

# Zigbee환경에서 이미지의 실시간 전송을 위한

## 메모리 구조 설계 및 그 실험

임희성 · 이종승 · 이강환

한국기술교육대학교

### Memory Architecture Design and Experiments for Image Real-Time Transmission in Zigbee Environment

Hee-sung Lim · Jong-sung Lee · Kang-whan Lee

Korea University of Technology and Education

E-mail : tshrms00@kut.ac.kr

#### 요 약

본 논문에서 제안하고 있는 RT-WISN(Real Time-Wireless Image Sensor Network)는 과거의 무선 이미지 전송 기술에 비해 적은 전력을 소모하고 빠른 전송이 가능하게 하는 기술이다. 제안된 RT-WISN은 IEEE802.15.4 표준을 따르고 있으며, 현재 본 연구실에서 개발하고 있는 UoC(Ubiquitous on Chip) 메모리 구조를 응용하여 사용하고 있다. 본 논문에서 제안하고 있는 RT-WISN은 전송하고자 하는 대상이 되는 영상정보의 움직임 변화를 영상 전송 임계값 값을 사용하여 데이터 전송 시기를 결정함으로써 기존의 시스템에 비해 노드의 에너지를 보다 효율적으로 관리할 수 있는 기법이다. 또한 본 논문에서는 제안된 전용 프로세서를 사용하여 보다 넓은 대역폭에서 필요한 영상 데이터를 효율적으로 전송할 수 있어 전송 시간 제어에 보다 용이함을 제공한다. 무선 센서 네트워크에서 이런 점들은 각 노드들의 생존 시간을 향상하게 되고, 고속의 전송이 가능하게 하는 장점으로 작용하게 된다. 본 논문에서는 Peer-to-Peer 상에서 실제 설계된 메모리 구조를 사용하여 이미지를 무선으로 전송하고 그 전송 시간과 도달률을 측정하여 RT-WISN이 무선 센서 네트워크에서의 검출된 영상 정보의 전송에 적합함을 보인다.

#### 키워드

wireless sensor network, image transmission

## I. 서 론

무선 기술과 하드웨어의 발전에 따라 무선 센서 네트워크에서 사용하는 노드들은 더 적은 전력을 소모하게 되었고, 소형화 되어가고 있다. 현재 무선 센서 네트워크에 대한 연구는 온도, 습도 또는 가속도 같은 간단한 정보뿐만 아니라 작은 이미지 센서를 이용하여 영상 전송에 관한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 이 때 전송된 데이터의 신뢰성과 빠른 전송은 가장 큰 이슈로 작용하게 된다.

무선이동 전송기술과 더불어 무선 센서네트워크에서 검출 이미지를 전송하는 연구가 활발하게 이루어지고 있는 추세이다 [1-5]. 하지만 기존에 개발 제공되는 시스템들은 범용 프로세서와 이에 제한된 적은 내부 메모리를 사용하였다. 이런 점들은 전송에 필요한 대역폭을 제한하고, 한 번에 필요한 데이터를 모두 전송하거나 받지 못해 전

송 속도나 패킷의 정확성에 있어 비효율적이었다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하고자 CMOS sensor module과 RF transceiver가 장착된 Mote를 사용하고 있는 RT-WISN(Real Time-Wireless Image Sensor Network)을 제안한다. 제안된 RT-WISN에서는 IEEE802.15.4의 전송 표준에 적합한 메모리 구조를 설계제공 하고 있다. 또한 제안된 RT-WISN은 무선 센서 네트워크에서의 이미지 전송에 보다 적합함을 보이기 위하여 Peer-to-Peer 상에서 영상 크기에 따른 전송 시간과 도달률을 측정하였다.

## II. 제안된 RT-WISN

### 2.1 시스템 구성

본 논문에서 제안하는 RT-WISN은 크게 세 가지로 구성되어 있다.

먼저 첫째로, Source node에서는 대상으로부터

이미지를 획득하고 자체적으로 JPEG format으로 압축한 후 Relay node에게 데이터를 전송하게 된다. 이 때 포착하고 있는 대상의 움직임의 변화를 영상검출 임계값으로 정하게 되고, 데이터를 전송하는 기회에 있어서 영상의 움직임 변화값이 영상검출 임계값보다 클 때만 검출된 영상의 정보를 전송하도록 설계 된다. 또한 이런 누적된 영상검출 임계값은 누적되어 다음의 데이터 전송 기회를 정하는데 영향을 주게 된다. 제안된 영상검출 임계값은 사용자가 Host 측에서 직접적으로 값을 변경하는 것도 가능하다. 이 시스템은 기존의 일정한 시간 간격에 따라 데이터를 전송하는 방법에 비해 노드들의 생존 시간을 늘릴 수 있는 장점이 있다.

두 번째로 Relay node들은 Sink node까지 데이터를 전송하는 역할을 하게 되며, 이 때 자신의 이전 노드와 다음 노드를 식별하는 방법은 IEEE802.15.4 Standard를 따르고 있다.

마지막으로 Sink node에서는 받은 데이터를 이미지로 다시 이미지로 변환하여 사용자의 목적에 맞는 정보를 제공하게 된다.

## 2.2 하드웨어 구성

본 논문에서 제안하는 RT-WISN을 구성하고 있는 노드들은 세 가지 장치-CMOS 센서 모듈, 마이크로 프로세서, RF 송수신기로 구성되어 있다. 사용한 C328R 모듈은 CMOS sensor를 장착하고 있으며, 내부에 메모리와 이미지 압축을 위한 엔진을 가지고 있어 자체적으로 JPEG format으로의 압축이 가능하다. 이 모듈은 60mA의 적은 전력을 소모하며, UART interface에서 최대 115.2Kbps의 전송 속도를 가져 무선 센서 네트워크에서 사용하기에 적합하다.

다음의 그림 1에서는 본 논문에서 제안 구성된 RT-WISN은 FPGA로 설계된 전용 마이크로 프로세서와 RF 송수신기의 구성을 보여준다. MRF24J40은 IEEE802.15.4의 표준을 기반으로 하고 있으며 최대 전송률은 250Kbps이다.

또한 WISN\_UoC mote에서 사용하고 있는 FPGA 칩은 400Kbit의 내부 메모리를 지니고 있어 이미지를 전송하는데 있어 적합하다. WISN\_UoC mote와 PC는 RS-232 interface로 연결되게 되며, 이미지 출력을 위한 프로그램은 C328R 모듈의 제조사에서 자체적으로 제공하는 프로그램을 응용하여 사용하고 있다.

## 2.3 RT-WISN

다음의 그림 2는 본 논문에서 제안된 RT-WISN에서 사용하고 있는 메모리 맵을 보여 주고 있다. C328R에서 획득된 이미지는 JPEG format으로의 압축이 된다. 이 때 원본 데이터는 설정된 Package Size에 따라 몇 개의 Package로 나누어지고, MRF24J40을 이용한 전송을 위한 패킷에 올려지게 된다. 이 때 패킷의 구조는 위한 패킷에 올려지게 된표준을 기반으로 한 UoC pa-

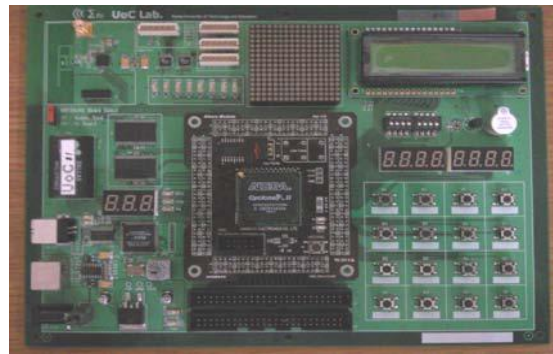


그림 1. WISN\_UoC mote

cket format을 응용하여 사용한다. UoC packet format은 기존의 IEEE802.15.4 standard 패킷에 패킷에 Topology 구성을 위한 정보 및 상황 정보가 추가된 형식으로 본 연구실에서 진행하고 있는 연구에 사용되고 있다. RT-WISN에서는 이 패킷 구조에 포착하고 있는 대상의 움직임을 체크하기 위한 영상검출 임계값과 다양한 명령을 위한 Command bit 등을 포함하고 있다.

Command bit은 초기화, 재전송 요청, 데이터 요청 및 Threshold 값 설정 등의 기능을 하게 된다.

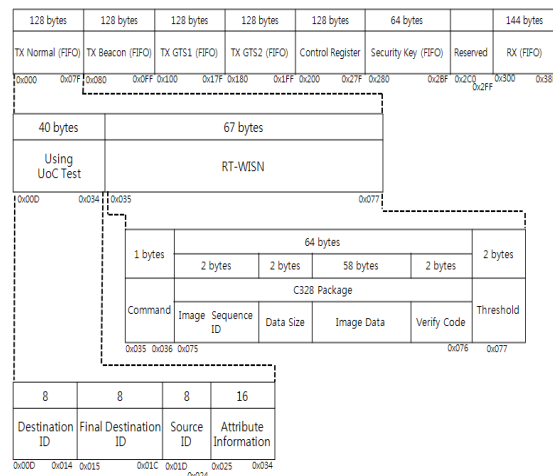


그림 2. RT-WISN memory map

## III. 실험

### 3.1 실험 환경

본 논문에서 제안하는 RT-WISN의 성능을 알아보기 위해 Peer-to-Peer 상에서 크기가 다른 이미지를 연속 100회 전송하는 방법으로 전송 시간과 도달률을 측정하였다.

WISN\_UoC mote와 PC는 RS-232 interface를 사용하고 있으며, C328R과 WISN\_UoC mote는 WISN\_UoC mote의 외부 입출력 포트를 사용하

여 연결하였다. C328R의 Baudrate는 115,200bps로 설정하였으며, 사용되는 이미지는 8-bit YCbCr의 JPEG format으로 320x240의 크기를 사용하였다. 또한 두 개의 WISN\_UoC mote 사이의 거리는 15m이다.

### 3.2 실험 결과

표 1은 이미지에 따른 데이터 크기와 전송 속도 및 도달률을 보여주고 있다. 이미지 데이터 외에 비교를 위한 Dump 파일을 먼저 100회 전송하여 이미지 데이터가 전송될 때 재전송에 따른 시간 증가를 비교하였다.

데이터	데이터 크기 (bytes)	패키지 수 (개)	평균 도달시간 (sec)	평균 전송률 (bytes/sec)	평균 도달률 (%)
Dump	3,968	62	1.31	3029.01	100
이미지 1	3,715	59 (58.05)	3.49	1064.47	
이미지 2	4,062	64 (63.47)	4.14	981.16	
이미지 3	3,911	62 (61.11)	3.88	1007.99	

표 1. 데이터 크기에 따른 도달시간과 도달률 (320x240 JPEG 8-YCbCr)

Dump 데이터에 비하여 이미지 데이터의 경우 전송률이 1/3정도로 떨어졌음을 확인할 수 있다. C328R의 Verify Code에서 체크하여 데이터에 오류가 있을 경우 재전송을 요청하는 알고리즘을 사용하기 때문에 시간의 증가는 있지만 도달률의 경우 100%가 나옴을 확인할 수 있었다.

## IV. 결론

본 논문에서는 CMOS sensor module과 RF Transceiver와 마이크로 프로세서가 장착된 WISN\_UoC mote를 사용한 RT-WISN을 제안하고, 실제 활용하기 위한 메모리 구조를 설계하여 Peer-to-Peer 상에서 실험을 하였다. 차후에는 실제 영상 전송 임계값을 활용하여 전송 횟수를 조절할 수 있도록 하고, 멀티홉에서의 홉에 따른 전송 속도와 도달률을 측정할 계획이다.

## Acknowledgement

본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임.

## 참고문헌

[1] I. F. Akyildiz, Weilian Su, Y. Sankarasubramaniam, and E. Cayirci, "A survey on sensor networks", IEEE Communications Magazine, vol. 40, no.8, pp. 102-114, August

2002.

[2] Ying-Ju Chi, Ricardo Oliveira, and Lixia Zhang, "Cyclops: The AS-level Connectivity Observatory", ACM SIGCOMM Computer Communication Review, v.38 n.5, October 2008.

[3] Purushottam Kulkarno, Deepak Ganesan, Prashant Shenoy and Qifeng Lu, "SensEye: A Multi-tier Camera Sensor Network", ACM Multimedia, pp. 229-238, November 2005.

[4] Chulsung Park and Pai H. Chou, "eCAM : Ultra Compact, High Data-Rate Wireless Sensor Node with a Miniature Camera", ACM SenSys, pp. 359-360 November 2006.

[5] 이상신, 김재호, 원광호, 김중환, "무선 이미지 센서네트워크 환경을 위한 효율적인 영상 정보 전송 시스템", 한국정보과학회, 2008.

[6] 조영태, 권영완, 박충명, 이현길, 정인범. "CMOS 이미지 센서를 이용한 멀티미디어 센서 네트워크의 설계 및 구현", 한국정보과학회, 2007.