

연구논문

위치추적용 능동형 RFID 기능을 장착한 수질 측정 센서의 제작 및 검증 Fabrication and Verification of a Water Quality Sensor Equipped with Active RFID Function for Real Time Location

정용섭* · 장 훈** · 김진영*** · 강준희****

Jung, Young Sub · Chang, Hun · Kim, Jin Young · Kang, Joon Hee

要 旨

USN 기술은 주변 환경과 주어진 상황에 대한 자동 인지를 통해 사용자에게 최적의 서비스를 제공한다. 본 연구에서는 능동형 RF 시스템을 개발하여 성능을 측정하고 수질센서와 일체형으로 결합함으로써 센서를 통해 얻어진 온도와 pH 정보를 사용하여 실내/외 환경변화를 감지하여 오염정도를 파악하도록 시스템을 구현하였다. 태그의 소형화를 위하여 내장형 Print-on-PCB 안테나를 장착하였다. 능동형 RFID 기능을 구현하기 위하여 TI사의 RF 트랜시버 CC2510 칩셋을 사용하였다. 실제 위치결정은 임의의 위치에 대해서 능동형 태그와 능동형 리더에 의해 얻어진 RSSI값을 사용하였다. Labview를 사용한 운용 프로그램으로 성능평가를 하여 오차를 구하였다. 10개의 임의의 위치에 대하여 측정을 한 결과 평균 X축 1.69m, Y축 1.66m의 오차를 보였다. 본 연구에서 개발된 시스템은 물류, 환경오염 측정 또는 미아방지 등의 다양한 분야에 적용 가능하다.

핵심용어 : 실시간, 위치추적, 능동형, 센서, RFID

Abstract

Through the automatic sensing of the environment, USN technology can give the best services. In this work, we have developed an active RFID system and examined its performance. By implementing it into water quality sensors, we constructed a system that can detect diverse indoor/outdoor environment and provide information about the pollution level obtained from the temperature and PH sensors. Our RF system had an internal Print-on-PCB antenna for the miniaturization of the tag. We used a RF transceiver CC2510 chipset of TI company to realize the active RFID function. By using RSSI constants obtained, we performed the evaluation of real time location accuracy with a software written in Labview. Among 10 arbitrary locations, we obtained average measurement errors of 1.69 m in x axis and 1.66 m in y axis. This technology can be applied to logistics, environmental monitoring, prevention of missing children and various applications.

Keywords : location, real time, Active, RFID, Sensor

1. 서 론

최근 IT 산업은 인터넷 중심에서 인간과 사물, 컴퓨터가 융합되는 기술로 급속히 전환 중에 있다. 이를 위해 인간과 사물, 사물과 사물 상호간 네트워크화를 위해서 USN(Ubiquitous Sensor Network)분야가 핵심 IT 산업으로 자리 잡고 있다. 이러한 USN기술은 어느 곳이나 부착된 태그와 센서로부터 사물 및 환경 정보를 감지, 저장,

가공하여 인터넷을 통해 전달하는 기술이다. 최근에는 USN을 적용하는 경우, 건물의 안전과 같은 공공의 목적, 생태계나 환경오염의 관측, 대기오염, 수질오염, 토양오염 등 우리 주변에서 일어날 수 있는 많은 오염에 대한 측정 및 방지를 위한 시스템, 실시간 위치추적과 같은 과학적인 목적에 주로 응용하여 기술이 개발되고 있다.[1] 이처럼 USN기술의 등장으로 보다 편리하게 그리고 사람이 인식하지 못하는 주변에 센서들이 위치하게 되고

2009년 2월 23일 접수, 2009년 3월 20일 채택

* 교신저자·인천대학교 물리학과 석사과정 (barunsubi@incheon.ac.kr)

** 정회원·인천대학교 물리학과 학사과정 (changhun@incheon.ac.kr)

*** 정회원·I.H.S 연구소 소장 (lachesiz@incheon.ac.kr)

**** 인천대학교 물리학과 교수 (jhkang@incheon.ac.kr)

이러한 센서들은 서로 네트워킹 되어 지능형 센서로 동작하는 많은 실험적인 연구가 진행되고 있다. 또한 위치 정보를 기반으로 한 연구도 증대되고 있으며, 주요 서비스 영역은 물류, 유통, 자산관리, 중요인물 추적, 미아방지, 독거노인에 이르기까지 사회 전반에 걸쳐있다.

많은 연구자들이 실시간 위치추적에 대한 다양한 솔루션을 연구하고 있으며 많은 개발이 이루어져 왔으나, 아직 위치추적 기술을 대표하는 제품은 부족한 실정이라 할 수 있다. 본 연구에서는 수질 분야와 위치추적 시스템에 적용하기 위한 RF 송수신 시스템을 개발 하였다. 수질 분야는 측정하여야 할 다양한 항목들이 존재한다. 그중에서도 가장 기본적인 측정요소로 온도, pH, 센서와 연동하여 수질분석을 수행할 수 있는 RF 송수신 시스템의 개발에 중점을 두었다. 또한 RF 송수신 시스템에서 수신된 RSSI값을 이용하여 실시간 위치추적 시스템을 동시 구현하고자 하였다. 이를 위하여 동전형 배터리를 내장한 능동형 소형태그와 수신기를 개발하여 성능을 실험하였다.

2. USN 관련기술

2.1 센서 노드 기술

센서노드는 USN을 구성하는 가장 기본적인 요소로 기존 RFID¹⁾기술에 비하여 가장 큰 장점은 센서로부터 주위 환경을 모니터링 하면서 최적의 네트워크를 구성 및 기존의 유무선 통신 기술을 이용하여 사용자가 원하는 네트워크 구성이 가능하다는 것이다. 외부에서 센싱 된 정보 또는 센서에 관련된 특정 Event를 유무선 통신기술에 의하여 전달하거나 컴퓨팅을 수행하는 노드라고 하며, 센서 노드는 센서, 프로세서, 통신소자, 전지 등으로 구성되어 데이터 처리, 통신경로 설정, 미들웨어 처리 등을 수행한다.

센서노드의 구성은 주로 제어부(MCU), 무선통신부, 센서부 및 전원부로 구성되며, 현재 선보여지고 있는 응용 서비스에서의 센서노드는 다수의 노드를 광범위한 환경에서 분산 배치하여 이용되므로 노드의 전원을 자주 교환하는 것이 어렵기에 저 전력 센서노드 개발이 요구된다. 또한 응용 서비스에 따라 노드의 설치 용이성이 고려되므로 센서노드의 소형화와 경량화가 필수적이다.

그림 1은 센서노드의 기본구성요소를 나타내고 있다. 본 시스템에서는 ISM(Industrial Science Medical) 대역인 2.45GHz의 주파수를 사용하여 수질오염 측정을 위한 RF

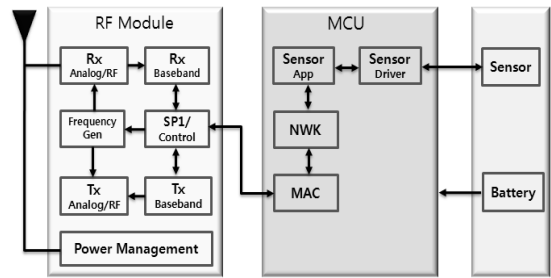


그림 1. 센서노드의 기본 구성요소

송수신 시스템을 보여 주고 있다. ISM 주파수 대역은 다른 주파수 대역과 달리 비교적 쉽게 사용할 수 있는 장점이 있으며, 주파수 특성상 안테나를 소형화 할 수 있는 장점이 있는 주파수 대역이라고 할 수 있다.[2]

2.2 Active RFID 기술

RFID를 기술적으로 설명하면 RFID 태그 안의 칩에 저장된 고유정보가 무선주파수의 전파를 이용해 인식·전달 때 RFID 태그가 붙은 사물을 모니터 및 추적함으로써 자동으로 전산 관리가 가능해질 수 있음을 의미한다. RFID 기술은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 하나는 ‘수동형(Passive) RFID 기술’이고, 다른 하나는 ‘능동형(Active) RFID 기술’이다. 이 두 가지는 RFID 태그의 전원 공급의 유/무에 따라 분류되고 있다. 수동형 RFID 기술은 Tag가 자체적으로 전원을 가지고 있지 않으며, 리더에서 공급되는 신호를 전원으로 사용한다. 즉, RFID 수신기에서 전파를 보내 RFID 태그에 저장된 고유정보를 인식하는 것이다. 또한 저가로 제작이 가능하며 다수의 제품에 부착이 가능하여 우리 일상생활에 많이 활용되고 있는데, 한 가지 예가 우리가 항상 쓰고 있는 교통카드이다. 하지만 능동형 RFID 기술은 Tag가 스스로 RF신호를 송신할 수 있는 기능을 가지고 있다. 즉, 자체전원으로 회로를 구동시키고 RF신호를 송출한다. 또한 수동형 RFID방식보다 인식거리가 길며, 수동형 기술의 한계인 수분과 철 성분의 환경에서 인식률이 뛰어나고 배터리를 내장하여 다양한 센서에 회로를 내장하여 기능을 추가할 수 있다. 예를 들어 온도센서를 부착해 온도변화 정보를 실시간 모니터링 및 관리, 어린이 놀이공원에서 미아방지를 위해 위치추적용으로 능동형 RFID 기술을 사용하는 사례가 있으며, 박물관의 전시품 관리에 활용되고 있다.

그림 2는 능동형 기술의 확장성과 다른 기술과의 연동성이 뛰어나며 앞으로 상용화될 차세대 기술, 즉 USN/Ubiquitous 기술의 접목에 있어 가장 근접한 기술이라고 할 수 있다. 이러한 장점으로 능동형 RFID 기술은

1) RFID : Radio Frequency Identification의 약자이며, 무선 주파수에 고유한 자기식별번호가 있다.

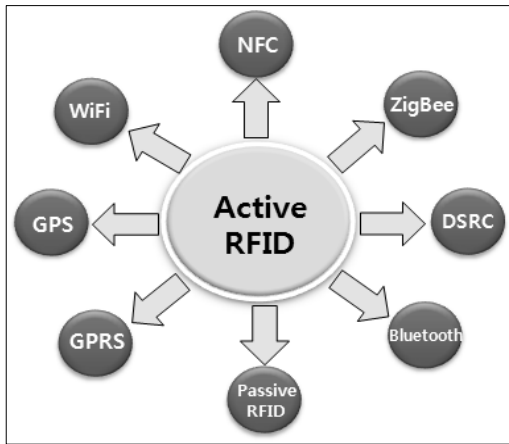


그림 2. 능동형 RFID 기술의 활용분야(출처 : ID TechEx)

활용범위가 점차 확산되고 있으며, 가장 두드러진 분야 중하나가 바로 실시간 위치를 파악하는 기술인 RTLS (Real Time Location System)이다.

2.3 RTLS 기술

RTLS(Real Time Location System)란 ‘실시간 위치추적 시스템’이라고 말할 수 있다. 이 기술은 능동형 태그를 사용하는 능동형 RFID 기술이며, 목적에 맞게 사용 가능한 기술이다. 일반적인 예로 정확한 위치추적 및 이동경로가 필요한 고가의 자산이나 사람의 위치확인 및 이동경로 추적 정보, 그리고 중요지역의 출입자 관리 등에 활용될 수 있다.

RFID/USN 기반의 RTLS 기술은 다양한 주파수 대역에서 구현할 수 있다. 126KHz, 315MHz, 433MHz, 915MHz, 2.4GHz, 6.2GHz 등으로 다양하다. 어떠한 주파수 대역을 선택하느냐에 따라 인식범위 및 주위 환경과의 조화, 위치정밀도 등에 있어 차이가 날 수 있으며, 적용분야에 따라 달리 선택될 수 있다. 보편적으로 126KHz는 인식거리가 짧은 반면 수분이나 철 성분에 전파가 잘 전달되는 경향이 있으며, 6.2GHz는 인식범위의 정확성은 매우 높으나 주위에 구조물, 즉 철근 구조물 등이 있으면 전파전달에 문제가 발생할 수 있다. 이러한 RTLS 기술은 보안, 의료, 건설, 항공, 항만, 운송, 국방, 교통, 레저, 정부부처 등의 분야에 적용되고 있으며, 실시간으로 정확한 위치 정보가 필요한 분야에 효과적으로 적용하기 위해 많은 기술 개발이 진행되고 있다.

2.4 RTLS 기술에 사용되는 계산방식

RTLS 기술에 사용되는 계산방식으로는 RSSI(Received

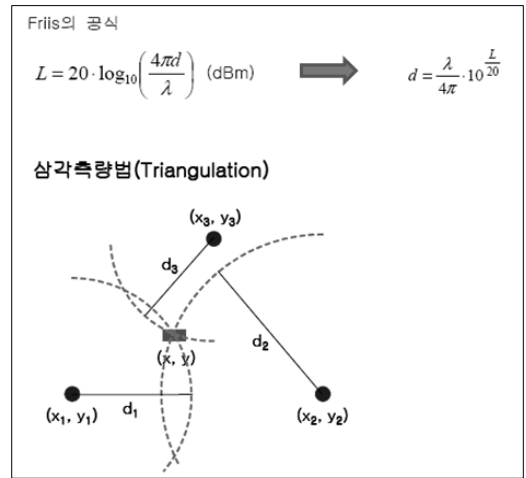


그림 3. RSSI를 이용한 거리환산과 삼각측량법

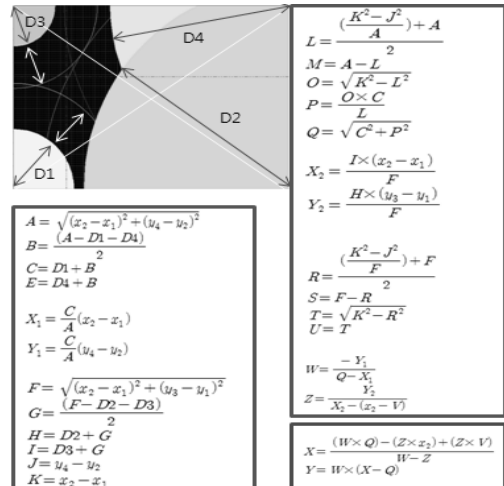


그림 4. 위치 계산에 사용된 방정식

Signal Strength Indication) 방식, TOF(Time of Flight) 방식, TDOF(Time Difference of Flight) 방식, RSSI-TDOF 하이브리드 방식, AOA(Angle of Arrival 방식, TOA(Time of Arrival)방식 등이 있다.[3]

본 연구에서는 RSSI방식을 적용하여 그림3에서 보는 바와 같이 RSSI값을 거리로 환산하고 삼각측량법에 근거하여 위치정보를 좌표로 나타낼 수 있다.[4]

그림 4와 같이 좌표에 4개의 기준점으로부터 원의 형태로 비 유효범위(채워진 원안은 태그가 존재하지 않음을 나타냄)를 설정하고 실험결과 실제 거리보다는 RSSI를 이용한 거리 환산 값이 적게나오기 때문에 이를 보정하고 오차를 줄이기 위한 방안으로 그림4에서 보는바와

같이 실선으로 된 원을 추가로 설정하였다. 위와 같은 방정식에 의해 그림 4에 보이는 실선의 원들을 지나는 접선의 교차점을 좌표로 계산 하였다.

3. 시스템 구성

현재 많은 무선통신 기기들이 ISM 대역인 2.45GHz 주파수를 사용하고 있다.

ISM 밴드를 사용하는 다양한 무선통신 기기들 간의 간섭으로 인해 인식 성능의 저하가 발생할 수 있는 단점이 있으나 이를 극복하기 위한 여러 종류의 기법들이 개발되어 있다.

그림 5에서 알 수 있듯이 RF 송수신 시스템의 하드웨어 부분은 크게 3부분으로 구성되어있다. 첫 번째는 수신기(Active RF Receiver)이다.

수신기는 송신기를 통해 전송되는 무선 신호를 수집하는 역할을 담당한다. 수신기에는 전원부, 모든 디지털 신호를 처리할 수 있는 8051코어가 내장된 MCU, 무선 주파수를 수신하기 위한 안테나, 매칭회로, 캐리어와 명령어 변복조를 위한 변조기(modulator)와 복조기(demodulator), 주파수 합성기(frequency synthesizer)가 있다. 그 이외에도 flash 메모리와 안테나, 인터페이스와 I/O 포트 등으로 구성되어있다. 본 연구에서는 PC와의 연동을 위해 RS-232 인터페이스를 사용하였다.

두 번째는 RF 송신기(RF Transmitter)인데 송신기는 수신기에 비해 그 내부가 단순하게 구성되어 있다. 안테나, 매칭회로, 그리고 무선신호를 송신하는 RF 송신부와 8051코어를 내장한 MCU와 PCB안테나로 구성되어있으며 수질센서의 측정 데이터를 인식하기 위한 I/O 포트로 구성되어있다.

마지막은 수질센서 부분으로 온도, pH를 측정할 수 있는 센서를 이용하였고 그 구성은 MCU, OP Amp, 배터리, ADC 회로등 으로 구성되어 있다. 또한, 수질센서에 배터리를 내장하여 송신기와 전원을 같이 사용할 수 있도록

구성하였다. 그렇게 구성한 이유는 수질센서와 송신기를 일체형으로 구성 하면 사용자가 항상 휴대하고 필요한 곳에서 바로 사용 할 수 있도록 하기 위함이다.[5]

그림 6과 그림 7은 무선 송수신 시스템의 layout을 나타내고 있다. 송수신기는 Block Diagram에서 언급했듯이 RF 회로부, MCU, 전원부, 안테나 그리고 RS-232 인터페이스 포트 등으로 구성되어있다. PCB안테나는 2.40~2.49GHz 에서 VSWR(반사계수) < 2:1 의 특성을 보여 주었다. 따라서 2.45GHz 주파수에서 사용하기에 적합한 안테나임을 알 수 있다. 송신 안테나로는 PCB 내장형태의 안테나를 사용하였으며 내장형 안테나의 Gain은 0 dBi 이었다.[6]

안테나는 무선송수신 시스템에서 데이터가 포함된 캐리어 신호를 공기 중으로 전파하는 중요한 역할을 담당한다. 본 연구에서는 송신기의 경우 수질센서에 내장하여 사용이 용이하도록 하기 위해서 PCB에 내장하는 Print-on-PCB 안테나로 설계하였다. PCB 내장형 안테나는 제작이 비교적 쉽고 생산원가를 절감할 수 있는 장점

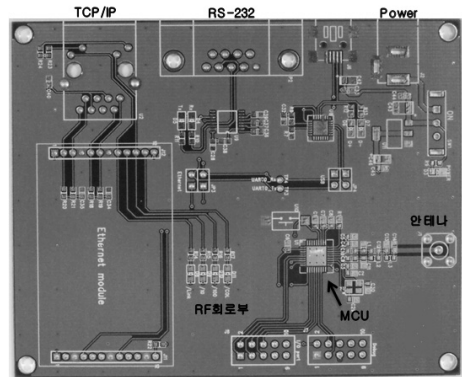


그림 6. 능동형 RF 수신기의 Layout

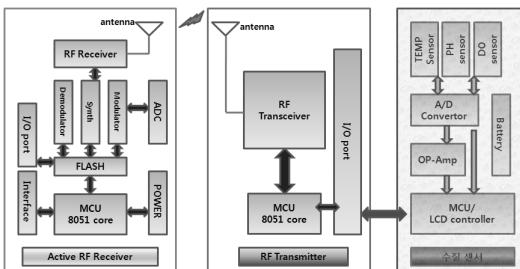


그림 5. RF 송수신 시스템

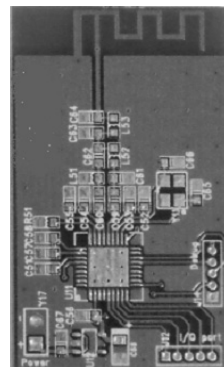


그림 7. 능동형 RF 송신기 회로도

을 가지고 있다. 수신기의 크기는 100mm×80mm 이고 송신기와 달리 2.45 GHz 무지향성 Monopole 안테나를 장착하였다.

Monopole 안테나의 Gain은 5dBi 이고 입력 전압은 DC 5V 이다.

그림 8은 본 연구를 통해 제작된 송/수신기와 수질센서를 나타내고 있다. 무선 송신기는 수질센서에 내장하여 사용할 수 있도록 제작 하였다.

따라서 현재 USN 기술을 이용하여 센서와 연동하는 연구는 많은 연구자들에 의해 진행되었다. 본 연구에서는 저가의 송수신 시스템을 구현하고 기존의 센서들의 아날로그 신호를 디지털로 변환하여 손쉽게 데이터를 취득하는 디지털 I/O 포트를 설계하여 내장하였으며, 저전력 회로를 구성하여 Sleep Mode에서 0.5uA로 구동 할 수 있고, 펌웨어를 통해 센서로부터 취득한 기본 데이터를 가공하여 무선으로 송수신 할 수 있도록 개발하였다. 이러한 기술은 기존의 개발된 센서들과는 다르게 손쉽게 다양한 센서들과의 연동이 가능하여 환경측정 분야에 쉽게 적용할 수 있을 것으로 예상된다.

이미 위에서 언급하였듯이 능동형 RFID의 주요 쟁점은 주파수 선정이 가장 중요하다. 따라서 능동형 RFID의 사용 주파수 대역은 각국의 상황과 환경 조건에 따라 각기 다른 고유의 주파수를 하고 있다. 그래서 본 연구에서는 능동형 RFID 2.45GHz 태그를 사용하였는데, 이것은 수동형 RFID 태그와는 달리 자체적으로 내부 배터리 및 송신 장치를 내장하고 있으며, 인식거리가 넓은 뿐만 아니라 금속의 표면에 부착돼도 인식이 가능하다. 또한 기존의 능동형 RFID 태그와는 다르게 소형으로 제작이 가능하여 수질센서에 내장할 수 있도록 제작할 수 있으며, 저전력 설계를 구현하였으며, 대기 모드시 0.5μA의 소비 전력을 구현하였다. 이것은 다양한 센서의 아날로그 신호를 받아들여 디지털로 변환하는 디지털 I/O를 내장하고 있으며 펌웨어를 통해 손쉽게 여러 센서들과 데이터

를 송/수신할 수 있는 RF 단말장치의 기능을 할 수 있다. 또한 연구에 사용되는 리더는 다수의 태그를 관리하여 각각의 ID를 읽어 들여 데이터를 수집할 수 있도록 프로그래밍을 하였으며, 모든 제작설계 비용이 저가로 구현을 하였다.

기존의 RTLS의 경우 주파수 대역별로 보면433MHz, 2.45GHz를 주로 사용한다. 물론 이외에도 휴대폰의 주파수를 이용하는 LBS도 있으나 이는 기지국간의 거리차로 인해 오차범위가 매우 크게 나타나는 단점이 있다.[7] 이 중 433MHz RTLS는 100m 이상의 옥외 사용을 목적으로 제정된 표준으로 현재 국내에서는 법규로 제정되어 항만에서만 사용할 수 있다. 항만의 화물 컨테이너나 물류 유통 분야에서 사용이 가능하다. 단점으로는 시스템 구축비용이 비교적 많이 들어가며, 원천기술을 해외업체가 가지고 있어 이를 사용하기 위해서는 로열티를 제공하여야 하는 단점을 가지고 있다. 따라서 본 연구에서는 2.45GHz 대역을 사용하는 능동형 RFID 송/수신기를 설계하고, 하드웨어 제작비용 절감과 수질센서 및 각종 센서에 내장 할 수 있도록 송/수신 시스템을 제작하는데 목적을 두었다. 이렇게 제작된 송/수신기는 실제 센서와 결합하여 수질을 측정하여 온도 및 pH에 대한 데이터를 소프트웨어에서 전송하고, 4대의 수신기를 설치하여 실제 수신되는 데이터 값인 RSSI(Received Signal Strength Indication)값을 측정하여 위치추적을 수행한다. 그리고 응용프로그램은 비주얼 기반 언어인 Labview를 이용하여 데이터 수집 및 분석용 응용 프로그램을 개발 하였다.

4. 측정 및 분석결과

그림 9는 실시간 위치추적 전개도를 나타내고 있다.

그림 9에서 ①수신기는 x_1, y_1 ②수신기는 x_2, y_2 ③수신기는 x_3, y_3 ④수신기는 x_4, y_4 를 나타내며 그 좌표들로부터 Tag의 위치를 xy 좌표로써 표현할 수 있다.

실제 위치결정은 정해지지 않은 조건에 대해서 좌표를 설정하여 오차를 확인하고자 하였으며, 임의 의 좌표값 10개를 선정하여 10회 측정을 하였다.

그림 10에서 보는 바와 같이 실제 설치한 수신기와 송신기 사이에서의 RSSI값을 이용하여 좌표를 나타내는 화면이다. 실제 Tag의 위치는 (3,5)에 있지만 현재 좌표에는 (3.13, 5.08)을 나타내고 있다.

그림 11은 위치추적 프로그램 데이터를 수집하여 측정 그래프를 나타냈다.

측정결과를 통해 확인한 결과 실제 태그의 위치와 위치추적 오차는 X축 1.69m와 Y축1.66m 임을 확인 할 수 있었다.

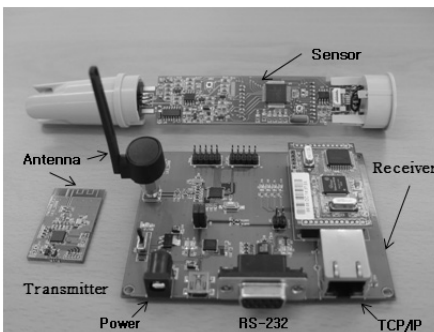


그림 8. 송/수신기와 수질센서

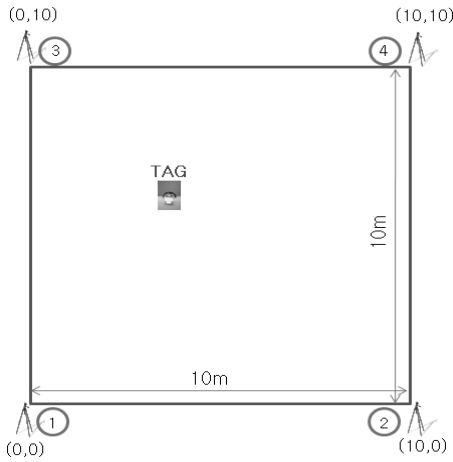


그림 9. 실시간 위치추적 전개도

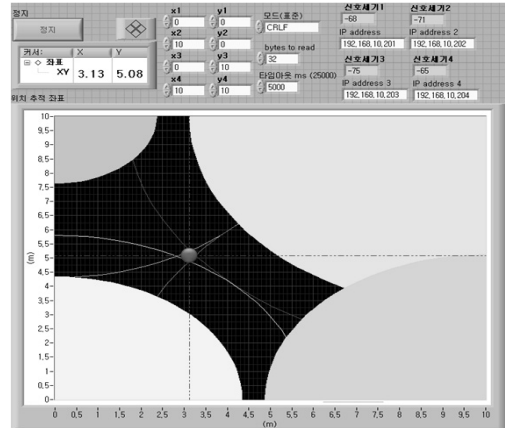


그림 10. 위치추적 측정화면

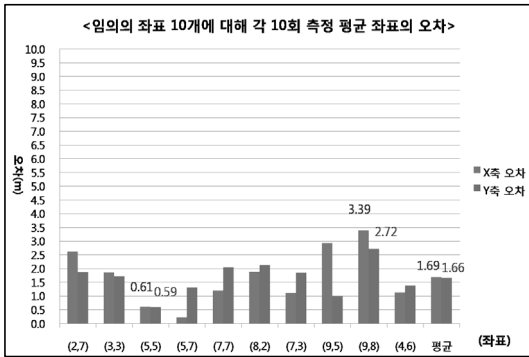


그림 11. 측정 그래프

좌표	10회평균측정위치		오차			
	X	Y	X(m)	Y(m)	X(%)	Y(%)
(2,7)	4.61	5.13	2.61	1.87	26.1	18.7
(3,3)	4.86	4.71	1.86	1.71	18.6	17.1
(5,5)	5.61	4.41	0.61	0.59	6.1	5.9
(5,7)	4.77	5.69	0.23	1.31	2.3	13.1
(7,7)	5.80	4.96	1.20	2.04	12.0	20.4
(8,2)	6.12	4.13	1.88	2.13	18.8	21.3
(7,3)	5.89	4.84	1.11	1.84	11.1	18.4
(9,5)	6.08	4.01	2.92	0.99	29.2	9.9
(9,8)	5.61	5.28	3.39	2.72	33.9	27.2
(4,6)	5.13	4.62	1.13	1.38	11.3	13.8
평균	-	-	1.69	1.66	16.9	16.6

그림 12. 측정 데이터

그림 11은 임의의 좌표 10개 지점에서 각각 10회 측정된 위치의 오차 평균을 나타내는 그래프이다. 위 그래프에서 보는데와 같이 (5,5)의 위치에서 오차가 X축으로 6.1%, Y축으로는 5.9%로 가장 작게 측정 되었으며, (9,8)의 위치에서 오차가 X축으로 33.9%, Y축으로는 27.2%로 가장 크게 측정이 되었다. 이것은 태그의 위치가 특정 수신기에 근접 하게 되면 오차가 크게 나타나는 현상으로 볼 수 있다.

GPS의 경우 기본적으로 10m정도의 오차를 가진다. 현재 네비게이션의 경우에는 맵과의 보정을 통해 약 3m 정도의 오차를 가지고 있다. 본 연구에서 개발된 시스템은 측정결과 3m 급의 오차 범위를 나타내고 있으며, 이러한 경우에는 물류분야, 환경오염 측정 분야 또는 어린이 미아방지 등의 분야에 적용할 수 있는 정도의 오차범위라 할 수 있다.

그림 12는 임의의 좌표 10개 지점에서 각각 10회씩 위

치를 측정하여 얻은 평균 좌표 값을 나타내며 오차 범위의 편차는 X축으로는 0.23m~3.39m까지 나타났으며 Y축으로는 0.59m~2.72m까지 나타났다. 또한 모든 측정 횟수에 따른 오차 평균으로 X축의 평균은 1.69m이었으며 Y축으로는 1.66m를 나타냈다.

그림 13은 수질센서를 이용하여 온도, pH, 수신감도를 측정하는 것을 나타내고 있다. 수질센서에 송신기를 부착하여 온도, pH, 수신감도를 무선으로 송신하여 수신기에서 수신하도록 구현하였다.

표 1은 수질센서의 수신율을 나타내고 있다. 본 측정은 센싱 된 100개의 데이터를 거리의 변화에 따라 수신기가 수신하는 데이터를 나타낸 것이다. 즉, 실내에서는 60m까지 수신율 100%를 보였으며, 실외에서는 65m까지 수신율 100%를 보였다. 따라서 실험에 사용된 수질센서는 실내에서는 60m, 실외에서는 65m까지 거리의 제한이 있다고 판단할 수 있다.[8]

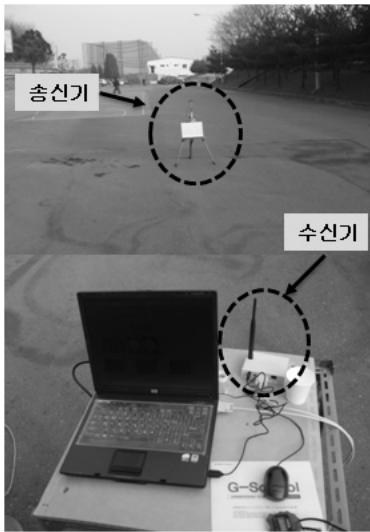


그림 13. 수질센서를 이용한 dBm측정



그림 14. 수질측정 시스템 구동 화면

표 1. 수질센서 수신율

거리 (m)	실 내		실 외		
	수신율 (%)	미수신률 (%)	거리 (m)	수신율 (%)	미수신률 (%)
5	100	0	5	100	0
10	100	0	10	100	0
15	100	0	15	100	0
20	100	0	20	100	0
25	100	0	25	100	0
30	100	0	30	100	0
35	100	0	35	100	0
40	100	0	40	100	0
45	100	0	45	100	0
50	100	0	50	100	0
55	100	0	55	100	0
60	100	0	60	100	0
65	40	60	65	100	0
70	1	99	70	11	89
75	0	100	75	4	96
80	0	100	80	2	98
85	0	100	85	0	100

그림 14는 수질측정 시스템의 구동화면을 나타내고 있다. 시스템은 수질을 측정하는 센서의 태그 아이디와 수신시간을 보여주며, 온도와 pH의 상한/하한 값을 설정하여 그 수치를 넘을 경우 경고 등이 켜지도록 시스템 하였다.

또한 수신되는 값들을 엑셀로 경로를 지정하여 저장 가능하도록 시스템을 구성하였다.

5. 결 론

본 연구에서는 수질측정과 실시간 위치 추적 시스템을 구현하기 위하여 USN 기술을 이용하였다. 무선 통신회로와 수질을 측정하는 센서를 결합하고, Labview 소프트웨어를 사용하여 수질센서에 수집되는 데이터를 모니터링하며, 이러한 데이터 중에서 RSSI값을 찾아내어 실시간으로 위치 추적을 할 수 있는 프로그램을 제작하였다. 또한 송신기의 안테나를 여러 환경에서 테스트한 결과 환경에 대한 특성이 좋은 Print-on-PCB로 제작하고 센서와 결합 하여 테스트를 진행하였다.

기존의 수질센서는 단순히 수질을 센싱하고 수질센서에 내장되어 있는 화면으로 데이터를 확인할 수 있지만 본 연구에서 개발한 수질센서는 그 크기를 Hand Held 타입으로 제작되어 있는 것에 소형화하여 내장시켰으며 그 데이터 값을 능동형 RFID 기술을 이용하여 송/수신을 하였다. 또한 능동형 RFID의 가장 큰 단점인 전력의 문제인데 본 연구에서는 전력 공급을 수질 센서에 연결하여 사용하도록 제작하였으며, I/O Port를 구현하여 어느 센서에서나 입출력이 가능하도록 하였다.

본 연구 결과를 통해 개발된 시스템은 수질오염을 측정하고 보다 손쉽게 다양하게 측정하는 센서들과의 접목이 가능하여 여러 환경측정 분야에 적용이 가능한 장점이 있으며, 저전력 회로를 구성하여 동작시간을 확보할 수 있기 때문에 특정지역의 오염분포를 모니터링을 할 수 있다. 또한 본 연구를 통해서 미아방지, 실시간으로 위치를 확인할 수 있는 RTLS연구 하는 분야에 쉽게 적용할

수 있을 것으로 판단된다. 실시간으로 위치를 알 수 있는 모니터링 분야에 적용이 가능할 것으로 판단된다. RSSI 방식의 경우에는 주변 환경이나 무선 환경에 따라 값이 달라지는 단점이 있음을 알 수 있었다. 이를 보완하기 위해 위치추적 좌표를 결정하는 알고리즘을 보완할 계획이며, TOA 방식으로 위치추적 시스템을 업그레이드 할 계획이다. 또한 전원공급에 어려운 야외 환경에서 손쉽게 적용할 수 있도록 개선된 시스템을 개발 할 계획이다.

6. 감사의 글

이 논문은 인천대학교 2008년도 자체연구비 지원에 의하여 연구되었음.

참고문헌

1. 최영복, 2006, "RTLS를 활용한 유비쿼터스 항만 운영시스템 구축 방안", pp. 4-6.
2. 김지은 외 3명, 2007년 6월, "USN 센서노드 기술 동향" 전자통신 동향분석 제 22 권 제 3 호, pp. 91-92.
3. 조영수, 조성윤, 김병두, 이성호, 김재철, 최완식, 2007, "실내외 연속측위 기술 동향" 전자통신동향분석, 22권 3호, pp. 20-28.
4. 김진영, 정용섭, 강준희, 2008년 9월, "실시간 위치추적을 위한 2.45GHz 능동형 고주파 시스템에 관한 연구" 한국지형공간학회, 제 16 권 제 3 호, pp. 44-45.
5. 김진영, 조장호, 전일태, 정달도, 강준희, 2008, "수질관리를 위한 수질 모니터링 무선통신 시스템의 구성" 한국센서학회, 제 9 권 제 1 호, pp. 441-443.
6. 이인광, 김성식, 장종찬, 김군진, 김경아, 이태수, 차은중, 2008, "이복착용형 무선 호출모니터 시스템" 센서학회지, Vol. 17, No.2, pp. 133-242.
7. 박종준 외 5명, 2007년 6월, "무선 센서 네트워크 노드 미들웨어 기술" 전자통신동향 분석 제 22 권 제 3 호, pp. 105~107.
8. 김정호 외 3명, 2006, "능동형 RFID를 이용한 RTLS의 설계 및 구현", 한국통신학회논문지, vol.21 No.12A, pp. 2-5.