

VLC 기반 실내측위 플랫폼 개발

고기찬, 오성현, 김정곤*

한국공학대학교 전자공학부

rlcks1204@tukorea.ac.kr, osh119@tukorea.ac.kr, jgkim@tukorea.ac.kr

VLC based Indoor Positioning Platform Development

Gi Chan Go, Sung Hyun Oh, Jeong Gon Kim*

Dept. of Electronic Engineering Tech University of Korea

요약

인구의 도시 밀집으로 인해 건물이 고층화되고 복잡해짐에 따라 실내 공간에서의 측위 기술이 주목받고 있다. 이에 따라, 본 논문에서는 실내 위치 측위를 위해 VLC(Visible Light Communication)기반의 송수신 플랫폼을 제안한다. 이를 위해, 라즈베리파이 pico와 LED(Light Emitting Diode) 패널을 송신부로 사용하였고, 마이크로 컨트롤러, 포토다이오드, Bluetooth 모듈을 수신부로 사용했다. 송신부에서 라즈베리 파이 pico는 LED 패널의 소등, 점등을 제어하여 데이터를 송신하고, 수신부의 포토다이오드와 마이크로 컨트롤러를 통해 데이터를 수신받게 되는 프로토콜을 구현하였다. 구현 결과 LED에서 송신되는 LED 패널의 ID(Identification)가 포토다이오드를 통해 정상적으로 수신됨을 확인하였다.

I. 서론

인구의 도시 밀집으로 인한 문제를 해결하기 위해 건물이 점점 커지고 복잡해지고 있다. 특히 우리나라처럼 인구밀도가 높은 지역에서는 건물의 고층화와 복잡화는 당연히 여겨지고 있다. 건물의 대형화와 고층화에 따라 실내에서의 목적지 찾기, 재난상황에서의 대피 또한 어려움을 겪고 있다. 기존의 위치 측위 기술인 GPS(Global Positioning System)는 보편적으로 사용되는 측위 기술이다. 그러나 GPS 기술의 경우, 실내에서는 위성 신호의 감쇠가 커 사용하기 힘들다는 단점이 있다. 위와 같은 이유로 실내 공간에서도 보편적으로 사용할 수 있는 실내 위치측위 시스템에 대한 연구가 각광받고 있다[1][2].

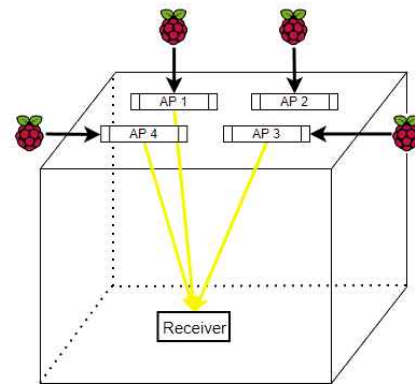
흔히 사용되는 실내 측위 방법으로는 WiFi, Bluetooth, UWB(Ultra Wide Band), VLC(Visible Light Communication) 등이 있다. WiFi는 현재 대부분의 스마트폰, 노트북 및 기타 휴대용 장치에서 사용 가능하므로 실내 위치 측위에 보편적으로 사용된다. 그러나, WiFi는 RF(Radio Frequency) 대역 포화에 따른 주파수 간섭문제로 정밀한 측위가 어렵다. VLC 기술 중 하나인 LiFi 기술은 LED(Light Emitting Diode)의 특성상 주파수 사용에 제한이 없다. 또한, 기존 LED 인프라를 사용할 수 있고, 보안성이 뛰어나다는 장점으로 차세대 근거리 무선통신 기술로서 각광받고 있다[4].

본 논문에서는 위와 같은 이유로 VLC를 통한 실내 위치 측위 플랫폼 개발을 제안한다. 제안된 위치 측위 플랫폼은 라즈베리파이 pico와 LED 패널로 이루어진 4개의 LED AP(Access Point)와 포토다이오드 및 마이크로 컨트롤러로 이루어진 1개의 수신부로 구성되어 있다. 또한, VLC 통신의 용이성을 위해 9bit의 데이터를 전송하는 LiFi 전송 프로토콜을 구현하였다. 전송 프로토콜은 1bit의 Start bit와 8bit의 데이터비트로 이루어지며, 데이터비트를 통해 LED AP의 ID(Identification)를 구별할 수 있다.

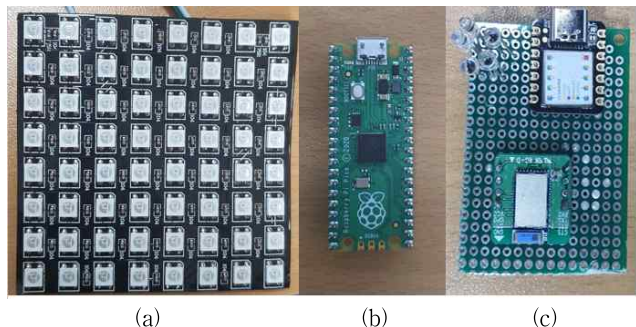
본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2절에서는 구현한 시스템에 대해 자세히 설명하고, 3절에서는 본 논문의 결론을 맺는다.

II. 본론

본 절에서는 제안하는 시스템에 대해 설명한다. [그림 1]은 제안하는 시스템의 구성도이다. 그림에서 볼 수 있듯이, 제안하는 시스템은 4개의 LED AP와 1개의 수신부로 구성되어 있다. 각 LED 패널은 깜빡임을 이용해 LED AP의 ID를 전송하고 수신부는 포토다이오드를 이용해 데이터를 수신한다. 개발된 송신부 및 수신부는 [그림 2]에서 확인할 수 있다.



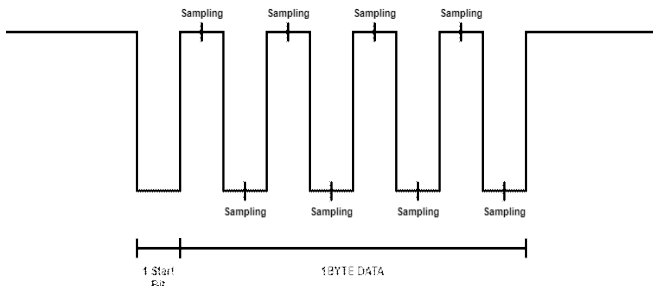
[그림 1] 제안 시스템 구성도



(a) (b) (c)

[그림 2] 송수신 모듈 구성: (a) LED 패널, (b) LED 제어부, (c) 수신부

* : 교신저자

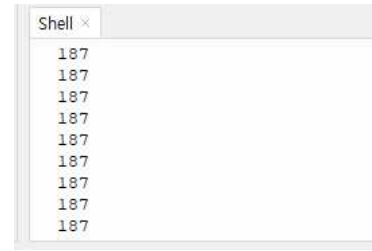


[그림 3] LiFi 전송 프로토콜

[그림 2]의 (a) 및 (b)는 송신부의 구성을 보인다. (a)는 LED 패널인 ws2812b이며, (b)는 패널을 제어하는 라즈베리파이 pico이다. 라즈베리파이 pico는 Micro Python을 통해 LED 패널의 점등, 소등을 제어한다. [그림 2]의 (c)는 개발된 수신부를 보인다. 수신부는 마이크로 컨트롤러 (Seeeduino XIAO), 포토다이오드(TEFD4300), Bluetooth 모듈 (BoT-nLE521DU)로 구성되어 있다. 수신부의 마이크로 컨트롤러는 포토다이오드를 통해 LED 패널의 깜빡임을 인식하고, 마이크로 컨트롤러 내부에서 측위에 필요한 값인 LED AP의 ID 정보와 RSSI(Received Signal Strength Indicator) 값을 Bluetooth 모듈을 통해 안드로이드 APP으로 전송하게 된다.

위와 같이 전송된 LED AP의 ID 정보와 RSSI 값을 기반으로 측위를 수행하고자 한다. 본 논문에서 제안하는 시스템은 기존 측위 방식인 kNN(k-Nearest Neighbor)을 개선한 WkNN(Weighted k-Nearest Neighbor)방식을 적용하고자 한다. 이를 위해 오프라인 단계에서 팽거프린팅기법을 적용하여 각 RP(Reference Point)에 대한 RSSI를 측정한다. 이후 온라인 단계에서 kNN은 유클리드 거리 d_e 가 작은 RP를 도출하고, 도출된 RP의 좌표를 사용자의 최종위치로 산출한다. 그러나, 해당 위치는 대략적인 위치이므로 측위 정확도가 낮다. 이를 개선한 WkNN은 가중치 w 를 이용하여 사용자의 최종위치를 보정하는 방식이다. 여기서, 가중치 w 는 유클리드 거리 d_e 가 작을수록 커지고, d_e 가 클수록 작아지며 kNN의 측위 정확도를 개선할 수 있다.

[그림 3]은 본 논문에서 제안하는 LiFi 전송 프로토콜이다. 제안하는 LiFi 전송 프로토콜은 1bit의 Start bit와 8bit(1Byte)의 데이터로 나뉜다. 데이터를 전송하는 송신 LED에서는 1(점등상태)을 유지하다가 데이터 전송이 시작되면 사전에 설정된 주기만큼 0(소등상태)를 유지해 전송을 시작한다. 수신부에서는 0이 감지되면 8bit 시간 동안 1bit 시간마다 인식되는 값을 샘플링해 1과 0으로 구분하여 이진수로 나타내게 되고, 이는 LED의 특정한 ID를 의미한다. 본 논문에서는 전송 프로토콜을 Python으로 코딩화하여 라즈베리파이 pico로 9bit 데이터를 생성, LED 패널 제어를 통



[그림 5] 송신부의 ID 결과

해 수신부로 송신하였다. 그 후, 수신부의 마이크로 컨트롤러에서 9bit 데이터를 인식한 뒤, 10진수로 나타내게 된다.

[그림 4]은 전체 실험 환경 구성이며 4개의 LiFi 송신부와 1개의 LiFi 수신부, 외부전원으로 이루어져 있다. 본 실험에서는, 1개의 LiFi 송신부와 1개의 LiFi 수신부만을 사용하여 실험을 진행하였다. 또한, VLC는 외부 가시광의 영향에 크게 간섭을 받기 때문에, 내부 벽은 가시광 및 외부의 빛이 투과할 수 없는 검은색 구조로 구성하였다.

본 시스템에서 제안한 프로토콜을 사용해 임의로 0 1011 1011의 이진 데이터 비트를 사용하여 ID를 전송했을 때, [그림 5]와 같이 Start bit인 0을 제외한 8bit 1011 1011이 187의 10진수로 나타나는 모습을 볼 수 있다. 이러한 결과로, VLC를 통한 수신부와 송신부 간 통신링크 구성이 완료된 모습을 볼 수 있다.

III. 결론

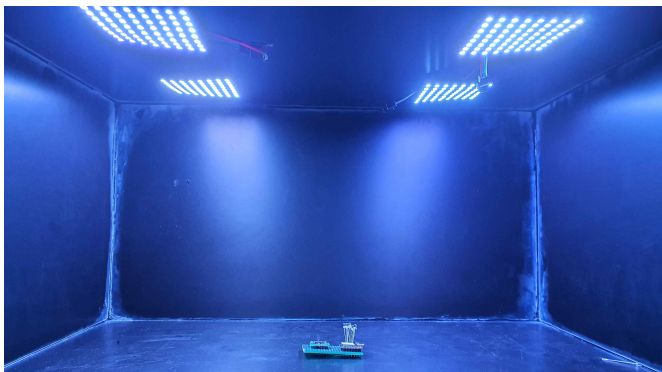
본 논문에서는 실내 위치 측위를 위해 VLC 기반의 송수신 플랫폼을 제안하였다. 또한, 제안 기술의 성능 검증을 위해 실제 환경에서 LiFi 수신부, 송신부의 통신링크를 구성하여 실험을 수행하였다. 라즈베리파이 pico를 통해 LED 패널을 제어하였고, 9bit 데이터를 송신하였다. 수신부의 마이크로컨트롤러는 포토다이오드를 통해 9bit 데이터를 1bit의 Start bit와 8bit의 ID로 인식했다. 그 후, 인식한 ID를 10진수로 표현하였다. 향후 연구에서는 송신부 LED의 데이터 전송 속도를 개선할 예정이다. 또한, 수신부의 Bluetooth 모듈에서 안드로이드 APP으로 전송한 RSSI 값과 ID를 사용하여 안드로이드 APP에서 측위 알고리즘을 통해 실제 측위에 관한 연구를 진행할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2021R1F1A1063845).

참 고 문 헌

- [1] Choi, H. S. "Trends in the Promotion of Interior Space Information in Korea," The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences, pp. 39-46. Mar. 2017.
- [2] Mainetti, L., Patrono, L., and Sergi, I. "A survey on indoor positioning systems," Proceedings of the 2014 22nd International Conference on Software, Telecommunications and Computer Networks (SoftCOM), pp.111-120 Sep. 2014.
- [3] Zafari, F., Gkelias, A., and Leung, K. K. "A Survey of Indoor Localization Systems and Technologies," IEEE Communications Surveys & Tutorials, pp. 2568-2599, Apr. 2019.
- [4] Kim, S. H. "4th Industry and Li-Fi Technology Trend," Korea Institute of Information Technology Magazine, pp. 1-13. DEC. 2017.



[그림 4] 성능 검증을 위해 제작된 실험 환경