

## 실내 위치정보 확인 시스템 및 데이터 게이트웨이 구현에 대한 연구

조영석\*

### *A Study on Data Gata Gateway for Indoor Location Detection and Its Upload*

Cho Youngseok

#### 〈Abstract〉

Although the previous information technologies had been used for the quick and accurate processing of work, At present, however, as the combination with the Internet, the IOT(Internet-of-Things) era in which the diverse pieces of information are collected and handled through the sensor networks is in progress. Among these application fields of the IoT, the indoors position identification technology has been developing in the direction of providing the position information in the buildings of which the lengths and the interiors are complicated and in the direction of providing the various pieces of information and others of the like to the nearby customers.

In this paper, we proposed an indoors position identification system that detects the patrol positions of the prison officers in the correctional facilities and in the prisons by using the ultrasonic waves, that transmits these to the control system and the data gateway, and that transmits the detected data.

The Indoors Positioning identification System is organized with the tags for recognizing the positions that transmit the ultrasonic signal, ultrasonic receiver and data gateway. And the indoors position information data were transmitted to the management system through the data gateway. We evaluated the transmission error, by changing the distance of the proposed system for location recognition tag and the receiver, As a result, we found out that, when the transmission distance was 10 cm or less, the errors occurred in the form of the distortions.

And when it was 110 cm or more, the transmission errors occurred due to the propagation diminutions of the ultrasonic wave signals. And when the transmission distance was from 10 cm to 100 cm, it was shown that the proposed system was possible without any errors.

Key Words : IOT, Sensor Network, Indoors Position Identification System, Ultrasonic Waves, Gateway

\*강동대학교 컴퓨터정보과 부교수

## I. 서론

기존의 정보 기술은 빠르고 정확한 업무처리를 위하여 사용되어 왔으나, 인터넷과 결합되면서 언제 어디서나 정보에 접근가능한 유비쿼터스 시대가 도래하였다[1-4]. 유비쿼터스 시대가 발전하여 기존의 인간이 중심인 통신에서 인간 뿐만 아니라 사물이 통신의 주체가 되는 사물인터넷(IOT:Internet of Thing)시대가 본격화 되고 있다. 여러 상황들로부터 각종센서로부터 빅데이터 형태로 수집되고, 처리되어 다양한 네트워크 기술을 통해 연결성을 제공하며 상호 소통하고 상황 인식 기반의 지식이 결합되어 지능적인 서비스를 제공할 수 있는 대규모 IT 인프라기술이다[5]. 이러한 IOT 서비스는 각종센서와 대부분 무선통신기술을 이용하여 여러 응용분야에 활용되고 있다.

이들 응용분야 중 실내 위치검출 기술은 복잡한 건물 내에서 위치정보를 제공하고, 인접 고객에게 각종 상품 정보 등을 제공하는 형태로 발전하고 있다[6]. 또다른 응용분야로 소방 방제를 위한 실내 경비나 감시 그리고 교도 행정 등에서 특정인의 동선관리 등과 같은 서비스에서 반드시 필요한 요소기술이라 할 수 있다.

실내 위치검출은 여러 방법들이 있으나 무선을 이용하여 무선의 세기를 측정하고 이를 근거로 위치를 추정하는 방법들이 광범위하게 연구되고 있다.

무선통신은 작은 출력으로 먼 거리까지 통신이 가능하다는 장점이 있으나, 운영환경에 따라 도달거리의 편차가 심하다는 단점도 함께 가지고 있다. 특히 경계지역의 순찰자나 특정 위험지구의 관리자 등은 위험요소에 노출된 즉시 도움을 요청할 수 있어야 하며, 이때 요청자의 위치정보가 매우 중요하다. 무선통신방식을 이용한 위치정보 검출 시스템은 RF의 전력 제어의 어려움과 운영환경에 따른 전파의 도달거리의 오차가 발생되며, 이로 인한 위치측정 오류가 빈

번히 발생하게 된다.

실내 위치 검출의 다른 방법으로는 NFC 태그를 이용하여 위치정보의 검출이 가능하다. 그러나 이 방식은 각각의 장소마다 NFC 태그를 검출기 근처로 이동하여 터치해야 한다는 문제점이 있어 실 사용자들이 선호하지는 않는다.

무선의 세기를 이용한 실내 위치정보의 문제점을 해결하기 위하여 가시거리 내에서 태그와 통신하여 위치 정보를 수집하는 연구가 진행되고 있으며, 빛을 이용한 방식, 음파나 초음파를 이용한 방식, 자기를 이용한 방식 등을 고려할 수 있다.

이들 방법 중 빛을 이용한 방법은 검출 센서가 광원에 노출되어야 한다는 문제점이 있으며, 자력선을 이용한 방법은 자력 센서를 이용한 방법은 자력 검출센서의 감도가 높고, 자력 방향 변화에 따른 출력이 일정해야 하는 문제점이 있어 적용에 한계가 있다.

초음파는 송신기와 수신기를 이용하여 거리를 측정하거나 통신을 수행한다. 초음파 통신은 전파의 흡수율이 높아 무선통신이 어려운 수중통신에 주로 활용되었으나, 마이크와 스피커가 장착된 IT 기기를 이용한 근거리 통신에 관한 연구도 진행되고 있다[7-8]. 이 경우 가청영역에서 사용하는 스피커와 마이크를 이용하면 효율이 저하되기 때문에 가청영역의 상위 주파수인 18KHz~20KHz 를 사용하는 연구가 진행되고 있다[8]. 따라서 도달거리가 짧은 초음파를 이용하여 근거리에서 검출 센서와 통신하여 위치정보를 취득하고 전송하는 시스템은 전파를 사용한 위치검출 시스템에 비하여 오류가 낮은 위치 검출 시스템 구축이 가능하다.

본 논문에서는 초음파를 이용하여 교정시설이나 교도소에서 교도관들의 순찰 위치를 검출하고, 이를 제어시스템으로 전송하는 실내 위치검출 시스템과 검출된 데이터를 전송하는 데이터 게이트웨이를 설계하여 구현하고자 한다.

일정한 간격으로 위치인식용 태그를 배치하고 순찰자의 단말이 태그와 초음파로 통신하여 위치를 검출하고, 이들 위치정보를 데이터 게이트웨이를 통해 중앙 통제소로 전송하도록 구성하고자 한다. 초음파는 속도가 느려 고속 통신이 어려운 단점이 있으나, 방향성이 적고, 근거리에서 통신이 가능한 특성을 가진다. 위치정보는 데이터 게이트웨이를 이용하여 통제실로 전송하도록 구성한다[9].

2장에서 초음파를 이용한 위치정보 확인 시스템 구성에 대하여 다루고, 3장에서 위치정보 확인 시스템 및 데이터 게이트웨이 구현에 대하여, 그리고 4장에서 결론으로 구성하였다.

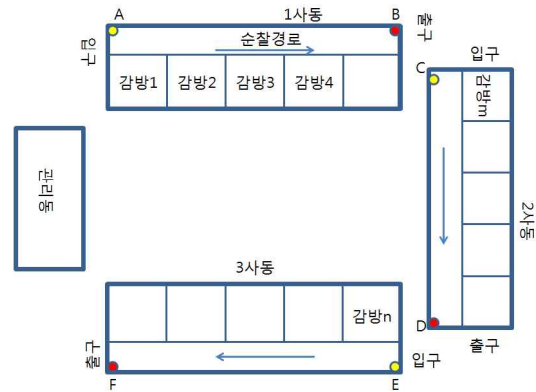
## II. 초음파를 이용한 위치정보 확인 시스템 구성

위험지역을 순찰하는 경로 상에 복수개의 위치인식용 태그를 설치하고, 순찰자는 위치인식용 태그와 통신이 가능한 단말기를 소지한 다음, 경로를 따라 이동한다. 이때 위험이 발생할 경우 근무 중인 근무자나 순찰자의 정확한 위치와 위험 상황을 중앙 통제소로 알려 도움을 요청하도록 한다.

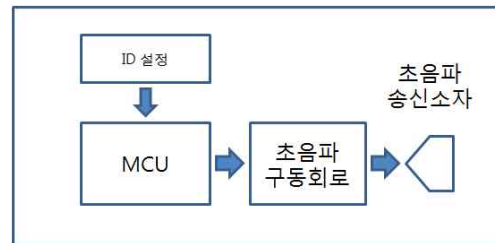
<그림 1>은 교도소의 순찰자 위치정보 확인시스템의 구성을 보인 것이다.

순찰자가 건물의 입구(A 위치)에 도착하면 단말이 위치인식 태그와 통신하여 건물정보를 단말에 등록하고, 출구(B 위치)에 도착하면 등록 정보를 해제한다. 각각의 건물마다 입구와 출구에 위치인식 태그와 통신하여 순찰자 위치정보를 취득하여 관리를 쉽도록 구성한다.

건물의 입구와 출구에 설치하는 위치 인식용 태그는 초음파 송신기회로로 구성한다. <그림 2>는 위치 인식태그의 구조이다.



<그림 1> 교도소의 실내 순찰자 위치정보 확인시스템



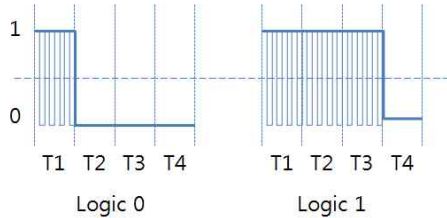
<그림 2> 위치 인식태그의 구조

초음파 송신기와 수신기는 동작하는 특정 주파수가 있어 이를 공진 주파수라 한다. 본 연구에서는 40KHz에서 동작하는 초음파 송수신기를 이용하여 데이터 통신을 하고자 한다. <그림 2>에서 위치인식 태그는 MCU를 이용하여 데이터 패킷을 생성하고 엔코딩하여, 초음파 구동회로를 이용하여 증폭한 후 초음파 송신기를 통하여 송신한다. 위치인식 데이터 패킷의 구조는 형식은 (식 1)과 같다.

$$\text{프리앰블} + \text{인식 코드} + \text{위치인식태그 ID} + \text{CRC} \quad \text{--- (식 1)}$$

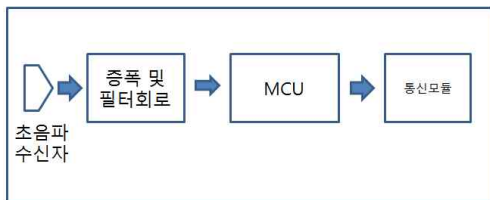
생성된 데이터 패킷은 초음파 송신 신호로 인코딩하여야 한다. 초음파 송신기와 수신기는 공진주파수 이외의 주파수는 동작하지 않기 때문에 진폭 변조만

가능하다. 따라서 초음파 송신 데이터는 맨체스터 코딩을 변형하여 <그림 3>과 같이 엔코딩을 수행한다.



<그림 3> 데이터 패키지의 엔코딩

순찰자의 초음파 수신은 위치 확인 태그로부터 송신된 신호를 수신하여 관리자에게 전송하는 가능하며 <그림 4>와 같이 구성한다.



<그림 4> 초음파 수신부의 구성

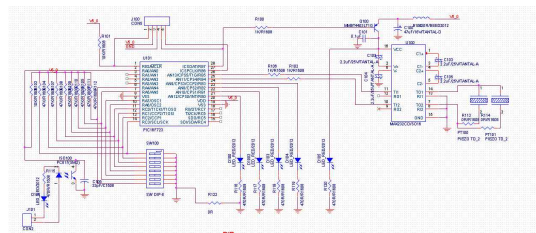
순찰자의 단말상의 초음파 수신부는 위치정보를 보관하고, 응급상황발생 시 위치정보와 단말기 번호를 관리시스템에 전송한다. 초음파 신호의 디코딩은 <그림 3>과 같이 입력된 신호 0 과 1의 시간을 측정하여 복원한다.

### III. 위치정보 확인 시스템 및 데이터 게이트웨이 구현

#### 3.1 위치확인시스템의 위치인식용 태그

위치확인 태그는 순찰 경로의 입구와 출구에 설치

하며 동작주파수가 40KHz인 MA40S4S를 이용하여 <그림 5>와 같이 설계하였다. 위치확인 태그는 마이크로칩 사의 PIC16F723을 이용하여 초음파 데이터의 생성 및 처리하였다. 디지털 부의 전원은 5V를 사용하고, 초음파 구동회로는 전송거리를 확장하기 위하여 직렬통신용으로 사용되는 MAX232를 이용하여 신호레벨이  $\pm 15V$ 로 동작하도록 구성한다.



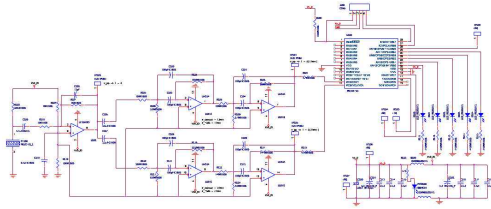
<그림 5> 위치 인식용 태그의 회로도

위치인식용 태그는 <그림 1>에서 입구와 출구에 설치하며, 각각의 위치에 각각 다른 ID로 설정된 태그를 설치한다. 위치인식용 태그는 인체 감지센서로부터 사람이 감지되면 8Bit의 ID를 읽어 (식 1)과 같이 송신 데이터를 생성한다.

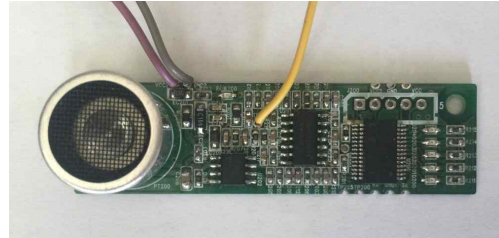
#### 3.2 위치확인시스템의 초음파 수신부

초음파 수신부는 MA40S4R로 수신된 신호를 40KHZ 밴드패스 필터를 OP-AMP를 이용하여 구성하였고, PIC16F723을 이용하여 신호를 디코딩 하도록 구성하였다. <그림 6>은 위치확인시스템의 초음파 수신부이다.

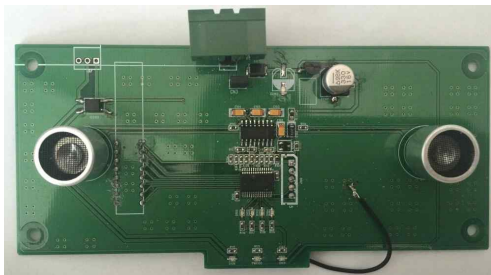
초음파 수신부에서 수집된 데이터를 관리시스템으로 전송하기위한 데이터 게이트웨이는 WIFI를 이용하여 관리시스템으로 전송한다. 게이트웨이 번호와 위치정보를 HTTP 프로토콜로 관리시스템으로 전송한다.



<그림 6> 위치 확인시스템의 초음파 수신부



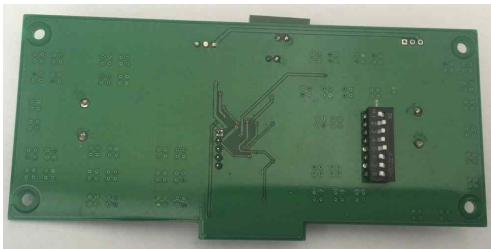
<그림 9> 위치확인시스템의 초음파 수신부



(a) 앞면

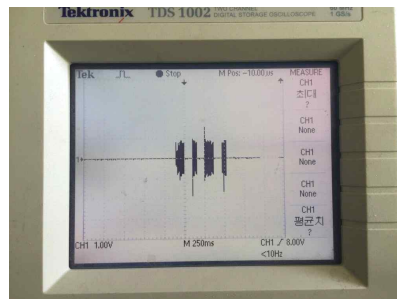


<그림 9> 위치인식 태그의 초음파 출력파형



(b) 뒷면

<그림 7> 위치확인시스템의 위치인식 태그



<그림 10> 수신된 초음파의 파형

위치확인시스템의 실험은 CCS-C를 이용하여 프로그램을 작성하여 수행하였다. <그림 7>은 위치확인시스템의 위치인식부분으로서 건물의 입구와 출구에 설치하며, 인체검지 센서에 순찰자가 감지되면 2개의 초음파 송신기를 통해 위치인식정보를 전송한다.

<그림 8>은 위치인식 태그의 출력파형을 보인 것이다. <그림 9>는 초음파 수신부로서 초음파수신기로 수신된 신호를 디코딩하여 위치정보를 수신한다.

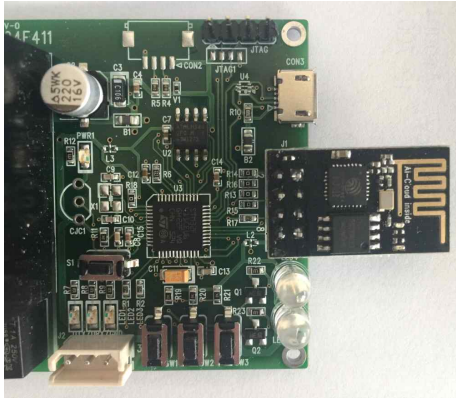
수신된 초음파의 파형은 <그림 10>과 같다.

수신된 초음파를 디코딩하여 수신된 자료는 USART를 통해 데이터 게이트웨이에 전송되고 데이

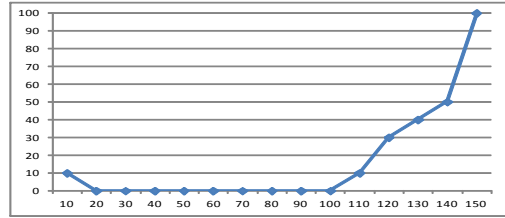
터 게이트웨이는 무선 인터넷(WIFI)을 통해 관리시스템으로 전송한다.

데이터 게이트웨이는 IOT용으로 개발된 SoC 무선 인터넷 모듈을 이용하여 그림<11>과 같이 구현하였으며, <그림 12>와 같은 아두이노 스케치환경에서 프로그램을 작성하였으며, 위치확인정보를 5초마다 관리시스템에 전송하도록 하였다.

<그림 7>과 <그림 9>와 같이 위치 확인시스템을 설계·제작하여 초음파 송신기와 수신기를 마주보도



<그림 11> 데이터 게이트웨이



<그림 12> 거리변화에 따른 데이터전송 오류

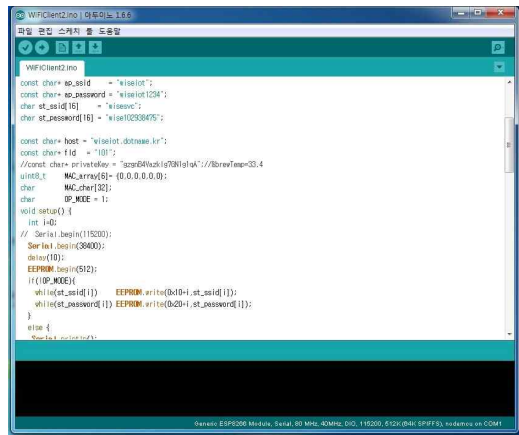
#### IV. 결론

본 논문에서는 초음파를 이용하여 교정시설이나 교도소에서 교도관들의 순찰 위치를 검출하고, 이를 제어시스템으로 전송하는 실내 위치검출 시스템과 검출된 데이터를 전송하는 데이터 게이트웨이를 설계하여 구현하고자 한다.

실내 위치검출시스템은 멀리 퍼지는 전자파 통신을 이용하지 않고, 일정 구역 내에서만 통신이 가능한 초음파를 이용하여 위치인식 태그에서 전송된 위치인식 데이터를 초음파 수신부에서 수신하여 위치정보를 취득하였으며, 취득된 정보는 데이터 게이트웨이를 통해 관리시스템으로 전송하였다.

실내 위치검출시스템의 성능을 평가하기 위하여 위치인식 태그와 초음파 수신기사이의 거리를 10~150cm로 변화시키며 위치데이터 전송 오류를 측정하였으며, 그 결과 20cm~ 100cm까지 통신이 원활하게 이루어 졌으며, 110cm 이상에서는 감쇠로 인하여 오류가 발생되었다.

따라서 향후 통신거리를 확장하기 위하여 초음파 송신기의 출력을 높이고 다중경로에 따른 에러율을 낮추는 연구가 계속되어야 하겠다.



<그림 12> 데이터게이트웨이 프로그램 환경

록 설치하고, 동일한 데이터를 초음파 수신기와 송신기사이의 거리를 10~150cm 까지 변화시켜가며, 10회씩 데이터 전송 실험한 결과 데이터 오류는 <그림 13>과 같은 결과를 얻었다.

20cm ~ 100cm이내에서는 오류없이 데이터 전송이 가능함을 확인하였다. 20cm 보다 가까운 거리는 초음파송신기의 출력이 커 신호의 왜곡으로 오류가 발생되며, 110cm 이상에서는 초음파 출력이 감쇠로 인하여 데이터가 전송되지 못하는 것으로 예측되었다.



참고문헌

[1] 채승기·고진호·황재동·김기룡, “유비쿼터스 환경의 사회안전망 시스템 U-119,” 한국정보처리학회 학술발표논문집, 제14권, 제2호, 2007, pp. 837~840.

[2] 황인문·유남현·손철수·김원중, “유비쿼터스 환경에서 독거노인을 위한 위험감지 및 통보 시스템에 관한연구,” 한국정보처리학회 학술발표논문집, 제14권, 제2호, 2007, pp. 880~883.

[3] 김종완·오덕신·김기천, “유비쿼터스 컴퓨팅에서 RFID 태그추적을 위한 태그 궤적 생성 기법,” 한국정보처리학회 논문지, Vol. 16, No. 1, pp. 1-10.

[4] 채승기, “유비쿼터스 환경에서의 병원진 단계 원격 화상응급처치 시스템,” 한국 경영학회, 학술대회논문집, Vol. 2009, No.0, 2009, pp. 1-4.

[5] 신승혁, “IoT 환경에서 실시간 빅 데이터 수신을 위한 센서 게이트웨이에 관한 연구,” 한국향행학회, 한국향행학회논문집, Vol. 19, No. 5, 2015, pp. 417-422.

[6] 신동두, “초음파 기반의 실내 위치인식 시스템 구현과 이동 로봇 주행의 응용,” 원광대학교 대학원, 원광대학교 대학원 석사학위논문, 2007. 12.

[7] 김문권, 김도현, “상호 호환성 검증을 위한 IoT 기반의 CoAP 프로토콜 구현 및 실험,” 인터넷 방송학회, 인터넷방송학회 논문집, Vol. 14, No. 4, 2914, pp. 7-12.

[8] 전성배·이동원·정해, “가정주파수경계대역에서 저가의통신채널을제공하는 초음파모뎀구현,” 한국해양정보통신학회, 한국해양정보통신학회논문지, 제14권, 제6호, 2010, pp1391-1396.

[9] 이준규. 서영석, “초음파송수신기를 이용한 센서네트워크 시스템 구현,” 한국해양정보통신학회, 한국해양정보통신학회 2007 춘계 종합학술대회논문집, pp707-710.

■ 저자소개 ■



조 영 석  
Cho Youngseok

1998년 3월~2016년 2월 현재  
강동대학교 컴퓨터정보과 부교수  
2001년 2월 청주대학교 전자공학과(공학박사)  
1993년 8월 청주대학교 전자공학과(공학석사)  
1991년 2월 청주대학교 전자공학과(공학사)  
관심분야 : 임베디드시스템, 농업자동화, 영상처리  
E-mail : yscho@gangdong.ac.kr

논문접수일: 2016년 2월 20일
수정일: 2016년 3월 5일
게재확정일: 2016년 3월 11일