

가상 시뮬레이션 기반의 AGV 원격 교육 모델

진고환
우송대학교 IT융합학부 교수

AGV Distance Learning Model Based on Virtual Simulation

Go-Whan Jin
Professor, Department of IT Convergence, Woosong University

요약 4차산업혁명의 시작은 국내 산업 전반에 다양한 변화를 가져오고 있으며, 생산 제조 및 물류 분야의 기업에 스마트 팩토리가 확산되면서, 자동화 설비를 사용하고 있다. 특히 물류 자동화 현장에서는 AGV가 널리 사용되고 있으며, 전통적인 AGV의 구동 방식인 라인 유도 방식의 사용이 대부분이다. 또한 AGV 시스템 개발자 및 시스템 운영자 및 관리자, 유지보수 인력의 수요도 증가하고 있는 추세이나, 교육을 위한 시스템의 설치에 고가의 비용이 소요되고, 넓은 공간을 필요로 하는 특성을 가지고 있어, 체계적인 교육이 어려운 상황이다. 본 논문에서는 교육생들의 원활한 실습을 위하여 가상 시뮬레이션 기반의 AGV 원격 교육 모델을 제안한다. 제안 모델은 기존 기술인 라인 유도 방식이 아닌 영상 정보를 분석하여 AGV를 구동할 수 있는 모델로 구성하였으며, 자가진단 평가 결과 기존 기자재를 활용한 통제 집단 보다 온라인 교육을 통한 실험 집단이 평균 0.65의 만족도가 상승하여, 온라인 교육 환경에서 활용할 수 있는 가능성을 확인하였다.

주제어 : 융합, 물류 이송 로봇, 원격 교육, 교육용 소프트웨어, 가상 시뮬레이션

Abstract The start of the Fourth Industrial Revolution has brought about various changes in the domestic industry in general, and smart factories have spread to companies in the fields of production, manufacturing and logistics, and they are using automation equipment. Especially in the field of logistics automation, AGVs are widely used, and most of them use the line guidance system, which is the traditional AGV drive system. In addition, the demand for AGV system developers, system operators and managers, and maintenance personnel is increasing, and the installation of systems for education is expensive and requires a large space to utilize. It is a situation where systematic education is difficult. In this paper, we propose a virtual simulation-based AGV distance education model for smooth practice of trainees. The proposed model consisted of a model that can drive the AGV by analyzing video information, instead of the line guidance method that is the conventional technology. As a result of self-diagnosis evaluation, it was confirmed that the experimental group through online education had an average satisfaction level of 0.65 higher than the control group using existing equipment, and that it could be used in an online education environment.

Key Words : Convergence, AGVs, Distance Learning, Education Software, Virtual Simulation

*Corresponding Author : Go-Whan Jin(gwjjin@wsu.ac.kr)

Received October 6, 2020
Accepted November 20, 2020

Revised November 3, 2020
Published November 28, 2020

1. 서론

ICT 기술의 발전은 다양한 산업 분야에 접목되어 발전이 이루어지고 있고, 디지털 기술 향상으로 교육 분야에서 변화가 일어나고 있다. 최근 COVID-19와 같은 사회적인 변화로 인하여 교육에서 학습자 및 교수자 들의 정보습득과 사고방식이 변하고 있고, 온라인을 통한 교육의 중요성이 더욱 커지고 있으나[1], 온라인 수업과 관련하여 충분하지 않은 자원이 있을 수 있고, 학습자의 활동 설계에도 많은 어려움이 있을 수 있기에[2], 대학 교육에서는 전통적인 대면 교육을 보완하는 온라인 수업이 아닌 교육과정에 적용하여 운영되어야 한다[3].

이러한 온라인 교육은 네트워크를 통한 소통으로서 대면 학습의 한계의 보완이 가능하며, 사회 구조 변화의 요구를 충족할 수 있는 방안이 될 수 있다[4]. 그러나 일반적으로 교수자의 입장에서 강의를 운영하는 온라인 교육이 대부분이기에 교수자와 학습자 사이에서 학습에 대한 상호작용에 중점을 두어야 하며[5,6], 이에 따라 디지털 콘텐츠를 효과적으로 개발하여 온라인 교육에 적용할 필요가 있고, 특히 비대면 강의가 일상화됨에 따라 스마트 팩토리, 인공지능, 빅데이터와 같은 디지털 기반의 교육용 콘텐츠의 개발과 활용으로 비대면 산업을 적극 활성화해야 한다는 인식의 확산으로, 가상현실을 이용한 시뮬레이션 교육 연구가 의료 분야에서 적극적으로 연구되고 있다[7,8]. 4차산업혁명의 시작은 국내 산업 전반에 다양한 변화를 가져오고 있으며, 생산 제조 및 물류 분야의 기업에 스마트 팩토리가 확산되면서, 자동화 설비를 사용하고 있다. 특히 물류 자동화 현장에서는 AGV(Automated Guided Vehicle)가 널리 사용되고 있고, 전통적인 AGV의 구동 방식인 라인 유도 방식의 사용이 대부분으로서, 고가의 초기 설치비용과 경로의 자유도가 저하되는 문제를 가지고 있다. 이러한 경로의 정확성을 향상시키기 위하여 최근 주변 반사판으로 정보를 취득하는 항법용 레이저 장치나, 자율 주행에 사용되는 카메라 센서, 라이다 센서 등을 이용하는 연구가 활발하게 진행되고 있는 상황이다. 따라서 AGV 운용에 관련된 교육 환경에서도 최신의 트렌드에 적합한 AGV 제어 실습 교육이 필요하다.

본 논문에서는 가상의 실내 영상 정보를 추출하여 자율주행로봇을 구동하는 가상 시뮬레이션 원격 교육 모델을 제안한다. 제안 모델을 통하여 학습자들의 교육 성취감과 교육 몰입도를 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

2. 관련 연구

2.1 가상 시뮬레이션 교육

시뮬레이션(Simulation) 교육은 실제 존재하는 것과 같은 유사 상황을 학습하여 학습자가 사고할 수 있는 것으로, 인위적인 기법을 통하여 조작하고, 발생할 수 있는 상황을 교육 기구 및 기법으로 훈련하고, 재현하거나, 교육 시뮬레이터에 적용이 가능한 것이라 할 수 있으며, 가상의 형태로 실제 물리적인 사용 환경과 유사하게 평가할 수 있는 특징을 가지고 있다[9,10]. 또한 상황 제공을 통하여 문제 해결을 시도할 수 있는 훈련 프로그램으로서, 다양한 요인의 적용을 통하여 학습을 수행할 수 있다[11]. 특히 숙련수준이 낮은 예비교사들의 숙달을 위하여 교실 상황을 직접 체험할 수 있는 수업 시뮬레이션의 등장으로 가상교실을 통하여 학생들과의 상호작용을 경험할 수 있다[12]. 수업 시뮬레이션은 안전한 연습 기회의 제공과 즉각적인 피드백 제공과 같은 장점을 가지고 있고, 문제 상황에 대하여 반복적인 연습이 가능하여 실제 학생과의 대면에 있어 미숙한 예비교사들의 훈련이 가능하다[13].

2.2 물류 자동화 이송 로봇

운전자 없이 효율적으로 물류 이송이 가능한 AGV는 현재 라인 유도 시스템 및 위치 기반 시스템과 같은 작동 방식이 대부분이며, 현재 라인 유도 방식을 주로 사용하고 있다[14]. 그러나 라인 유도 방식은 라인의 설치와 유지보수에 많은 비용이 요구되며, 라인의 변경에도 여러 문제점을 내포하고 있다. 따라서 카메라를 이용한 비전 유도 시스템 및 경로 블록, 경로 이동 기반의 AGV 시스템과 같은 위치 기반 시스템 연구가 진행 중에 있으며[15,16], 특히 설치와 운영의 편의를 위하여 표식장치를 제거한 무인 이송 로봇 방식인 SLAM(Simultaneous Localization And Mapping)에 대한 연구가 이루어지고 있다. SLAM은 카메라, 레이저, 와이파이 GPS 기술 등을 기반으로 공간 지형 및 인공표식을 이용하여 주변 환경 지도를 작성하고 이를 통하여 로봇의 상대 위치를 파악하는 기술이다[17].

3. 가상 AGV 원격 교육 모델

3.1 제안 모델 구성도

다음의 Fig. 1은 자율주행로봇 시뮬레이션 환경을 구축하기 위한 제안 모델의 구성도로 가상의 물류 환경 위에 놓여진 AGV 시뮬레이터와 이를 제어할 제어시스템으로 구성되어 있다.

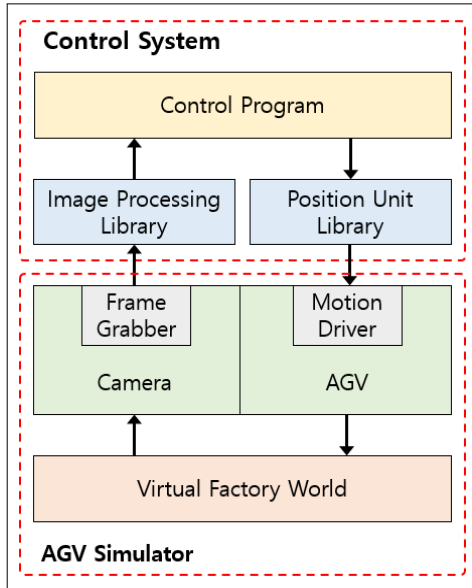


Fig. 1. Proposed Model Configuration

AGV 시뮬레이터는 AGV 오브젝트에 장착된 카메라 모듈로부터 촬영된 텍스처를 이미지 파일로 변환하여 Frame Grabber에 저장한다. Frame Grabber는 제어 시스템의 요청에 따라 저장된 이미지를 송신한다. 또한, AGV는 모터 드라이버를 구현하여 제어 시스템의 위치 지령에 적합한 AGV의 모터 휠을 조작하여 AGV의 위치 상태를 변경한다. 제어 시스템은 학습자의 제어 프로그램 실습을 위한 환경으로 라이브러리 형태로 제공되는 이미지 프로세싱과 모터 드라이버를 제어할 Position Unit를 DLL 형태로 제공한다. 학습자는 제공되는 라이브러리를 통하여 제어 프로그램을 작성하고 실습하며, 실내 자율주행에 필요한 이미지 프로세스 처리 및 AGV 자세 제어를 학습할 수 있다.

3.2 이미지 추출 및 전송

다음의 Fig. 2는 AGV를 이용하여 촬영된 가상의 물류현장 이미지를 추출하고 전송하는 프로세스로서, 이미지를 요청하고 가공하는 이미지 프로세싱 라이브러리와 AGV에 부착되어 이미지 요청에 응답하는 가상의

Frame Grabber로 구성되어 있다.

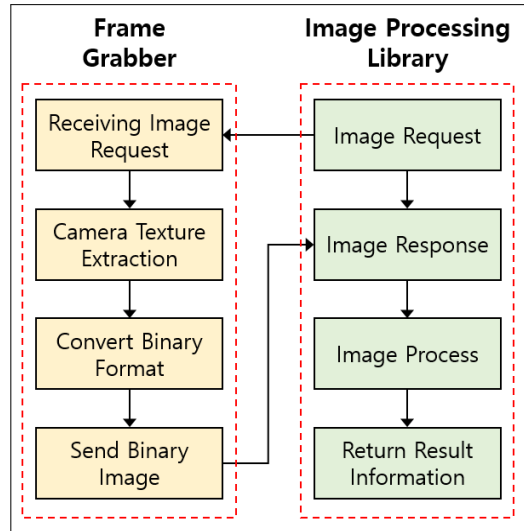


Fig. 2. Image Extraction and Transfer Process

프로세스의 시작은 이미지 프로세싱 라이브러리가 가상의 카메라 모듈에서 이미지 획득을 담당하는 Frame Grabber에 촬영된 이미지를 요청하는 것으로 시작하며, Frame Grabber는 카메라 모듈의 텍스처를 추출하여 이를 전송할 수 있도록 바이너리 포맷의 이미지로 변환시키고, 변환된 이미지는 TCP로 연결된 스트림을 통해 이미지 프로세싱 라이브러리로 전달되어 상황에 적합한 이미지 가공을 거쳐 최종 결과 정보를 사용자에게 송신한다. 다음 Fig. 3은 이미지 추출 및 전달 과정을 스크립트 코드로 작성한 알고리즘의 일부이다.

```

CLASS Frame Grabber
CREATE 'Texture' = '1024x1024', 'RGB24'
SET 'Camera.Texture' = 'Texture'

THREAD 'TCP Receiving' START
CALL 'Camera.Render' Function
READ 'Pixels' = 'Camera.Texture'
CALL 'Bitmap Converter' from 'Pixels'
WRITE MEMORY STREAM from 'Binary Data'
    
```

Fig. 3. Image Extraction Algorithm

3.3 AGV 모션 제어 구성

다음의 Fig. 4는 AGV의 동작을 제어하는데 사용되는

Position Unit과 Motion Driver의 구성을 나타낸 것이다.

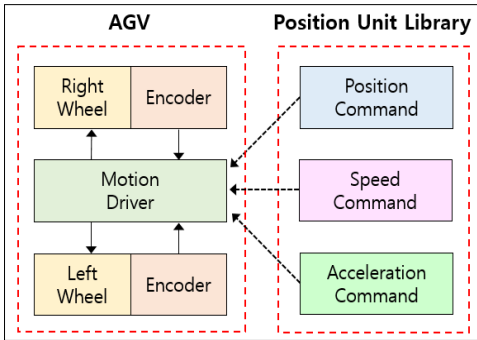


Fig. 4. AGV Motion Control Diagram

Position Unit은 AGV의 자세를 지령하는 라이브러리를 통하여 위치, 속도, 가속, 감속을 제어할 수 있다. 위치 지령은 평면상에 존재하는 X-Y 좌표로 AGV의 목표 위치를 지령하며, Motion Driver는 현재 위치와 목표 위치의 차이를 속도와 가속 및 감속을 기반으로, 선형보간 하여 목표 위치를 추정하고, 속도는 지정한 가속 및 감속에 따라 등가속 운동을 수행하며, 지령된 목표 속도에 도달한 경우 등속 운동을 하는 서보 시스템의 사다리꼴 제어 방식을 차용하여 처리하였다. Motion Driver는 지령 받은 데이터에 따라 AGV의 이동 및 회전의 자세를 제어하며, 이때 산출된 단위 시간 당 양쪽 바퀴의 각도 변화량을 다음 Fig. 5와 같이 위치-속도 PID 제어계를 구성하여 적용하였으며, 바퀴의 애니메이션을 구현하였다.

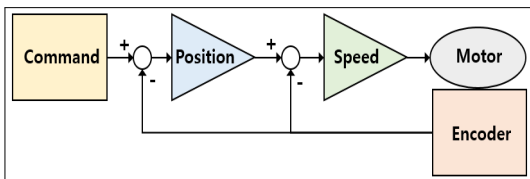


Fig. 5. Wheel Control Block Diagram

4. 가상 AGV 모델 구현 및 평가

4.1 제안 모델 구현

실험을 위하여 다음의 Fig. 6과 같이 AGV 시뮬레이션 시스템을 구성하였고, AGV 오브젝트에 Frame Grabber와 Motion Driver를 각각 구현하였다. 시뮬레이션 시스템은 실제 산업 현장에서 사용하는 AGV의 모

델링 데이터를 바탕으로 구현하였고, 교육적 용도에 맞게 다양한 맵을 통하여 챗터의 형태로 구성하였다.

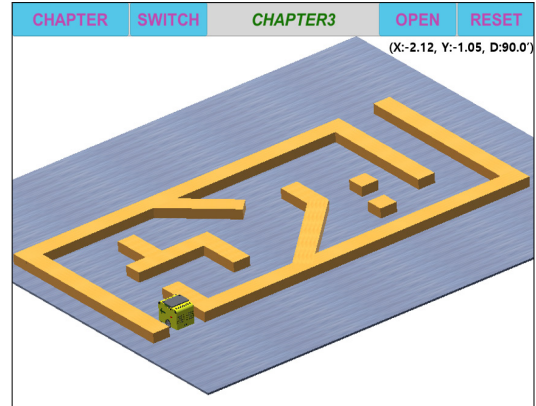


Fig. 6. AGV Simulation Model

다음 Fig. 7은 이미지 프로세싱 라이브러리와 Position Unit Library를 이용하여 AGV 시뮬레이터와 연동한 미들웨어 제어 화면이다. 카메라 이미지는 Frame Grabber로부터 응답 받은 이미지를 보여주는 화면이며, 간단한 제어 프로그램을 이용하여, AGV의 자동 및 수동 운전이 가능하도록 구성하였다.

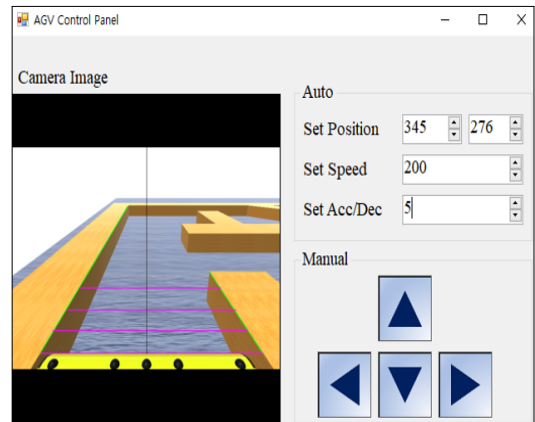


Fig. 7. Proposed Model Menu Configuration

4.2 제안 모델 평가

제안 모델의 교육적 활용 가능성을 알아보기 위해 메카트로닉스를 전공하고 있는 학부생을 대상으로 제안 모델을 활용해 비전 및 모션 제어 교육을 실시한 실험 집단과 기존에 보유 중인 비전 및 모션 실습 장비를 활용해 교육을 진행한 통제 집단으로 나누어 1회 4시간씩 총 8

회의 교육을 실시하였으며, 다음의 Table 1은 사전 평가 결과를 정리한 것이다. 평가 참여자는 2개 집단 각 40명 씩이며, 연령대는 20대 학생들을 대상으로 하였으며, 성별은 남성 78%, 여성 22%이다.

Table 1. Results of Pre-evaluation of Two Groups

Group	Number of Members	Average	Standard Deviation
Control Group	10	20.73	9.93
Experimental Group	10	20.50	9.89

동일한 커리큘럼을 통하여 2개 집단에 비전 및 모션 교육을 실시하였고, 4회 및 8회 차에 각각 평가를 진행하였으며, 다음의 Table 2는 AGV 시뮬레이션 교육 후 자신에 대한 자가진단 평가 결과이다. 2개 집단의 평균 차이를 분석하기 위해 독립 표본 t검정을 실시한 결과, 1차 평가의 경우 유의수준 0.256($p < 0.05$)로 유의한 차이를 보이고 있지 않으며, 2차 평가의 경우도 유의수준 0.075($p < 0.05$)로 2개 집단의 평균 점수가 통계적인 입장에서 유의한 차이가 없음을 보였다.

Table 2. Average and Standard Deviation Results

Group	1 st Evaluation		2 nd Evaluation	
	Average	Standard Deviation	Average	Standard Deviation
Control Group	68.70	15.77	75.60	11.46
Experimental Group	73.20	14.23	73.90	12.05

평가 결과 실험 집단의 자가진단 결과가 통제 집단에 비하여 평균 점수가 0.65 상승하였으며, 표준 편차는 사전 평가에 비하여 증가하였으나, 통제 집단과 실험 집단의 차이를 비교하면 오히려 감소하여, 제안 모델을 통한 학습의 효과가 향상되었다는 것을 확인하였다.

5. 결론 및 향후 연구

COVID-19와 같은 사회적인 변화로 인하여 온라인을 통한 교육의 중요성이 더욱 커지고 있으나, 온라인 수업과 관련하여 충분하지 않은 자원이 있을 수 있고, 학습자의 활동 설계에도 많은 어려움이 있을 수 있기에, 디지털

기반의 교육용 콘텐츠의 개발과 활용으로 비대면 산업을 적극 활성화해야 할 필요가 있다. 4차산업혁명의 시작은 국내 산업 전반에 다양한 변화를 가져오고 있으며, 물류 자동화 현장에서는 AGV가 널리 사용되고 있다. 따라서 AGV 시스템 개발자 및 시스템 운영자 및 관리자, 유지보수 인력의 수요도 증가하고 있는 추세이다. 그러나 AGV 시스템은 고가의 비용이 소요되고, 활용할 수 있는 넓은 공간이 필요하다는 특성을 가지고 있어, 체계적인 교육이 어려운 상황이다. 기존에 AGV를 보유하고 있는 대학도 2대 정도를 시험 삼아 운행하고 있는 실정으로, 본 논문에서는 교육생들의 원활한 실습을 위하여 가상 시뮬레이션 기반의 AGV 원격 교육 모델을 제안한다. 제안 모델은 기존 기술인 라인 유도 방식이 아닌 영상 정보를 분석하여 AGV를 구동할 수 있는 모델로 구성하였으며, 자가진단 평가 결과 기존 기자재를 활용한 통제 집단 보다 온라인 교육을 통한 실험 집단이 평균 0.65의 만족도가 상승하여, 온라인 교육 환경에서 활용할 수 있는 가능성을 확인하였다. 향후 연구에서는 AGV 시스템을 구성하는데 있어 가장 중요한 돌발 상황의 안전 문제나 물류 현장의 인식 오류 등 비정상적인 환경에서의 시뮬레이션은 아직 연구가 부족한 상황으로 많은 사고 사례를 수집하여 다양한 상황을 교육할 수 있는 연구가 필요하다.

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] J. W. Do. (2020). An Investigation of Design Constraints in the Process of Converting Face-to-face course into Online Course. *Journal of Education & Culture*, 26(2), 153-173. DOI : 10.24159/joec.2020.26.2.153
- [3] M. E. Kim, M. J. Kim, Y. I. Oh & S. Y. Jung. (2020). The Effect of Online Substitution Class Caused by Coronavirus(COVID-19) on the Learning Motivation, Instructor-Learner Interaction, and Class Satisfaction of Nursing Students. *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 20(17), 519-541. DOI : 10.22251/jlcci.2020.20.17.519
- [4] K. Chiasson, K. Terras & K. Smart. (2015). Faculty perceptions of moving a face-to-face course to online instruction. *Journal of College Teaching & Learning (TLC)*, 12(3), 321-240.
- [5] 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
- [6] K. S. Hone & G. R. El Said. (2016). "Exploring the factors affecting MOOC retention: a survey study", *Computers & Education* 98, 157-168.
- [7] 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
- [8] 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
- [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] L. A. Dieker, J. A. Rodriguez, B. Lignugaris/ Kraft, M. C. Hynes & C. E. Hughes. (2014). The potential of simulated environments in teacher education: Current and future possibilities. *Teacher Education and Special Education*, 37(1), 21-33.
DOI : 10.1177/0888406413512683
- [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] K. H. Kim, A. R. Shin & J. H. Ryu. (2020). The Effects of Computer-Based Teaching Simulation for Pre-service Teachers: a meta-analysis, *Teacher Education Research*, 59(3), 429-444.
DOI : 10.15812/ter.59.3.202010.429
- [13] N. U. Bautista & W. J. Boone. (2015). Exploring the impact of TeachME™ lab virtual classroom teaching simulation on early childhood education majors' self-efficacy beliefs. *Journal of Science Teacher Education*, 26(3), 237-262.
DOI : 10.1007/s10972-014-9418-8
- [14] G. Zhou, J. Yuan, I. L. Yen & F. Bastani. (2016). Robust real-time UAV based power line detection and tracking. In *2016 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*, IEEE, 744-748.
DOI : 10.1109/ICIP.2016.7532456
- [15] M. Lv, T. Gao & N. Zhang. (2016). Research of AGV scheduling and path planning of automatic transport system. *International Journal of Control and Automation*, 9(4), 1-10.
- [16] Y. Yang, M. Zhong, Y. Dessouky & O. Postolache. (2018). An integrated scheduling method for AGV routing in automated container terminals. *Computers & Industrial Engineering*, 126, 482-493.
DOI : 10.1016/j.cie.2018.10.007
- [17] D. Wu, Y. Meng, K. Zhan & F. Ma. (2018, November). A lidar slam based on point-line features for underground mining vehicle. In *2018 Chinese Automation Congress (CAC)*, IEEE, 2879-2883.
DOI : 10.1109/CAC.2018.8623075

진 고 환(Go-Whan Jin)

[정회원]



- 1990년 2월 : 한국과학기술원 산업공학과 (공학석사)
- 1999년 2월 : 한국과학기술원 테크노경영대학원 (공학박사)
- 2002년 3월 ~ 현재 : 우송대학교 IT융합학부 교수
- 관심분야 : 비전 시스템, 빅데이터, 이

동통신, 기술경영, 통신최적화

· E-Mail : gwjin@wsu.ac.kr