

전주 한옥마을 관광객의 위치 기반 서비스 제공을 위한 광카메라통신 접목형 HMD-AR 인터렉션 시스템에 관한 연구

*, **, ***, ****, *****

A Study on the HMD-AR Interaction System Combining Optical Camera Communication to Provide Location-based Service for Tourist in Jeonju Hanok Village

Byung-Jun Min*, Jin-Yeong Choi**, Jae-Sang Cha***, Bang-Ho Choi****, Ju-Phil Cho*****

요약 본 논문에서는 국내에 존재하는 다양한 관광지 중 전주 한옥마을을 타겟으로 전주 한옥마을의 관광객에게 위치 기반 서비스 제공을 위한 광카메라통신 접목형 HMD-AR 인터렉션 시스템을 제안하였다. 제안한 시스템은 전주 한옥마을 내에 존재하는 조명, 디스플레이 등 다양한 Light 인프라로부터 광카메라통신 데이터를 수신하여 자신의 위치 정보와 더불어 ID정보를 통한 서비스 제공이 가능한 시스템으로 제안한 시스템에 필요한 광카메라통신 기술과 스마트디바이스 기반의 HMD-AR 시스템에 대하여 연구하였다. 제안한 시스템의 검증을 위하여 실제 HMD-AR 시스템을 구축하고 테스트를 진행하고 광카메라통신 기반의 위치 정보 및 ID 기반 서비스를 제공 할 수 있음을 확인하였다. 향후 제안한 시스템을 활용하여 전주 한옥마을 외에도 다양한 관광지에 적용될 수 있을 것으로 예상되며, 스마트디바이스 기반 HMD-AR과 관련하여 귀중한 사료로 활용할 수 있을 것으로 예상된다.

Abstract In this paper, we propose an HMD-AR interaction system that combines optical camera communication to provide location-based service for tourists in Jeonju Hanok Village. The proposed system receives optical camera communication data from Light infrastructure existing in Jeonju Hanok Village and provides service through ID information along with its own location information. We researched optical camera communication technology and smart device based HMD-AR system and constructed the actual HMD-AR system and tested it. The proposed system is expected that it will be applied to various tourist attractions by utilizing the proposed system in the future, and it is expected to be used as a valuable feedback for smart device based HMD-AR.

Key Words : Augmented Reality, Head Mounted Display, Interaction System, Location Based Service, Optical Camera Communication

1.

최근 ICT(Information & Communications Technologies)기술의 발달로 사용자는 다양한 방법으로자기가

원하는 정보를 검색하고 활용할 수 있으며, 공급자는 자신에게 유리한 정보를 사용자에게 노출 할 수 있도록 되었다[1]. 또한, ICT 기술을 기반으로 인터넷과 스마트디

This work was partly supported by Convergence Technology Development Project, Small and Medium Business Administration [S2450063, Development of HMD AR system based on AR source embedded display and smart device camera]

*Head IT Co., Ltd.

**Department of Media IT Engineering, Seoul National University of Science and Technology

***Department of Electronic and IT Media Engineering, Seoul National University of Science and Technology

****Planning & Coordination Office, Jeonbuk Provincial Office

*****Corresponding Author : Dept. of Integrated IT & Communication Eng., Kunsan National Univ. (stefano@kunsan.ac.kr)

Received August 11, 2018

Revised August 14, 2018

Accepted August 25, 2018

바이스를 중심으로 관광지에 대한 정보를 실시간으로 제공하며 관광객에게 맞춤형 서비스를 제공할 수 있게 되었다[2].

하지만, 대부분의 정보가 관광지 기본정보 또는 관광객들의 후기 등의 단편적인 정보가 주류를 이루고 있으며, 실제 관광지 내에 있는 관광객에게 인터렉션 정보는 GPS(Global Positioning Service) 기반의 위치 기반 정보가 대부분이다.

이에 본 논문에서는 스마트디바이스 기반 증강현실 제공이 가능한 HMD-AR 기술을 토대로 광카메라통신을 접목하여 관광객에게 관광지 내에 존재하는 다양한 Light 인프라로부터 데이터를 수신하고 현재 자신의 위치 정보와 더불어 서비스 제공이 가능한 광카메라통신 접목형 HMD-AR 인터렉션 시스템에 대하여 제안하였다.

본 논문의 순서는 다음과 같이 구성하였다. 1장인 서론에 이어 2장에서는 제안한 시스템에 필요한 요소기술에 대한 관련 연구 내용을 기술하였으며, 3장에서는 제안한 기술 설계내용을 기술하였다. 4장에서는 실제 HMD-AR 형태의 시스템 구현내용에 대하여 기술하였으며, 마지막으로 5장에서는 본 논문의 결론을 짓고 끝을 맺는다.

2.

2.1

광무선통신은 기존의 RF기반 무선통신과 다르게 사람이 인식할 수 있는 가시광선을 활용하여 데이터를 전송하는 기술로 기본형태는 LED(Light Emitting Diode)를 빠른 속도로 점멸하여 데이터를 보내며 빛을 수신할 수 있는 기기인 PD(Photo Diode) 또는 카메라 등을 활용하여 데이터를 수신하는 기술이다[3]. 광무선통신 기술은 현재까지 지속적인 연구개발을 통하여 현재 Li-Fi, OCC(Optical Wireless Communication), LED-ID로 구분되어 표준화기구인 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers)에서 국제표준기술로 다루어지고 있다[4].

IEEE에서 다루어지고 있는 광카메라통신 변조기법의 경우 카메라의 감도, 셔터스피드, 조리개를 조절하여 광카메라통신 데이터 수신에 적합한 상태로 카메라의 파라미터를 변경 한 후 수신받는 전용 기법과 카메라의 파라

미터를 영상 획득에 적합한 형태를 유지하면서 표출되는 색상 등을 활용한 전용 기법으로 구분된다[5]. 제안한 시스템의 경우 카메라를 활용한 AR환경을 구성함에 따라 사용자가 화면을 인식하며 발생하는 눈의 피로를 최소화할 수 있도록 카메라 파라미터를 설정하여야 하며 동시에 광카메라통신이 가능하여야 한다.

2.2 AR

가상현실 기술은 컴퓨터그래픽스 기술을 활용하여 가상의 공간을 구현하고 HMD(Head Mounted Display) 기기를 활용하여 시야가 차단된 공간속에서 가상현실을 체험할 수 있도록 지원하면서, 시뮬레이션, 가상체험 등 다양한 분야에서 널리 이용되고 있다. 최근에는 이를 확장하여 실제 공간과 컴퓨터그래픽기술이 결합된 증강현실 기술로 확장되고 있다[6].

증강현실 기술은 HMD와 더불어 HUD(Head Up Display) 등 기존 가상현실 기술 대비 더욱 확장된 범용성과 유용성을 제공함에 따라 글로벌 기업들이 독자적인 플랫폼 구축을 위하여 적극적인 기술개발을 진행하고 있다. 제안한 시스템에서는 안드로이드 운영체제의 스마트디바이스를 활용한 시스템을 제안하며, 안드로이드 운영체제 기반의 스마트디바이스를 활용한 모바일 AR콘텐츠 플랫폼으로 구글의 ARCore가 존재한다.



Fig. 1. Example of ARCore Platform[7]

그림 1의 ARCore Platform의 예시와 같이, ARCore는 구글에서 기존에 제공하던 AR플랫폼인 '앵고'를 대신하는 새로운 AR플랫폼으로 스마트디바이스에 내장된 카

메라와 다양한 센서를 활용하여 실제 공간 상의 3차원 공간 인식을 수행하고, 공간 속에 컴퓨터 그래픽을 합성할 수 있는 플랫폼이다. 플랫폼 지원 기능은 크게 스마트폰의 위치와 방향을 추정하는 '동작 추적', 카메라의 이미지 공간을 추정하는 '환경 이해', 광원의 위치와 방향 등을 추정하는 '광원 추정' 기능을 제공한다[7].

3.

본 장에서는 제안한 광카메라통신 접목형 HMD-AR 인터렉션 시스템 설계를 진행하였으며, 본 장의 구성은 제안 시스템의 전체적인 개념, 스마트디바이스 기반 광카메라통신 기술 및 HMD-AR 인터렉션 시스템 설계와 제안 시스템의 전체 흐름도를 기술하였다.

3.1

다음 그림 2는 제안한 시스템에 대한 개념을 나타낸다.



Fig. 2. The Concept of The Proposed HMD-AR System

관광객은 HMD를 착용한 상태에서 주행하고 있을 때 HMD에 부착된 스마트디바이스의 카메라로부터 획득한 이미지를 관광객이 확인할 수 있게 표출하며 동시에 시야 각에 존재하는 광카메라통신 송신데이터를 수신하여 데이터를 토대로 현재 위치와 위치 기반 서비스(가게 정보, 할인 정보, 가게 체험 시뮬레이션, 이벤트 등)를 제공할 수 있다.

3.2

제안한 시스템 내에서 광카메라통신기술은 스마트디바

이스의 후면카메라를 활용하여 전방의 3D 세계를 촬영함과 동시에 광카메라통신 데이터가 존재하는지 확인한다. 이에 따라 광카메라통신 변조기법 중 CSK(Color Shift Keying)를 활용하여 HMD-AR 환경에서 광카메라통신 기능을 부여하고 그에 따른 위치 기반 서비스를 제공할 수 있는 기술을 제안하였다. CSK 변조기법은 CIE 1931에 정의된 색 공간 다이어그램을 토대로 변조기준을 수립하게 되며, 색도 다이어그램은 사람의 눈으로 인지할 수 있는 모든 색을 x 와 y 를 매개변수로 하여 매핑하게 된다. 본 논문에서는 CIE 1931을 토대로 8가지의 색상을 선정하여 이를 광카메라통신 심볼로 활용하였으며, 광카메라통신 심볼을 통하여 위치정보와 더불어 부가정보를 획득할 수 있는 ID정보를 내장할 수 있도록 하였으며, 내장된 데이터를 토대로 HMD-AR 서버에 부가정보를 요청하여 관광객에게 위치 기반 서비스를 제공할 수 있도록 설계하였다.

3.3

HMD-AR

본 논문에서는 기존의 고가의 전용 HMD에서 벗어나 HMD형태의 디바이스에 증강현실 기술을 접목한 HMD-AR 인터렉션 시스템 구현을 위하여 스마트디바이스에서 활용 가능한 모바일 AR콘텐츠 플랫폼을 활용하였으며, ARCore를 토대로 스마트디바이스 내 AR콘텐츠를 표출할 수 있도록 제안하였다. 먼저 스마트디바이스를 활용하여 HMD-AR 시스템을 구성할 경우 하나로 표출되는 스마트디바이스의 디스플레이를 HMD환경에 적합하게 분할되어 표출되어야 한다. 안드로이드 운영체제에서 기본적으로 제공하는 카메라프레임워크를 활용하며, 카메라프레임워크에서 이미지를 획득하여 표출하는 과정에 있어, 최대 3개의 표출하고자 하는 View에 화면을 표출할 수 있도록 지원한다. 제안 시스템에서는 3개의 View를 동시에 사용할 수 있도록 설계하였으며, 이유는 3개의 View를 HMD-AR 시스템의 좌안, 우안이 보는 2개의 View와 광카메라통신 지원을 위해 1개의 가상의 View를 설정하여, 3개의 View에서 실시간으로 영상을 취득할 수 있도록 하였다.

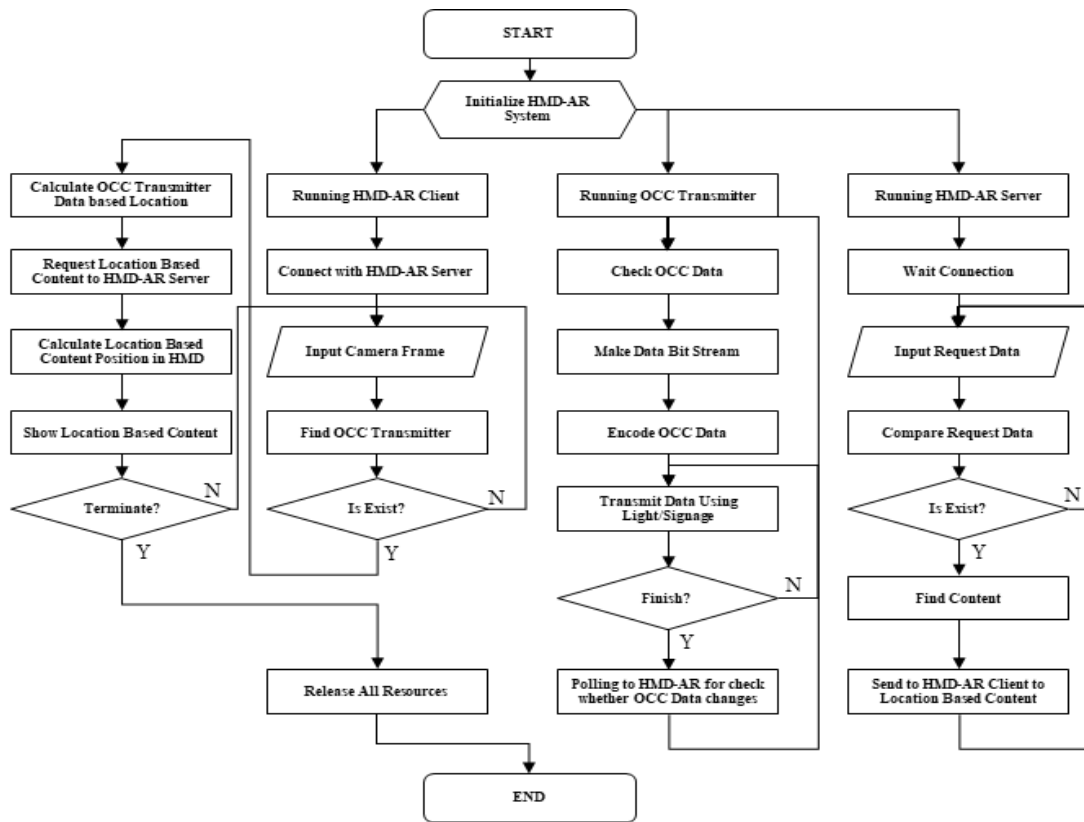


Fig. 3. The Flowchart of Proposed Bicycle Rider Location Based Service System

3.4

제안한 시스템의 흐름도는 상기 그림 3과 같으며, 제안한 시스템의 경우 크게 HMD-AR Server와 HMD-AR Client, HMD-AR로 데이터를 전송하는 OCC Transmitter 파트로 구분할 수 있다.

OCC Transmitter는 광카메라통신 기술을 접목하여 관광객에게 현재 자신의 위치정보와 더불어 부가적인 정보를 제공할 수 있는 ID정보를 전송한다. HMD-AR Server에서는 HMD-AR Client에서 요청하는 위치 정보에 대한 부가정보를 제공하기 위하여 운영하는 서버로 HMD-AR Client로부터 요청데이터를 수신하면 이를 확인하여 적합한 부가정보를 HMD-AR Client에게 전송하여 준다.

HMD-AR Client는 관광객이 착용한 HMD-AR 기기를 의미하며, 관광객은 HMD-AR 기기를 착용한 상태에서 HMD-AR 기기를 구성하는 스마트디바이스에 내장된

카메라를 활용하여 실제 환경을 획득하여 디스플레이 상에 표출하게 된다. 이 때, 획득한 이미지를 토대로 이미지 프로세싱 기술을 활용하여 OCC Transmitter가 존재하는지 확인하고, 존재여부에 따라 데이터 복원 프로세스를 진행한다.

데이터 복원 프로세스에 따라 데이터 복원이 완료되면, OCC Transmitter에 내장된 위치 정보와 ID정보를 획득하며, 획득한 ID정보를 토대로 HMD-AR Server에 부가정보를 요청하게 된다.

HMD-AR Server로부터 수신한 데이터의 형태에 따라 표출할 공간을 계산하고, 위치정보와 같이 표출하기 위한 과정을 거친 후 실제 표출되고 있는 카메라 이미지와 오버레이되어 AR콘텐츠를 표출하게 된다.

4.

본 장에서는 제안한 HMD-AR 시스템에 대하여 실제 스마트디바이스를 활용하여 구현하고 실험을 진행하였으며, 제안한 시스템을 구현하기 위하여 사용한 장비는 다음 표 1과 같다.

Table 1. Equipment Lists

Devices	Name
Smart Device	Samsung Galaxy S8
HMD HW	Samsung Gear VR
Server	Amazon EC2

실제 안드로이드 운영체제에서 동작하는 디바이스를 토대로 ARCore를 활용한 HMD-AR 시스템을 구축하였으며, 콘텐츠 정보를 제공하는 서버로 Amazon의 EC2 클라우드 서버를 활용하여 HMD-AR Server를 구성하였다.

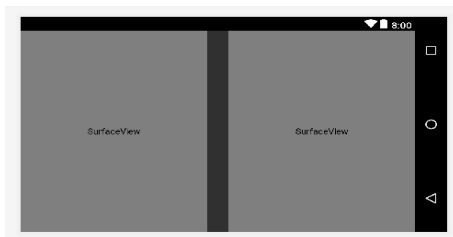


Fig. 4. HMD-AR View Architecture

그림 4와 같이 실제 안드로이드 기반 스마트디바이스가 결합된 HMD-AR 시스템에서는 안드로이드의 화면을 2분할하며 HMD 환경에 적합하도록 구현하였으며, 실제 구현에 사용한 HMD와 결합되어 화면 보기에 용이하도록 하였다.

그림 5는 HMD 하드웨어와 스마트디바이스를 결합한 사진으로 HMD와 결합되어 스마트디바이스의 화면을 정상적으로 수신할 수 있도록 하였다.



Fig. 5. HMD-AR Devices

제안한 시스템을 실제 구현하여 광카메라통신 디바이스와 실제 데이터 송수신을 통한 위치 기반 서비스 제공 실험을 진행하였으며, 광카메라통신 데이터가 삽입된 디스플레이를 활용하여 실험을 진행하였다. 광카메라통신용 데이터는 제안 시스템의 구현에 사용된 TV뿐만 아니라 전주 한옥마을과 같은 관광지에서 사용되는 키오스크, LED 전광판 등 다양한 종류 및 형태의 디스플레이에서 표출될 수 있어 뛰어난 범용성을 가진다.



Fig. 6. OCC Data Embedded Transmitter(Display)

그림 6은 광카메라통신 데이터가 삽입된 디스플레이의 인식화면으로, 디스플레이 내 왼쪽 상단에 배치된 광카메라통신 데이터는 위치정보와 더불어 ID정보를 영상 재생에 따라 반복적으로 표출된다. HMD-AR 기기의 카메라를 활용하여 광카메라통신 데이터가 인식되면, 그에 맞는 위치 정보와 위치 기반 부가 정보를 제공할 수 있도록 구현하였다.



Fig. 7. The Result of HMD-AR Location Based Services

위 그림 7에 나타난 것과 같이 HMD-AR 패키지의 카메라를 통해 디스플레이에 표출된 광카메라통신 데이터가 인식되면 인식한 CSK 변조 기반의 광카메라통신 데이터를 디코딩하여 획득한 절대좌표 기반의 위치정보를 표출하고, OK버튼을 클릭하면 획득한 절대좌표에 적합한 부가적인 위치 기반 서비스 정보를 제공받을 수 있도록 구현하였다. 또한 AR시스템에 맞게 사람의 시야각이 변경되어도 절대 위치를 고려하여 같은 공간 상에 표출 될 수 있도록 구현하였다. 구현한 결과물을 기반으로 HMD-AR 시스템이 디스플레이에서 표출되고 있는 광카메라통신 데이터를 인식하기까지 걸리는 시간을 50회 반복 측정하였으며, 결과는 아래 표 2와 같다.

Table 2. Result of Experiment

No. of observations	Average Response Latency
1~10	1.45 s
11~20	1.51 s
21~30	1.47 s
31~40	1.47 s
41~50	1.53 s
Average	1.486 s

디스플레이의 정면에 HMD-AR 기기를 위치하여 카메라의 FoV(Field of View) 내에 광카메라통신 데이터가 위치하도록 하였으며, 이후 광카메라통신 데이터를 인식하기까지의 반응 속도는 평균적으로 약 1.486초로 기록되었다.

이러한 결과는 기존 근거리통신기법으로 대중적으로 사용되고 있는 블루투스나 페어링 등 별도의 접속 절차를 거쳐야하고, 1미터 미만의 거리까지 접근해야하는 NFC 등에 비하여 더 먼거리에서 별도의 인증 및 접속 절차없이 위치 기반 체험 서비스를 제공 할 수 있다는 점에서 유의미하다고 사료된다.

5.

본 논문에서는 스마트디바이스 기반 증강현실 제공이 가능한 HMD-AR 기술을 토대로 광카메라통신을 접목하여 관광객에게 관광지 내에 존재하는 다양한 Light 인프라로부터 데이터를 수신하고 현재 자신의 위치 정보와 더불어 서비스 제공이 가능한 광카메라통신 접목형 HMD-AR 인터랙션 시스템에 대하여 제안하였다.

제안한 시스템의 경우 전주 한옥마을을 타겟으로 한옥마을 내 관광객은 다양한 Light들로부터 광카메라통신을 토대로 부가정보와 위치 기반 서비스를 제공할 수 있는 시스템으로 구현에 필요한 관련연구와 더불어 제안한 시스템의 요소파트에 따라 설계를 진행한 후 HMD-AR 시스템 구현 및 광카메라통신 데이터의 인식속도 측정 실험을 진행하였으며, 실험 결과 HMD-AR 시스템의 광카메라통신 데이터 인식 속도는 약 1.486초로 기록되어 기존 근거리 통신기법으로 사용되고 있는 블루투스 및 NFC의 대체제 또는 보완재로서의 역할을 수행 할 수 있음을 확인하였다.

본 논문에서 도출된 결과를 통해 스마트디바이스를 활용한 HMD-AR 시스템 연구에 귀중한 참고자료가 될 것으로 사료되며, 제안 기술을 활용하여 전주 한옥마을 뿐 아니라 국내외 다양한 관광지에 적용하여 관광객들에게 더욱 효과적인 정보와 경험을 제공할 수 있을 것으로 예상된다. 또한, 본 시스템을 고도화 하여 다양한 산업과 융합할 경우 응용서비스 및 신시장 창출이 가능할 것으로 예상된다.

REFERENCES

- [1] R. Law, "Internet in Travel and Tourism - Part I," *Journal of Travel and Tourism Marketing*, Vol.9, No.3, pp. 65-71, 2000.
- [2] J. H. Lee, T. G. An, H. M. Kim, "Tourism Info

rmation Theory Focused on Smart Tourism”, 2011.

[3] IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks--Part 15.7: “Short-Range Wireless Optical Communication Using Visible Light,” in IEEE Std 802.15.7-2011, pp. 1-309, Sept. 6, 2011.

[4] J. S. Cha, M. Vinayagam, “LED-ID Technology for IEEE802.15.7m OWC”, IEEE COMSOC Multimedia Communications Technical Committee, Vol. 13, No. 3, pp. 29-33, May, 2018

[5] M. Vinayagam, J. S. Cha, “IEEE802.15.7m OWC PHY Specification Overview”, IEEE COMSOC Multimedia Communications Technical Committee, Vol. 13, No. 3, pp. 25-28, May, 2018.

[6] S. A. Kim, “Virtual / Augmented Reality Technology Development Trend and Market Forecast”, Weekly ICT Trends, Vol. 1803, pp. 14-23, Jul, 2017.

[7] J. H. Park, “From dedicated hardware to basic camera, the AR strategy changed Google’s opportunity cost”, Weekly ICT Trends, Vol. 1814, pp.32-38, Jul, 2017.

(Jae-Sang Cha)

[]



- 2000 : Tohoku
- 2002 :
- 2008 :
- 2005 : IT

< > LED , IT ,

(Bang-ho Choi)

[]



- 1998 2 :
- 2008 8 :
- 2016 3 ~ :
- 1999 ~ :

< > , ,

(Byung-Jun Min)

[]



- 1999 2 : ()
- 2002 2 : ()
- 2013 3 : IT

< > , IoT, ,

(Jin-Yeong Choi)

[]

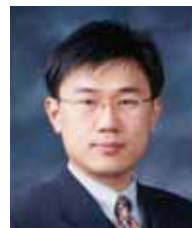


- 2017 2 :
- 2017 3 : IT

< > AR, , AI,

(Ju-Phil Cho)

[]



- 2001 2 :
- 2000 10 2005 4 : ETRI
- 2006 3 2007 8 : ETRI
- 2011 2 2012 8 : USF,
- 2005 : IT

< > LTE-A, 5 Radio, LED-ID, , Cognitive