공 및 실패에 대한 결과를 보여주게 된다. 훈련원의 잘못된 조치로 인해서 사고가 발생할 수 있는 경우를 가상의 환경에서 화재 및 폭발 효과를 보여 줌으로써 일반적인 교육에 비해서 높은 체감 효과를 느낄 수 있으며, 안전 훈련 내용을 언제 어디서나 쉽게 할 수 있기 때문에 효율적인 훈련을 진행할 수 있다.

III. 조작 인터페이스

3.1. 조이스틱(Wii Nunchuck)

전통적으로 가정용 게임기에서 많이 사용되는 조이스틱은 좌우상하 캐릭터의 움직임을 제어할 수 있는 방향키와 2~6개의 기능 버튼들로 구성되는데 여기서는 Fig. 4의 Wii Nunchuck를 사용하였다. Wii Nunchuck는 한손으로 조작이 가능하고 위치 제어를 상부의 조그셔틀(Jog & shuttle)로 수행함으로써 타 기종의 조이스틱에 비해 보다 편리하게 가상공간에서의 임무를 수행할 수 있다.

조이스틱은 하나의 디바이스로 위치이동 및 기능수행을 다 할 수 있으며, 일반인들에게 비교적 친숙한 도구로서 장점이 있는 반면, HMD를 착용했을 때 조이스틱 버튼을 볼 수 없어 느껴지는 불편함과 실제 밸브 등을 열고 닫을 때 현실감이 떨어진다는 단점이 있다.

3.2. 오쿨러스 터치

오쿨러스 터치는 오쿨러스사에서 개발한 오쿨러스 리프트 전용 컨트롤러로 각 손에 컨트롤러를 쥐는 방법으로 조작할 수 있으며 Fig. 5와 같은 형태로 구성되어 있다. 오쿨러스 터치의 조이스틱과 가장 큰 차이점은 물건을 쥌 수 있는 기능을 보다 직관적으로 수행할 수 있게 되어 있다는 것과 위치 정보를 방향키가 아닌 실제 손의 위치를 센서로부터 인식하여 가상의 공간에 나타낼 수 있다는 것이다.

도시가스 지역 정압기 특성상 현장에서 조작하는 것 중에 가장 많은 것이 밸브인데 밸브의 조작을 할 때 보통 한손으로 개폐가 가능하고 이를 오쿨러스 터치를 이용해서 유사하게 조작할 수 있다. 가운데 잡는 부분에 버튼이 있어 손을 움켜쥐게 되면 밸브를 잡았다는 인식을 하게하고 위치센서를 이용해서 잡은 상태로 손 모션을 밸브를 여닫는 행



Fig. 4. Wii Nunchuck.



Fig. 5. Oculus touch.

위를 하게되면 가상환경에서의 밸브 개폐가 가능하다. 오쿨러스터치는 일반적으로 많은 사람들이 사용해보지 못하기 때문에 처음 기능을 익히는데 어려움이 있을 수 있다.

IV. 안전훈련 결과 및 분석

4.1. 훈련 결과 조사 방법

도시가스 지역정압기 안전훈련 시스템의 훈련원 반응을 알아보기 위해 일반인을 대상으로 해당 시스템에 대한 시연과 체험을 진행하였다. 본 시스템을 처음 접해 보는 일반인을 통해 시스템의 보완점 및 인터페이스에 대한 영향을 알아보는 것으로 가

스안전교육원의 일반교육원을 대상으로 조이스틱을 이용한 안전훈련 시스템을 시연 및 체험하게 하였으며, 전시회에 참가한 일반인을 대상으로 Oculus 터치를 이용한 안전훈련 시스템을 체험 할 수 있게 하였다.

Fig.6와 같이 일반인들이 안전훈련 시스템에 대



Fig. 6. Description of the training system.

도시가스 안전훈련 시스템 설문조사						
<p>가스안전 교육원에 설치된 “도시가스 안전훈련 시스템”을 체험하시고 아래 문항에 5단계로 답변해주시기 바랍니다. 각각의 문항에 대해서 “전혀 그렇지 않다” 면 1을 체크해주시고 “매우 그렇다” 면 5에 체크해주시기 바랍니다. “전혀 그렇지 않다”와 “매우 그렇다” 사이에는 5단계 정도가 있으며 생각하는 정도에 따라서 체크해주시기 바랍니다.</p> <p>본 설문조사 결과는 국가 연구개발사업의 연구 목적으로 활용됨을 알려드립니다. 교육 중에 귀한 시간을 내주셔서 감사드립니다.</p>						
		전혀 그렇지 않다		보통이다		매우 그렇다
1. 훈련을 받는데 있어서 가상훈련 시스템의 필요성이 있다고 생각한다.	①	②	③	④	⑤	
2. 현재 실시하고 있는 실제 교육 훈련 방법과 병행해서 교육한다면 더 효과적이다.	①	②	③	④	⑤	
3. 가상훈련 시스템을 통한 교육 훈련이 실제 교육 훈련 방법보다 더 흥미롭고 수월하다.	①	②	③	④	⑤	
4. 할 수 있다면 개인적으로도 훈련 시스템을 해보고 싶다.	①	②	③	④	⑤	
5. 플랜트 모델의 시각적 현실감이 있다.	①	②	③	④	⑤	
6. 밸브 등 조작기기를 조작하는데 어려움이 없다.	①	②	③	④	⑤	
7. 가상훈련 시스템의 훈련 내용이 실제와 비슷하다.	①	②	③	④	⑤	
8. 가상훈련 시스템에서 여러 훈련 시나리오를 진행 할 수 있다고 생각한다	①	②	③	④	⑤	
9. 가상훈련 시스템을 통한 훈련이 이론 중심의 교육보다 효과적이다.	①	②	③	④	⑤	
10. 가상 환경에 대한 어지러움 증상이나 가상 환경 적응 어려움과 같은 거부감이나 부작용이 없다.	①	②	③	④	⑤	

Fig. 7. Survey question for training system.

한 설명을 듣고 직접 훈련 시스템의 시나리오에 따라서 임무를 수행한 후 Fig. 7의 설문조사를 통해서 해당 시스템의 반응을 알아 볼 수 있게 하였다. 설문조사의 문항은 흥미성, 필요성의 주관적인 의견을 묻는 문항과 조작 인터페이스의 영향을 알아보기 위한 문항으로 구성되어 있다.

4.2. 훈련결과 - Wii Nunchuck

가스안전교육원의 일반인을 대상으로 도시가스 지역 정압기의 안전훈련 시스템을 시연하고 이를 체험하여 Fig. 7의 설문을 통해서 시스템의 만족도 및 보완점을 찾고자 하였다. 시연 및 체험에 사용된 시스템은 Wii Nunchuck 조이스틱을 이용하여 훈련 시스템을 수행할 수 있게 하였고, 상하좌우 이동 및 밸브 개폐 기능 등 모든 기능을 조이스틱 하나로 가능하게 구성하였다. 설문지에서 가장 부정적인 점수를 1점으로 가장 긍정적인 점수를 5점으로 점수를 표시하게 하였고 본 논문에서 중점적으로 살펴본 부분이 6번 항목의 조작기기의 어려움에 대한 것과 10번 항목의 거부감에 대한 부분이라 할 수 있다. 대상 인원 40명에 대한 전체 설문 조사 결과는 Table 1과 같다.

가장 많은 점수인 5점을 준 항목 중에 6번과 10번이 가장 작은 것을 확인할 수 있다. 전체 총점을 보더라도 전체 평균 160점에 10번 항목이 132점으로 가장 낮았으며 6번 항목이 143점으로 그 다음으로

Table 1. Survey question result - joystick

항목 \ 점수	점수					총점
	1점	2점	3점	4점	5점	
1번	1	2	3	7	27	177
2번	0	3	4	6	27	177
3번	1	6	10	5	18	153
4번	1	3	4	8	24	171
5번	1	7	11	10	11	143
6번	1	4	15	11	9	143
7번	0	3	18	6	13	149
8번	2	1	3	8	26	175
9번	0	3	3	5	29	180
10번	1	10	12	10	7	132

났다. 절대적인 점수는 객관적이라고 할 수 없지만 상대적인 점수로 보았을 때, 일반인들이 가상현실을 이용한 훈련 프로그램에서 조작 인터페이스에 대한 중요성을 확인 할 수 있었다.

4.3. 훈련결과 - 오클러스 터치

앞선 설문 결과의 결과를 통해서 조작 인터페이스의 개선에 따른 시스템 보완 효과가 가장 클 것으로 기대할 수 있어 조작 인터페이스를 오클러스 터치로 시스템을 구현하였다. 오클러스 터치는 오클러스사가 마이크로소프트사와 제휴해 개발한 VR 전용 컨트롤러로서 일반 조이스틱과 가장 큰 차이점은 어떤 물체를 잡는 조작을 직관적으로 수행할 수 있는 구조를 가졌으며 위치센서를 이용해서 손의 위치를 가상환경에 나타낼 수 있다.

Fig. 8에서 사각 점선 표시된 것이 손의 위치를 나타내고 있는데, 훈련원은 물체를 잡을 수 있는 위치에서 그림과 같이 손을 뺀어 오클러스 터치의 잡는 기능을 이용해서 가상환경에서 밸브를 잡고 손의 움직임으로 밸브를 개폐할 수 있다.

Wii Numchuck을 이용했을 때와 훈련 모습을 비교하면, 이전에는 HMD로 방향을 잡고 물체에 접근하면 하이라이트 되어 버튼을 이용해서 밸브의 개폐를 진행한 반면 이 시스템에서는 일정 거리에서 실제 밸브를 잡는 행위를 해야 하기 때문에 아래쪽의 밸브 개폐를 위해서는 몸을 숙이거나 앉는 행위를 해야 하기 때문에 사용자의 움직임이 많아진 것을 확인 할 수 있다.

체험을 한 일반인을 대상으로 같은 설문조사를 진행한 결과는 아래와 같다.

위의 그림은 두 가지의 결과를 문항별로 총점을



Fig. 8. Hand position in virtual environment.

한번에 표현한 그림이다. 체험을 한 일반인 그룹이 틀리고 환경이 다르기 때문에 절대적인 점수는 의미가 없을 수 있지만, 각 항목에 대한 상대적인 점수를 보면 다른 문항에 비해서 10번 문항의 상대적인 차이가 가장 줄어들었고, 그 다음이 6번과 5번순으로 상대적인 차이가 줄어든 것을 확인할 수 있다. 전체적인 점수의 분포도 역시 1차 조사에 비해서 고른 점수를 얻을 것을 확인 할 수 있으며, 이를 통해서 상대적으로 낮은 점수를 받았던 항목에 대한 보완이 이루어진 것을 확인 할 수 있다.

Table 2. Survey question result - oculus touch

항목 \ 점수	1점	2점	3점	4점	5점	총점
1번	1	2	5	5	12	100
2번	0	0	3	8	14	111
3번	1	6	6	4	8	87
4번	1	3	6	6	9	94
5번	2	2	5	6	10	95
6번	2	1	4	5	13	101
7번	1	6	6	3	9	88
8번	2	3	5	7	8	91
9번	2	2	4	6	11	97
10번	1	3	5	5	11	97

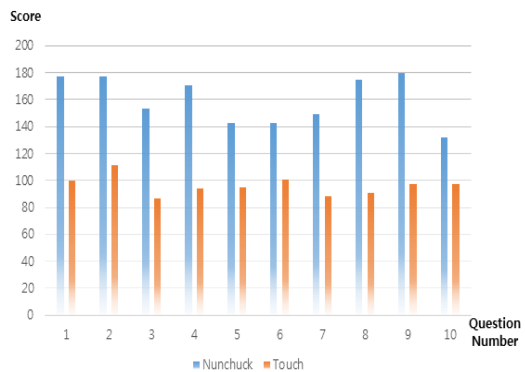


Fig. 9. Survey question result.

V. 결 론

가상현실을 이용한 응용은 군사, 의료, 서비스 등 분야가 확대되고 있고 그에 따라 관련 산업의 발전이 이루어지고 있다. 가상현실의 발전에는 HMD의 기술개발 결과가 크게 작용했으며 기술 수준이 일정 궤도에 올랐다고 볼 수 있다. 이제 사용자들의 욕구는 더 현실감 있는 가상현실 응용 분야를 원하고 있다. 이번 조사에서 알 수 있는 것으로 조작 컨트롤러의 발전이 앞으로 다가올 가상현실의 완성도를 높여 줄 요소로 생각 할 수 있다. 앞에서의 정량적인 조사 결과 뿐 아니라 조사 받을 때의 분위기도 조이스틱을 이용한 훈련 시스템의 체험에서는 훈련원의 움직임이 거의 없이 진행되어 정적인 분위기였던 반면 오쿨러스 터치를 이용한 체험에서는 사용자의 움직임이 많아짐에 따라 많은 흥미를 유발하고 지켜보는 사람들도 상당한 관심을 가지는 것을 확인 할 수 있었다.

아직까지 가상현실을 이용한 응용 프로그램에서 3D 가상환경에 많은 비용과 시간을 투자하게 된다. 하지만 조작 컨트롤러의 역할이 가상현실에서 차지하는 비중이 점차 늘어날 수 있다. 가상현실을 기반으로 한 훈련 프로그램에서 적절한 조작 컨트롤러를 적용한다면 경쟁력 있는 가상현실 기반의 훈련 시스템을 구성할 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 플랜트연구사업의 연구비 지원(16IFIP-B087592-04)에 의해 수행되었습니다.

REFERENCES

- [1] Percentage of corrosion-related accidents in petrochemical plants, Energy Newspaper, (2016)
- [2] Dirk Metzger, Christina Niemoller, Benjamin Wingert, Tobias Schultze, Matthias Bues and Oliver Thomas, How Machines are Serviced-Design of a Virtual Reality-based Training System for Tehnical Customer Services. 13th International Conference on Wirtschaftsinformatik, 604-616, (2017)
- [3] Fletcher, C., Ritchie, J. M., & Lim, T. Virtual machining and expert knowledge capture. Paper presented at Digital Engagement, Newcastle, United Kingdom, (2011)
- [4] Parth Rajesh Desai, Pooja Nikhil Desai, Komal Deepak Ajmera, Klushbu Mehta, A Review Paper on Oculus Rift-A Virtual Reality Headset, International Journal of Engineering Trends and Technology, 13(4), 175-179, (2014)
- [5] Mujber, T.S., T. Szecsi, Hashmi, M.S.J. Virtual reality applications in manufacturing process simulation. Journal of Materials Processing Technology, 1834-1838. (2004)
- [6] Yap, H.J., Taha, Z., Lee, J.V. VR-based Robot Programming and Simulation System for an Industrial Robot. International Journal of Industrial Engineering - Theory, Application and Practice. 15(3), 314-322. (2008)
- [7] Jae Yong Lee, Chan-Cook Park, Chul Hee Yu, A Study of Virtual Training Platform for City Gas Governor, Journal of the Korean Institute of Gas, 21(1), 59-64, (2017)