

<http://dx.doi.org/10.7236/IIBC.2015.15.6.217>

IIBC 2015-6-30

선박 평형수 처리 시스템의 안드로이드 원격 모니터링 시스템

Android Remote Monitoring System of Ballast Water Treatment System

최희민*, 서지노**, 이광섭***, 김선종****, 김주만*****

Hwi-Min Choi*, Ji-No Seo**, Kwang-Seob Lee***, Seon-Jong Kim****,
Joo-Man Kim*****

요 약 본 논문에서는 안드로이드 기반 장치에서 선박 평형수 처리 시스템의 센서 데이터를 시간과 장소에 구애받지 않고 원격 모니터링이 가능한 시스템을 설명한다. 제안하는 원격 모니터링 시스템은 선박 내에 설치된 선박 평형수 처리 시스템에 문제가 발생하였을 경우 파견되는 엔지니어를 위한 정보를 제공한다. 시스템은 선박으로부터 수집된 센서 데이터를 보존하는 서버와 이동이 자유로운 모바일 장치로 구성된다. 서버의 센서 데이터는 모바일 장치에서 원하는 조건을 입력하고 요청한다. 모든 센서 데이터를 수신할 경우 모바일에서 처리되는 시간이 길어져 문제가 발생했을 때 치명적일 수 있는 중요도가 높은 센서 데이터만을 수신하여 사용자에게 제공한다. 서버와 모바일 장치의 데이터 송수신은 안전한 통신을 위해 TCP/IP를 사용한다. 본 시스템에서는 선박 평형수 처리 시스템의 원격 모니터링 정보를 통해 센서의 고장을 예측한다.

Abstract In this paper, I describe a system for remote monitoring of devices Android-based sensor data recorded during the operation of the ballast water treatment system. The proposed remote monitoring system is Designed and implemented when a problem occurs in the ballast water treatment system installed in the vessel, provide information if you are unable to determine the cause in the field or engineer dispatch request of external. System developed is composed of a server holding the sensor data information collected from the vessel and a mobile device that is not bound to time and place. The transmission of sensor data between mobile devices and server, and is implemented by TCP/IP to transmit information securely. System is composed of request to the server from the mobile device after the user inputs the input values, to transmit the sensor data. The device provides the information of the sensor with a high level of importance to the user. Through the remote monitoring sensor information of the ballast water treatment system, the system is made to predict the failure of the sensor.

Key Words : Ballast Water Treatment System, Android, Remote Monitoring System, Smartphone

*정회원, 부산대학교 IT응용공학과

**준회원, 부산대학교 IT응용공학과

***정회원, 한라HMS(주) 연구소

****정회원, 부산대학교 IT응용공학과 교수

*****정회원, 부산대학교 IT응용공학과 교수(교신저자)

접수일자: 2015년 10월 26일, 수정완료: 2015년 11월 26일

게재확정일자: 2015년 12월 11일

Received: 26 October, 2015 / Revised: 26 November, 2015 /

Accepted: 11 December, 2015

*****Corresponding Author: joomkim@pusan.ac.kr

Dept. of Applied IT Engineering, Pusan University, Korea

1. 서 론

최근 무선네트워크 및 센서기술의 발달, 스마트폰과 같은 지능형 장비의 보급이 늘면서 다양한 분야에서 기술의 고도화를 위해 IT융합이 확대되고 있다. 기존의 작업 현장에서는 작업 환경의 이상을 예측하거나 빠르게 대처하는 것이 어려워 IT기술을 접목하여 작업의 효율을 증가시킬 필요성이 커지고 있다.

선박 평형수는 선박에 화물을 싣고 내리는 과정 또는 공선 상태에서 선박의 균형을 유지하기 위해 선박 내의 평형수 탱크에 적재하는 해수로, 적재 과정에서 해양 생물과 미생물이 유입되는데, 선박이 타 지역으로 이동 후 평형수 배출 과정에서 해수와 함께 유입된 해양 생물이 배출되어 해양 생태계의 이상을 초래하게 된다. 이에 국제해사기구(IMO, International marine organization)에서는 2004년 ‘선박 평형수와 침전물 통제 및 관리를 위한 국제 협약’을 채택하였고, 2009년 한국도 이 국제 협약에 가입하여 선박 평형수 관리법을 제정하는 등 선박에서 평형수 내의 해양 생물과 미생물을 사멸 처리하는 선박 평형수 처리 시스템(Ballast Water Treatment System)의 도입을 의무화하였다. 협약의 발효 시점은 30개국 이상이 비준하고 35% 이상의 상선 선박량 요건이 갖추어 지는 시기로 지정되어 있는데, 2012년 기준 35개국 비준과 27.95% 선박량이 확보되어 2017년 이전에 협약이 발효될 것으로 예측되고 있다[1]-[3].

선박에 존재하는 구성 기계 장치들은 고장이나 결함이 있는 경우 선주사에 막대한 경제적 피해를 줄 수 있는데, 선박은 대부분의 시간을 바다 위에 있기 때문에 정비 또는 수리를 통한 상황 해결이 매우 어렵기 때문이다. 대부분의 상황이 선박 내에서 자체적 해결이 불가능한 경우로, 육지에서 항공을 통해 엔지니어를 파견하여 해결하는데, 이 때 이송비용을 비롯하여 선박의 운항 스케줄의 지연에 의한 비용 손해 등 큰 피해가 발생할 수 있다[4]. 이에 선박에 새롭게 도입되는 선박 평형수 처리 시스템은 고장 발생으로 인해 큰 피해를 입는 것을 방지하기 위해 육상에서 시스템의 상태를 원격으로 모니터링하여 미리 방지할 수 있어야 한다는 의견이 제시되었다[5].

본 논문에서는 선박 평형수 처리 시스템 원격 모니터링을 위해 센서 데이터 수집 서버와 안드로이드 원격 모니터링 응용 프로그램을 설계 및 구현하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 선박 평형

수 처리 시스템의 개발 동향과 관련 기술 동향에 대해 언급하고, 3장에서는 시스템 설계 및 구현에 대해 서술하며, 4장에서 시스템 시험 결과에 대해 기술하고 5장에서는 결론과 향후 연구 내용에 대해 언급한다.

표 1. 유지보수 비용 비교[14]

Table 1. Comparison of maintenance costs

Cost in USD	Local expert	Supplier expert	Remote maintenance
Pure problem solving	1 hour	0.5 hour	0.5 hour
Busy time	5 hour	2 days	0.5 hour
Expert salary	500	1600	50
Expert travel expense	0	2000	0
Satellite Communication costs	0	0	240
Total USD	500	3600	290

II. 관련 연구

1. 선박 평형수 처리 시스템의 개발 동향

선박 평형수 관리법에 따라 선박 평형수 처리 시스템 설치가 의무화되면서 약 68,000여 척의 선박이 시스템을 도입하여야 하며, 한 척당 8~12억 원의 설치비용이 들어가는 만큼 선박 평형수 처리 시스템 시장은 약 80조 원의 규모를 형성하게 되었다. 이에 각국의 관련 산업 기업들이 다양한 방식의 기술을 확보하여 시장으로 뛰어들게 되었다. 국내에서는 최초로 전기 분해 방식을 이용하여 국제해사기구로부터 선박 평형수 처리 시스템의 승인을 확보한 ‘㈜테크로스’를 시작으로 자외선, 오존, 플라즈마 등 다양한 선박 평형수 처리 기술을 확보하고 있으며, 한국이 가장 많은 기본 및 종합 승인을 획득하여 선박 평형수 시장을 선도하고 있다[6].

국내외의 선박 평형수 처리 기술은 주로 4가지의 형태로 개발이 진행되었으며, 본 연구에서는 간접 전기 분해 방식의 선박 평형수 처리 시스템에 적용하였다.

그림 1은 간접 전기 분해 방식으로 해수에 포함된 염분을 전기 분해하여 염소를 얻고, 염소의 살균력으로 미생물을 처리하는 방식이다. 염화나트륨(NaCl)이 나트륨 양이온(Na+)과 염소 음이온(Cl-)으로 해리되고, 염소는 전극의 애노드에 반응하여 유리 염소(Cl₂)를 생성한다.

유리 염소는 다시 해수의 H₂O와 반응하여 소독에 쓰이는 차아염소산나트륨(NaOCl)과 수소(H₂)를 생성하는데, 매우 뛰어난 소독력을 가진 차아염소산나트륨을 이용해 해수 내의 미생물 사멸 처리를 수행한다[7].

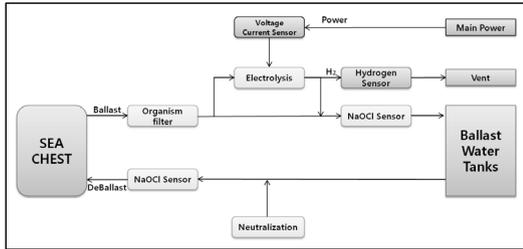


그림 1. 전기 분해 방식의 선박 평형수 처리
 Fig. 1. Ballast Water Treatment of electrolysis method

간접 전기 분해 방식을 이용한 선박 평형수 처리는 3.0ppm 보다 높은 농도의 차아염소산나트륨을 사용할 경우 99.99%의 박테리아 사멸과 99%이상의 플랑크톤을 제거하는 등 우수한 사멸 능력을 보이는 것으로 판명되었다. 하지만 처리 후 선박 평형수 배출 시 중화작업을 거치지 않으면 해양 오염이 발생하므로 반드시 중화 작업을 거쳐야 하고, 유리 염소와 해수의 반응에서 폭발 위험이 큰 수소가 발생하지 않도록 처리해야 하는 부분이 단점으로 작용한다[8][9].

이 외에도 열처리, 살균제, 여과기법 등 여러 가지 방식의 선박 평형수 처리 기술이 개발되어 선형 개발 기업들이 주요 기술을 확보하고 있다.

2. 관련 기술 동향

현재, 원격 모니터링 시스템이 이용되고 있는 분야는 매우 다양한데, 대표적으로 의료분야, 홈네트워크분야, 산업분야, 환경분야 등이 있다.

(주)솔네시스템에서 개발한 원격 모니터링 시스템은 각종 장비에 시리얼 이더넷 모듈을 내장하여 효율적으로 건물 관리가 가능하도록 하는 시스템을 개발하였다[10].

(주)렉터슨에서 개발한 'CX-300'은 풍력 발전기의 주요 요소의 동작 상태를 실시간으로 모니터링하고 이상 발생시, 사용자에게 즉시 통보하고, 진단을 통해 고장원인을 파악하는 정보 원격 모니터링 시스템으로 관리에 필요한 인력과 시간을 절약할 수 있게 하였다[11].

National Instruments는 자사에서 개발한 하드웨어와

소프트웨어 LabVIEW로 주로 산업분야에 여러 가지 다른 기기와 연동이 가능한 유무선 원격 모니터링 시스템을 구축할 수 있게 하였다[12].

원격제어SW업체 TeamViewer는 클라우드 기반 IT 장비 원격 모니터링 및 IT자산관리 솔루션을 개발하여 기업의 IT 장비의 정기 유지 보수를 원격 모니터링 할 수 있게 지원하고 시스템검사, 자산관리, 경보, 이메일 통보 기능, 기타 필요한 툴을 제공하여 유지보수 비용을 감소시킬 수 있게 하였다[13].

III. 시스템 설계 및 구현

선박 평형수 처리 시스템의 원격 모니터링 시스템의 구성은 크게 센서를 측정하는 선박 측과 센서 데이터 수집 및 관리를 담당하는 육상 측으로 구별된다.

1. 선박 측 장치 구성

선박 평형수 처리 시스템에 장착된 센서는 데이터 발생의 근원지로, 해수 유량, 전압, 전류, 염소 농도, 수소 가스 발생 여부, 밸브의 각도 등 32가지의 센서가 장착되어 있으며, 본 연구에서는 빠른 테스트를 위하여 미리 측정 장치의 메모리에 저장하여 개발하였다.

선박 측의 장치는 센서로부터 일정 주기로 데이터를 수집하는 PLC와 측정된 데이터를 게이트웨이를 통해 위성으로 전달하는 NI社의 RIO로 구성된다.

2. 육상 원격지 측 장치 구성

육상에 설치된 Monitoring Server는 선박으로부터 최소 수 시간 이상의 비교적 긴 주기로 측정된 센서 데이터를 전달받아 수집하고, 분석하는 장치로, 범용 PC가 사용되었다.

모바일 장치는 육상 원격지의 데이터 분석 담당자가 시간과 장소에 관계없이 주요 센서 데이터를 확인하고 분석할 수 있도록 전용 애플리케이션을 개발하여 설치한다. 안드로이드 플랫폼을 대상으로 원격 모니터링 애플리케이션을 구현하였다.

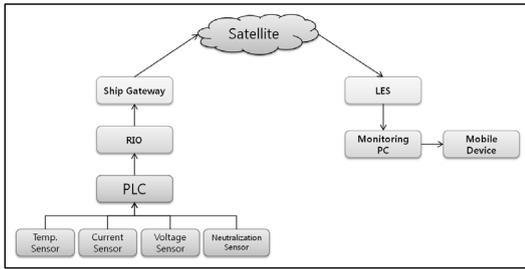


그림 2. 원격 모니터링 시스템 블록 구성도
Fig. 2. Block Diagram of Monitoring System

3. 안드로이드 원격 모니터링 시스템 설계

선박 평형수 처리 시스템 원격 모니터링 시스템의 전체 구성은 그림 2와 같다. 선박에 장착되어 있는 PLC가 여러 가지 센서로부터 데이터를 수집하고, RIO가 설정된 정보를 기반으로 위성을 통해 데이터를 육상 원격지로 전송한다. 모니터링 PC는 센서 데이터를 수집하고, 분석이 요청될 때에 날짜 입력으로 불러올 수 있도록 구성한다.

표 2는 원격 모니터링 애플리케이션의 개발 환경이다. 안드로이드 개발 환경은 다양한 모바일 기기에서 사용이 가능하고, 충분한 API 활용이 가능하다는 점에서 4.0.3 버전을 선택하였다.

안드로이드 애플리케이션은 센서 데이터 확인이 요구될 때 무선 네트워크 연결 상태를 확인하고, 원하는 데이터가 기록된 날짜를 입력받아 모니터링 PC로 센서 데이터를 요청할 수 있도록 구현한다.

장치에서는 데이터 분석 담당자가 모바일 장치로 센서 데이터를 확인할 시 큰 이상이 있음을 바로 알릴 수 있게 최근 조회한 자료를 DB에 저장하고, 가까운 시일에 저장되어 있는 데이터가 없는 경우를 대비하여 센서 데이터별 고장이라고 예측되는 상황을 설정한다.

모바일 장치는 DB로 저장할 수 있는 공간의 한계가 큰 점을 고려하여 애플리케이션 실행 시 일정 기간이 지난 데이터를 탐색하여 삭제하고, 모니터링 PC로부터 센서 데이터를 수신할 때 전체 데이터를 저장할 경우 시간이 많이 소요되고 메모리 또한 많이 차지하게 되기 때문에 센서 데이터를 1/10만 저장한다.

표 2. 개발환경

Table 2. Development environment

구분	항목	내용
안드로이드 기기	개발 환경	Android 4.0.3
	사용 언어	Java
	개발 Tool	eclipse
	개발 타겟	Galaxy note 8.0
센서 데이터 수집 서버	개발 환경	Windows 7
	개발 언어	Java
	개발 환경	eclipse

4. 원격 모니터링 시스템 구현

센서 데이터는 선박 평형수 처리 시스템에 설치된 PLC에 의해 수집한 센서 데이터를 Excel의 csv 확장자 파일로 저장되고, 육상 원격지의 모니터링 PC에 전달된다.

안드로이드 모바일 장치가 모니터링 PC로 원하는 센서 데이터를 조금 더 빠르게 탐색하기 위해 가장 첫 화면에 요청할 데이터의 조건을 설정할 수 있는 페이지를 구현했다. 설정 조건은 모니터링 PC와 통신을 위한 IP와 Port, 선박 종류, 저장된 날짜로 지정했다.

설정된 조건으로 모니터링 PC에서 센서 데이터 파일을 탐색했을 때 선박의 이동거리가 짧아 같은 날짜에 다수의 파일이 존재할 수 있는 가능성이 있으므로 해당하는 조건에 일치하는 센서 데이터의 파일명만 모바일 장비로 되돌려준다. 데이터 분석 담당자는 기록된 센서 데이터의 번호 또는 기록 시간을 확인하여 분석 대상 파일을 선택하면 모니터링 PC로 해당 파일을 요청한다.

안드로이드 플랫폼에서 Excel의 csv 확장자 파일의 처리는 다소 어려움이 있는 점이 있으므로 모니터링 PC에서 요청받은 파일을 송신하기 전에 데이터를 추출하여 xls로 재구성한 후 송신한다.

모바일 장치는 수신이 완료되면 Excel파일에서 센서 데이터를 추출하는 작업을 수행한다. 선박 평형수 처리 시스템에 설치된 PLC는 초당 1회 센서 데이터를 기록하도록 되어 있어 총 데이터의 수는 10만 개 이상으로 매우 많다. 따라서 모든 데이터를 추출하는 것은 모바일 특성상 처리 속도가 느려 시간 소요가 크고, DB에 저장하기에 부담이 될 수 있으므로 고장 시 치명적인 결과를 초래하는 주요 센서 데이터만 추출한다.

센서 데이터 분석은 Logging Table과 Graph Page로

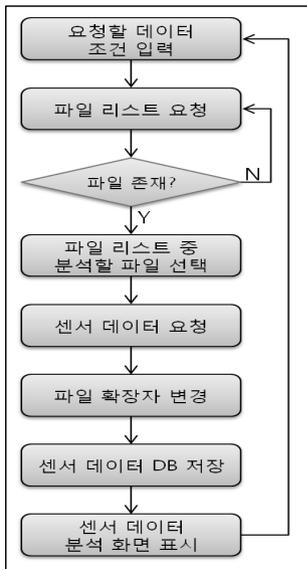


그림 3. 모니터링 시스템 흐름도
 Fig. 3 Monitoring System Flowchart

표현하고, 페이지 진입 시에 최근에 저장된 센서 데이터가 있는지 DB를 확인하고 이전 데이터와 현재 데이터를 비교하여 각 센서별 오차 범위에서 벗어났을 경우 주의, 위험 두 단계로 나누어 분석 페이지 시작 시에 알림을 준다. 최근에 저장된 센서 데이터가 존재하지 않는 경우, 각 센서별로 이상적인 시스템 수행에 따른 센서 데이터 값과 비교하는 방식으로 이상 징후를 검출한다.

센서 데이터 이상 징후 판단에서, 정상 상태의 데이터에서 일부가 갑자기 크게 변하는 부분이 발생하였거나 전체적으로 값이 조금 증가하거나 감소한 경우는 주의 단계로, 데이터가 원래의 형상을 잃은 경우나 크게 증가하거나 감소한 경우는 위험 단계로 설정한다.

위험 단계는 이미 문제가 발생하였을 가능성이 큰 경우로 육상에서 모니터링하여 감지되었을 때 선박 내에서 문제 해결을 위해 이미 조치가 있었거나 선박 평형수 처리 시스템의 메이커에서 데이터를 분석해야 하는 상황이다. 하지만 주의 단계에서 고장이 날 것 같은 이상 징후를 발생했을 경우, 육상에서 선박으로 연락을 취하여 대처를 하거나 선박이 육지에 정박할 때 엔지니어에게 점검을 요청하여 미연에 고장을 방지할 수 있다.

IV. 시스템 시험 결과

본 시스템 실험 과정에서는 전체 장비를 준비하기에 어려운 점이 있어 모니터링 PC에 실제 환경과 같이 데이터를 저장하여 진행하였다.

애플리케이션의 첫 페이지인 설정 액티비티의 IP와 Port 설정은 통신할 모니터링 PC를 기본 값으로 가지도록 하고 수정이 가능한 형태로 구성하였다. Select Data는 선박의 종류, Select Date는 센서 데이터가 기록된 날짜를 선택할 수 있고, 애플리케이션을 기동한 현재 날짜를 기본 값으로 가진다. 설정이 완료되면, Request 버튼으로 모니터링 PC에 해당하는 조건에 맞는 파일들의 이름을 요청한다.



그림 4. 모니터링 초기설정 화면
 Fig. 4. Initial setup screen for monitoring

모니터링 PC가 조건에 부합하는 파일들을 찾고, 리스트를 되돌려 주는 시간은 최대 3초 이내에 수행되었다. 파일 리스트를 나타내는 화면에서는 해당하는 파일들의 경로를 나타내고, 파일명을 리스트 뷰로 구성하여 데이터 확인 및 분석을 원하는 파일을 쉽게 요청할 수 있었다.

센서 데이터 파일의 이름은 선박 이름과 인덱스, 기록 시 수행된 모드, 날짜로 구성되어 한눈에 알아보기 쉬웠다. 파일의 크기는 선박마다 시스템이 수행되는 시간이 다르고, 모드에 따라 측정되는 센서의 수가 달라 1~3Mbyte로 다양했다.

센서 데이터 파일은 용량과 네트워크 환경에 따라 전송 시간이 크게 차이 났다. 대표적으로 LTE 환경에서 3초 이내에 전송이 완료 되는 것을 확인 하였다.

센서 데이터를 추출하여 DB에 저장하는 과정은 모든 데이터를 저장하는 경우 약 1분, 고장 시 치명적인 결과를 초래하는 센서만 저장하는 경우 약 10초, 일부 센서

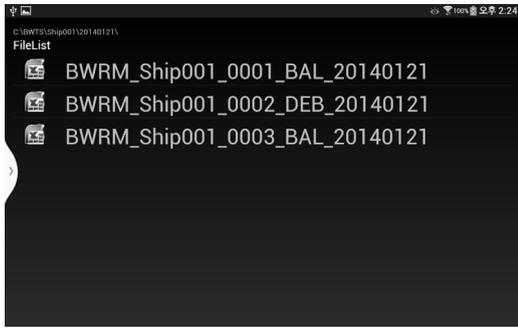


그림 5. 원격 전송 파일 목록
Fig. 5. File List for Remote Transmission

데이터만 저장하면서 데이터를 일정 주기로 평균화하여 저장하는 경우 1~2초에 수행되었다.

센서 데이터 분석 액티비티가 시작되면, 가장 먼저 현재 분석하는 센서 데이터에 이상이 있는지 확인하는데, 실험용 센서 데이터는 모두 이상 작동이 없는 내용으로 아무 주의 메시지가 발생하지 않아 데이터를 기계 장비에 이상이 있는 것처럼 임의로 수정하여 실험하였다. 정상 데이터로 실험하였을 경우 별도의 알람 다이얼로그 없이 바로 데이터 분석 화면이 나타나고, 임의적으로 수정한 데이터로 실험하였을 경우 데이터 분석 화면 위에 어떤 센서에 이상 징후가 발생하는지, 주의인지 위험인지 알람 다이얼로그로 나타났다.

Time	DPT-201	PT-301	C_n	TR0-601	CV-101
9:00:13	0.09	0.33	24.81	0.09	0.09
9:01:13	0.09	0.7	24.81	0.09	0.09
9:02:13	0.13	1.01	24.81	0.13	0.13
9:03:13	0.14	1.09	24.81	0.14	0.14
9:04:13	0.17	1.27	24.81	0.17	0.17
9:05:13	0.21	1.41	24.81	0.21	0.21
9:06:13	0.24	1.43	24.81	0.24	0.24
9:07:13	0.28	1.47	24.81	0.28	0.28
9:08:13	0.3	1.48	24.81	0.3	0.3
9:09:13	0.37	1.47	24.81	0.37	0.37
9:10:13	0.44	1.49	24.81	0.44	0.44
9:11:13	0.48	1.51	24.81	0.48	0.48
9:12:13	0.53	1.49	24.81	0.53	0.53
9:13:13	0.1	1.48	24.81	0.1	0.1
9:14:13	0.09	1.53	24.81	0.09	0.09

그림 6. 센서 데이터 수신 값
Fig. 6. Received Value of Sensor Data

PLC에서는 1초마다 1개의 데이터를 수집하였지만, 애플리케이션에서 추출할 시에는 1분에 한 개 주기로 저장하여 표현되었다. 그림 6은 센서 데이터 로깅 테이블로 파일 선택 시 이미 날짜는 선택한 부분이므로 생략하여 측정된 시간과 데이터 값으로 나타났다. 데이터가 많은

만큼, 테이블에 스크롤을 추가하여 상하를 이동하며 데이터를 확인할 수 있다.

그림 7의 트렌드 시그널 모니터링 화면은 초기 시작 화면에서부터 4번째 레벨에 위치하며, 분석 대상 센서의 데이터 변화를 시간축에 나타내어 한 눈에 여러개의 센서 데이터에 대한 시간별 변화를 그래프로 확인할 수 있도록 하였다. 특성이 나쁜 센서에 대하여 진단하기 편하도록 그래프의 색상으로 구분하는데, 주의 단계는 노란색, 위험 단계는 빨간색으로 표현하여 빠르게 고장 위험이 예상되는 센서를 진단 할 수 있도록 하였다.

V. 결론

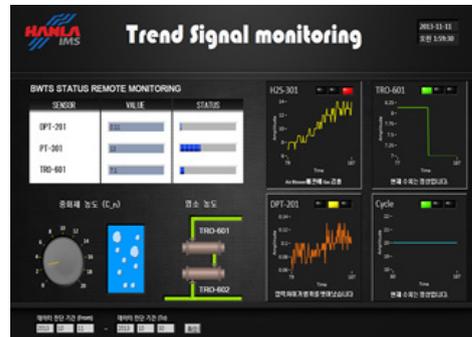


그림 7. 트렌드 시그널 모니터링 화면
Fig. 7. Screen for Trend Signal Monitoring

본 논문은 안드로이드 기반 선박 평형수 처리 시스템 원격 모니터링 시스템을 설계하고 구현하였다. 센서 데이터 수집 서버가 열려있다면 사용자는 장소와 관계없이 안드로이드 기기를 이용하여 수집된 선박 센서 데이터를 전송 받을 수 있으며, 중요한 센서에 한해 자체적으로 데이터를 모니터링 할 수 있다. 하지만 아직까지 센서 데이터 수집 서버에 원격으로 접근 하여 데이터를 얻는 과정 사이에 사용자 접근 권한과 관련된 보안과 데이터 전송 속도 및 처리 속도에 대해 미흡한 점이 많아 향후 개선을 위한 연구를 계속하여 진행 할 계획에 있고, 모니터링의 주요 목적인 고장 예측 진단을 위한 더욱 정교한 최근 저장된 데이터와 현재 데이터의 비교 기능에 관한 연구가 필요하다.

References

- [1] S. Gollasch, M. David, M. Voigt, E. Dragsund, C. Hewitt, Y. Fukuyo, "Critical review of the IMO international convention on the management of ships' ballast water and sediments," *Harmful Algae*, Vol. 6, pp.585-600, 2007.
- [2] Sutherland T.F., Levings C.D., Elliott C.C., and Hesse W.W., "Effect of a ballast water treatment system on survivorship of natural populations of marine plankton", *Marine Ecology Progress Series*, Vol. 210, pp. 139-148, 2001.
- [3] Chin-Hoon Kim, Joo-Man Kim, and Byoung-Chul Kim, "Remote Communication of sensor data in Ballast Water Treatment System", *The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication*, Vol. 14, No. 6, pp. 139-147, Dec. 31 2014
- [4] Eun-Chan Kim, Jeong-Hwan Oh, and Seung-Guk Lee, "Consideration on the Concentration of the Active Substances Produced by the Ballast Water Treatment System", *Journal of the Korean Society for Marine Environmental Engineering*, Vol. 15, No. 3, pp. 219-226, August 2012.
- [5] Y.M. Jung, Y.J. Yoon, J.W. Kang, "Performance of Disinfection Oxidants in Electrolysis for Ballast Water Treatment," *Korea Institute for Water and sewage*, Vol. 1, pp.416-417, 2012 (in Korean).
- [6] R.J. Robles, T.H. Kim, "Securing Internet-based SCADA Wireless Component Communication", *International Journal of Internet, Broadcasting and Communication*, Vol. 4, pp.3-7, 2012.
- [7] Ministry of Oceans and Fisheries, Korea, July 2013.<http://www.korea.kr/policy/pressReleaseView.do?newsId=155909464>
- [8] Efi Tsolaki and Evan Diamadopoulos, "Technologies for ballast water treatment: a review", *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, Vol. 85, No. 1, pp. 19-32, January 2010.
- [9] Eun-Chan Kim, Jeong-Hwan Oh, and Seung-Guk Lee, "Consideration on the Concentration of the Active Substances Produced by the Ballast Water Treatment System", *Journal of the Korean Society for Marine Environmental Engineering*, Vol. 15, No. 3, pp. 219-226, August 2012.
- [10] Matousek R.C., Hill D.W., Herwig R.P., Cordell J.R., Nielsen B.C., Ferm N.C., Lawrence D.J., and Perrins J.C., "Electrolytic sodium hypochlorite system for treatment of ballast water", *Journal of Ship Production*, Vol. 22, No. 3, pp. 160 - 171, August 2006.
- [11] Sollae System, <http://www.sollae.co.kr/kr>
- [12] Rectuson Data Acquisition & Analysis, http://www.rectuson.com/new/pro01/sub01_05.html
- [13] TeamViewer, <http://www.teamviewer.com/>
- [14] Ni Corporation, <http://www.ni.com/>
- [15] Wook-Jin Choi, Chin-Hoon Kim, Hwi-Min Choi, Kwang-Seob Lee, Woo-Jin Choi, and Joo-Man Kim, "Trend Analysis and Diagnosis for BWTS Remote Monitoring", *Journal of Institute of Embedded Engineering of Korea*, Vol. 9, No. 3, pp. 127-135, June 2014.

저자 소개

최 휘 민(정회원)



- 2013년 2월 : 부산가톨릭대학교 멀티미디어공학과 공학사
- 2015년 2월 : 부산대학교 IT응용공학과 공학석사
- 2015년 3월 ~ 현재 : 부산대학교 IT응용공학과 박사과정

<주관심분야 : 모바일 컴퓨팅, RTOS, 임베디드 시스템, 통신 보안, 센서네트워크>

서 지 노(준회원)



- 2014년 8월 : 한국산업기술대학교 컴퓨터공학과 공학사
 - 2014년 9월 ~ 현재 : 부산대학교 IT 응용공학과 석사과정
- <주관심분야 : RTOS, 임베디드시스템, 통신보안, 모바일 컴퓨팅, 인공지능>

이 광 섭(정회원)



- 1999년 2월 : 부경대학교 전자공학과 공학석사
 - 2002년 1월 ~ 2010년 7월 : 금오기전 기술연구소 수석연구원
 - 2010년 8월 ~ 현재 : 한라 IMS 기술 연구소 수석연구원
- <주관심분야 : 임베디드 시스템, 원격 제어관리, 무선전력전송>

김 선 종(정회원)



- 1989년 : 경북대 전자공학과 공학사
- 2006년 : 경북대 전자공학과 공학박사
- 1995년 : 순천제일대학 제어계측과 전임강사
- 1997년 : 밀양대학교 컴퓨터공학과 부교수
- 현재 : 부산대학교 IT 응용공학과 교수

<주관심분야 : 신호 및 영상처리, 머신비전, 스마트 카메라 등>

김 주 만(정회원)



- 1984년 2월 : 송실대학교 전자계산학과 공학사
- 1998년 2월 : 충남대학교 컴퓨터공학과 공학석사
- 2003년 2월 : 충남대학교 컴퓨터공학과 공학박사
- 1985년 1월 ~ 2000년 2월 : ETRI 책임연구원 운영체제연구팀장

- 1995년 7월 ~ 1996년 6월 : Novell Inc. Research Center 방문 연구원
 - 2000년 3월 ~ 2006년 2월 : 밀양대학교 정보통신공학부 교수
 - 2006년 3월 ~ 현재 : 부산대학교 IT응용공학과 교수
- <주관심분야 : 임베디드 시스템, 실시간 시스템 제어, 저절전 스케줄링 알고리즘>