Journal of the Korea Convergence Society
Vol. 11. No. 9, pp. 15-20, 2020

ISSN 2233-4890 / eISSN 2713-6353
https://doi.org/10.15207/JKCS.2020.11.9.015

가상 비전 시스템 이미지 생성 및 전송 효율에 관한 연구

김원
우송대학교 IT융합학부 교수

A Study on the Virtual Vision System Image Creation and Transmission Efficiency

Won Kim
Professor, Division of IT Convergence, Woosong University

요 약 소프트웨어가 국가의 혁신 및 성장, 가치 창출에 핵심 요소가 되고 있고, 이에 소프트웨어 관련 교육은 필수적인 상황이다. 공학 교육에 대한 수행방법 가운데 하나로, 실행이 어려운 상황에 대하여 유사한 환경에서 교육할 수 있는 가상 시뮬레이션을 통한 교육이 다양하게 이루어지고 있다. 최근 생산 현장에 스마트팩토리의 구축이 확산되고 있고, 비전 시스템을 활용한 제품 검사가 수행되고 있다. 그러나 비전 시스템에 대한 운영 기술의 부족으로 많은 어려움을 겪고 있으나, 비전 시스템 교육을 위한 시스템 구축에 많은 비용이 필요하다. 본 논문에서는 컴퓨터와 물리엔진의 카메라 기능을 융합하여 영상을 추출하고 전송할 수 있는 교육용 가상 시뮬레이션 모델을 제안한다. 제안 모델의 실험 결과 평균 35.4FPS로 30Hz 이상의 이미지 생성이 가능하며, 22.7ms의 시간으로 이미지를 송수신할 수 있어, 교육용 가상 시뮬레이션 교육 환경에서 활용할 수 있을 것이다.

주제어 : 융합, 가상 시뮬레이션, 교육용 소프트웨어, 비전 시스템, 스마트 팩토리

Abstract Software-related training can be considered essential in situations where software is an important factor in national innovation, growth and value creation. As one of the implementation methods for engineering education, various education through virtual simulations that can educate difficult situations in a similar environment are being conducted. Recently, the construction of smart factories at production and manufacturing sites is spreading, and product inspections using vision systems are being conducted. However, it has many difficulties due to lack of operation technology of vision system, but it requires a lot of cost to construct the system for education of vision system. In this paper, provide an educational virtual simulation model that integrates computer and physics engine camera functions and can extract and transmit video. It is possible to generate an image of 30Hz or more at an average of 35.4FPS of the experimental results of the proposed model, and it is possible to send and receive images in a time of 22.7ms, which can be utilized in an educational virtual simulation educational environment.

Key Words : Convergence, Virtual Simulation, Education Software, Vision System, Smart Factory

This paper was supported by the 2020 Woosong University academic research fund.
*Corresponding Author : Won Kim(kimwon@wsu.ac.kr)
Received August 1, 2020 Revised September 4, 2020
Accepted September 20, 2020 Published September 28, 2020

1. 서론

4차산업혁명으로 정보통신기술 산업이 빠르게 발전하고 있고, 세계적으로 사회를 비롯한 경제 분야 등에서 소프트웨어가 국가의 혁신 및 성장, 가치 창출에 있어 중심적인 핵심 요소가 되고 있는 상황으로[1], 공학교육에 대하여 시뮬레이션 환경에서 학습하는 방법에 대한 방향이 제시되고 있다. 학교 현장에서는 소프트웨어 교육에 대한 관심과 지원이 지속되고 있으며, 컴퓨터 등의 기자재와 피지컬 컴퓨팅을 위한 교구를 확보하여 인프라 구축을 진행하고 있는 실정으로, 2015년 소프트웨어 교육의 필수화 계획에 의하여 소프트웨어 교육이 급속하게 확산되고 있고, 소프트웨어 교육 방향 연구, 소프트웨어 교수 학습 방법 탐색과 관련된 연구가 이루어지고 있고[2,3], 소프트웨어 교육의 인식 연구 및 요구에 관한 연구[4]가 진행되었다. 소프트웨어 교육은 창의성, 문제해결 능력, 컴퓨팅 사고, 논리적 사고, 수학적 사고, 도전 정신 등에 긍정적인 영향을 미치고 있다[5,6]. 또한 다양한 소프트웨어 교육 방법 중 하나로 시뮬레이션을 통한 교육이 각광을 받고 있으며, 이는 실제 실행이 어려운 상황을 비슷한 환경에서 교육할 수 있는 가상의 프로그램을 통하여 교육할 수 있는 소프트웨어이다. 최근 반도체를 비롯한 많은 제조 현장에 스마트 팩토리를 적용하고자하는 구축이 급속하게 확산되고 있으며, 비전 시스템을 이용하여 생산 제품의 양품과 불량에 대한 검사가 이루어지고 있으나[7,8], 비전 시스템을 운영할 수 있는 기술의 부족으로 많은 난관이 있는 실정이다. 따라서 비전 시스템 운영에 관한 교육 및 환경이 필수적이나, 시스템 구축에 많은 비용이 필요하다.

본 논문에서는 물리엔진의 카메라 기능을 이용하여 영상을 추출하고 전송할 수 있는 비전 시스템 교육용 가상 시뮬레이션 모델을 제안한다. 제안 모델을 통하여 비전 시스템 구축 소요비용의 절감과, 비전검사 시스템을 비롯하여 자율 주행 시뮬레이션 등 다양한 교육 방법으로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

2. 가상 시뮬레이션

가상 시뮬레이션(Virtual Simulation)은 현실 세계에서 실제로 물리적인 환경의 필요하지 않으며, 가상현실에서 시뮬레이션을 통하여 실제 사용 환경과 같은 형태로 평가할 수 있다[9]. 또한 가상 시뮬레이션은 많은 산업 분야에서 여러 가지 방법으로 확장하여 사용하고 있으며, 가상 시뮬레이션의 장점은 저가격, 고품질로서 많은 기업과 산업 분야에서 효율적인 대안이 될 수 있으며[10], 시뮬레이션과 모델링 기술들은 제품을 생산하는 제조 산업과 관련된 분야로 확대되고 있고, 국내 및 국외 시뮬레이션 시장이 급성장하고 있는 상황이다[11,12].

가상 시뮬레이션은 과학 및 공학 분야 외에도 동적 모델을 기반으로 실험하고자 하는 다양한 분야에서 적용하여 사용할 수 있는 특징을 가지고 있으며, 현실 세계에서 사용하고 있는 물리적인 모델을 컴퓨터와 같은 디지털 공간에서 재현하여, 성능을 예측할 수 있고, 최적의 의사결정이 가능한 장점을 가지고 있다[13,14]. 시뮬레이션 소프트웨어는 시스템 모델의 종류에 의하여 다양하게 존재하고 있으며, 시스템의 모델은 은행의 업무 과정, 제조 공장의 내부 모습, 2D, 3D와 같은 다양한 모델이 존재하고 있다[15]. 최근 유니티 게임 엔진의 공개로 의료 시뮬레이션을 위한 초점 배경 볼륨 가시화에 대한 연구[16]와 가상현실 기반의 관광정보 애플리케이션 설계와 같은 연구[17]와 같이 다양하게 이루어지고 있으나, 교육 학습용 가상 시뮬레이션과 관련된 연구는 매우 미미한 실정이다.

3. 가상 비전 시스템

3.1 제안 모델 구성도

다음의 Fig. 1은 가상 비전 시스템 환경을 구축하기 위한 시스템 구성도로서, 3D 시뮬레이션 내의 오브젝트를 촬영하는 카메라 컴포넌트와 이미지 처리를 위해 이미지를 요청하여 수신할 수 있는 이미지 프로세싱 애플리케이션의 이미지 수신부로 구성되어 있다.

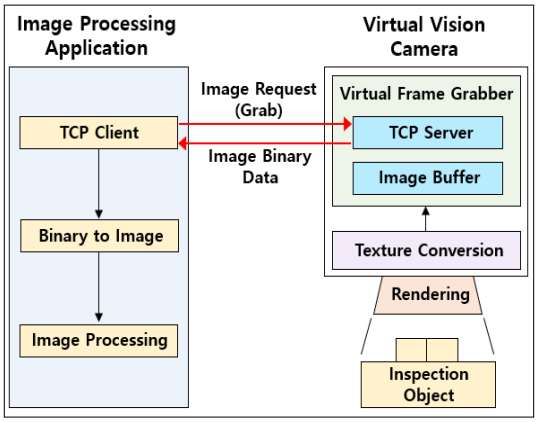

Fig. 1. System Configuration Diagram

유니티로 구성한 3D 시뮬레이션 환경에 임의의 검사 대상과 이를 촬영할 카메라 오브젝트를 생성한다. 이때 검사 대상은 실제 제품의 모델링 데이터를 활용하여 유니티에 Mesh를 렌더링 하고, 카메라 오브젝트는 유니티에서 제공하는 기본 카메라 모듈을 사용하였다. 카메라 모듈을 이용하여 검사 대상의 텍스처를 평면 픽셀로 읽어 내며, 이를 스크립트로 작성한 가상 프레임 그래버(Virtual Frame Grabber)의 이미지 버퍼에 저장한다. 가상 프레임 그래버는 수신 대기 상태에서 클라이언트의 요청에 의해 이미지 버퍼의 바이너리 데이터를 송신하고, 이미지 프로세싱 애플리케이션은 전달 받은 영상을 가공 및 분석하는 소프트웨어 단계로 본 논문에서는 이미지 처리 전 단계인 이미지 수신부를 구현하였다.

3.2 이미지 추출 프로세스

다음의 Fig. 2는 유니티 상에서 검사 대상의 촬영 이미지를 추출하여 바이너리 버퍼에 저장하는 제안 모델의 이미지 추출 프로세스이다.

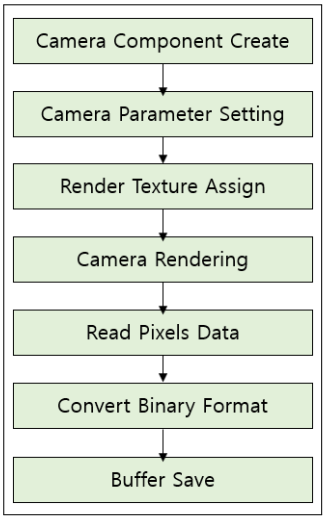

Fig. 2. Image Extraction Process

물체를 측정할 카메라의 위치에 유니티의 기본 카메라 오브젝트를 생성한다. 그 후 실제 카메라의 투영 방식을 원근법으로 설정한 후, FOV(Field Of View)를 조절 한 후 렌즈의 배율과 일치시켰다. 다음 시뮬레이션 상에서 현재 카메라의 시점을 미리 보기 화면에 띄우기 위한 렌더 텍스처를 카메라에 등록한다. 초기화 과정이 완료되면, 스크립트를 통하여 카메라를 매 프레임 수동으로 랜더링하고, 지정한 픽셀 크기에 적합하게 이미지 센서로 지정한 2D 텍스처에 카메라의 렌더 화면을 전송한다. 마지막으로 전송된 화면은 곧바로 프레임 그래버의 버퍼 영역에 원하는 유형의 바이너리 이미지 형태로 저장된다.

3.3 이미지 전송 프로세스

다음의 Fig. 3은 가상 비전 카메라에서 수집한 이미지를 이미지 프로세싱 애플리케이션이 전달 받기 위한 프로세스이다.

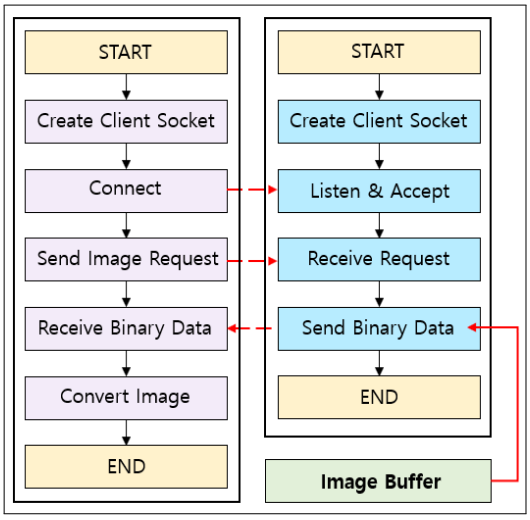

Fig. 3. Image Transceiver Process

이미지 전송은 가상 비전 카메라에 포함되어 있으며 프로그램을 실행할 경우, 소켓을 이용하여 TCP 서버를 생성한다. 생성된 서버는 상시 클라이언트의 접속을 수신 대기하고 있다. 이후 클라이언트의 접속이 이루어지고, 이미지 요청 메시지를 수신하면 프레임 그래버에 저장된 버퍼의 내용을 송신한다.

이미지 수신부는 이미지 프로세싱 애플리케이션에서 원활하고, 편리하게 사용하기 위하여 클래스 라이브러리 형태로 제작된 TCP 클라이언트이며, 사용자에 의해 이미지 요청 메시지를 송신하게 된다. 이 때 수신 받은 메시지를 메모리 스트림에 직렬화 한 뒤, 비트맵 이미지로 변환하여, 수신 완료 이벤트를 호출한다.

다음의 Fig. 4는 이미지 수신 및 변환 과정을 스크립트 코드로 작성한 알고리즘의 일부이다.

```
START
CALL 'GRAB' Function
SEND 'Grab' message
THREAD 'Image Receiver' READ 'Binary Data'
    WRITE MEMORY STREAM from 'Binary Data'
    SEEK MEMORY STREAM BEGIN
    BITMAP CONVERT from MEMORY STREAM
    ENQUEUE BITMAP
END
```

Fig. 4. Image Receive and Conversion Process

4. 가상 비전 모델 구현 및 실험

4.1 제안 모델 구현

제안 모델의 실험을 위하여 다음의 Fig. 5와 같이 가상의 비전 검사 시스템을 유니티에 구현하여 유니티 내의 오브젝트로부터 이미지를 추출하였다.

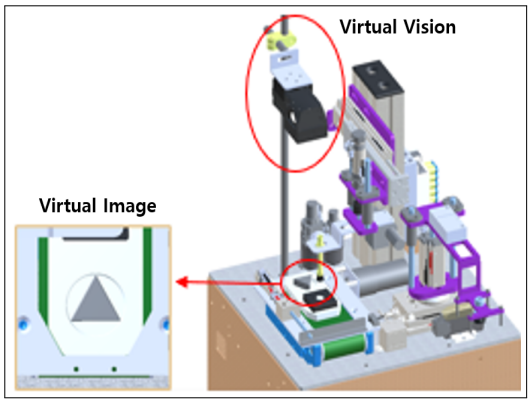

Fig. 5. Virtual Vision Test System

제안 모델인 교육용 가상 비전 검사 시스템은 실제 스마트 팩토리 교육에 사용하는 테스트 베드 중 검사 공정에 해당하는 부분의 모델링 데이터를 바탕으로 제작하여 구현하였다.

또한, 다음의 Fig. 6과 같이 OpenCV와 본 논문의 이미지 수신부를 이용하여 이미지 프로세싱 애플리케이션을 구성하였고, 이를 통하여 이미지 이진화를 수행하였다. 왼쪽의 이미지는 명암 차이에 의한 임계값을 기준으로 이진화를 실시한 결과이며, 오른쪽은 관심영역을 적용한 이미지이다.

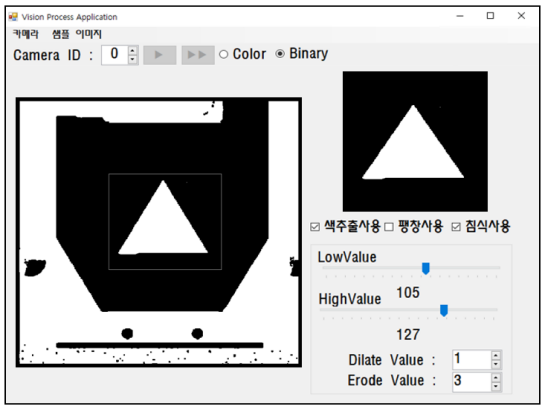

Fig. 6. Image Processing Application

4.2 실험 및 평가

다음의 Table 1은 이미지 생성 주기를 측정하기 위해 유니티의 프로파일러를 이용하여 평균 프레임과 타임 라인을 분석한 결과이다.

Table 1. Virtual Vision Test System Profiler

Division	Item	Maximum	Minimum	Average
Frame	Total (FPS)	42.2	29.3	35.4
Time Line	CPU (ms)	52.23	42.14	46.07
	Virtual Camera (ms)	33.05	22.73	27.55

제안 모델의 실험 시 사용한 PC는 CPU i5-7600, 그래픽 GTX 1050, RAM 16MB 환경에서 테스트 하였으며, 생성하는 이미지의 크기는 1024x1024 픽셀의 RGBA 24bit의 이미지를 생성하였다. 테스트 결과 평균 35.4 FPS로 30Hz 이상의 이미지 생성이 가능한 것으로 측정되었다. 또한 이미지 전송 속도는 정확한 성능 측정을 위하여, 다음의 Fig. 7과 같이 이미지 수신부만 탑재한 별도의 애플리케이션을 구현하였다. 테스트 애플리케이션은 1000장의 이미지를 송수신 하는 동안 각 이미지 당 송수신하는데 소요된 시간 및 전체 시간을 로그로 작성하였다. 측정 결과 이미지 당 평균 약 22.7 ms의 시간으로 이는 약 44Hz 정도의 이미지를 송수신 할 수 있는 것으로 측정되었다.

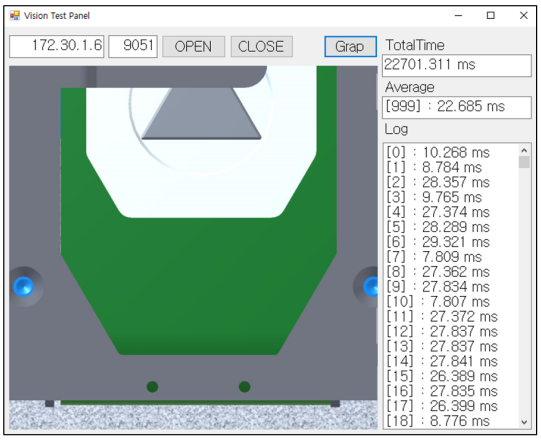

Fig. 7. Image Transceiver Test Application

다음의 Table 2는 제안 모델의 평가를 위하여 설문조사를 실시한 조사 결과를 정리한 것이다. 비전 시스템 운영자와 교육생 30명에게 비전 시스템 가상 시뮬레이션 교육에 대한 설문조사를 하여 만족도 평가를 하였고, 대상자 연령은 20대에서 40대를 대상으로 하였다.

Table 2. Survey Results

Classification	User satisfaction	effectiveness	efficiency
Very good	21	22	21
Good	5	2	3
Moderate	3	2	3
Dissatisfied	1	3	3
Very Dissatisfied	0	0	0

평가 결과를 종합하면 '좋다' 이상의 의견이 82.2%로 기대치 이상으로 평가 결과가 도출되었으며, 실제 장비를 통한 교육이 아닌 가상 시뮬레이션 교육에 따라 익숙하지 않았으나, 신속한 접근이 가능하였고, 비전 시스템 교육에 대한 다양한 기능의 추가가 필요하다는 의견이 도출되었다.

5. 결론 및 향후 연구

4차산업혁명을 통하여 정보통신기술이 급속하게 발전하고 있고, 다양한 기술 중 소프트웨어가 중심적인 핵심 요소가 되고 있는 상황으로 공학 교육에 대한 목표 및 시뮬레이션 환경에서 학업을 수행하는 방법에 대한 방향이 제시되고 있다. 가상 시뮬레이션은 실제 실행이 어려운 상황에서 가상의 프로그램을 통하여 교육할 수 있는 소프트웨어이다. 최근 반도체를 비롯한 많은 생산 현상에서 스마트 팩토리의 구축이 급속하게 확산되고 있고, 비전 시스템을 통하여 생산 제품의 양품과 불량을 검사하여 생산 효율을 향상시키고 있는 실정이다. 따라서 비전 시스템에 대한 이미지 처리 자체의 교육뿐만 아니라 비전 시스템의 유지보수 인력 및 오퍼레이터의 수요도 함께 증가하고 있다. 그러나 이미지 처리에 대한 교육은 비전에 대한 전공 지식이 필요하고, 학습하기가 쉽지 않은 학문으로, 다양한 교육 방법이 연구되고 발전되어 왔으나, 비전 시스템의 오퍼레이팅에 대한 교육은 비싼 비전 장비 및 소프트웨어가 필요하나, 현재 활성화는 어려운 상태이다. 본 논문에서는 물리엔진의 카메라 기능을 이용하여 영상을 추출하고 전송할 수 있는 교육용 가상 시뮬레이션 모델을 제안한다. 제안 모델의 실험은 유니티의 프로파일러를 이용하여 평균 프레임과 타임라인를 분석하였으며, 이미지 생성은 평균 35.4FPS로 30Hz이상이고, 이미지 송수신은 평균 약 22.7ms의 시간으로, 약 44hz 정도로 확인되어, 가상 시뮬레이션 교육 환경에서 충분히 사용할 수 있고, 설문 조사 결과 82.2%의 만족도 결과를 나타내었다. 향후 연구 방향으로는 비전 시스템의 운영에 가장 중요한 조명이나 렌즈의 초점 및 영상 품질에 관한 연구가 계속 이루어져야 할 것이다.

REFERENCES

[1] Y. S. Jeong et el. (2015). A Development of the SOftware Education Curriculum Model for Elementary Students. *Journal of The Korean Association of Information Education, 19(4),* 467-480.
DOI : 10.14352/jkaie.2015.19.4.467

[2] C. H. Lee. (2017). Effects of Computational Thinking based Real Life Problem Solving Learning on Elementary School Student's Computational Thinking. *The Journal of Practical Arts Education Research, 23(4),* 91-107.
DOI : 10.29113/skpaer.2017.23.4.091

[3] S. E. IM & Y. S. Jeong. (2017). Development of Teaching and Learning Methods Based on Algorithms for Improving Computational Thinking. *Journal of The Korean Association of Information Education, 21(6),* 629-638.
DOI : 10.14352/jkaie.2017.21.6.629

[4] M. J. Oh & M. R. Kim. (2018). Analysis of Effects of

Scratch Programing Education to Improve Computational Thinking. *The Journal of Educational Information and Media, 24(2),* 255-275.
DOI : 10.15833/KAFEIAM.24.2.255

[5] H. C. Kim, Y. M. Ko, H. I. Kim & C. M. Kim. (2015). Effects of PSA programming learning on Problem solving ability and Logical thinking ability : In the case of High School Students. *Journal of The Korean Association of Computer Education,* 18(5), 1-13.

[6] Rich, P. J., Leatham, K. R. & Wright, G. A. (2013). Convergent cognition. *Instructional Science, 41(2),* 431-453.

[7] G. W. Jin. (2017). A Study on the BGA Package Measurement using Noise Reduction Filters. J*ournal of the Korea Convergence Society, 8(11),* 15-20.
DOI : 10.15207/JKCS.2017.8.11.015

[8] H. J. Yun, K. R. Park & D. H. Kim. (2018). A Study on the Improvement of Intaglio Characters Recognition of Rubber Tires. J*ournal of the Korea Convergence Society, 9(10),* 7-12.
DOI : 10.15207/JKCS.2018.9.10.007

[9] J. W. Lee, J. Y. Han, D. K. Na & K. Nah. (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

[10] J. W. Hong. (2016). Virtual reality technology trend in medical industry. *Weekly ICT Trends IITP, 1(1751),* 2-16.

[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] Y. S. Hau. (2015). IT SMEs' product planning capability and manufacturing capability in the context of digital convergence: The mediating impacts of the product exterior and interior design capabilities. *Journal of digital Convergence, 13(12),* 55-62.
DOI : 10.14400/JDC.2015.13.12.55

[15] 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

[16] T. J. Ha & H. W. Kye. (2018). Focus+context volume rendering for medical simulation based on Unity game engine. *Journal of Korea Game Society, 18(4),* 65-74.
DOI : 10.7583/JKGS.2018.18.4.65

[17] H. J. Ha, S. J. Park & S. K. Lee. (2017). Design of Mobile Application for Virtual Reality-based Tour Information Using Leap-Motion and Unity 3D. *The Journal of Korean Institute of Information Technology, 15(10),* 135-142.
DOI : 10.14801/jkiit.2017.15.10.135

김 원(Won Kim) [정회원]

· 1990년 2월 : 한국항공대학교 항공전자공학과(공학사)
· 1999년 2월 : 한국과학기술원 전기및전자공학과(공학석사)
· 2007년 8월 : 한국과학기술원 전자전산학과(공학박사)
· 1990년 3월 ~ 1997년 2월 : 국방과학연구소 연구원
· 2000년 3월 ~ 2007년 7월 : 우송공업대학 디지털전자정보계열 교수
· 2007년 8월 ~ 현재 : 우송대학교 IT융합학부 교수
· 관심분야 : 비전 시스템, 무선통신, 로보틱스, 유전자 알고리즘
· E-Mail : kimwon@wsu.ac.kr