

# 시뮬레이션 기반의 전기 제어 패널 원격 교육 모델에 관한 연구

노찬숙

우송대학교 Endicott 자유전공학부 교수

## A Study on the Simulation-Based Electric Control Panel Distance Learning Model

Chan-Sook Noe

Professor, Department of Endicott Interdisciplinary Studies, Woosong University

**요약** 공학 교육의 수행 방법 중 하나인 가상 시뮬레이션 교육이 확산되고 있는 상황에서, 일반적인 온라인 교육은 이론적인 학습 위주의 수업, 간단한 소형 프로젝트의 실습만이 원격으로 이루어지고 있는 실정으로, 다양한 교육용 콘텐츠의 보급이 필요하다. 최근 스마트 팩토리의 확산으로 대부분의 생산 기업들은 자동제어를 이용하여 제품의 생산, 검수, 포장을 하고 있다. 자동화 설비의 동작은 전기를 이용하여 제어하고 있는 상황으로, 전기와 관련된 학습이 다양한 학과에서 운영되고 있으나, 전기의 특성상 안전상의 문제 및 실습 기자재의 고비용으로 온라인 학습이 어려운 상황이다. 본 논문에서는 전기 실습과 관련된 교육의 성취감을 향상시키기 위하여 시뮬레이션 기반의 전기 제어 패널 원격 교육 모델을 제안한다. 제안 모델의 실험을 통하여 학습자들은 기존 기자재의 사용에 의한 온라인 교육보다, 가상 시뮬레이션 교육의 만족도가 상승한 것을 확인하였으며, 향후 자동화 설비 교육의 기초 과정으로 활용될 수 있을 것이다.

**주제어** : 융합, 전기 제어 패널, 가상 시뮬레이션, 교육용 소프트웨어, 원격 교육

**Abstract** Virtual simulation education, which is one of the methods of executing engineering education, is spreading. In general online education, only theoretical learning-centered lessons and practical training of simple small projects are conducted remotely, and it is necessary to disseminate various educational contents. Due to the spread of smart factories these days, most producers use automatic control to produce, inspect and package their products. The operation of automation equipment is controlled by using electricity, and electricity-related learning is operated in various departments. Due to the characteristics of electricity, it is difficult to learn online due to safety issues and high cost of practical equipment. In this paper, we provide a simulation-based electrical control panel distance learning model to improve the sense of accomplishment of education related to electrical training. Through the experiment of the proposed model, it was confirmed that the learning was more satisfied with the virtual simulation education than the online education using the existing equipment. It is expected that it can be used as a basic course for automation equipment education in the future.

**Key Words** : Convergence, Electric Control Panel, Virtual Simulation, Education Software, Distance Learning

\*This paper was supported by the 2020 Woosong University academic research fund.

\*Corresponding Author : Chan-Sook Noe(csnoe@wsu.ac.kr)

Received September 2, 2020

Accepted October 20, 2020

Revised October 8, 2020

Published October 28, 2020

## 1. 서론

정보통신 기술의 발전으로 디지털 기술의 보급이 급속하게 진행되면서 학습자들의 사고방식과 정보 습득에 대한 변화가 일어나고 있고, 최근 COVID-19와 같은 사회적인 변화에 따라 온라인 교육의 가능성과 중요성이 커지고 있는 실정이다[1]. 네트워크를 통한 소통인 온라인 교육은 일반적으로 면대면 학습의 한계를 보완할 수 있으며, 사회의 구조적인 변화에 따른 요구에 부합할 수 있는 방법이다[2]. 그러나 대부분의 온라인 교육은 교수자 입장에서 강의를 운영하고, 기술 및 지식을 전수하고자 하는 콘텐츠를 제공하는 방식이 대부분이며, 이를 통하여 학습자들은 단순하게 영상을 이해하는 수준을 답습하고 있는 실정으로, 온라인 교육의 효과를 향상시키기 위하여 학습자와 교수자간의 상호작용에 중점을 두고 있는 상황이다[3,4]. 따라서 온라인 교육에 있어 효과적인 디지털 콘텐츠의 개발이 필요한 실정이고, 비대면 일상화에 따라 빅데이터, 인공지능 등 디지털을 기반으로 하는 비대면 산업을 적극적으로 육성할 필요가 있다는 인식이 점진적으로 대두되고 있으며, 의료 분야에서는 가상현실을 활용한 시뮬레이션 교육에 대한 연구가 진행되고 있는 상황이다[5,6]. 이러한 가상 시뮬레이션은 컴퓨터를 통하여 실제 환경과 유사한 형태로 가상현실을 구현하고, 학습자가 가상현실 내에서 의사소통 및 운동제어, 의사결정이 가능한 방법으로, 인터넷 접속과 애플리케이션을 통하여 다양한 방식의 가상현실을 제공하고 있고, 이를 통하여 학습자들의 몰입이 가능하며, 가상 임상 시뮬레이션, 웹 기반 시뮬레이션 등으로 불리고 있다[7,8]. 또한 4차산업혁명의 시작으로 사물인터넷 및 스마트 팩토리가 확산되면서, 대부분의 생산 제조 기업들은 자동 제어를 이용하여 제품을 제조하고, 검사하고 있으며, 포장과 같은 대부분의 공정에서 전기를 이용한 자동화 설비를 사용하고 있다. 자동화 설비는 전기를 이용하여 제어가 가능한 여러 동작 요소들과 센서와 같은 부품들로 구성되어 있으며, 이러한 요소들에 안정적으로 전기를 공급하고 차단하기 위하여 필수적으로 전기 제어 패널을 사용하고 있다. 이러한 전기 제어 패널을 설계하고, 제작하기 위하여 전기, 자동화, 메카트로닉스 등 다양한 학과에서 전기 제어 패널 설계 과정을 운영하고 있으나, 전기를 다루는 실습 과목의 특성상 전기의 합선 등 안전상의 문제를 내포하고 있으며, 실습에 필요한 각종 기자재를 구입하는 비용 등 여러 환경적인 요인으로 온라인을 통한 학습이 어려운 실정이다. 본 논문에서는 전기 실습과 관련된 교

육의 성취감을 향상시키기 위하여 시뮬레이션 기반의 전기 제어 패널 원격 교육 모델을 제안한다. 제안 모델을 통하여 저비용으로 교육의 몰입도와 학습자들의 교육 성취감을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

## 2. 시뮬레이션 교육

시뮬레이션(Simulation)은 조작을 통하여 발생할 수 있는 가능한 상황을 인위적으로 기법이나, 교육 기구를 통하여 재현하거나 훈련 및 교육에 시뮬레이터를 적용하는 것이며, 시뮬레이션을 통한 교육은 실제와 유사한 상황을 통하여 학습자가 사고할 수 있다[9]. 또한 가상 시뮬레이션은 현실에서 물리적인 환경이 필요하지 않고, 가상을 통하여 실제 사용 환경과 유사한 형태로 평가할 수 있다[10]. 모델링 및 시뮬레이션과 관련된 기술들은 교육뿐만 아니라 고품질 및 저가격의 장점으로 다양한 사업 분야에서 확장하여 사용하고 있으며, 특히 제품 생산과 관련된 제조 산업을 비롯하여 많은 기업에서 적용하고 있고, 이에 따라 국외 및 국내의 시뮬레이션 시장이 급속하게 발전하고 있다[11,12]. 또한 기업뿐만 아니라 공학, 과학과 같은 분야에서 동적 모델링의 실험에 적용할 수 있는 특징을 내포하고 있고, 현실세계에서 사용하는 물리적인 모델을 컴퓨터 공간에서 재현이 가능하며, 성능의 예측과 의사결정이 가능하다[13]. 최근 가상현실을 기반으로 하는 범죄 프로파일링 시뮬레이션 교육에 대한 연구 및 의료 분야에서의 연구가 활발하게 이루어지고 있으며[14,15], 시스템 모델의 종류에 따라 다양한 시뮬레이션 소프트웨어가 존재하고 있고, 2D 및 3D 모델과, 제조 공장의 모습, 은행의 업무과정과 같은 모델이 존재하고 있다[16].

## 3. 가상 비전 시스템

### 3.1 제안 모델 구성도

다음의 Fig. 1은 제안 모델인 전기 제어 패널의 구성도이다. 전기 제어 패널을 시뮬레이션에 구현하기 위해서는 전기의 원천이 되는 교류 전원과 직류 전원이 필요하며, 이러한 전원을 연결 하거나 혹은 전원에 반응하여 동작하는 전기 부품이 구성되어야 한다. 또한 전원과 부품 간 혹은 부품과 부품 간의 연결을 담당할 전선 연결이 필수적으로 필요하다.

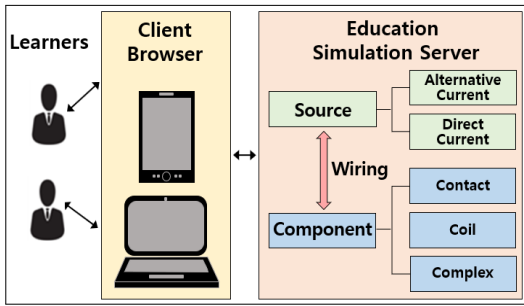


Fig. 1. Electric Control Panel Configuration

### 3.2 제안 모델 프로세스

다음의 Fig. 2는 전기 제어 패널 시뮬레이션 교육 프로세스로서 크게 다섯 단계로 이루어져 있다.

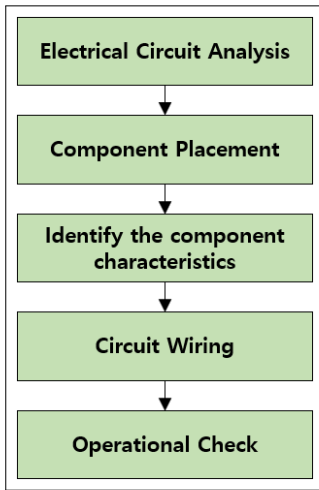


Fig. 2. Electric Control Panel Training Process

첫째, 전기 회로 분석은 전기 제어 패널 실습 전 도면을 해독하는 단계로서, 기호화 된 전기의 부품의 목록을 작성하고 회로의 연결 상태를 파악하는 단계이다. 둘째, 부품 배치는 정해진 크기의 패널 안에 전기 부품을 적절히 배치하는 단계로 시뮬레이션에서는 학습자가 선택한 부품이 동적으로 생성되어 마우스의 좌표에 맞게 해당 위치에 배치되어야 한다. 셋째, 부품 특성 파악은 생성된 부품의 작동 특성 뿐만 아니라 허용 전류, 단자의 개수 등을 나타내는 것으로 회로를 배선하기 전에 학습자들이 반드시 숙지하고 넘어가야 할 중요한 단계이다. 넷째, 회로 배선은 실제 전선을 가지고 주어진 도면의 회로에 맞게 해당 부품과 부품 사이에 연결을 하는 단계이며, 적절한 전선의 색상과 굵기를 선택해야 한다. 다섯째, 동작 확인 과정 단계로서, 실제 전

기를 투입하여 의도에 맞게 패널이 동작하는지 확인하는 단계이며, 전기를 투입하기 전에 멀티미터 등의 측정기를 이용하여 배선의 연결 상태를 진단하는 과정이 필요하다.

### 3.3 전기 부품

다음의 Fig. 3은 전기 제어 패널 시뮬레이션 교육에 사용할 전기 부품의 클래스 다이어그램이다.

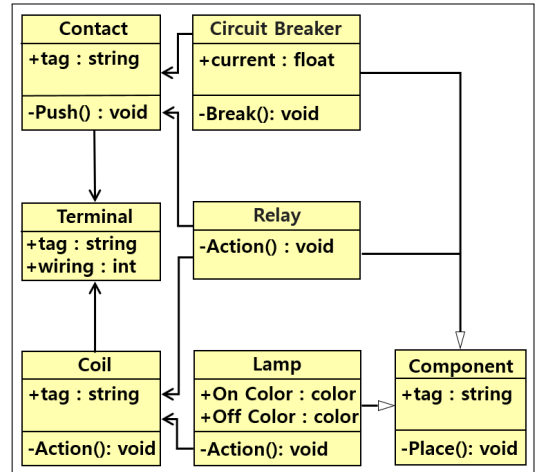


Fig. 3. Electric Component Class Diagram

전기 회로는 크게 전선의 도통을 담당하는 접점과 전기를 받아 동작하는 코일로 이루어져 있으며, 접점과 코일은 전선 연결을 위한 터미널을 포함하고 있다. 전기 부품은 이러한 접점과 코일의 조합으로 이루어져 있으며, 특히 릴레이와 같은 소자들은 접점과 코일을 동시에 포함하고 있는 부품으로 구성되어 있다. 또한, 이러한 전기 부품은 패널 위에서 자유로운 배치가 가능하도록 구성하였다.

### 3.4 배선 연결

배선은 설계도에 맞게 전기 부품의 단자와 단자 사이를 전선으로 연결하는 과정으로, 그 용도와 목적에 적합한 색상이나 굵기를 지정하여 연결한다.

다음의 Fig. 4는 실제 유니터를 이용하여 구성한 배선의 연결을 나타낸 것이며, 연결 리스트로 노드와 엣지를 구성하여 전선이 꺾이는 지점을 노드로 구성하고, 노드와 노드 사이는 엣지를 이용하여 표현이 가능하도록 구성하였다. 또한 배선 연결은 마우스의 커서를 이용하였으며, 배선의 생성 및 완료 시점은 항상 단자를 기점으로 이루어진다. 배선 생성 도중 단자가 아닌 베이스를 클릭할 경우, 마우스 커

서의 좌표를 읽어 해당 좌표에 배선의 꺾임을 표시할 노드를 생성하고 연결 중인 배선의 리스트를 추가하며, 추가된 노드는 배선의 다른 노드와 엮지를 형성한다.

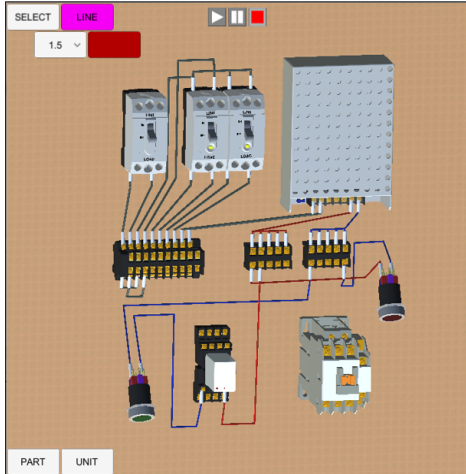


Fig. 4. Wire Connection Configurations for Wiring

다음의 Fig. 5는 배선 연결 과정을 스크립트 코드로 작성한 알고리즘의 일부이다.

```

START
IF 'Cursor' == 'Terminal' THEN
  IF 'STEP' == 'NEW' THEN
    CALL 'CreateLine' AS 'Cursor'
    SET 'Drawing' IS 'CreateLine'
    'STEP' = 'NEXT'
  ELSE
    CALL 'EndLine' AS 'Cursor'
    ADD 'EndLine' TO 'Drawing'
    ADD 'Drawing' TO 'LineList'
    'STEP' = 'NEW'
  ENDIF
ELSE
  CALL 'CreateNode' AS 'Cursor'
  ADD 'CreateNode' TO 'Drawing'
  CALL 'DrawEdge'
ENDIF
END
    
```

Fig. 5. Wiring Connection Process Algorithm

## 4. 가상 비전 모델 구현 및 실험

### 4.1 제안 모델 구현

제안 모델의 실험을 위하여 다음의 Fig. 6과 같이 실제 부품의 디자인을 이용하여 전기 제어 패널 시뮬레이션 시

스템을 유니티로 구현하였으며, 시뮬레이션의 구성품은 기존 실습 기자재에서 사용 중인 전기 부품의 모델링 도면을 참고하여 차단기, 회로보호기, 전원 공급 장치, 마그네틱 스위치, 단자대 등으로 구성하였다.

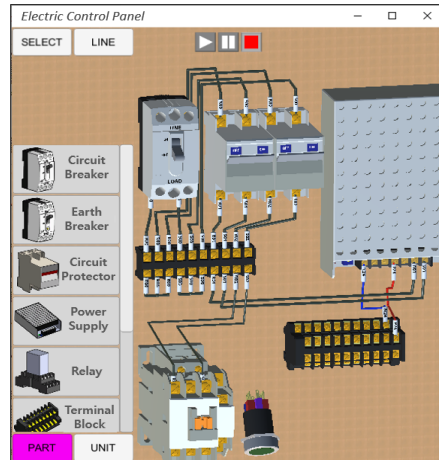


Fig. 6. Electric Control Panel Simulation Model

다음의 Fig. 7은 생성된 부품에 대한 부품 별 규격을 확인할 수 있는 메뉴 화면이다. 전기 배선은 전기 배선에서 가장 많이 사용하는 적, 청, 흑, 녹색상을 굵기 별로 선택 가능하도록 하였다.

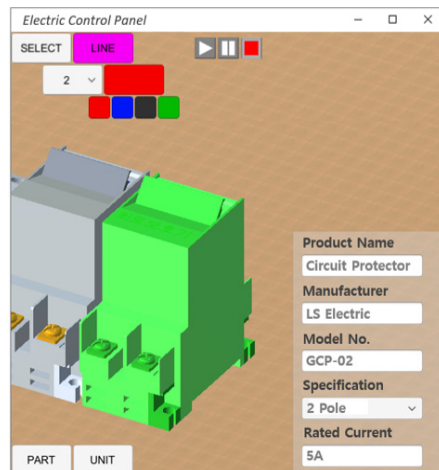


Fig. 7. Proposed Model Menu Configuration

### 4.2 실험 및 평가

제안 모델의 실험은 직업교육훈련에 참여한 교육생을 대상으로 기존 실습 기자재를 이용한 영상 강의와 제안

모델을 활용한 강의 영상을 각각 촬영하여 교육생의 만족도 및 이해도 차이를 확인하였다. 기존 교육 기자재를 이용한 집단인 통제 집단과 제안 모델을 적용한 실험 집단과 같이 2개의 집단으로 분리하여 집단 간의 동질성을 비교하기 위한 사전 평가를 실시하였다.

다음의 Table 1은 2개 집단의 사전 평가 결과를 정리한 것이다.

**Table 1. Results of Pre-evaluation of Two Groups**

Group	Number of Members	Average	Standard Deviation
Control Group	15	1.75	0.43
Experimental Group	15	1.52	0.89

제안 모델은 NCS 국가직무능력표준의 “19.전기·전자 > 01.전기 > 08.전기자동제어 > 02.자동제어기기제작 > 전장품 조립”의 능력단위를 참고하여 커리큘럼을 구성하였으며, 이를 2개의 집단을 대상으로 하루 5시간 씩 2주간 교육을 실시하여, 50시간을 학습하였으며 학습이 종료된 후 자가진단 평가를 진행하였다.

다음의 Table 2는 전장품 조립에 대한 자가진단 평가 결과이다.

**Table 2. Assembly Self-diagnosis Results**

Group	Number of Members	Average	Standard Deviation
Control Group	15	3.35	1.72
Experimental Group	15	4.28	1.55

평가 결과 앞의 Table 2와 같이 실험 집단의 자가진단 결과가 통제 집단에 비하여 평균 점수가 0.93 상승하였으며, 표준 편차는 사전 평가에 비하여 증가하였으나, 통제 집단과 실험 집단의 차이를 비교하면 오히려 감소하여, 제안 모델을 통한 학습의 효과가 향상되었다는 것을 확인할 수 있다.

## 5. 결론 및 향후 연구

최근 COVID-19와 같은 사회적인 변화에 따라 교육 분야에서 디지털 기술의 급속한 발전으로 학습자들의 정

보 습득 및 사고방식의 대한 변화에 따른 온라인 교육의 가능성과 중요성이 점차 커지고 있는 상황으로, 온라인 교육은 면대면 학습의 한계를 보완할 수 있는 교육으로 사회의 구조적인 변화에 따른 요구에 부합된 방법이라 할 수 있다. 일반적인 온라인 교육은 교수자 입장에서 강의를 운영하고, 기술과 지식 전수를 위한 콘텐츠를 제공하는 방식이 대부분으로서, 학습자들은 단순하게 영상을 이해하는 수준을 답습하고 있는 실정이다. 또한 온라인을 통한 원격 수업의 경우, 이론적인 학습 위주의 수업이나, 간단한 소형 프로젝트의 실습만이 원격으로 이루어지고 있기에, 다양한 교육용 콘텐츠의 보급이 필요하다. 또한 4차산업혁명의 시작으로 사물인터넷, 스마트 팩토리 등이 확산되면서, 대부분의 생산 제조 기업들이 자동제어를 이용하여 제품을 생산하고 있고, 특히 자동화 설비의 동작은 전기를 이용하여 제어하고 있다. 전기와 관련된 학습은 다양한 학과에서 운영하고 있으나 전기의 특성상 합선과 같은 안전상의 문제와 실습 기자재의 고비용으로 온라인 학습이 어려운 상황이다. 본 논문에서는 전기 실습과 관련된 교육의 성취감을 향상시키기 위하여 시물레이션 기반의 전기 제어 패널 원격 교육 모델을 제안한다. 제안 모델의 학습을 통한 자가진단 평가에서 2개의 집단으로 구분하였으며, 평가결과 제안 모델을 통한 학습자인 실험 집단의 평균이 기존 기자재를 사용하여 온라인을 통한 학습 집단인 제어 집단에 비하여 평균 0.93의 만족도가 상승하여 제안 모델의 학습 효과가 향상된 것을 확인하였으며, 각종 프로그래밍 및 자동화 설비 교육의 기초 과정으로 활용될 수 있을 것이다. 향후 연구에서는 자동화 설비 시스템과 복합적으로 융합하는 연구가 계속되어야 할 것이다.

## REFERENCES

- [1] H. M. Lee, M. S. Kim. (2020). Case Study of Digital Contents for Online Education in College-Focused on Virtual Museum. *Korean Journal of General Education*, 14(4), 81-96. DOI : 10.46392/kjge.2020.14.4.81
- [2] Chiasson, K., Terras, K., & Smart, K. (2015). Faculty perceptions of moving a face-to-face course to online instruction. *Journal of College Teaching & Learning (TLC)*, 12(3), 321-240.
- [3] H. J. Lee, S. H. Im, S. M. Kang. (2019). Implications for Innovation in Higher Education from Minerva Schools. *Journal of Lifelong Learning Society*, 15(2), 59-84. DOI : 10.26857/JLLS.2019.5.15.2.59

- [4] Hone, K. S., & El Said, G. R.(2016). Exploring the factors affecting MOOC retention: a survey study. *Computers & Education* 98, 157-168.
- [5] D. L. Han. (2020). Nursing Students' Perception of Virtual Reality(VR) and Needs Assessment for Virtual Reality Simulation in Mental Health Nursing. *Journal of Digital Contents Society*, 21(8), 1481-1487. DOI : 10.9728/dcs.2020.21.8.1481
- [6] Y. J. Kim, W. J. Kim, H. Y. Min. (2020). Nursing students' experiences in virtual simulation practice. *The Journal of Korean Academic Society of Nursing Education*, 26(2), 198-207. DOI : 10.5977/jkasne.2020.26.2.198
- [7] Padilha, J. M., Machado, P. P., Ribeiro, A., Ramos, J., & Costa, P. (2019). Clinical virtual simulation in nursing education: Randomized controlled trial. *Journal of Medical Internet Research*, 21(3), e11529. DOI : 10.2196/11529
- [8] Verkuyl, M., & Hughes, M. (2019). Virtual gaming simulation in nursing education: A mixed-methods study. *Clinical Simulation in Nursing*, 29, 9-14. DOI : 10.1016/j.ecns.2019.02.001
- [9] J. B. Cooper & V. R. Taqueti. (2004). A brief history of the development of mannequin simulators for clinical education and training. *Quality & Safety in Health Care*, 13(1), 11-18. DOI : 10.1136/qshc.2004.009886
- [10] J. W. Lee, J. Y. Han, D. K. Na, K. N. (2017). Development of Supportive Device Design for Artificial Hand Based on Virtual Simulation. *Journal of Digital Convergence*, 15(10), 455-465. DOI : 10.14400/JDC.2017.15.10.455
- [11] M. G. Kim, J. Y. Jung, Y. R. Han, S. U. Park, J. S. Kim. (2017). An Analysis and Industrial Classification of Modeling and Simulation Service Industry. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 18(3), 185-198. DOI : 10.5762/KAIS.2017.18.3.185
- [12] S. Y. Pi, M. S. Lee. (2016). Developing a Convergent Class Model of Augmented Reality and Art. *Journal of digital Convergence*, 14(5), 85-93. DOI : 10.14400/JDC2016.14.5.85
- [13] M. G. Kim, S. U. Park, J. S. Kim. (2016). An Economic Ripple Effect Analysis of Domestic Supercomputing Modeling and Simulation. *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, 17(11), 340-347. DOI : 10.5762/KAIS.2016.17.11.340
- [14] H. S. Kim, H. J. Kim, Y. S. Lee, J. E. Lee. (2018). Criminal Profiling Simulation Training and Assessment System based on Virtual Reality. *Journal of the Korea Computer Graphics Society*, 24(3), 83-92.
- [15] H. J. Jeon. (2019). Exploring Study on Virtual Reality Utilization Strategies in Scenario-Based Nursing Simulation: An Integrative Review. *Journal of Korean Society for Simulation in Nursing*, 7(1), 45-56. DOI : 10.17333/JKSSN.2019.7.1.45
- [16] J. M. Ko. (2015). A Study on the Economic Effect of Simulation Golf as the Convergence Industry. *Journal of Digital Convergence*, 13(4), 61-68. DOI : 10.14400/JDC.2015.13.4.61

## 노 찬 숙(Chan-Sook Noe)

[정회원]



- 1987년 5월 : Computer Science, Northern Illinois University(공학사)
- 1991년 5월 : Computer Science, Florida State University(공학석사)
- 1997년 8월 : Computer Science, Florida State University(공학박사)
- 1998년 3월 ~ 현재 : 우송대학교 Endioott 자유전공학부 교수
- 관심분야 : 시뮬레이션, 네트워크 보안, 퍼지이론, USN,
- E-Mail : csnoe@wsu.ac.kr