

이미지 센서네트워크 환경을 위한 효율적인 영상정보 전송 시스템

이상신[○], 김재호, 안일엽, 김태현, 송민환, 원광호, 김종환*

전자부품연구원, *한국외국어대학교

{sslee[○], jhkim, iyahn, thkim, mhsong, khwon}@keti.re.kr, *jhkim@hufs.ac.kr

An Efficient Image Information Transfer System for Wireless Image Sensor Network Environment

Sangshin Lee[○], Jaeho Kim, Ilyeup Ahn, Taehyun Kim, Minhwan Song, Kwangho Won,

*Joonghwan Klim

Korea Electronics Technology Institute, *Hankuk University of Foreign Studies

현재 유비쿼터스 사회의 기본 인프라인 무선 센서네트워크에 관련된 많은 연구가 진행되고 있다. 무선 센서네트워크에 관련한 주요 연구 분야는 정보를 취득하는 센서기술, 센싱된 정보를 가공하여 전송하는 기술, 그리고 전송된 정보를 분석하고 서비스를 제공하는 기술 등과 같이 다양한 분야가 있다[1]. 또한 센서네트워크의 한정된 전력 공급과 같은 환경에 의해 저전력 관련 기술 등이 많이 연구되고 있다. 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 무선 네트워크의 신뢰성 부족으로 인하여 발생 가능한 여러 가지 문제점으로 인하여 위험 상황 모니터링 등 mission critical 환경의 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 진행되어왔다[2].

본 연구에서는 무선 센서네트워크상의 신뢰성 확보에 관한 문제를 해결하기 위해 초소형 카메라를 장착한 센서네트워크 노드를 이용하여 네트워크에서 발생된 특정 이벤트에 따라 취득된 영상정보를 효율적으로 저속의 무선 센서네트워크를 통하여 모니터링 시스템에 전송하고 이를 이용하여 센서네트워크에서 취득된 정보를 검증하는 시스템을 제안하고 이를 기반으로 WiSN(Wireless image Sensor Network)을 이용한 위험상황 모니터링 시스템인 WiSN 기반 화재감시 모니터링 시스템을 구현하였다.

최근의 무선 센서네트워크 관련 분야에서 영상 취득 장치의 소형화 및 저 전력화에 따라 영상정보를 기반한 여러 연구가 진행되고 있다. Stanford University의 WiSNAP[3]는 영상 정보를 통한 event detection 및 node localization을 목적으로 하며 UCLA[4]에서는 센서네트워크를 이용하여 object detection의 연구를 수행하였다. 그러나 취득된 영상정보를 무선 센서네트워크 상에서 효율적으로 안전하게 전송하는 reliable transport에 관련된 연구는 비교적 많지 않다. 기존의 PSFQ[5]와 RMST[7]와 같은 무선 센서네트워크 상의 reliable transport protocol에 관한 연구에서는 발생된 데이터를 최소의 재전송으로 특정 노드에 전송하는데 중점을 두었다. 이러한 방법들에서 사용한 multi-path 방법은 취득된 영상데이터를 전송하는 시스템에는 multiple data transmission overhead의 문제점을 가지고 있다. 따라서 본 연구에서는 발생된 데이터의 특성에 따라 전송하는 방법을 달리하는 방식을 사용하여 효율적으로 영상을 전송하는 방법을 제시하였다.

무선 센서네트워크 노드는 주기적으로 자신의 센서로부터 취득되는 정보를 이용하여 주변 환경에 대한 상황을 분석한다. 분석된 상황에 따라 자신의 카메라 모듈의 구동 여부를 결정한다. 또한 주변의 카메라 모듈을 탑재하지 않은 일반 센서네트워크노드(trigger node)로 부터 전송 받은 정보를 기반으로 탑재된 카메라 모듈을 구동한다. 카메라 모듈로부터 취득된 정보는 무선 센서네트워크를 통하여 모니터링 시스템에 전송된다. 일반적인 센서네트워크에서 취득된 정보는 센서로부터 얻어진 온도, 습도, 조도, 움직임 등과 같이 수 byte의 아주 작은 양의 크기를 갖는

다. 그러나 일반적인 센싱 정보와 달리 취득된 영상정보는 작은 영상크기(QVGA)에도 불구하고 상당히 큰 사이즈(20KByte)를 가진다. 따라서 일반적인 데이터 전송의 방법을 사용하기에는 한번에 발생하는 정보의 양이 너무 크므로 발생한 영상정보의 내용을 기반으로 효율적으로 전송하는 방법이 필요하다.

카메라 센서로부터 얻어진 영상정보는 일반적으로 영상에 대한 meta data와 영상정보 자체의 image data로 구분된다. Meta data는 영상의 일련번호, 영상데이터의 크기, 영상 정보의 fragment size, fragment 개수 등의 정보를 가지며 모니터링 시스템에서 분할되어 전송된 영상 정보를 재 조합하는데 사용되는 정보를 포함한다. 이러한 정보는 무선 센서네트워크의 특성에 따라 발생할 수 있는 정보의 손실 또는 변경에 의한 영향을 받으면 안 된다. 따라서 본 연구에서는 meta data와 같이 전송 신뢰성을 필요로 하는 정보는 end-to-end reliable transfer 방식을 이용하여 전송한다. 영상정보 자체의 image data는 meta data에 비하여 시간 및 정보 손실에 대하여 비교적 제약조건이 적으므로 최대한의 전송효과를 위하여 best-effort 방식의 전송을 사용한다.

본 연구에서 제안한 WiSN 전송 프로토콜의 성능을 분석하기 위하여 5개의 node를 3m 간격으로 배치하고 노드로부터 전송되는 이미지 전송시간을 이용하였다. 성능분석의 대조군은 각 노드와 sink노드 사이의 통신에 end-to-end flow control을 사용한 경우와 비교하였으며 각 실험은 30회 수행되었고 평균을 이용하여 분석하였다. 실험 결과는 sink 노드와의 거리가 1인 경우 두 방식의 성능 차이는 거의 없으나 거리가 멀어짐에 따라 end-to-end와 비교하여 WiSN 전송 프로토콜이 낮은 전송 시간 증가를 보였다.

WiSN을 이용한 위험상황 모니터링 시스템은 다양한 센서네트워크 응용에서 센서 및 무선네트워크 환경에서 발생할 수 있는 다양한 비 신뢰성을 영상정보를 이용하여 확인하는 시스템이다. WiSN을 이용한 위험상황 모니터링 시스템은 다수의 일반 무선 센서네트워크 노드, 영상정보를 취득하는 카메라 모듈을 내장한 무선 센서네트워크 노드 및 취득된 영상정보를 수집하고 관리하는 상황 모니터링 시스템으로 구성되어있다. 본 연구에서는 초소형 무선 센서네트워크 노드에 장착된 온도센서를 기반으로 화재감시 시스템을 구현하였다. WiSN을 이용한 화재 감시 시스템은 온도 감지 센서가 장착된 15개의 일반 무선 센서네트워크노드, 4개의 초소형 카메라가 장착된 무선 센서네트워크 노드, 그리고 모니터링 서버로 구성되어있다. 각각의 노드는 자신의 센서로부터 주기적인 온도변화를 센싱하여 화재 발생의 상황을 인지한다. 화재 발생을 감지한 노드는 자신의 상황을 확인 가능한 카메라 노드에 영상 캡처 트리거(Capture request) 메시지를 전송하여 영상정보 캡처를 명령한다. 또한 화재발생 상황을 전송 받은 모니터링 서버는 화재 상황 주변의 카메라 센서네트워크 노드에게 영상 캡처 트리거 메시지를 전송하여 영상 정보를 요청한다.

본 연구에서는 저가의 초소형 무선 센서네트워크 노드와 초소형 카메라를 이용하여 무선 센서네트워크에서 발생 가능한 센싱 정보의 손실 및 변질을 영상정보를 이용하여 확인할 수 있는 WiSN을 이용한 모니터링 시스템을 구현하였다. 또한 저속의 ad hoc 무선 센서네트워크 환경에서 취득된 영상정보를 효율적으로 sink node에 전송하는 WiSN transport protocol을 제안하였으며 이러한 영상정보 기반의 센서네트워크 기술은 다양한 형태의 위험 상황 모니터링 및 중요 정보 전송을 필요로 하는 많은 응용에 적용이 가능하다. 향후에는 MAC 프로토콜과 네트워크 프로토콜의 다양한 특성을 이용하여 최적의 영상 정보 전송을 위한 각layer의 특성 분석 및 응용 등의 연구가 필요하다.

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. 102114, August 2002.
- [2] L. Prasad, S. S. Iyengar, R. L. Kashyap, and R. N. Madan. "Functional characterization of sensor integration in distributed sensor networks", *IEEE Trans. Syst., Man, Cybern.*, SMC-21, Sept./Oct. 1991.
- [3] Wireless Sensor Networks Laboratory, Stanford University, "WiSNAP Wireless Image Sensor Network Application Platform," (<http://wsnl.stanford.edu/wisnap/contents.html>)
- [4] Mohammad Rahimi, Rick Baer, Obimdinachi I. Iroez, Juan C. Garcia, Jay Warrior, Deborah Estrin, and Mani Srivastava. Cyclops: in situ image sensing and interpretation in wireless sensor networks. *In Proceedings of the 3rd international conference on Embedded networked sensor systems (SenSys'06)*, 2005.
- [5] C.-Y. Wan, A. T. Campbell, and L. Krishnamurthy, "PSFQ: a reliable transport protocol for wireless sensor networks," *in Proceedings of the 1st ACM international workshop on Wireless sensor networks and applications*. ACM Press, 2002, pp. 111.
- [6] 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.