

---

# 지그비 무선 이미지 전송 및 모니터링 시스템 개발에 대한 연구

노재성\* · 김상일\* · 오규태\*\*

\*서일대학, \*\*(주)이젠솔루션

## A Study on the Development of Zigbee Wireless Image Transmission and Monitoring System

Jae-sung Roh\* · Sang-il Kim\* · Kyu-tae Oh\*\*

\*SEOIL University, \*\*Ezen Solution

E-mail : jsroh@seoil.ac.kr

### 요 약

최근 무선통신, MEMS 소자, 센서 및 배터리 분야의 발전은 저가, 저전력 다기능 소형 센서 노드를 가능하게 한다. 다수의 소형 센서 노드는 무선 통신을 통해 센서 네트워크를 형성한다. 센서 네트워크는 전통적인 센서를 통해 중요한 개선을 나타내며 지그비 무선 이미지 전송에 대한 연구는 산업과 과학 분야에서 주요 연구 테마가 되고 있다. 본 논문에서는 지그비 무선 이미지 센서 노드와 멀티미디어 모니터링 서버 시스템을 디자인하였다. 구현된 시스템은 임베디드 프로세서, CMOS 이미지 센서, 이미지 획득 및 처리부, 지그비 RF 모듈, 전력공급 및 원격 모니터링 서버 시스템으로 구성된다. 앞으로 지그비 무선 이미지 센서 노드 및 모니터링 서버 시스템의 성능을 개선하고 에너지 효율적인 지그비 무선 이미지 전송 프로토콜과 모바일 네트워크와의 연동에 대한 연구를 진행할 예정이다.

### ABSTRACT

Recent advances in wireless communication, electronics, MEMS device, sensor and battery technology have made it possible to manufacture low-cost, low-power, multi-function tiny sensor nodes. A large number of tiny sensor nodes form sensor network through wireless communication. Sensor networks represent a significant improvement over traditional sensors, research on Zigbee wireless image transmission has been a topic in industrial and scientific fields. In this paper, we design a Zigbee wireless image sensor node and multimedia monitoring server system. It consists of embedded processor, memory, CMOS image sensor, image acquisition and processing unit, Zigbee RF module, power supply unit and remote monitoring server system. In the future, we will further improve our Zigbee wireless image sensor node and monitoring server system. Besides, energy-efficient Zigbee wireless image transmission protocol and interworking with mobile network will be our work focus.

### 키워드

Zigbee, Wireless Image, Sensor Node, Monitoring System, SSMA BER

### 1. 서 론

IT 기술의 혁신으로 네트워크와 단말기 확산 등 전 부문에 인프라가 조성됨에 따라 USN은 폭넓게 활용되고 있으며, 타 산업과의 융합으로 새로운 성장동력산업으로 육성되고 있다. 따라서 국

내에서도 지식경제부를 중심으로 USN을 국가차원의 신성장동력 산업으로 선정하고 본격적인 USN 도입 및 확산을 위해 차세대 USN 요소기술, 융합기술 등을 중점적으로 추진하고 있다. 따라서 현재 유비쿼터스의 기본 인프라인 무선 센서네트워크에 관련된 많은 연구가 진행되고 있다.

무선 센서네트워크의 연구 분야는 정보를 취득하는 센서기술, 센싱된 정보를 가공하여 전송하는 기술 그리고 전송된 정보를 분석하고 서비스를 제공하는 기술 등 다양한 분야가 있다. 또한 센서네트워크의 한정된 전력 공급과 같은 환경에 의해 저전력 관련 기술 등이 많이 연구되고 있다 [1],[2]. 그러나 현재 센서네트워크 관련 응용에서 어려움이 많이 발생하는 부분은 응용 어플리케이션에 따라 사용 환경에 맞는 센서의 선정이다. 센서네트워크의 특성에 따라 센서네트워크 노드는 한정된 전원공급과 크기에 제약조건을 가지고 있다. 이러한 이유로 기존의 다양한 분야에서 사용한 센서들은 센서네트워크에 적용하기 어려운 점들이 있다 또한 센서네트워크에서 센서 및 무선네트워크의 신뢰성 부족으로 인하여 발생 가능한 여러 가지 문제점으로 인하여 위험 상황 모니터링 등 센서네트워크 시스템 사용자들은 센서네트워크에서 발생한 데이터의 무결성 검증을 원한다. 일반적으로 이러한 방법을 해결하기 위하여 다중센서를 이용한 센싱 정보의 상호 보완 및 정확성 확보를 위한 여러 가지 연구들이 진행되어 왔다 [3],[4].

최근 무선 멀티미디어 전송 분야에서 지그비를 이용한 이미지 전송을 필요로 하는 데이터 위주의 서비스에 대한 요구가 증가하고 있다 [5]-[8]. 이러한 서비스는 QoS 보장과 동시에 효율적인 전송을 요구한다. 최근에는 CMOS 기술의 발전에 의해 기존의 센서 네트워크에 이미지 센서를 활용한 멀티미디어 센서 네트워크가 활발히 연구되고 있다. 이러한 무선 멀티미디어 센서 네트워크는 기존의 1차원적 데이터를 통한 정보 보다 한 차원 높은 이미지 정보를 제공할 수 있다. 멀티미디어 센서 네트워크는 기존의 센서 네트워크를 활용한 화재 감시 시스템이나 보안 시스템과 같은 어플리케이션에 이미지와 영상 데이터를 제공함으로써 더욱 신뢰성 있는 정보를 제공할 수 있다.

본 연구에서는 저가의 지그비 무선 센서네트워크 노드와 초소형 카메라를 이용하여 무선 센서네트워크에서 발생할 수 있는 센싱 데이터의 손실을 이미지 정보를 이용하여 확인할 수 있는 모니터링 시스템을 구현한다. 또한 저속의 지그비 무선 센서네트워크 환경에서 취득된 이미지 정보를 효율적으로 주변 센서네트워크에 전송하는 방식을 적용하였다. 이러한 지그비 무선 이미지 정보 전송기반의 센서네트워크 기술은 다양한 형태의 위험 상황 모니터링 및 중요 정보 전송을 필요로 하는 많은 응용에 적용이 가능하다.

## II. 지그비 무선 이미지 전송 시스템

### 2-1 지그비 프로토콜 및 센서 모듈 구조

지그비는 저 전력, 저 비용을 지원하는 무선 통신 표준 기술로서 현재 이를 이용한 많은 응용들이 개발되고 있다. 이러한 응용에는 가정, 사무실, 빌딩에서 지능형 환경을 구축할 수 있도록 전

등 제어나 온도 조절, 도어락 제어 혹은 정보 가전의 정보 전달의 제어 응용부터 온도, 조도 등의 센서 네트워크 응용 등 다양한 형태로 있다. 그리고 이러한 응용들은 지그비 연합에서 정의한 프로파일을 기반으로 응용마다 독자적인 메시지 형식을 갖는다. 그림 1은 지그비 응용 프로파일을 나타낸다.

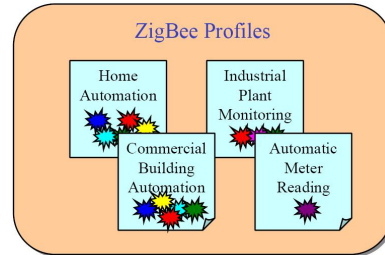


그림 1. 지그비 응용 프로파일

IEEE 802.15.4는 물리 계층인 PHY 계층과 미디어 접근 계층인 MAC 계층으로 구성된다. 그림 2는 MAC/PHY 프레임 포맷을 나타낸다. 이들 계층은 OSI 7계층의 참조 모델 중에서 가장 낮은 두 계층에 해당된다. MAC 계층은 다양한 응용의 지원과 네트워크 형태 지원을 위해 유연한 구조를 가지며 쉬운 관리를 위해 데이터 서비스와 MAC 관리 서비스를 지원한다. MAC 프레임은 MPDU라 부르며 MHR, MSDU 및 MFR로 구성된다. MPDU의 MAC 헤더의 프레임 제어 필드에서는 전송되는 프레임의 형태를 나타내며, 주소 필드 포맷을 규정하고 정의하고 있다. MAC 프레임은 비컨 프레임, 데이터 프레임, 확인 프레임, MAC 명령 프레임이 있다. 4가지의 MAC 프레임 중 데이터 프레임과 비컨 프레임만 상위계층에 전달되고, 확인 프레임과 MAC 명령 프레임은 MAC 계층 간의 제어를 위해 사용된다. MAC 프레임의 순번 필드와 프레임 순서 확인 필드는 데이터 전송에서 에러 검출과 제어에 사용된다.

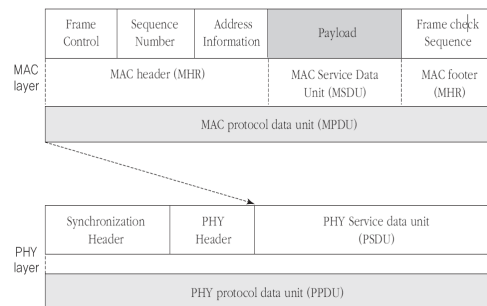


그림 2. IEEE 802.15.4 MAC/PHY 프레임 포맷

네트워크 계층은 여러 종류의 통신망과 네트워크를 거쳐 종단 시스템 끼리 정보를 주고받을 수 있도록 기능을 제공하는 계층이다. 전송 계층 및

응용 계층은 네트워크 계층의 상위 계층으로 데이터 연결 계층이나 물리 계층을 신경 쓰지 않고서 종단간 프로토콜로 통신이 가능하다.

가전기기, 전등 제어, 사무기기 등 각종 기기들을 저렴하게 효율적으로 관리하기 위해 간편한 근거리 무선 네트워크의 표준이 요구되고 있다. 이들 기기들을 하나의 네트워크로 관리하는 것이 USN이며 소형 센서 기기들을 다양한 사물에 부착하고 USN을 형성하여 간편하게 사용하기 위해서는 설치와 관리가 쉬운 무선 네트워크가 필요하다. 센서가 부착되는 소형 기기는 대부분 성능이 낮은 프로세서가 장착되므로 무선 LAN 등의 기기를 부착하여 사용하기에는 무리가 따른다. 따라서 USN에는 통신 프로토콜이 가벼워야 하고 연결하면 작동되는 Plug and Play 형의 간편한 설치 기능이 요구되며 서로 간에 상호 협력적 네트워크를 구성하기 위한 확장성도 요구된다. 뿐만 아니라 USN은 이동성과 휴대가 가능한 기기도 고려해야 하므로 저전력 특성과 산업적인 측면에서 저가격이 요구된다. 이와 같은 요구 조건을 만족하는 표준이 IEEE 802.15.4 표준이다. 그림 3은 지그비 센서모듈의 구성도를 보여준다.

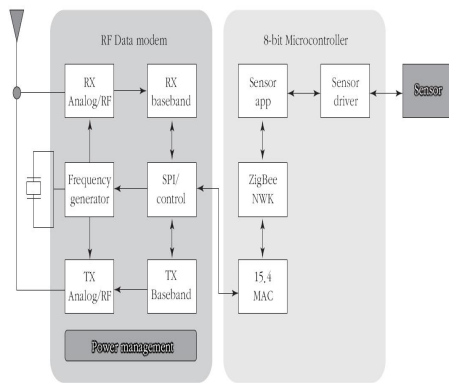


그림 3. 지그비 센서모듈의 구성도

### 2-2 지그비 무선 이미지 전송 시스템 구성

본 연구에서는 초소형 카메라를 장착한 센서 네트워크 노드를 이용하여 네트워크에서 발생된 특정 이벤트에 따라 취득된 영상정보를 효율적으로 무선 지그비 네트워크를 통하여 원격지에 있는 모니터링 시스템에 전송한다. 또한, 취득된 정보를 기반으로 위험상황 모니터링 시스템을 구현한다. 본 연구에서 개발하는 멀티미디어 전송용 USN 노드는 IEEE 802.15.4 MAC과 PHY를 기반으로 구현되는 무선 임베디드 네트워크 장비이며 한정된 전력과 최소한의 데이터 처리를 통하여 복잡한 어플리케이션 환경에서 동작하도록 S/W 프로토콜 기능을 개발한다. 그림 4는 지그비 이미지 전송시스템 및 원격 모니터링 구성도이다.

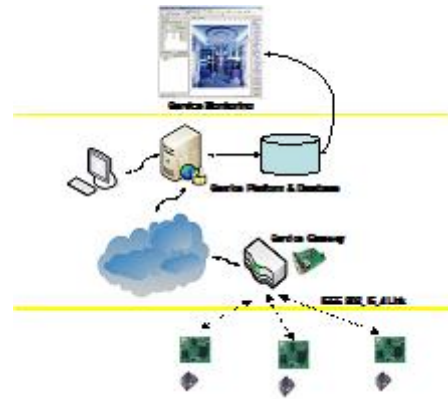


그림 4. 지그비 이미지 전송시스템 및 원격 모니터링 구성도

기존의 CCTV 중심의 영상전송 시스템은 고비용으로서 제한된 장소의 데이터를 집중적으로 관측하였지만, 본 연구에서 구축한 지그비 이미지 전송용 USN 노드 및 상태 모니터링 시스템 개발은 저비용으로 노드의 설치가 간편하고, 넓은 지역을 수용할 수 있으며 관측노드에서 수집한 데이터를 수집노드 시스템에서 모아 전체적인 관리가 가능하다.

### III. 실험 환경 및 성능 평가

그림 5와 그림 6에서 CCD 이미지 센서 모듈을 이용한 멀티미디어 무선센서 네트워크 환경을 구축하였다. 실험에서 이미지 센서로부터 JPEG 이미지 신호를 센서 모듈로 전송하는 단일 홉에서 환경에서 실험하였다. 지그비 이미지 전송은 멀티미디어 센서 네트워크를 통해 전송 후 PC 모니터링에서 확인하였다. 압축된 이미지 데이터는 중간에 데이터 손실이 조금만 발생해도 이미지를 복원하지 못하는 문제가 발생한다. 따라서 모든 이미지 데이터가 에러 없이 전송되어야 하며 이러한 조건은 재전송 횟수를 증가시키고 전송 지연 시간을 늘리는 원인이 될 것으로 예상된다.



그림 5. 지그비 이미지 전송 센서노드



그림 6. 수신 이미지 원격 모니터링 프로그램

#### IV. 결 론

지그비 네트워크의 응용 모델은 복합 센서 노드들 간의 무선 통신을 통해 다양한 매체 정보, 보안, 방송, 인터넷 상거래를 융합하여 다층적 응용 서비스로 발전될 전망이다.

최근 멀티미디어 스트리밍 서비스와 같은 고속의 전송을 필요로 하는 데이터 위주의 서비스에 대한 요구가 증가하고 있다. 이러한 서비스는 QoS 보장과 동시에 고속전송을 요구하고 있다. 본 연구에서는 무선 센서네트워크 노드에 장착된 센서를 기반으로 무선 네트워크를 구현하였고 일반 무선 센서네트워크 노드에 초소형 카메라를 장착하여 지그비 무선 이미지 센서네트워크 및 모니터링 시스템을 구축하였다.

#### 감사의 글

본 연구는 서울지방중소기업청에서 시행한 2008년도 산학공동기술개발지원사업에 의한 연구 결과입니다.

#### 참고문헌

- [1] K. Akkaya, and M. Younis, "An energy-aware QoS routing protocol for wireless sensor networks", in *Proc. Int. Conf. Distributed Computing Systems Workshops*, pp.19 - 22, 2003.
- [2] F. Stann and J. Heidemann, "RMST: Reliable data transport in sensor networks," in *1st IEEE International Workshop on Sensor Net Protocols and Applications (SNPA)*, Anchorage, Alaska, USA, May 2003.
- [3] T. Fukastu, M. Hirafuji. "The agent system for field monitoring servers to construct smart sensor-network", *Fifth International Workshop on Artificial Intelligence in Agriculture*, 8-10 March 2004.
- [4] T. Kiura, T. Fukatsu, and M. Hirafuji "Field server gateway: gateway box for

field monitoring servers", *Proceedings of the Third Asian Conference for Information Technology in Agriculture*, p 410-413, 2002.

- [5] I. F. Akyildiz, Weilian Su, Y. Sankarasubramaniam, and E. Cayirci, "A survey on sensor networks," *IEEE Communications Magazine*, vol. 40, no. 8, pp. 102114, August 2002.
- [6] M. Wu and C.-W. Chen, "Multiple bitstream image transmission over wireless sensor networks", in *Proc. IEEE Int. Sensors*, vol. 2, 2003, pp. 727 - 731.
- [7] M. Rahimi and R. Baer, "Cyclops: In situ image sensing and interpretation in Wireless Sensor Networks", In *Proceedings of the 3rd international conference on Embedded networked sensor systems*, pp. 122, 2005.
- [8] S. Hengstler and H. Aghajan "WiSNAP: A wireless image sensor network application platform", *Proceedings of 2nd International IEEE/Create-Net Conference*, 2006.