

가상현실을 접목한 교육용 V-Factory 시스템 개발

서경준¹, 윤정호², 남기선², 김성관^{*}
¹공주대학교 기계자동차공학부, ²포스컨트롤 주식회사

Development of the Educational V-Factory system combining Virtual Reality

Kyeong-Jun Seo¹, Jung-Ho Yun², Ki-Seon Nam², Sung-Gaun Kim^{*}

¹Department of Mechanical&Automotive Engineering, Kongju National University

²PHOS Control Co., LTD.

요약 자동차, 반도체, 플랜트 등 다양한 산업현장에서 PLC(Programmable Logic Controller) 기반으로 생산자동화 시스템을 제어하여 제품 양산이 이루어지고 있다. 이에 따라 산업현장에서는 PLC를 능숙하게 사용할 수 있는 전문 인력과 PLC 교육을 위한 교육 플랫폼이 필요하다. 기존에 개발된 교육 플랫폼들의 경우 PLC를 기반으로 하여 다양한 액추에이터와 센서를 제어할 수 있다. 하지만 화면상 나타나는 생산자동화 시스템이 화면에 2D로만 나타나 현실성이 결여되기 때문에 학습 시 정확한 이해가 힘들다는 단점이 있다. 본 논문에서는 이러한 단점을 보완하여 가상현실에서 학습이 가능한 교육용 V-Factory 시스템을 제안한다. 개발한 V-Factory 시스템은 가상 I/O 드라이버를 도입하여 다양한 종류의 센서 및 액추에이터를 제어할 수 있고, 가상현실에서 가시화된 생산자동화 시스템이 구동되는 모습을 확인할 수 있다. 또한 HMD(Head Mounted Display)를 사용하여 현실적인 PLC 시뮬레이션이 가능하다. 개발한 V-Factory 시스템을 통해 가상현실에서 효과적인 PLC 학습이 이루어질 것으로 기대한다.

Abstract In industries such as automobiles and semiconductors, a lot of components are produced using PLCs based on an automatic production system. Therefore, an educational platform is needed to provide training in the use of PLCs in the industrial sites. Conventional educational systems, in which PLCs are employed to control sensors and actuators, have been continuously developed. However, these systems present their circuits only in 2D on the screen, which makes it difficult to understand them during the learning process. To overcome these disadvantages, we propose an educational V-Factory system capable of providing PLC training using virtual reality. In addition, thousands of sensors and actuators can be controlled by the V-Factory system through the proposed virtual I/O driver. The motion of the automatic production system can be visualized using virtual reality.

Keywords : Education platform, PLC(Programmable Logic Controller), VR(Virtual Reality), V-Factory system, Virtual I/O driver

1. 서론

반도체, 자동차 등 다양한 산업현장에서는 PLC (Programmable Logic Controller)를 기반으로 하는 생산 자동화 시스템을 도입하여 제품 생산이 이루어지고 있

다. 이러한 산업현장에서는 다품종 소량생산을 하여 생산자동화 시스템을 자주 변경해야 하는 문제가 발생한다. 이에 따라 산업현장에서는 PLC를 기반으로 생산자동화 시스템을 빠르게 설계하고 제어 및 관리 할 수 있는 인력이 필요하다. PLC를 사용할 수 있는 인력을 양성

본 논문은 중소기업청의 창업성장기술개발사업의 일환으로 수행되었음.

^{*}Corresponding Author : Sung-Gaun Kim (Kongju National Univ.)

Tel: +82-41-521-9253 email: kimsg@kongju.ac.kr

Received January 11, 2018

Revised February 21, 2018

Accepted April 6, 2018

Published April 30, 2018

하기 위해 PLC 교육을 위한 플랫폼이 필요하다.

PLC 교육을 위한 플랫폼은 계속해서 개발되어 왔다. 생산자동화 시스템을 하드웨어로 구축하고 PLC를 사용해 제어할 수 있는 플랫폼이 개발되었다. 또한 PLC를 이용하여 생산자동화 시스템에 구성되어 있는 액추에이터와 센서를 제어하는 프로그램도 존재한다. 하지만 다양한 센서와 액추에이터의 제어가 불가능하고, 컴퓨터 화면상에 나타나는 생산자동화 시스템의 형상이 2D로만 표현되어 학생들이 학습 시 정확한 이해가 힘들다는 단점이 있다[1-4].

기존에 개발된 PLC 교육 플랫폼의 문제점을 보완하기 위해 본 논문에서는 가상현실을 접목한 교육용 V-Factory 시스템을 제안한다. V-Factory 시스템은 가상 I/O 드라이버를 이용하여 실제 생산자동화 시스템의 하드웨어가 구축되지 않아도 센서와 액추에이터의 입력과 출력이 가능하다. 즉, 가상현실(Virtual Reality)에서 PLC 제어가 가능하다. 또한 생산자동화 시스템에 구성되어 있는 다양한 센서 및 액추에이터의 제어가 가능하다. 특히 HMD(Head Mounted Display)를 V-Factory 시스템에 접목하여 더욱 효과적인 학습이 이루어질 수 있다.

2. V-Factory 시스템

2.1 V-Factory 시스템 구성

본 논문에서는 PLC를 학습할 수 있는 교육용 V-Factory 시스템을 제안한다. 교육용 V-Factory 시스템의 구성은 아래 Fig. 1에 도시되어 있는 블록 다이어그램으로 나타낼 수 있다. 그림에 도시된 것과 같이 여러 단계를 거쳐 V-Factory 시스템을 실행하게 된다.

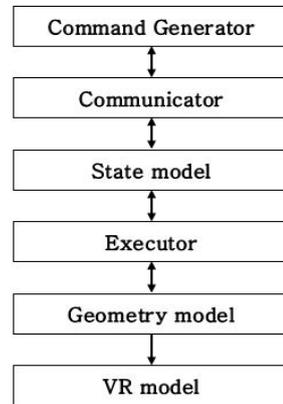


Fig. 1. Block Diagram of the V-Factory system

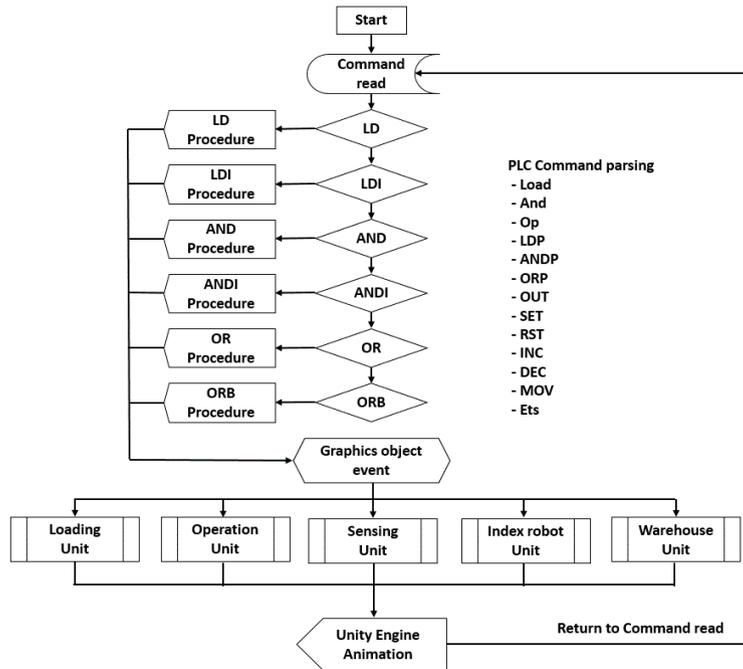


Fig. 2. Flow Chart of the V-Factory system

PLC 명령어가 생성되면 Communicator에서 State model로 명령어를 전달하고 Executor를 통해 해당하는 Geometry model를 생성하게 된다. 생성된 Geometry model을 통해 가상현실에서 생산자동화 시스템이 가시화된다[5].

2.2 V-Factory 시스템 소프트웨어 설계

V-Factory 시스템에서 PLC 시뮬레이션을 진행하기 위해 소프트웨어를 설계하였다. 소프트웨어를 설계하기에 앞서 Mitsubishi-automation사에서 제공하는 GX-Simulator 프로그램을 사용하여 PLC 명령어를 구성하였다.

PLC 명령어는 생산자동화 시스템에서 요구하는 동작을 구현해야 하므로 parsing을 하여야 한다. 아래의 Fig. 2는 PLC 명령어를 parsing하기 위한 Flow Chart가 도식되어 있다.

Command Reader는 PLC 명령어(Load, AND, DEC 등)를 읽은 후 뒤에 따라오는 파라미터들을 해석한다. 해석된 파라미터를 통해 각 Unit의 그래픽이 Unity에 가시화된다. Unit은 크게 Loading, Operation, Sensing, Index robot, Warehouse로 구성되어 있다. Unity에 생산자동화 시스템이 가시화되고 PLC 명령에 따른 동작이 구현하기 위해 수차례의 반복 Loop를 통해 PLC 명령을 인식하도록 프로그래밍을 하였다.

2.3 가상 생산자동화 시스템 구현

V-Factory 시스템의 생산자동화 시스템을 구현하기 위해서 게임 개발 툴인 Unity를 이용하였다. Unity는 직관적인 GUI(Graphical User Interface)로 구성되어 개발 환경에 쉽게 접근할 수 있다. 또한 윈도우, 리눅스 등 다양한 컴퓨터 운영체제와 연동이 가능한 장점이 있다. Unity에서 생산자동화 시스템을 구현하기에 앞서 3D 설계 프로그램인 SOLIDWORKS를 사용하여 생산자동화 시스템을 3D 모델링 하였다. 또한 현실성 있는 생산자동화 시스템을 구현하기 위해 렌더링 기술을 접목하였다.

모델링한 생산자동화 시스템은 Unity에 직접적으로 입력이 불가능하므로 3D Max를 통해 FBX파일로 변환하여 Unity에 입력한다. 입력된 FBX파일을 통해 Unity에 생산자동화 시스템이 가시화된다.

2.4 VR을 접목한 V-Factory 시스템 구현

최근 4차 산업혁명의 대두와 함께 가상현실이 주목받고 있다. 가상현실의 대표적인 장치중 하나인 HMD를 V-Factory 시스템에 접목하였다. HMD란 가상현실에서 영상을 확인할 수 있는 영상표시장치이다. 본 시스템에 적용한 HMD는 PIMAX 사의 PIMAX 4K VR 제품이다.

HMD와 Unity를 연결하기 위해서 PIMAX사에서 제공하는 PVRCameraRig 프로그램을 사용하였다. HMD에 부착된 여러 센서를 통해 Unity에 가시화된 생산자동화 시스템을 인식하게 된다. 인식된 생산자동화 시스템은 HMD를 통해 상하좌우로 이동이 가능하고 Roll, Pitch, Yaw 방향으로 회전을 하며 생산자동화 시스템의 구동 모습을 확인할 수 있다.



Fig. 3. PLC Simulation using HMD

3. V-Factory 시스템 실험 및 검증

3.1 V-Factory 시스템 실험

개발한 V-Factory 시스템을 통해 실제 PLC 명령을 작성하여 실험하였다. 먼저 PLC 명령어를 작성하여 V-Factory 시스템에 로딩한다. 로딩된 PLC 명령어를 통해 V-Factory 시스템에 가시화되어 있는 생산자동화 시스템을 제어하게 된다.

먼저 시작버튼을 클릭하면 공급실린더에 의해 제품이 공급된다. 공급된 제품은 가공부를 지나 컨베이어를 통해 이동하게 된다. 제품이 컨베이어를 통해 검사위치에 도착하면 제품 감지센서에 의해 양품과 불량품을 판별한다. 이 때 제품이 양품일 경우 적재부로 이동을 한다. 적재부에서는 1축 서보모터와 실린더로 구성된 로봇이 제품을 적재하게 된다. 만약 불량품일 경우 적재부에 적재하지 않고 지나치게 된다.

이러한 일련의 과정을 통해 V-Factory 시스템이 정상적으로 실행되는 것을 확인할 수 있다.

3.2 Test-bed를 통한 V-Factory 시스템 검증

V-Factory 시스템만으로는 실제 생산자동화 시스템이 정상적으로 구동하는지 확인할 수 없으므로 Test-bed

를 구축하였다. Test-bed는 V-Factory 시스템에 가시화되어 있는 생산자동화 시스템과 동일하게 구성하였다. 아래의 Fig. 4는 실제 구축한 Test-bed의 모습이다. Test-bed에는 서보모터, AC모터, 공압 실린더 등의 다양한 액추에이터와 근접센서, 자기센서 등의 센서류가 부착되어 있다. 또한 PLC를 비롯해 인버터, 증폭기 등 시

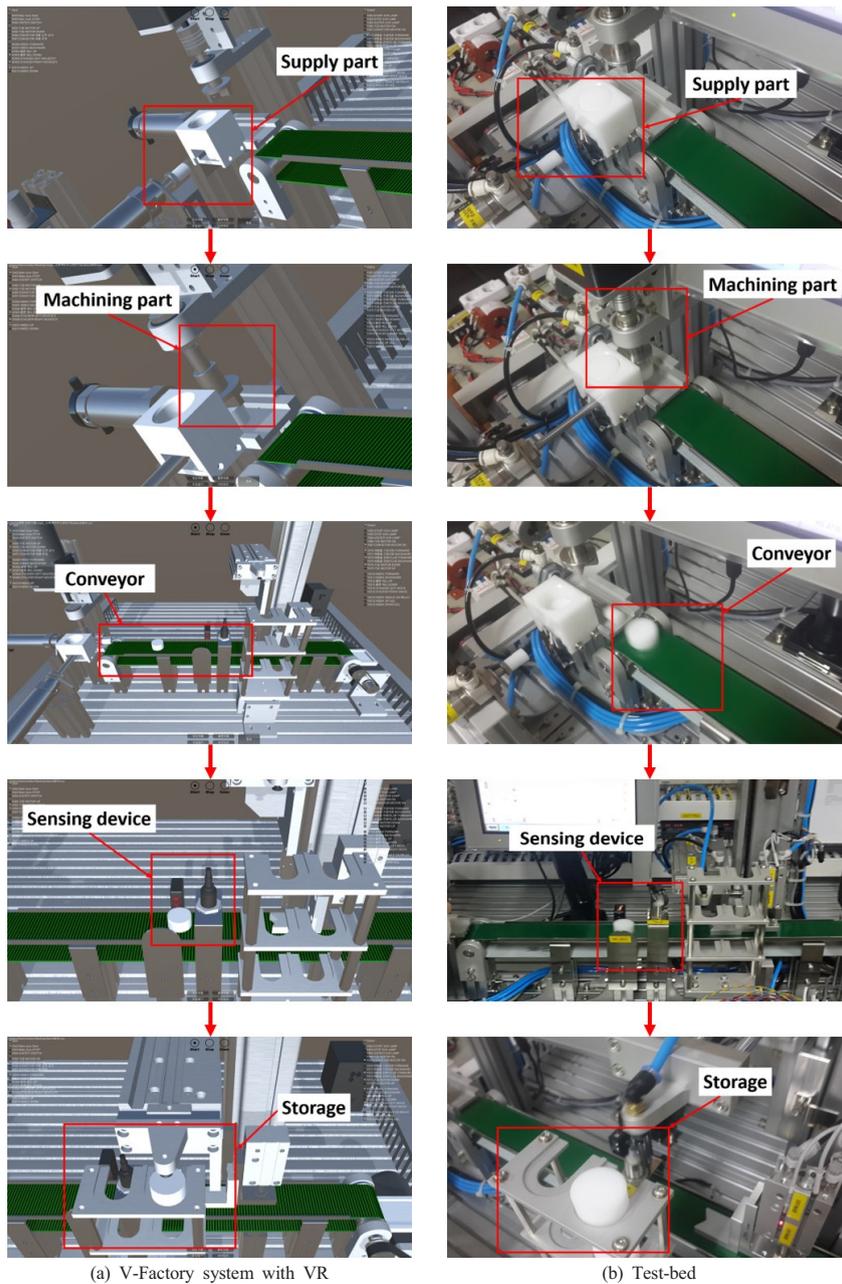


Fig. 5. Comparison of V-Factory system and Test-bed

시스템의 제어를 위한 전장부가 구성되어 있다. PLC는 Mitsubishi-automation사의 MELSEC-Q 제품을 사용하였다.

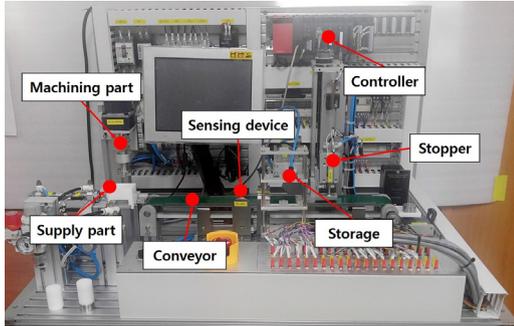


Fig. 4. Test-bed of production automation system

Test-bed를 통해 V-Factory 시스템에서 진행되는 PLC 시뮬레이션과 차이점을 비교 및 분석이 가능하고 미리 예측할 수 있다.

V-Factory 시스템에서 진행되는 PLC 시뮬레이션을 확인한 후 동일한 PLC 명령을 Test-bed에 입력하여 실제 환경에서도 생산자동화 시스템이 구동되는지 확인하

였다. Fig. 5에는 제품의 공급, 가공, 이송, 측정, 저장의 과정을 V-Factory 시스템과 Test-bed를 비교하여 도시되어 있다. 도시되어 있는 것과 같이 V-Factory 시스템과 Test-bed에서 동일하게 생산자동화 시스템이 구동됨을 확인할 수 있다.

3.3 V-Factory 시스템 교육 및 사용자평가

개발한 V-Factory 시스템을 통하여 실제 공과대학 학생 100명을 대상으로 교육을 실시하였다. 교육을 마친 후 학생들의 학습 성취도와 사용자 만족도를 확인하기 위해 설문조사를 실시하였다.

학습 성취도의 설문문항은 아래의 Table 1과 같고, 사용자 만족도의 설문문항은 아래의 Table 2와 같다. 설문조사 결과 학습 성취도에서는 5점 만점에 평균 3.96점으로 집계되었고, 사용자 만족도의 경우 5점 만점에 4.01점으로 집계되었다.

이와 같은 결과를 통해 V-Factory 시스템으로 학습시 효과적인 교육이 이루어짐을 확인할 수 있고, V-Factory 시스템의 사용이 편리하였음을 알 수 있다.

Table 1. A survey for academic achievement of V-Factory system

No	Question	Average value
1	Do you understand the structure and control process for the supply part of a automatic production system?	3.8
2	Do you understand the structure and control process for the machining part of a automatic production system?	3.9
3	Do you understand the structure and control process for the conveyor of a automatic production system?	4.1
4	Do you understand the structure and control process for the sensing device of a automatic production system?	3.9
5	Do you understand the structure and control process for the storage of a automatic production system?	3.8
6	Is it possible to design and configure logic control circuit (AND, OR, ets) using PLC?	4.2
7	Is it possible to design and configure control program of actuators using PLC?	3.9
8	Is it possible to design and configure the signal control of sensors using PLC?	4.1

Table 2. A survey for user satisfaction of V-Factory system

No	Question	Average value
1	Does it provide the appropriate functions for the specified task and user's purpose?	4.1
2	Can it interact with more than one software or system?	3.9
3	Do you understand how the software can be used in certain tasks and conditions of use?	3.8
4	Can you operate and control the software?	3.9
5	Did you have a convenient user interface manipulation of the software?	4.1
6	Does it provide adequate response and processing time when performing the function?	3.7
7	Is it possible to diagnose the cause of a defect or failure of the software or the identification of the parts to be changed?	4.0
8	Would it be desirable to modify and improve the software according to its environment and requirements?	3.8
9	Have you been manipulated in Virtual Reality?	4.5
10	Did you experience realistic learning in virtual reality?	4.3

4. 결론

본 논문에서 제시한 교육용 V-Factory 시스템은 PLC 학습이 가능한 교육 플랫폼으로써 가상 I/O 드라이버를 이용하여 가상현실에서 생산자동화 시스템에 대한 PLC 시뮬레이션이 가능하다. 본 시스템은 다양한 센서와 액추에이터를 가상현실에서 제어할 수 있을 뿐만 아니라, 제어 시 발생하는 문제를 미리 예측하고 검증할 수 있다. 개발한 이 시스템이 교육 플랫폼으로 활용되어 학생들의 학습효과를 향상시키길 기대한다.

References

- [1] H. H. Kim, S. S. Park, K. C. Lee, and Y. Y. Hwang, "Development of Hardware-linked Simulation Platform for Automation Mechanism Training", *Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers*, vol. 14, no. 4, pp. 34-42, Oct., 2015.
DOI: <https://doi.org/10.14775/ksmpe.2015.14.4.034>
- [2] W. S. Park, "Development of the Virtual Plant Using Mitsubishi PLC Simulation and Unity Game Engine", *Proceedings of the Society of CAD/CAM Conference*, pp. 153-159, Oct., 2015.
- [3] S. K. Seo, K. C. Shin, G. N. Wang, S. H. Hong, and J. H. Nam, "Virtual Manufacturing Process Simulation Based on OPC for Multiple PLC Environment Construction Methodology", *Proceedings of Korean Institute of Industrial Engineers Conference*, pp. 387-392, Nov., 2011.
- [4] J. O. Lee, K. H. Seok, J. S. Shim, Y. S. Kim, "A PLC Technology Education System using Augmented Reality", *Proceeding of the 40th the KIEE Summer conference 2009*, pp. 1911-1912, July. 2009.
- [5] K. J. Seo, J. H. Yun, K. S. Nam, S. G. Kim, "Development of the Educational V-Factory system Using Virtual I/O Driver", *The Proceedings of the 2017 KIIT/DCS Summer conference*, pp. 19-21, Jun., 2017.

서 경 준(Kyeong-Jun Seo)

[준회원]



- 2017년 2월 : 공주대학교 기계자동차공학부 (공학사)
- 2017년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 대학원 기계공학과 석사과정

<관심분야>

메카트로닉스, 로봇틱스, 기계설계

윤 정 호(Jung-Ho Yun)

[정회원]



- 2000년 1월 ~ 2006년 5월 : (주) 토필드 팀장
- 2009년 3월 ~ 2013년 3월 : (주) 포티스 차장
- 2017년 3월 ~ 현재 : 포스컨트롤 주식회사 책임연구원

<관심분야>

게임개발, 인공지능

남 기 선(Ki-Seon Nam)

[정회원]



- 1993년 2월 ~ 1996년 10월 : (주) 제파텍 대리
- 1996년 11월 ~ 2014년 12월 : 세메스(주) 수석연구원
- 2007년 9월 : 호서대학교 반도체 디스플레이공학과 (공학석사)
- 2015년 2월 ~ 현재 : 포스컨트롤 주식회사 대표이사

<관심분야>

IoT 시스템, 태양광발전시스템

김 성 관(Sung-Gaun Kim)

[정회원]



- 1992년 8월 : KAIST 기계공학과 (공학사)
- 1995년 8월 : KAIST 자동차 및 설계 공학과 (공학석사)
- 2003년 2월 : GIST 기전공학과 (공학박사)
- 2005년 3월 ~ 현재: 공주대학교 기계공학과 교수

<관심분야>

지능형제어시스템, 메카트로닉스, 로봇틱스, 분자동역학