

Cnet 프로토콜을 이용한 PLC간의 다중무선통신에 관한 연구

정경열† · 류길수** · 이후락*

(원고접수일 : 2004년 12월 9일, 심사완료일 : 2005년 3월 30일)

A Study on the Multi-wireless Communication Using Cnet Protocol for PLC

Kyung-Yul Chung† · Keel-Soo Rhyu** · Hoo-Rach. Lee*

Abstract : This paper addresses the design and implementation of a wireless network, proposed as a cost-effective support platform for PLCs. With this network, one or more supervising stations may access remote equipment like PLCs. An applicable communication methods are described and we applied efficient method among them to PLCs communication. The paper specifies these requirements and indicates methods to fulfill them. Also, it provides to the model of operation, and focuses on the implementation approach. The hardware and software design is described together with a number of critical points related to wireless communication on the Cnet.

Furthermore, a discussion on system expandability and performance is tackled and some observations are stated. The main conclusion is, that the proposed method can feature good performance under normal operating conditions.

Key words : Cnet(Computer link net), PLC(Programmable Logic Controller), WLAN (Wireless LAN), RS232, communication protocol

1. 서 론

최근 수년간에 걸쳐 컴퓨터 및 통신 기술이 급속히 발전하면서 네트워크 구축을 필요로 하는 자동화 시스템의 보급이 크게 증가하고 있다. 이러한 자동화 시스템에는 대부분 PLC(Programmable Logic Controller)를 사용하고 있으며, 궁

극적으로 모든 공정의 통합화를 추구하는 미래의 생산자동화 시스템에 있어서 네트워킹 기술은 자동화 시스템을 구축하기 위한 가장 핵심기술 중의 하나라고 볼 수 있다.⁽¹⁾⁽²⁾ 그러나 자동화설비 제조 업체마다 각자 고유의 통신방식을 채택함으로써 그에 따른 소요경비가 전체경비의 대부분을 차지하고 있는 실정이다. 일반적으로 국내 대부분

† 책임저자(한국기계연구원), E-mail : kychung@kimm.re.kr, Tel : 042)868-7333

* 한국기계연구원

** 한국해양대학교

의 자동화 장비의 경우 네트워킹 기술을 응용하여 어느 정도 현장에서 통합적 관리 시스템을 구축하고 있지만 이기종의 네트워크를 하나로 묶는 작업은 대단히 까다로우며 막대한 비용지출 및 이기종간의 통신효율저하를 가져온다.^[3]

네트워크기술상 프로토콜 공개여부의 관점에서 개방형 네트워크와 폐쇄형 네트워크로 나눌 수 있는데, 초고속 인터넷 시대인 오늘날은 개방형 네트워크가 각광을 받고 있다. 개방형 네트워크는 프로토콜이 공개되어 있으므로, 누구나 프로토콜을 준수하여 네트워크를 구축하면 다른 네트워크와 호환성은 물론 효율적인 시스템을 운용할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 현장에 적용되는 각종 PLC들은 각 제조업체별 고유네트워크를 구성하고 있어 PLC간의 네트워크 표준화가 요구된다.

최근 PLC 네트워크 표준화 추세로 국제기구에서 몇 가지의 표준네트워크를 선정하였으나 별도의 추가장비가 요구되며, 구 기종에서는 사용할 수 없는 어려움이 있다. 따라서 개방형 네트워크의 표준을 따르면서 저렴한 비용으로 이기종간의 네트워크를 구축할 수 있고 유선통신배선이 어려운 현장의 문제를 해결하기 위해서는 개방형 무선 통신 네트워크가 요구된다.

따라서, 본 논문에서는 개방형 네트워크 표준인 TCP/IP와 무선매체를 이용하여 상기한 문제를 해결하고자 한다. 이를 위해서 먼저 기존의 통신 기술에 대하여 고찰하고 가장 적합한 통신방법을 설정한다. 다음으로 실험적 차원에서 장치 구현하고 실험을 수행하여 그 결과를 살피고 현장 적용을 위한 무선통신방법에 대하여 논한다.

2. PLC 통신기술

2.1 PLC 네트워크

PLC에서 사용하는 대부분의 네트워크들은 각 제조업체별로 고유의 프로토콜을 사용하고 있으며, 사용자 매뉴얼 등에는 프로토콜 사양이 공개되어있지 않다. 다만, 이기종과의 네트워크구성을 위한 브리지 같은 제품을 내놓고 있어 구조의 복잡성과 추가비용의 소모가 필요하다.

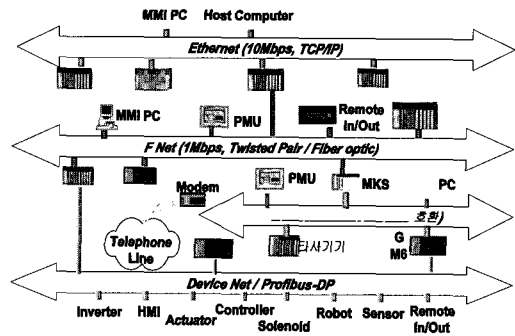


Fig. 1 PLC network structure

Fig. 1과 같이 일반적인 특정제품군의 네트워크 구성은 자사의 고유네트워크와 타사의 네트워크와 호환될 수 있는 네트워크로 구분하여 구성되고 있으며, 물리적인 인터페이스가 같아도 내부적으로는 호환이 되지 않는다. 물리층은 일반적으로 RS232/422/485, 이더넷, 적외선 및 광통신 등을 이용하여 PLC간의 통신을 이용하고 있으며, PLC와 계측장비간의 통신은 4~20mA 신호라인 또는 RS232 인터페이스를 이용하여왔으나 최근에는 필드버스, 백본 및 실시간네트워크 등을 이용하여 구축하고 있다.^[4]

상기한 네트워크 중 본 논문에서는 물리적 계층에서는 RS232와 이더넷을 기반으로 하는 WLAN(Wireless LAN)을 이용하고 PLC 프로토콜은 LG산전의 Cnet^[5]을 이용하여 같은 기종의 네트워크를 구축하고자 한다.

2.2 PLC 통신프로토콜

LG산전의 PLC에서 사용하는 프로토콜은 Fig. 1과 같이 Enet, Fnet, Cnet 및 Dnet 등이 있다. 이 가운데 Cnet은 유일하게 PLC간의 물리적 통신계층을 RS232에 근간하여 별도의 추가장비 없이 통신이 가능하다. 그러나 부수적인 장비 없이 기본적으로 제공되는 Cnet은 내장 Cnet이라고 하며, 1:1통신만을 지원한다.

본 논문에서는 최소한의 비용으로 다수의 PLC간 무선통신을 하기위해 내장 Cnet을 채택하였다. Fig. 2는 컴퓨터와 PLC기본유닛간의 통신 구성 예를 나타낸 것으로 기본유닛과 기본유닛간

의 통신도 이와 같이 구성 할 수 있다. 반면에 추가적인 장비를 부착한 경우 N:M통신도 지원한다.^[5]

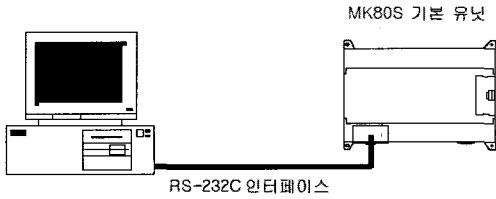


Fig. 2 Example of Cnet networks

Cnet에서 사용하는 통신프로토콜의 프레임 구성은 Fig. 3과 같은 구조를 가지며 하나의 유닛에 대해서는 순차적인 통신을 한다. 추가적인 장비를 부착하면 여러대의 마스터를 이용하여 통신이 가능하지만 기본유닛은 PC to PLC 또는 PLC 마스터 to PLC 슬레이브의 통신만을 지원한다.

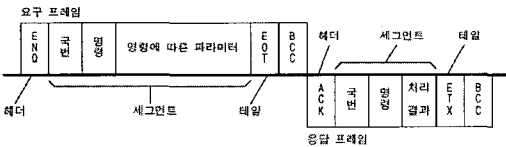


Fig. 3 General frame in Cnet protocol

본 논문에서는 Fig. 3과 같이 프레임이 공개된 프로토콜을 우선대상으로 하여 무선네트워크를 구축해보고자 한다.

3. Wireless LAN(WLAN)

무선LAN은 전파를 이용하여 공중 상에서 데이터를 전송, 수신하는 방식으로 전송방식에 따라 여러 가지 제품이 있으나 도달거리, 성능, 보안성 등을 고려하여 ISM(Industrial Scientific and Medical equipment) 밴드를 이용하는 Spread Spectrum 방식의 무선LAN이 가장 보편화되어 있다. Table 1에 각 전송방식에 따른 속도, 거리, 라이센스 및 벤더 등을 비교하였다.

Table 1 WLAN compare with transfer types

구분	전송속도	전송거리	License	Vender	
Spread Spectrum	Direct Sequence	1~11 Mbps	90~300M	No	AT&T, DEC, SOLETEC, TELXON, etc.
	Frequency Hopping	1~2 Mbps	90~300M	No	XIRCOM, PROXIM, IBM, etc.
Narrow band micro wave	5~10 Mbps	~50M	Yes	Motorola	
Infrared	4~16 Mbps	~50M	Yes	Photonics	

상기한 WLAN기술은 현재까지 상용화된 무선 데이터통신기술 중 가장 대표적인 기술로서 표준 제정 및 성능분석 등의 활발한 연구가 진행되어왔다. 관련 연구들은 패킷의 길이가 늘어남에 따라 처리율이 저하되고 패킷지연이 증가한다는 연구결과를 내놓고 있다^[6]. 하지만, PLC에서 사용하는 패킷의 길이는 대부분 256바이트를 넘지 않는 것으로 사용하고 있으며 RS232 인터페이스에 근간하기 때문에 고속통신을 지원하는 WLAN기술의 접목에 대해서 문제가 되지 않을 것으로 판단된다.

4. 실험장치 구성

4.1 하드웨어 구성

하드웨어는 Fig. 4에 나타난 임베디드 리눅스 모듈을 이용하여 데이터처리를 한다. 임베디드 리눅스 모듈은 휴대형 기기에 적합한 저전력 관리기능과 고성능 속도가 보장되고 작은 메모리를 효율적으로 이용하기 위한 메모리 관리 기능, 하드디스크 등 별도의 저장매체가 필요 없는 환경에서도 응용 프로그램이 실행될 수 있도록 하는 플래시 파일시스템 등이 지원된다.

본 논문에서는 확장성을 고려하여 WLAN 방식을 이용하는 A.P.(Access Pointer)와 어댑터를 이용하였다. 이 제품은 IEEE802.11b 표준과 호환되며 DSSS(Direct Sequence Spread Spectrum)방식을 사용한다. 또한, 장애물이 많은 실내에서도 25m거리에서 11Mbps속도로 통신이 가능하다^[7].

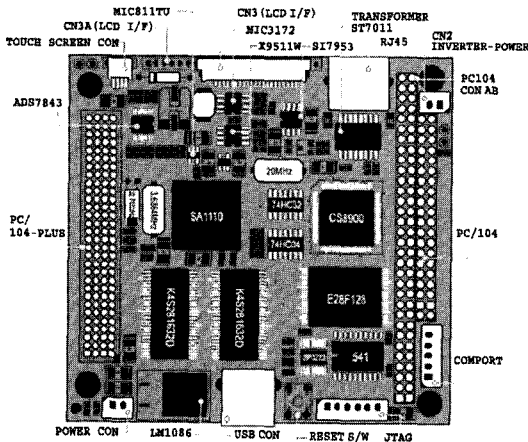


Fig. 4 Embedded Linux module

PLC는 LG산전의 제품인 MK80S 제품군 중 K7M-DR40S를 사용하였으며, PC to PLC 및 PLC to PLC 통신이 가능할 수 있도록 내장 Cnet을 지원한다.

4.2 제어프로그램 구현

제어프로그램은 임베디드 리눅스 기반에서 동작할 수 있게끔 구현한 프로그램을 포팅하였다. 구현한 기능은 Fig. 5와 같이 RS232에서 들어오는 신호를 비동기 방식으로 수신하고 TCP/IP 소켓을 생성하여 대상 모듈과 통신을 수행한다. 각 모듈에서 동작하는 프로세스는 1개이며 WLAN을 통해 데이터를 수신하기 위해서 필요한 개수만큼 서버 쓰레드를 생성하여 동작한다. WLAN을 통해 수신된 데이터는 시리얼 통신 파일디스크립터를 이용하여 PLC로 송신된다.

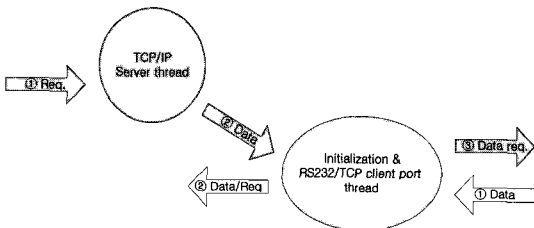


Fig. 5 Server-client process diagram

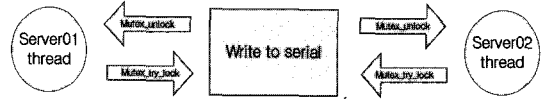


Fig. 6 Mutex condition at serial port

제어프로그램의 구성에 있어서 두개 이상의 프로세스로 구성해야하나 fork를 이용한 멀티프로세스는 순차적이고 많은 자원을 필요로 하며 메모리나 변수를 공유하기가 까다롭다. 그러나, 쓰레드 기법을 사용하면 마지막에 표시된 것처럼 중복된 루틴의 수행이 가능하다. 본 논문에서는 임베디드 시스템에 알맞은 쓰레드 기법을 이용하였다.

기본적으로 하나의 마스터 PLC에서 송출하는 송수신 데이터는 시간에 따라 순차적인 통신을 통해 이루어진다. 그러나, 통신간섭이나 모듈내에서 발생할 수 있는 지연에 의하여 마스터 PLC로 동시에 응답 데이터가 수신될 경우 시리얼 포트 파일디스크립터는 공유조건에 위배되는 상황을 초래한다. 이 경우 하나의 쓰레드가 블록되거나 에러를 유발할 수 있으므로 파일디스크립터에 접근을 시도할 경우 상호배제영역을 잠그고 시리얼 데이터를 전송할 수 있도록 Fig. 6과 같이 구성하였으며, 사용 후에는 해제하여 다른 쓰레드가 접근할 수 있게끔 하였다.

TCP/IP를 이용하는 기본적인 서버-클라이언트 모델은 Fig. 7에 나타난 것과 같이 서버와 클라이언트로 동작한다. 서버프로세스에서 접속요청을 받으면 처리할 워커프로세스를 생성하여 클라이언트의 요청을 처리하도록 동작한다. 다만, 지속적인 통신을 이용하고 성능을 최대한 보장하기 위하여 생성된 쓰레드는 종료하지 않고 계속 동작하여 들어오는 데이터를 처리하도록 구현하였다. 또한, 임베디드 리눅스 상에서 CPU부하를 최대한 줄이기 위해 메인 프로세스는 시리얼 데이터를 수신하여 서버로 송신하는 역할을 담당하고 서버는 쓰레드로 생성되어 동작한다. 쓰레드는 POSIX (Portable Operating System Interface) 쓰레드를 이용하여 코드 반응성 및 성능 향상을 꾀할 수 있도록 구현하였다^[8]. 구현한 프로그램의 전체적인 흐름도를 Fig. 8에 나타내었다.

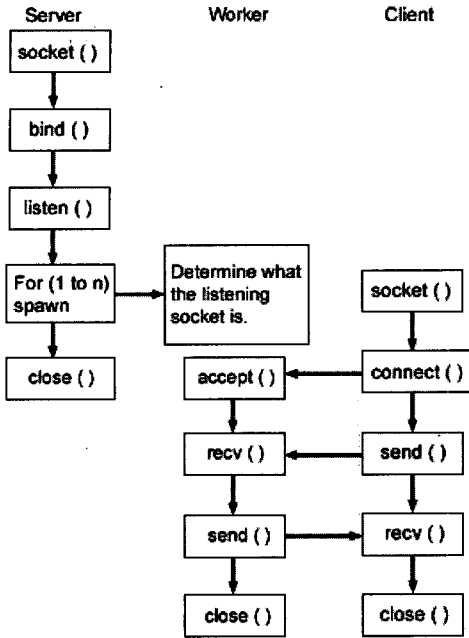


Fig. 7 TCP/IP server-client model

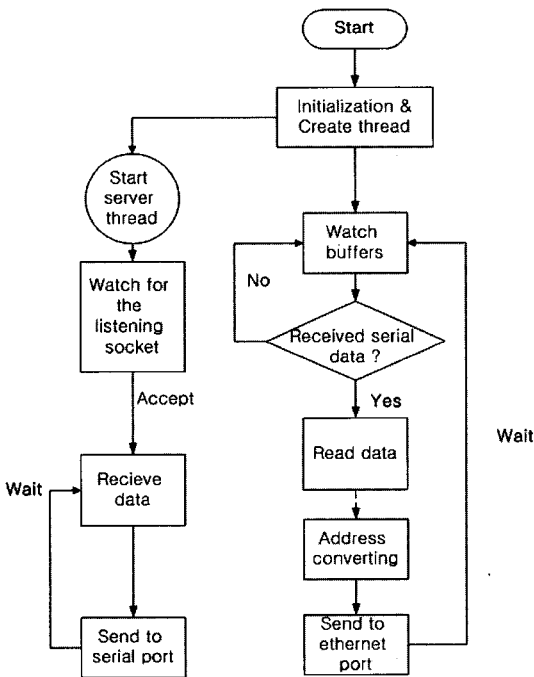


Fig. 8 Converting program flow chart

5. PLC간 무선통신 실험

5.1 성능실험

Fig. 9에 실험을 위한 장비구성을 나타내었다. 장비는 노트북, PLC, WLAN 어댑터 및 리눅스 모듈로 구성된다. 노트북은 PLC 프로그램 변경 및 리눅스 모듈의 콘솔을 모니터링하기 위하여 사용되었다.

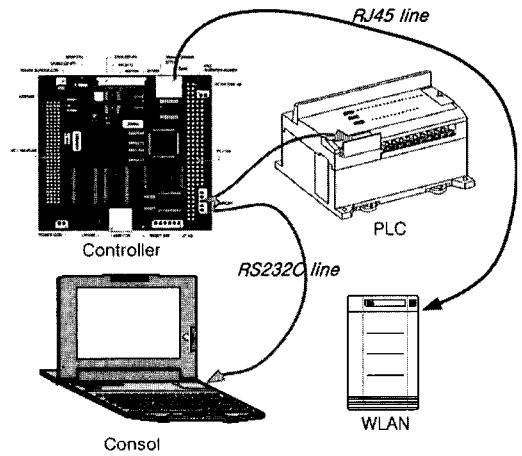


Fig. 9 WLAN communication test set

실험모델은 Fig. 10에 나타난 것과 같이 구성하여 실험을 진행하였다. 마스터 PLC와 두 개의 슬레이브 PLC로 구성된 구조이다.

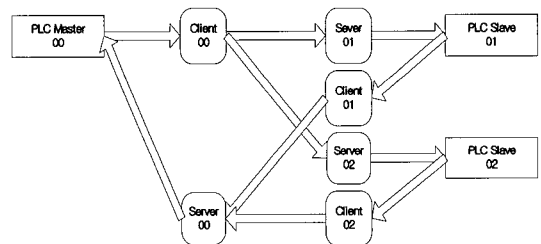


Fig. 10 Test structure block diagrams

5.2 실험결과

실험장치를 구성하고 실험을 진행한 결과 RS232 통신라인상의 간섭현상이 발생하여 비정상적인 데이터가 수신되었다. 이 경우 슬레이브

PLC에서는 응답을 하지 않았다. 원인은 리눅스 모듈에 연결되는 RS232 포트가 콘솔과 데이터 포트에 나뉘어지나 물리적으로는 한 개의 포트를 가지므로 전선의 피복을 벗기고 간격을 벌려서 통신하여 발생한 것으로 파악되었다. 또한, 현재 사용하는 통신라인이 외란을 막을 수 있는 특수한 전선이 아니기 때문에 피복이 벗겨지지 않은 상태에서 간섭현상이 발생하여 전자파 차폐 배선을 사용하여 전자파간섭을 차단하여 실험하였다.

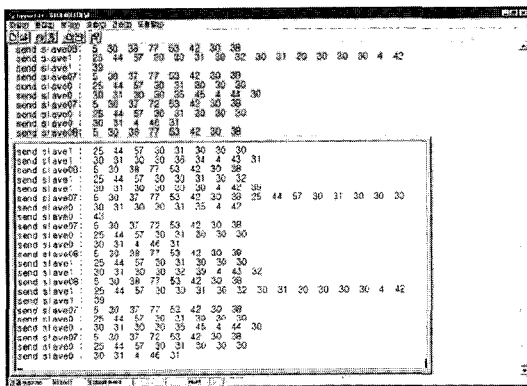


Fig. 11 Test screen at master console

실험결과는 Fig. 11과 같이 콘솔모니터링을 통해 프로그램상에서 송수신하는 데이터를 확인하였다. 그 결과 Fig. 10에 나타난 첫 번째 방법의 실험은 정상적인 데이터를 주고받았다. 이 경우 마스터 PLC가 순서적으로 통신을 하기 때문에 데이터 패킷간의 충돌문제가 생기지 않았다.

6. 결 론

추가장비 없이 기본 PLC 모듈만을 이용하여 하나의 마스터 PLC와 여러 대의 슬레이브 PLC 간 통신은 불가능하였으나 공개된 Cnet프로토콜을 이용하여 TCP/IP로 주소변환을 함으로써 목적 모듈로 무선데이터 송수신이 가능했다.

상기의 통신방법을 이용하여 실험을 진행한 결과 PLC간 통신배선을 없애고 여러대의 PLC와 통신이 원활히 진행됨을 확인했다. PLC에서 설정할 수 있는 Cnet 프로토콜의 최대 통신속도가

57600 BPS까지 지원되므로 통신성능측면에서는 WLAN의 통신속도와 리눅스 모듈의 처리성능이 월등하여 속도에 대한 문제는 없었다.

또한, 무선통신에 대한 전자파 간섭현상은 전자파 방출이 많은 데스크탑과 밀착하여 실험을 하여도 최대 통신속도에서 문제가 발생하지 않았다.

추후 연구과제로 여러 대의 마스터 PLC를 사용하여 통신하는 것은 PLC자체 고유네트워크를 이용하지 않고서는 불가능한 것으로 판단되므로, 현장적용을 위해서 제어모듈과 WLAN이 분리된 것을 하나의 시스템으로 구성하는 모듈화가 필요하다. 또한, 단일 모듈화에서 비용 최소화 및 소형화를 위해서는 가장 적합한 MCU(Micro Controller Unit)와 핵심기능만을 내장한 운영체제의 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] J. R. Piementel, Communication Networks for Manufacturing, Prentice Hall, 1990.
- [2] Special Issue on Communication for Manufacturing, IEEE Network, Vol. 2, May 1988.
- [3] 홍승호, "MAP : 공장자동화를 위한 네트워크의 표준", 대한기계학회지, 35권, 5호, pp. 427-441, 1995.
- [4] 홍승호, "센서 레벨 네트워크 필드버스 기술 개요", 전자공학회지, 제21권, 제4호, pp. 414-422, 1994.
- [5] LG산전(주), LG 프로그래머블 로직 컨트롤러 MASTER-K 컴퓨터링크모듈 사용설명서, 2000.
- [6] 김재현, 이종규, "무선 근거리 통신망에서의 Stop-and-Wait ARQ 방식을 사용하는 충돌회피 프로토콜 성능분석", 한국통신학회논문집, 21권, 5호, pp. 1208-1220, 1996.
- [7] 11Mbps 표준모델 (WLA-L11G) 제품사양, <http://www.buffalotech.co.kr/product/acc/format/de_wlall1g.html>

[8] Daniel Robbins, POSIX 쓰레드, <http://c.lug.or.kr/study/etc/posix_thread.html>

저 자 소 개



정경열 (鄭景烈)

1960년1월생, 1982년 한국해양대학교 기관학과 졸업, 1984년 동대학교 대학원 졸업(석사), 2000년 동대학원졸업(박사), 1982-1986년 기관사 승선근무, 1987년-현재 한국기계연구원 환경설비 연구부 책임연구원, 당학회 증신회원.



류길수 (柳吉洙)

1953년5월생, 1976년 한국해양대학교 기관학과 졸업, 1979년 동대학교 대학원 졸업(석사), 1986년 일본동경공업대학 대학원 졸업(석사), 1989년 동대학원 졸업(박사), 1976-1982년 기관사 승선근무, 1982년-현재 한국해양대학교 IT공학부 교수, 당학회 증신회원.



이후락 (李厚洛)

1974년 8월생, 2002년 중부대학교 전자계산/정보통신공학과 졸업, 2004년 충남대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학석사). 현재 충남대학교 대학원, 컴퓨터공학과 박사과정 재학중. 2002년-현재 한국기계연구원 위촉연구생.