IT융합 기술을 활용한 스마트 페데스털 시스템의 개발

유남현*

Development of Smart Pedestal System using IT Convergence Technology

Nam-Hyun Yoo*

요 약

최근 해양 레포츠 활동에 대한 사람들의 참여가 증가하면서 마리나에 대한 수요가 폭증하고 있다. 이와 같은 수요를 충당하기 위하여 국토해양부에서는 2019년까지 총 1조 7000억원을 투입하여 전국 43개소에 5,600여 척을 계류할 수 있는 마리나 시설을 건립할 계획이다. 마리나 시설에 가장 필요한 시설이 바로 레저 보트에 전기와 물을 공급할 수 있는 페데스털 시스템이다. 현재, 우리나라에 설치되는 페데스털 시스템은 전부 해외에서 수입하고 있다. 이에 본 논문에서는 국내 최초로 IT 융합 기술을 이용하여 스마트 페데스털 시스템을 개발하였다.

ABSTRACT

Recently, needs of recreational marine industry are consistently increasing due to increasing of income and pursuit on well-being. For these needs, central government and local governments have tried to build tens of marinas to meet demands and promote related industries. Therefore, need of smart pedestal system has also increased. However, domestic companies have not manufactured smart pedestal systems, so many pedestal systems have been imported from advanced countries such as England, Denmark, and Italy. This research has developed a smart pedestal system using IT convergence technology. This system is assembled by each several module which has its own function and board. Each module is not developed on an embedded OS. Instead, it has its customized operational software based on its kernel. Thus, this system brings about cost reduction of productions and maintenance.

키워드

Pedestal, Embedded System, IT Convergence, Recreational Marine Industry
페데스탈, 임베디드 시스템, IT융합, 해양레포츠산업

Ⅰ. 서 론

2000년대 후반에 들어서 해양 레포츠 관련 저변 확대와 국민 소득 수준의 향상으로 인하여 해양 레포츠 분야에 대한 관심이 증가하게 되면서 관련 분야에 대한 다양한 요구가 증가하고 있다. 이에 정부는 2009년에 “마리나 항만의 조성 및 관리 등에 관한 법률(2009.12)”을 제정 공포하였으며, 2010년 1월에 기본계획을 수립하여 해양 레포츠 관련 기반 인프라 확장 방안을 마련하고, 이를 토대로 국내 및 해외 관광객의 적극적인 수요를 이끌어내려 하고 있다[1]. 현재 국내에는 부산시 수영만, 경기도 화성군 전곡 등을 포함한 8개소의 공공 마리나와 충무, 서울, 삼천포 등의 6개소의 민간업자들이 운영하는 마리나들이 있으며, 중앙

* 경남대학교 해양시스템융합기술연구센터(hyun43@kyungnam.ac.kr)
접수일자 : 2012. 09. 30 심사(수정)일자 : 2012. 10. 08 게재확정일자 : 2012. 10. 15

정부에서는 2019년까지 총 1조 7000억원을 투입하여 전국 43개소에 5,600 여척을 계류할 수 있는 마리나 항 개발 계획을 수립하여 추진하고 있다. 중앙정부와 별도로 지방 정부에서도 자체적으로 마리나를 포함한 각종 해양레포츠 기반을 조성하기 위한 노력도 다양하게 진행되고 있다. 대표적인 곳이 경기도와 경상남도 거제도이다. 경기도에서는 2020년까지 전곡, 제부, 흘곳, 구봉항 등에 1,957억 원을 투자하여 1,100척이 계류가 가능한 마리나 시설을 확충할 예정이며, 용유-무의 관광 단지 및 안산 선감 오션 랜드에도 관련 시설을 확충할 예정이다. 또한, 경상남도 거제시의 경우에도 2009년도부터 국비, 도비, 시비를 투자하여 대포항에 해양 마리나 시설을 건설하고 있으며, 거제시 지세포에는 해외 자본과의 합작을 통하여 마리나 시설이 포함된 복합 유흥 단지를 1조원 이상 투자하여 마리나 기반 시설을 건립할 예정이다. 이외에도 부산시, 강원도, 제주도에서도 해양 레포츠 활성화를 위하여 다기능 어항 개발에 대한 연구 및 투자가 이루어지고 있다[2].

최근 마리나 개발이 활발해지면서 방파제, 호안, 정박지, 안벽, 부잔교, 계선부표 등의 기본 시설과 숙박시설, 상업시설 등의 서비스 편의 시설의 신규 구축 사업 등이 증가하고 있으며, 그에 따라 보트 및 요트를 위한 보관시설, 승하가 시설, 보급시설, 안전시설 등에 대한 수요가 급증하고 있다[3]. 특히, 요트 및 보트를 위한 보급시설 중의 하나인 스마트 페데스털(Pedestal)의 수요가 급증하고 있으나, 국내에서는 자체 기술을 이용한 스마트 페데스털 개발 사례가 없기 때문에 대부분 영국, 덴마크, 이태리 등지에서 전량 수입하고 있다. 또한, 페데스털이 설치되는 장소가 대부분 해안 지역으로서 염분, 파도, 바람 등의 악조건 상황에서 운용되고 있기 때문에 장비 자체의 손상이 발생할 수 있는 확률이 많으며, 대부분 수리를 위해서 장비 전체 혹은 부품을 수입하여 교체해야 하는 문제점이 있다.

이에 본 연구에서는 최고 수준인 국내의 IT 제조 기술을 활용하여 마리나용 급수 및 급전을 위한 스마트 페데스털 시스템을 개발하고자 한다. 부품 수급의 안정을 위하여 국내에서 생산 가능한 부품으로만 시스템을 구성한다. 또한, 스마트 페데스털 시스템을 위한 임베디드 시스템의 경우 임베디드 OS를 탑재하지 않고, 최적화된 커널을 기반으로 하여 기능별로 MCU 보드를 각각 구성한 후, 각 보드들 간의 UART기반의 시리얼 통신을 활용하여 시스템을 개발하였다.

II. 시스템의 기본개념 및 구성

2.1. 개발목표

최근 선진국에서 출시되는 페데스탈 시스템들은 단순하게 수도와 전기를 공급하는 개념에서 벗어나, 조명 및 IT 기술이 융합된 다양한 형태의 스마트 페데스털 시스템들이 출시되고 있다. 현재, 국내에서 사용되고 있는 국내에 출시되고 있는 페데스털들은 대부분 아날로그 기반으로서 계류 중인 선박에서 사용하는 수도와 전기 사용량을 확인할 수 없기 때문에 선박의 크기 40피트를 기준으로 하였을 때, 연간 240여 만원의 사용료 중에서 수도 및 전기 사용료는 184,560원으로 일괄 징수하고 있다[4]. 또한 페데스털의 이상유무 상태를 확인할 수 없기 때문에 정상 작동 유무를 확인하기 위해서는 현장을 직접 방문해야 하는 문제점 등이 있다. 이에 본 연구에서 개발하는 스마트 페데스털 시스템에는 해외 및 국내 시장에서 점유율이 높은 Sistema Walcon, Tellykey, Plus Marine등의 선진국의 스마트 페데스털 시스템들의 기능을 분석하여 표 1과 같은 차별화된 기능들을 구현하기로 하였다. 그림 1은 최근 출시되고 있는 각종 선진국들에서 출시되고 있는 스마트 페데스털 시스템들이다.

그림 1. Sistema walcon/tellykey/plus marine
Fig. 1 Various products of other companies

표 1. 선진국 시스템과의 비교
Table 1. Comparison with other products

구분	Sistema Walcon	Tellykey	Plus Marine	제안 시스템
급수기능	○	○	○	○
급전기능	○	○	○	○
외부통신지원	×	×	○	○
야간조명	×	○	×	○
사용자인증	○	○	×	○
HMI	○	×	○	○
회원관리	×	○	○	○
원격모니터링 및 제어	×	△	△	○
과금시스템	×	○	×	○
운항관리	×	×	×	○
통계자료산출	×	×	×	○

최근 IT 융합 기술에 대한 다양한 수요로 인하여 제공되는 임베디드 솔루션들은 대부분 다양한 기능들을 하나의 시스템에 집약하는 경향이 강하기 때문에 대부분 Multi Board/Multi MCU 형태 혹은 Single Board/Multi MCU 형태를 갖추는 경우가 대부분이다. 이와 같은 하드웨어 구조 위에 MS Windows CE, 임베디드 리눅스 (Embedded Linux), VxWorks등과 같은 임베디드 OS를 탑재하여 시스템의 다양한 기능들을 구현한다. 이에 반하여 본 연구에서는 시스템에서 제공하는 기능별로 Single Board/Single MCU 형태로 하드웨어를 구성한 후에 임베디드 OS를 탑재하지 않고 각 보드의 커널의 최적화를 통하여 각 기능을 구현하고, UART 기반의 통신 프로토콜을 사용하여 정보를 공유하는 형태로 시스템을 구성하는 것을 목표로 하였다. 또한, 페데스털 시스템을 구성하는 모든 부품들은 국내에서 생산하는 부품들로만 구성하였다.

2.2. 시스템의 구조

본 논문에서 개발한 스마트 페데스털 시스템은 크게 계류장에 설치되는 페데스털과 이 시스템과 연동되어 작동되는 PC 기반의 관리 프로그램으로 구성된다. 페데스털은 하드웨어와 페데스털 제어 시스템으로 구성된다.

페데스털을 구성하는 하드웨어는 메인 제어 보드 (Main Control Board), LED 조명, 급전 모듈, 급수 모듈, RFID (Radio Frequency Identification System) 리더기, 이더넷 (Ethernet)모듈, 사운드 카드, LCD 모듈 등으로 구성되며, 커널 기반의 소프트웨어는 페데스털 제어 시스템, HMI (Human Machine Interface), 급수 관리시스템, 급전 관리시스템, 과금 시스템, 데이터 송수신 시스템으로 구성한다.

페데스털 제어 시스템은 각 기능별로 구성된 MCU 보드들과 시리얼 통신을 통하여 제어 및 상태 정보를 송수신하고, LCD 모듈을 통하여 사용자와 인터페이스 역할을 수행한다. 동시에 외부의 PC 기반 관리 프로그램과의 통신 기능을 통하여 페데스털의 원격 제어 및 모니터링 기능을 구현할 수 있도록 한다. 급수 및 급전 관리 시스템은 사용자가 사용한 만큼의 물의 양과 전기의 양을 1초 단위로 측정한 값을 페데스털 제어 시스템에 제공하며, 사용자의 제어 신호에 따라 공급을 중단하거나 제공할 수 있도록 하였다. 과금 시스템은 RFID 기반으로 구성하여 사용자가 RFID 카드를 이용하여 사용자의 인증 과정을 수행한 후, 사용한 만큼 요금이 부과될 수 있도록 하였다. 데이터 송수신 시스템의 경우 이더넷 기반으로 구성되어 TCP/IP를 기반으로 하여 PC기반의 관리 프로그램으로부터 각종 정보 및 제어 신호를 교환할 수 있도록 하였다. 그림. 2는 본 연구에서 개발한 시스템의 전체 구조이다.

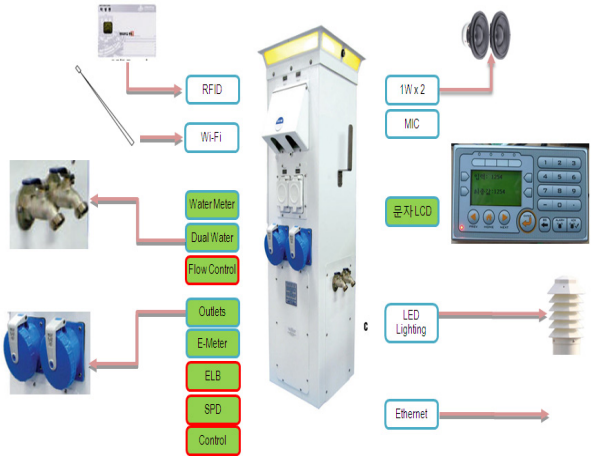

그림 2. 시스템의 구조
Fig. 2 Architecture of smart pedestal system

III. 시스템의 개발

3.1. PC 기반 관리 프로그램

PC 기반 관리 프로그램에서 구현 된 사용자 메뉴는 페데스털 장비 관리, 계류장 관리, 요금관리, 입출항 관리, 및 통계 정보 등이다. 회원관리에서는 RFID 기반으로 작동되며, 회원의 등록/수정/삭제/조회 기능, 회원용 RFID카드 발급 및 관리, 선박의 정보 등록/수정/삭제/조회 등의 기능을 제공한다. 장비 관리에서는 계류장에 설치되어 있는 각 페데스털의 급수·급전 장치의 On/Off 와 원격지에서 소프트웨어 업그레이드 및 버전 관리 기능 등을 제공한다. 요금관리에서는 사용자별로 전기 및 물의 사용량을 기반으로 사용자별로 요금을 부과하고, 결재하는 기능을 수행한다. 입출항 관리에서는 각 페데스털과 연계되는 선박들의 입출항 현황을 실시간으로 확인할 수 있으며, 이를 기반으로 지도를 기반으로 계류장 현황 정보를 제공한다. 또한, 통계 정보에서는 관리자가 회원별, 선박별, 계류장별, 시간대별로 이용 현황 등을 조회할 수 있도록 하였다. 이 관리 프로그램은 MS Windows 7환경에서 C#과 닷넷 프레임워크를 사용하여 개발하였으며, 데이터베이스는 MS SQL Server 2008을 사용하였다. 그림 3.은 PC 기반 관리 프로그램의 구현 화면 중의 계류장 관리 프로그램의 화면이다.

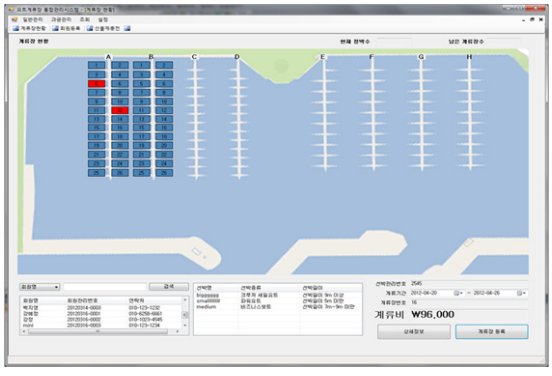

그림 6. 계류장 관리 화면
Fig. 3 A Screenshot of management program based on PC

3.2.하드웨어

메인 제어 보드는 페데스털의 각 기능을 구현하는 보드들 간의 연결을 통하여 그 기능을 수행할 수 있도록 하는 제품이다. MCU는 MSP430F5419를 사용하였으며, TRF7960RHB 칩을 사용하여 RFID 기능을 구현하였다. 사용자에게 정보를 제공하고 제어 명령을 수신하기 위하여 8X4 Line의 LCD를 사용하였으며, 습도, 온도, 조도 센서 등을 부착하였다. 각종 주제어 보드에 저장된 각종 정보들을 백업하고 펌웨어를 업그레이드하기 위하여 SD카드 모듈을 설치하였으며, UART를 통하여 주위의 각종 보드들과 정보 및 제어 신호를 교환한다. 급전 모듈은 MSP430F5419를 사용하였으며, 알람을 발생하기 위하여 VS1003을 사운드 칩으로 사용하였으며, 1W짜리 스피커를 2개 사용하였다. 또한, 정보 제공을 위하여 이더넷 칩인 W5100을 사용하였으며, 전기의 공급을 제어하기 위하여 SSR (Solid State Relay)과 CT (Current Transformer)를 사용하였다. 전기 사용량의 기본 측정 단위는 kW이다. 급수 모듈은 호스스텐벨트, 스텐호스니플, 스텐나사티, SQ-LCK 90°엘보 및 수도꼭지 원스톱 커플링로 구성된 수도 부분, 13mm 크기로 최대유량 3(m3/h)를 지원하는 수동 계량기 원격미터기, 내압 15kgf/㎠를 지원하는 솔레노이드 밸브, 및 전자 펄스 발생기로 로 구성된다.

RFID 리더기는 TRF7960RHB를 사용하였으며, RFID 카드는 MIFARE사의 MF1 IC S50 (Standard)를 사용하였다. 또한, RFID 신호 교환을 사용한 통신 프로토콜은 ISO 14443A를 준수하였으며 NXP 보안 프로토콜을 사용하여 구현하였다. 그림 4는 본 논문에서 구현한 하드웨어들이다.

3.3. 페데스터 제어 시스템

페데스털 제어 시스템은 임베디드 OS 기반으로 개발하지 않고 MCU 보드에서 사용되는 커널을 최적화하는 방식을 이용하여 개발하였다. 페데스털의 대부분의 제어는 메인 제어 보드를 통하여 이루어지며, 급전 및 급수 관리 시스템, 과금 시스템, 데이터 송수신 시스템과의 RS-232C 프로토콜을 이용하여 각종 정보 및 제어 신호를 교환하도록 하였다. 페데스털 제어 시스템의 메인 로직은 사용자가 RFID 카드를 이용하여 사용자 인증을 획득한 후, 페데스털의 급전 및 급수 장치들을 이용할 수 있도록 하는 것이다. 또한, 사용자별 시스템 사용 내역에 대한 로그 파일 생성 및 PC

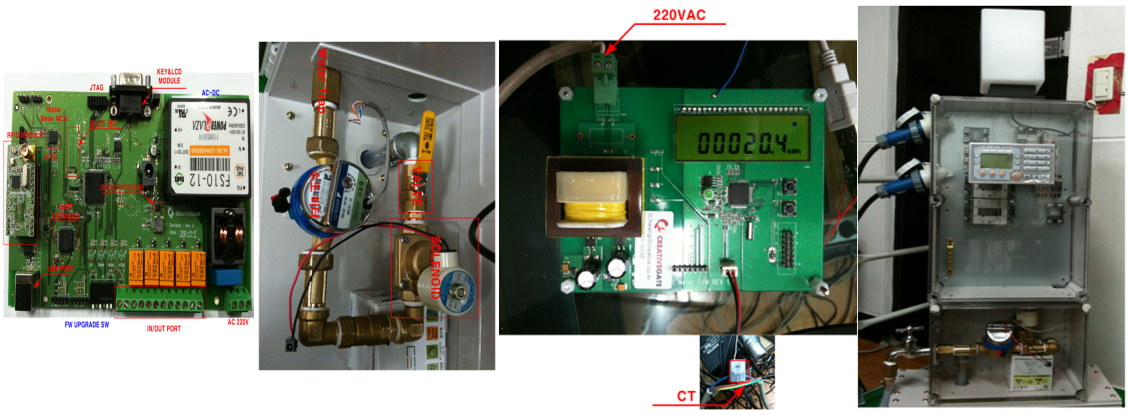

그림 4. 각 모듈 및 프로토 타입
Fig. 4 Each module and a prototype of smart pedestal system

기반 관리 프로그램에 관련 로그들을 전송하며, 사용자 인증 과정 중에서 신뢰성 및 보안을 이용하여 암호 인증 프로토콜을 사용하여 사용자 인증을 사용할 수 있도록 하였다. 또한, 사용자가 LCD 모듈을 통하여 각종 제어를 수행하고, 현재 정보를 수행할 수 있도록 하였다. 시스템을 구현하기 위하여 IAR Embedded Workbench IDE를 사용하였다. 표 2는 급수 관리 시스템에서 솔레노이드 밸브 제어를 위한 모듈의 알고리즘의 일부이다.

Ⅳ. 시스템 개발에 대한 고찰

현재, 국내에 수입되어 설치되고 있는 스마트 페데스털 시스템들은 국내에서 시행하는 KS, 전기용품안전인증, EMI, EMC 등의 각종 인증 시험을 거치지 않고 설치되고 있다. 물론, 해외의 안전 규격을 통과한 제품이기 하지만 국내 환경에 적합한 제품인지에 대한 공인 인증을 거치지 않는 문제점을 내포하고 있다. 본 연구에서 개발한 스마트 페데스털 시스템은 국내 공인 인증 테스트 시험을 통과 및 상호 인증 제도를 활용하여 향후 해외 시장 진출에도 문제가 없도록 하였다.

본 연구에서 개발한 페데스털의 하드웨어는 Multi Board / Multi MCU 방식이나 One Board / Multi MCI 방식을 이용하지 않고, Single Board/Single MCU 형태로 구성하였다. 이는 각 파트별로 Tier 혹은 모듈 형태로 구성이 가능하기 때문에 장비 유지보수 측면에 많은 장점을 가질 수 있다. 예를 들어 급수 모듈 부분에 장애가 발생하는 경우, 외산 제품의 경우 해당 보드 전체를 교체해야 하는 문제점을 가지고 있지

표 2. 솔레노이드 밸브 제어 알고리듬
Table 2. Algorithm of controlling solenoid valve

```
IF (Event & EVENT_MENUMODE)
        Event &= ~EVENT_MENU_MODE
        IF (WMeterStartMode == TRUE)
                WaterMeteringCount = 0;
                P3OUT |= 0x02;
                // Solenoid Power On
                gStartflag = TRUE;
                gExitflag = FALSE;
                WMeterStartMode = FALSE;
        ELSE IF (WMeterStopMode==TRUE)
                P3OUT &= ~0x02;
                // Solenoid Power Off
                txWord(WaterMeteringCount);
                gStartflg = FALSE;
                gExitflag = TRUE;
                WMeterStopMode = FALSE;
        ELSE IF (WMeterCallMode == TRUE)
                txWord(WaterMeteringCount);
                WMeterCallMode = FALSE;
        END IF
END IF
```

만 본 연구에서 개발한 스마트 페데스털 시스템은 고장이 난 급수 모듈 부분만을 교체하여 수리가 가능함으로써 비용 절감 효과를 기대할 수 있다. 또한, 각각의 기능을 구현하는 모듈들이 분리되어 있기 때문에 모듈별로 페데스털 제어 시스템을 업그레이드 하는 경우에는 업그레이드 시간을 단축할 수 있는 장점이 있다.

각종 임베디드 시스템을 개발할 때, 전용 운영체제를 활용하는 가장 큰 이유는 임베디드 OS에서 제공하는 각종 기능들을 쉽게 활용이 가능하기 때문이다. 그러나 임베디드 시스템에 운영체제 설치에 따른 시스템에 부하를 유발하기 때문에 하드웨어 비용을 상승시키며, 임베디드 OS가 가지는 자체의 버그로 인한 프로그램 개발 기간의 증가 및 시스템 오작동이 발생될 수 있는 문제점을 가질 수 있다. 본 연구에서는 임베디드 리눅스를 탑재한 상태와 임베디드 리눅스를 탑재하지 않은 상태에서 급수 관리 모듈을 프로그램을 각각 30회씩 응답 테스트 및 프로그램 로드 시간을 실험해보았다. 실험 결과를 산술평균으로 변환한 실험 결과는 그림 5.와, 각 기능별로 구성된 제어 모듈들을 커널 기반의 제어 소프트웨어로 구현하는 경우, 임베디드 OS 환경하에서 실행되는 것에 비하여 전체적으로 약 8~25%의 성능 향상을 확인할 수 있었다.

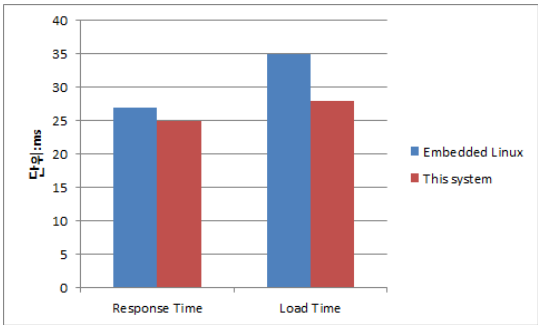

그림 5. 성능 테스트
Fig. 5 Performance test

V. 결 론

지금까지 국내에서는 해양 레포츠 산업은 대부분 선진국형 레저 활동이라고 치부하는 경우가 많았다. 그러나 최근에는 해양 레포츠 산업은 고용창출, 관광 진흥, 현재 침체기를 겪고 있는 중소조선 산업의 성장 등을 견인하는 국가 경제의 인프라 산업이라고 인식하고 있다. 또한, 우리나라 국민들의 소득이 증대 되고 잘 사는 것에 대한 관심도가 높아지면서 해양 레저 활동에 대한 관심이 꾸준히 증가하고 있는 추세이다[5]. 이런 추세를 바탕으로 최근 20여 곳에서 마리나를 개발하고 있으며, 향후 90여 곳에서도 관련된 개발 구상을 수립하고 있다. 이와 같이 마리나 구축 활성화는 그와 연관된 다양한 시설 및 장비들의 수요 또한 자연스럽게 증가할 수 있는 기반을 마련할 수 있으나, 국내의 해양 레포츠 관련 장비 및 인프라 구축 기술은 선진국에 비하여 매우 저조한 수준에 머물러 있는 문제점이 있다 [6].

본 연구에서는 국내의 아날로그 기반의 페데스털 시스템에 대비하여 IT 융합 기술을 적용하여 스마트 페데스털 시스템을 개발하였다. 이 시스템은 다양한 선진국 제품들의 분석을 통하여 선진국 제품들과 차별화될 수 있는 다양한 기능들을 제공하도록 하였다. 최근 출시되는 IT 융합 기반의 연구들의 추세인 임베디드 OS를 활용하지 않고, One-Board / One MCU 형태로 구성된 각각의 모듈들을 커널 기반의 제어 소프트웨어의 최적화를 통하여 각 기능을 구현하였으며, 이를 상호 연결하는 형태로 구축하였다. 이는 시스템의 장애 발생시 해당 모듈만을 교체할 수 있도록 하여, 시스템에 대한 유지보수 능력을 향상시키는 효과를 가져왔다. 또한, 커널 형태의 시스템의 구현으로 인하여 임베디드 OS 탑재에 따른 시스템의 부하를 최소화시켜, 사용된 부품들의 경량화를 실현하였다.

참고 문헌

[1] 심기섭, “마리나 항만 개발사업의 활성화를 위한 과제”, 해양수산, Vol. 2, No. 2, pp. 6-10, May 2012.
[2] 최영준, “마리나 등급제도에 관한 탐색적 연구”, 관광·레저연구, Vol. 22, No. 2, pp. 155-169, Mar. 2010.
[3] 김형근, “우리나라의 마리나항만 개발정책 방향”, 해양수산, 1권, 4호, pp. 26-32, Nov. 2011.
[4] 정종석, 하해동, “요트 발전을 위한 한국형 마리나 운영방안에 관한 연구”, 한국항해항만학회지, Vol. 28, No. 10, pp. 889-908, 2004.
[5] 조소희, “마리나 산업의 수요 전망 및 개발 방

향", 해양수산, Vol. 1, No. 3, pp. 184-187, Aug. 2011.
[6] 여인국, 이우형, 강성룡, 임병혁, 지영규, 민남기, 조남영, 이재민, 장영수, 김영미, "2010 산업융합 원천기술 로드맵 기획보고서 수송시스템(조선해양)", 지식경제부, 한국산업기술진흥원, 2010.

저자 소개

유남현(Nam-Hyun Yoo)

1999년 순천대학교 컴퓨터과학과 졸업
2001년 순천대학교 대학원 컴퓨터과학과 졸업(이학석사)
2007년 순천대학교 대학원 컴퓨터과학과 졸업 (이학박사)
2009년~2010년 오클라호마 대학교 방문교수
2011년 ㈜엘시스 개발팀장
2012년~현재 경남대학교 해양시스템융합기술연구센터 책임연구원
※ 관심분야 : Ocean&Marine IT System, Robot System, Semantic Web, Context Awareness, Control System, USN System