

## RF 모듈 방식의 선박용 냉동 컨테이너 원격 감시시스템 개발

양현숙 · 임현정 · 김건우\* · 권영팔 · 김동복\*\* · 이성근†

(원고접수일 : 2006년 11월 28일, 심사완료일 : 2007년 2월 6일)

### Development of Refer-container Remote Monitoring System for Ship using RF Module

Hyun-Suk Yang · Hyun-Jung Lim · Kun-Woo Kim\* · Yeong-Gwal Kwon ·  
Dong-Mook Kim\*\* · Sung-Geun Lee†

**Abstract** : This paper describes a development of ship's refer-container remote monitoring system(RRMS). This system consists of Master, repeater with a switched mode power supply(SMPS) and slave terminal. Slave terminal is composed of wireless MODEM and microprocessor part, checks its conditions like temperature, humidity & etc through the interrogate port(IP) of refer-container, and transmits their data to master. Repeater's role is that connect so that signal which is transmitted from Slave Terminal by Master may not receive electric wave interference by container boxes. We verify the effectiveness of proposed system through the experimental works in container yard and ship.

**Key words** : RRMS(냉동 컨테이너 모니터링 시스템), SMPS(전원공급장치), MODEM(모뎀), Repeater(중계기)

## 1. 서 론

컨테이너선 또는 컨테이너 야드에서 냉동컨테이너를 적정온도로 유지하기 위해서 많은 인력과 시간을 들여서 냉동컨테이너의 상태 및 온도를 Visual Check 및 Log를 하고 있으나 관리 인력의 안전 및 관리 비용을 개선할 필요가 있다.

컨테이너의 관리는 관리자가 직접 컨테이너를 돌아다니며 상태를 확인하고, 지속적으로 상태의 변화를 파악하기 위해 각 컨테이너별로 상태 데이터를

를 직접 단말기를 연결하여 다운받아 저장하는 방식으로 관리가 되고 있다. 또한, 통신 프로토콜이 컨테이너 제조사별로 다르기 때문에 컨테이너 제조사에 따라 장비가 따로 관리되고 있어 이에 따른 불편함 역시 문제가 되고 있다.

냉동컨테이너의 경우 선적 시 Deck 3층까지 적층을 하게 되어있고 지상에서 관리 시 역시 3층으로 쌓아 관리를 하고 있다. 지상에서는 냉동컨테이너 관리가 용이하도록 3층으로 된 구조물을 만들어 관리자가 돌아다니며 데이터를 받을 수 있도록 되

† 교신저자(한국해양대학교 전기전자공학부), E-mail : sglee48@hhu.ac.kr, Tel : 051)410-4821

\* 한국해양대학교 전기전자공학부

\*\* (주)펜타텍

어 있으나, 컨테이너선의 경우 이러한 구조물이 없어 2, 3층에 쌓인 컨테이너의 경우 관리자가 적층된 컨테이너 위로 줄을 타고 올라가서 확인을 하고 있다. 낮 시간 동안 4시간 마다 1번씩 3회씩 점검을 하고 있는데, 해상 기후가 나쁠 경우 안전장치의 부재로 인한 인명 사고가 발생하는 경우도 있다. 그렇기 때문에 이러한 불편함과 위험 등을 줄일 수 있는 대책이 필요시 되고 있다.

이러한 위험을 줄이기 위해 국제해사기구(International Maritime Organization:IMO)에서 전력선모뎀(Power Line Communication Modem : PLC)을 사용하는 시스템을 권장하고 있지만, 전체 냉동컨테이너 중 전력선모뎀을 내장한 냉동컨테이너가 20% 정도 밖에 되지 않아 사용하지 않고, 냉동컨테이너를 관리자가 직접 관리를 하고 있다.

이러한 컨테이너 제조사별로 다른 장비를 사용하면서 생기는 불편함을 없애고 관리자의 위험이 없는 냉동컨테이너의 관리를 위해 원격으로 냉동컨테이너의 상태를 파악할 수 있는 냉동 컨테이너 원격 모니터 시스템(RRMS)을 개발하고자 한다.

## 2. RRMS 구성

### 2.1 전체시스템 구성

Fig. 1은 RRMS 전체 구성도를 나타내고 있다. 전체적으로 마스터(Master), 리피터(Repeater), 슬레이브 터미널(Slave terminal) 등으로 구성되어 있다.

슬레이브 터미널은 냉동컨테이너별로 설치되어 있고, 컨테이너 자체에 장착된 Interrogate port(IP)를 통해 컨테이너 내부의 온도, 습도 등의 상태를 리피터를 통해 마스터로 전송하게 된다.

리피터는 슬레이브 터미널로부터 수신된 데이터를 보관하고 있다가 마스터의 요청이 있을 때, 해당 데이터를 보내는 역할을 하는 중계기로서, 데이터를 가장 잘 수신할 수 있으면서 마스터와 통신이 원활하게 유지될 수 있는 위치에 설치한다.

또한, 리피터는 슬레이브 터미널이 리피터에게 Data를 송신할 때 외에는 슬립모드를 이용하여 전

력소비를 줄일 수 있도록 도와주게 된다.

여기서, Slave 와 리피터에 사용된 무선모뎀은 주파수 영역이 420~950MHz인 SRF-424G 제품을 사용하였다<sup>[1]</sup>. 마스터와 중앙관제시스템은 무선모뎀부와 전원부, 관제용 컴퓨터로 구성 된다.

슬레이브 터미널로부터 수신된 초기화 정보를 받은 후 관리 대상 냉동컨테이너의 여부를 확인하고 관제 시스템에 등록을 하게 되고, 등록된 냉동컨테이너의 각종 정보를 받으며, 받지 못한 데이터, 필요한 데이터 등을 슬레이브 터미널측으로 요청한다.

관제용 컴퓨터에서 냉동컨테이너 관리용 프로그램으로 컨테이너의 위치 정보와 실시간 상태 정보를 표시해 주고 알람 정보발생을 위치정보와 함께 관리자에게 보여주며, 이러한 상태 데이터들을 데이터 베이스화 하여 저장한다.

전체적으로 효율적인 인원 관리 및 선박에서의 사고로 인해 발생하는 직접 및 간접비용을 절약 할 수 있고, 전력선 통신을 사용하지 않는 기존의 컨테이너 역시 원격 모니터링이 가능하도록 하여야 한다.

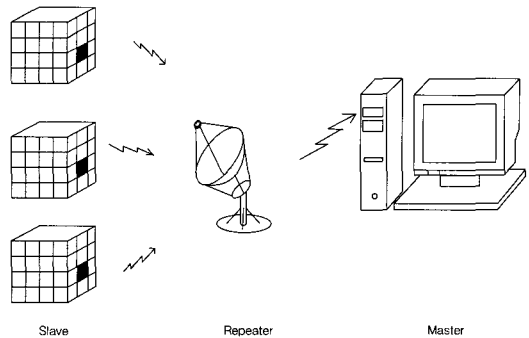


Fig. 1 Constitution of RRMS

### 2.2 Slave terminal의 구성

Fig. 2는 슬레이브 터미널의 모습이다. Fig. 2(a)는 블록선도이고, Fig. 2(b)는 제작된 사진이며, 무선모뎀부, 제어부, 전원부로 구성된다.

선박에 적재된 냉동컨테이너의 점검은 냉동컨테이너에 부착된 IP를 이용하여 컨테이너 내부의 상태 데이터를 받게 되며, 모든 냉동 컨테이너의 IP와 Data reader 간의 통신 방식은 RS232C 방식

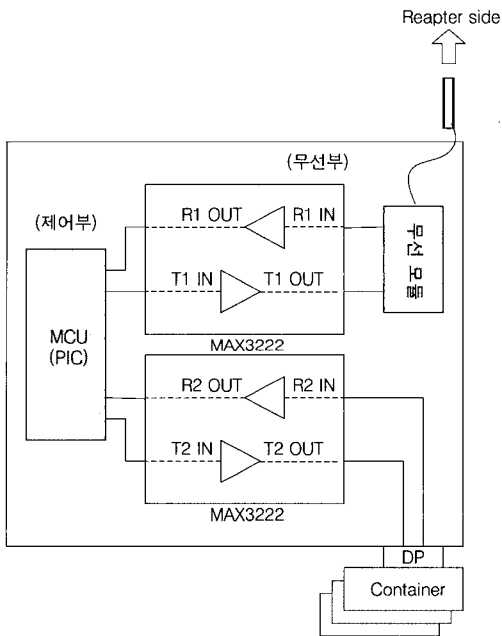
을 사용하고 있다. 제조사별 IP의 구성이 다르고 Data reader에서 데이터를 읽어 들일 때 각 회사에서 개발한 프로토콜을 사용하기 때문에 호환성이 떨어져 제조사가 다른 컨테이너를 사용할 경우 각기 다른 단말기를 사용해야 하는 불편을 감수하고 있다.

그러므로, 하나의 통신장비에서 여러 컨테이너 제조사의 IP에 모두 접속이 가능하도록 하고, 각

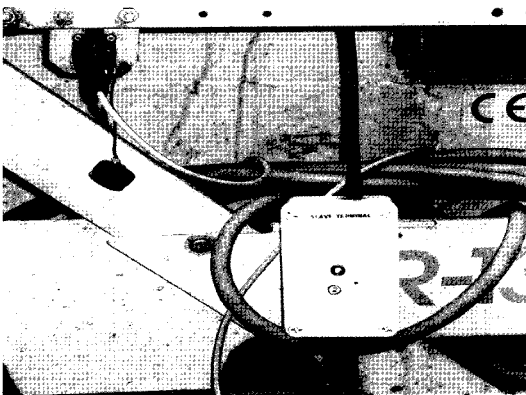
사의 Data reader의 역할을 할 수 있도록 프로토콜을 분석하여 모든 기기에서 사용할 수 있는 범용 프로토콜을 만들어 컨테이너 제조사에 관계없이 현재 사용 중인 대부분의 냉동컨테이너를 중앙에서 관리할 수 있는 원격 모니터링 시스템을 구성할 수 있도록 하였다.

Fig. 2(b)그림은 자석을 이용하여 냉동컨테이너의 외벽에 슬레이브 터미널을 부착하고 커넥터와 냉동컨테이너의 IP를 연결하여 냉동컨테이너의 데이터를 다운받을 수 있도록 설치한 모습이다. 초기화 과정에서 냉동컨테이너의 기본 정보를 전달 받고, 지정된 시간 마다 온도 및 시간 정보, 동작 및 시간 정보, 알람 정보 등을 중앙으로 전송하는 역할을 한다.

Fig. 3은 슬레이브 터미널의 동작 순서도이다. 먼저 전체적인 시스템의 초기화가 이루어지면서 각 컨테이너별 슬레이브의 ID를 중계기를 거쳐 마스터에서 확인하게 되고 승낙이 떨어지게 되면 컨테이너의 초기 데이터와 온도를 중계기로 전송하게 된다.



(a) Control block diagram



(b) Experimental equipment

Fig. 2 Slave terminal

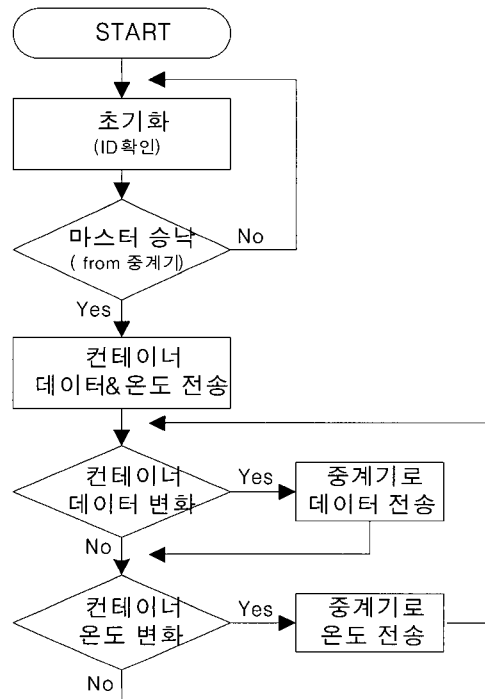
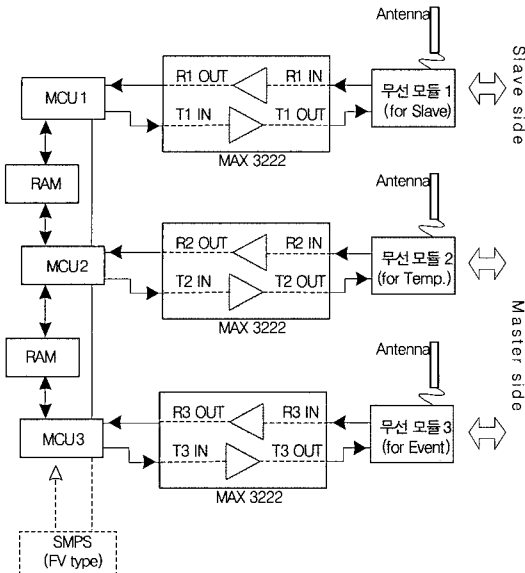


Fig. 3 Control flowchart for slave

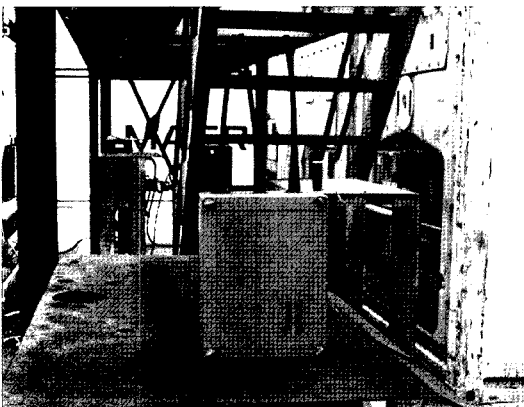
2.3 Repeater의 구성

2.3.1 무선모뎀 및 제어부

리피터는 무선모뎀 제어부와 여기에 전원을 공급하는 Free voltage(FV)형 SMPS로 구성된다. Fig. 4(a)는 무선모뎀 제어부의 제어블록도이고, (b)는 설치된 리피터의 사진이다.



(a) Control block diagram



(b) Experimental equipment

Fig. 4 Repeater

냉동컨테이너는 일반적으로 적층되어 보관되거나 운반되기 때문에 아래쪽의 냉동컨테이너에 부착

된 슬레이브 터미널에서 전송되는 신호가 다른 냉동컨테이너에 가려져 리피터가 제대로 마스터로 데이터를 전송하지 못하게 되고, 반대로 마스터에서 슬레이브 터미널로 요구하는 신호를 보내지 못하게 된다.

그러한 것을 방지하기 위해 마스터와 통신을 잘 할 수 있는 위치에서 슬레이브 터미널과 마스터간의 중계를 해주는 역할이다. 슬레이브 터미널에서 전송되는 초기화 요청 정보 및 각종 동작 정보, 알람 정보 등을 마스터로 즉시 전송하고, 중앙에서 슬레이브 터미널로 보내는 명령 신호를 전송하는 역할을 하고 있다.

Fig. 5는 리피터의 제어 흐름선도이며, 제어용 컨트롤러는 8비트 AVR을 사용하였다<sup>[2]</sup>.

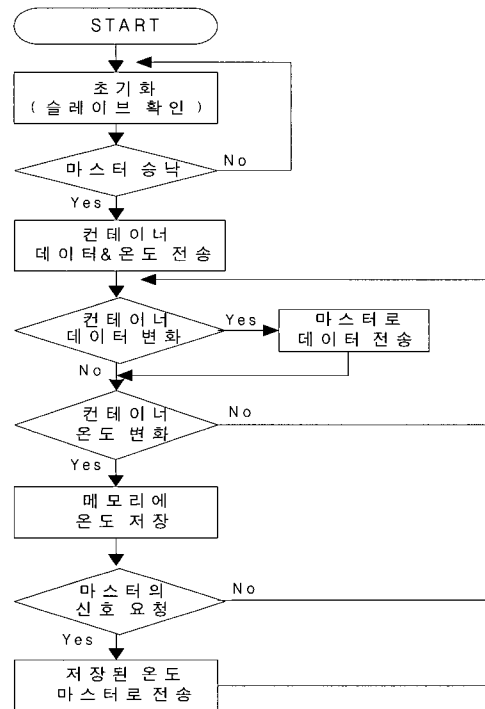


Fig. 5 Control flowchart for repeater

전체적인 시스템의 초기화가 이루어지면서 Slave의 ID를 마스터로 전송하여 중계기 동작에 대한 확인을 받게 된다. 초기화 후 슬레이브 터미널로부터 수신되는 냉동 컨테이너의 데이터 중 동작 정보, 알람 등의 신호는 즉시 마스터로 전송하

고 온도 데이터는 메모리에 각 슬레이브 터미널의 컨테이너 ID별로 저장하고, 마스터의 요청이 있을 때 저장해놓은 데이터를 한꺼번에 전송해 주는 시스템으로 구성했다.

### 2.3.2 SMPS 구성

선박의 갑판 위에는 큰 동력을 필요로 하는 크레인, 무어링 윈치 등을 가동하는 Electro-hydraulic system 등이 산재해 있으며, 이 시스템들에게 Power를 전달하는 동력원인 전동기들도 440V 전원을 많이 사용한다.

이와 같은 큰 동력을 전달하는 대형 기기들이 갑판 위에 있기 때문에 갑판상의 전원은 440V를 사용하고, 냉동컨테이너 역시 갑판 위에 실리게 되므로 440V를 사용한다.

일반적인 경우에는 440V의 전압이 안정적으로 잘 공급되고 있으나, 특정지역의 컨테이너 보관소나 선박에 따라 전압변동이 매우 커서 전원장치가 파괴되는 경우가 있다. 따라서, 냉동 컨테이너를 보관하는 지역이나 전압변동이 심한 선박의 환경에서도 통신시스템이 안정적으로 사용될 수 있도록 100V~470V의 입력 전압의 범위에서 직류 5[V]의 전압을 안정적으로 출력할 수 있는 부피가 매우 작은 전원장치가 요구된다.

Fig. 6은 SMPS용 Buck형 전원장치 회로도이다. 리피터가 해풍이나 해수에 밀폐된 장치로 제작하기 위해서는 SMPS가 리피터내에 완전히 삽입이 되어야 한다. 따라서 SMPS에 부피를 최소화할 수 있는 Buck형을 적용하였다.

입력측에 70~470V 범위의 전압이 인가되면 정류기를 통해 반파로 평활되고, 평활된 전압을 MCU의 AD 컨버터부로 입력받아 입력전압을 검출하고, 검출된 입력전압에 따라 MCU 내에서 IGBT의 게이트에 입력할 펄스의 듀티비와 주파수를 조절하여 5V의 안정한 출력전압을 만들게 된다 (3)-(7).

실험에서 컨버터의 부하로 실제 RRMS의 리피터를 부하로 사용하여 실험하였고, 계측장비로 LeCroy사의 LT344 오실로스코프 및 Tektronix사의 A6302 전류프로브와 TM502A 전류프로브 증폭기, P5200 차동프로브 등을 사용하였다.

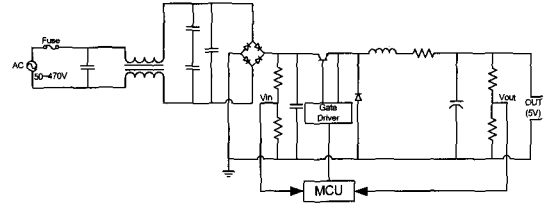


Fig. 6 Circuit of SMPS

Fig. 7은 입력전압이 472V일 때 스위칭 펄스(채널 2), 입력전압(채널 1), 출력전압(채널 4)의 파형들을 보여준다.

본 시험장치는 최초에는 70~440V까지 입력 전압범위로 설계하여 부산의 모 지역에서 시험운전하였으나, 시험운전 중에 최대전압이 470V까지 상승하는 전압 불균형이 발생하여 장치가 소손된 적이 있었으며, 이러한 전압불균형을 방지하기 위하여 최대 470V까지 수용 가능한 FV형 전원장치를 제작하였다.

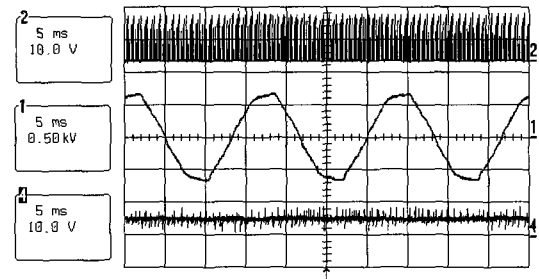


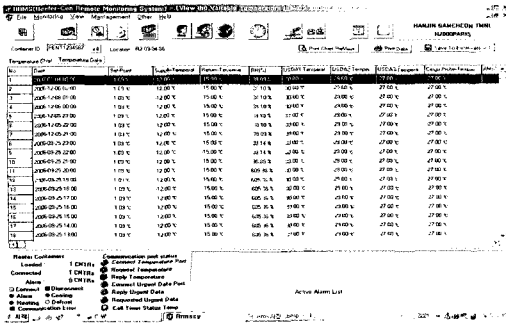
Fig. 7 Output waveform of buck converter

### 2.4 Master의 구성

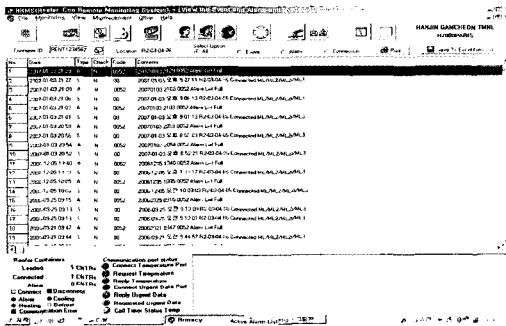
Fig. 8은 마스터의 동작 순서도이다.

전체적인 시스템의 초기화를 하면서 중계기와 슬레이브의 상태를 확인하고 초기화된 중계기로부터 슬레이브의 초기 데이터와 온도를 수신 받는다. 이 과정에서 데이터와 온도의 수신에 제대로 이루어지지 않을 경우 시스템의 초기화를 다시 하게 되고 3번 이상 초기화가 되지 않을 경우 PC 모니터 프로그램에 제대로 확인이 되지 않은 중계기의 확인을 요청하게 된다. 확인된 중계기에서 넘어온 초기 데이터와 온도는 모니터 화면에 표시하고, 그 이후의 데이터와 온도의 경우 데이터는





(b) Log of temperature



(c) Log of event

Fig. 10 Master's monitor

### 3. 결 론

본 논문에서는 냉동컨테이너 선박에 적재된 냉동 컨테이너의 내부 상태를 원격에서 효율적인 관리를 하기위한 RRMS를 제작하고, CARRIER, DAIKIN, TK사의 제품을 대상으로 시험운전을 한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 본 RRMS는 당직자가 매일 일정 간격으로 컨테이너의 상태를 점검하는 위험과 불편을 해소할 수 있는 계기가 될 수 있을 것으로 생각된다.
- 2) 실시간으로 원격에서 수백 개의 컨테이너를 관찰할 수 있어 냉동 컨테이너 내부에서 발생하는 소손을 미연에 방지할 수 있을 것으로 사료되며, 향후에 기존에 제작된 컨테이너에 적용한다면 경제적 이익이 매우 클것으로 사료된다.
- 3) 제조사별로 모니터알고리즘을 달리 적용하였기 때문에 컨테이너의 제조사별 데이터 통신시의 프로토콜이 달라 컨테이너 제조사에 따라 장비가

따로 관리되는 불편함을 제거할 수 있었다.

4) 리피터용 SMPS를 70~472V의 입력전압 범위로 설계하였기 때문에 어떠한 지역의 컨테이너 야적장이나 다양한 전원이 혼재하는 선박의 Deck에서도 사용에 제한을 받지 않을 것으로 사료된다.

### 후 기

본 연구는 산업자원부의 지원에 의하여 부산테크노파크(10022018) 주관으로 수행된 과제이며, 이에 감사드립니다.

### 참고문헌

- [1] SRF-424G 사용자 매뉴얼, 스펙트럼, "http://www.spectrum.co.kr/", 2004.
- [2] 황해권, 배성준, I LOVE ATMEGA 128, 북두출판사, pp.17~214, 2005.
- [3] 김희준, 스위칭 전원의 기본 설계, 성안당, pp.23~79, 2002.
- [4] 김희준, 스위치 모드 파워 서플라이, 성안당, pp.34, 1993.
- [5] 전수균, "벽컨버터 전원용 일정 전압 출력 변압기에 관한 연구", 한국해양대학교 대학원 석사학위 논문, pp.3~7, 2004.
- [6] 오정원, CCS-C 실전가이드, 컴파일 테크놀로지(주), pp.174~565, 2003.
- [7] 강경진, 박정식, 노지준, PIC 마이컴과 그 응용, 양서각, pp.101~581, 2006.

### 저 자 소 개



양현숙(梁鉉淑)

1982년 11월생, 2005년 한국해양대학교 전기전자공학부 졸업, 2007년 동 대학원 졸업(석사), 2005.1~현재 (주)펜타텍 근무



### 임현정(林玼廷)

1982년 11월생, 2005년 한국해양대학교  
전기전자공학부 졸업, 2007년 동 대학원  
졸업(석사)



### 김건우(金健佑)

1980년 1월생, 2005년 한국해양대학교  
전기전자공학부 졸업, 2007년 동 대학  
원 졸업(석사), 2007.3~현재 삼성 중공  
업(주) 근무



### 권영팔(權寧佶)

1960년 6월생, 1983년 한국해양대학교  
기관공학과 졸업, 2006년 동 대학원 졸  
업(석사). 1983년 - 1987년 범양상선주  
식회사. 1987년 - 2000년 오양공조기  
부장. 2000년 3월 - 현재 (주)펜타텍 대  
표이사.



### 김동묵(金東默)

1959년 5월생, 1981년 성균관대학교 전  
자공학과 졸업, 1982년 -1987년 조우니  
(주) 개발부 차장. 1987년 - 1992년  
SIMENSE NIXDORF Korea S/W팀 차  
장. 2000년 11월 - 현재 (주)펜타텍 기  
술사업부 이사.



### 이성근(李成根)

1959년 1월생, 1983년 한국해양대학교  
기관공학과 졸업, 1990년 동 대학원 졸  
업(석사), 1998년 동 대학원 졸업(박사),  
1992년 3월-1998년 8월 대덕대학 제어  
계측과 조교수, 1998년 9월-현재 한국  
해양대학교 전기전자공학부 부교수