

선박에서의 PLC기반 RFID 모니터링 시스템 구현

Implementation of RFID Monitoring System based on PLC for Ship

안병훈*, 백동원*, 윤선태*, 박상환*, 고봉진*

Byeong-Hoon Ahn*, Dong-Won Baek*, Seon-Tae Yoon*, Sang-Hwan Park* and Bong-Jin Ko*

요 약

오늘날, 선박은 스마트 선박 또는 디지털 선박으로 발전되고 있다. 전력선 통신은 기존의 전력선을 이용하는 통신 시스템으로, 전력선 통신을 장비의 모니터링 전송 수단으로 사용하는 것은 선박에서의 시스템 설계에 있어서 효율적인 방법이다. 본 논문에서는 선박에서의 PLC기반 RFID 모니터링 시스템을 구현 하였다. 제안된 시스템은 선박에서의 RFID Tag Data를 통하여 승객, 선원 그리고 중요한 화물의 움직임을 모니터링 할 수 있다.

Abstract

Recently, as the ship has undergone a development for smart ship or digital ship. PLC is communication system using the preexistence power line and using PLC as transmission medium to monitoring of equipments is an efficient way to design a system for ship. In this paper, we design and implement RFID monitoring system based on PLC for ship. This proposed system can support monitoring the moving of passenger, crew and important cargo by RFID tag data on shipboard.

Key words : Smart ship, Digital ship, PLC, RFID

I. 서 론

최근 우리나라에서는 조선업의 호황 및 디지털선박의 개념이 도입 됨에 따라 예전에 비하여 선박에 대한 가치척도에 대한 기준이 변화 하고 있다. 이러한 변화에 따라 USN (Ubiquitous Sensor Network) 등의 최신 기술을 선박에 적용함으로써 선박의 자동 항법뿐만 아니라 선박 내에서의 자동 인지 및 자동화라는 개념을 도입함으로써 편리함과 안전성을 동시에

만족 할 수 있는 선박기술에 대한 연구가 활발하다. 우리나라의 경우, 위성 및 무선통신을 이용하여 자율 운항, 선박간 충돌방지를 위한 선박자동식별시스템에 대한 연구가, 그리고 외국의 경우, 실제 선박내 통합 플랫폼 구축을 하는 등 디지털 선박에 대한 연구 acl 구현이 활발히 진행되고 있다[1][2].

최근에는, 전력선 외에 다른 통신선의 포설이 필요없는 전력선통신 관련 기술[3]을 선박에 적용하고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있는데, 선박은 설

* 국립 창원대학교 전자공학과(Dept. of Electronic Eng., Changwon National University)

· 제1저자 (First Author) : 안병훈

· 투고일자 : 2008년 11월 10일

· 심사(수정)일자 : 2008년 11월 12일 (수정일자 : 2008년 12월 19일)

· 게재일자 : 2008년 12월 30일

계상의 보수성과 통신선로 포설 및 경제적인 문제로 PLC (Power Line Communication)의 적용효과가 매우 큰 분야라고 하겠다. 이러한 PLC 시스템을 이용하여 비 접촉 인식 시스템인 RFID(Radio Frequency Identification System) 시스템[4]을 연동함으로써 선박 내의 밀폐된 통로 등을 지나거나 객실 및 기계실을 출입하는 승객이나 선원의 출입확인을 통하여 승객 및 선원들의 안전 관리나 물품의 분실에 관한 모니터링이 가능하다. 또한 이 시스템은 새로 건조되는 선박뿐 아니라 기존의 일반 선박에 대해서도 적용이 가능하다 하겠다.

선박내의 Control Room에서 승객이나 선원 및 중요 화물 위치의 모니터링을 위해 PLC 시스템과 RFID 모니터링 시스템을 통합한 시스템을 설계, 제작하여 하나의 시스템으로 구현하였다.

II. 선박 내 통신 네트워크

선박 내 전체적인 통신 시스템 구성도는 그림 1과 같다.

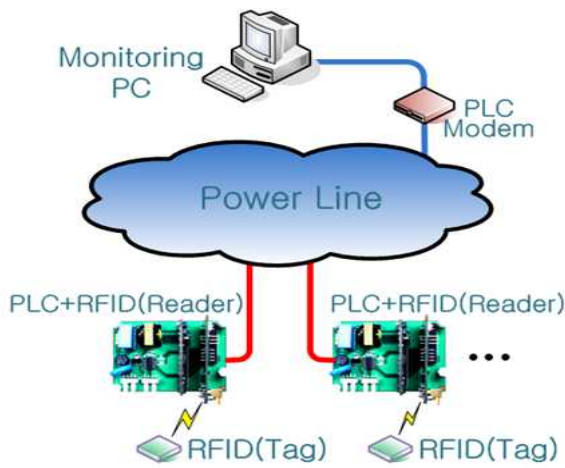


그림 1. 시스템 구성도
Fig. 1. System Configuration.

IEC(International Electrotechnical Commission)의 기술소위원회 TC 80의 WG 6 에서 규정된 “Digital interfaces for navigational equipment within a ship”에서는 선박 운항 정보들을 취득하기 위한 선박내의 각종 하위 디바이스나 시스템들을 접속하기 위한 통신 프

로토콜에 관련된 선박 내 각종 항해 및 통신 장비 또는 시스템들의 인터페이스 규격을 제정하였다. 그리고 해상통신은 IMO (International Maritime Organization)의 SOLAS조약 및 ITU (International Telecommunication Union)의 무선 규칙 등 국제법에서 정한 규칙에 적합해야 한다. IEC는 해상통신 시스템이 광범위한 지역에 걸쳐 상호 운용되기 위한 시험 표준 및 방법을 제정하였다. 이러한 이유로 국제기구들의 최근 해상통신 시스템의 현대화를 위해서 그림 2와 같이 긴밀히 협력하고 있다[1].

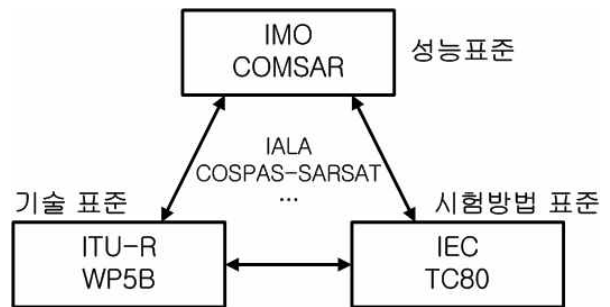


그림 2. 해상통신기술 표준화 국제 협력 관계
Fig. 2. International cooperation relations of maritime communication technology standard.

일반적으로 선박에서의 시스템들간의 상호 연결은 선박의 안정성을 위하여 배타적으로 이루어져 왔으며, IEC TC 80의 IEC 61162 표준 규격으로 명시되어 있는 제한된 정보에 대해서만 이루어진다. 따라서 이 규칙은 선박 적용을 위한 각종 응용 서비스들에 적합하도록 설계되었고, 의사결정지원 및 데이터 취득, 선박 안전관리 등의 근간을 제공한다[5].

선박 내 각종 항해 및 통신 장비 또는 시스템들의 인터페이스 규격을 제정 하였는데, 현재 선박 내 통신 네트워크 표준인 IEC 61162는 해양 항해에 있어서의 응용분야를 위한 디지털 인터페이스를 표1과 같이 4파트의 특성으로 나누고 있다[6].

표 1. IEC 61162 표준 규격
Table 1. Standards of IEC 61162.

구분	특 징
61162 -1	single talker and multiple listeners
61162 -2	Single talker and multiple listeners, high speed transmission
61162 -3	Multiple talkers and multiple listeners - Serial data instrument network (under consideration)
61162 -4	Multiple talkers and multiple listeners - Ship systems interconnection

III. 전력선 통신 및 RFID 시스템

3-1 전력선 통신

전력선 통신은 전력공급의 목표로 포설된 약 60Hz의 교류 전기가 흐르는 전력선에 고주파 신호를 모뎀을 통하여 함께 실어 전송하고, 교류 전기 신호와 고주파 신호를 함께 수신하여 모뎀에 의해 고주파 신호를 분리해내어 통신이 가능하게 하는 방법이다[7].

전력선 통신은 전송속도, 대역폭, 용도에 따라 표 2와 같이 분류 할 수 있다[8].

표2. PLC 분류
Table 2. A classifications of PLC.

구분	속 도	대역폭	용 도
저속	60bps ~수백bps	10kHz ~450kHz	인터넷 정보가전 홈네트워킹 홈오도메이션 수용가 원격검침 산업자동화 배전자동화
중속	2.4kbps ~19.2kbps		
고속	1Mbps 이상	1MHz ~30MHz	Broadband Service

전력선 통신은 전력 공급을 목적으로 포설된 기존의 전력선을 그대로 이용함으로써 다른 통신방법과는 달리 별도의 통신 선로를 추가로 설치할 필요가 없다는 가장 큰 장점을 가지고 있다. 하지만 통신선로를 통하여 전기가 흐를 때 생기는 전자장은 전력선 통신의 선로인 전력선을 따라 항상 랜덤하게 발생하기 때문에 안정적인 통신에 있어서 잡음의 형태로 인식 된다. 이는 통신용 케이블이나 광섬유 등에 비해 많은 간섭을 일으키게 되므로 통신에 있어서 어려움

이 따른다. 이러한 잡음에 의한 어려움은 전력선통신의 최초 개발에서부터 현재까지 해결해야 될 필수 과제로 남아왔다. 하지만 최근에는 변조기술, 필터, 코딩기술, 커플링 기술 등의 발전으로 인하여 전력선 통신이 가지는 단점을 많이 보완하고 장점을 부각 하면서 많은 응용분야에 적용 가능한 첨단 통신 기술로 관심을 받고 있다[9].

3-2 RFID 시스템

RFID는 초소형 반도체에 식별정보를 입력하고 무선 주파수를 이용해 이 칩을 지닌 물체나 동물, 사람 등을 판독, 추적, 관리 할 수 있는 기술이다[4].

기존의 대표적인 인식 기술인 바코드나 IC칩 또는 마그네틱 카드 등에 비하여 무선이라는 점과 초소형의 Tag를 이용하여 공간과 이동에 대한 제약을 거의 받지 않는 장점을 가지고 있다. RFID의 경우 사용되는 주파수에 따라서 표3과 같이 구분된다[4][10].

표3. RFID 주파수별 특성 및 사용분야
Table 3. RFID feature and application by frequency.

주파수 대역	인식거리/특징	사용분야
저주파 (125kHz/134kHz)	0.5m 이하 비교적 저가	근접보안 FA
고주파 (13.56MHz)	0.5m 이하 보안분야에 사용	IC카드, 스마트카드 교통카드
초고주파 (433MHz)	100M 이하 긴 인식거리 능동형 Tag	실시간 추적 컨테이너 식별, 추적
극초단파 (860M ~930MHz)	3.5m~10m 다중 Tag인식거리와 성능이 가장 우수	공급망 관리 자동차 통행료 징수
마이크로파 (2.45GHz)	수m~수십m 고가형 잡음의 영향이 적음	자동차 운행흐름 모니터링 톨게이트 시스템

본 논문에서 사용한 RFID 시스템은 인원 및 출입 통제에 적용 가능하고 쉽게 구현이 가능한 13.56 MHz를 사용하는 시스템으로 구현하였고, RFID의 프로세서와 PLC시스템은 UART (Universal Asynchronous Receiver and Transmitter)를 통하여 RS232로 통신한다.

IV. PLC기반 RFID 시스템

4-1 PSM20H-02를 이용한 전력선 통신

본 논문에서 사용된 PSM20H-02는 플레넷사의 중속 PLC모뎀으로 별도의 마스터와 슬레이브 없이 구성할 수 있고, Plug & Play가 가능하도록 하는데 초점을 맞춘 ZBus 전력선 통신 프로토콜을 사용한다.

ZBus 프로토콜은 4개의 계층으로 이루어져 있다. 각 4개의 계층은 ISO(International Standardization Organization)의 개방 접속 표준 참조 모델 OSI의 각 계층의 역할을 한다. ZBus의 Application은 OSI의 비교하여 표 4와 같이 나타낼 수 있다[7]. ZBus 프로토콜의 Network와 Data Link 계층이 Plug & Play 기능을 가능하게 하는 계층이다.

표4. ZBus 전력선 통신 프로토콜
Table 4. Protocol of ZBus PLC.

ZBus	OSI	Contents
App.	App.	HnCP, LnCP, S-cube, User App.
	Presentation	Message Structure
	Session	Duplication Network Management
Network	Transport	Network Management Protocol
	Network	
Data Link	Data Link	Multiple Access (CSMA/CDCA, CSMA/CA) ECC, Broadcast Unicast, House address Frame Fragmentation
Physical	Physical	Modulation, Coding, AFE

PSM20H-02와 RFID Reader의 통신은 PSM20H-02에서 지원하는 UART 인터페이스를 이용하여 RFID Reader의 MCU와 통신 한다. PSM20H-02의 특성은 표 5와 같다[11].

표 5 PSM20H-02 특성
Table 5. PSM20H-02 feature.

구분	특성
Physical Modulation	Chirp-CSK
Carrier Frequency	120kHz~ 400kHz(FCC Part15)
Bit Rate	Robust Mode(RM) 5kbps

MAC	CSMA/CA
Error Correction	16Bit CRC
Interface	UART
Protocol	ZBus
Receive Sensitivity	< 1mV PTP
Dynamic Range	>85dB
Output Voltage Level	5.0Vp-p/20ohm

4-2 MLX12115를 이용한 RFID Reader

본 논문에서 사용된 RFID Reader 칩과 마이크로프로세서는 MLX12115와 ATmega128을 사용하였다. Atmega128은 Atmel사의 AVR계열의 프로세서로 신뢰성이 높고 소형화와 디지털제어에 뛰어나다. MLX12115는 TI사의 S6700과 동일한 기능을 가지며 도어락과 13.56MHz RFID시스템에서 상용되어 높은 신뢰성을 가지고 있다.

MLX12115에 의해 변환된 태그의 데이터는 ISO15693 프로토콜에 맞게 구성된다. RFID Reader와 Tag의 프로토콜 구성은 각각 SOF와 EOF를 생략하고 나타내면 표 6과 같다.

표 6. Tag Data
Table 6. Tag Data.

Request					
Flags	Inven-tory	Optional AFI	Mask Length	Mask Value	CRC16
8bits	8bits	8bits	8bits	0~64bits	16bits
Response					
Flags	DSFID	UID	CRC16		
8bits	8bits	64bits	16bits		

Inventory의 Request와 Response의 Flag의 구성은 FM변조, High Data-Rate, Use table 5 of ISO-spec, no Option flag=0, Rfu=0의 값을 가진다. 그리고 Request 부분의 Optional AFI(Application Family Identifier)와 mask Length는 설정하지 않는다. CRC는 CCITT-CRC를 참고하여 Flag부터 Mask value까지 값에 대한 CRC를 참고하여 Flag부터 Mask value까지의 값에 대한 CTC의 값을 넣는다[12][13].

Response Data를 RFID Reader와 전력선 통신 모뎀인 PSM20H-02로의 패킷 전송할 때, 기본적인 Response Data 뿐만 아니라 PSM20H-02의 패킷 구조에 맞게 재배열 하여야 한다. Data의 재 배열은 표 7과 같이 모두 13byte의 크기로 해당 Data는 기본적인 Response의 UID(Unique Identifier) 8byte와 전송하는 RFID reader의 Address를 나타내는 1byte를 MSG부분에 배치시키고, STX(Start Transmit) 1byte와 ETX(End Transmit) 1byte 그리고 LEN 1byte를 포함하고 패킷수를 맞추기 위해 CRC 1byte만 추가하여 모두 13byte를 전송한다.

4-3 전력선 통신을 이용한 RFID 시스템

구현된 전력선 통신을 이용한 RFID 시스템은 PSM20H-02와 RFID Reader의 MCU를 UART에 의해 인터페이싱 하였다. 전체적인 블록도는 그림 4와 같다.

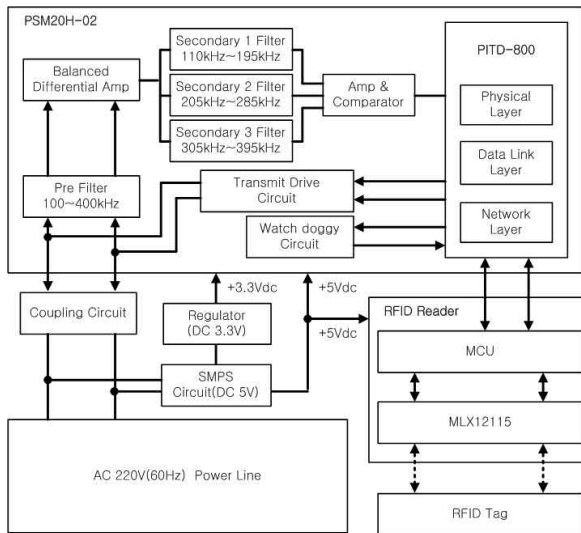


그림 4. 전력선을 이용한 RFID 시스템 블록도
Fig. 4. RFID system block diagram by PLC.

RFID Reader로부터 Tag의 Data를 수신하여 전력선으로 송신 할 경우 RFID Reader의 MLX12115에 의해 Tag로부터 전송된 Data를 MCU를 통해 PSM20H-02으로 UART를 이용하여 전송한다. 이때 전송되는 Data 패킷 구조는 표 7과 같고, 표 7의 MSG는 표 8에 나타내었다[7][11].

표 7. RFID Reader와 PSM20H-02 Data 패킷
Table 7. RFID reader and PSM20H-02 Data packet.

STX	LEN	MSG	ETX
1byte	1byte	10byte	1byte
Start	Packet Length	RFID Address(1byte) + Response UID(8byte) + 패킷수 확보(1byte)	End
0x02	0x0d	RFID Address(1byte) + UID(8byte) + CRC(1byte)	0x03

표 8. MSG 구조
Table 8. MSG structure.

RFID Address	Tag UID	CRC
1byte	8byte	1byte
전송하는 RFID Address	Tag UID	패킷수 확보

PSM20H는 RFID Reader로부터 받은 표 7의 Data 패킷을 이용하여 반송 주파수 120kHz ~ 400kHz로 변조하여 Transmit Drive Circuit를 통해 증폭시켜 Coupling Circuit에 의해 60Hz의 AC에 실어서 전력선으로 전송한다.

수신할 경우 Coupling Circuit을 통해 들어온 신호는 1차적인 반송 주파수의 Pre Filter에 의해 통과된다. 이후 Balanced Differential Amp와 3개의 필터로 구성된 Secondary Filter를 거쳐서 입력 증폭부에 의해 PITD-800으로 전송되고, 복원된 Data는 UART와 RS232 인터페이스를 통하여 모니터링 PC로 다시 전송 된다.

그림 5는 실제 구현된 전력선 통신을 이용한 RFID 시스템이다.

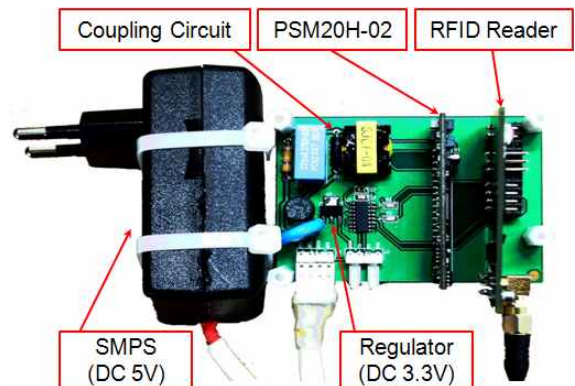


그림 5. 구현된 전력선 통신을 이용한 RFID 시스템
Fig. 5. Implementation of RFID system based on PLC.

구현된 전력선 통신을 이용한 RFID 시스템은 반송 주파수가 120kHz ~ 400kHz이므로 80kHz ~ 450kHz의 통과대역을 가지는 BPF(Band Pass Filter)가 내장된 PLC Signal Monitor을 이용하여 전력선 상에 Signal이 수신되는 파형을 그림 6과 같이 확인 할 수 있다.

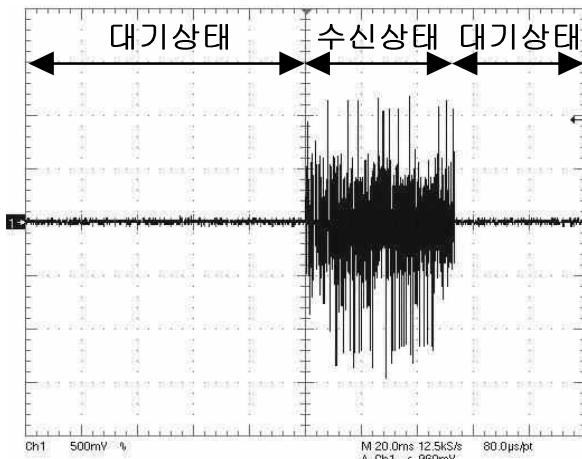


그림 6. 수신된 PLC Signal 파형
Fig. 6. Received PLC signal waveform.

RFID Reader로부터 Reader의 위치와 Tag의 UID 그리고 모니터링 PC가 수신 시간을 모니터링 하기 위하여 윈도우에서 작동 가능한 모니터링 프로그램을 LabVIEW8.2를 사용하여 작성하였다[15].
모니터링 화면은 그림 7과 같다.



그림 7. 모니터링 화면
Fig. 7. Monitoring display.

제일 밑 부분의 read string 부분의 시리얼 Data를 표 7과 표 8에 맞게 분리하여 해당되는 부분에 대한 정보를 나타내고 있다.

위치의 경우 RFID Reader 설치 위치에 맞는 1byte 번호를 할당하여 갑판(0x01), 선실(0x02), 기관실(0x03)등의 방법으로 Tag가 인식되어 Data가 전송 될 때의 위치를 모니터링 할 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 선박 내에 포설된 전력선을 이용하여 PLC 기반의 비 접촉 인식 시스템인 RFID 모니터링 시스템을 구현 하였다. 구현한 시스템을 이용함으로써 모니터링의 대상인 선박 내 인원의 위치 및 인증, Data 수신 시간을 이용하여 동선의 추적을 통한 안전사고 예방과, 사람이 아닌 선박 물품에 해당 Tag를 부착함으로써 RFID 단일 시스템 보다 전력선 통신을 기반으로 효과 적인 관리를 가능 하게 할 수 있다. 하지만 전력선 통신의 경우, 선박에서의 고유잡음에 대한 대책과 전송속도 및 전력선 이용에 대한 회로의 안정성은 더욱 개선되어야 할 것이다. 또한 RFID의 경우, 인식거리와 중복 인식에 대한 판별 등의 개선과 선박통신 표준에 대한 적법성에 대한 연구도 필요하다 하겠다.

참고문헌

- [1] 장동원, 이영환, “유비쿼터스 해상통신망 구축을 위한 기술 동향 연구,” 정보통신연구진흥원 주간 기술동향 통권 1364호, 2008. 9
- [2] 최명수, 이성로, 신상우, 장명식, 정민아, “선박 USN 출입 관리를 위한 2차원 Gabor 필터를 이용한 정맥인식 방법에 관한 연구,” 한국 통신학회 논문지, 2007. 11
- [3] 이정욱, u-홈네트워킹, jinhan M&B, 2006. 8
- [4] Klaus Finkenzeller, RFIDhandbook, Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, 2002
- [5] 김재양, 정선태, 임준석, 박종원, 홍기용, 임용곤,

“디지털 선박을 위한 선박 통합화 시스템 플랫폼 설계 및 구현,” *한국해양정보통신학회논문지, 제 9 권, 제6호*, 2005. 10

- [6] International Standard, Maritime navigation and radio communication equipment and systems-Digital interfaces (Part1:Single talker and multiple listeners), 2007.4
- [7] <http://www.planetsys.co.kr>
- [8] 건설교통부, 리모델링을 위한 홈네트워크 구축 방안, 세림기획, 2007. 6
- [9] 양재수, 전호인, 유비쿼터스 홈네트워킹 서비스, 전자신문사, 2007. 3
- [10] 박승창, 남상엽, 류영달, 이기혁, 김완석, 유비쿼터스 센서 네트워크기술, jinhan M&B, 2005. 9
- [11] (주)플레넷, PSM20ESeries PLC Modem Specification Sheet
- [12] <http://www.ti.com>
- [13] Standard, ISO15693-2
- [14] (주)플레넷, Power Line Communication Signal Monitor Specification Sheet
- [15] 곽두영, 컴퓨터 기반의 제어와 계측 LabVIEW, Ohm사, 2006. 11

안 병 훈 (安炳勳)



2007년 2월 : 창원대학교 전자공학과(공학사)
 2007년 3월~현재 : 창원대학교 전자공학과 석사과정
 관심분야 : USN/RFID, PLC

백 동 원 (白東元)



2007년 2월 : 창원대학교 전자공학과(공학사)
 2007년 3월~현재 : 창원대학교 전자공학과 석사과정
 관심분야 : 무선 센서 네트워크, RFID

윤 선 태 (尹善泰)



2006년 2월 : 창원대학교 전자공학과(공학사)
 2008년 9월~현재 : 창원대학교 전자공학과 석사과정
 관심분야 : 디지털통신, RFID, 무선 센서 네트워크

박 상 환 (朴相奂)



1982년 3월 : 광운대 전자공학과(공학사)
 1986년 3월 : 광운대 전자공학과(공학석사)
 1988년 ~ 1995년 : 만도기계(주) 중앙연구소 선임 연구원
 1996년 ~ 1999년 : 삼성전기(주) 전자제어팀 파트장
 1999년 ~ 2004년 : 한국우주산업(주) 장비개발팀 소그룹장
 2005년 ~ 현재 : 창원대학교 공학박사과정
 2006년 ~ 현재 : 국립 진주 산업대 겸임교수
 관심분야 : 디지털통신, 무선 센서 네트워크

고 봉 진 (高鳳震)



1986년 2월 : 항공대학교 통신공학과(공학사)
 1988년 2월 : 항공대학교 전자공학과(공학석사)
 1995년 2월 : 항공대학교 전자공학과(공학박사)
 1994년~1996년 : 인하공업전문대학 통신과 조교수
 1997년 : 한국전자통신연구원 초빙연구원
 1996년~현재 : 창원대학교 전자공학과 교수
 관심분야 : 이동통신, USN/RFID