

# 반도체 장비 간 통신을 위한 센서네트워크 MAC 프로토콜 설계

이은영\* · 고상\* · 정승희\* · 오창현\* · 박형근\*

\*한국기술교육대학교

## Design of a MAC protocol for the communication of semiconductor equipments

Eunyoung Lee\* · Xiang Gao\* · Seung-heui Jeong\* · Chang-heon Oh\* · Hyung-Kun Park\*

\*Korea University of Technology and Education

E-mail : young.lee83@hotmail.com

### 요 약

반도체 검사장비의 제어 및 모니터링을 위해서 zigbee를 사용하여 센서네트워크를 구성하였다. 그러나 일반적인 센서네트워크와는 달리 반도체 검사장비는 검사데이터 중 긴급한 조치를 요하는 데이터가 발생할 경우 다른 어떤 데이터에 비해 우선적으로 관리서버에 데이터를 전송하여야 한다. 따라서 본 논문에서는 데이터의 우선순위 및 긴급 데이터 전송을 위한 MAC 프로토콜 설계하고 이를 제안하려한다.

### ABSTRACT

In this paper, we designed a sensor network using zigbee for controlling and monitoring semiconductor equipments. Unlike general kinds of sensor networks, it is important to preferential send emergency data to the control server. Therefore, we proposed a MAC protocol which consider the priority for the urgency data handling.

### 키워드

MAC Protocol, Monitoring system, Zigbee

### 1. 서 론

최근 반도체 검사 장비와 같은 자동화 장비를 무선으로 제어하기 위한 무선 자동화 시스템이 대두되고 있다. 무선 자동화 시스템은 무선으로 생산 공장 시스템의 장비를 적절하게 제어 및 관리하는 시스템을 말한다. 현재 대부분의 자동화 시스템은 유선 통신망을 이용한 시스템으로 생산 설비 기기 및 검사 장비의 교체 시 많은 시간적, 경제적 비용이 발생하는 단점이 있다.

반면 무선 기술의 발전으로 인해 산업용 무선 자동화 기술의 필요성이 대두되고 있으며, 실제 Rockwell, 지멘스, ABB 등의 다국적 기업과 해외의 산업용 무선통신 기술 개발업체들이 경쟁적으로 개발 중에 있다. 현재 상용 무선통신 기술로는 IEEE 802.11, IEEE 802.15.4, 그리고 블루투

스와 같은 표준이 존재하지만, 이들 무선통신 기술이 산업 시설이나 공장에서 사용되기에는 아직도 부족한 점이 많다.[4][5] 특히 이러한 검사데이터의 경우 센서 데이터와는 달리 서버측에서의 긴급한 조치를 필요로 하는 긴급 데이터가 존재하는데, 이를 위해 데이터 전송에 있어 우선순위를 고려할 필요가 있다. 따라서 본 논문에서는 데이터의 우선순위 및 긴급 데이터 전송을 위한 MAC 프로토콜을 제안하고자 한다.

본 논문에서는 장비 간 무선 통신을 위해 IEEE 802.15.4 표준을 고려하였다. IEEE 802.15.4 표준은 저비용, 저전력으로 무선통신을 구현하는데에 초점이 맞춰져있다. 블루투스나 무선랜과 대조적으로, IEEE 802.15.4의 네트워크에 소속된 디바이스들은 빈번한 통신을 목적으로 하지 않으면서, 적은 양의 데이터를 비교적 긴 시간을 두고

전송한다는 특징이 있다. 또한, 블루투스과 비슷한 특징으로, IEEE 802.15.4는 낮은 전력 레벨을 사용하면서, 패킷 심볼 전송 비율을 매우(최대 62.5 Ksymbols/s) 낮추어, 산업 공장에서 발생할 수 있는 지연시간에 대처할 수 있도록 되어 있다.

이러한 IEEE 802.15.4를 이용한 기술로는 ZigBee가 있으며, ZigBee 기술의 최대 장점은 수십 개 이상의 노드를 단일 네트워크로 구성하여 편리한 제어 시스템을 구축할 수 있다는데 있다. 단일 네트워크에는 최대 65,000 개 이상의 노드 수용을 지원하고 있으며, 실제 현장에서는 수백 개 이상의 네트워크 노드를 신뢰성 있게 제어할 수 있다.

## II. IEEE 802.15.4 MAC 계층 구조

IEEE 802.15.4 MAC계층에서는 선택적으로 운영이 가능한 슈퍼프레임을 지원하고 있다. 슈퍼프레임에서는 PAN코디네이터라고 불리어지는 네트워크 코디네이터가 예정된 간격으로 슈퍼프레임 비콘을 송신한다. 비콘프레임 간격은 최소 15ms에서 최대 245sec가 되며 첫번째 비콘을 포함하여 다음 비콘 수신 직전의 시간까지로 하나의 BI(Beacon Interval)를 구성한다.

슈퍼프레임에는 BI를 IEEE 802.15.4노드의 활성구간(active)과 비활성구간(inactive)으로 나눈다. 이때 활성구간이 BI길이와 같으면 비활성구간이 존재하지 않게 된다.

활성구간인 SD(Supreframe Duration)에는 CAP와 CFP로 다시 나누어진다. CAP(Contention Access Period)구간은 네트워크기기가 CSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)기반으로 경쟁하며 패킷을 송신하는 부분으로 대부분의 네트워크기기간의 통신은 이 부분에서 일어난다. 반면 CFP(Contention free period)구간은 예약된 특정 기기만 접근이 가능하므로 경쟁 없이 패킷을 송신하는 구간이다. CFP구간에서 대부분의 기기는 송신이 없이 수신만 가능하며 코디네이터에 의해 CFP구간이 예약된 기기만이 송신이 가능하다.

IEEE 802.15.4의 SD를 16개의 시간간격(time slot)으로 동일하게 나누어지고 이중 CFP 간격은 0에서 최고 7개까지 할당이 가능하다. 할당 방식은 SD의 16개 간격 중 제일 오른쪽부터 할당한다.

대부분의 네트워크기기는 아래 그림 1에서 CAP를 제외하고 네트워크의 전송을 할 수 없다. 단 모든 기기는 코디네이터로부터 비콘을 수신하고 활성시간인 SD구간 동안 수신기(receiver)를 켜두어야하며, CAP구간동안 자신이 가지고 있는 데이터를 전송한다. 그리고 비활성 시간에는 송수신기를 끄고 대기기에 들어가 에너지 소비를 최소화 한다. 이는 센서네트워크의 각 노드의 소비 전력을 줄임으로써 네트워크 수명을 향상시킬 수

있다.[1][2][3] 그러나 본 논문에서 고려하는 반도체 장비들은 배터리를 사용하지 않으므로 소비전력 절약은 네트워크 유지에 큰 영향을 끼치지 않는다. 따라서 본 논문에서는 슈퍼프레임의 비활성 구간을 없애고 모든 슈퍼프레임 구간을 패킷전송 구간으로 활용함으로써 전송 효율을 높이는 데 주력하였다.

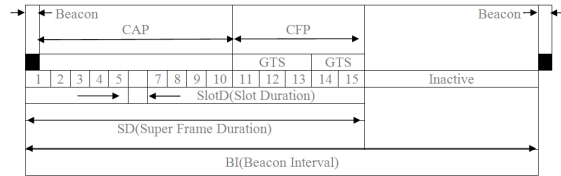


그림 1. IEEE 802.15.4 Superframe 구조

## III. 긴급 데이터 처리 알고리즘

하나의 서버와 여러 대의 클라이언트로 구성된 장비 모니터링 및 제어 시스템에서 긴급 데이터 발생 시 우선 처리 알고리즘을 제시하고자 한다.

### 1. 시스템 구성

그림 2와 같이 하나의 서버와 여러 대의 장비로 이루어진 장비 모니터링 및 제어 시스템의 경우, 클라이언트에서 주기적으로 장비 상태 정보를 서버로 전송한다. 각각의 장비에는 긴급 데이터와 모니터링 데이터를 처리하는 두 종류의 큐가 있다. 이때 장비에서 서버에서의 긴급 처리가 필요한 이벤트가 발생하게 되면, 클라이언트에서는 기존의 모니터링 정보가 아닌 긴급 데이터를 먼저 송신하여 서버에서 빠르게 대처하도록 처리할 필요가 있다.



그림 2. 장비 모니터링 및 제어 시스템

### 2. 긴급 데이터 종류

본 논문의 반도체 검사장비에서 정의한 긴급데이터의 유형에는 아래와 같은 것들이 있다.

표 1. 긴급 데이터 유형

High Temp Alarm, Low Temp Alarm, Blower Motor Overload, Blower Motor Power Trip, Heater Power Trip, Emergency Input Error, Air Pressure Low Error, FCU Fan Power Trip Error, FCU Fan Overload Error, Driver Rack Cooling Fan Power Trip Error, Reverse Phase Detected, Watch Dog Communication Error, Heater SSR Fail, Cooling SSR Fail, Chamber Power Off Error, Rack Align Error, Rack Insert Error, Rack Remove Error, Door Open,

### 3. 긴급 데이터 처리 알고리즘

본 논문에서는 센서가 아닌 장비와 서버간의 통신을 목적으로 하기 때문에, MAC 슈퍼프레임에서 센서의 전력 효율을 위한 비활성 구간을 정의하지 않았다. 또한 장비의 긴급 데이터는 일반적으로 자주 발생하는 데이터가 아니므로, CFP 구간을 따로 설정하지 않고 모든 구간을 CAP 구간으로 정의하는 대신 긴급데이터가 발생할 경우 우선순위를 주어 모니터링 데이터보다 먼저 송신하는 알고리즘을 제안하고자 한다.

제안하는 알고리즘은 그림 3과 같다.

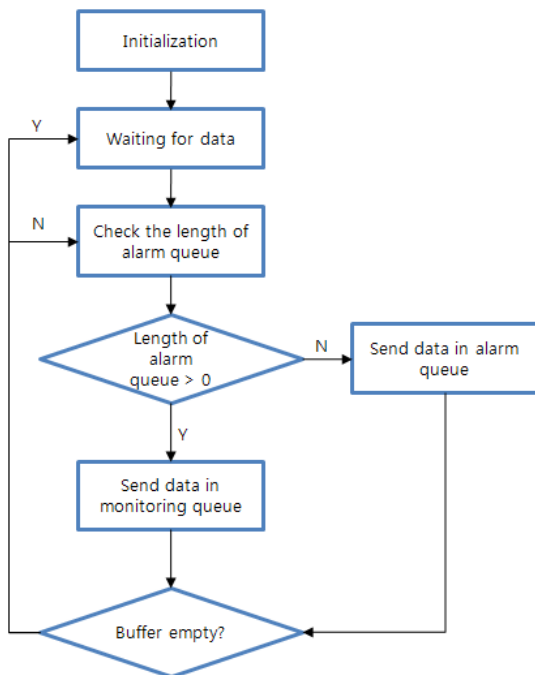


그림 3. 긴급 데이터 처리 알고리즘

## 감사의 글

본 논문은 중소기업청 산학공동기술개발사업의 지원으로 연구되었음

## IV. 결 론

본 논문에서는 반도체 장비 모니터링 시스템을 위한 MAC 프로토콜을 제안하였다. 센서네트워크와는 달리 장비 모니터링 시스템에서는 장비에서 긴급하게 처리되어야 할 이벤트가 발생한다. 하지만 기존의 센서네트워크에서 사용하는 Zigbee MAC 프로토콜은 긴급데이터를 따로 처리하는 알고리즘이 없어 이러한 장비 모니터링 시스템에 적용하기엔 어려움이 있다. 따라서 본 논문에서는 긴급 데이터의 우선순위를 주어 기존의 모니터링 데이터보다 먼저 송신하게 함으로써 긴급 처리가 가능하도록 하는 알고리즘을 제시하였다.

## 참고문헌

- [1] 802.15.4-2003 IEEE Standard for Information Technology-Part 15.4: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications for Low Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANS), 2003.
- [2] 김기형, 이창훈, "USN 기술동향 분석", 한국전산원, 2005, 10.
- [3] Jaechang Shim, "IEEE 805.15 and zigbee 소개", 2006. 9
- [4] 문상국, "산업기기 네트워크에서의 실시간 처리와 필드버스 통신의 문제점 분석" 2006. 6
- [5] 홍승호, "생산자동화를 위한 통신망: 필드버스 기술 개요", 1994.10