

플로팅 홀로그램을 이용한 인터랙티브 사이니지 개발

김동진¹, 정동효², 김태용^{2*}

¹인더솔트, ²동서대학교 컴퓨터공학부

Development of Interactive Signage using Floating Hologram

Dong-Jing Kim¹, Dong Hyo Jeong², Tae-Yong Kim^{2*}

¹Inthesolt

²Division of Computer Engineering, Dongseo University

요약 홀로그램 기술과 ICT 기술의 접목을 통해 우수한 제품과 서비스가 가능한 소상공인의 경쟁력을 확보하는데 도움을 줄 수 있는 플로팅 홀로그램 기반 인터랙티브 사이니지 시스템을 개발하였다. 개발된 인터랙티브 사이니지 시스템은 소상공인의 홍보와 마케팅에 저비용으로 활용 가능하며 3D 홀로그램 영상으로 메뉴를 소개하고 사용자의 손동작에 반응하는 다양한 콘텐츠 제공도 가능하다. 개발된 시스템은 립모션 인식 범위가 좌우 60cm, 150도 내 반경에서 10개의 손가락 움직임을 초당 290프레임 속도로 감지할 수 있는 것을 확인하였다. 또한 립 모션 오브젝트의 물리적 접촉 실험을 통해 립모션 기기 가까에서 사용자의 동작 인식을 호버 존과 터치 존으로 기능 영역을 구분하여 가상 터치 기능이 정상적으로 동작하는 것을 확인하였다.

• 주제어 : 플로팅 홀로그램, 인터랙티브, 비접촉 인터랙션, 사이니지 시스템, 홀로그램 광고

Abstract We have developed an interactive signage system based on floating hologram by combining hologram technology and ICT technology, which can be competitive to small businesses that have excellent products and services. The developed interactive signage system can be used for publicity and marketing of small business owners at low cost, introducing menus with 3D hologram images, and providing various contents responding to user's hand movements. The developed system is able to detect 10 finger movements at a rate of 290 frames per second in a range of 60cm and a range of 150 degrees. We also confirmed that the virtual touch function operates normally by dividing the user's motion recognition into the hover zone and the touch zone by the physical motion experiment of the leap motion object.

• Key Words : Floating hologram, Interactive, Non-touch interaction, Signage system, Hologram advertising

Received 15 December 2018, Revised 28 December 2018, Accepted 29 December 2018

* Corresponding Author Tae-Yong Kim, Division of Computer Engineering, Dongseo University, 47, Jurye-ro, Sasang-gu, Busan, Korea.
E-mail: tykimw2k@dongseo.ac.kr

I. 서론

디지털 홀로그래피는 광학장비 대신 전자장비를 이용하여 간섭패턴을 기록하는 방식으로 홀로그래피의 간섭패턴을 CCD 카메라에 기록하고 비디오 신호로 전송하여 수신단에서 SLM (Spatial Light Modulator)에 재생된 간섭패턴에 레이저광을 조사함으로써 홀로그래픽 입체 영상을 복원하는 기법이다[1].

디지털 홀로그래피 기술을 활용한 예로 가상현실과의 접목을 통해 미리 성형에 대한 문진을 통해 수술 후의 성형결과를 확인할 수 있는 성형 보조 시스템 개발도 진행되고 있다[2].

또 다른 예로 서울 동대문역사문화공원에서 관객들이 실제 콘서트 현장을 실감할 수 있도록 K-Live 홀로그램 콘서트가 열리기도 하였다. 그리고 KT와 에이치투엔컴퍼니에서 공동 제작한 사이언스쇼 인체박물관 공연은 시대를 넘나드는 다양한 서양 명화에 표현된 인체를 다루는 학습 콘텐츠도 홀로그램을 활용한 대표적인 사례이다. 또한 동대문뒤퉹터(DDF)는 홀로그램 기술을 접목한 종합 패션쇼 콘텐츠 개발을 통해 전용 공연장을 운영하고 있다.

또한 ICT 기술의 발달과 함께 단순히 2D 이미지를 출력하여 조명을 비추는 재래식 방식에서 벗어나 IT 기술과 하드웨어를 활용한 광고 시스템 등이 등장하고 있으며, 홀로그램 생성 방식의 광고 간판이 활용되어 제품화 되고 있는 추세이다[3-6].

그러나 콘텐츠의 단순함과 제한적 투자 방식의 한계로 인해 투자대비 광고효과의 효율이 크게 개선되지 못하고 있으며 신기술의 접목으로 소비자로 하여금 잠시의 호감은 유도할 수 있으나 지속적인 광고효과를 유도하기에는 다소 미흡하다는 평가를 받고 있다.

본 연구에서는 사용자의 동작 인식을 통해 사용자에게 원하는 정보를 맞춤형으로 제공 가능한 비접촉 인터랙션 기반 홀로그램 메뉴 홍보 시스템을 설계하여 새로운 홍보 시스템을 요구하는 광고시장에서의 활용 가능성을 검토하였다. 특히 소기업·소상공인의 경우, 대기업에 비해 상대적으로 홍보역량이 부족하여 고객 유치 및 제품홍보에 어려움을 겪는 경우가 많다. 중소기업청 및 중소기업연구소의 조사 결과에 따르면, 많은 소상공인이 주요 경영애로사항으로 마케팅 관련 어려움을 호소하는 것으로 나타났다[7].

따라서 영세소상공인들은 비용부담과 홍보매체 확

보의 어려움, 홍보 전문인력 부족 등으로 효과적인 홍보를 실시하기가 어려운 것이 현실이며, 전단지 배포나 현수막 설치, 입소문 등에 의지할 수밖에 없다. 이러한 홍보활동의 한계로 우수한 제품과 서비스라는 경쟁력이 있음에도 불구하고 고객 확보에 어려움을 겪는 경우가 많다.

정부는 소상공인을 위해 신문, 잡지 등에 게재할 수 있고 전단지나 포스터 제작에 활용할 수 있는 지면광고를 무료로 제작과 간판과 홍보물 제작 지원 등을 통해 도움을 주고 있다. 그러나 이러한 지원에도 불구하고 여전히 소상공인들은 마케팅과 홍보에 어려움을 겪고 있으며, 국가의 지원으로 제작된 홍보물과 간판은 포맷과 디자인이 일률적여서 매장의 차별성과 독창성을 잃어가고 있다.

따라서 홀로그램 기술과 ICT 기술을 광고 홍보에 적용하여 소상공인의 경쟁력을 확보하기 위한 효과적인 디지털 사이니지 시스템 개발이 필요하다.

II. 관련 연구

2.1 디지털 사이니지 기술

고화질/대형 디스플레이, 스마트폰과 센서를 이용한 사용자 맞춤형 기술, 클라우드 기술 등 다양한 기술이 개발되어 적용 중이며, 콘텐츠의 주요한 부분인 광고 외에도 문화, 예술, 교통, 관광 등의 분야에서 최첨단 기술과 결합된 다양한 양방향 서비스가 출현하고 있다 [3].

삼성전자, LG전자 등에서는 디스플레이 개발에 집중하고, ETRI, 중소기업 등에서는 플랫폼 S/W 기술 개발에 주력하고 있는 것으로 보인다.

삼성전자는 82인치 화이트보드형 사이니지 서비스 (Next Generation SMART Signage Display)를 개발하였으며 이를 위한 디지털 사이니지 전용 플랫폼(Samsung Smart Signage Platform)도 제공하고 있다. 또한 110인치형 UHD 디스플레이, 고휘도, 방수, 방진 기능을 탑재한 디스플레이도 개발이 완료되었다.

LG전자는 음식점용 Interactive Menu 서비스 개발, 웹 OS를 탑재하여 휴대폰, 노트북 등 스마트기기와 연동되고 전자칠판으로도 활용 가능한 디스플레이 개발을 완료하여 제품화 단계에 이르고 있다.

ETRI는 공간사용자 상황정보를 이용하는 양방향 인터랙티브 사이니지 플랫폼 및 모바일 가상화 기술 개

발, 멀티센서를 이용한 공간복합 상황인지 기술 개발 등 플랫폼과 SW 제작에 노력하고 있다.

그 외에도 SKT, KT 등 통신사는 디지털 사이니지 플랫폼을 위한 네트워크와 서비스 분야의 개발에 힘쓰고 있으며, 특히 SKT는 클라우드 기반 디지털 사이니지 플랫폼(스마트 사이니지)을 오픈하였다.

해외에서는 Planar, Scala 등을 중심으로 인터랙션을 제공하는 터치스크린과 상황인지 서비스 기술을 탑재하여 출시하고 있다. 특히 인텔은 키오스크를 통한 주문, 게임 및 음식점 관련 후기 등이 적용된 시스템(Interactive Dining Experience) 개발하여 서비스 중이며 Scala 사와의 협업을 통해 특정 태그를 부착한 사용자의 위치를 파악할 수 있는 Wi-Fi와 Bluetooth 모듈이 내장된 장비를 개발하였다. 일본의 Panasonic은 특정 제품에 관심을 보이면 주변 디스플레이에 제품의 세부사항 등을 표출해 주는 서비스를 개발하여 시범 서비스를 통해 기능을 업그레이드 하고 있다

디지털 사이니지를 위한 디스플레이 부분의 지속적인 연구와 투자가 이루어지고 있으며 Planar 98인치 터치스크린이 주류를 이루고 있다. Sharp는 세계 최대 120인치 UHD Display 등을 출시하여 디지털 사이니지 분야에서 UHD급 화질이 보편화 되고 있다. 또한 CHRISTIE, Panasonic, Parabit의 3사가 협업을 통해 평면이 아닌 비정형 입체스크린에 투사가 가능한 프로젝터 기술도 개발되고 있다.

2.2 플로팅 홀로그램

특허청에 따르면 1982년부터 홀로그램 관련 특허가 출원되기 시작했고 1990년대 후반부터 본격적인 출원이 이어진 것으로 나타났다. 현황을 살펴보면 외국 기업의 출원이 356건(43%)으로 가장 많았다. 다음으로 국내 대기업이 239건으로 29%, 개인과 중소기업 16%(128건), 공공기관과 연구소 12%(98건)순이다. 특허청 관계자는 “홀로그램 기술이 향후 통신 기술 등 다른 분야 기술과 융합을 통해 다양한 분야로 확대될 가능성이 크다” 고 전망했다.

홀로그램 관련 특허 가운데 다수는 연구의 결과물들이 대부분이며 아직은 실용화가 어려운 기술들로 판매 중이나 제작된 제품들에 관한 것들이 아니다. 플로팅 홀로그램[8] 관련 특허들도 다수 출원이 된 상태이며, 인더솔트의 경우 “홀로그램 포일을 이용한 클레이 사격방법”에 관한 특허를 출원하였다. 플로팅 홀

로그램이 광고에 적용된 특허도 존재하지만 광고 시스템의 구성에 관한 내용으로 제약된 것으로 본 연구에서 적용하고자 하는 인터랙션 기반 양방향 광고에 관한 특허는 존재하지 않는다.

III. 인터랙티브 디지털 사이니지

3.1 기본 요구사항

소상공인 특히 음식점에서 3D 홀로그램 영상으로 메뉴를 소개하고 사용자가 손가락을 통해 원하는 메뉴 정보를 제공하기 위해서는 먼저 호기심과 관심을 유도할 필요가 있다.

이와 같은 홍보효과를 극대화하기 위해서 홀로그램 메뉴 홍보 시스템 및 비접촉 방식 인터랙션 기법을 활용할 필요가 있으며 홀로그램 포일 방식과 3D 홀로그램 생성기술 및 영상제어기술이 요구된다.

그림 1과 같은 시스템을 구성하기 위해서는 사용자에게 3차원 공간상에 구성된 홀로그램 영상을 현실감 있게 제공하기 위해 투사영상 기하정보의 차이를 보정하여 콘텐츠를 투사하는 홀로그램 생성 기술을 적용하였다.

또한 사용자의 호기심을 유발하기 위해 홀로그램 콘텐츠를 제공함에 있어 시간단위로 제작된 콘텐츠를 재생하는 방식에서 동작을 인식하여 콘텐츠에 컨트롤 가능하도록 구성하고 사용자와 콘텐츠 간의 양방향 소통이 가능하도록 구성하였다.

또한 사용자의 몰입도를 높이기 위해 하프미러 홀로그램 생성 과정에서 노출되는 원 영상을 사용자 시선으로부터 감추기 위해 보안 필름을 활용하였다. 보안 필름 부착으로 사용자의 시선을 교란시키는 원 영상을 차단시킴으로써 보다 양질의 콘텐츠 서비스가 가능하다.

그리고 콘텐츠를 체험하는 사용자가 콘텐츠 내 다른 정보 등을 확인하기 위해 취하는 동작을 인식시키기 위해 립모션 센서를 활용하였다.

성능 달성목표는 명암비 40:1, 시야각은 100도 이상, 동작인식은 1초 이내, 그리고 동작인식 정확도는 0.5cm 이하를 설계목표로 설정하였다.



Fig. 1. Required hologram-based interactive signage

3.2 프로토타입 제작

홀로그램 콘텐츠 실험 및 하프미러 각도 등을 확인하기 위한 용도로 제작된 실험용 홀로그램 박스는 그림 2와 같이 10인치 디스플레이 모듈을 적용하여 소형으로 제작하였다. 사용자 동작 인식을 위해 립모션을 적용하였다.



Fig. 2. Fabricated prototype for hologram-based interactive signage

3.3 립모션 제어 및 데이터 보정

사용자가 움직이는 월드 좌표계와 립모션 좌표계의 매핑을 위하여 우선 사용자가 움직이는 좌표를 정확하게 추출할 필요가 있으며 이를 위해 카메라에서 획득되는 영상의 보정이 우선되어야 한다. 제작된 시스템의 제어 과정은 그림 3과 같다.

획득 영상 내에서 인식범위와 인식이 가능한 각각

의 코너를 좌표 매핑을 위한 파라미터를 계산하고, 보정을 위한 파라미터로 사용되는 P 는 식 (1)을 이용하여 좌표 변환은 식 (2)를 통해 좌표변환을 수행하였다.

$$P = (P_1, P_2 \dots P_9) \quad (1)$$

$$(u, v) = \left(\frac{P_1x + P_2x + P_3x}{P_7x + P_8x + P_9x}, \frac{P_4x + P_5x + P_6x}{P_7x + P_8x + P_9x} \right) \quad (2)$$

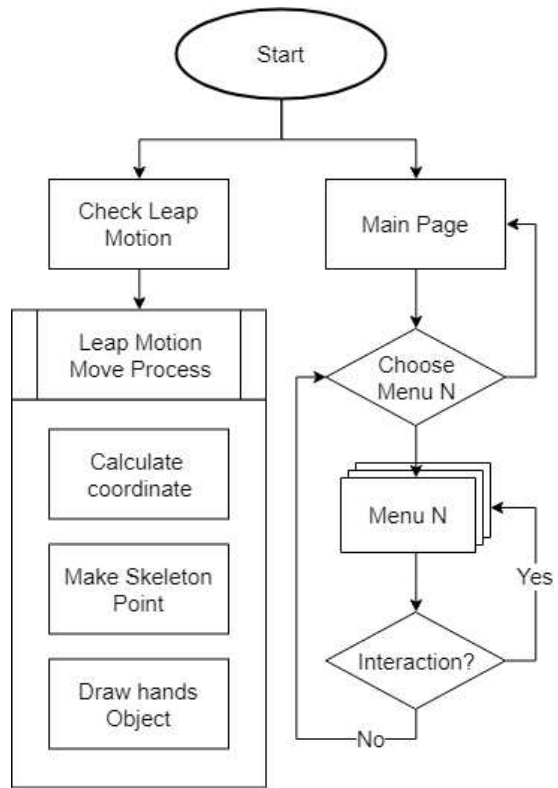


Fig. 3. Flowchart of main logic fabricated prototype

좌표변환을 위한 식 (2)의 경우는 행렬식으로 변환하여 표현하면 식 (3)과 같이 주어진다.

$$\begin{pmatrix} u & w \\ v & w \\ & & w \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} P_1 & P_2 & P_3 \\ P_4 & P_5 & P_6 \\ P_7 & P_8 & P_9 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} \quad (3)$$

그리고 식 (2)를 획득한 스크린의 코너와 각각의 코너에 대응되는 윈도우 좌표들을 이용하여 식 (4)와 같은 $2n \times 9$ 행렬식으로 변환이 가능하다.

$$\begin{pmatrix} x_1 & y_1 & 1 & 0 & 0 & 0 & -u_1x_1 & -u_1y_1 & -u_1 \\ 0 & 0 & 0 & x_1 & y_1 & 1 & -u_1x_1 & -u_1y_1 & -u_1 \\ x_2 & y_2 & 1 & 0 & 0 & 0 & -u_2x_2 & -u_2y_2 & -u_2 \\ \vdots & & & & & & \ddots & & \vdots \\ x_n & y_n & 1 & 0 & 0 & 0 & -u_nx_n & -u_ny_n & -u_n \\ 0 & 0 & 0 & x_n & y_n & 1 & -u_nx_n & -u_ny_n & -u_n \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} P_1 \\ P_2 \\ P_3 \\ P_4 \\ P_5 \\ P_6 \\ P_7 \\ P_8 \\ P_9 \end{pmatrix} = 0 \quad (4)$$

위의 식 (4)에서 고유값 및 고유벡터를 계산하여 대입했을 때 가장 오차가 적은 고유벡터를 식 (1)의 P를 사용하여 코너 좌표를 획득할 수 있다.

획득된 좌표를 바탕으로 립모션 좌표계와의 매핑이 이뤄져야 하며, 월드 좌표계 내에서 사용자의 움직임을 센서가 인식할 수 있는 영역의 좌표와 립모션 센서의 좌표계 간의 매핑을 위하여 다음 수식을 적용하였다.

$$x_{world} = (x_{Leap} - Leap_{(start)}) \frac{Leap_{range}}{World_{range}} + World_{start}$$

$$Leap_{range} = Leap_{end} - Leap_{start}$$

$$World_{range} = World_{end} - World_{start}$$

이 과정을 통해 사용자의 움직임에 따라 립모션 좌표계로 변환되어 인터랙션 처리가 가능하다. 좌표계 위치 보정은 그림 4와 같이 수행하였다.

3.4 실험 결과

립모션 인식 범위는 좌우 60cm, 150도 내 반경에서 10개의 손가락 움직임을 초당 290프레임 속도로 감지할 수 있는 것을 확인하였다. 또한 립모션 기기 가까이서 인식을 한 후 거리를 늘려가는 경우 약 80cm~100cm까지의 범위에서도 인식이 가능하였고, 손을 올려서 바로 인식을 하는 범위는 약 40cm로 나타났다.

또한 Leap motion은 모션 센서의 인식 범위가 평면이 아닌 입체라는 특징을 이용해 센서의 앞부분은 포인터가 이동하는 호버 존(Hover Zone), 뒷부분을 터치 입력이 되는 터치존(Touch Zone)으로 기능 영역을 구분하여 활용 가능하다. 즉 호버 존으로 움직이는 손가락을 앞으로 누르면 터치가 되는 가상 터치 방식으로 터치 센서와 동일한 동작 기능을 부여할 수 있다.

립 모션 오브젝트의 물리적 접촉 실험은 그림 5와 같이 Unity2D 씬을 추가하고 키 입력 이벤트로 씬 전

환을 시키는 방식으로 수행하였다.

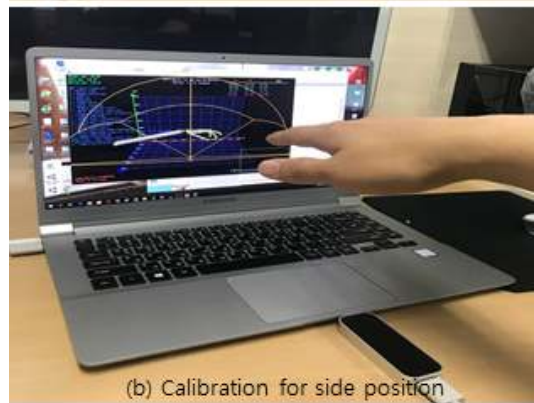
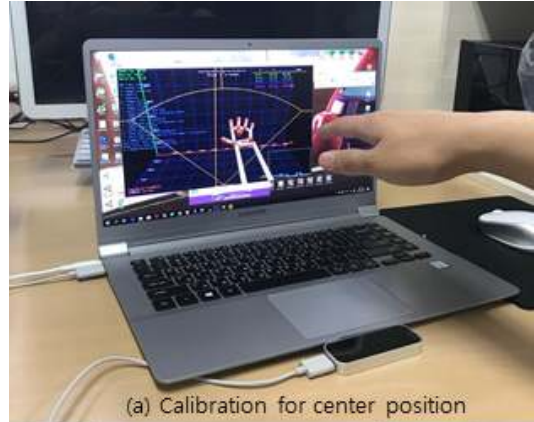


Fig. 4. Coordinate system experiment after changing lip motion position

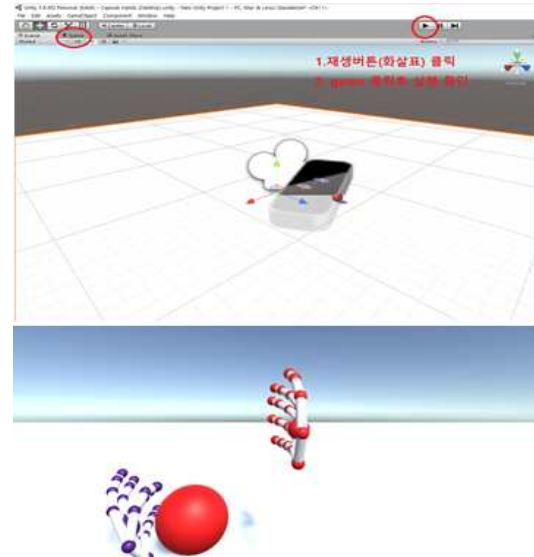


Fig. 5. Physical contact experiment of leap motion object

IV. 결론

본 연구에서 개발된 플로팅 홀로그램 기반 인터랙티브 사이니지 시스템을 활용하여 소상공인을 위한 광고 홍보에 적용하게 되면 저렴한 비용으로 광고 시스템을 도입할 수 있게 될 것으로 보인다. 또한 생산단가를 절감하여 현실에 맞는 가격대의 제품을 생산 공급하게 되면 소상공인의 경쟁력 확보가 가능할 것으로 보이며 원천기술 확보와 기술적 우위를 선점하여 고부가가치 산업의 활성화 함께 신시장을 주도할 수 있을 것으로 예상된다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 논문은 동서대학교 사회맞춤형 산학협력 선도대학 육성사업과 CK-I 사업의 지원을 받아 수행된 것임.

REFERENCES

[1] H. Choi, Y. Se, and D. Kim, "Digital holographic display technology trends," *The korean institute of electrical engineers*, vol. 61, no. 4, pp. 33-38, Apr. 2012.

[2] Tae Yong Kim, "Improved hologram-based virtual plastic surgery support system," *Information*, vol. 17, no. 11(B), pp. 5909-5914, Nov. 2014.

[3] Y. Lim, K. Hong, M. Park, and J. Kim, "Digital holographic display technology trends," *ETRI electronics and telecommunications trends*, vol. 32, no. 5, pp. 30-38, Oct. 2017.

[4] Seok Lee, Juyoung Park, Jinsu Heo, Dongwoo Kang, Hyoseok Hwang, Jinho Lee, Yoonsun Choi, Kyuhwan Choi, and Dongkyung Nam, "Autostereoscopic 3D display using directional subpixel rendering," *Optics express*, vol. 26, no. 16, pp. 20233-20247, Aug. 2018.

[5] Kwang Hee Park, Pyung Seok Choi, and Jae Jeong Eun, "Digital holographic microscopy based on phase shifting technique," *Journal of the institute of signal processing and systems*, vol.12, no.3, pp. 181-187, July 2011.

[6] Shota Yamada, Takashi Kakue, Tomoyoshi Shimobata, and Tomoyoshi Ito, "Interactive holographic display based on finger gestures," *Scientific reports*, vol. 8,

pp. 1-7, Jan. 2018.

[7] Regional Small & Medium Business Administration - Small Business Survey Statistics System, <https://www.mss.go.kr/site/smba/06/10602010000002016102405.jsp>(2018).

[8] Youngmin Kim, Hoonjong Kang, Yangkeun Ahn, Kwang-Soon Choi, Byoung-ha Park, Sunghee Hong, and Kwang-Mo Jung, "A tangible floating display system for interaction," *Journal of the optical society of korea*, vol. 18, no. 1, pp. 32-36, Feb. 2014.

저자 소개

김 동 진 (Dong-Jin Kim)



2008년 8월 : 동서대학교
멀티미디어공학과(공학사)
2014년 8월 : 동서대학교
영상콘텐츠학과(공학석사)
2017년 7월~현재 : 인더솔트 대표
관심분야 : 신호처리, 영상처리,
가상현실, 인터랙션

정 동 효 (Dong Hyo Jeong)



2014년 3월~현재 : 동서대학교
컴퓨터공학부
관심분야 : 모바일 응용, 가상현실

김 태 용 (Tae-Yong Kim)



1993년 2월 : 부경대학교
전자공학과(공학사)
2001년 3월 : 오카야마대학
자연과학연구과(공학박사)
2002년 3월~현재 : 동서대학교
컴퓨터공학부 교수
관심분야 : 무선통신 응용 및 보안,
신호처리, 홀로그램, 가상현실