

iPEC: 지능형 개인 응급 호출 시스템 설계 및 구현

정경권* · 김주웅** · 손동철** · 엄기환*

*동국대학교 전자공학과

**유한대학 전자정보과

iPEC: Design and Implementation of intelligent Personal Emergency Call System

Kyung Kwon Jung* · Joo Woong Kim** · Dong Seol Son** · Ki Hwan Eom*

*Department of Electronics Engineering, Dongguk University

**Department of Electronic Engineering, Yuhan College

E-mail : kihwanum@dongguk.edu

요 약

기존의 응급 호출 시스템이 가지고 있는 휴대성의 단점을 보완하기 위하여 무선 센서 네트워크를 이용한 지능형 개인 응급 호출 시스템을 제안한다. 제안한 시스템은 개인용 호출 노드, 멀티홉 통신을 위한 중계 노드, 서버부로 구성된다. 개인용 송신 노드는 동작 상태와 배터리량을 확인할 수 있고, RSSI를 이용하여 응급 호출을 한 개인의 위치를 제공한다. 제안한 무선 너스 콜 시스템이 기존 너스 콜 시스템이 가지는 단점을 보완하는 것을 실험을 통하여 확인하였다.

ABSTRACT

This paper develop a intelligent personal emergency call system using the wireless sensor network to resolve that a portable problem of established emergency call system. The proposed system is composed of a transmitter nodes for individuals, routing nodes for multihop communications, and a server part. The transmitters for patients are monitored for both low battery and operational status. The transmitters provide location of the person activating an emergency call using RSSI. The efficacy of the proposed system is verified by means of experiments. Experimental results are presented that show the effectiveness.

키워드

응급 호출 시스템, 무선 센서 네트워크, 위치 인식, 멀티홉

1. 서론

고령 인구가 증가하고 있는 추세에 비추어 볼 때 복지시설 및 의료관련 산업은 IT기술에 발전과 함께 융합된 고부가가치 첨단 기술로 계속 늘어날 전망이다. 그 중에서도 실버타운, 노인 요양 시설 및 대형 의료 기관일수록 응급 상황을 즉각 알려서 신속한 의료서비스를 할 수 있는 응급 호출 시스템의 도입은 필수적이다. 병의원 등에서 사용되고 있는 호출 시스템은 아날로그 방식의 유선 호출 시스템과 호출벨 형태의 무선 호출 방식이 사용되고 있다. 이러한 방식은 병실에 설치되어있어 사용자가 병실 이외의 장소에서 위급한 상황이 발생하였을 때 응급 호출이 불가능하며, 아날로그 방식으로 서비스가 제한적이고 전산 시스템과의 통합이 어려운 단점을 가지고 있다. 특히 기존의 무선 호출 시스템은 유선통신을 무선

통신으로 단순히 대체하는 수준으로 사용자요구의 다양한 서비스를 제공하지 못했다. 최근에는 무선 LAN을 기반으로 하는 환자 모니터링 시스템이 개발되고 있는 추세이나 시스템 구축비용이 높다는 단점이 있다[1-6].

본 논문에서는 기존의 호출 시스템의 기능을 개선하기 위하여 무선 센서 네트워크 기술을 응용한 지능형 개인 응급 호출 시스템을 제안한다. 시스템의 구성은 개인용 호출 노드, 중계 노드, 그리고 센터에 설치되는 서버로 구성된다. 개인용 송신기는 고유 ID를 가지고 호출 신호를 전송하며, 고정 위치에 부착된 중계 노드는 응급 호출 신호를 받으면 수신 신호 강도(RSSI)를 측정하고, 위치 확인을 위한 정보를 포함하여 멀티홉 방식으로 센터의 서버로 전송된다. 제안한 응급 호출 시스템의 유용성을 확인하기 위하여 노드의 수명, 통신 거리, 호출 성공률 등에 대하여 실험한다.

II. 시스템 구성

제안하는 지능형 응급 호출 시스템은 그림 1과 같이 개인용 호출 노드, 중계 노드, 서버로 구성된다. 개인용 호출 노드는 고유 ID를 가지며, 버튼을 누르면 호출 신호를 전송한다. 통신이 가능하도록 일정 거리를 두고 병실과 복도에 부착된 중계 노드는 호출 신호를 받으면 수신 신호 강도(RSSI)를 측정하고, 위치 확인을 위한 정보를 포함하여 멀티홉(multihop)으로 센터의 서버로 전송된다. 서버는 수신된 데이터를 분석하여 호출한 개인의 정보와 최대 수신된 RSSI를 바탕으로 호출 위치를 결정한다.



그림 1. 무선 간호사 호출 시스템

2-1. 하드웨어 구성

개인용 호출 노드에 사용된 무선 센서 노드는 그림 2와 같이 Kmote를 사용하였다. 리튬-폴리머 배터리를 사용하고, User 스위치를 이용하여 호출 기능을 담당한다.

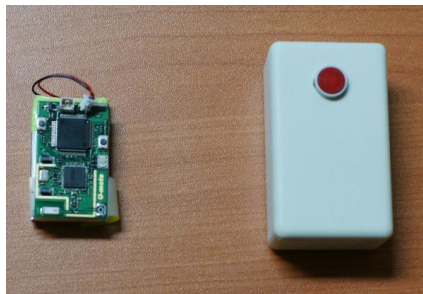


그림 2. 개인용 호출 노드

중계 노드는 MTM-CM2000-MSP를 사용하였다. AA사이즈 건전지를 연결할 수 있는 배터리팩과 결합하여 사용한다.



그림 3. 중계 노드

개인 호출 노드와 중계 노드는 TI의 MSP430

프로세서와 CC2420을 사용한다. TelosB 플랫폼을 기반으로 한 모델로 2.4GHz 대역을 사용하며 250kbps의 데이터 전송률을 갖는다. TinyOS 1.x와 2.x을 지원한다[7-8].

2-2. 소프트웨어 구성

그림 4는 무선 데이터의 흐름을 나타낸다. 개인용 호출 노드는 스위치를 인터럽트로 입력받아서 호출기 ID를 broadcast 방식으로 송신한다. 호출 노드가 송신한 데이터를 중계 노드가 수신하면 이때의 RSSI를 측정하여 수신한 데이터에 RSSI 측정값을 추가하여 다른 중계 노드를 통해서 베이스 노드와 연결된 PC까지 전달한다.

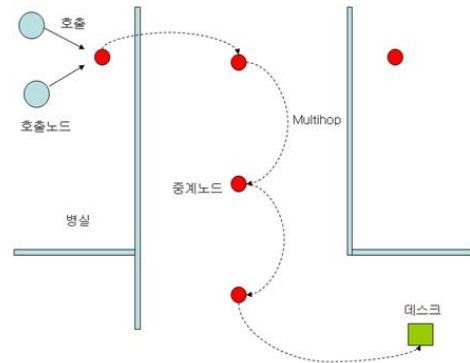


그림 4. 데이터 흐름

중계 노드는 Sensornet Protocol을 이용하는 Delta application을 기반으로 구성된다. 라우팅 경로의 구성은 LQI를 이용한 Minimum Cost Forwarding Algorithm을 사용한다. Minimum Cost Forwarding Algorithm은 센서가 자신 주변의 노드와의 각 link의 LQI정보가 포함되어 있는 메시지(Beacon Msg) 교환을 통해 가장 최적화된 link를 기반으로 parent node를 찾는 알고리즘이다[8-9].

각 노드는 표1과 같은 데이터 패킷을 사용한다. Delta application의 메시지 구조에 필요한 변수를 추가하여 구성하였다.

표 1. 데이터 패킷 구성

Payload	크기 (Byte)
Caller_ID	2
Router_ID	2
RSSI	2
Battery	2
Sequence_Counter	2

Caller_ID는 호출 노드의 ID가 저장되는 부분이다. Router_ID는 호출 노드로부터 호출 신호를 감지한 중계 노드의 ID를 저장하는 부분으로, 개인용 호출 노드에서는 데이터를 할당만 하고, 중계 노드에서 자신의 ID를 저장하게 된다. RSSI는

CC2420의 RSSI_VAL 레지스터 값을 읽어서 저장하는 부분으로 이동노드가 호출 신호를 보내면 중계 노드가 패킷을 수신했을 때의 RSSI를 측정하여 저장하는 부분이다. Battery는 사용하는 배터리의 상태를 저장하는 부분으로 MSP430 내부의 SVS(Supply Voltage Supervisor) 레지스터를 읽어서 확인한다. Sequence_Counter는 호출 노드가 보내는 데이터 패킷의 순번으로 중계 노드가 데이터를 받아서 multihop으로 서버에 전달했을 때 이 Sequence_Counter가 동일한 패킷을 이용해서 위치계산을 실행할 수 있다.

서버 역할을 담당하는 PC는 베이스 노드로부터 RS323를 통해서 데이터를 수신한다. 수신된 데이터는 중계 노드를 통해서 전달된 내용으로 구성되는데, PC용 응용프로그램에서 개인 정보와 연동하여 DB로 저장되며, 간호사등 수발자에게 정보를 제공한다.

III. 실험 및 검토

본 논문에서 제안한 시스템의 유용성을 확인해 보기 위하여 거리에 따른 호출 성공률을 실험과 전류 소모량 실험을 진행하였다.

3-1. 호출 성공률

공간적인 제약으로 인하여 실험은 설치 예정인 장소와 유사한 실내 복도를 실험 장소로 선택하였다. 개인용 호출 노드와 중계 노드 사이의 통신 거리를 확인하기 위하여 거리에 따른 RSSI와 PRR(Packet Reception Rate)을 측정하였다. 측정 한 결과는 그림 5와 같으며, 그림 6과 같이 약 20m 이내에서는 PRR이 100%에 가깝게 측정되었다.

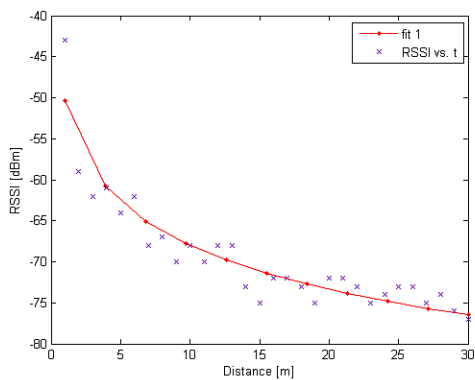


그림 5. 거리에 따른 수신 강도

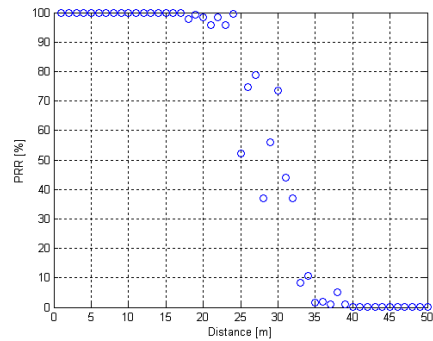


그림 6. 거리에 따른 PRR

그림 7과 같은 병원 건물에 병실 마다 1개의 중계 노드를 설치하고, 복도에 일정 간격으로 중계 노드를 설치한다. 그림 6의 결과로부터 20m의 통신거리를 얻었으나 원활한 데이터 송수신을 위해서 10m 간격으로 중계 노드를 설치한다.

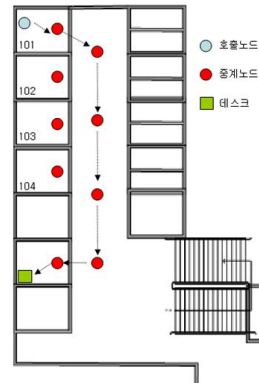


그림 7. 건물 평면도

병실 호수 101호, 102호, 103호, 104호에서 호출을 하고, 각 병실에 4명의 환자(1, 2, 3, 4)가 있고, 각 환자가 20회의 응급 호출을 수행하였다. 서버까지 응급 호출이 전달되는 성공률은 그림 8과 같이 각 호실에서의 호출 성공률은 100%를 얻을 수 있었다.

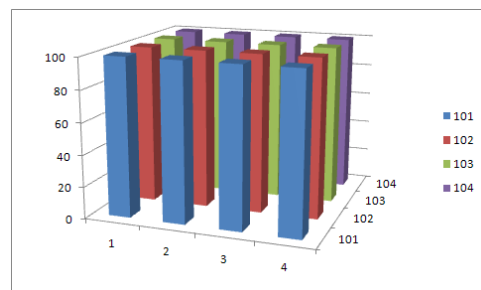


그림 8. 호출 성공률

3-2. 전류 소모량

전원 장치는 Agilent 66309B Mobile communication DC source를 이용하여 3.0V 정전압을 공급하고, USB용 HPIB 카드 82357A를 이용하여 PC와 연결한다. 전원 제어용 전용 소프트웨어인 Agilent의 Device Characterization Software로 전류를 측정한다.

호출 노드에서 응급호출을 했을 때 CC2420을 동작시키는 시간을 5msec로 최소화하여 구성한 결과 전류는 그림 9와 같이 측정되었다. 그림 10은 중계 노드의 전류 소모량으로 2초를 주기로 4%의 duty cycle 동안 RF 기능을 On시켜서 데이터를 송수신 하는 방식으로 동작한다.

호출 노드는 3.7V 500mAh 리튬-폴리머 배터리를 사용하여, 1시간에 1회 호출을 한다면 수명은 3.8개월 사용할 수 있고, 중계 노드는 1.5V의 AA 사이즈 2500mAh 알카라인 건전지를 사용하면 수명은 2.6개월 사용할 수 있다.

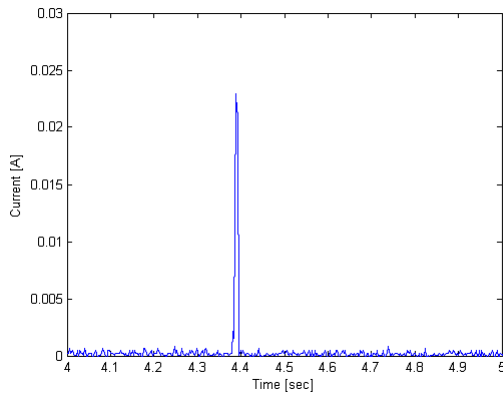


그림 9. 호출 노드의 전류 소모량

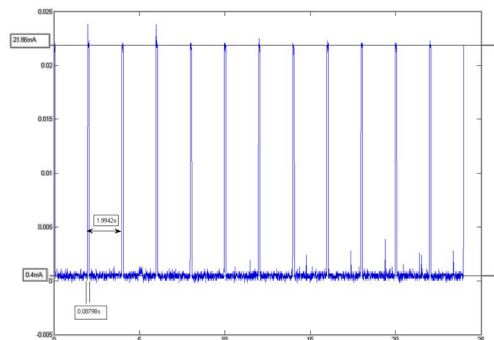


그림 10. 중계 노드의 전류 소모량

IV. 결론

본 논문에서는 무선 센서 네트워크를 이용한 지능형 응급 호출 시스템을 제안하였다. 제안하는 호출 시스템은 호출 노드, 중계 노드, 서버로 구

성된다. 호출 노드는 고유 ID를 가지고 호출 신호를 전송하며, 고정 위치에 부착된 중계 노드는 호출 신호를 받으면 수신 신호 강도(RSSI)를 측정하고, 위치 확인을 위한 정보를 포함하여 멀티홉 방식으로 서버로 전송된다.

제안한 호출 시스템의 유용성을 확인하기 위하여 호출 성공률, 노드의 수명에 대하여 실험한 결과 통신 거리는 20m이고, 100%의 호출 성공률을 얻었다. 또한 호출 시 중계 노드는 RSSI를 측정하여 호출자의 위치를 확인할 수 있도록 구현하였다. 전류 소모량을 측정하여 수명을 예측한 결과 호출 노드는 3.8개월, 중계 노드는 2.6개월 사용이 가능하다.

참고문헌

- [1] Juan M. Corchado, Javier Bajo, Yanira de Paz, Dante I. Tapia, "Intelligent environment for monitoring Alzheimer patients, agent technology for health care," Decision Support Systems, Volume 44, Issue 2, pp. 382-396, 2008.
- [2] Norgall, T. et al, "Body area network - a key infrastructure element for patient-centered telemedicine," International Workshop on New Generation of Wearable Systems for eHealth, Lucca, Italy, Dec. 2003, pp.142-148.
- [3] Ross, P.E, "Managing care through the air," Spectrum IEEE, Volume 41, Issue 12, pp. 26 - 31, 2004.
- [4] 최정연, 신현수, 정성부, 박진우, 박민섭, 엄기환, "무선 간호사 비상 호출 시스템", 해양정보통신학회 춘계종합학술대회 논문집, pp. 487-490, 2008년 5월.
- [5] Emfit Ltd., <http://www.emfit.com/>
- [6] Upkar Varshney, "Patient monitoring using infrastructure-oriented wireless LANs," International Journal of Electronic Healthcare, Volume 2, Number 2, pp. 149-163, 2006.
- [7] TinyOS mall, <http://www.tinyosmall.co.kr>
- [8] TinyOS, <http://www.tinyos.net>
- [9] Joseph Polastre, Jonathan Hui, Philip Levis, Jerry Zhao, David Culler, Scott Shenker, and Ion Stoica, "A unifying link abstraction for wireless sensor networks," SenSys '05: Proceedings of the 3rd international conference on Embedded networked sensor systems. ACM Press, pp. 76 - 89, 2005.