

ZigBee 무선 네트워크를 위한 사용자 인터페이스의 구현

이혜림* · 김유두* · 강철규* · 오창현* · 문일영*

*한국기술교육대학교

Implementation of User Interface for ZigBee Wireless Network

Hye-rim Lee* · Yu-doo Kim* · Cheol-gyu Kang* · Chang-heon Oh* · Il-young Moon*

*Korea University of Technology and Education

E-mail : bangle48@kut.ac.kr

요 약

현재 국내의 주요 생산 현장에서 자동화 시스템이 구축되어 활발히 응용되고 있지만, 대부분 유선 통신망을 이용한 시스템으로 생산 설비 기기 및 검사 장비의 교체 시 많은 시간적, 경제적 비용이 발생하는 단점이 있다. 이를 위해 IEEE 802.15.4(ZigBee) 표준기술을 이용한 반도체 검사장비의 제어 및 관리 시스템의 인터페이스를 구현하였다. 본 논문에서는 무선 네트워크 환경에서 저비용의 신뢰성 있는 통신 방식인 ZigBee 기술을 적용하여 공간적 복잡도를 해소하고, 서로 다른 장비간의 유선 통신망을 무선으로 통합한 시스템의 사용자 인터페이스(UI: User Interface)를 연구하였다.

ABSTRACT

Recently, the production process system is largely composed automatic system using the wired network. The production process system using wired network has disadvantages that take place expense when the installed and inspected production of equipment was replaced. The each equipment happens to repair cost for control and management in production processes. In this paper, the industrial equipment that applied for IEEE 802.15.4(ZigBee) technology solves a complicated space at the plant. And then when the industrial equipments replace wired network with wireless network, this paper studied its user interface.

키워드

ZigBee, Wireless Network technology, Factory Automation System

1. 서 론

현재 국내의 주요 생산 현장에서 자동화 시스템이 구축되어 활발히 응용되고 있지만, 대부분 유선 통신망을 이용한 시스템으로 생산 설비 기기 및 검사 장비의 교체 시 많은 시간적, 경제적 비용이 발생하는 단점이 있다[1]-[3]. 이를 위해 IEEE 802.15.4(ZigBee) 표준기술[4]을 이용한 반도체 검사장비의 제어 및 관리 시스템을 개발하였다.

현재, 산업 현장에서 이용되는 산업용 장비는 각 공정 별로 다양한 업체에서 개발하고 있으며, 각 업체별로 상이한 통신방식을 이용하여 생산 공정에 투입되고 있는 실정이다. 따라서 기존의 생산 라인에서는 상이한 검사장비의 관리 및 제

어를 위한 유지, 보수비용이 발생하고 있으며, 장비의 노후 및 신기술이 적용된 장비로의 교체 시 이 기종 간의 통신망 혼재로 생산 라인의 일시적 중단 및 추가적인 비용이 발생하고 있다.

이에 본 논문에서는 무선 네트워크 환경에서 저비용의 신뢰성 있는 통신 방식인 IEEE 802.15.4(ZigBee) 기술을 적용하여 공간적 복잡도를 해소하고, 서로 다른 장비간의 유선 통신망을 무선으로 통합한 모니터링 및 I/O 제어 소프트웨어의 사용자 인터페이스를 연구하였다.

현재 무선 통신망을 이용한 산업용 자동화 시스템은 세계적인 추세이며 국내의 경우 아직 대표적 표준 기술은 제안되지 않고 학계에서 다양한 시도만 이루어지고 있는 실정이다. 그러므로 본 연구의 결과물을 기반으로 기존의 유선 자동

화 시스템에서 무선 자동화 시스템으로의 전환이 용이하게 될 뿐만 아니라 아직 부재중인 국내의 산업용 무선 자동화 시스템 기술을 선도할 것으로 기대된다[5].

II. 공장 무선화 시스템 개발의 필요성

1) 기존 시스템의 문제점 및 시스템 개발의 필요성

현재 상용 무선통신 기술로는 IEEE 802.11, IEEE 802.15.4[6], 그리고 블루투스[7]와 같은 표준이 존재하지만, 이들 무선통신 기술이 산업 시설이나 공장에서 사용되기에는 아직도 부족한 점이 많다. 대표적인 예로, 에러 발생의 가능성이 높은 무선 채널을 통한 제어신호 발생시간의 정확도와 데이터 패킷의 신뢰성이 보장되지 못하다는 것을 들 수 있다. 즉, 환경을 고려한 선택이 필요하며 산업용 무선 통신망 기술의 원천 기술의 부재로 국내 산업용 무선 통신망 기술의 활성화가 반드시 필요하다. 그러므로 향후 시장 확대 분석을 토대로 산학 연구를 통하여 산업용 무선 자동화 시스템에 대한 지속적인 연구 개발이 요구된다. 이에 본 연구의 목적인 반도체 검사장비의 산업용 무선화 시스템 개발의 필요성과 기존 시스템의 문제점을 하기와 같이 항목별로 요약하였다.



그림 1 기존의 반도체 검사장비

가. 문제점

- 반도체 제조사들은 여러 종류의 반도체 검사장비를 생산 공정별로 운영함
- 현재 사용하는 반도체 검사장비는 제조사마다 다른 검사장비의 운영방식을 사용함
- 반도체 생산 공정에서 반도체 검사 장비는 각기 유선으로 연결된 네트워크를 통해 중앙 제어 시스템으로 정보를 전송함
- 새로운 공정의 반도체 검사장비 추가 시 기존의 네트워크에 접속하기 위해서는 이기종 간의 링크 프로토콜 조정 과정이 요구됨

- 기존의 반도체 장비의 노후 및 검사과정 상의 장비 교체 시 생산 공정의 일시적인 중단이 필요함

나. 필요성

- 이동성 및 장소 및 행동에 제약 받지 않고 제어 및 관리 장치가 연결 될 수 있음
- 케이블로 인한 공간 문제 해결 및 반도체 검사장비의 단순화 등에 활용
- 다양한 이기종 유선 네트워크 환경의 반도체 검사장비 간 통합 프로토콜을 활용하므로 새로운 통신망 구성이 불필요함
- 기존의 반도체 장비의 노후 및 검사과정 상의 장비 교체 시 생산 공정의 일시적인 중단 없이 장비의 새로운 추가 구성이 용이
- 통합 링크 프로토콜의 이용으로 새로운 장비의 도입 시 통신망의 재설비가 필요 없으며, 기존 통신망과 상호 호환

2) 국내·외 관련 기술의 현황

가. 국외 관련 기술 현황

산업용 무선 자동화 시스템은 세계적인 추세이며, 현재 무선 기술의 발전으로 인한 산업용 기술의 필요성이 대두되고 있다. 이에 전 세계 각국의 산업용 fieldbus 업체 및 산업용 자동화 시스템 개발 업체인 Rockwell, 지멘스, ABB 등의 다국적 기업과 해외의 산업용 무선통신 기술 개발업체들이 경쟁적으로 산업용 자동화 시스템 개발을 준비 중에 있다.

나. 국내 관련 기술 현황

국내의 경우 산업용 무선 자동화 시스템 연구는 시작 단계에 있으며, 현재 RFID(Radio Frequency IDentification)를 이용한 물류시스템이나[8] ZigBee를 이용한 응용시스템에 대한 구현 사례는 있으나 산업용 무선 자동화 시스템의 개발은 진행되고 있지 않으며, 아직 대표적 표준 기술 또한 제기되지 않고 학계에서 다양한 시도만 이루어지고 있는 실정이다.

다. 국내의 산업 동향 및 향후 전망

산업용 환경에 완전한 무선 환경의 자동화 시스템 개발 이전에 향후 5년간은 주로 기존의 유선 시스템과 통합이 가능한 유무선 통합시스템으로 개발이 가속화될 것으로 예측된다. 그러나 향후 10년 이내에 산업용 환경기술도 무선 기술을 이용한 시장이 급성장할 것으로 예상되며 공장 자동화 분야뿐만 아니라, 기차 및 선박분야, 발전소 및 대형 플랜트 분야에서도 시스템 통합 및 기존 유선 시스템의 보완, 대체적 성격의 무선 시스템 개발이 진행될 것으로 전망된다. 그러므로 본 연구의 결과물을 기반으로 기존의 유선 자동화 시스템에서 무선 자동화 시스템으로의 전환에 대비한 국내의 산업용 무선 자동화 시스템 기술의 개발이 시급하다고 할 수 있다.

III. ZigBee 무선네트워크 기술을 위한 사용자 인터페이스의 구현

그림 2은 ZigBee 무선 네트워크 기술을 이용한 공장 무선화 시스템의 전체 구성도이다. 클라이언트는 반도체를 검사하는 장비가 되며 이 클라이언트는 반도체 검사와 관련된 정보들을 ZigBee 무선 네트워크를 이용하여 서버에 전송한다. 서버는 이러한 반도체 검사장비들의 데이터를 모니터링하고 상황에 따라 제어 메시지를 보낼 수 있다. 또한 관리자는 자신의 모바일을 통하여 공장에 있는 장비의 상태를 문자 메시지를 통하여 확인 할 수 있다. 본 논문에서는 ZigBee 무선 네트워크를 이용한 모니터링 및 I/O 제어 소프트웨어의 사용자 인터페이스를 연구하였다.

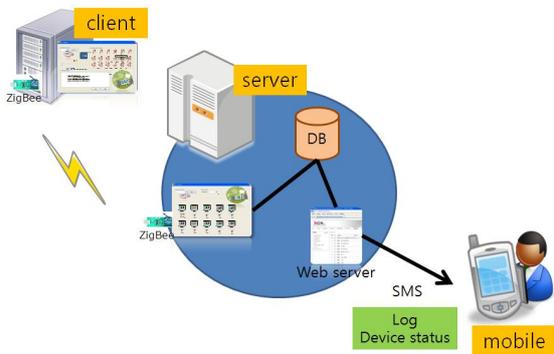


그림 2 전체 시스템 구성도

그림 2에서 보는 것과 같이 서버는 반도체 검사 장비에서 나오는 중요데이터들을 ZigBee 무선 네트워크를 통해 전송받고 클라이언트 격인 반도체 검사장비에게 필요한 커맨드 명령을 내린다. 또한 클라이언트에서 발생한 긴급 메시지를 수신 받아 관리자에게 문자 메시지를 전송한다.



그림 3 서버 UI (a)

그림 3은 ZigBee 무선 네트워크를 위한 모니터링 및 I/O 제어 시스템의 서버 UI를 나타낸 것

이다. ZigBee 모듈은 서버의 시리얼포트를 통해 데이터가 전달되며, 컴퓨터 모니터의 색이 흑백이 아니라면 반도체 검사장비가 가동되고 있다는 Enable을 나타낸다.

그림 4은 Enable인 클라이언트를 표시하는 모니터 버튼을 누르면 해당 클라이언트에게 제어 명령을 내릴 수 있도록 커맨드 버튼이 제공되고, 클라이언트의 데이터들과 제어 명령들을 Debug 창을 통해 확인할 수 있다. 특히 반도체 검사장비에 쫓혀 있는 반도체를 Zone이라하고 반도체가 Enable되어 있다면 빨간색 박스로 나타낸다.



그림 4 서버 UI (b)

그림 5는 ZigBee 무선 네트워크를 위한 모니터링 및 I/O 제어 시스템의 클라이언트 UI를 나타낸 것이다. 반도체 검사 도중 긴급 메시지를 전송해야 하면 알람시계 모양의 버튼을 눌러 서버에게 알릴 수 있고, 반도체 검사 데이터는 일정한 시간 간격으로 전송되기 때문에 bar를 조절하면 데이터의 전송 주기를 변경 할 수 있다. 클라이언트의 전송되는 데이터들과 제어 명령들을 Command Status 창을 통해 확인할 수 있다.

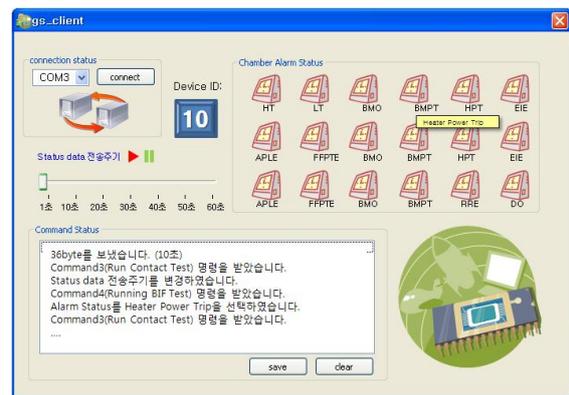


그림 5 클라이언트 UI

표 1은 반도체 검사장비(클라이언트)에서 모니터링 및 I/O제어 시스템(서버)으로 전송될 때 사용하는 데이터 패킷의 구조를 나타낸 것이다.

표 1. Packet Structure

Sign	Sour	Dest	Leng	Type	Data	CRC
------	------	------	------	------	------	-----

Identity	Size (bytes)	Description
Signature	4	패킷의 시작점을 알리는 고유 ID
Source	4	패킷을 보낸 장치의 고유 ID
Destination	4	패킷을 받을 장치의 고유 ID
Length	4	Payload(Data)의 길이
Type	1	0x01: Command Request 0x81: Command Response 0x02: Status Request 0x82: Status Response 0x03: Zone Info Request 0x83: Zone Info Response 0x04: Probe Request 0x84: Probe Response
Data	n	보내려는 데이터(payload)
CRC	4	CRC Checksum

표 2는 표 1의 Data, 즉 payload에 실려지는 패킷이며 이것은 구조체 단위로 포함된다. Status Response 패킷은 주기적으로 데이터를 받으며, Device ID, Zone Number, 실행 정보, 온도, 장비에 장착된 슬롯의 비트맵 정보, 테스트 진행 슬롯, 실행 시간, 알람정보를 포함하고 있다. 여기서 Zone Number는 반도체 검사장비안에 들어 있는 슬롯의 개수를 말하고 이 슬롯에는 검사할 반도체가 꽂아지므로, 결론적으로 검사할 반도체의 개수를 의미한다.

표 2. Structure of Status Response

Item	Bit	Description
Zone Number	Bit [7:0]	Zone Number
Running Status	Bit [18:0]	Running Status
Temp	Bit [31:0]	Temperature Reading
Mounted Slot	Bit [47:0]	장비에 장착되고 인식된 TB가 설치된 슬롯의 비트맵
Test Slot	Bit [47:0]	현재 테스트가 진행중인 슬롯
Running Time	Bit [31:0]	C/C++ time_t 형태의 32비트 시간값
Chamber Alarm Status	Bit [31:0]	긴급 메세지

의 신뢰성 있는 통신 방식인 ZigBee 기술을 적용한 시스템의 사용자 인터페이스를 구현 하였다. 이를 통해 산업 현장에서 공간적 복잡도를 해소할 수 있고, 서로 다른 장비들 간의 통합을 용이하게 수행할 수 있다. 그리고 다양한 장비의 데이터를 하나의 사용자 인터페이스로 통합함으로써 관리의 편리성이 높아질 수 있게 되었다. 하지만 무선망에서 데이터 전송의 신뢰성이나 보안성에서 문제가 발생할 수 있다. 따라서 이 부분이 보완된다면 산업 현장에서의 무선화는 빠른 시일 내에 이루어 질 수 있을 것이다.

감사의 글

본 논문은 중소기업청 산학공동기술개발사업의 지원으로 연구되었음

참고문헌

- [1] 임기평, "공장자동화 기술의 도입 및 활용에 관한 실용 분석", 한국중소기업학회, 1998.
- [2] 한국기계연구소, "공장자동화를 위한 통합 제어기술 개발", 1991
- [3] Michael F. Hordeski, "Control System Interface / Design and Implementation using Personal Computer", Prentice Hall, 1992
- [4] ZigBee Alliance, ZigBee Specification, 2008. 1. 17
- [5] Heiley Lynne Mckeefy, Alison Diana, "wireless SCADA and Sensor Network", Control Engineering, 2006
- [6] IEEE Std 802.15.4TM-2003 Part 15.4: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs), 2003
- [7] Btent A Miller, "Bluetooth Revealed," Prentice Hall, 2001
- [8] 이주환, 유광욱, 윤용진, "u-Factory 구현을 위한 서비스platform 개발에 관한 연구", IT 서비스학회, 2006

IV. 결 론

본 논문에서는 무선 네트워크 환경에서 저비용