

# 저전력 지능형 상태모니터링 시스템 구현

論 文
11-2-6

## Realization of low power intelligent monitoring system

김 광 진, 손 병 희, 주 병 호, 최 영 완\*

Kwang-Jin Kim, Byung-Hee Son, Byung-Ho Ju, and Young-Wan Choi

### Abstract

최근 중요한 사회적 이슈로 떠오르고 있는 고독사를 예방하기 위해 IT- BT 융합을 기반으로 한 U-health care 시스템 및 서비스가 제안되고 있다. 그러나 최근 제안된 방식은 착용형 센서만을 이용하기 때문에 장기간 사용할 수 없는 단점을 가지고 있다. 이에 본 논문은 착용형 센서와 고정형 센서를 함께 이용하여 휴대용 센서의 수명을 극대화하면서 고신뢰성을 유지할 수 있는 지능형 상태 모니터링 시스템과 휴대용 센서의 소비전력을 줄이기 위한 AM-TPC (active margin transmission power control) 기반의 저전력 네트워크 기술을 제안 한다. 이와 더불어 구현된 저전력 지능형 상태모니터링 시스템을 기반으로 저전력 네트워크 실험을 하였을 때 50%의 전력이 감소된다는 결과를 도출하였다.

**Keywords** : u-health, AMTPC, Zigbee, IT-BT convergence,

### I. 서 론

최근 고령자의 지속적인 증가와 핵가족화에 의한 부양인구 감소로 독거노인이 증가하고 있으며 특히 독거노인의 고독사 문제는 중요한 사회문제로 제시되고 있다. 따라서 최근 급속히 발전되고 있는 IT-BT 융합 기술을 기반으로 한 u-health 서비스를 이용하여 독거노인의 고독사 문제를 해결하기 위한 다양한 솔루션이 제시되고 있다[1]. 기존에 제안되었던 고독사 방지를 위한 u-health 서비스는 휴대용 센싱 장비를 손목시계와 같은 형태로 휴대하고 다니는 착용형 센서 기반의 응급상황 관리 서비스와 적외선, 가스 센서, 등을 이용하여 사람의 상태를 간접적으로 측정하는 고정형 센서 기반의 응급관리 서비스로 각각 제안

되어 발전되고 있다. 이중 고정형 센서는 간접 정보를 이용하기 때문에 이상 징후 판단이 제한적이고 맥내에서만 사용가능하다는 단점을 가지고 있으나 전력 소모에 의한 센서의 수명인 제한되지 않는다는 장점이 있다. 반면에 착용형 센서는 전력 소모에 의한 센서의 수명 문제가 중요한 이슈로 부각되기는 하나 이상 징후 판단을 위해 직접 정보를 이용하기 때문에 정확한 상태파악이 가능하다는 장점을 가지고 있다. 그러나 이러한 휴대용 센서의 장점은 연구에서 일상생활의 움직임에 의해 고 신뢰도를 확보 할 수 없다는 문제점을 보유하고 있는 것으로 나타나 장점이 퇴색되고 있는 실정이다[2].

본 논문에서는 고정형 센서와 착용형 센서를 함께 사용하여 고 신뢰도와 저전력이 가능한 지능형 상태모니터링 시스템을 제안하고자 한다. 따라서 II에서는 상태모니터링 시스템의 개요를 설명하고, III에서는 구현된 상태모니터링 시스템을 기반으로 핵심 모듈인 관제점 모듈을 기술 하고자 한다. IV에서는 착용형 센서의 전지 수명을 최대화

접수일자 : 2012년 06월 08일  
 심사일자 : 2012년 06월 12일  
 최종완료 : 2012년 06월 24일  
 \*교신저자, E-mail : ychoi@cau.ac.kr

하는 저전력 상태모니터링 동작 알고리즘을 서술하고자 하고 V에서는 상태모니터링 시스템을 위한 저전력 네트워크 기술을 보고하고자 한다.

## II. 지능형 상태모니터링 시스템 개요

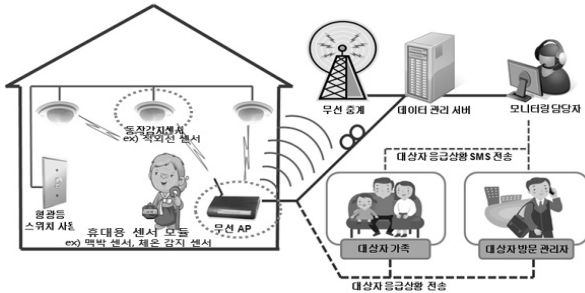


그림 1. 지능형 상태 모니터링 시스템 개념도

그림 1은 지능형 상태모니터링 시스템의 개념도이다. 제안하는 지능형 시스템은 생체 정보를 측정, 전송하는 관제점 모듈과 정보를 수집 응급 상황 판별 하는 상황판단 모듈로 이루어져 있다. 관제점 모듈은 센서 및 통신 기능이 결합된 것으로 생체정보 센싱 및 신호전송의 역할을 수행한다. 이러한 관제점 모듈은 크게 고정형 관제점 모듈과 이동형 관제점 모듈로 이루어져 있다. 상황판단 모듈은 관제점 모듈들의 동작을 제어하고 각각의 모듈에서 전송되는 생체정보 및 이상 정보를 파악하여 응급상태를 결정하여 응급상황이 발생하였음을 대상자의 가족 또는 관리자에게 전송하는 역할을 수행하게 된다[3].

제안된 시스템에서 고정형 관제점은 가스센서, 형광등 on/off 센서, 적외선 센서와 같은 간접 정보를 통해 사람의 활동 유무를 파악하는 시스템으로서 정확한 사람의 생체 정보를 파악할 수 없다. 따라서 생체정보를 정확히 판단할 수 없는 상태를 이상상태로 규정하고 이상상태가 되면 이를 상황판단 모듈로 전송하게 된다. 또한 이동형 센서는 평시에는 동작 전류를 최소로 하여 동작 하고 상황 판단 모듈에서 신호가 전송 되면 동작 하게 된다. 상황판단 모듈은 통신 네트워크의 AP (access point) 로서의 역할을 포함 하고 있으며 시스템의 동작 상태를 제어하여 관제점 모듈의 동작 on/off 하고 응급 상황일 때 외부로 응급 신호를 전송하는 역할을 하게 된다.

## III. 지능형 상태모니터링 시스템의 핵심 모듈



그림 2. 관제점 모듈 개념도

지능형 상태 모니터링 시스템의 핵심 모듈인 관제점 모듈의 개념도를 그림 2에 도시하였다. 관제점 모듈은 감지 센서부, 센서 신호 처리부 근거리 통신부로 이루어져 있다. 따라서 관제점 모듈은 감지센서부에서 측정된 정보를 센서신호 처리부에서 분석하여 이상 상태가 검출되면 근거리 통신부를 통해 상황 판단모듈로 전송하게 된다.

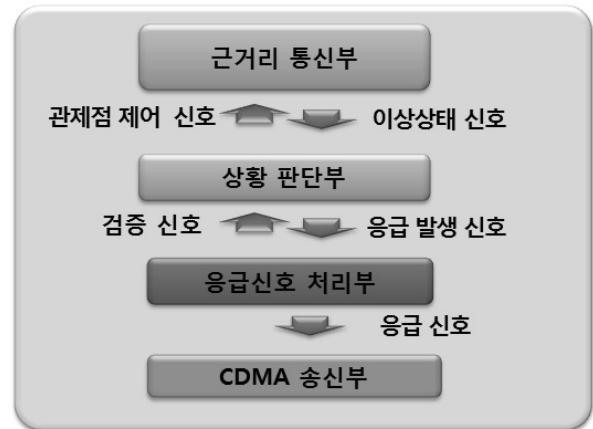


그림 3. 상황 판단 모듈 개념도

지능형 상태 모니터링 시스템의 핵심 모듈인 관제점 모듈의 개념도를 그림 2에 도시하였다. 상황 판단 모듈은 근거리 통신부, 상황판단부 응급 신호 전송부, CDMA부로 이루어져 있으며 이상상태 신호를 기반으로 이동형 관제점 및 고정형 관제점의 동작을 제어하게 된다. 또한 각각의 관제점 모듈에서 발생된 신호를 기반으로 응급 신호 처리부에서 최종 응급 상태를 판별하고 응급상황이 발생하였다고 판단되면 응급신호를 CDMA 송신부로 전송 하게 된다.

#### IV. 핵심 모듈 구현

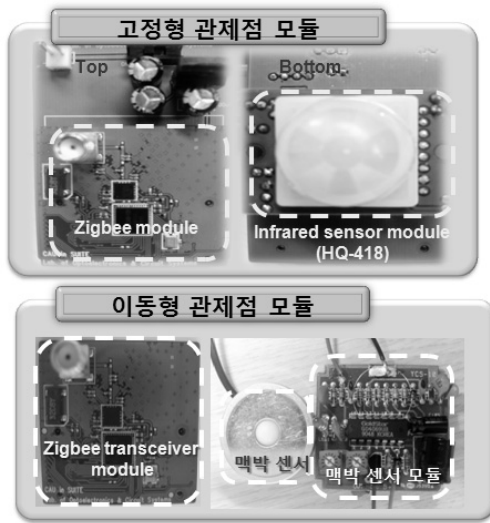


그림 4. 구현된 관제점 모듈

제안된 지능형 상태모니터링 시스템의 고정형 관제점은 적외선 센서를 기반으로 구현되었다. 적외선 센서는 대상자의 생체에서 발생하는 적외선을 검출하는 센서로서 이를 이용하여 대상자의 동작 상태 유무를 판단할 수 있다. 또한 이동형 관제점 모듈은 피에조 현상을 이용한 맥박센서를 기반으로 구현되었다. 또한 구현된 시스템에서 정보 전송을 위해 IEEE 802.15.4 표준이 적용된 CC2430 칩을 이용하였다. 이러한 관제점 모듈을 그림 4에 도시하였다.



그림 5. 구현된 상황 판단 모듈

그림 5는 구현된 상황 판단 모듈이다. 근거리 통신부와 상황판단부 응급 신호 처리부를 CC2430 칩에 내장 하였으며 CDMA 통신부와 RS-232 인터페이스를 통해 통신할 수 있도록 제작 되었다.

#### V. 시스템 동작 알고리즘

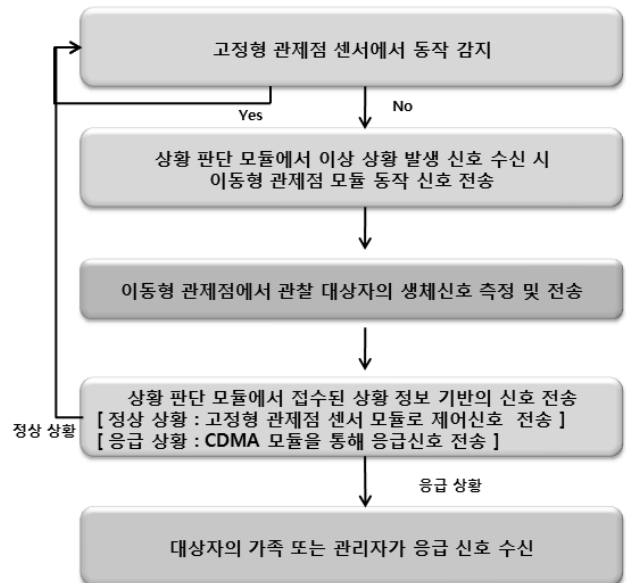


그림 6. 지능형 상태모니터링 시스템의 동작 알고리즘

그림 6는 구현된 지능형 상태모니터링 시스템의 동작을 도표로 정리한 것이다. 지능형 상태모니터링 시스템의 동작은 크게 사람의 상태를 고정형 관제점 모듈만을 이용하여 지속적으로 측정하고 고정형 관제점 모듈만으로 측정되지 않을 때 이상상황 발생으로 정의하고 이를 상황판단 모듈에 전송하게 된다. 이에 상황 판단 모듈은 휴대용 관제점 모듈을 동작 시켜 사람의 정확한 상태를 측정하여 이상이 없으면 일정시간동안 정보를 수집하게 된다. 그러나 휴대용 관제점 모듈의 측정 결과 이상상황이 발생되었다고 판단되면 상황판단 모듈에 이상발생 신호를 전송하게 된다. 이에 상황판단 모듈은 수신된 정보를 기반으로 응급상황이 발생되었다고 판단되면 외부에 응급신호를 전송하게 된다.

#### VI. AM-TPC 기반의 저전력 네트워크

위의 시나리오를 기반으로 구현된 지능형 상태모니터링시스템은 대상자의 행동변화가 없을 때 주기적으로 이동형 관제점에서 정보를 수신 받는다. 이때 근거리통신부의 소모전류는 이동형 관제점의 수명에 큰 영향을 미친다. 따라서 소비전력을 최소로 하는 저전력 네트워크는 지능형 상태모

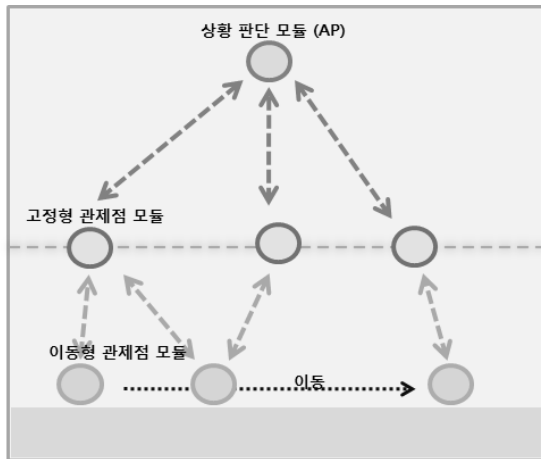


그림 5. 저전력 위치 기반 센서 네트워크 구성도

니터링 시스템에서 중요한 부분이라 할 수 있다.

근거리 통신부를 담당하고 있는 CC2430모듈은 송신전력에 따라 소비 전류가 변화한다. 따라서 이동형 관제점 모듈에서 가장 송신전력이 작은 고정형 관제점 모듈로 정보를 송신한다면 송신전력이 작아지게 된다. 지능형 상태모니터링 시스템에 적용한 저전력 위치 기반 센서 네트워크는 그림 5와 같이 구성되어 전송 전력 조절이 가능한 이동형 노드와 고정형 노드, 그리고 그 정보를 종합하는 상황판단 모듈로 그림 5와 같이 구성되어 있다.

이를 기반으로 RSS (received signal strength)와 LQI (link quality indicator)값을 기반으로 하는 전송전력을 제어하는 저 전력 고 신뢰도의 TPC 기술을 AM-TPC (active margin transmission power control) 기술을 적용하였다[4]. AM-TPC 기술을 그림 5와 같은 제안된 네트워크에 적용하면 이동형 관제점에서 저전력으로 통신할 수 있는 고정형 관제점과 네트워크를 형성하며 AM-TPC에 의해 송신전력이 결정되어진다. 직선 거리가 32m인 실내복도 양 끝에 노드를 설치하여 실험 하였을 때 CC2430의 송신 전력은 CC2430에서 가장 소비전류가 작은 송신전력인 -25 dBm으로 송신하였으며 또한 통신 신뢰도 지수인 LQI 지수가 100 이상으로 신뢰도가 양호함을 확인하였다.

그림 6은 AM-TPC 기반의 저전력 네트워크의 실험 결과이다. 이는 이동형 노드를 2m씩 이동시켜 가면서 RSS 값과 LQI 값을 기반으로 결정된 송신 전력으로 전송하였을 때 각각의 고정노드에서 수신한 RSS 값을 도시한 그래프이다.

따라서 TPC를 사용하지 않았고 IEEE 802.15.4

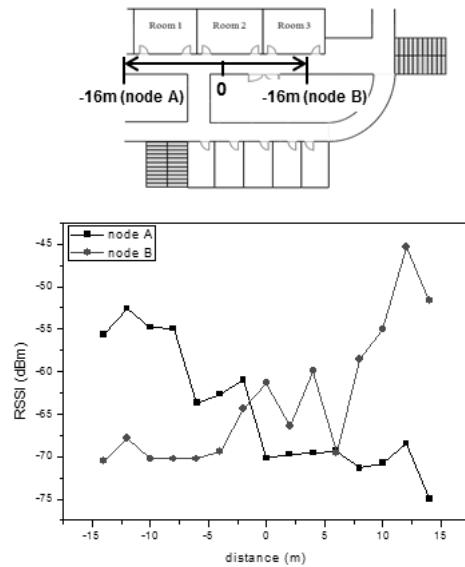


그림 6. 노드별 수신 신호 세기

에서 정하고 있는 0 dBm으로 전송할 때 CC2430에서의 소비전류와 AM-TPC를 적용하였을 때 평균 전송 전력은 -25 dBm으로 전송 되었을 때의 소비전류를 도표 1에 도시 하였다 계산 결과 소비되는 평균 소비전류가 53%향상되는 결과를 확인하였다.

표 1. 저전력 네트워크 실험 결과

	non TPC	AM-TPC
평균 전송 전력 (dBm)	0	-25
평균 소비 전류 (mA)	32	17
비율 (%)	100	53.12

## VII. 결 론

본 논문은 고독사 방지를 위한 지능형 상태모니터링 시스템을 제안하였고, 또한 구현된 시스템을 기반으로 동작 알고리즘 및 시스템 구성에 대해 기술하였다. 또한 AM-TPC를 기반으로 하는 저전력 네트워크를 제안하고 소비전류가 53% 향상됨을 실험적으로 검증하였다. 따라서 제안된 시스템은 저전력의 동작이 가능하게 되어 이동형 관제점 모듈의 수명을 확대시킬 수 있으며 또한 정확한 상황판단이 가능할 것으로 사료된다.

**감사의 글**

본 논문은 중소기업청에서 지원하는 2012년도 산학  
연공동기술평가사업(No.C0024554)의 연구수행으로  
인한 결과물임을 밝힙니다.

**[ 참고 문헌 ]**

[1] 이영호, 이윤태, 박래웅, “AHP 모델을 이용한 u-헬스케어 서비스 우선순위 결정,” 정보과학회지, 제 29권, 제4호, pp. 61-68, 2011.

[2] 김민준, “국내 독거노인 보호 휴-헬스 서비스 현황과 발전 방향,” TTA u-Health 서비스의 현재 한계와 미래의 비전 세미나 자료집, 2009.  
[3] 최영완, 김광진, 손병희, 주병호, 신수현, “건강상태모니터링 장치 및 방법,” 특허출원(10-2011-0052292) 자료, 2011.  
[4] 주병호, 김광진, 손병희, 최영완, “IEEE 802.15.4 기반의 저전력 핸드오버 네트워크 구성방법,” 2011 정보통신설비 학술대회 자료집, 2011.

**Biography**



**김 광 진**

2007년 중앙대학교 전자전기공학부 졸업  
2009년 중앙대학교 전자전기공학부  
(공학 석사)  
2009년~현재 중앙대학교 전자전기공학부  
박사과정

<관심분야> 무선 측위, 헬스케어 시스템,  
<e-mail> [kwangjin007@gmail.com](mailto:kwangjin007@gmail.com)



**주 병 호**

2010년 명지대학교 전자전기공학부 졸업  
2012년 중앙대학교 전자전기공학부 대학원  
(공학 석사)  
<관심분야> 무선통신시스템, USN  
<e-mail> [nchras@hanmail.net](mailto:nchras@hanmail.net)



**손 병 희**

2009년 중앙대학교 전자전기공학부 졸업  
2011년 중앙대학교 전자전기공학부 졸업  
(공학석사)  
2011년~ 현재 중앙대학교 전자전기공학부  
박사과정

<관심분야> 센서 네트워크, 무선통신시스템  
<e-mail> [psyops84@gmail.com](mailto:psyops84@gmail.com)



**최 영 완**

1985년 서강대학교 전자공학과 졸업  
1987년 버팔로 뉴욕주립대  
전기 및 컴퓨터공학과 (공학석사)  
1992년 버팔로 뉴욕주립대  
전기 및 컴퓨터공학과 (공학박사)  
1992~1995 한국 전자 통신 연구원

1995~현재 중앙대학교 전자전기공학부 교수  
<e-mail> [ychoi@cau.ac.kr](mailto:ychoi@cau.ac.kr)