

지그비 망 기반의 무선 제어망 설계를 위한 실시간 전송 기법에 대한 연구

*이정일, 정지원, 김동성
 금오공과대학교 전자공학부
 e-mail : windwiser@kumoh.ac.kr

Real-Time Transmission Method of wireless Control Network Using Zigbee Networks

*Jung-Il Lee, Ji-Won Jung and Dong-Sung Kim
 Networked System Lab, School of Electronic Engineering,
 Kumoh National Institute of technology

Abstract

In this paper, a transmission algorithm based on Zigbee Networks is proposed. The superframe of IEEE 802.15.4 is applied to the transmission method of real-time mixed data (periodic data, sporadic data, and non real-time message). The simulation results show the real-time performance of sporadic data is improved by using the proposed transmission algorithm.

I. 서론

산업 환경에서 센서, 구동기, 제어기등과 같은 하위 레벨의 기기들과 연결되는 제어용 통신망을 필드버스라 한다. 필드버스가 다루는 데이터는 실시간 혼합 트래픽(실시간 주기 I/O 데이터, 실시간 긴급 데이터, 비실시간 메시지 데이터)의 형태로 설명될 수 있다. 기존 필드버스는 실시간성과 주기성의 문제로 인해 유선 통신기술에 기반하고 있다. 하지만, 최근까지의 무선 통신 기술의 비약적인 발전으로 인해, 근거리 무선 통신 기술을 필드버스에 적용하려는 연구들이 꾸준히 시도되어 왔다 [1][2][3].

IEEE 802.15.4기반의 지그비 네트워크는 무선 센서와 장치를 위한 특수한 요구사항을 만족하면서 저비용, 저전력을 목적으로 설계된 저속 근거리 무선 통신 기술이다. 저렴한 노드가격, 넓은 통신 거리, 많은 노드수의 지원의 장점을 가지고 있어 무선 제어망에 매우 적합한 사양을 가지고 있다. 하지만, IEEE 802.15.4의 표준에서는 실시간성을 보장하는 전송기법이 구체적으로 명시하고 있지 않다.

본 논문에서는 IEEE 802.15.4의 슈퍼프레임 구조에 기반한 실시간 전송 기법을 제안하고 이의 효용성을 실험을 통해 증명한다.

II. CAP에서의 실시간 전송기법

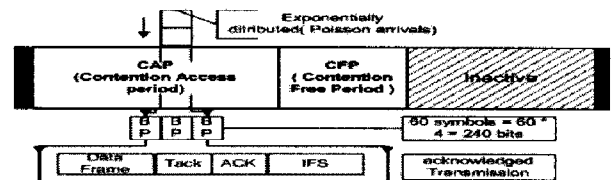


그림 1. Modified Superframe Structure of IEEE 802.15.4

그림 1은 본 논문에서 사용한 802.15.4 슈퍼프레임 구조를 보여주고 있다. 실시간 긴급 데이터는 CAP구간에서, 실시간 주기 I/O데이터는 CFP구간에서 전송되는 분리된 전송구조를 가지게 된다 [4]. CAP에서 요구되는 실시간성은 알람과 같은 실시간 긴급 데이터의 매체 접속의 안정적인 보장이다. 본 논문에 제시된 알고리즘은 크게 2가지이다. 첫 번째 방법은 BE(Back off Exponent)와 CW초기 값 적용에 차별을 두는 것이며, 두번째 방법은 긴급 데이터의 채널 접근을 위한 여유시간으로써 Offset을 사용하는 것이다. BP(Backoff Period)는 BE에 근거한 식 1에 의해 결정된다,

$$BP = \text{Random}[0, 2^{BE} - 1],$$

$$\text{Wait} = a \text{UnitBackoffPeriod} \times BP. \text{ 식(1)}$$

그림 2는 IEEE 802.15.4 Slotted CSMA/CA에 BE와 CW의 차별 적용 방법을 적용했을 때의 수정된 알고리즘 수행 순서도를 나타낸 것이다. CW는 앞서 결정된 BP에 기초해 만들어 지므로 작은 초기 BE는 CW의 크기 또한 작게 만들어 낼 수 있다. 추가적으로 CW의 초기 값에 있어서도 긴급 데이터 노드 쪽에 작은 값을 설정함으로써, CCA수행시간을 줄일 수도 있다.

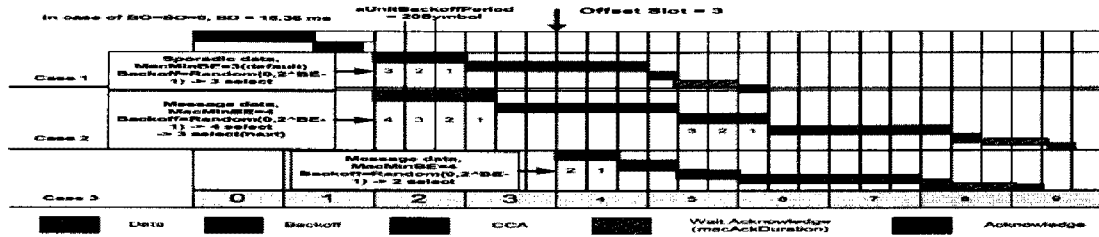


그림 3. Transmission timing chart in CAP

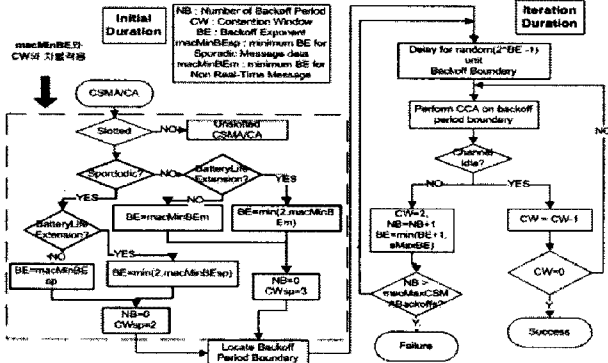


그림 2. Modified Slotted CSMA/CA

그림 3은 초기 BE와 CW의 차별적용과 OFFSET을 활용하는 방법을 보여준다. 먼저, CASE 1과 2에서, 상대적으로 작은 BE와 CW를 가진 긴급 노드가 채널을 먼저 선점함에 따라, 비실시간 메시지 노드는 CCA 수행 중 채널이 유힬하지 않기에 다시 Backoff과정을 수행하게 됨을 알 수 있다. CASE 3에서 Offset Slot의 역할을 알 수 있다. Offset slot에 의해 비실시간 메시지 노드는 반드시 해당 구간동안 기다린 후 채널 접속을 시도할 수 있다. BE와 CW의 초기값의 차이가 CSMA/CA의 알고리즘 내에서 지속적으로 긴급 데이터의 채널 접속을 보장하는 것이라면, Offset은 매우 긴급한 전송을 보장받기 원하는 경우에 선택적으로 사용될 수 있다.

III. 컴퓨터 시뮬레이션

본 모의실험에서는 총 60개의 노드를 대상으로, 망의 부하를 증가시키면서 초기 macMinBE, CW와 offset 슬롯이 평균 지연시간과 처리량에 어떠한 영향을 끼치는지를 실험하였다. 그림 4와 5를 통해 부하가 증가할수록, 긴급 데이터 노드들의 처리량과 평균 지연시간의 성능이 향상됨을 알 수가 있다. 하지만, 그림 5에서 Offset(=2)와 macMinBE가 같이 사용될 경우 평균 지연시간의 상승 속도가 매우 급격히 증가함을 확인하였다. 이는 비실시간 메시지의 전송 자체를 저해하는 요인이 될 수 있기 때문에, 이러한 시스템에 맞는 유효적인 기법이 요구됨을 알 수 있다.

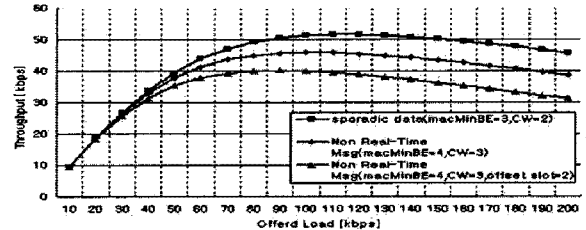


그림 4. Throughput of Real-Time Mixed data

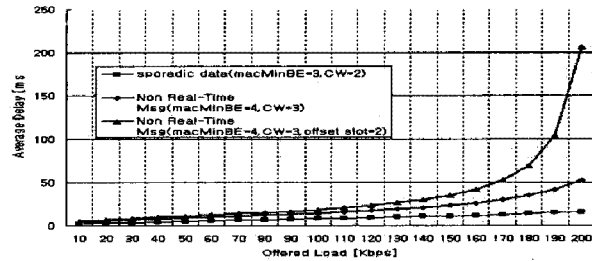


그림 5. Average delay of Real-Time Mixed data

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 지그비 네트워크에서 초기 BE와 CW를 다르게 적용하는 백오프 과정과 Offset의 활용을 통해 알람 데이터와 같은 긴급 데이터의 채널 접속을 보장하는 알고리즘을 제안하였다. 향후 연구로 CFP에서의 GTS를 활용한 실시간 주기 I/O노드들의 실시간 성과 주기성을 보장하는 전송 및 스케줄링 알고리즘을 개발코자 한다.

참고문헌

- [1] Willig, A, Matheus, K. and Wolisz, A. "Wireless technology in industrial network" Proceedings of the IEEE, Vol. 93, Issue 6, June 2005
- [2] Koumpis, K. et al. Wireless industrial control and monitoring beyond cable replacement. In International PROFIBUS Conference, June 2005.
- [3] Maury, M. Realtime communications over IEEE 802.11e in industrial environments. Master's thesis, Royal Institute of Technology, Sweden, 2005.
- [4] D-H.Choi and D-S.Kim, "Wireless Fieldbus for Networked Control System using LR-WPAN", International Journal of Control, Automation, and Systems, pp1036-1046, 2006