JKIICE Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering

한국정보통신학회논문지(J. Korea Inst. Inf. Commun. Eng.) Vol. 20, No. 1 : 153~160 Jan. 2016

Beacon을 활용한 선박 탑승자 위치확인 시스템의 구현

정선재[1] · 임재홍[2*]

Implementation of the Passenger Positioning Systems using Beacon

Seon-Jae Jeong[1] · Jae-Hong Yim[2*]

[1]Department of Convergence Study on the Ocean Science and Technology, Korea Maritime and Ocean University, Busan 49112, Korea
[2*]Department of Electronic and Communications, Korea Maritime and Ocean University, Busan 49112, Korea

요 약

본 논문에서는 선박 내에서 Bluetooth 기반의 Beacon을 활용하여 탑승객 및 선원들의 위치를 추적하는 시스템에 대하여 제안하였다. 추적된 탑승객들의 위치는 선박 침몰과 같은 치명적인 위급상황 발생시 구조대가 효율적으로 신속하게 승객들을 구조하는 데 활용될 수 있으며, 수집된 데이터들은 사용자들의 동선 패턴을 파악하여 부가적으로 활용될 수 있다. 이 논문에서 제안된 시스템은, 선실마다 AP(Access Point)라고 불리는 MAC 데이터 수집 장치를 설치하고, 설치된 AP에서는 탑승자들에게 제공된 Tag의 정보를 검색하고 수집한다. Tag는 개인 정보 보호를 위하여 고유의 MAC Address만을 가지며, 별도의 사용자 정보는 수집하지 않는다. 모든 데이터 통신은 MAC Address만을 송·수신하도록 하여 익명성을 보장하였다.

ABSTRACT

In this paper, we propose a system that tracks the position of the passengers and sailors using a Bluetooth-based Beacon in the ship. The position of the tracking passengers, sometimes fatal emergencies of the rescue team, such as the sinking of the ship is utilized in order to efficiently and quickly rescue the passengers, and the collected data can be utilized additionally by grasping the flow of human traffic patterns. The system proposed in this paper, install MAC data acquisition called AP (Access Point) for each cabin, and in the installed AP retrieves Tag of the information provided to the passenger and collected. A Tag has only its own MAC Address to the privacy, no user information is not collected. All data communication by sending and receiving MAC Address was only to ensure anonymity.

키워드 : 블루투스, 위치 추적, 선박 사고, 비콘, 근접 기반

Key word : Bluetooth, Tracking Position, Ship Accident, Beacon, Proximity-Based

접수일자 : 2015. 11. 18 심사완료일자 : 2015. 12. 10 게재확정일자 : 2015. 12. 24

* **Corresponding Author** Jae-Hong Yim(E-mail:jhyim@kmou.ac.kr, Tel:+82-51-410-4310)
Department of Electronic and Communications, Korea Maritime and Ocean University, Busan 49112, Korea

Open Access http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2016.20.1.153 print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

ⓒThis is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(http://creativecommons.org/li-censes/by-nc/3.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright Ⓒ The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

Ⅰ. 서 론

2014년 4월 16일 전남 진도군 병풍도 앞 인근 해상에서 청해진해운 소속의 여객선 세월호가 침몰하는 사고가 발생하였다. 이 사고로 탑승객 476명 가운데 172명만이 구조되었으며, 300여 명이 넘는 사망・실종자가 발생하였다. 특히 세월호 탑승객 476명 중 324명은 제주도로 수학여행을 떠나던 안산 단원고 2학년 학생들이었기에 어린 학생들의 희생이 많아 전 국민에게 더 큰 충격과 침통함을 안겼다.

사고가 발생한 후 얼마 지나지 않아 인터넷과 소셜 네트워크 사이트(SNS)에는 생존자가 보낸 것으로 추정되는 메시지가 각종 SNS를 통해 전해지기 시작했다. “X번 방에 학생들이 갇혀있다”, “식당쪽에 물이 별로 차지않아 그곳에 생존자가 많이 있다”는 등의 내용의 메시지는 각종 SNS를 통해 빠르게 전파되었고, 특종에 목말랐던 각종 언론사를 통해 확대 재해석되어 퍼져나가 유가족 및 구조대에게 혼란을 가중시켰다. 하지만 이는 모두 허위사실로 밝혀져 유가족 및 구조대에게 허탈함을 안겨주었을 뿐만 아니라 구조작업에도 영향을 미쳐 귀중한 시간을 낭비하게 만들었다. 만약 조난자들의 위치를 사전에 확인할 수 있었다면, 좀 더 효율적으로 구조작업이 가능했을 것이다.

본 논문에서는 이러한 실내 위치 측위 기술을 선박에 적용하여 사용자의 위치 정보를 수집하여 DB화시킴으로써 조난사고 발생 시 사용자의 위치를 정확하게 파악하여 신속한 구조할 수 있도록 하는 시스템을 제안한다. DB화된 데이터베이스는 별도의 서버에 저장하거나 위성통신 등을 통하여 관제센터에 전송함으로써 조난상황 발생 시 구조자가 신속하게 조난자의 위치를 파악하여 효율적으로 구조활동을 벌일 수 있도록 한다.

실내에서 위치를 측정하기 위한 기술은 2000년대 초반부터 다양한 형태로 발전되어 왔다. 하지만 오차 및 전력소비량 등의 문제로 인해 난항을 겪다가 스마트폰과 Wi-Fi, Bluetooth 등 개인용 무선 통신 기술이 보급되면서 함께 발전해 나가기 시작했다.

실내에서 사용자의 위치를 측위하는 방법은 여러 방법이 존재한다. 대표적으로 거리정보 기반(삼변측량)기술, Fingerprinting(패턴인식)기술, Proximity 기반 기술 등을 들 수 있다. 먼저 삼변측량 기술은 거리를 알고있는 두 고정점으로부터 방향을 측정하여 다른 지점의 거리를 측정하는 방법이며, Fingerprinting 기술은 실내 영역에서의 각 참조지점에서의 패턴을 미리 DB화시킨 후 실시간 측정 데이터와의 유사도를 비교하는 방식이다. Proximity 기반 기술은 기존의 Cell ID기술을 대표적으로 들 수 있으며, 무선통신망 내 기지국마다 고유 번호를 할당하여 단말이 접속해있는 기지국의 위치를 기반으로 단말의 위치를 판단하는 방법이다[1].

Fingerprinting 기술은 사전에 Fingerprinting DB 구성을 위한 트레이닝 단계가 요구되므로 시스템 구축을 위해서는 많은 노력과 시행착오를 거쳐야 하며, 삼변측량 기술의 경우 실내에서 벽, 물체등에 의해 산란, 반사되는 한계점을 가지므로 선박 내에서 사용하기에는 적절하지 못한 기술이다[2].

따라서 본 논문에서는 Proximity 기반으로써 사용자의 위치를 측위하는 방식으로 접근한다. Proximity 기반 기술의 경우 사용자의 위치를 정확하게 파악하지 못하는 문제점이 존재하지만, BLE 모듈의 출력을 제한함으로써 약 5~10m의 오차를 갖도록 하였다.

이 연구를 통하여 선박 내에서 사용자의 위치를 추적하여 기록함으로써 선박 사고 발생시 신속한 초동 조치 및 구조를 할 수 있으며, 선박 내에서의 각종 안전사고 예방 효과를 기대할 수 있을 것이다.

Ⅱ. 이론적 배경

2.1. 실내 측위를 위한 기술

실내에서 위치를 측정하기 위한 기술은 크게 삼변측량 기술, Fingerprinting 기술, Proximity 기반 기술 3가지로 크게 나눌 수 있다. 삼변측량 기술은 무선통신 기반 위치측위 기술 중 가장 널리 알려져 있는 기술로써, 자신의 위치를 정확하게 알고있는 3개의 Access Point가 요구된다. AP 3개의 위치를 정확하게 안다면 각 AP에서 단말까지의 거리를 반지름으로 하는 교점을 찾을 수가 있다. 이 때 각 AP에서 단말까지의 거리는 단말에서 수신하는 무선신호의 세기나 전파지연시간을 활용하는 방식을 사용할 수 있다. 따라서 삼변측량 기술에서는 AP와 단말간의 거리정보를 정밀하게 측정하는 것이 가장 중요하며, 단말과 AP간 거리는 AP 혹은 단말로부터 송신되는 무선신호의 세기 및 무선신호의 전파지연시간 측정을 통해 계산이 가능하다. 하지만 무선신호

의 세기는 거리뿐만 아니라 실내공간의 구조, 사람, 사물, 온도, 습도 등 다양한 요소에 의해 영향을 받기 때문에 이 방식은 오픈된 공간이 아닌 실내에서의 정확도에서 한계를 보인다[3].

일반적으로 무선 신호의 세기와 거리 간의 관계는 수식 (1)과 같은 경로감쇠 모델로서 정의하게 된다.

$$P_{RX} = P_0 - 10a\log_{10}(\frac{d}{d_0}) \quad (1)$$

P_{RX}는 수신신호의 세기, P_0는 참조거리 d_0에서의 수신신호 세기, a는 경로감쇠지수, 그리고 d는 단말과 AP 간 거리다. 실내 측위 시스템 구축과정에서 각 AP에 적합한 P_0, d_0와 a를 미리 찾고, 이후 단말이 AP로부터 수신하는 신호의 세기 P_{RX}를 수식 (1)에 대입함으로써 해당 AP까지의 거리를 찾을 수 있다. 2000년대 후반까지 경로감쇠 모델을 이용한 거리 측정에 대한 연구는 활발히 이루어졌다. 하지만 앞서 언급하였듯이, 다양한 환경적 요인으로 인하여 경로감쇠 모델을 이용한 거리 측정은 정확도에 한계가 발생한다. 이에 현재는 이러한 삼변측량 기술보다 위치에 따른 무선신호의 세기 특성을 고려하여 단말의 위치를 찾는 Fingerprinting 기술을 중점으로 한 연구가 더욱 더 활발히 진행되고 있는 실정이다. Fingerprinting 기술은 실내 영역에서의 각 참조지점에서의 패턴을 사전에 데이터베이스에 저장하여 실시간 측정 데이터와의 유사도를 비교하는 방식이다. 패턴인식 방식은 참조위치간 간격이 세밀할수록, 설치된 무선네트워크 기지국의 수가 많을수록 정확도가 높은 경향이 있다[4]. 하지만 이 방식 또한 실내 인구 및 구조물의 이동과 온도, 습도 등 환경요소, 무선단말의 종류 및 단말상태의 차이에 따라 수신신호 세기 특성이 달라질 수 있다. 따라서 라디오 지도에 미리 패턴화된 신호의 세기와 단말기가 측정한 수신신호 세기 값은 전혀 다른 결과값이 나타날 수 있으며, 따라서 단말기의 위치와는 전혀 무관한 위치를 현재 위치라고 파악할 가능성이 존재한다.

본 논문에서 사용하는 Proximity 기반 기술은 무선통신망 내 기지국마다 고유 번호를 할당하여 단말이 접속해있는 기지국의 위치를 기반으로 단말의 위치를 판단하는 방법이다.

WiFi 네트워크의 경우 AP의 인터넷 프로토콜 주소를 Cell ID로 사용함으로써 단말의 위치를 찾을 수 있다. 이 기술은 AP 혹은 기지국 커버리지 크기가 크면 클수록 오차율이 증가한다는 단점을 갖는다. Cell ID 기술의 경우 기지국의 커버리지가 수십 m 이상에 이르는 경우가 많으므로 다른 측위기술과 융합하여 사용하는 경우가 많다. 또한 LED의 뛰어난 에너지 효율과 긴 수명으로 인하여 LED 조명을 사용한 가시광 통신이 각광을 받고 있는데, 이러한 LED에 고유 번호를 부여하고 가시광 통신 단말이 LED 조명의 고유 번호를 인지함으로써 위치를 찾아내는 가시광 통신 Cell ID 기술에 대해서도 많은 연구가 이루어지고 있는 실정이다.

2.2. 저전력 블루투스 기술

2009년 블루투스 SIG에서 발표한 블루투스 4.0 규격에서는 BLE(Bluetooth Low-Energy) 라는 이름으로 저전력 디바이스를 위한 표준을 발표한 바 있다. 기존 Bluetooth 기술에서 큰 단점으로 손꼽히던 전력 소모 문제를 개선한 것이다[1]. Bluetooth Smart라고도 불리며 스마트폰에서는 Android 4.3 버전, iOS 5.0이후 버전부터 지원하기 시작하였다. 이러한 BLE는 기존 버전의 Bluetooth에 비해 생산 가격이 줄어들었고, 저전력에서 동작이 가능하게 되었으며, 디바이스 연결 절차를 간소화했다는 특징을 갖는다. 하지만 음성전송 지원이 되지 않으며 전송 데이터 사이즈가 줄어들었기 때문에, 기존에 활용되던 헤드폰, 키보드 등의 장치에는 부적절하며 최근 부상하고있는 IoT 서비스에 적합하다고 볼 수 있다. 표 1은 기존의 블루투스 (Bluetooth BR/EDR)와 BLE의 사양을 비교한 표이다[5].

Table. 1 Comparison of Bluetooth BR/EDR and BLE

Specification	Bluetooth Basic Rate / Enhanced Data Rate	Bluetooth Low-Energy
RF Channels	79	40
Transmission Speed	1~3Mbps	1Mbps
Topology	Scatternet	Star-Bus
Voice Support	Support	Not Support
Data Transmission Time	100 ms	< 6ms
Current Consumption	< 30mA	< 15mA
Applications	Smartphone, Headset, PC, etc.	Smartphone, Watch, Sports, Healthcare, etc.

BLE는 기존의 Bluetooth 적용 제품들과의 호환성을 위해 두 가지 방식(Single Mode/Dual Mode)을 제공한다. Single Mode를 채택한 제품은 오직 BLE 기능으로만 동작이 가능한 제품으로써, 다른 싱글모드 및 듀얼모드 제품과 통신이 가능하다. 반면에 Dual Mode를 채택한 제품에서는 송수신을 위해 자신의 아키텍처 중 BLE 부분을 사용하게 되며, 따라서 클래식 블루투스 및 다른 듀얼 모드 제품과도 통신이 가능해진다. 하지만 Dual Mode 제품의 경우 BLE 작업 수행이 가능하긴 하지만 Single Mode 만큼 ULP 동작에 최적화되지는 않았다는 단점을 갖는다. 단순히 특정 시간에 적은 양의 데이터를 간헐적으로 보내는 경우, Single Mode에서만 동작하여도 무방하다. 하지만 BLE 통신 뿐만 아니라 기존의 Bluetooth 장비와도 통신을 할 필요가 있을 경우에는 Dual Mode를 선택하여야 한다.

이러한 BLE 기술을 활용한 비콘 기술이 각광받고 있다. 비콘이란 최대 50~70m 이내의 장치와 교신할 수 있는 근거리 무선통신 장치로써, 전력 소모가 적어 모든 기기가 항상 연결되는 사물인터넷 구현에 적합한 장치이다.

현재 비콘은 상점에서 사용자가 인접하였을 때 광고용 콘텐츠를 전송한다던지, 고객을 식별하여 과거 방문 이력에 따른 개인별 1:1 맞춤형 서비스를 제공하거나 상점을 이용한 고객에 대하여 만족도 설문 조사를 실시하는 등 상업적으로 다양하게 활용되고 있다. 또한 비콘은 단말기별로 위치 식별 정보를 보유하기 때문에, 사용자의 위치를 측정하는 데에도 시범적으로 활용되고 있다[6].

Ⅲ. 시스템의 설계 및 구현

3.1. 시스템의 목표

본 논문에서 제안하는 시스템은, 선박을 셀 단위로 나누어 선실마다 설치된 AP에 의해, 탑승객의 위치 정보를 수집하도록 한다. 탑승객의 위치 정보를 수집하기 위하여 Bluetooth LE 기능을 이용하여 소형으로 제작된 Tag를 개인별로 부착하도록 한다. Tag가 제한된 AP 범위 내에 접근하였을 경우, 해당 승객은 그 AP 범위 내의 위치에 있다고 판단하도록 한다. 이 Tag는 Beacon처럼 지속적으로 자신의 Address를 전송한다.

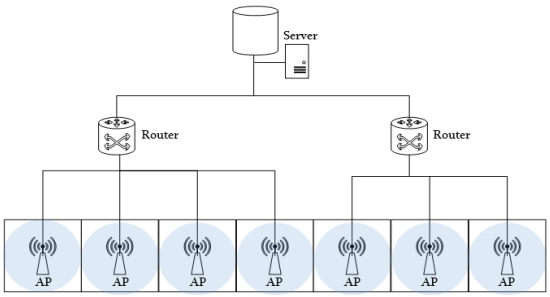

Fig. 1 The goal of the System

Fig. 1은 시스템의 최종적인 모습에 대해 개략적으로 나타낸 그림이다. 각 선실 및 부대시설 등에는 Bluetooth 신호를 검색하여 MAC Address를 수신해 올 AP가 설치되게 된다. 각 AP에서는 실시간으로 신호 범위 내에 있는 Bluetooth 장치들의 MAC Address를 수집하게 되며, Tag의 MAC Address는 사전에 서버에 Database화 시켜 둠으로써 다른 Bluetooth 장비들의 MAC Address와 구분하도록 한다.

수집된 MAC Address는 층단위나 일정 영역으로 구분된 라우터를 통해 서버로 전달된다. 라우터는 AP에서 수집된 데이터의 유효성을 검증한 후, 지정된 서버로 전달하게 된다. 이 때 데이터를 전달한 AP의 MAC Address도 함께 서버로 전달함으로써, 어느 구역에 탑승객이 위치하고 있는지를 서버에서 파악할 수 있도록 한다. 서버에서는 각 라우터로부터 전달되어져 온 MAC Address를 확인하여 검증하는 과정을 거친다. 이 과정에서 사전에 DB에 저장된 MAC Address와 비교함으로써 Tag가 아닌 다른 Bluetooth 장치나 비콘 등에서 수집된 MAC Address는 무시하게 된다. 이러한 필터링 과정을 통하여 실제 탑승객의 위치 정보만을 수집하도록 하고 이외의 태블릿 PC나 스마트폰, 노트북과 같은 Bluetooth 장비 및 다른 목적으로 설치된 비콘 등의 데이터는 배제함으로써, 시스템의 신뢰성을 높일 수 있도록 하였다.

서버에서는 또한 수집되어 검증까지 마친 실제 Tag들의 MAC Address를 해당 데이터를 전달한 AP의 MAC Address와 함께 DB에 저장하고, 모니터에 디스플레이 한다. DB에 저장된 데이터는 비상상황 발생 시 탑승객들의 위치를 파악하는 데 활용할 수 있도록 위성 등 각종 통신망을 통해 지상으로 전달되거나 별도의 안정적인 저장장치에 저장될 수 있다.

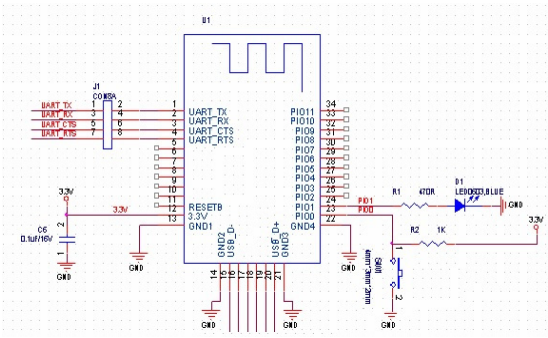

Fig. 2 BLE Module Schematic

3.2. Bluetooth Tag의 구현

Fig. 2는 본 논문에서의 BLE 모듈의 회로도를 나타낸 그림이다. MCU와는 UART로써 통신이 진행되며, 동작 여부를 확인할 수 있는 LED가 포함된다. 사이즈는 26.9mm × 13mm × 2.2mm의 소형이며, 대기상태일 때의 전력소모량은 500uA정도로써 소형의 배터리와 함께 사용할 수 있도록 하였다. 표 2에서는 Tag로 사용될 BLE 모듈의 규격을 표시하였다[7].

모듈에서는 사전 초기 설정을 통하여 출력 세기를 조절하게 된다. 따라서 Tag에서 발신되는 신호는 Tag의 주변까지만 도달하게 되며, AP의 신호 세기를 적당히 조절함으로써 AP와 Tag간 통신이 가능하도록 한다.

Table. 2 Specification of Tag (BLE Module)

Bluetooth Version	Bluetooth Specification V4.0 BLE
Send/Receive Limit	No bytes Limit
Working Frequency	2.4GHz ISM Band
Modulation Method	GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying)
RF Power	-23dBm, -6dBm, 0dBm, 6dBm Can modify through AT Command
Speed	Asynchronous : 6K Bytes Synchronous : 6K Bytes
Security	Authentication and Encryption
Serivce	Central & Peripheral UUID FFE0, FFE1
Long range	Open space have 100 Meters with iPhone4S
Power	+3.3VDC 50mA
Working Temperature	-5 ~ 65 Centigrade
Dimension	26.9mm × 13mm × 2.2mm

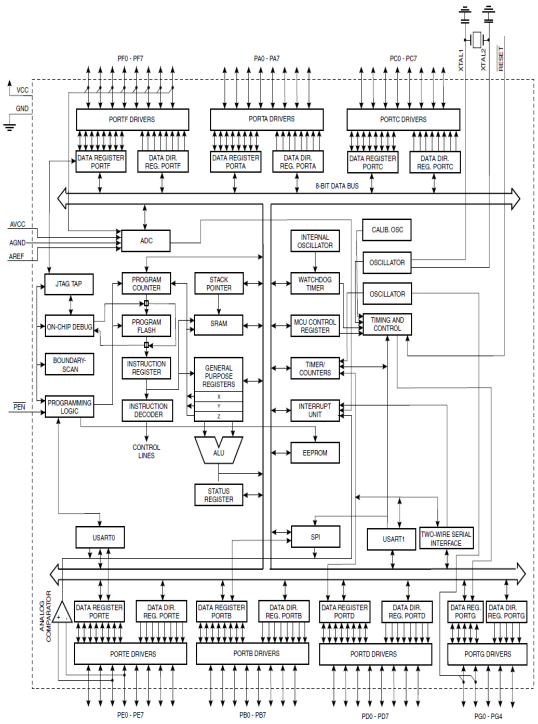

Fig. 3 Block Diagram of Microcontroller Unit

이런 식으로 Tag의 출력 세기를 최소한으로 조정함으로써 여러 AP와 동시에 통신을 할 확률을 줄여 사용자의 위치를 정확하게 판별할 수 있고, AP 범위를 벗어나는 곳에서 통신하여 오차가 발생할 가능성을 줄일 수 있다.

3.3. Access Point의 구현

Access Point의 Bluetooth 모듈 또한 앞서 Tag에서 사용했던 제품과 동일한 제품을 사용한다. Tag에서는 출력세기를 최대한 감소시키고 비콘의 형태로 동작하도록 하였지만, AP에서의 동작 형태는 이와는 반대로 방 크기에 알맞게 적당한 출력세기로 조절하게 된다. AP에서는 데이터를 수집하여 서버로 전송하기 위해 Micro Controller Unit이 요구된다. 본 논문에서는 Microprocessor로 NEWTC사의 ATMega128 개발 보드를 사용하였으며, Bluetooth 신호 수신을 위하여 HM-10 Bluetooth 4.0 BLE Module을 사용하였다.

Fig. 3은 Access Point에 사용된 MCU의 Block Diagram을 나타낸 것이다.

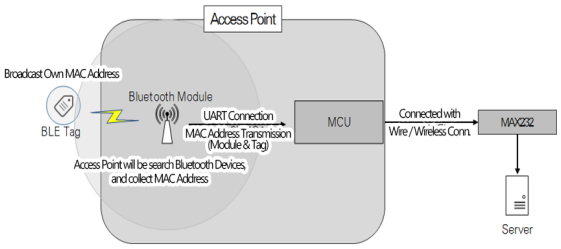

Fig. 4 System Schematic for Operation Process

본 논문에서는 USART0을 통해 Bluetooth Module을 제어하고 데이터를 수신하며, USART1을 통해 서버와 연결을 수립하고 데이터를 송・수신한다. 전달되는 데이터는 여유분을 포함하여 50bytes 정도의 크기이므로 9600bps의 속도로 설정하였으며, 8 Data bits, 1 Stop bits에 패리티와 흐름제어는 설정하지 않았다.

Fig. 4에서는 시스템의 동작 과정에 대한 개략도를 표시하였다. BLE Tag는 최소한의 Power로 자신의 MAC Address를 송신하며, AP단의 Bluetooth Module은 UART 통신을 통하여 MCU에 자기 자신의 MAC Address와 전달받은 Tag의 MAC Address를 함께 전달하게 된다. MCU는 서버와 유선·무선 등의 매체로 연결될 수 있으며, 무선매체 연결시 Wi-Fi 모듈이나 Zigbee 모듈 등 별도의 무선통신 모듈과 연결과정이 필요하다.

본 논문에서는 직렬 통신으로 서버와 AP를 연결하였다. MCU에서 수집한 데이터는, 서버 S/W에서 수신하여 분할하기 위해 데이터의 시작부에 0x21 값을 (ASCII Char '!') 붙이고, 끝부분에 0x2E (ASCII Char '.') 기호를 붙인 뒤, Tag와 AP의 MAC Address를 0x2C (ASCII Char ',') 기호로 구분하여 그대로 전달한다. 만약 Tag의 MAC Address가 "D0:59:E4:CB:36:94" 이고, AP의 MAC Address가 "0B:43:5A:17:83:44" 라면, MCU에서는 Fig. 5와 같은 데이터를 서버로 전달한다.

본 논문에서는 MCU와 서버간의 통신은 편의상 직렬 통신으로써 구현하였으나, 상황에 따라 NMEA 0183이나 2000 Format으로 변환하여 전달할 수 있다.

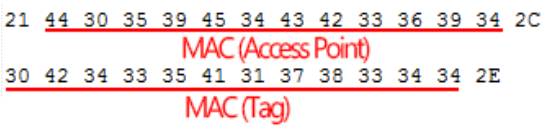

Fig. 5 Created data by the Microcontroller Unit

3.4. 서버 Software의 구현

서버 Software의 주 역할은 RS-232 시리얼 통신의 역할을 하게 된다. AP로부터 정해진 양식에 따라 RS-232 시리얼 통신으로써 데이터를 수신하고, 이를 분할 및 처리하여 Display 하는 것이다. Fig. 6은 통신 초기화 및 설정을 위한 부분의 소스 코드를 나타낸 것이다. Serial_Init() 함수를 사용하여 기본적인 전송 속도 및 포트명을 설정하고, 포트를 열고 버퍼를 비우는 과정까지 완료하게 된다. 이 때, 포트네임의 경우 시스템 환경에 따라 변화하여 사용자가 임의로 설정하여야 하기 때문에 별도의 변수로 설정해두었으며, 이는 Forms에서 Combobox의 형태로 설정할 수 있도록 제작할 수 있다.

포트를 설정한 후 Open 명령을 내리면, 포트가 사용가능한지 확인한 후 연결을 시작하게 된다. Fig. 6에서는 시리얼 포트의 유효성을 검사하고 시리얼 포트를 오픈하는 과정을 나타내었다. 포트가 열린 후 통신할 준비가 되면, start_comm() 함수를 호출하여 통신을 시작하고 S/W 창을 호출하였다.

시리얼 포트에서 데이터가 수신되면, Fig. 7의 serialPort1_DataReceived 함수가 호출된다. 여기서 시리얼포트의 데이터를 ReadExisting() 함수를 이용하여 읽어들이고, DataProcessing() 함수를 호출하여 데이터를 분할하여 Data를 기록하게 된다.

이 때, DataProcessing() 함수에서는 글자수 확인을 통하여 유효한 데이터가 들어왔는지, 중간에 데이터가 깨지지는 않았는지를 확인하고 유효하지 않은 데이터로 판단될 경우에는 버리는 과정도 포함한다.

```
private void btnPortOpen_Click(object sender, EventArgs e)
{
    try
    {
        serialPort1.Open();
    }
    catch{
        tsslblStatus.Text = "Cannot Open Port";
        return;
    }

    if(seriaPort1.IsOpen)
    {
        tsslblStatus.Text = "Port Connected";
        btnPortOpen.Enabled = false;
        btnPortClose.Enabled = true;
        start_comm();
        EnableControls(false);
    }
    else
        tsslblStatus.Text = "ERROR";

}
```

Fig. 6 Serial Port Open

```
private void serialPort1_DataReceived(object sender, System.IO
{
    if (serialPort1.IsOpen)
    {
        string data = serialPort1.ReadExisting();

        if (data != string.Empty)
        {

            DataProcessing(data);
        }
    }
}
```

Fig. 7 Data Receive

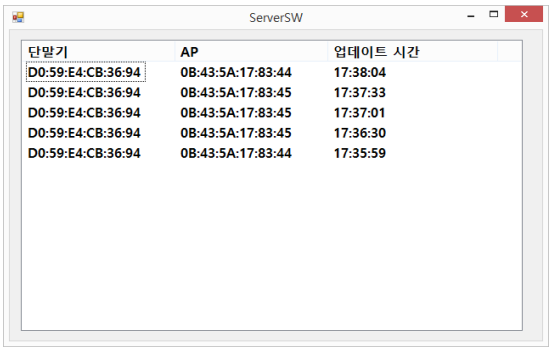

Fig. 8 Created data by the Microcontroller Unit

Fig. 8은 서버의 Software의 모습이다. 수신된 데이터는 윈도우 창으로 디스플레이함과 동시에 별도의 File로 저장하여 기록하도록 하였다. 본 논문에서는 단순히 텍스트 파일에 저장하여 기록하도록 하였으나, MSSQL 등의 DB를 구축하여 DB에 직접 데이터를 기록한다면, 좀 더 안정적인 기록을 기대할 수 있을 것이다.

Ⅳ. 실험 결과

본 논문에서 제안한 시스템에 대해 정확한 동작 여부를 확인하기 위하여, 실내 환경에서 Fig. 9의 형태로 직접적인 실험 환경을 구축하고 실험을 실시하였다. Bluetooth TAG는 Bluetooth Module과 2.4GHz ISM 대역에서 무선으로 통신하게 되며, TAG는 1초 간격으로 자신의 MAC Address를 Broadcasting 하게 된다. 블루투스 모듈은 주변의 Bluetooth 신호를 전부 검색하여 MAC Address를 수집한다. 수집된 MAC Address는 UART를 통해 MCU로 전달하고, MCU에서는 신호를 받아온 뒤 MAC 주소의 앞 6자리를 비교하는 방식으로 Tag 외의 다른 블루투스 장치들을 필터링하게 된다. MAC Address는 String형태로 전달되므로, MCU에서는 strtok를 통해 문자열을 잘라 비교하는 방식으로 필터링이 진행된다. MCU에서 Tag로 판단된 주소값에 대해서는, 자기 자신의 MAC Address를 뒤에 붙여 UART로 전달한다. 신호 레벨의 차이를 맞추기 위하여 MAX232 칩을 이용하여 UART 신호를 PC의 RS-232 신호로 변환한 후, 시리얼 통신을 이용하여 PC로 전달하게 된다.

실제 실내 환경에서 AP를 약 10~15m 간격으로 나열하고, 동작하였을 때 정상적인 동작을 확인할 수 있었다. Fig. 10은 실제 실험시의 AP의 위치와, 디스플레이 변화 상황을 표시한 그림이다. AP를 2개 나열하고, 사용자가 Tag를 보유한 채 이동하였을 때 서버에 수집되는 데이터를 표시하였다. MAC Address 끝자리가 94, 95번인 Tag는 AP 1번 (0B:43:5A:17:83:45)에서 AP 2번 (0B:43:5A:17:83:46) 으로 이동하였고, 끝자리 97번 Tag는 제자리에서 멈춰 있었다. Tag가 감지되기 시작한 순간부터 1초 간격으로 정보를 업데이트 하도록 하였으며, Tag별로 Broadcasting 간격이 다르고, 또한 데이터 전송 중 손실이 극소수 발생하여 1~2초정도의 지연이 발생하기도 하였으나, 이는 무시하여도 큰 문제가 되지 않을 것으로 생각된다.

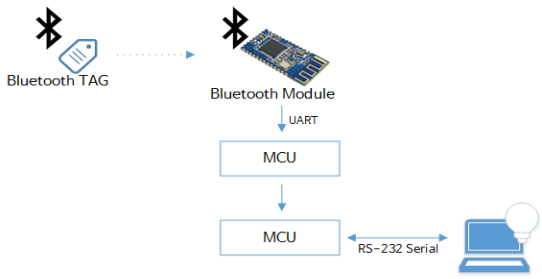

Fig. 9 Implementation Structure

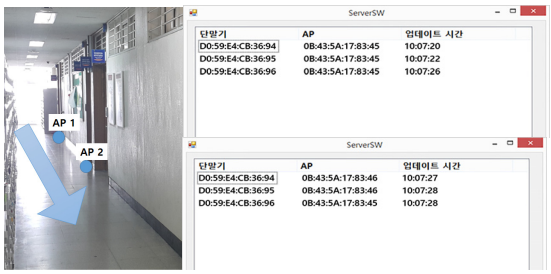

Fig. 10 Display changes according to the AP moved

Ⅴ. 결 론

본 논문에서는 Bluetooth Low-Energy 기술을 이용하여 선박 내에서 조난 상황에 대비하여 사용자의 위치 정보를 수집하는 시스템에 대해 연구하고 그 결과를 기술하였다.

비콘을 사용하여 Proximity 방식으로 사용자의 위치 정보를 파악하고, 인접한 위치의 비콘의 MAC Address를 함께 기록함으로써, 사용자의 대략적인 위치 정보를 파악하게 되었다. 이를 위해 서비스 상태에서 항상 실행되면서 비콘을 검색하고 데이터를 수집하여 서버로 전송하는 단말 내의 어플리케이션을 제작하였고, 또한 데이터를 전송받아 저장하는 Windows 기반 S/W를 제작하였다. 제작된 S/W는 편의상 Window Form 기반의 C#으로 제작하였으나, 서버의 특성상 Console 형태로 제작하는 것이 더욱 더 효율적일 것이다. 실험 결과 데이터의 손실은 거의 발생하지 않았으나, 열악한 선박 환경의 특성상 데이터의 손실을 줄이기 위하여 특정 시간 간격으로 반복하여 데이터를 전송하도록 구현하였다.

앞서 언급한 바와 같이 실내 위치측위 기술의 경우 2000년대 후반 스마트폰이 보급되기 시작하면서 위치 기반 서비스(LBS)의 발달과 함께 발전되어가고 있다. 하지만 아직 발전되고 있는 기술인 관계로 이를 선박 시스템 등에 적용하는 방법에 대한 연구는 아직 미흡한 실정이다. 하지만 이러한 IT 기술들을 선박 및 해양플랜트 등에 적용함으로써 더 큰 시너지 효과를 창출해 낼 수 있을 것이다.

REFERENCES

[1] IlKyu Ha, Zhehao Zhang, HeeJoo Park, ChongGun Kim, “Analysis of Wi-Fi Signal Characteristics for Indoor Positioning Measurement,” *Journal of Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 16, no. 10, pp. 2177-2184, Oct. 2012.

[2] SangWoo Lee, SeonWoo Kim, “Trends and Prospects in Indoor Positioning Technology,” *The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences*, vol. 32, no.2, pp. 81-88, Jan. 2015.

[3] Y. Kim, H. Shin, Y. Chon, H. Cha, “Smartphone-based Wi-Fi tracking system exploiting the RSS peak to overcome the RSS variance problem,” *Pervasive and Mobile Computing*, vol. 9, no. 3, pp. 406-420, June. 2013.

[4] C. Laoudias, R. Pich, C. G. Panayiotou, “Device self-calibration in location systems using signal strength histograms,” *Journal of Location Based Services*, vol. 7, no. 3, pp.165-181, Aug. 2013.

[5] Y. J. Jang. (2011, April). Bluetooth v4.0 - Low Energy Technology Trends. *Telecommunications Technology Association* [Online] Available:http://www.tta.or.kr/data/weekly_view.jsp?news_id=3345.

[6] National Information Society Agency, “The Emerging Beacon Services and Diffusion of New Business,” National Information Society Agency, Seoul, *IT & Future Strategy Report*, 2014.

[7] Jinan Huamao Technology Limited Company, Bluetooth 4.0 Module Specification [Online] Available: http://www.jnhuamao.cn

정선재(Seon-Jae Jeong)

2013년 한국해양대학교 공과대학 전자통신공학과 공학사
2013년~현재 한국해양대학교 해양과학기술전문대학원 해양안전 · 재해그룹 석사과정
※관심분야 : 모바일 컴퓨팅, 유비쿼터스 센서 네트워크

임재홍(Jae-Hong Yim)

1997년~2000년 부산울산지방중소기업청 기술자문위원
1997년~2000년 부산광역시 사이버해양박물관 구축자문위원
2005~2007년 한국해양대학교 정보전산원 원장
2007년~현재 캐나다 Simon Fraser University 방문교수
1995년~현재 한국해양대학교 공과대학 전자통신공학과 교수
※관심분야 : 컴퓨터 네트워크, 모바일 컴퓨팅, 유비쿼터스 센서 네트워크