

Beacon과 GPS를 사용한 선박 내외 측위 및 LoRa 통신을 사용한 데이터 전송 시스템

박석현*, 김진덕**, 김치용***
*동의대학교 소프트웨어융합학과
**동의대학교 컴퓨터공학과
***동의대학교 게임애니메이션공학전공
e-mail : refresh1104@gmail.com, kimchee@deu.ac.kr

Measuring Inner and Outer Position of Ships using Beacon and GPS & Data Transmission System using LoRa

Seok-hyun Park*, Jin-deog Kim**, Chee-Yong Kim***
*Dept. of Software Convergence, Dong-Eui University
**Dept. of Computer Engineering, Dong-Eui University
***Major of Game Animation Engineering, Dong-Eui University

요 약

본 논문에서는 선박 내부의 측위를 위해서는 Beacon, 선박 외부의 측위를 위해서는 GPS를 이용하였고, 측위 데이터의 전송에는 LoRaWAN(Long Range Wide Area Network)을 이용하였다.

GPS 신호를 받을 수 없는 대형 선박의 선박 내부 장비나 화물 등의 위치, 위험 상태에 처한 사람의 위치 등을 통합 관리하기 위해서 Beacon을 이용한 측위를 수행하고, 선박의 침몰이나 단순 바다에 빠지는 사고 등, 선박 외부의 사고가 발생하는 경우에는 GPS를 이용한 측위를 수행하는 LoRa Node를 개발하고, LoRa Node에서 측정된 데이터를 LoRaWAN을 이용해 서버로 전송한다.

1. 서론

국내와 국외를 막론하지 않고 해상 환경에서의 선박사고가 자주 발생하고 있다. 국내에서는, 세월호 참사와 같은 대형 사고가 있었고, 이외에도 크고 작은 선박사고는 끊임없이 이어지고 있어, 선박에 대한 승선자의 안전 및 화물의 관리를 위한 기술이 반드시 필요하게 되었다.

승선자의 안전 또는 화물의 관리를 위해서는 승선자나 화물의 위치를 알 수 있는 것이 중요하다. 실외에서의 위치 측정은 GPS를 통해서 수행할 수 있으나, 실내에서의 위치 측정은 GPS를 통해서 진행할 수 없는 문제점이 있어[1], Wi-Fi 기반의 실내 위치 추적 기술을 많이 사용하지만, 이는 초기 비용이 크고, 오차가 많다는 점이 문제점으로 작용하기 때문에, 이번 논문에서는 Beacon을 이용한 위치 측위를 수행하고자 한다.

하지만, Beacon만을 사용해 측위를 수행하게 되면 선박 사고 상황에서 발생하는 선박 외부에 대한 측위가 불가능해진다.

또, 선박 내부의 밀폐된 상황과 선박 외부, 바다에 빠진 조난 상황에 대해서 측정된 데이터를 밀폐된 상황과 장거리 상황에 대해서 서버로 일정하게, 문제없이 전송할 수

있는 통신 기법도 필요로 한다.

이에, 본 논문에서는 선박 내부에서는 Beacon을 통한 선내 측위, 선박 외부에서는 GPS를 통한 선외 측위를 수행하고, 이에 대한 결과 데이터를 서버 측으로 전송할 때 저 전력 통신, 범위가 11km 이내이고, 알루미늄/철판으로 격벽을 이루는 선내에서도 일정한 신호 세기를 보이며 통신이 가능한 통신 기술인 LoRaWAN을 통해서 전송하고자 한다[2].

2. 관련 연구

본 장에서는 Bluetooth BLE을 사용한 실내 측위 기법에 대한 대표적인 기술 몇 가지에 대해 알아본다.

(1) iBeacon을 이용한 Proximity 기법[3,4]

Proximity 기법은 Beacon이 매우 약한 신호를 발생시키고, 사용자의 단말기가 Beacon에 접근해 신호를 수신하면 Beacon의 현재 위치에 있다고 추정하는 기법이다.

측위 기술이라고 보기에 단순하지만, Beacon이 소형화되고 배터리로 장기간 운용이 가능하게 되면서, 실내 공간의 다양한 위치에 부착 가능해져, 확산이 빠르게 이루어질 것으로 예상되지만, Beacon 신호 도달 범위가 짧아서 매

우 넓은 공간에서는 적합하지 않을 수 있다는 한계점이 있다.

(2) High Accuracy Indoor Positioning(HAIP)을 이용한 Angle of Arrival(AOA) 기법[4,5]

이 기술에는 Bluetooth를 사용하는데, 특수하게 제작된 수신기를 사용하고 AOA라는 기법을 적용, 약 1m 오차 이내의 높은 정확도를 보여주는 기법이다.

수신기는 반구의 형태를 가지고 있으며, 표면에 여러 개의 지향성 안테나가 배열된 구조이다. 이 각도와 수신기의 위치를 알면 위치를 계산할 수 있는 방식이다.

수신기를 1개만 설치해도 일정한 공간 내에서 2D 위치를 계산하며, 2개 이상 설치하면 3D 위치를 계산할 수 있는 기법이지만, 특수하게 제작된 수신기를 설치해야한다는 점으로 인해 보편적인 서비스에 적용하기에는 한계가 있다.

본 장에서 실내 측위의 대표적인 기법 두 가지를 조사했다. 본 논문에서는 승선자 또는 화물에 대한 아주 정확한 위치를 요구하는 시스템이 아니라, 선박 내의 대략적인 위치를 알면 되는 시스템이므로 선박 내부의 측위에 Proximity 기법을 활용, 선박 여러 곳곳에 Beacon을 부착하여 선박 내에서의 측위를 수행하고자 한다.

3. 시스템 설계

본 장에서는 측위 시스템 전체를 이루는 구성요소 및 각 요소들의 기능에 대해서 제안한다.

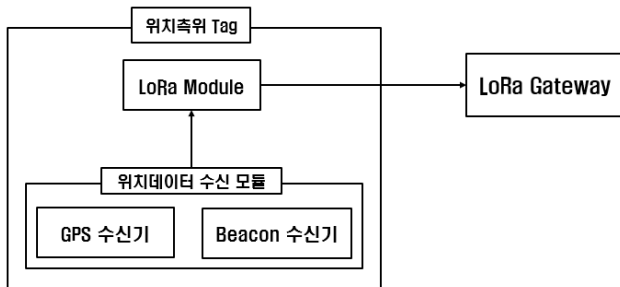


그림 1. 시스템 전체 구조도

개발하고자 하는 시스템의 간략한 구조도이다.

Tag에는 LoRa 통신 모듈, GPS 수신기, Beacon 데이터 수신기 및 이 모듈들을 통합 관리하는 MCU가 내장된다. 이 Tag는 배터리를 이용해 동작하며, 전원이 들어오면, 전체 모듈이 동작하도록 한다.

Beacon 및 GPS 수신기가 동작하면서 각각의 데이터를 읽기 시작하고, GPS 데이터가 들어오지 않으면 측정중인 Beacon의 데이터를 MCU에서 취합, LoRa 통신 규격에 맞추어 주변의 LoRa Gateway에서 수신할 수 있도록 Uplink 메시지를 생성하고, LoRa 통신 모듈을 통해서 메시지를 전송하도록 한다.

4. 구현

본 장에서는 앞 장에서 설계했던 시스템 구성에 따라, 시스템 Prototype을 구현한다.

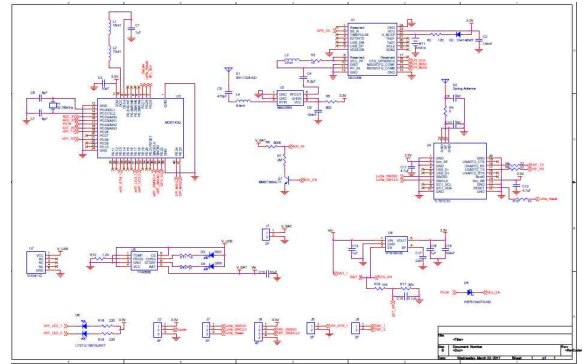


그림 2. Tag 전체 HW 설계도



그림 3. SKT 솔루션 LoRa 모듈

위의 그림2는 Tag의 전체적인 하드웨어 설계도이다. 시스템 설계에 맞추어, PCB 기판에 MCU, GPS 수신기 및 Beacon 데이터 수신기가 탑재되고, 추가 모듈로 그림 3의 LoRa 통신을 위한 SX1276 모듈을 추가로 부착해, LoRa 통신을 수행할 수 있도록 하드웨어를 구성하였다.

Radio PHY layer:



Figure 5: Radio PHY structure (CRC* is only available on uplink messages)

PHYPayload:



Figure 6: PHY payload structure

MACPayload:



Figure 7: MAC payload structure

FHDR:



Figure 8: Frame header structure

그림 4. LoRaWAN Uplink Message 구성

LoRa 통신에서, 전송 메시지는 위의 Message 구성도와 같이 구성할 수 있다[6]. Tag에서 전송하게 될 메시지는 Uplink 메시지가므로, CRC를 포함해 메시지를 구성해야 한다. 메시지에서 측정 데이터 값이 실제로 포함되는 것은 FRMPayload 부분에 포함된다.

```

line 535
static void on_ble_evt(ble_evt_t * p_ble_evt)
{
    ...
    for(i = 0; i < IBEACON_LIST_NUM; i++){
        //Insert new received BT ADDR
        if( Send_Ibeacon_List[i].ble_rssi == 0 ){
            //empty space!
            Send_Ibeacon_List[i].ble_rssi
                = rssi_value;

            Send_Ibeacon_List[i].ibeacon_major_value
                = major_value;
            Send_Ibeacon_List[i].ibeacon_minor_value
                = minor_value;
            Send_Ibeacon_List[i].time_stamp
                = current_time;
            memcpy(Send_Ibeacon_List[i].
                bt_mac_addr, bt_addr_value, 6);
            break;
        }
    }
    ...
}

```

위의 시스템 코드는 Beacon 데이터를 수신하면, Beacon 리스트에 데이터를 저장하는 코드이다.

Beacon 리스트의 개수만큼 Loop를 진행하고, Loop 진행하면서 Beacon의 RSSI 데이터가 0인 데이터에 대해서는 데이터 RSSI 데이터를 보정한 뒤 입력하고, Beacon Major, Minor 데이터 및 Timestamp 데이터는 바로 리스트에 입력될 수 있도록 구현하였다.

```

line 1492
void SX1276SetTx( uint32_t timeout )
{
    ...
    SX1276.Settings.State = RF_TX_RUNNING;

    //TimerStart( &TxTimeoutTimer );
    app_timer_start(TxTimeoutTimer_id,
        APP_TIMER_TICKS(timeout,
            0),NULL);

    SX1276SetOpMode(
        RF_OPMODE_TRANSMITTER);
    ...
}

```

위의 시스템 코드는 LoRa 메시지 전송을 위해 송신 모드를 호출하는 코드이다.

위의 시스템 코드 동작을 통해서, 주변의 Beacon 데이터에 대해 측정하고, 주변의 측정된 모든 Beacon 데이터를 LoRa Gateway로 전송할 수 있도록 구현하였다.

```

2017-10-26 10:39:34,559 {"emergency": 0, "bc": [{"beacon_id": "B0001201", "rssi": -77},
{"beacon_id": "B0001199", "rssi": -85},
{"beacon_id": "B0001210", "rssi": -89},
{"beacon_id": "B0001205", "rssi": -91},
{"pk": 1, "id": "W00003005"}]}

```

그림 5. LoRa 메시지 전송을 통해 수신된 Beacon 정보

위의 시스템 코드들을 사용, LoRa Gateway에서 수신한 데이터를 정제하면, Tag에서 전송한 데이터를 정상적으로 수신할 수 있음을 확인하였다.

4. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 Beacon 및 GPS 데이터를 측정하고, 측정된 데이터를 LoRa 통신 패킷에 맞추어 메시지를 생성, 생성된 데이터를 LoRa 모듈을 통해서 LoRa Gateway로 전송할 수 있는 시스템을 설계하고, 구현하였다.

본 논문에서 제안 및 구현한 시스템을 활용하면 선박 내부와 외부에서 승선자 및 화물, 장비 등의 위치를 정확하게 특정할 수 있을 것이다. 이로 인해 선박 내에서의 화물이나 장비의 손실이 줄어들 수 있을 것이고, 만약 선박 사고 상황이 발생하는 경우, 인명구조를 좀 더 신속하고 정확하게 수행할 수 있는 장점이 있을 것이다.

향후에는, Tag에 여러 가지 센서를 부착, 승선자에 대한 위험 또는 사고 상황에 대한 측정을 수행하고 측정된 데이터를 기존과 같은 LoRa 통신을 이용해 서버로 전송해 관리자가 선박 내부에서의 사고를 빠르게 대처할 수 있도록 하는 시스템을 개발하고자 한다.

참고문헌

- [1] 조영수, 조성윤, 김병두, 이성호, 김재철, 최완식. (2007). 실내의 연속측위 기술 동향. 전자통신동향분석. 22권. 20-28.
- [2] 박문수, 양승철. (2018). LoRaWAN 을 이용한 선박 내부의 격벽통과 신호 특성 분석. 한국통신학회 학술대회논문집, , 825-826.
- [3] <https://idjung.wordpress.com/2014/11/22/ibeacon-%EC%A0%95%EB%A6%AC/>
- [4] <https://m.blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=eagle-toe&logNo=220545118195&proxyReferer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F>
- [5] 박창민. (2013). 위치정보의 서비스 동향과 패러다임의 변화-Wi-Fi AP 정보를 활용한 위치정보 플랫폼 구축. Internet & Security Focus. . 24-40.
- [6] LoRa Alliance, LoRaWAN Specification.