

<https://doi.org/10.7236/IIIBC.2017.17.1.145>

IIIBC 2017-1-19

# 선박 평형수 처리 시스템의 고장 예측 및 e-Navigation을 이용한 고장 수리 시스템

## Failure prediction of BWTS and Failure repair using e-Navigation

서지노\*, 김선종\*\*, 권혁송\*\*, 김주만\*\*\*

Ji-No Seo\*, Seon-Jong Kim\*\*, Hyeog-Soong Kwon\*\*, Joo-Man Kim\*\*\*

**요약** 본 논문은 선박 평형수 처리 시스템에서 여러 센서 장치들이 원격으로 전송한 데이터 특성을 토대로 장치의 고장 예측과 목적지 운항경로 상의 수리지점 대상 가장 효율적인 지점 선정 및 수리 예약하는 시스템의 설계 및 구현을 제시하였다. 이러한 데이터는 선박에 평형수를 채우거나 비울 시에 실시간으로 수집되며, 정상과 비정상 데이터 특성을 분석하여 비 안정적 특성을 보이는 장치에 대한 사전 수리가 필수적이다. 선박이 다음 목적지를 향한 항로 운항 중 이네비게이션을 기반한 가장 효율적인 수리 센터를 선택하여 예약하는 고장 예측 및 수리 예약을 위한 소프트웨어 플랫폼을 제시하였다. 본 시스템의 적용은, 해양 오염 방지를 위한 IMO의 협약이 2017년도에 발표됨에 따라, 선박들의 안정적인 입출항과 해양 생태계 보호하며, 또한 안정적 화물 운항으로 인한 경제적 효과가 매우 높다.

**Abstract** In this paper, we propose the design and implementation of the system that is predicting the failure of ballast water treatment system by analysing its sensor datum and is reserving the most effective service center for selecting the repair location on the way to the destination port. These data are collected in real time during draining or filling up the sea water from/to the ship, and it is essential to preliminarily repair the equipment showing unstable characteristics by analyzing the normal and abnormal data characteristics. We proposed a software platform for predicting and repairing faults by selecting the most efficient repair center based on this e-Navigation while the vessel is navigating to the next destination port. This system, as announced by the IMO Convention for the Prevention of Marine Pollution in 2017, provides a stable economic impact from stable cargo operation and stable out/in from/to port and marine ecosystem.

**Key Words** : BWTS, e-Navigation, Remote Monitoring System, Failure Prediction

### 1. 서론

IMO에서는 해양에서 유해 수생 생물과 병원균의 이동으로 발생하는 환경, 인간건강, 재산 및 자원에 대한 위협 방지 및 규제를 위해 선박평형수 관리협약을 채택하

여 선박평형수 내의 해양 생물과 미생물에 대하여 환경문제를 발생시키지 않는 방법으로 사멸 처리하여 지정된 수준 이하로 제거 및 관리토록 의무화하였는데, 이를 선박평형수 처리 시스템(Ballast Water Treatment System, BWTS)이라하며 2012년 이후에 건조되는 모든

\*준회원, 부산대학교 IT응용공학과

\*\*정회원, 부산대학교 IT응용공학과 교수

\*\*\*정회원, 부산대학교 IT응용공학과 교수(교신저자)

접수일자 2017년 1월 5일, 수정완료 2017년 2월 2일

게재확정일자 2017년 2월 3일

Received: 5 January, 2017 / Revised: 2 February, 2017 /

Accepted: 3 February, 2017

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

Dept. of Applied IT Engineering, Pusan National University, Korea

선박은 BWTS를 설치해 선박평형수를 관리하도록 규정하고, 2017년부터 협약이 발효되어 입출항 통제를 받게 된다.<sup>[1]-[5]</sup>

선박 평형수는 선박의 운항 중 균형을 유지하기 위하여 배 바닥 탱크에 신는 해수로서 화물 적재 시에 평형수를 배수하고, 공선인 경우 입수하도록 한다. 그런데 해수의 입수와 배수가 서로 다른 해역에서 이루어지며, 다른 해양 생물체가 유입되어 해양 생태계의 이상을 초래하는 해양 오염 사고가 빈번하여 IMO는 모든 선박에 BWTS 설치를 의무화 하고, 아울러 항구의 입항시에 타 해역에서 입수한 평형수에 대한 BWTS 처리 능력을 검증하여 입항을 허가하게 된다. 입항이 거부되어 화물 하역을 못하는 경우 선사가 입는 경제적 피해는 막대하기에 항상 안정적인 BWTS 시스템을 유지할 필요성이 대두 되었다.

선박내 시스템 장치들은 고장이나 결함이 있는 경우 무역 거래 차질로 인하여 선주사에 막대한 경제적 피해를 줄 수 있다. 해운업에서 컨테이너선과 같은 물류 운송업은 대부분의 시간을 바다 위에 운항하며, 기항과 도항을 반복하여 화물을 운송하기 때문에 정비 또는 수리를 통한 상황 해결이 매우 어렵기 때문이다. 어떤 장치의 고장 수리는 선박 내에서 자체적 해결이 가능할 수 있으나, 대부분은 전문가에 의한 수리를 위하여 육지에서 항공을 통해 엔지니어를 파견하여 해결하는데, 이 때 이송비용을 비롯하여 선박의 운항 스케줄의 지연에 의한 비용 손해 등 큰 피해가 발생할 수 있다<sup>[2][7-8]</sup>. 특히 선박에 새롭게 도입되는 선박 평형수 처리 시스템의 고장 발생은 목적지 항구 입항이 거부 될수 있기 때문에 시스템의 상태를 감시하고 고장을 예측하여 고장 수리까지 자동 연계되는 시스템의 필요성이 대두되었다.

본 논문에서는 선박 평형수 처리 시스템 원격 모니터링을 통하여 수집된 센서 및 액츄에이터 장치 데이터를 수집하고, 누적된 데이터의 장치 특성에 대한 정상화 범위를 벗어나는 빈도에 따라 고장을 예측하는 부분과, 고장 예측된 장치에 대하여 BWTS 제조사가 보유한 서비스망에서 항해중 가장 효율적으로 접근 수리가 가능한 서비스 지점을 선정 수리를 예약하는 시스템까지 제시하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 선박 평형수 처리 시스템의 개발 동향과 관련 기술 동향에 대해 언급하고, 3장에서는 시스템 설계 및 구현에 대해 서술하

며, 4장에서 구현 결과 및 정성적 평가에 대하여 논하고, 5장에서는 본 연구의 결론을 맺었다.

## II. 관련 연구

### 1. BWTS 기술 개발 동향

IMO 환경 오염 방지를 위해 선박 평형수 처리 시스템(약어로 BWTS사용)설치를 의무화하면서 그림 1에서처럼 시장은 약 80조 원의 규모를 형성하게 되었다. 이에 각 국의 관련 선박 관련 사업체들이 다양한 방식의 기술을 확보하여 시장으로 뛰어들게 있으며, 국내에서는 최초로 전기 분해 방식을 이용하여 IMO로부터 BWTS의 승인을 확보한 ‘주테크로스’를 시작으로 자외선, 오존, 플라즈마 등 다양한 선박 평형수 처리 기술을 확보하고 있으며, 한국이 가장 많은 기본 및 종합 승인을 획득하여 BWTS 시장을 선도하고 있다<sup>[2]</sup>.

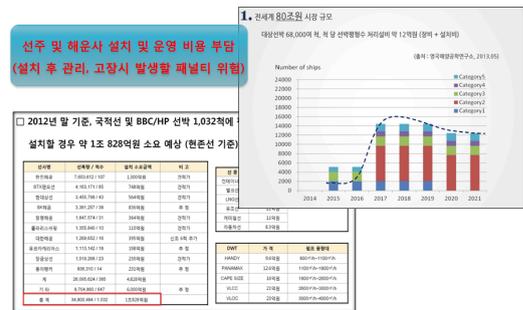


그림 1. 선박 평형수 처리 장치 시장 규모  
 Fig. 1. Market Size of Ballast Water Treatment System

### 2. BWTS 원격 모니터링 기술 및 개발 동향

선박 내의 BWTS 장치는 해수를 밸러스터링과 디밸러스터링을 통하여 물리적으로 강한 압력을 받는 밸브들과 모터, 그리고 해수 성분을 분석하고 간접 전기 분해 방식으로 해수에 포함된 염분을 전기 분해하여 염소를 얻고, 염소의 살균력으로 미생물을 처리하는 방식에 대한 처리가 각종 센서에 의해 측정되고 제어되는 시스템이다. 즉, 유량, 온도, 전압, 압력차이 및 밸브 각도, 산화제 농도, 중화제 농도, 수소발생 여부등을 측정하는 32개의 센서가 사용되며, 이들 센서들의 동작 특성 데이터를 원격인 육지에서 수집하여 상태를 분석하는 원격 모니터

링 시스템이다. 현재, 원격 모니터링 시스템은 의료분야, 홈네트워크분야, 산업분야, 환경분야 등을 위주로 활용되고 있다. ㈜솔내시스템은 각종 장비에 시리얼 이더넷 모듈을 내장하여 효율적으로 건물 관리가 가능하도록 하는 원격 모니터링 시스템을 개발하였다. (주)렉터스의 'CX-300'은 풍력 발전기의 주요 요소의 동작 상태를 실시간으로 모니터링하고 이상 발생시, 사용자에게 즉시 통보하고, 진단을 통해 고장원인을 파악하는 정보 원격 모니터링 시스템을 개발하여 기존의 관리 인력과 시간을 절약할 수 있는 좋은 사례가 되었다<sup>[9]</sup>. 또한 NI사는 자사에서 개발한 하드웨어에 랩뷰라는 소프트웨어 모듈을 얹어 산업분야에서 IoT 간의 유무선 원격 모니터링 시스템을 구축할 수 있는 환경을 제공하고 있다<sup>[10]</sup>. 또한 원격 제어SW업체 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<sup>[11]</sup>.

### 3. e-Navigation 기술

e-네비게이션은 기존의 선박 운항, 조선 기술에 정보통신 기술(ICT)을 접목해 각종 해양 정보를 표준화, 디지털화하고 선박 또는 육상 간 실시간 상호공유토록 함으로써 항해안전과 기술효율성을 동시에 추구할 수 있는 시스템이다. 과학적이고 신속한 정보교류가 가능한 신개념 선박운항 체계의 도입으로 인적과실에 의한 해양사고를 줄이고, 해양관측과 항해 정보의 국제표준화, 디지털화를 이룸으로써 국가 해양관리능력을 향상시켜 해양 분야 국가경쟁력을 높일 수 있다는 장점을 가지고 있다<sup>[6]</sup>.



자료 : 해양수산부

그림 2. e-Navigation 개념 및 구성  
 Fig. 2. e-Navigation conception and

e-Navigation 활용으로 해양 GIS, 해상 교통관리 시스템 등과 연계되어 통합적인 해양 정보 활용 및 원활한 항해 시스템 구축이 가능해 졌다.

IMO는 인적 과실에 의한 해양사고 예방과 안전한 항해를 위하여 2019년부터 시행 예정이며, 이는 각 항구 기점 항구에서 도항까지의 항로 및 시간과 거리등의 정보를 획득할 수 있을 것이다.

## III. 시스템 설계 및 구현

BWTS의 원격 모니터링 시스템의 구성은 해양에 운항중인 선박에서의 센서 데이터 송신과 육상 랜드오피스에서의 데이터 수집 및 저장, 분석, 모니터링, 고장예측 및 정비 예약까지의 소프트웨어 프레임워크로 구성된다.

### 1. 시스템 구성 및 설계 범위

BWTS에 장착된 센서는 해수의 밸러스터링 및 디밸러스터링시에 해수 유량, 전압, 전류, 염소 농도, 수소 가스 발생 여부, 밸브의 각도 등 32가지의 센서 데이터가 선박의 임베디드 시스템을 통하여 육상에 전송된다. 해양의 각 선박으로부터 수집된 데이터는 NI사의 LabView 프로그래밍에 의해 DB에 저장되어 특성 분석을 수행한다. 그림 3에서 선박으로부터 수집된 데이터(메시지)에서 특징점 파라미터를 추출하여 정상과 비정상 그래프와 알람 처리를 하고, 비정상 데이터는 누적시켜 수명을 예측하도록 저장된다. 이러한 과정은 선박별로 또한 날짜별로 구분되어 해당 선박의 운항 스케줄에 따라 고장 여부를 예측하며, 해당 선박의 기항지에서 도항지까지의 항로를 기준으로 접근성이 가장 좋은 항구에 위치한 서비스에 정비 예약을 하는 자동화 시스템의 설계 및 구현을 제시한다.

### 2. 고장 예측 및 수명 진단

#### 가. LandOffice 원시 메시지 호출 방법

선박에서 정기적으로 보내오는 센서데이터는(seq. Num)\_(Ship Num)\_(date).Log 라는 파일명으로 저장된다. 모니터링은 날짜별/선박별로 가능하며, 호출된 메시지는 각 센서별로 데이터를 분석하여 그래프로 가시화 되는데, 메인 화면에 선박의 위치가 구글 맵상에 위치로 표시되고, 해당 선박의 제원 정보 및 항해 정보를 확인

할 수 있다. 동시에 32개의 센서 데이터별로 재원상의 작동 범위에 대한 임계점을 위반하는 경우 알람 및 수명 진단을 위한 DB에 기록된다.

**나. 고장 진단 및 예측 알고리즘**

BWTS에 선박의 PLC 장치는 동작 중 일정 간격으로 센서 데이터를 수집한다. 이들 밸리스트 센서들은 표 1에 나와 있는 알람의 상한치와 하한치에 따라 감지 능력을 판별한다. 표 1에는 10개의 센서에 대한 알람 리스트로 알람 high/low를 벗어나지만 상·하한 shutdown 범위 이내라면 pre-warning 뜨고, 범위를 벗어나면 적색 점등으로 warning 알람이 뜬다. 이러한 오류발생은 정상적인 상태에서도 발생할 수 있으므로, 발생 빈도에 대한 누적된 값과 평균 값에 의한 편차를 구하여 수명을 예측한다.

표 1. BWTS 센서 알람 동작 범위

Table 1. Alarming Bound Value for BWTS Sensor

BALLASTING MODE		SHUTDOWN	ALARM		SHUTDOWN	DELAY TIME (sec)
			HIGH	LOW		
MAIN	FM-101	115%(처리용량 250)	110%	80%	70%	180
	H2D-301	50%LEL	25%LEL			3
AFU	PT-201	6bar	5bar			1
	PT-202	6bar	5bar			1
	DPT-201	0.8bar	0.6bar	0.2bar	0.1bar	2
ECU	FM-301			1% of FM-101	0.8% of FM-101	30
	TS-311	43 °c	40 °c			30
	PT-301	1.8	1.5	0.9	0.4	10
	CS-301			17ms/cm	17ms/cm below	30
	H2S-301	50%LEL	25%LEL			3
	TRO-601	9.8	8			1

PT-301 센서는 전해조 후단의 압력을 측정하는데, 로그 파일에서 PT-301 센서값에 대한 과잉을 하고, 다시 입력하여 그림 3과 같은 트랜드 시그널의 결과를 도출하였다. 여기서 센서값에 대한 과잉은 로그파일에 저장된 각 센서값에 대한 표준 편차를 구하는 과정이다. 즉, 센서값은 불규칙한 패턴이 생길수록 해당 센서의 수명이 단축될 것이며, 이러한 센서들은 다른 센서들의 영향을 받을 수도 있다.



그림 4. PT-301의 Trend Signal  
Fig. 4. Trand Signal for PT-301

n개의 센서 데이터 입력 x에 n 번의 처리에 대한 평균 m에 대하여 안정 범위에 속하는 표준편차는 다음 수식(1)에서 결정된다.

$$\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - m)^2} \quad (m : \text{mean value}) \quad (1)$$

이 분포의 범위를 벗어나는 불규칙 패턴을 갖는 빈도에 따라 수명을 예측한다. 즉,

$X = \{x_0, x_1 \dots x_{n-1}\}$  불규칙 패턴을 갖는 입력값을  $x'$  라면  $x' \in X$  에 속한 불규칙 패턴의 개수는  $Num(x')$ 로 정의하고, 이러한 불규칙 패턴의 개수를 트랜딩시에 단계별로 수명 예측 모델에 입력되어 고장을 예측하게 된다.

수명 예측 모델은 각 단계별 불규칙 특성을 갖는 회수를 시간축의 x에 대한 k 단계까지의 변량을 그래프로 나타내며, 다음 수식(2)인 경우 고장 발생 확률로 규정하여 정비 요망 리스트에 등재되도록 한다.

$$\sum_{j=0}^{k-1} (Num_j(x') - Num_0(x')) / k \geq 0 \quad (2)$$

**3. 정비 예약 시스템**

고장이 예측된 센서 장비의 부품 코드와 오류 코드에 의하여 부품 교체 혹은 정비가 요구될 것이다. BWTS 제조 회사는 주요 항구에 정비 서비스 센터를 운영한다고 가정할 때, 선박이 항로를 따라 목적항에 도착하기 전까지 가장 정비 비용이 가장 낮은 항구(센터)를 선택하여 정비 예약을 할 수 있다. 즉, 항로를 유지하면서 센터에서 정비선이 출발하여 부품 및 엔지니어가 승선하여 정비함으로써 교역 일정을 맞추고, 서비스 출동 거리 단축등 시간과 경비를 절감할 수 있는 효과적 정비 예약 시스템이다.

각 항구의 센터와 항로상의 지점간 거리 측정은 선박이 항로를 따라 움직일 때 A지점의 좌표 ( $A_{Latitude}, A_{Longitude}$ ) 그리고 B 지점의 좌표 ( $B_{Latitude}, B_{Longitude}$ )일 때, 두 지점간의 거리는  $\sqrt{(A_{Longitude} - B_{Longitude})^2 + (A_{Latitude} - B_{Latitude})^2}$ 로 구할 수 있다. 그러나 본 논문에서는 센터의 위치가 가까운 항로상의 위도, 경도의 지점 세곳을 선정하여 e-Navigation 거리로 가장 출동 거리가 짧은 센터에 정비 예약이 되도록 한다.

그림 5는 인천항을 출항하여 고장이 예측되어 목적항인 타이페이항 까지 수리를 위한 주변 항구에서의 정비선 출동 거리를 계산하는 사례를 보여주고 있다.

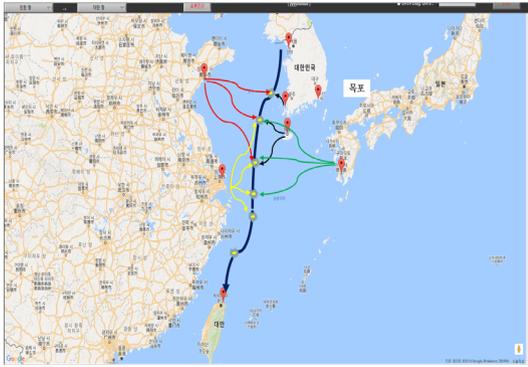
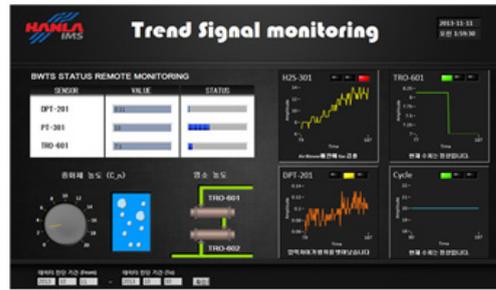


그림 5. 항로 기준 정비선 출동거리  
 Fig. 5. Distance for dispatching of Repair-ship based in ship route



(a) Trend Signal Monitoring



(b) Fault Prediction and Diagnosis life

#### IV. 결과 및 평가

##### 1. 고장 예측 및 수명 진단

고장 예측은 원격 모니터링 프레임워크의 시작 화면의 구글맵을 이용한 선박의 표시와 함께 선택되거나, 자동적으로 선택된 선박의 BWTS의 수신된 센서데이터를 장치의 동작 동안 누적된 데이터에 대하여 시행하며, 해당 선박이 밸러스터링 및 디밸러스트링할 때 마다 단계로 구분하여 불규칙 패턴의 빈도를 통하여 수명을 예측하는 모델을 제시하였다.

##### 그림 6. 고장 예측 및 수명 진단

Fig. 6. Fault Prediction and Diagnosis Life

그림 6(a)는 수신된 센서데이터에 대한 트렌드 시그널 분석과정이며, 그림 6(b)는 분석된 결과에서 센서데이터의 안정적 범위를 벗어난 불규칙 패턴 발생 빈도를 생성하여 단계별 누적 횟수를 기록하는 표시화면이다. 이 고장을 예측한 결과는 항로중 수리를 위한 예약 시스템으로 연동된다.

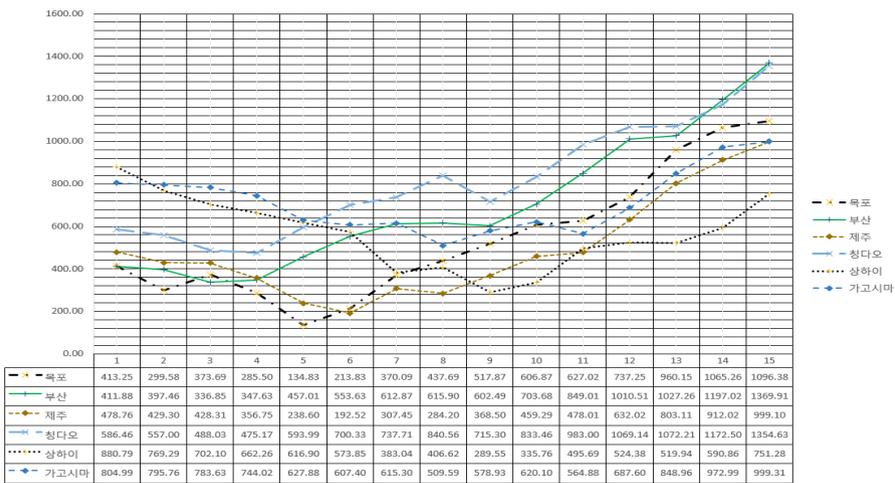


그림 7. 항행 기준 효과적 출동 거리

Fig. 7. Effective dispatching distance based in e-Navigation

## 2. 항로기준 최적 정비선 출동 예약

고장이 예측되어 수명 진단으로 교체 혹은 수리가 요구되는 오류코드와 부품리스트와 함께 목적지 항구로 가는 항로 기준으로 각 항구 서비스센터에서 근거리 항로와의 e-Navigation 거리를 산출하여 해당 지점에 출동 예약 서비스를 제공한다. 그림 5의 예제를 평가하여 거리를 산출하는 알고리즘에 의해 가시화한 결과는 그림 7에서 보여준다. BWTS 서비스센터가 목포, 부산, 제주, 청다오, 상해 및 가고시마에 있다고 가정하고 인천항을 떠나 타이베이로 향하는 선박 항로기준 항해 중 정비선의 출동 거리가 짧은 센터의 거리 변위를 그래프로 도시하고 있다.

## 3. 구현결과의 평가

BWTS 원격 모니터링 시스템에서 운항중인 선박의 BWTS 센서 데이터를 수집하여 해당 장비의 고장을 예측하고, 단계적으로 누적된 데이터를 분석하여 수명을 예측함으로써 부품 교체 및 정비 일정을 결정하게 하였다. 따라서 입항이 거부되어 경제적, 시간적 손실을 미연에 방지할 수 있는 항해 중 가장 효과적인 e-Navigation 기반의 정비 서비스망에 예약 서비스가 가능하도록 하였다.

또한 해난 사고와 화물 운송 및 연안 여객의 안전과 효율성을 위하여 2020년부터 IMO는 e-Navigation의 표준을 제정하여 시행할 계획이므로 본 연구 기술이 BWTS를 장착한 선박의 안정적인 운항에 크게 기여할 수 있을 것으로 판단한다.

## V. 결 론

BWTS 작동 중 수집된 센서 데이터의 분석에서 불규칙한 특성을 갖는 센서 장치들에 대한 특성 데이터의 누적과 이런 현상의 경험적 예측을 모델링하여 생명진단을 통한 고장을 판별하고, 이러한 부품 교체 혹은 정비를 위한 항로상의 연안항로에서 출동거리 및 시간이 가장 효율적인 서비스센터 예약을 지원 하는 시스템을 제시하였다.

본 연구 결과는 2017년부터 모든 선박에 의무적으로 운용해야하는 BWTS의 안정적 관리로 해운 운송에 위협 예방은 물론 경제적, 시간적 효율성을 제고한 기여도가 매우 높을 것이다.

## 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.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.hal.2006.12.009>.
- [2] Chin-Hoon Kim, Joo-Man. Kim and Byung-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  
DOI: <https://doi.org/10.7236/JIIBC.2014.14.6.139>.
- [3] 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.
- [4] International Maritime Organization, <http://www.imo.org/en/Pages/Default.aspx>
- [5] Ministry of Oceans and Fisheries, Korea, 2013.<http://www.korea.kr/policy/pressReleaseView.do?newsId=155909464>
- [6] Ormulf Jan Rodseth, "A Maritime ITS Architecture for e-Navigation and e-Maritime: Supporting Environment Friendly Ship Transport", *IEEE ITS Conference 2011*, pp. 1156-1161
- [7] Hwi-Min Choi, Ji-No Seo, Kwang-Seob Lee, Seon-Jong Kim and Joo-Man Kim, "Android Remote Monitoring System of Ballast Water Treatment System," *JiIBC*, vol. 15, no.6, pp.217-223, 2015  
DOI: <https://doi.org/10.7236/JIIBC.2015.15.6.217>.
- [8] Wook-Jin Choi, 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.  
DOI: <https://doi.org/10.14872/IEMEK.2014.9.8.127>.
- [9] Sollae System, <http://www.sollae.co.kr/lr>
- [10] Rectuson Data Acquisition & Analysis,

[http://www.rectuson.com/new/pro01/sub01\\_05.html](http://www.rectuson.com/new/pro01/sub01_05.html)

[11] TeamViewer, <http://www.teamviewer.com/>

### 저자 소개

#### 서 지 노(준회원)



- 2014년 8월 : 한국산업기술대학교 컴퓨터공학과 공학사
- 2014년 9월 ~ 현재 : 부산대학교 IT 응용공학과 석사과정  
<주관심분야: RTOS, 임베디드시스템>
- E-Mail : jnseo@pusan.ac.kr

#### 김 선 중(정회원)



- 1989년 2월 : 경북대학교 전자공학과 공학사
- 1991년 2월 : 경북대학교 전자공학과 공학석사
- 1996년 2월 : 경북대학교 전자공학과 공학박사
- 현재 : 부산대학교 IT 응용공학과 교수  
<주관심분야: 신호 및 영상처리, 머신비전, 스마트 카메라 등임>
- E-Mail : ksj329@pusan.ac.kr

#### 권 혁 승(정회원)



- 1995년 8월 : 영남대학교 전자공학과 공학박사
- 1996년 4월 ~ 2006년 2월 : 밀양대학교 정보통신공학과 부교수
- 2006년 3월 ~ 현재 : 부산대학교 IT 응용공학과 교수
- 2011년 7월 ~ 2012년 7월 : 미국조지아텍 방문교수
- <주관심분야 : 생체신호처리, CDMA, 통신시스템>
- E-Mail : hskwon@pusan.ac.kr

#### 김 주 만(정회원)



- 1984년 2월 : 숭실대 전산학 공학사
- 1998년 2월 : 충남대 컴퓨터공학과 공학석사
- 2003년 2월 : 충남대 컴퓨터공학과 공학박사
- 1985년 1월 ~ 2000년 2월 : ETRI 운영체제연구팀장(책임급)
- 1995년 7월 ~ 1996년 6월 : Novell Inc. 방문 연구원
- 2006년 3월 ~ 현재 : 부산대학교 IT응용공학과 교수  
<주관심분야: 임베디드 시스템, 실시간 시스템 제어, 저절전 스케줄링 알고리즘>
- E-Mail : joomkim@pusan.ac.kr

※ 이 논문은 부산대학교 기본연구지원사업(2년)에 의하여 연구되었음.