

## BLE와 PLM 조합의 승선자 위치 모니터링

권혁주<sup>1</sup> · 양현숙<sup>2</sup> · 이성근<sup>†</sup>

(Received April 24, 2015 ; Revised May 9, 2015 ; Accepted May 22, 2015)

### Site Monitoring of Crews and Passengers on Board by the BLE and PLM Combination

Hyuk-joo Kwon<sup>1</sup> · Hyun-Suk Yang<sup>2</sup> · Sung-Geun Lee<sup>†</sup>

**요약:** 선박에 예기치 못한 사고가 발생할 때에는 무엇보다 승객을 신속하고 안전하게 구출하는 것이 중요하다. 이를 위해서는 상시 승객의 위치정보가 파악이 되어 있어야 한다. 본 논문에서는 선박의 예기치 못한 사고에 대비하기 위하여 저 전력 블루투스(BLE, Bluetooth low energy)와 전력선 모뎀(PLM, Power line modem)을 기반으로 승선자의 위치정보를 모니터링하고자 한다. 이 시스템은 승객 및 선실용 BLE 태그, PLM 네트워크, 데이터 서버 및 모니터링 PC로 구성된다. 이 시스템은 승객 및 승무원의 몸과 선실에 부착된 태그(tag)로부터 받은 위치정보를 선내에 설치된 전력선 네트워크를 통하여 송신하여 모니터링 PC에 실시간 모니터링 된다. 제안한 방식은 선박과 승객의 안전을 고려하여 승선자의 권한과 직책에 맞는 구역에 출입이 가능하도록 유도하며, 출입이 제한되는 구역으로 이동시에는 알람을 발생시켜 제한을 유도한다. 또한, 전력소모가 적은 BLE를 사용함으로써 BLE가 장착된 태그 배터리의 장기간 사용을 가능하게 하고, 경제적 이익을 가져올 수 있다.

**주제어:** 저전력 블루투스, 전력선모뎀, PLM 네트워크, 태그

**Abstract:** When unforeseen accidents occur in a ship, it is important to save passengers safely and remove them from the accident area quickly. To solve such a situation, site information of passengers on board always must be identified. This paper implemented a site monitoring of crews and passengers based on the BLE and PLM combination, to prepare for unexpected accidents of the ships. This system was composed of BLE tag for crews, passengers and each room, PLM networks, data server, and monitoring PC. In this system, site information derived from the tag attached to the bodies and cabins of crews and passengers are transmitted through a power line network, and monitored on the screen of a monitoring PC. The proposed system guides them into the only authorized area considering the ship security and passengers' safety, and even has a special alarm call to warn them after entering an unauthorized area. This system enables the BLE-embedded tag battery to use for a long time because the BLE consumes low electric power, and can gain an economic advantage.

**Keywords:** Bluetooth low energy, Power line modem, Power line modem network, Tag

## 1. 서 론

최근에 주목받고 있는 저 에너지용 블루투스(BLE) 기술을 이용하여 육상에서 GPS신호가 인식하지 못한 실내에서의 위치인식이나 결제 시스템이 주목 받고 있다. 특히 세월호 사건 이후 선박 안전에 대한 관심이 높아지면서 BLE 기술을 접목한 선박 내에서의 승선자 위치 인식 시스템 개발에 매진하고 있다.

기존의 실내 위치 인식기술로 사용되고 있는 Zigbee는 최대 전력 사용을 필요로 하고 배터리 소모가 많은 단점이

있는 반면에, BLE의 경우에는 전력소모가 매우 적어 많은 수의 BLE 장착 장비를 사용하는 경우에도 타 모듈에 비해 상대적으로 교환 주기를 늘릴 수 있어, 좁고 많은 수의 객실을 보유한 선박에서 장비의 전원으로 사용하는 것이 유리하다.

선박에서 승무원 또는 승객, 즉 승선자의 위치를 상시 감시하기 위해서는 인식된 위치정보를 원거리로 보낼 수 있는 통신 네트워크가 구비되어야 한다. 이러한 통신 네트워크에는 유선 및 무선 네트워크가 있지만, 유선 네트워크는

† Corresponding Author (ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2493-3916>): Division of Electrical and Electronics Engineering, Korea Maritime and Ocean University, 727, Taejong-ro, Yeongdo-gu, Busan 606-791, Korea, E-mail: [sglee48@kmou.ac.kr](mailto:sglee48@kmou.ac.kr), Tel: 051-410-4821

1 Electrical and Electronics Engineering, Korea Maritime University, E-mail: [khj586@naver.com](mailto:khj586@naver.com), Tel: 051-410-5079

2 Electrical and Electronics Engineering, Korea Maritime University, E-mail: [saharian4@naver.com](mailto:saharian4@naver.com), Tel: 051-410-5079

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

신조 또는 일부 선박에만 갖춰져 있고, 또 제한된 구역에만 설치되어 있으며, 무선 네트워크를 사용할 경우에는 선박의 재질인 철에 의한 신호 감쇠로 인해 중계기가 감당할 수 있는 영역이 줄어드는 단점이 있다. 이와 같은 단점을 개선하기 위해서는 선내의 전 구역에 설치되어 있어 이용이 편리하고, 별도의 설치비용이 들지 않는 전력선 모뎀(PLM)을 이용하는 것이 유리하다[1][2].

본 논문에서는 전력소모가 적은 BLE 모듈을 이용하여 승선자의 개인정보와 위치신호를 감지하고, 이를 선내의 PLM을 통해 모니터링 PC로 전송하여 모니터링을 수행하고자 한다.

## 2. 모니터링 시스템 구성

### 2.1 하드웨어 구성

Figure 1은 승선자 위치정보의 모니터링 구성도이다. 승선자에게 부착하는 Peripheral tag(이하 P tag라 함), 중계기(Repeater), 데이터 서버, 모니터링 PC로 구성된다. 중계기에는 P tag로부터 위치정보를 넘겨받는 Central tag(이하 C tag라 함)와 C tag로부터 받은 데이터를 모니터링 PC로 송신하는 PLM 네트워크가 탑재된다.

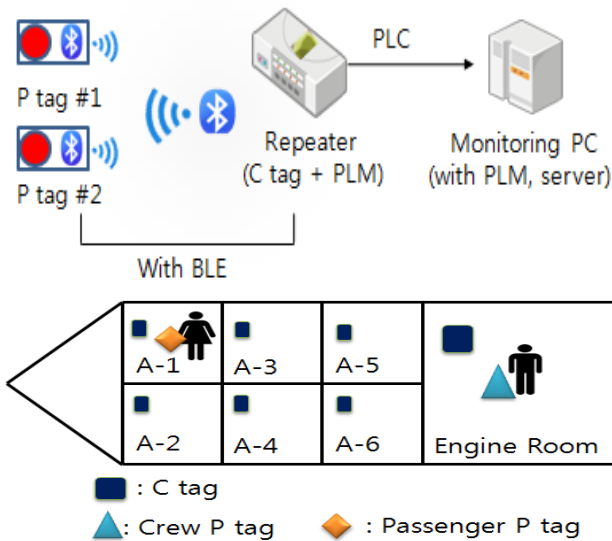


Figure 1: Site monitoring diagram of the crews and passengers on board

#### 2.1.1 BLE tag

P tag는 사용자에게 부착하는 태그로 Figure 2와 같고, P tag는 승선자의 위치정보를 BLE의 기능 중 하나인 advertising mode를 이용하여 주변으로 전송하는 역할을 하며, 해당 거리에 따른 위치식별이 가능하도록 구성한다.

P tag에는 버튼이 존재하고 구조가 필요한 사람이 해당 버튼을 누르면 서버가 있는 제어실에서 경고음이 울려 모

니터링 하는 사람이 도움을 줄 수 있도록 구성하였고,[3] C tag는 전력선 통신에 의하여 데이터 서버가 가지고 있는 지도 및 위치 정보와 신호 교환을 통해 P tag의 위치정보를 탐색하도록 설계하였다[4].



Figure 2: P tag

#### 2.1.2 중계기와 서버간의 PLC 통신

중계기(Repeater)는 C tag에 전력선 통신 모듈과 추가 부품을 첨가하여 설계한 장비이다.

C tag에 BLE와 WIFI를 모두 장착하는 경우 전력사용량이 높아져 BLE용 소형 배터리로는 장시간 사용하기 불가능하여 중계기에도 BLE 모듈을 부착하여 C tag와 접속하여 데이터의 송수신이 가능하도록 설계 하였다[5].

중계기와 서버간의 통신은 유무선 통신망을 이용하지 않고 기존에 선박에 설치되어 있는 전력선에 전력선 모뎀을 연결하여 통신이 가능하도록 구성하였다. 다만 전력선 통신 이용으로 인해 기존 통신케이블로 전송하는 것에 비해 다량의 데이터를 처리하는데 속도가 느려지거나 오류가 발생할 수 있기 때문에 데이터 송·수신시에 확인 과정을 거치도록 네트워크 구성과 데이터 포맷을 설계하였다.

Figure 3는 PLM 네트워크 시스템의 개략도이다. 전력선 통신의 특성상 변압기를 거치게 되면 신호가 감쇠되어 송·수신에 오류가 발생할 수 있기 때문에 각 네트워크 사이에는 전력선 통신 커플러를 이용하여 연결시켜야 한다. 한 개의 네트워크가 감당할 영역이 대략 선박 한개 층으로 한정되어 있기 때문에 한국해양대학교 한바다호를 기준으로 한 층에 한 개의 네트워크를 구성하고 각 네트워크는 원활한 통신을 수행하기 위하여 배전실 전단부에서 접속하였다.

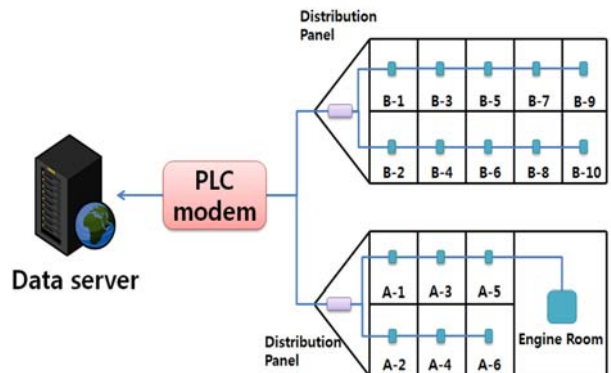


Figure 3: PLM networks inside the ship

2.2 소프트웨어 구성

제한한 모니터링 시스템은 평상시에 보안장치로 사용이 되고, 비상시에는 승선자 위치식별 기능을 가져야 한다. Figure 4에 이와 같은 사용목적을 수행하기 위하여 중계기에서 BLE를 탐지하고 감지한 위치정보를 통신하는 순서도를 나타내고 있다[6].

중계기내의 C tag용 BLE가 P tag용 BLE를 주기적으로 탐지하고, 탐지된 위치를 파악하여 해당 정보를 PLM으로 송신하고 다시 탐지를 계속한다.

PLM으로 송신된 Tag의 정보는 PLC 데이터로 변경된 후 모니터링 프로그램으로 송신을 한다. 이 과정에서 송신부에서는 데이터를 보내기 전 오류 검사를 수행하고, 수신부에서는 수신 받은 데이터가 모두 도착했는지 확인하고 오류를 검사한다. 만약 오류가 발견되면 다시 정보를 요청하는 신호를 발송하는 작업을 거치게 되고, 오류가 없으면 모니터링 프로그램으로 데이터가 넘어가게 된다.

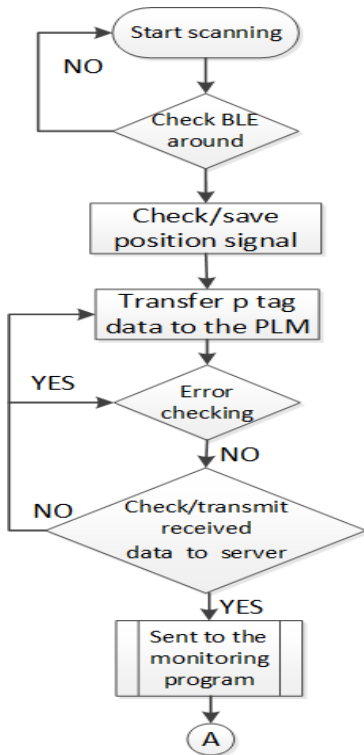


Figure 4: Communication flowchart for the repeater

Figure 5는 모니터 화면을 구성하는 순서도이다. PLC 모뎀에서 모니터링 프로그램으로 전달된 BLE 데이터는 디스플레이에 모니터링되기 전에 확인 작업을 거치게 된다. 송신된 정보에서 위치정보를 파악하여 해당 인원이 허용되지 않은 공간에 출입하였는지를 확인한다. 만약 파악된 위치가 해당 인원에게 허용되지 않은 장소라면 모니터링 프로그램에서는 경고와 함께 BLE 데이터를 모니터링 장치에 표시 한다. 확인 작업에서 이상이 없을 경우에는 경고음

없이 데이터를 모니터링 장치에 표시한다. 그 후 BLE 데이터는 암호화 과정을 진행한 후 저장하고 모니터링을 종료한다.

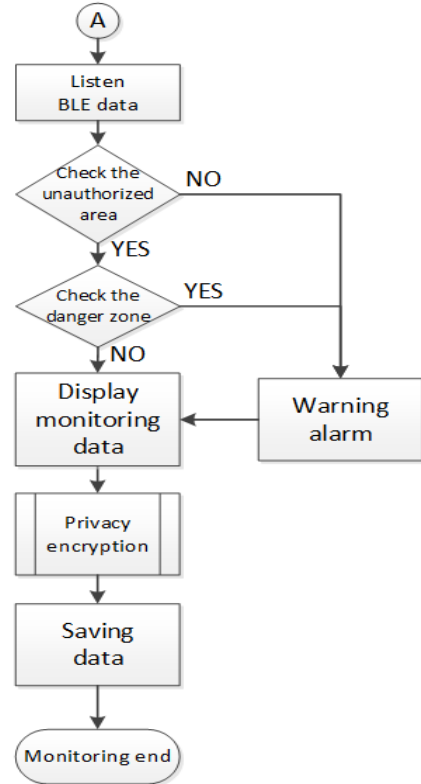


Figure 5: Flowchart for monitoring

3. 실험 및 고찰

본 논문에서 제작한 모니터링 시스템을 이용하여 한국해양대학교의 실습선인 한바다 호에서 실험을 진행하였다. Figure 6은 P tag, 중계기, 데이터 서버용 노트북으로 구성된 시스템 실험 사진이며, 서버가 설치된 선실을 제어실로 가정할 경우 제어실 외부의 승무원의 위치정보를 제어실 내부에서 전력선 통신으로 확인을 하는 모습이다.

콘센트의 전원과 함께 입력되는 전력선 통신 데이터를 PLC 통신으로 받아 모뎀을 통해 PC로 전송하여 데이터를 화면에 표시한다.



Figure 6: Monitor screen and repeater

Figure 7은 BLE와 Zigbee 칩에 대해서 아이들 상태에서의 배터리 전압(화면 위)과 전류(화면 아래)를 측정한 파형이다. 전체 송신 화면을 보기 위하여 2s/div.으로 화면을 조정하였고, 두 칩 모두 약 1.2s 간격으로 송신신호를 보냈으며, 우측 상단 파형은 송신 순간의 전류 값을 확대(50mA/div)한 파형이다. 배터리 CR2450(3V)으로 전원을 공급하고, 짧은 시간동안 대기상태를 유지하다가 통신이 수행된다.

Figure 7 (a)에서 BLE의 최대 통신전류는 10mA이고, 배터리 전압은 대기상태에서 약 2.8V 유지하다가 약 2.75V로 강하되고 다시 2.8V의 대기상태로 진입한다. Figure 7 (b)에서 Zigbee 최대 통신전류는 약 27mA이고, 배터리 전압은 대기상태에서 약 2.8V 유지하다가 약 2.6V로 강하되고 다시 2.8V의 대기상태로 진입한다.

Figure 7 (a)와 (b)에서 BLE 송신전류와 전압강하가 Zigbee 송신전류와 전압강하보다 적은 값으로 나타났다[7]. 한편, Sleep 모드에서는 노이즈와 유사할 정도로 매우 작은 값으로 측정되어 정확한 값을 표시하지 않았다[8].

Figure 8은 전력선에 데이터가 실려 가는 모습을 계측한 실험파형이다. 220V 전원에 실린 데이터는 복조회로에서 정현파 220V 전압이 필터링되고 유효 데이터만 서버로 입력된다[9].



(a) BLE



(b) Zigbee

Figure 7: Waveforms of electric power consumption for P tag(ch1: 500mV/div., ch2:50mA/div., Time:2s/div.)

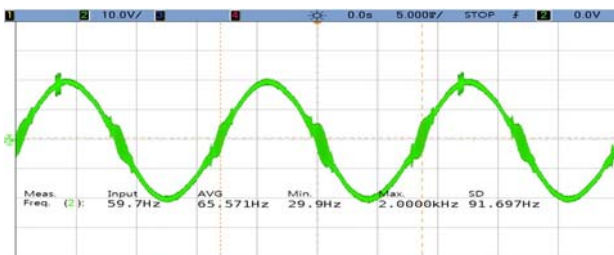


Figure 8: Power line waveforms for PLC

Figure 9은 서버의 모니터링 화면이고 원이 표시된 부분은 중계기의 위치이며, 중계기로부터 전달받은 P tag의 위치정보를 서버로 전송받아 모니터링 PC 및 서버에서 확인이 가능하도록 하였다.

화면의 좌측 네모안에는 중계기의 실제위치를 나타낸 것이고, 우측 아래에는 중계기의 실제위치를 각 구역별로 화면에 모니터링한 것이다. 위치 정보의 수신이 완료될 때까지 반복하여 전송하기 때문에 수신 실패 없이 정확한 위치를 모니터링 할 수 있었다.

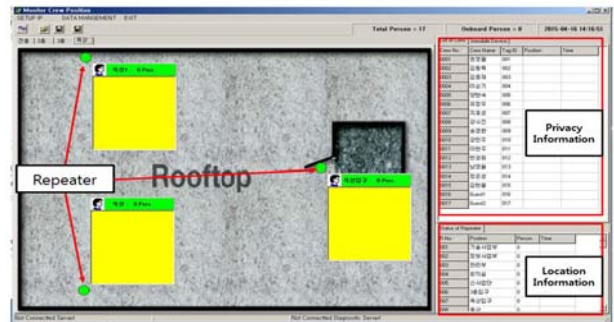


Figure 9: Monitoring screen for the server

#### 4. 결 론

본 논문에서는 선박 내에서 BLE tag와 PLM 네트워크를 이용하여 승선자 위치정보를 모니터링한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) Zigbee 칩에 비해 상대적으로 최대 송신전류가 낮은 BLE 칩을 사용함으로써 공간이 좁고 개수가 많은 구획을 가진 선박에서의 승선자 위치 모니터링을 구현하는데 있어 배터리 교체에 대한 시간적, 경제적 이점을 가질 수 있다.
- 2) 선박 내에 설치된 전력선은 별도의 설치비용이 소요되지 않아 디지털 데이터의 전송을 가장 경제적으로 활용할 수 있는 통신선로이다. 접속부의 전단부에서 신호를 실어 통신을 수행한 결과 신호감쇠 방지용 커플러를 사용하지 않으면서도 양호한 특성을 얻을 수 있었다.
- 3) 승무원 및 승객의 위치정보를 실시간으로 검색하여 모니터링하기 때문에 선박에서 위급한 상황이 발생할 때 비상탈출을 신속히 지시할 수 있으며, 승객들이 위험구역으로 이동할 때 경고를 발생하기 때문에 평상시의 안전을 확보하는 것이 가능하게 된다.

#### 후 기

본 연구는 중소기업청에서 지원하는 2014년도 산학연협력 기술개발사업(No. C0250012)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

#### References

[1] U. J. Lee, H. Y. Park, H. C. Shin “Implementation of

- a bluetooth-LE based wireless ECG/EMG/PPG monitoring circuit and system,” Journal of the Institute of Electronics and Information Engineers, vol. 51, no. 6, 2014 (in Korean).
- [2] K. G. Kong, S. D. MO, K. S. Chung, S. Y. Min, J. J. Ko “Implementation of homenetwork middlexare - system based on bluetooth interface,” Korean Institute of Information Scientists and Engineers, Spring Conference, vol. 28, no. 1 (A), 2001 (in Korean).
- [3] C. Comez, J. Oller, and J. Paradells, “Overview and Evaluation of Bluetooth Low Energy”, Sensors, vol. 12, no. 9, pp. 11734-11753, 2012.
- [4] Andrew N Sloss “ARM system developer's guide” Korea, Scitechmedia, 2005.
- [5] E. Mackensen, M. Lai, and T. M. Wendt, “Performance analysis of an bluetooth low energy sensor system,” Proceedings of the 1st IEEE International Symposium on Wireless Systems within the Conferences on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems, pp. 62-66, 2012.
- [6] C. H. Kim, S. H. Hong, anf S. G. Lee “A research on performance improvement of iBeacon using transmission and reception of different beacon signals,” Journal of the Korean Institute of Communications and Information Sciences, vol. 40, no. 01, 2015 (in Korean).
- [7] M. G. Kang and H. J. Shin, “Analysis of low power and channel interferences for Zigbee,” Journal of Transactions on Internet and Information System, vol. 11, no. 3, 2010 (in Korean).
- [8] Texas Instruments CC2540 Data sheet, <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/cc2540.pdf> Accessed May 27, 2015.
- [9] H. J. Lim, H. S. Yang, K. W. Kim, Y. J. Baek, Y. S. Kim, S. G. Lee, “Implementation of lamp monitoring system(LMS) for ship based on PLM,” Journal of the Korean Society of Marine Engineering, vol. 31, no. 2, pp. 181-189, 2007 (in Korean).