

광학 카메라 통신기술을 활용한 공연장 내 위치 정보 획득 방법

정은영, 서봉석, 김남태, 신재모, 유동호, 김동호

서울과학기술대학교

{jeunyoung, sbs91, rlaskaxoek, 11117331, youdongho, dongho.kim}@seoultech.ac.kr

A Location Information Acquisition Method in a Theater using
Optical Camera Communication (OCC) Technology

Eunyoung Jeong, Bong-seok Seo, Namtae Kim, Jaemo Shin, Dongho You, Dong Ho Kim

Seoul National University of Science and Technology (SeoulTech)

요약

최근 보급되는 스마트 디바이스들은 실외뿐만 아니라 실내의 위치를 측정할 수 있는 기술들을 제공하고 있다. 실외 위치 측위 같은 경우는 기존의 GPS(Global Positioning System)를 사용하는 것이 일반적이지만, 실내 위치 측위는 기존의 GPS 방법으로는 한계가 있어 다양한 새로운 방법들이 연구 중에 있다. 그 중 가장 대표적인 방법은 BLE(Bluetooth Low Energy) 기반의 비콘(beacon)을 활용하는 것이다. 그러나 이 또한 추가적인 하드웨어가 필요할 뿐만 아니라 충전이 필요하다는 단점이 존재한다. 따라서 본 논문은 상기 단점들을 극복할 수 있는 OCC(Optical Camera Communication)를 활용한 실내 위치 측위 기술을 고려했다. 특별히 공연장 내에서 관객들이 소지하고 있는 스마트 디바이스 카메라의 상대적인 위치정보를 획득하는 시스템을 제안한다. 이는 추가적인 하드웨어를 필요로 하지 않고 비동기식 접근이 가능하다는 장점이 있다. 본 논문에서 제안한 시스템을 통해 획득된 위치정보들은 촬영한 영상과 함께 저장되어 다양한 시점을 제공하는 응용데이터로 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

1. 서론

스마트 디바이스의 보급이 확대됨에 따라 개인이 소지한 단말을 이용한 위치 측위 기술이 사용자들에게 제공되고 있다. 특히 최근에는 실내 측위 서비스의 수요가 증가하고 있어 인공위성의 신호를 기반으로 하는 GPS(Global Positioning System)로는 LOS(Line of Sight)가 보장되지 않아 실내 측위를 하는데 있어 수신신호가 매우 미약하다는 단점이 있다. 이러한 한계를 해결하기 위해 다양한 실내 측위 기술들이 개발되고 있다 [1]. 그 중 대표적으로 BLE(Bluetooth Low Energy) 기반의 비콘(beacon)을 사용하여 삼각 측량하는 실내 측위 기술을 활용하는 것이다 [2]. 소형, 저가 그리고 저 전력으로 실내 측위가 가능하다는 장점이 있지만 실내에 추가적인 하드웨어 비콘을 설치해야할 뿐만 아니라 주기적인 충전이 필요하다는 단점이 있다.

따라서 본 논문에서는 최근 실내 측위를 위한 기술로 주목 받고 있는 OCC(Optical Camera Communication) 기술을 활용하고자 한다. OCC 기술은 LED(Light-Emitting Diode)들을 송신부로, 사용자의 스마트 디바이스 카메라를 수신부로 하여 송수신기 간 정보를 주고받는 기술로써 최근에는 이러한 기술로 IEEE 표준화가 진행 중이다 [3]. 이 기술을 실내 측위에 활용할 경우 구축된 환경의 LED 조명을 송신부로 사용하기 때문에 추가적인 하드웨어가 필요하지 않다는 장점이 있다. 특별히 본 논문에서는 사용자의 위치 및 카메라의 방향이 고정된 공연

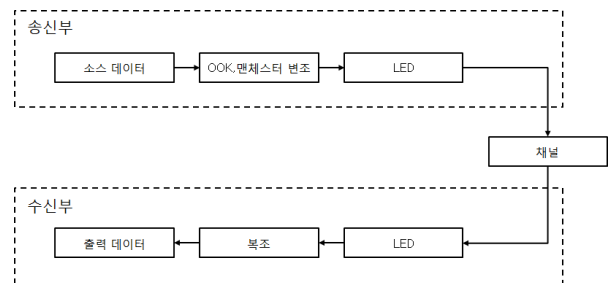


그림 1. 일반적인 OCC의 작업 흐름도

장 시나리오를 고려하여 추가적인 하드웨어가 필요 없는 OCC 기술을 활용한 사용자의 위치 정보를 획득할 수 있는 시스템을 제안한다.

2. 공연장 내 위치 정보 획득을 위한 시스템

그림 1. 은 일반적인 OCC 기술의 전체적 흐름을 나타낸다. 송신부는 소스 데이터를 OOK(On-Off Keying) 및 맨체스터 변조하여 LED를 통해 수신부에 송신한다. 수신부는 스마트 디바이스의 카메라로 LED에 초점을 맞추어 정보를 수신하고 복조하여 데이터를 수신한다. 이때 LED는 송신기 역할을 하고 스마트 디바이스의 카메라는 수신기 역할을 한다 [4].

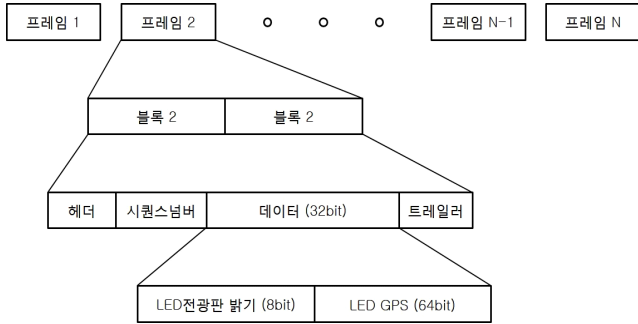


그림 2. 제안하는 데이터 프레임 구조

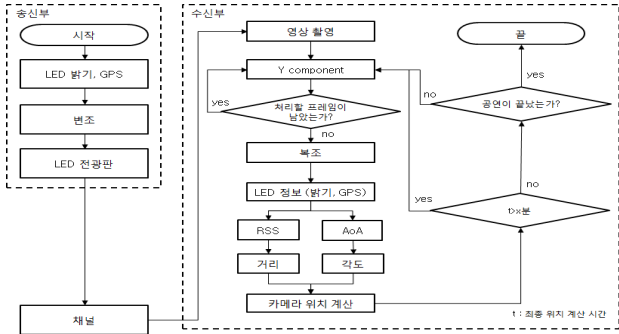


그림 3. 제안하는 공연장 내 위치 정보 획득 시스템 알고리즘

대개 공연장 무대 뒤에는 공연하는 사람의 얼굴을 확대하여 보여주거나 무대 분위기를 조성하는 데 사용하는 전광판이 있다. 따라서 본 논문에서 제안하는 시스템은 공연장의 구축된 환경에 OCC를 접목시켜 전광판을 송신기로 활용하고 관객의 카메라를 수신기로 활용하여 공연장 내 사용자의 위치정보를 획득하는 시스템을 고려한다.

카메라 이미지 센서는 3차원의 현실세계를 2차원으로 표현하기 때문에 기준점의 GPS 정보, 기준점으로부터 거리, 각도를 알면 상대적인 GPS 정보를 계산할 수 있다 [4]. 여기서 기준점으로부터 거리는 RSS(Received Signal Strength)로 측정이 가능하며, 각 도달(AoA: Angle of Arrival)기반의 스마트 디바이스 카메라 이미지 센서는 기준점으로부터 도달 각을 알 수 있다 [5]. 따라서 전송 프레임 내 데이터로 LED 전광판의 GPS와 밝기 정보를 송신하면 스마트 디바이스 카메라에서 이를 수신하여 공연장 내 관객의 상대적인 GPS 정보를 계산할 수 있다.

일반적으로 카메라 프레임율은 30fps(frame per second)이다. 하지만 프레임마다 간격이 불규칙하기 때문에 LED 전광판의 데이터 전송률이 일정하다면 수신측에서는 데이터 손실이 생긴다 [6]. 이를 방지하기 위해 한 패킷 당 동일한 내용의 블록을 두 번 전송하고, 데이터 블록은 헤더와 트레일러, 블록 시퀀스 넘버, 데이터(32bit)로 구성한다. 거기에 LED 전광판의 빛 세기 정보(8bit)와 GPS 정보(64bit)는 3개의 프레임을 사용하여 블록 내 데이터에 실어 전송하면 수신단에서 이를 수신하고 복조하여 LED 전광판의 빛 세기와 GPS 정보를 획득할 수 있다. 앞서 언급한 것과 같이 RSS를 통해 거리를 계산하고, 이미지 센서를 통해 각(angle) 정보를 추출하여 LED전광판을 기준으로 스마트 디바이스 카메라의 상대적인 위치를 계산할 수 있다.

공연장은 대개 좌석이 정해져있기 때문에 공연의 시작부터 끝까지 사용자의 위치가 크게 변하지 않는다. 따라서 계산된 위치는 공연 시간 동안 크게 변하지 않을 것이다. 하지만 사용자의 높낮이가 바뀔

수 있기 때문에 그림 3에 나타난 것처럼 수신부 연산을 일정 시간 주기로 반복하여 사용자 위치 정보를 갱신함으로써 위치 정보의 정확도를 높일 수 있다. 또한 공연장 내 관객의 촬영 방향이 관객석에서 무대 즉, 전광판 방향으로 고정적이므로 기존의 OCC 활용 실내 측위 시스템에서 천장의 LED 램프를 송신부로 사용하는 방법보다 사용자가 스마트 디바이스 카메라를 사용하여 데이터를 수신하는 데 보다 자연스럽게 비동기식 접근이 가능하다.

3. 결론

본 논문에서는 OCC를 활용한 공연장 내 위치 정보 획득 시스템을 제안했다. 이는 공연장의 LED 전광판을 송신부로 관객의 스마트 디바이스 카메라의 이미지 센서를 수신부로 응용하는 시스템이다. 본 논문의 OCC를 활용한 공연장 내 위치 정보 획득 시스템은 비콘과 같은 추가적인 하드웨어 없이 기존 구축 환경을 활용하여 실내에 있는 다수 사용자 위치 정보를 획득할 수 있을 것이다. 또한 제안한 시스템은 기존 OCC를 활용한 실내 측위 시스템보다 데이터 수신이 자연스럽게 비동기식의 접근이 가능해질 것이다. 더 나아가 획득한 공연장 내 관객의 위치정보는 다양한 애플리케이션에 활용 될 수 있을 것으로 기대한다.

감사의 글

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 정보통신·방송 연구개발사업의 일환으로 수행하였음. [2016-0-00144, 시청자 이동형 자유시점 360VR 실감미디어 제공을 위한 시스템 설계 및 기반기술 연구]

참고논문

- [1] M. L. Sichitiu and V. Ramadurai, "Localization of wireless sensor networks with a mobile beacon," in *Proc. IEEE International Conference on Mobile Ad-hoc and Sensor Systems*, 2004.
- [2] M. Muñoz-Organero, P. J. Muñoz-Merino and C. D. Kloos, "Using bluetooth to implement a pervasive indoor positioning system with minimal requirements at the application level," *Mobile Information Systems*, 2012.
- [3] 장영민, "디지털 사이니지/LED와 카메라 간의 통신을 위한 image sensor communications의 기술 고려사항," *TTA 표준·시험인증 기술 동향*, 2015.
- [4] N. Saha, MS Iftekhar, NT Le, YM Jang "Survey on optical camera communications: challenges and opportunities" *IET Optoelectronics*, 2015.
- [5] C. Danakis, M. Afgani, G. Povey, I. Underwood and H. Hass, "Using a CMOS camera sensor for visible light communication" in *Proc. 3rd IEEE Workshop on Optical Wireless Communications*, 2013.
- [6] 이정호, 김니영, 주민철, 박영일 "롤링셔터 효과를 이용한 광학 카메라통신 알고리즘" *한국통신학회 논문지*, 2016.