

CDMA 통신을 이용한 항로표지의 원격관리시스템에 관한 연구

전중성[†] · 오진석¹

(원고접수일 : 2009년 8월 18일, 원고수정일 : 2009년 11월 11일, 심사완료일 : 2009년 11월 26일)

A Study on the Tele-Controller System of Navigational Aids Using CDMA Communication

Joong sung Jeon[†] · Jin-Seok Oh¹

요 약 : DMA 무선원격 제어시스템은 저전력의 8 bit 마이크로컨트롤러인 ATmega 2560으로 설계하였으며, 마이크로컨트롤러는 CDMA 모듈과 GPS 모듈 등을 시리얼 인터페이스를 하기 위한 4개의 UART 포트가 갖추어져 있으며, 내부에 4K 바이트의 프로그램 매개변수나 프로그램이 동작하는데 필요한 데이터를 저장할 수 있는 메모리(EEPROM)와 256K 바이트의 플래시 메모리 및 프로그램이 실행되는 내부 메모리(SRAM)로 구성되어 있다.

제작되어진 800 MHz CDMA 모듈과 GPS를 사용한 항로표지 원격관리 시스템의 해상통신 거리를 측정 한 결과 10 km 정도의 통신 거리를 확인할 수 있어서, -80 dBm의 수신신호감도를 나타내었다.

주제어 : CDMA 원격관리시스템, 차동 변환 모드, 홀센서

Abstract: CDMA tele-Controller system is designed with a low power consumption 8 bit microcontroller, ATmega 2560. ATmega 2560 microcontroller consists of 4 UART (Universal asynchronous receiver/transmitter) ports, 4 kbytes EEPROM, 256 kbytes flash memory, 4 kbytes SRAM. 4 URAT is used for CDMA modem, communication for GPS module, EEPROM is used for saving a configuration for program running, a flash memory of 256 kbytes is used for storing a F/W(Firm Ware), and SRAM is used for stack, storing memory of global variables while program running.

We have tested the communication distance between the coast station and sea by the fabricated control board using 800 MHz CDMA modem and GPS module, which is building for the navigational aid management system by remote control. As a results, the receiving signal strength is above -80 dBm, and then the characteristics of the control board implemented more than 10 km in the distance of the communication.

Key words: CDMA tele-controller system, Differential Conversation Mode, Hall Current Sensor

1. 서 론

급속한 경제성장과 육상교통 체증이 심각해져 해상 이용한 화물수송이 크게 증가하고 있다. 이에 따른 해상교통량의 증가로 매년 해난사고가 빈번히 발생되고 있으며, 그로 인한 해양환경오염 및 인명

안전사고도 심각한 문제가 되고 있다. 특히, 우리나라 연안해역은 매우 긴 해안선과 크고 작은 도서가 많고, 조수간만의 차가 심하며 협수로가 많은 지형으로 구성되어 있어 항상 해난사고의 발생요인이 산재해 있다. 그 뿐만 아니라, 빈번한 해무(海

[†] 교신저자((주)안세기술 정보통신기술연구소, E-mail: jsjeon@ansetech.co.kr Tel: 02)6220-6195)

¹ 한국해양대학교 선박전자기계공학부

霧)는 선박의 안전운항에 상당한 장애요인으로 작용하고 있다. 이러한 해상 교통환경의 체계적인 관리를 위해서는 연안해역에 대한 해상교통체계의 전반적인 검토 및 연구가 선행되어야 하는데, 그 중에서도 선박의 안전운항에 길잡이 역할을 하고 있는 항로표지시설의 체계적인 관리가 절실히 필요하다[1-3].

본 논문에서는 해상교통안전시설의 중요한 역할을 하는 항로표지설비에 CDMA 원격관리시스템(Tele-controller system)을 이용하여 무인항로표지설비의 성능 또는 동작여부를 실시간으로 감시 제어하고 고장발생시 신속히 대처 복구할 수 있도록 하며, 그 기능의 정상여부 및 관련정보를 쉽고 빠르게 이용자에게 전달할 수 있도록 하며, 안전한 해상교통환경을 갖추어 나갈 수 있도록 한다.

해양교통 원격관리시스템은 향후 “e-Navi” 도입시 통합 해양교통시설을 기반으로 수집된 정보를 항해선박에게 효율적으로 제공하며, 해양교통 환경과 해양레저문화 확산에 따른 이용자 증가에 대응하고 향후 국제해사기구(IMO, IALA) “e-Navi”를 지원 할 수 있는 “해양교통시설 기반 Ubiquitous 통합시스템”에 적극 대처 가능하다.

2. 무선원격 제어보드

항로표지설비의 무선원격 신호처리 제어보드는 MPPT(Maximum Power Point Tracking Algorithm) 기반의 태양광 발전시스템, 파력 발전시스템, 풍력 발전시스템에서 생산된 전압 및 전류 데이터, GPS 수신을 통한 등부표의 위치 데이터, 등명기 전원제어 등의 기능을 CDMA 통신을 통해 데이터를 전송하며 원격 서버에서 항로표지설비의 기능을 확인하고 제어할 수 있는 기능을 제공한다[4-6].

무선원격 제어보드의 구성요소로는 제어보드의 전체기능을 제어하고, CDMA 통신 데이터를 생성하며, GPS 수신을 통한 위치 데이터를 추출하는 메인제어보드와 CDMA 통신 기능을 담당하는 CDMA 모듈, 그리고 제어보드 및 CDMA 모듈에 안정적인 전원을 공급하여 주는 +12 V DC-DC 컨버터로 구성되어 있으며, Figure 1은 제작된 제

어보드이다.

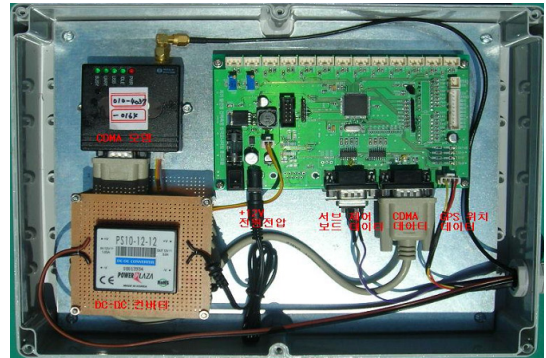


Figure 1: The photograph of the fabricated control system

2.1 메인 프로세스

무선원격 제어보드는 저전력의 8 bit 마이크로컨트롤러인 ATmega 2560으로 설계하였으며, 마이크로컨트롤러는 외부와 시리얼 인터페이스를 위한 4개의 UART 포트가 갖추어져 있으며, 내부에 4K 바이트의 프로그램 매개변수나 프로그램이 동작하는데 필요한 데이터를 저장할 수 있는 메모리(EEPROM)와 256K 바이트의 플래시 메모리 및 프로그램이 실행되는 내부 메모리(SRAM)로 구성되어 있다.

무선원격 제어보드의 프로그램이 수행되는 마이크로컨트롤러의 주요 기능블럭은 Figure 2와 같으며, 그림에서와 같이 프로그램 및 데이터가 저장되는 메모리가 별도로 구성되어 있으며 프로그램 실행에 필요한 버스와 데이터 저장 및 읽기에 필요한 버스라인이 구별되어 있다.

내부기능 블록 중 32개의 범용 레지스터는 프로그램의 수행시 임시기억 장치로 사용되며 범용 레지스터와 연결된 ALU(Arithmetic Logic Unit)는 산술연산, 논리연산 등의 연산 동작을 수행한다.

위와 같이 설명된 마이크로컨트롤러를 사용하여 설계된 회로도는 Figure 3과 같으며, 컨트롤러 내부의 ADC(Analog to Digital Converter) 기능을 사용하여야 하기 때문에 입력 전원을 VCC 전원과 AVCC 전원을 별도로 구성하여 설계하였다.

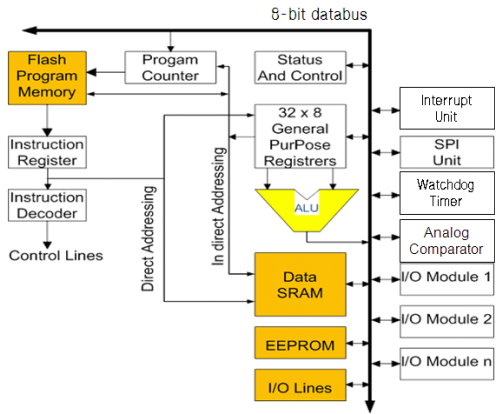


Figure 2: The main function of the ATmega2560

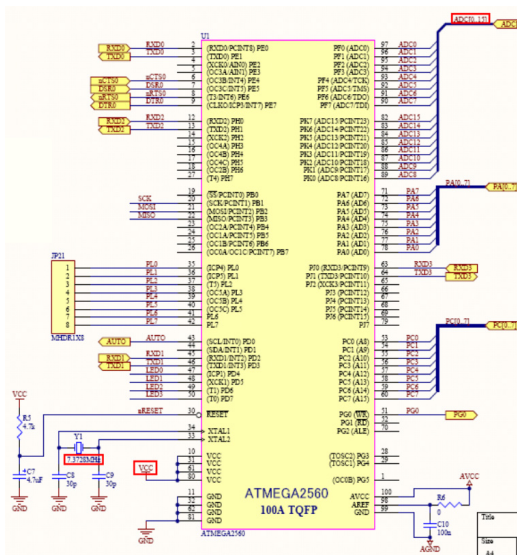


Figure 3: The design circuit using ATmega 2560

마이크로컨트롤러 실행에 필요한 클럭은 7.3728 MHz의 크리스탈 오실레이터를 XTAL1, XTAL2 핀에 연결하여 클럭 주파수를 공급하여 준다. 이 클럭 주파수는 컨트롤러 내부의 인버터 회로에 연결되어 안정적인 동작을 할 수 있도록 구성되어 있다.

소비 전력의 절감을 위하여 사용하지 않는 내부 기능 블록의 동작을 정지시키는 슬립 모드를 지원하고 있다. 슬립 모드에서는 최소한의 소비 전력을 사용하기 위해 컨트롤러 내부의 주요 클럭 동작만을 실행시키며 그 외의 기능의 동작을 일시 정지시

킬 수 있도록 프로그램 되어야 한다.

2.2 ADC 회로

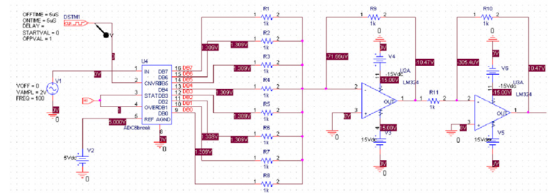


Figure 4: The circuit of ADC

ADC 회로의 동작 성능을 시험하기 위하여 ADC 회로를 OrCAD 프로그램을 이용하여 회로를 작성하였으며, OrCAD 프로그램에 내장된 시뮬레이션 툴을 이용하여 회로의 동작을 시뮬레이션 하였다. 회로 및 시뮬레이션 결과는 각각 Figure 4, 5와 같다.

위의 회로는 ADC 회로 소자인 U4 입력으로 아날로그 사인파를 직접 입력하는 방식으로 회로를 구성하였다. ADC 회로는 내부 회로를 별도로 구성하지 않고 상용 소자를 이용하여 회로의 출력 결과를 검토하는 방식으로 진행하였다.

입력된 아날로그 사인파가 ADC 회로를 거쳐 8-bit의 디지털 출력값으로 변환되어지는 것을 확인할 수가 있었다.

무선원격 제어보드 설계에 사용된 마이크로컨트롤러 내부에는 10-bit의 출력 결과값을 갖는 ADC 회로가 내장되어 있으며 두 개의 포트에 입력신호를 입력시킬 수 있다.

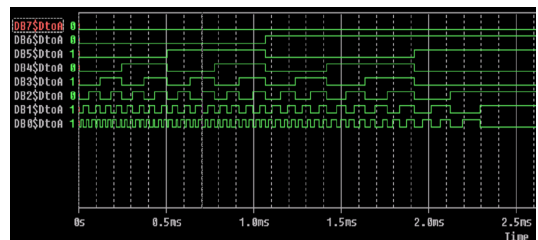


Figure 5: The results of the simulation

3. 무선원격 제어보드 프로그램

본 프로그램이 탑재되는 통신모듈은 자국의 전압, 전류, 위치 등 다양한 정보를 주기적으로 수집

하여 서버로 전송하며 서버에서는 받은 메시지에 의해서 자국의 다양한 장치의 제어를 수행하는 모듈이다. 본 프로그램은 통신모듈의 기능 수행을 위해서 통신 모듈에 탑재 되어, CDMA의 SMS (Short Message Service) 통신을 통하여 서버와의 통신을 수행하여 주기적으로 상태정보를 서버로 전송하고, 서버에서는 이를 이력(History)화하여 저장·보관한다. 또한 전력제어모듈과 RS232C 방식의 통신을 통하여 자국 장치의 상태확인 및 제어가 가능하다. ADC(Analogue to Digital Converter)를 이용하여 주변 장치의 각종 전압의 측정 기능 및 현재 위치를 GPS(Global Positioning System)를 이용한 현재 위치 및 시간 측정 기능을 가지고 있다.

3.1 제어보드 프로그램 기능

제어보드 프로그램은 위치 측정, 주변장치 전압 측정, 상태체크, 제어 등의 기능을 가지고 있다.

(1) 위치 측정

통신모듈에 RS-232C 인터페이스를 통하여 연결되어 있는 GPS 모듈을 통하여 제어보드의 위치 측정 및 시간 측정을 수행한다. GPS와의 통신은 RS-232C 방식으로 수행하며 통신프로토콜은 GPS의 표준 데이터 규격인 NMEA(National Marine Electronics Association) 0183 프로토콜을 이용하여 정보를 수집한다.

(2) 주변장치의 전압 측정

제어 보드의 MCU(Micro Controller Unit)는 Atmel사의 ATmega 2560을 사용하여 구성되어 있으며[7], ATmega 2560의 16채널의 10비트 ADC 기능을 이용하여 자국 주변장치의 전압을 측정한다. 주변장치의 정상동작을 확인하기 위한 전류의 측정은 홀센서(Hall Current Sensor)를 ADC에 연결하여 측정한다.

(3) SMS 송수신 기능

CDMA의 제어는 RS-232C 인터페이스를 통하여 수행하며, CDMA의 SMS 기능을 이용하여 서버와의 데이터 송·수신을 수행한다. 제어보드에서

서버로 전송하는 정보는 위치, 전력제어모듈의 상태, ADC이며 서버로부터 받은 정보는 전력제어모드로 전송되는 제어 명령이다.

(4) 전력제어모듈의 상태 체크

통신 모듈은 전력제어모듈로부터 전력제어모듈에 접속되어 있는 주변장치의 On/Off 상태를 수신한다. 전력제어모듈과의 통신프로토콜은 9가지의 모듈의 상태를 수신하도록 되어 있으며, 여기에 포함되는 주변장치는 등명기 상태 등이다.

(5) 전력제어모듈의 제어

제어보드는 서버로부터 받은 데이터를 이용하여 전력제어모듈에 연결되어 있는 주변장치인 등명기를 제어한다. 자국 주변장치의 제어는 프로토콜 상에 9가지의 모듈에 대한 On/Off의 제어가 가능하다.

(6) WatchDog 기능

프로그램의 교착상태 및 비정상 동작중지를 방지하기 위하여 MCU가 제공하는 WatchDog 기능을 사용한다. 현재 WatchDog의 Refresh는 타이머 이벤트에서 수행하도록 되어 있다.

3.2 프로그램 수행절차

Figure 6은 제어 프로그램 순서도이며, 우선 프로그램이 시작되면 GPIO(General Purpose Input Output Port), 타이머, UART를 초기화한다. UART는 전력제어모듈, CDMA, GPS와의 통신을 위한 것이다. 제어보드의 초기화가 완료되면 데이터 수집 -> 데이터 전송 -> SMS 메시지 확인 및 처리 -> 대기의 절차를 지속적으로 반복하게 된다.

3.3 프로그램 구현

통신모듈의 프로그램 구현은 Figure 6의 제어보드 프로그램 순서도(Flow Chart)에서 보는 바와 같이 크게 초기화 과정, 데이터 수집 및 전송, SMS 수신 확인 및 처리의 영역으로 구분할 수 있으며, 각 영역별로 프로그램 구현에 대한 세부 내용은 다음과 같다.

(1) 시스템 초기화

시스템 초기화 단계에서는 MCU의 각종 I/O포트를 초기화 하고, ADC 사용을 위한 레지스터 설정, WatchDog 사용을 위한 설정, 타이머 설정, CDMA, GPS, 전력제어 모듈과의 통신을 위한 UART 설정을 수행 한다. 각 통신 포트의 초기화는 각 모듈의 특성(Specification)을 참고하여 데이터 비트, stop bit, parity 방식, 통신 속도를 각 특성에 맞게 설정한다. 초기화가 끝나게 되면 데이터 수집 및 전송, SMS 수신 확인 및 처리의 작업을 계속적으로 반복하게 된다.

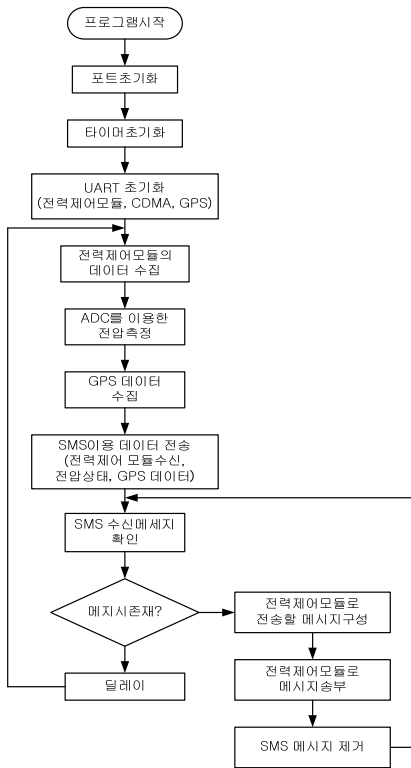


Figure 6: Flow chart

(2) 데이터 수집 및 전송

데이터의 수집은 ADC 데이터, 전력제어모듈로부터 수신된 데이터, GPS 데이터로 크게 세분할 수 있다. CDMA의 SMS의 기능을 통하여 데이터를 전송하며, SMS는 1회 데이터 송신 크기가 80 바이트로 제한되어 있다. 이를 고려하여 메시지를 구성하고 이를 전송한다.

데이터의 전송은 CDMA 모듈의[8] SMS 기능 중 MO(단문발신), MOACK(단문발신결과) 명령어(Command)를 사용하여 수행한다. 데이터 전송의 확인은 서버의 처리결과에 의한 응답이 아니다. 단문발신결과가 OK이면 전송완료로 인식한다. 즉, 서버가 정상적으로 처리했다는 의미가 아니라 서버쪽의 CDMA 모듈까지 정상적으로 송신되었다는 의미로 해석해야 한다.

(3) SMS 수신 확인 및 처리

SMS 수신 확인은 CDMA 모듈 사양서의 명령 중 MTCNT(수신된 단문갯수 조회), READMT(수신된 단문읽기), DELMT(수신된 단문 삭제)를 이용해서 처리한다. 서버로부터 수신 메시지는 전력제어모듈로 전송되는 제어명령 하나이다. 메시지 수신 후 전력제어 모듈의 통신 프로토콜에 맞게 데이터 형식을 변경시킨 후 전력제어 모듈로 데이터를 송신한다. 전력제어모듈로의 데이터 전송 후 처리결과에 대한 응답은 별도 확인하지 않는다.

4. 특성 측정 및 평가

원격 제어기능을 담당하는 제어보드는 항만에서 떨어진 해상에 위치하고 있으며, 그 통신 수단으로는 800MHz 대역의 CDMA 모뎀을 사용하며 단문 메시지 서비스를 지원한다. 이에 해상통신 거리 측정이 필요하며 통신 거리 측정은 선박을 이용하여 부산항에서 장승포항까지 통신거리를 측정하였으며, GPS 위치 데이터를 수신하여 측정경로 및 통신 거리 측정에 이용하였다.

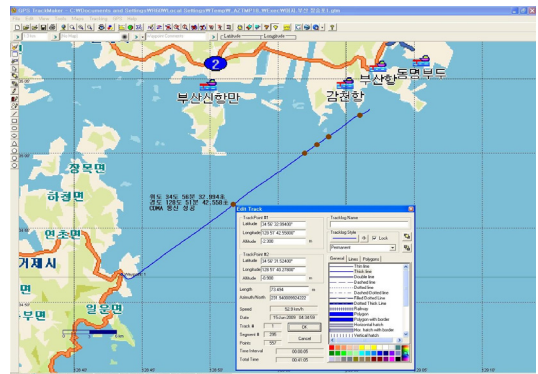


Figure 7: 부산 장승포 간 해상 통신 테스트 경로

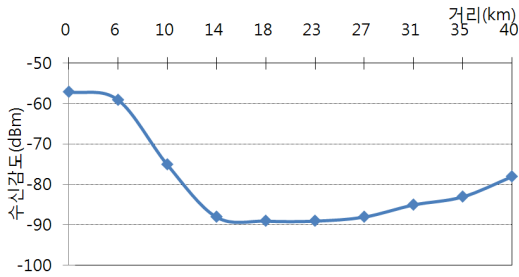


Figure 8: RSSI(Receiving Signal Strength Indicator)

무선원격 제어보드의 해상통신 거리측정은 부산항에서 장승포항까지 운항하는 선박을 이용하여 측정하였으며 선실내에서 최대한 외부와 근접한 지역에 CDMA 안테나와 GPS 안테나를 위치시켜 놓은 다음에 측정을 실시하여 아래와 같은 데이터를 획득하였다.

Figure 7의 측정 결과에서 직선으로 표시된 부분은 측정 항로를 표시하고 있으며 항로표시선 위의 동그란 점이 CDMA 통신이 이루어진 지점이다. CDMA SMS 패킷은 프로그램으로 3분마다 송신하게 되어 있으며, 송신시마다 80 byte 두 번으로 나누어 패킷을 전송한다.

Figure 8은 거리에 따른 CDMA 모뎀의 수신감도 세기를 나타내며, 일반적으로 -50 dBm 이상이면 매우 양호한 수신신호 강도를 나타낸다. 이때 안테나의 이득이나 회로내부의 손실은 고려하지 않는다. -80 dBm 이상이면 수신신호를 의미 있는 데이터를 해석할 수 있는 신호강도이다. 그 이하는 의미 없는 신호로 해석 가능하다.

무선원격 제어보드를 이용한 해상통신 테스트는 무선원격 모니터링 프로그램을 통해서 CDMA 통신 시각을 확인할 수가 있으며, CDMA SMS 패킷 송신시 전송된 GPS 위치 데이터를 보여준다. 모니터링 프로그램의 화면 구성은 Figure 9와 같다.

해상통신 테스트에서는 CDMA 통신상태 확인 및 GPS 위치 데이터 수신 확인이 주목적이기 때문에 화면에 나타난 것과 같이 AC 변환기 측정 데이터 입력 값이 없기 때문에 모든 데이터 항목들이 0의 값으로 처리되어 표시되었다.



Figure 9: The monitoring program of the CDMA tele-controlling system

5. 결 론

선박을 이용한 CDMA 해상통신 테스트상의 문제점은 무선원격 제어보드를 선내에 위치시켜 통신 테스트를 시행하여야 하기 때문에 실제 사용 환경과 달라 통신상의 문제점 즉, SMS 패킷의 전송이 원활하게 이루어지지 않았다는 문제점이 발생하였으며, 이동하는 선박의 선내에서 측정하여 해상에서 고정된 위치에서 사용하는 환경과는 다르기 때문에 CDMA 패킷 전송시 원활한 통신 상태를 유지할 수 없어 패킷 전송 오류가 발생된 것으로 판단할 수 있다.

그리고 운항 선박의 외부에 설치하여 CDMA 패킷 전송 시험을 수행한 관계로, 무선원격 제어보드의 실제 사용 환경인 해상 특정 지점의 고정된 위치에서 사용하는 통신 환경에서는 더욱 양호한 결과를 도출할 수 있을 것으로 기대된다.

또한 CDMA 이동통신망은 발전성이 가장 큰 방법이다. 문제는 수신가능 지역이 되는가 하는 것이 문제이나, 본 논문에서 10 km 정도의 통신 거리를 확인하였다. 그리고 거리가 너무 멀 경우에도 중간에 섬에 태양전지를 탑재한 중계기를 설치함으로 통신의 불능을 막을 수 있다. 향후 CDMA 통신방식의 기술이 현저하게 발전한다고 하더라도 새로 개발된 CDMA 모뎀만 교체하면 되기 때문에 신기술 이용에는 문제가 없으리라 판단된다.

후 기

본 연구는 국토해양부 “해양시설물용 Hybrid 전력생산시스템 기술 개발”의 지원으로 작성됨.

참고문헌

- [1] Internet Document,
"http://www.kaan.or.kr/"
- [2] http://www.momaf.go.kr/
- [3] 권혁동, “항로표지 지능화를 통한 e-Navi 발전 전략,” 해양한국, 통권407호, pp. 100-109, 2007, 8.
- [4] ITU, “Technical Characteristics for a Universal Shipborne Automatic Identification System Using Time Division Multiple Access in the VHF Maritime Mobile Band”, ITU-R M.1371.
- [5] 과학기술부, GPS/INS/CDMA 통신망 통합복합시스템 개발에 관한 연구, 2004.
- [6] 한태희, “CDMA2000 1x 이동국 모델을 위한 하드웨어/소프트웨어 동시 검정방법,” 전자공학회 논문지, SD 제39권, 제4호, pp. 46-56, 2002, 7.
- [7] http://www.atmel.com
- [8] M802F Programmer's Guide Ver 1.4, YISO Wireless Co., Ltd.



오진석(吳珍錫)

1960년 3월생. 한국해양대학졸업. 한국해양대학 대학원 수료(공학박사). 일본 큐슈대학 대학원 수료(공학박사). 1983년-1986년 영국 ZODIAC 선박회사 엔지니어. 1989년-1992년 국방과학연구소 연구원. 1992년-1996년 양산대학교 교수. 1996년-현재 한국해양대학 교수. 2001년-2002년 영국 CARDIFF 대학 교환 교수. 2002년-2009년 중소기업산학협력단 단장. 2004년-2006년 한국마린엔지니어링학회 기획이사. 2001년-2006년 영국 K.O.Tech. 컨설턴트. 2005년-2006년 부울산학연합의회 회장. 2009년-현재 산학연ETRS센터 소장 2009년-2011년 선박전자기계공학부장

저 자 소 개

전중성(田重成)

1961년생. 1997년 한국해양대학교 전자통신공학과(석사). 2000년 한국해양대학교 전자통신공학과(공학박사). 2009년-현재 (주)안세기술 정보통신기술연구소 연구원

