

# 무선 센서 네트워크 기반의 미아 찾기 시스템에 관한 연구

Study on Wiress Sensor Network Based Missing Children Search System

박용태, 최호진, 변재영

(조선대학교 정보통신공학과)

Key Words : 무선 센서 네트워크, 미아 찾기 시스템, 고정형 노드, 이동형 노드

## 요 약

무선 센서 네트워크는 최근 대두되고 있는 유비쿼터스 컴퓨팅의 연구에 힘입어, 광범위하게 설치되어 있는 무선 네트워크 인프라에 상황인지를 위한 다양한 센서 디바이스를 결합하여 감지된 환경 데이터를 응용서비스와 연동하는 기술이다. 기본적으로 홈/빌딩 시큐리티, 사회기반 안전시설, 기계의 고장 진단, 의료 분야 등의 실세계의 다양한 분야에 응용될 수 있다. 본 논문에서 다루고자하는 실종 아동에 대한 문제는 어제 오늘의 이야기가 아니다. 미아 발생률은 꾸준히 증가하고 있으며 장기 미아의 발생 역시 증가하고 있다. 따라서 미아 방지를 위해 새로운 서비스들이 소개되었으나 이용자의 경제적 비용 부담 증가와 같은 문제점을 안고 있다. 본 논문에서 제안하는 미아 찾기 시스템은 무선 센서 네트워크 기술 응용 중의 하나로서 미아가 발생 시에 아동이 장기 미아가 되지 않도록 효율적이면서도 빠르게 미아를 찾을 수 있도록 하기 위해서 개발되었다. RFID 리더기가 장착된 고정형 센서 노드와 이동형 센서노드가 RFID 태그를 지닌 아동의 정보를 얻어서 중앙 제어 서버로 데이터를 넘기면 태그 정보와 전송한 센서 노드의 위치, 전송 시간을 바탕으로 아동의 위치를 파악할 수가 있다. 미아 찾기 시스템은 이용자가 태그만을 지니면 되기 때문에 경제적 부담은 줄어 들 수 있다. 또한 상기 시스템으로 미아 찾기만이 아니라 주변 환경 감시등의 여러 응용에도 적용 시킬 수가 있다.

## I. 서론

무선 센서 네트워크 WSN (Wireless Sensor Network)는 유비쿼터스 시대를 열어가는 핵심 기술 중의 하나이다. 유선 네트워크와는 달리 노드들 간에 스스로 네트워크망을 구성하여 네트워크 설치가 간단하며, 단일 센서에 의한 데이터 수집보다 더 정확하고 다각도에서의 관찰이 가능하다. 센서 네트워크의 응용분야로는 산불, 홍수 감시 등의 환경감시, 건강관리, 군사적인 목적과 홈 네트워킹 및 물류, 유통 등 다양한 상업 및 공업 분야 등에 활용할 수 있으며 그 효과는 인간에게 좀 더 편리하고 풍요로운 세상을 열어주게 될 것이다.

최근 몇 년간 미아의 발생 현황을 보면 그 수가 계속해서 증가하고 있다. 게다가 최근에는 미아 발생 사건이 각종 강력 범죄들로 연계되어 사회를 혼란스럽게 하고 있다. 또한 헤럴드 경제의 기사에 미아 1명을 찾는데 드는 경제적 비용은 5억8000여 만원이 소요 된다는 최근 보도가 미아 찾기 시스템의 보완이 절실함을 시사하고 있다. 현재 가장 보편적으로 서비스 되고 있는 미아 찾기 시스템은 GPS 단말기를 이용한 위치 검색 서비스이다. 하지만 단말기 가격과 서비스 유지비용, 낮은 단말기 보급률과 같은 문제를 보이고 있다.

따라서 본 논문에서는 경제성과 운영 효율성을 고려한 무선 센서네트워크 기반의 미아 찾기 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템은 미아 발생 시에 미아를 효율적이고

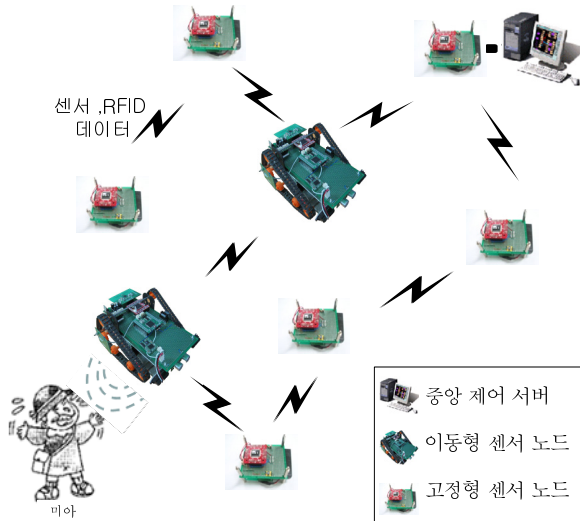
빠르게 찾기 위함을 목표로 하며 시스템 구축을 위해서 센서 노드를 제작하여 테스트를 하였다. 센서 네트워크는 특정 목표물의 감시나 관리 등에 적합한 기술이지만 특정 목표물을 인식하기 위해서는 목표물에 대한 고유의 정보가 반드시 필요하다. 이를 위해서 미아 찾기 시스템에서는 RFID 기술을 사용하였으며 RFID 태그가 가지는 고유의 정보를 아동을 인식하는 고유 정보로 사용한다. 아동은 RFID태그를 소지하게 되며 태그는 아동의 고유 정보가 된다. 시스템이 설치된 지역을 아동들이 이동하게 된다면 센서 노드에 부착이 된 RFID 리더기를 통해서 아동의 고유 정보를 인식한다. 인식된 정보는 무선 센서노드들의 네트워킹을 통해 중앙제어 서버로 전달되어 미아 발생을 조기에 제어한다.

## II. 본론

### 1.미아 찾기 시스템의 구성

미아 찾기 시스템의 네트워크 구성은 그림1과 같다. 센서 네트워크는 노드들로 구성이 되며, 센서 노드들은 노드에 장착되어있는 센서들로부터 데이터를 처리하여 프로토콜의 설정에 따라 주변 노드나 혹은 직접 베이스 노드로 전송을 하게 된다. 베이스 노드는 중앙제어서버에 연결이 되어 있다. 시스템에서 노드는 일반적인 고정형 노드와 자율 이동 가능

한 로봇에 센서 노드를 장착한 이동형 노드 두 가지 타입이 존재한다.

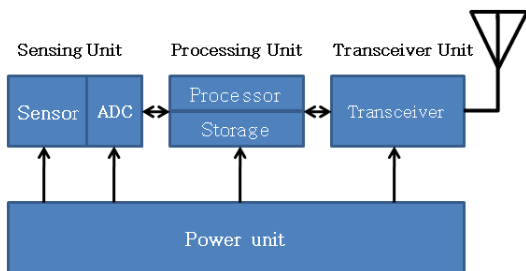


<그림 1> 미아 찾기 시스템의 구성

## 2. 미아 찾기 시스템의 하드웨어 구성

센서 노드의 하드웨어 구조는 그림 2와 같다. 센서에서 아날로그 신호를 얻어내면 ADC를 통하여 디지털 신호로 변환되어 프로세서에 전달된다. 프로세서와 메모리는 데이터 처리하고 네트워크를 구성하기 위한 소스들이 저장 되어있다. RF transceiver는 감지한 데이터나 네트워크 구성을 위해 필요한 신호를 송수신하는 역할을 한다.

이러한 센서 노드는 고정형 센서 노드와 이동형 센서 노드로 구분할 수 있다. 이동형 노드는 고정형 노드와 다르게 이동을 통해 감시 지역을 가변적으로 변경할 수 있다. 이러한 이동성으로 고정형 노드가 감시하지 못하는 지역을 보완 할 수 있으며 2개의 고정형 센서 노드에 통신 장애가 발생했을 시에 두 노드 사이에 ad-hoc networking을 통해 가교 역할을 함으로서 원활 한 통신이 이루어지도록 할 수 있다.

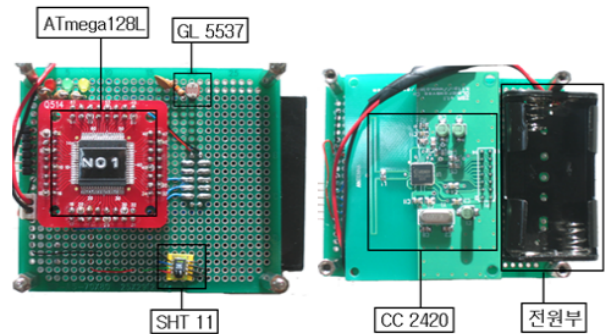


<그림 2> 센서 노드의 구조

### 1) 고정형 센서 노드

무선 센서 네트워크에서 노드는 3.3V 배터리로 동작을 하게 된다. 센서 노드의 Processor는 다양한 센서 및 통신 모듈을 적용시키기 위해서 소형의 저 전력 8bit 마이크로 컨트롤러인 ATmel사의 ATmega128을 사용하였다. RF로 데이터를 전송하기 위해서 Chipcon사의 CC2420칩을 적용한 RF

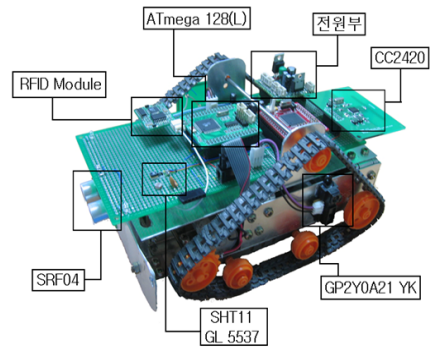
transceiver 모듈을 사용하였다. CC2420은 IEEE 802.15.4 프로토콜의 MAC layer 표준에 상응하는 2.4GHz대역의 칩으로 센서 네트워크 플랫폼의 radio chip으로 많이 사용되고 있다. 센서는 보편적으로 많이 사용하는 온·습도센서와 조도센서를 장착하였다. 온·습도 센서는 SHT11을 사용하였다. SHT11은 온도와 습도를 측정 가능하며 자체적으로 ADC를 내장하고 있다. RFID 모듈은 노드에 장착할 수 있는 작은 크기를 고려하여 Firmsys사의 13.56MHz 대역의 소형 모듈을 사용하였다. 이는 실제 환경에 시스템을 도입하기 이전에 테스트를 하기 위해서이다. 따라서 실제 환경에 적용 되어질 시스템에서는 900MHz 대역의 RFID가 고려되어야 한다.



<그림 3> 고정형 센서 노드의 상/하면

### 2) 이동형 센서 노드

이동형 로봇은 자율 이동을 위해서 초음파 센서와 적외선 센서를 장착하였다. SRF04모듈은 40Khz에서 동작하며 Beam angle은 55° 이다. 거리 인식 범위는 2~3cm에서 최대 10m 까지 거리를 측정가능하다. 적외선 센서인 GP2Y0A21은 아날로그 값을 출력하며 10~80cm를 측정 할 수 있다.



<그림 4> 이동형 센서 노드

## 3. 미아 찾기 시스템의 소프트웨어 구성

### 1) TinyOS

센서 네트워크 운영체제는 센서 노드의 제한적인 자원을 고려하여 그 크기와 전력소모가 매우 적어야 하며, 동시에 프

로세스 및 메모리를 효율적으로 관리할 수 있어야 한다. 센서 노드에 사용한 운영체제는 TinyOS이다. TinyOS는 미국 UC Berkeley 대학에서 개발한 무선 센서 네트워크 전용 운영체제이다. TinyOS 기반의 프로그램들은 30kbytes 이하의 크기로 컴파일 되며 클래스 형태의 컴포넌트 구조를 가지는 nesC (Network Embedded System C) 언어로 구현되어있다.

그림 5는 본 시스템에서 사용되는 센서 노드를 구성하는 컴포넌트와 인터페이스를 나타낸 nesC코드이다. 코드에서 LedsC, GenericComm, TimerC, HumidityC, DemoSensorC, SCSuartDBGC 컴포넌트들은 각각 LED와 RF 통신, 온-습도 센서, 조도 센서, 시리얼 통신을 사용하기위한 컴포넌트이다. 그리고 그림 6은 그림 5에서 정의한 컴포넌트간의 인터페이스를 보이고 있다. 화살표의 의미는 왼쪽에 있는 컴포넌트가 우측의 컴포넌트를 사용함을 의미한다.

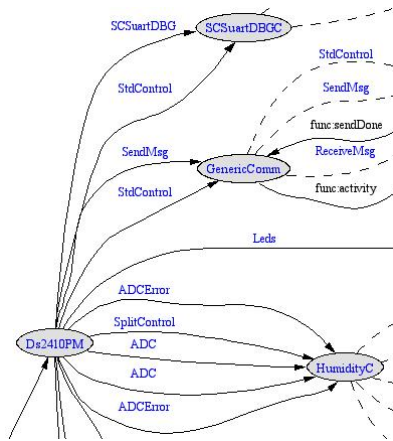
```
configuration Ds2410P{
}
implementation{
  components Main, Ds2410PM, LedsC, GenericComm as Comm, TimerC, HumidityC as
  SHT_DemoSensorC as cds_Sensor, SCSuartDBGC;
  Main.StdControl -> Ds2410PM;
  Main.StdControl -> TimerC;

  Ds2410PMCommControl->Comm;
  Ds2410PMSend->Comm.SendMsg[14];
  Ds2410PMTimer -> TimerC.Timer(unique("Timer"));
  Ds2410PMLeds -> LedsC;
  Ds2410PMSHT -> SCSuartDBGC;
  Ds2410PMSCSuartDBG -> SCSuartDBGC;
  Ds2410PMUARTControl -> SCSuartDBGC;

  Ds2410PMSHT_Humidity -> SHT_Humidity;
  Ds2410PMSHT_Temp -> SHT_Temperature;
  Ds2410PMSHT_Humidity_Error->SHT_HumidityError;
  Ds2410PMSHT_Temp_Error->SHT_TemperatureError;
  Ds2410PMSHT_Control->SHT_SplitControl;

  Ds2410PMcds_SensorControl -> cds_Sensor;
  Ds2410PMcds_SensorADC -> cds_Sensor;
}
```

<그림 5> nesC에서 컴포넌트간의 인터페이스 정의



<그림 6> nesC의 구조

## 2) 패킷 구조

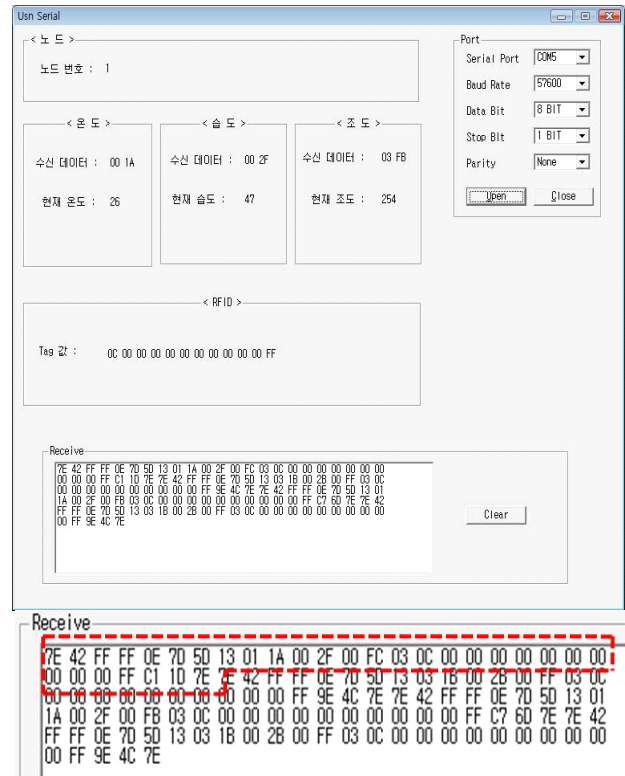
센서 노드들이 보낸 데이터는 베이스 노드에게로 전송이 되며 전송 받은 데이터는 시리얼 통신을 통해서 일정한 메시지 형식으로 중앙제어서버에 전송이 된다. 그림 7은 노드와 베이스 노드 간의 RF 통신에서 받은 데이터를 베이스노드가 PC에 전송하는 것을 시리얼 통신 프로그램으로 패킷을 분석하여 보여주고 있다. 표 1은 전송된 패킷의 구조를 보여주고 있다. 시리얼 제어 문자로 0x7E는 패킷의 시작과 끝을 나타낸

다. 0x7D 역시 시리얼 제어문자로 데이터 중간에 제어문자가 나오는 경우에 이를 데이터로 인정하기 위해서 제어문자가 포함될 경우 0x7D를 보내고 제어문자를 0x20과 배타적 논리합 연산을 하여 연산 결과를 보낸다. Group ID의 경우가 그러한 예이며 실제 Group ID는 0x7D이다. 패킷타입부터 노드 번호 까지는 노드와 통신방식에 관한 설정이며 Data는 노드가 수집한 정보를 나타낸다.

<표 1> 수신된 패킷의 구조

시작	패킷타입	Address	Type	Group ID	Data Length
7E	42	FF FF	0E	7D 5D	13

노드 번호	Data( 온도 2byte / 습도 2byte / 조도 2byte / RFID 12byte)	CRC	끝
01	1A 00 / 2F 00 / FC 03 / 0C 00 00 00 00 00 00 00 00 00 FF	C1 1D	7E

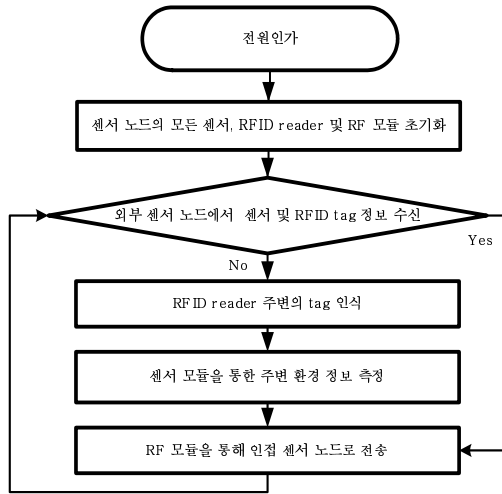


<그림 7> 센서 노드에서 인식되어 베이스노드로 전송된 센서와 RFID tag 정보

## 3) 미야 찾기 알고리즘

센서 노드는 전원이 인가되고 나서 그림 8과 같이 동작한다. 센서 노드는 자신에게 탑재 되어있는 각종 센서와 RF transceiver 그리고 RFID 리더의 하드웨어 설정을 초기화 시킨다. 이 때 초기화 되어 동작되는 컴포넌트들은 LedsC, DemoSensorC, GenericComm, SCSuartDBGC, TimerC, HumidityC이다. 하드웨어 설정 초기화가 완료 되면 RFID 리더로부터 인접한 태그를 인식하고 센서모듈로부터 주변 환경

을 측정한다. RFID 리더기와 센서들로부터 수집된 데이터는 RF 모듈을 통해서 다른 노드로 전송이 된다. 이때 외부 노드로부터 데이터가 수신되면 RF 모듈을 통해서 데이터를 전송한다.



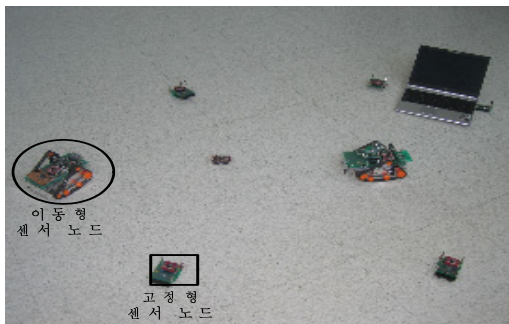
<그림 8> 센서 노드의 동작 과정

### III. 실험결과

제작한 노드가 노드 간에 원활한 통신이 되는 지에 대한 테스트와 RFID태그의 인식 거리를 테스트 하였다. 노드 간에 테스트는 실내와 실외에서 거리 측정하였다. 실내 테스트 환경은 폭 2.6m, 길이 120m의 복도에서 측정을 하였으며 실외는 장외물이 없는 운동장에서 측정을 하였다. 제작한 센서 노드의 PCB 안테나의 위치가 노드의 아래쪽에 있어서 안테나의 위치에 따라서 송수신 거리의 차이가 발생하였다.

<표 2> 데이터 송수신 가능 거리

	센서노드 ANT방향	센서 노드 간의 거리 (m)						
		25	50	75	100	125	150	175
복도	윗면	■						
	아랫면	■	■	■				
운동장	윗면	■	■	■	■	■	■	■
	아랫면	■	■					



<그림8> 제안하는 미아 찾기 시스템의 테스트 베드

### IV. 결론

무선 센서 네트워크 기반의 시스템은 환경감시, 건강관리, 산업 분야 등 다양한 분야에 응용될 수 있다. 기존의 미아 관련 제품들은 미아를 예방하는 차원에서 출시되고 있으나 본 논문에서는 미아 발생 시 빠르고 효율적으로 미아를 찾을 수 있는 시스템을 소개하고 이를 위한 센서 노드의 구현과 센서 노드 간의 데이터 전송 테스트 사례를 보이고 있다.

향후 연구에서는 미아 찾기 시스템에서 저지연과 에너지 효율성의 특성을 갖도록 개선하여 적용할 것이다.

### 참고문헌

1. 이상학, 정태충, “무선센서네트워크 기술”, 경희대학교 출판국, 2007
2. 한백전자 기술연구소, “유비쿼터스 센서 네트워크 시스템”, ITC, 2007
3. 김지은, 김세한, 정운철, 김내수, “USN 센서노드 기술 동향”, 전자통신동향분석 제 22권 제3호, 2007
4. 진달복, “ATmega128과 그 응용”, 양서각, 2003
5. David Gay, David Culler, Philip Levis, “nesC Language Reference Manual”, 2002