

IEEE 802.15.4를 이용한 디바이스넷 기반의 무선 게이트웨이 설계에 대한 연구

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

Design of Wireless Gateway of DeviceNet Network using IEEE 802.15.4

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

Abstract

This paper is concerned with design methodology of gateway using IEEE 802.15.4 for DeviceNet. Wireless gateway is composed of DeviceNet master and IEEE 802.15.4 coordinator and node devices. The test results show the availability of implemented gateway.

I. 서론

공장 자동화 시스템의 하위영역에서는 제어기와 센서/구동기(Sensor/Actuator)를 연결시키기 위해 필드버스를 사용한다. 최근에는 무선 통신 기술의 성능과 신뢰성이 향상되고, 무선기기들의 가격이 저렴해지면서 무선 통신 기술을 이용한 산업용 무선 필드버스 장치에 대한 연구가 진행되고 있다 [1].

IEEE 802.15.4[2]는 저가의 다중노드 지원과 저전력으로 넓은 영역의 모니터링 및 제어가 가능하기에 산업용 환경의 제어 네트워크 구조에 적합하다. 또한 무선을 사용함으로써 배선의 단점을 개선하고, 설치비용이 절감된다. 본 논문에서는 기존의 대표적인 유선통신망인 디바이스넷과 저전력, 저가, 저속의 무선 통신 기술인 IEEE 802.15.4를 이용한 무선 게이트웨이의 설계 방법을 제안했다. 이중 네트워크의 시간적인 동기화를 고려하여 무선 게이트웨이 내부적 지연을 해결하기 위한 개선 방안을 제안한다.

II. 무선 게이트웨이 구현의 문제점 분석

디바이스넷은 연결 기반 통신 모델을 사용한 마스터/슬레이브 관계 기반의 통신 구조를 사용한다. I/O 메시지의 빠른 연결과 처리를 위해 제어 애플리케이션에서 전력 공급 시 미리 정의된 데이터 유형과 용량에 의해 자동으로 초기화 된다. 연결이 이루어진 장치는 데이터 교환이 간소화 되어 I/O 메시지들의 전송을 효율적으로 처리한다 [3].

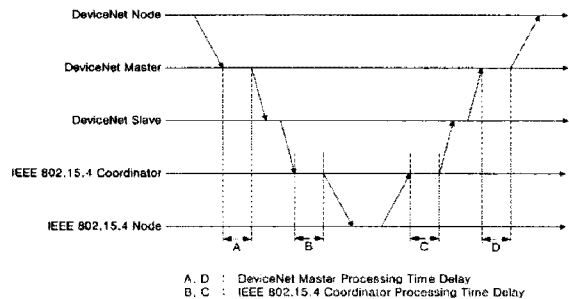


그림 1. 게이트웨이를 이용한 유무선 네트워크의 타이밍 흐름도

IEEE 802.15.4를 포함하게 되는 무선 게이트웨이는 물리 층 인터페이스의 수정으로 메시지 교환만을 처리한다 [4]. 그림 1과 같이 서로 다른 네트워크 연결의 문제점은 게이트웨이 내부에서 전송 간의 프로세싱 지연과 양쪽 디바이스들의 클럭 불일치이다 [5]. 본 논문에서는 무선 게이트웨이의 내부에서 교환하는 데이터를 위한 프레임의 구성하여 문제점을 개선하였다.

III. 무선 제어용 게이트웨이 설계

그림 2는 무선 게이트웨이의 내부 구조를 나타낸다. 데이터의 흐름은 디바이스넷 마스터에서 슬레이브로 CAN 프레임 전달하고 이를 I/O를 통하여 내보낸다. IEEE 802.15.4 디바이스는 I/O로 들어온 데이터를 각각의 노드로 전달하게 된다.

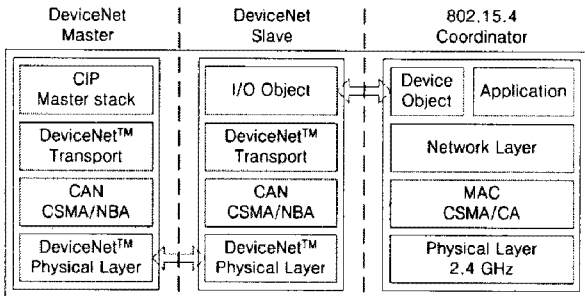


그림 2. 무선 게이트웨이의 내부 구조

전체 네트워크의 시간 동기화를 위해서는 무선 게이트웨이 내부 디바이스들의 시간 동기화는 중요하다. 무선 게이트웨이 내부에서 디바이스넷 슬레이브와 IEEE 802.15.4 디바이스는 서로 다른 타이머가 사용되므로 시간적 오차가 다르게 변화하기 때문에 동일한 시간으로 동기화가 되어야 한다. 이를 위해서는 동기화의 기준이 되는 클럭이 필요하다. 그러므로 양측 네트워크의 중간에 위치하고 프로그래밍이 가능한 IEEE 802.15.4 디바이스의 로컬 클럭을 전체 네트워크의 기준 시간으로 사용할 수 있다. 디바이스넷 마스터와 슬레이브 간에는 사전에 정의된 연결로 동기화가 이루어진다. 기준시간의 공유를 위하여 내부 프레임에 타임스탬프(Timestamp)를 포함시켜 시간을 전달한다. 그림 3은 무선 게이트웨이 내부 프레임의 구조를 나타내고 있다. 프레임의 전체 크기는 8Bytes로 슬레이브가 한번에 사용할 수 있는 최대 I/O 크기이다. 헤더와 노드 주소를 위해 2Bytes를 할당하고, 타임스탬프와 에러 체크를 위한 프레임 체크 열(Frame Check Sequence)를 각각 1Byte 할당하였다. 데이터의 크기는 노드 센싱과 제어를 위해 4Bytes를 할당하였다.

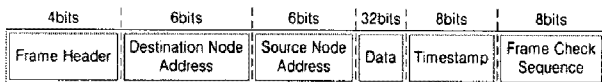


그림 3. 무선 게이트웨이 내부 프레임

IV. 무선 제어망 테스트베드 및 실험

본 논문에서는 제안된 설계 방법을 이용하여 그림 4와 같은 테스트 베드를 구성하고 실험하였다. 또한 데이터 교환과 전송시간 측정을 위해 CAN 분석기를 이용하였다. 그림 5는 양측 네트워크의 동기화를 알아보기 위해 전송 시간 간격을 측정한 예의 하나이다.

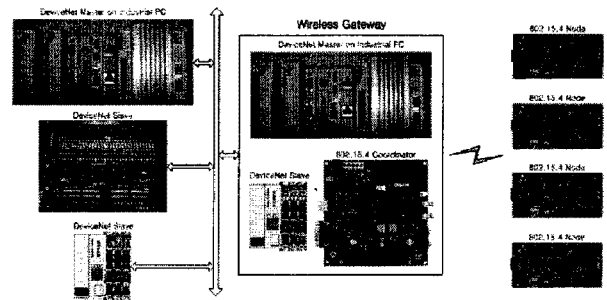


그림 4. 유무선 네트워크의 테스트베드

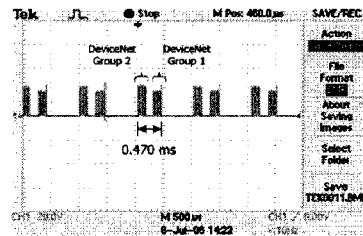


그림 5. 유무선 네트워크에서의 전송시간 측정

V. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 산업용 제어망에 무선 기술을 적용하기 위해 양단간 시간 동기화를 고려한 무선 게이트웨이 모델을 설계하고 제안하였다. 기존의 유선망인 디바이스넷과 IEEE 802.15.4의 연결을 위한 무선 게이트웨이 구조와 데이터 전달을 위한 프레임 설계를 하였다.

향후 연구로는 다수의 제어용 I/O 노드가 존재하는 산업용 제어망에서 전체 네트워크 동기화를 위한 알고리즘을 연구하고자 한다.

참고문헌

- [1] S.K.Lee and D-S.Kim, "Feasibility Analysis of Wired/Wireless Hybrid Industrial Network based on CIP", SICE-ICASE, pp. 4971-4976, 2006.
- [2] IEEE 802.15.4 Standard-2003, "Part 15.4: Wireless Medium Access Control and Physical Layer Specifications for LR-WPANs", IEEE-SA Standard, 2003.
- [3] Schiffer V., Vandesteeg K.W., Vasko D.A., Lerner J.A., "Introduction to DeviceNet safety", IEEE-WFCS, pp. 293-300, 2000.
- [4] Morel, P., Croisier, A., "A wireless gateway for fieldbus", IEEE International Symposium of Wireless, pp. 105-109, 1995.
- [5] Emerson Farrugia and Robert Simon, "An efficient and secure protocol for sensor network time synchronization", Journal of Systems and Software, pp. 147-162, 2006.