JKIICE Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering

한국정보통신학회논문지 Vol. 24, No. 11: 1445~1450, Nov. 2020

이기종 유사홀로그램 시스템 간 콘텐츠 자동 가시화 기법

김주환[1] · 조동식[2*]

Automatic Visualization for Heterogeneous Hologram-Like Systems

Ju-Hwan Kim[1] · DongSik Jo[2*]

[1]Graduate Student, Department of Quantum Engineering, Wonkwang University, Iksan-si, Jeollabuk-do, 54538 Korea
[2*]Professor, Department of Digital Content Engineering, Wonkwang University, Iksan-si, Jeollabuk-do, 54538 Korea

요 약

최근 실감 콘텐츠 체험 기회를 제공하기 위한 유사홀로그램(hologram-like)시스템은 공연, 전시, 교육 등에 활발히 적용 및 서비스되고 있다. 이러한 유사홀로그램 시스템을 구성하는 방법은 피라미드형, 반투명 대형 단일 스크린 형태 등 설치될 장소, 사용 목적, 체험자 인원, 콘텐츠의 형태 등에 따라 다양한 크기, 투영 면수 등으로 구성할 수 있다. 본 논문에서는 형태가 서로 다른 이기종의 유사홀로그램 시스템에서 구동되는 실감 콘텐츠 제작을 용이하게 하기 위해 하드웨어 구성에 맞추어 즉석에서 자동적으로 가시화할 수 있는 기법을 제시한다. 본 논문의 결과에 따르면 유사홀로그램 시스템의 구성에 따라 콘텐츠를 매뉴얼하게 재가공하는 노력이 필요 없이 콘텐츠 개발자는 유사홀로그램 시스템에 투영되는 콘텐츠만을 개발하면 즉석에서 자동으로 보정된 가시화가 진행됨을 알 수가 있었다.

ABSTRACT

Recently, a hologram-like system to provide a realistic experience has been serviced in performances, exhibitions, education. The constructing method for the hologram-like system can be configured in various forms such as a pyramid-typed, a semi-transparent large screen form. However, in various types of hologram-like systems, it is difficult to provide adjustment by changing and revising the content according to the configured hardware characteristics. In this paper, we propose a novel technique that can automatically visualize virtual contents running on heterogeneous hologram-like systems. To change the content to a given hardware configuration, we receive pre-built simple text-based configuration data, and correcting process was performed. According to the results of this paper, we found automatically and easily corrected visualization with the given configuration of the hologram-like system. Also, the problem of reducing the time by manual control in various types of heterogeneous hologram systems was solved.

키워드 : 혼합현실, 유사홀로그램, 홀로그램, 가시화, 이기종

Keywords : Mixed reality, Hologram-like, Hologram, Visualization, Heterogeneous

Received 28 July 2020, **Revised** 31 July 2020, **Accepted** 4 August 2020

*** Corresponding Author** DongSik Jo (E-mail:dongsik1005@wku.ac.kr, Tel:+82-63-850-7271)
Professor, Department of Digital Contents Engineering, Wonkwang University, Iksan-si, Jeollabuk-do, 54538 Korea

Open Access http://doi.org/10.6109/jkiice.2020.24.11.1445 print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

ⓒThis is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(http://creativecommons.org/li-censes/by-nc/3.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright Ⓒ The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

Ⅰ. 서 론

최근, 사용자들에게 몰입감 높은 실감 콘텐츠를 이용하여 경험을 제공하기 위한 가상현실(VR), 증강현실(AR), 혼합현실(MR) 등 기술이 크게 발전하고 있다[1]. 하지만, 콘텐츠를 가시화하기 위한 HMD(Head-mounted display)와 같은 몰입형 장치의 경우 사용자가 착용을 해야하는 번거로움이 있을 뿐 아니라 좁은 시야각(Field of view)만을 제공하는 한계를 가지고 있다[2]. 또한, 착용형 장치를 사용하는 경우 다수의 사용자가 한꺼번에 동일한 콘텐츠를 보는 협업환경을 구성하는 경우에는 시스템 구성 및 콘텐츠 제작 방법이 보다 복잡해진다[3]. 이를 극복하는 방법으로 사용자에게 편의성을 제공하고, 별도의 착용형 장치가 필요없는 홀로그램 시스템의 개발이 최근 활발히 진행되고 있다[4]. 홀로그램은 빛의 간섭 효과를 기반으로 허공에 가상의 콘텐츠가 투영되는 효과를 제공하는 기법이지만 현재 천연색의 콘텐츠를 가시화하는데 한계를 가지고 있고, 실생활에서 사용되는 객체의 크기와 동일한 크기로 콘텐츠를 표현하기에는 아직 어려움이 있다[5]. 따라서 허공에 가상의 콘텐츠를 life-size로 가시화하는 유사홀로그램(hologram-like) 시스템이 몰입 경험기회를 제공하고, 협업을 위한 콘텐츠 경험을 제공하는데 활발히 활용되고 있다[6]. 즉, 유사홀로그램 시스템은 가상의 콘텐츠가 허공에 띄워져 있는 것처럼 보이게 하는 플로팅(floating) 효과를 제공하여 기존의 디스플레이보다 대규모의 사용자에게 실감적인 체험을 제공하는 장점이 있다[7]. 이러한 유사홀로그램 시스템은 먼저 효과적인 체험 제공을 위해 설치 현장의 특성에 맞추어 하드웨어(H/W)를 설정한다. 그리고 체험하는 콘텐츠의 속성에 맞게 대형 단일 스크린(2m 이상) 형태의 유사홀로그램 시스템, 피라미드 형태(3면 혹은 4면)의 시스템까지 다양한 형태도 구성할 수가 있다. 이 때 여러 가지 형태의 하드웨어 구성을 가지는 유사홀로그램 시스템은 객체가 투영되는 면의 개수, 면의 각도, 디스플레이 사이즈, 콘텐츠의 위치, 인터페이스 위치 등 다양한 시각화 요소가 고려되어야 하고, 유사홀로그램 시스템 내부의 적절하게 가시화되는 가상 객체(virtual object)가 배치되어야 한다. 하지만, 동일한 가상 객체를 가시화하기 위해 콘텐츠를 실행하더라도 여러 가지 모양을 가진 하드웨어 특성을 가지는 유사홀로그램 시스템에 적용할 때마다 시각화 요소들(가상 카메라 각도, 시야각, 개수 등)을 고려하여 콘텐츠 설정을 변경해야 하는 문제가 있다. 즉, 유사홀로그램 시스템의 하드웨어 구성에 따라 콘텐츠를 변형하고, 재구성하는 번거로움이 발생한다.

본 논문에서는 다양한 형태의 하드웨어를 가지는 이종의 유사홀로그램 시스템 간에 동일한 콘텐츠를 자동으로 가시화하기 위한 방법을 제시한다. 동일한 가시화를 보장하기 위해 유사홀로그램 시스템의 가시화에 영향을 줄 수 있는 요소들과 보정 파라미터를 정의하였고, 이종의 유사홀로그램 시스템을 사용하더라도 동일한 가시화 효과를 제공하도록 콘텐츠 자동 보정 저작 기법을 수행하였다. II장에서는 본 논문에서 적용하는 다양한 형태의 유사홀로그램 시스템의 구성 방법을 제시하고, III장에서는 본 논문에서 구현된 유사홀로그램 시스템을 위한 자동 가시화 및 결과를 보여주고, IV장에서는 결론과 추후 연구 계획을 제시할 것이다.

Ⅱ. 유사홀로그램 시스템 구성 방법

그림1은 대형 단일 스크린을 이용한 프로젝션 방식의 유사홀로그램 시스템 한 가지 구성 예이다. 실제 무대에 위치한 사람(그림1의 4)과 유사홀로그램 시스템에 의해 투영될 가상 객체(그림1의 3)는 실제로는 같은 공간에 위치하고 있지 않지만 빔프로젝터(그림1의 1)에서 투영된 빛이 반투명 스크린(그림1의 2)에 반사되어 사용자(그림1의 5)는 투영된 객체와 실제 객체가 실제로 같이 있다고 느껴진다.

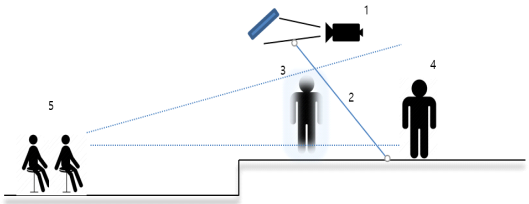

Fig. 1 Example of a hologram-like system based on a single projector and a semi-transparent beam splitter: 1. high resolution beam projector 2. beam splitter, 3. virtual object, 4. Real object, 5. User for the hologram-like system.

또 다른 유사홀로그램 구성으로 피라미드형이 있다(그림2와 그림3 참조). 그림2는 3면으로 구성된 피라미

드형 유사홀로그램 시스템이다. 하드웨어 구성은 콘텐츠를 디스플레이하기 위한 모니터, 정면/좌면/우면을 가시화하기 위한 3개의 반투명 스크린으로 구성이 되어 있다. 또 다른 피라미드 타입의 유사홀로그램 시스템으로 그림 3에 표현된 4면의 디스플레이 형태가 있다. 4면의 피라미드형 유사홀로그램 시스템은 3면의 시스템에 후면까지 포함된 형태라고 할 수 있겠다.

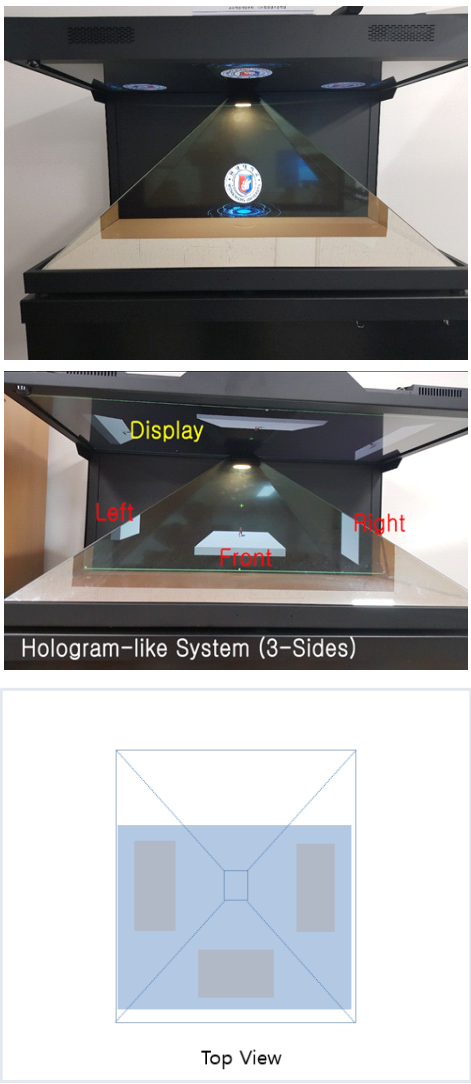

Fig. 2 Pyramid-typed hologram-like system composed of 3 sides: (Top and middle) system configuration, (bottom) top view of the system.

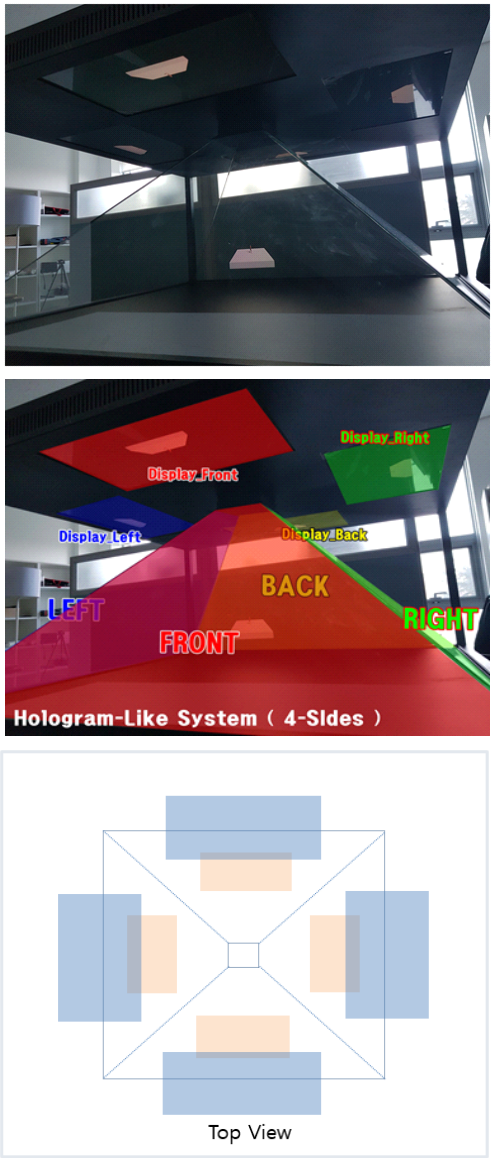

Fig. 3 Pyramid-typed hologram-like system composed of 4 sides: (Top and middle) system configuration, (bottom) top view of the system.

피라미드형 유사홀로그램 시스템에서 실제 가상객체가 비춰지는 모니터를 상단이나 하단에 배치한 후 모니터에서 나오는 가상객체를 기울어진 반투명 스크린에 비춰 가상객체가 반투명 스크린에 비춰지도록 하고, 영상이 투영될 면의 개수와 위치에 맞게 모니터에 배치시켜야 한다. 이를 통해 피라미드형 유사홀로그램 시스템

을 관찰하는 사용자는 반투명 스크린에 비춰진 가상객체를 관찰함으로써 다양한 방향에서 가상객체가 공간감을 느낄 수가 있다. 이때 콘텐츠 제작자는 반투명 스크린의 크기, 각도, 면의 수 등 고려하여 가상객체의 위치를 설정하고, 콘텐츠를 제작하여야 한다. 그림 4는 3면으로 구성된 유사홀로그램 시스템에서 모니터에 표현된 가상 객체(예. 캐릭터)를 가시화한 예이다.

Fig. 4 Content visualization for pyramid-typed hologram-like system composed of 3 sides: The divided images on the monitor is visualized onto the hologram-like system on 3 sides.

이미 언급한 바와 같이 유사홀로그램 시스템은 설치될 장소의 특성 및 사용 목적에 따라 다양한 형태로 하드웨어 구성이 가능하다. 단일 프로젝션 방식, 피라미드형 방식처럼 투영면 개수의 차이에서부터 디스플레이(혹은 모니터)의 각도, 영상표현을 위한 가시화 콘텐츠의 배치 위치, 반투명 디스플레이와 영상 재생 디스플레이의 크기 및 방향 등 다양한 요소에서의 차이점이 발생할 수가 있다. 이러한 다양한 형태의 하드웨어 구성특성에 맞춰 콘텐츠를 최적화하기 위해서는 여러 가지 유사홀로그램 시스템의 시각화 구성요소에 대한 보정 작업이 필요하다. 예를 들면, 같은 입력 콘텐츠(혹은 영상)라고 하더라도 서로 다른 형태의 유사홀로그램 시스템에 적용하고자 할 때 유사홀로그램 시스템의 하드웨어 특성을 파악하여 해당 콘텐츠를 몇 개의 면으로 분할하여야 하는지 고려되어야 하고, 타겟 유사홀로그램 시스템과 입력 콘텐츠간의 상관관계를 사전에 정의하고 ,이를 파라미터를 바탕으로 보정하여야 한다. 즉, 유사홀로그램 시스템의 특성에 따라 별도로 콘텐츠를 다시 설계하고 재조정해야 하는 번거로움이 발생하게 된다. 이를 극복하기 위해 본 논문에서는 이기종의 유사홀로그램 시스템에서 콘텐츠를 자동 보정 및 가시화 기법을 제시하였다. 3장에서는 본 논문에서 제시한 다양한 유사홀로그램 시스템의 구성에 대한 정보를 입력받아 입력 콘텐츠가 자동 보정되는 기법을 제시한다. 본 본문의 결과에 따라 이기종의 유사홀로그램 시스템에 동일한 콘텐츠를 실행하더라도 이종 유사홀로그램 시스템 간의 자연스럽게 콘텐츠가 가시화되는 기법을 수행할 수가 있다.

Ⅲ. 유사홀로그램 자동 가시화 및 결과

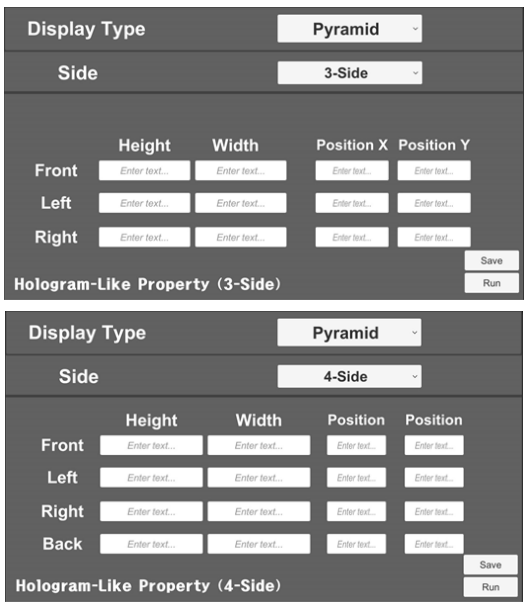

Fig. 5 The user(content developer) sets the configuration of the hologram-like system.

이기종의 유사홀로그램 시스템 간의 입체영상을 자동으로 보정하기 위해 서로 다른 구성의 유사홀로그램 시스템 장치의 구성을 파악하여야 한다. 그림5에서 제안한 바와 같이 우선적으로 이기종 유사홀로그램 시스템의 특성(높이, 깊이, 반투명 반사거울의 위치 등)을 유사 홀로그램 시스템의 스크린 속성을 입력으로 알아야

한다. 그리고 이를 기반으로 콘텐츠 저작 도구에서 콘텐츠를 어떻게 표현할지를 결정하게 된다. 표1은 유사홀로그램 시스템의 하드웨어 구성에 따른 콘텐츠를 자동으로 가시화하기 위한 알고리즘을 표현하였다. 표1에 따르면 이를 위해 초기에 하드웨어 구성에 대한 입력을 바탕으로 가시화하려는 콘텐츠를 가상 카메라 수를 설정하고, 가상 카메라의 위치, 콘텐츠의 위치를 결정하도록 한다. 그리고 가상 콘텐츠의 애니메이션 혹은 사용자의 상호작용에 따라 업데이트를 수행하도록 한다.

Table. 1 Algorithm: our visualization method using virtual cameras for automatic visualization of heterogeneous hologram-like systems.

Automatic adjustment visualization procedure for heterogeneous hologram-Like Systems

Input :Parameters of a hologram-like systems
Output: Adapted visualization
 	
Start()
{
Get H/W Setup ← Get each plane size (height, width) to Data
//Initialization : Establish screen setting in the given H/W configuration
 	
Get 3D model //Import content datasets
 	
Get animation //Import content datasets
 	
Setup virtual cameras with the H/W setup
 	
Calculate updated position and rotation of 3D model to apply H/W setup
 	
}
 	
Update()
{
Update animation
 	
Update by user's interaction
}

그림6은 3면의 유사홀로그램 시스템 가시화 장치의 특성을 사용자에게서 입력하여 자동보정하는 과정과 결과를 보여주고 있다. 그림6에 따르면 기본적으로는 사용자의 하드웨어 구성에 따른 입력에 따라 자동으로 콘텐츠가 보정이 되지만 정밀한 보정작업을 하기 위해 RGB 칼라로 표현된 삼각형 프리미티브로 미세조정 환경을 제공한다. 사용자는 유사홀로그램 시스템 가시화 장치를 관찰하고(그림 6 아래), 콘텐츠의 가시화 결과를 기반으로 업데이트를 수행할 수 있다.

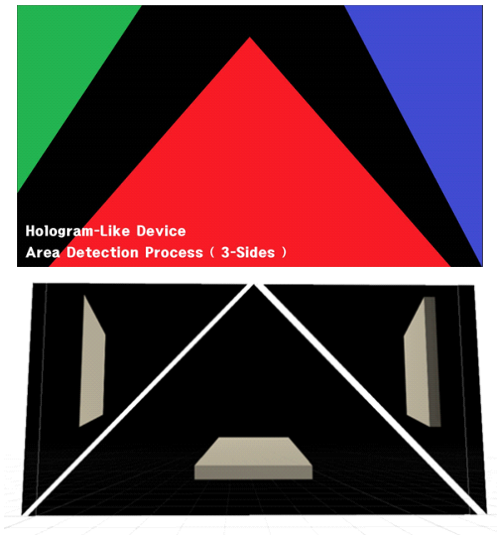

Fig. 6 Fine adjustment method for correction and content visualization result

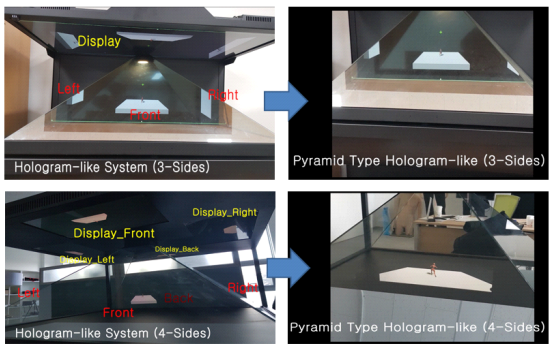

Fig. 7 Content visualization results for pyramid-typed hologram-like system composed of 3 sides (top) and 4 sides (bottom).

그림 7은 이기종의 유사홀로그램 시스템(피라미드형 3면 or 4면)을 기반으로 사용자에게서 입력받은 유사홀로그램 시스템 가시화 장치의 구성정보를 통하여 콘텐츠를 자동 가시화하였고, 그 결과를 검증한 결과이다. 본 논문의 결과에 따르면 유사홀로그램 시스템의 구성에 따라 콘텐츠를 재가공하는 노력이 필요 없이 콘텐츠 개발자는 콘텐츠만을 개발하면 자동으로 보정된 가시화가 진행됨을 알 수가 있었다.

Ⅳ. 결 론

본 논문에서는 이기종의 유사홀로그램 시스템에서 동일한 콘텐츠를 가시화 할 때 유사홀로그램 시스템의 구성에 따라 매번 콘텐츠 보정작업을 수행하지 않도록 하기 위한 자동 보정 기법을 제시하였다. 이를 위해 사용자에 의해 유사홀로그램 시스템의 구성 데이터를 입력받고, 가시화 보정 데이터를 활용하여 보정하여 콘텐츠를 가시화하는 방법을 제안하였다. 그 결과 유사홀로그램 시스템의 수동제어에 의한 시간 및 인력 소비에 대한 문제를 해결하였다. 추후 다양한 타입의 이기종 유사홀로그램 시스템에 본 논문에서 제안한 방법의 테스팅 작업을 수행하고자 한다.

ACKNOWLEDGEMENT

Following are results of a study on the "Leaders in INdustry-university Cooperation +" Project, supported by the Ministry of Education and National Research Foundation of Korea

REFERENCES

[1] D. S. Jo and J. Kim, “ARIoT : Scalable augmented reality framework for interacting with Internet of Things appliances everywhere,” *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, vol. 62, no. 3. pp. 334-340, 2016.

[2] B. Mclean and S. Smith, “Developing a wide field of view hmd for simulator,” *In SPIE 0778 Proceedings display system optics*, 1987.

[3] S. O. Escolano, C. Rhemann, S. Fanello, W. Chang, A. Kowdle, Y. Degtyarev, D. Kim, P. Davidson, S. Khamis, M. Dou, V. Tankovich, C. Loop, Q. Cai, P. Chou, S. Mennicken, J. Valentin, V. Pradeep, S. Wang, S. B. King, P. Kohli, Y. Lutchyn, C. Keskin, and S. Izadi, “Holoportation: virual 3D teloportation in real-time,” in *Proceedings of the 29th UIST*, pp. 741-754, 2016.

[4] H. Zhang, S. Hasegawa, H. Takahashi, H. Toyoda, and Y. Hayasaki, “In-system optimization of a hologram for high-stability parallel laser processing,” *Optics Letters*, vol. 45, no. 12, pp. 3344-3347, 2020.

[5] J. H. Choi, J. E. Pi, C. Y. Hwang, J. H. Yang, Y. H. Kim, G. H. Kim, H. O. Kim, K. H. Choi, J. W. Kim, and C. S. Hwang, “Evolution of spatial light modulator for high-definition digital holography,” *ETRI Journal*. vol. 41, pp. 23-31, 2019.

[6] S. Qahtan,, P. S. Sulaman, R. Mahmod, and R. Wirza, “3D holographic rendering for medical images using manipulates lighting in a 3D pyramid display,” *Journal of Advanced Science and Engineering Research*, vol. 7, no. 1, 2017.

[7] C. B. Son, “Study on Image Representation in Floating Hologram - Focusing on Hologram Pyramid,” *Journal of The Korean Society of Illustration Research*, vol. 52, pp. 77-87, 2017.

김주환(Ju-Hwan Kim)

원광대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 학부 졸업
원광대학교 양자컴퓨터대학원 석사과정
한국전자통신연구원(ETRI) 위촉 연구원
※관심분야 : 몰입가시화, 홀로그램, 양자 컴퓨팅, 양자 알고리즘

조동식(Dongsik Jo)

고려대학교 컴퓨터학과 공학박사
원광대학교 디지털콘텐츠공학과 조교수
한국전자통신연구원(ETRI) VR/AR기술연구그룹 선임연구원
※관심분야 : 홀로그램, VR/AR/MR, 컴퓨터그래픽스, HCI