

---

# 무선 센서 네트워크를 이용한 현장 견학의 그룹 관리 시스템

정경권\* · 이승준\*\* · 김민철\*\* · 경여선\*\* · 엄기환\*\*\*

Group Control System for Field Trip using Wireless Sensor Networks

Kyung Kwon Jung\* · Seung Joon Lee\*\* · Min Chul Kim\*\* · Yeo Sun Kyung\*\* · Ki Hwan Eom\*\*\*

---

이 논문은 2010년도 중소기업청 산학연공동기술개발사업(No.00041668-1)의 지원받았음

---

## 요 약

본 논문은 무선 센서 네트워크를 이용한 현장 견학의 그룹 관리 시스템을 제안한다. 각 그룹을 담당하는 선생님은 휴대형 장치를 이용하여 아이들을 관리하고, 확인할 수 있고, 아이가 그룹을 벗어났을 때 감지할 수 있다. 아이들은 센서 노드를 사용하여 5초마다 패킷을 전송하고, 선생님 주변 30m 이내에 위치하도록 한다. 선생님은 아이들을 관리하고, 없어진 아이들을 확인할 수 있다. 제안한 시스템은 현장 견학뿐만 아니라 수학여행이나 소풍에 사용될 수 있다. 또한 제안한 시스템의 센서 노드는 배터리로 동작되기 때문에 전류 소모량을 측정하여 수명을 예측할 수 있다.

## ABSTRACT

In paper present a group control system for field trip using wireless sensor networks. The teacher in charge of every group carries a hand-held device which is used to manage the lists of children, identify them and detect if any child goes away from the group. Every child uses a sensor node which serves to transmit packet in every 5 seconds and locate in an area of 30 meters around the teacher. The teacher controls the children, detect possible absence children escaping or lost. The proposed system can be used during the excursions, and picnics as well as field trips. Also, we can predict life time of a sensor node by measuring current consumption of the system, because a sensor node of the proposed system is operated by battery

## 키워드

무선 센서 네트워크, 그룹관리, 현장학습, 미아, 전류 소모량 측정

## Key word

Wireless sensor network, group control, field trip, missing children, current measurement

---

\* 전자부품연구원

\*\* 동국대학교

\*\*\* 동국대학교 (교신저자, kihwanum@dongguk.edu)

## I. 서론

RFID/USN에서 서비스의 니즈(Needs)가 커지고 있고, 특히 보안/안전부분에서 RTLS(Real Time Location System), LBS(Location Base Service) 분야가 각광받고 있다.

최근 유치원이나 놀이방에서 아이들의 감성 증진을 위해 현장학습이나 견학 등의 야외 활동을 많이 진행하는데, 선생님이 담당하는 아이들의 수가 많아지면 인원 파악이 어려워지고 미아발생의 위험이 있다. 경찰청이 집계한 바에 따르면, 연평균 3800명(8세 미만)의 미아가 발생 신고가 접수되고, 이중 92%가 귀가했으며, 이들 가운데 8%는 끝내 부모를 찾지 못한 것으로 나타났다. 경찰청의 경우 신고 센터에 신고 되는 아이는 8세 미만의 아동으로 8세 이상의 경우는 미아로 분류되지 않는다 [1-3].

본 논문에서는 소풍, 놀이공원, 유적지, 박물관 등의 야외 활동에서 인솔자가 미아 방지 및 인원관리(응급 상황)를 하기 쉬운 형태의 무선 센서 네트워크 서비스를 개발한다. 개인 단말장치는 일정 시간마다 ID를 전송하고, 응급버튼을 통해 부저로 소리를 출력하고 응급 상황을 무선으로 전송한다. 인솔자 단말장치는 개인 단말장치를 통해 멀티홉으로 전송된 ID 정보를 담당하는 그룹의 인원 정보 DB와 비교하여 인원 및 응급상황 확인 수행한다. 인솔자와 그룹원 사이의 1:N 네트워크 구성이 아닌 멀티홉 네트워크를 구성하여 유연성이 있는 활동을 보장하도록 한다. 사용 수명 연장을 위해 저전력 알고리즘을 구성하고, 개인 단말장치의 수명을 예측한다.

## II. 제안한 시스템

제안한 시스템의 구성은 그림 1과 같다. 선생님은 인솔자 단말장치를 소지하고, 학생들은 개인 단말장치를 통해 일정 시간마다 무선으로 데이터를 전송한다. 각각의 단말장치들은 멀티홉으로 네트워크를 구성한다.

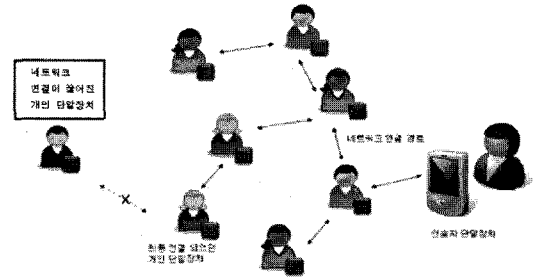


그림 1. 제안한 시스템의 구성도  
Fig. 1. Block diagram of proposing system

### 2-1. 하드웨어 구성

개인 단말장치는 그림 2와 같이 TelosB 플랫폼 기반의 센서 노드를 사용하였다. TI의 MSP430 프로세서와 CC2420을 사용하여 2.4GHz 대역에서 무선 통신이 가능하고, 250kbps의 데이터 전송률을 갖는다. TinyOS 1.0과 2.0을 지원한다[4].

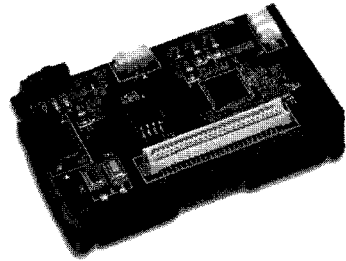


그림 2. 개인 단말장치  
Fig. 2. Personal device

인솔자 장말장치는 그림 3과 같이 ARM Cortex A8 CPU (Samsung, S5PC100)를 기반으로 구성된 개발보드를 사용하였다[5].

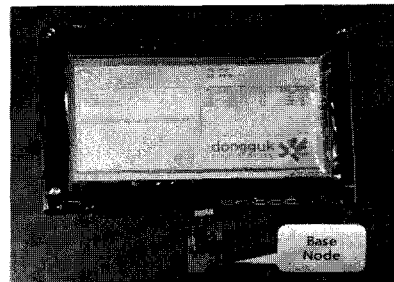


그림 3. 인솔자 단말장치  
Fig. 3. Manager device

Windows Embedded CE 6.0 기반에서 응용프로그램을 구성하였다. 개인 단말장치와 통신을 위해 베이스 노드를 USB와 연결하여 사용한다.

2-2. 소프트웨어 구성

센서 노드 사이에는 Minimum Cost Forwarding Algorithm을 이용하여 멀티홉을 구성한다.

Minimum Cost Forwarding Algorithm은 노드가 자신 주변의 노드와의 각 link의 LQI정보가 포함되어 있는 메시지(Beacon Msg) 교환을 통해 가장 최적화된 link를 기반으로 parent node를 찾는 알고리즘이다. Minimum Cost Forwarding Algorithm의 대략적인 동작은 아래와 같다.

각 노드는그림에 나타나 있는 것과 같은 ID를 가지고 있고 Base node는 0번의 ID로 가정한다. 각 노드들은 초기화가 시작되면서 자신의 주변 노드들에게 ADV (advertisement)신호를 전송한다. 또한 one hop으로 전송하기 어려운 거리에 위치한 노드끼리는 multihop을 통하여 ADV 신호를 전송한다고 가정한다. 각 노드들이 주변 노드에 전송한 ADV 메시지에는 LQI와 RSSI에 대한 정보가 포함되어 있다. Base node는 cost는 0으로 가장 작은 값을 가진다. 또한 각 노드들은 식 (1)과 같이 link cost 합중 가장 작은 링크를 선택하여 경로를 설정하게 된다.

$$Cost_{parent} + Cost_{link} = Local\ ID\ Current\ Cost \quad (1)$$

그림 4에서 1번 노드는 Base node로부터 ADV를 수신하고 Base node가 갖는 cost인 0과 link cost인 10을 합하여 10이란 cost를 자신의 current cost로 갖게 된다. 이러한 방식으로 각 노드들은 자신의 현재 cost와 parent node를 설정할 수 있다.

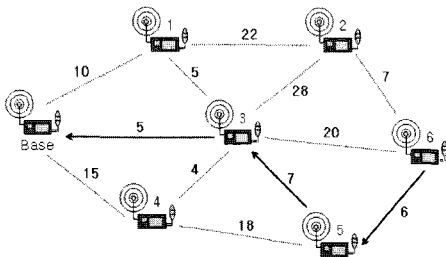


그림 4. Minimum Cost를 이용한 데이터 전송  
Fig. 4. Data transmission using Minimum Cost

개인 단말장치는 멀티홉 패킷 구성에서 표 1과 같은 Payload를 이용하여 상태를 전송한다.

표 1. 데이터 구성  
Table 1. Data format

Payload	크기 (Byte)
Node_ID	2
Sequence_Counter	2
Operation	2
Battery	2
Tx Power	2

Node\_ID는 센서 노드 자신의 ID이고, Sequence\_Counter는 센서 노드가 보내는 데이터 패킷의 순번이다. Operation은 센서 노드의 동작을 나타낸다. Operation 필드가 '1'이면 정해진 주기마다 전송되는 패킷이고, '2'이면 응급상황에서 버튼을 눌렀을 경우이다.

Battery는 사용하는 배터리의 상태를 저장하는 부분으로 내부 전압을 측정된 값이다.

III. 실험 및 검토

제안한 시스템의 성능 평가를 위해 그림 5와 같이 4개의 개인 단말장치를 사용하였다.

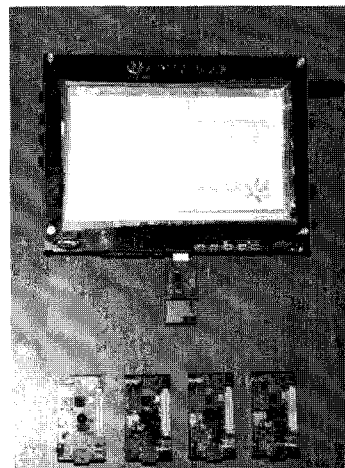


그림 5. 실험 구성  
Fig. 5. Experimental configuration

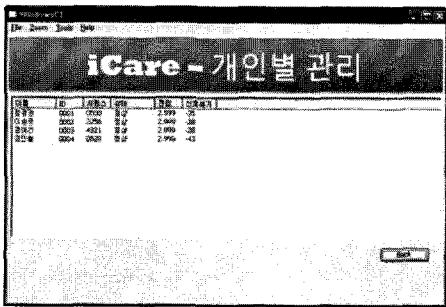
3-1. 시스템 동작 실험

인술자 단말장치는 수신된 데이터를 표시하며, 개인 단말장치와 일정시간 데이터가 수신되지 않으면 연결이 끊어진 상황을 표시한다.

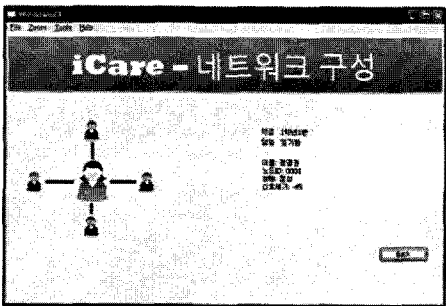
그림 6은 인술자 단말장치의 실제 동작화면으로 ActiveSync Remote Display 프로그램을 이용하여 저장한 화면이다. 그림 6(e)는 Windows mobile 기반 스마트폰 앱으로 베이스노드가 수신한 신호를 블루투스로 변환하는 모듈(그림 6(d))을 구성하여 스마트폰과 연결한 화면이다.



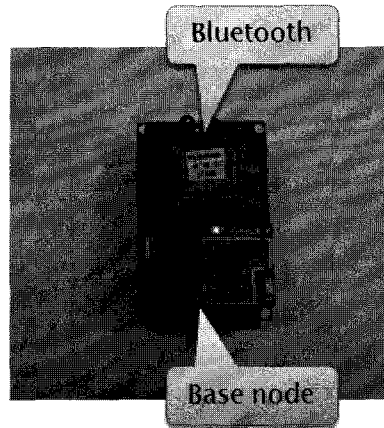
(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

그림 6. 인술자 단말의 동작 화면  
(a) 메인 화면 (b) 개인별 관리 화면 (c) 연결 상태 화면 (d) 블루투스 변환 모듈 (e) 스마트폰 앱

Fig. 6. Screenshots of the manager device  
(a) Main screenshot (b) Personal control screenshot (c) Connection screenshot (d) Bluetooth converter module (e) Smartphone app

3-2. 개인 단말장치 특성 실험

시스템에서 사용하는 센서 노드는 배터리로 동작되기 때문에 전류소모량 측정하여 수명을 예측할 수 있다.

이를 위해서 그림 7과 같은 실험 장치를 구성하였다. 전원 장치는 Agilent 66309B Mobile communication DC source를 이용하여 3.0V 정전압을 공급하고, USB용 HPPIB 카드 82357A를 이용하여 PC와 연결한다. 전원 제어용 전용 소프트웨어인 Agilent의 Device Characterization Software로 전류를 측정한다.

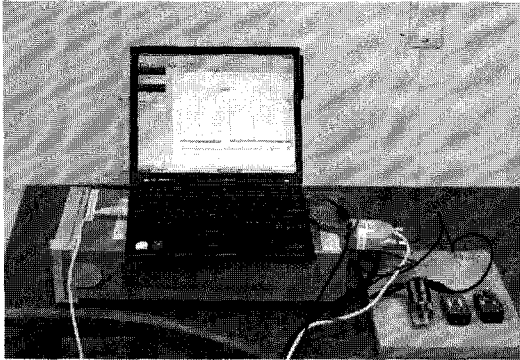


그림 7. 전류 소모량 측정 실험 장치  
Fig. 7. Current measurement experimental set-up

측정 결과는 그림 8과 같다. 2초마다 wake-up하여 데이터를 전송하고, 나머지 구간은 sleep 상태로 전환하여 저전력 동작을 수행한다.

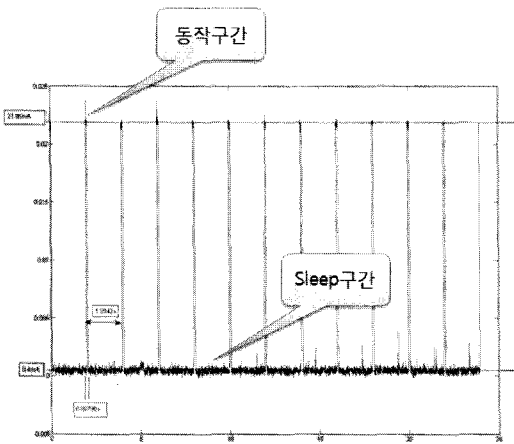


그림 8. 전류 소모량  
Fig. 8. Current consumption

측정 결과를 이용하여 배터리 수명을 확인한 결과는 그림 9와 같다. CC2420의 출력 전력을 조정할 경우 수명을 연장할 수 있다.

전파범위를 선생님 주변 30m로 제한하였을 때 CC2420의 출력 전력은 -7dBm으로, 센서 노드는 약 4.5개월 사용이 가능하다.

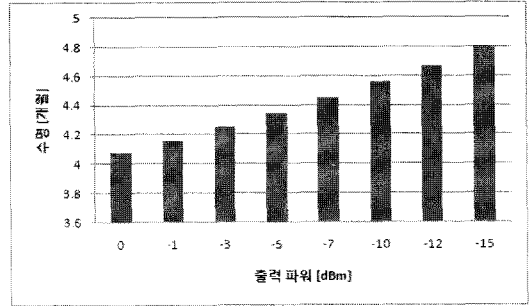


그림 9. 센서 노드의 수명 예측  
Fig. 9. Lifetime estimation of sensor node

#### IV. 결론

본 논문에서는 현장 견학에서 무선 센서 네트워크를 이용한 그룹 관리 시스템을 제안하였다. 제안한 시스템은 선생님 인솔자 단말장치와 아이들용 개인 단말장치로 구성된다.

개인 단말장치는 고유 ID를 가지고 일정 시간마다 신호를 전송하며, 버튼을 통해 응급 신호를 전송한다. 인솔자 단말장치는 전송된 신호가 없을 경우 알람을 표시한다. 전류 소모량을 측정하여 수명을 예측한 결과 개인 단말장치는 약 4.5개월 사용이 가능하다.

향후 제안한 시스템을 스마트 폰의 애플리케이션으로 구성하고, 서버와 연결하여 다양한 응용 서비스가 가능하도록 보완할 계획이다.

#### 감사의 글

본 연구는 2010년도 중소기업청에서 지원하는 산학연공동기술개발사업(No. 00041668-1)의 연구로서, 관계부처에 감사 드립니다.

#### 참고문헌

- [1] 차맹규, 정대교, 김윤기, 정학진, "미야방지를 위한 USN 기반 보호대상 이동체 위치확인 시스템", 정보과학회논문지, 제35권, 제5호, pp. 453-463, 2008.10.

- [2] 김인규, 이종준, 홍성찬, "무선 인터넷을 이용한 미아방지 시스템 개발", 한국인터넷정보학회 2004 추계학술발표대회 논문집, pp. 277~280, 2004.11.
- [3] Tsung-Yu Liu, Tan-Hsu Tan, Yu-Ling Chu, "Outdoor Natural Science Learning with an RFID-Supported Immersive Ubiquitous Learning Environment," Educational Technology & Society, vol. 12, no. 4, pp.161 - 175, 2009.
- [4] Maxfor, <http://www.maxfor.co.kr>
- [5] Microvision, <http://www.mvtool.co.kr>

저자소개



정경권(Kyung Kwon Jung)

1998년 동국대학교 전자공학과 (공학사)  
 2000년 동국대학교 전자공학과 (공학석사)

2003년 동국대학교 전자공학과(공학박사)  
 2009년~현재 전자부품연구원 위촉연구원  
 ※관심분야: 임베디드시스템, 센서 네트워크



이승준(Seung Joon Lee)

2010년 동국대학교 전자공학과 (공학사)  
 2010년~현재 동국대학교 전자공학과 석사과정

※관심분야: 임베디드시스템, 전력선 통신, 인공지능



김민철(Min Chul Kim)

2010년 동국대학교 전자공학과 (공학사)  
 2010년~현재 동국대학교 전자공학과 석사과정

※관심분야: 임베디드시스템, 센서네트워크



경여선(Yeo Sun Kyung)

2010년 동국대학교 전자공학과 (공학사)  
 2010년~현재 동국대학교 전자공학과 (공학석사)

※관심분야: 센서 네트워크, 임베디드시스템



엄기환(Ki Hwan Eom)

1972년 동국대학교 전자공학과 (공학사)  
 1986년 동국대학교 전자공학과 (공학박사)

1989년~1990년 Toho Univ. Post Doc.  
 2000년~2001년 Univ. of Canterbury Visiting Professor  
 1994년~현재 동국대학교 전자공학과 교수  
 ※관심분야: 통신전자제어, 임베디드시스템, 센서 네트워크, 신경회로망