

## 실시간 냉동컨테이너 관리 시스템 개발

최성필<sup>1</sup> · 정준우<sup>1</sup> · 문영식<sup>1\*</sup> · 김태훈<sup>1</sup> · 이병하<sup>1</sup> · 김재중<sup>1</sup> · 최형림<sup>1</sup> · 이은규<sup>2</sup>

### Development of Reefer Container Real-time Management System

Sung-Pill Choi<sup>1</sup> · Jun-Woo Jung<sup>1</sup> · Young-Sik Moon<sup>1\*</sup> · Tae-Hoon Kim<sup>1</sup> · Byung-Ha Lee<sup>1</sup> ·  
Jae-Joong Kim<sup>1</sup> · Hyung-Lim Choi<sup>1</sup> · Eun-Kyu Lee<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Intelligent Container R&D Center, Dong-A University, Pusan, 604-714, Korea

<sup>2</sup>Swinnus Co., Ltd., Pusan 604-714, Korea

#### 요 약

컨테이너선의 대형화에도 불구하고 냉동컨테이너의 관리는 대부분 인력에 의존하고 있다. 악천후 및 야간의 경우 냉동컨테이너에 대한 정확한 모니터링이 이루어지지 않으며, 작업을 하더라도 사고 발생 확률이 높은 것이 사실이다. 이러한 위험을 줄이기 위해 국제해사기구에서 전력선모뎀(PLC Modem)을 이용한 시스템을 권장하고 있으나 대부분의 선박에서 해당 시스템을 사용하지 못하고 있다. 이로 인해 화주 및 기타 화물과 관계된 모든 주체들이 해상운송 과정에서의 정보 파악이 되지 않아 운송 중인 화물에 대한 신뢰성이 저하되고 있다. 이러한 비효율적인 업무를 해결하고 동시에 전 세계로 널리 활용되고 있는 모든 냉동컨테이너의 효율적 관리를 위한 본 논문에서는 IoT기반 실시간 냉동컨테이너 제어 및 모니터링 시스템을 제시하고자 한다.

#### ABSTRACT

In spite of a recent trend of container ships becoming larger in size, the current circumstance is that managing reefer containers marine transportation is being mostly dependent upon manpower. Particularly, in the case of bad weather or nighttime, reefer containers are not being monitored due to lack of safety device. For the purpose of reducing such risk, IMO is recommending a system using PLC but the system is not being used. In addition, they are still relying on manpower for control and reliability of freight in transit is decreasing due to lack of information during marine transportation for every subject related to freight as well as shipper. Accordingly, the purpose of this paper is to propose a real-time reefer container management system to effectively control all reefer containers widely being used across the world.

**키워드** : 냉동컨테이너, 실시간, 관리 시스템, 모니터링

**Key word** : Reefer Container, Real-Time, Management System, Monitoring

Received 25 August 2015, Revised 17 November 2015, Accepted 30 November 2015

\* Corresponding Author Young-Sik Moon(E-mail:tambagu@dau.ac.kr, Tel.: +82-51-200-5606)

Intelligent Container R&D Center, Dong-A University, Pusan, 604-714, Korea

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2015.19.12.2917>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.  
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

## I. 서론

컨테이너 선박의 대형화와 냉동컨테이너의 증가세에도 불구하고, 해상에서 컨테이너 선박에 적재된 냉동컨테이너의 관리는 대부분 인력에 의존하고 있는 실정이다[1]. 컨테이너 선박뿐만 아니라 물류 운송 과정상에 있는 컨테이너터미널 장치장 내의 냉동컨테이너, 육상 운송 중의 냉동컨테이너를 실시간으로 관리하고 확인할 수 있는 시스템은 존재하고 있지 않다.

특히, 악천후 및 야간의 경우, 안전장치의 부재로 인하여 냉동컨테이너에 대한 정확한 모니터링이 이루어지지 않으며, 작업을 하더라도 악천후로 인한 사고 발생 확률이 높은 것이 사실이다.

이러한 위험을 줄이기 위해 국제해사기구에서 전력선모뎀(Power Line Communication Modem)을 사용하는 시스템을 권장하고 있으나, 전체 냉동컨테이너 중 전력선모뎀을 내장한 냉동컨테이너가 55~60% 정도 밖에 되지 않아 대부분의 선박에서 해당 시스템을 사용하지 않고 있으며[2], 인력에 의존한 관리 형태를 유지하고 있고, 육상에 있는 화주 및 기타 화물과 관계된 모든 주체들이 해상운송 과정에서의 정보 파악이 되지 않아 운송 중인 화물에 대한 신뢰성이 저하되고 있다 [3, 4].

따라서, 이러한 비효율적인 업무를 해결하는 동시에 전 세계로 널리 활용되고 있는 모든 냉동컨테이너의 효율적 관리를 위한 IoT기반 실시간 냉동컨테이너 제어 및 모니터링 시스템을 제시하고자 한다.

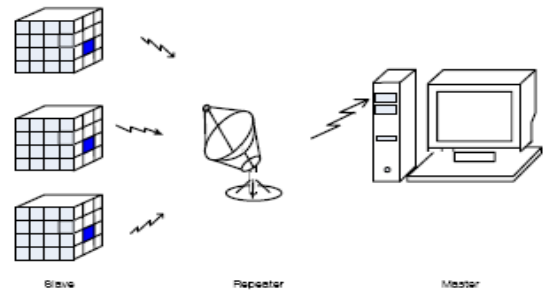


Fig. 1 Architecture of RRMS

펜타택(주)[6]에서 개발한 시스템은 그림 1과 같이 RF모뎀 방식의 원격 감시시스템(RRMS)으로, 마스터, 리피터, 슬레이브 터미널로 시스템이 구성된다. 냉동컨테이너에 장착된 슬레이브 터미널이 냉동컨테이너의 Interrogate Port를 통해 컨테이너 동작 온도 및 상태 등을 확인하여 리피터를 통해 마스터로 냉동컨테이너의 상태 정보를 전송하는 시스템이다. 해당 시스템의 경우, 리피터가 설치된 지역에서만 냉동컨테이너의 정보를 수집할 수 있어 실시간으로 냉동컨테이너 정보 확인은 불가능하다.

삼성중공업[7]에서 개발한 냉동컨테이너 모니터링 시스템은 그림 2와 같이 순회점검을 하는 현장 작업자들이 냉동컨테이너의 동작 상태를 육안으로 확인하고 이를 PDA에 입력하면 입력된 데이터가 자동으로 서버에 저장되어 작업자들의 데이터 기록 오류를 줄여주는 시스템이다. 이는 원격으로 모니터링이 불가능하고, 단순히 순회점검을 보완하는 시스템이다.

## II. 기존 기술현황

### 2.1. 국내 기술현황

지엠엔지니어링[5]에서 개발한 시스템은 냉동컨테이너 전원공급 감시시스템으로, Receptacle Box의 전원장치에 전류측정 장치를 설치하여 냉동컨테이너에 공급되는 전류량을 모니터링 하여 현재 냉동컨테이너가 어떤 동작 상태에 있는가를 모니터링 하는 시스템이다. 해당 시스템은 단순히 전원 연결 유무와 동작 상태만 확인이 가능하고, 실시간으로 모든 물류 구간에서 냉동컨테이너의 상태 확인은 불가능한 기술이다.

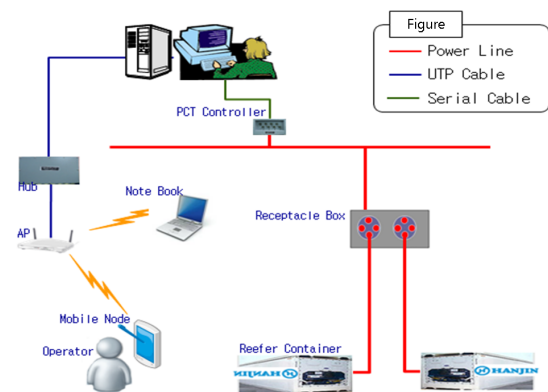


Fig. 2 Architecture of monitoring system(Samsung Heavy industry)

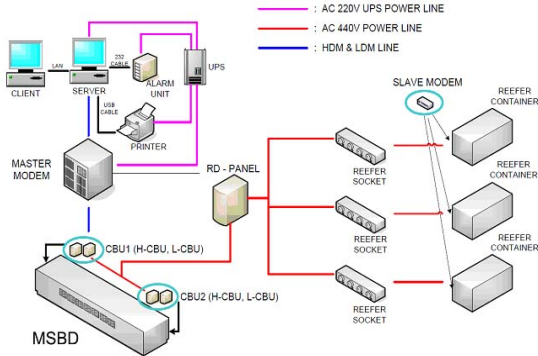


Fig. 3 Architecture of REFMAN(Daeyang electroc co. ltd.)

대양전기(주)[8]에서 개발한 시스템은 그림 3과 같이 PLC모뎀 기반 냉동컨테이너 전원공급 감시시스템으로, 냉동컨테이너에 장착되어 있는 PCT 모뎀을 이용하여 냉동컨테이너 가동 관련 정보를 외부로 전송하는 방법이다. 해당 시스템은 PLC 인프라를 구축한 곳에서 우선으로 데이터 확인이 가능한 시스템이며, 운송구간에서의 실시간확인은 불가능하다.

2.2. 국외 기술현황

Johnson Controls社[9]에서는 PCT(Power Cable Transmission) 모뎀 기반 냉동컨테이너 모니터링 시스템인 REFCON을 개발하였고, 냉동컨테이너에 장착되어 있는 PCT 슬레이브 모뎀을 이용하여 냉동컨테이너 가동 관련 정보를 외부로 전송하는 시스템이다. 그러나 PCT 모뎀을 사용하지 않는 냉동컨테이너는 순회점검을 통해 모니터링 해야 하며, 인프라가 구축되어 있어도 실시간 원격 제어가 불가능한 시스템이다.

Lyngso Marine(SAM Electronics)社[10]에서는 PCT 방식과 4-pole방식을 혼용한 냉동컨테이너 모니터링 시스템인 RMS2200시스템을 개발하였으며, 이 또한 PCT모뎀과 4-pole 인터페이스가 없는 냉동컨테이너의 경우, 순회점검을 통해 냉동컨테이너를 모니터링 해야 하는 기술이다.

Stein Sohn社에서는 PCT방식의 냉동컨테이너 모니터링 시스템을 보유하고 있으며, Johnson Controls社와 동일한 방식의 시스템이다.

위에서 살펴본 바와 같이 국내외 냉동컨테이너 모니터링을 위한 기술은 크게 순회점검, 4-pole, PCT(PLC), 전류측정, RF통신 방식 등이 있다.

Table. 1 Features and problems of the existing system

Method	Mornitoring Infomation	Feature	Problem
Periodic check	Power On/Off, Defroster status, Refrigerator status, Current temp. in container	Check the Reefer Container Display Panel with human eyes	Record error, hard work in night and rough weather
4-pole	Power On/Off, in range status, Defroster status, Refrigerator status, Alarm info	Need to connect 4-pole cable	Only display with 4-pole interface system
PCT (PLC)	Set temp., Return temp., Supply temp., Container ID, Defroster status, Alarm info	Send the information of container with PCT	Need to add PCT modem weak
Current Check	Power On/Off, Defroster status, Refrigerator status	Applicable all of reef container	Only check the Simple process of reef container status
RFID Based	Set temp., Return temp., Supply temp., Container ID, Defroster status, Alarm info	Use the Interrogate Port to get information of reef container RF Based communication	Rough installation Need the RFID Machine for sending infomation

기존 기술들의 특징과 문제점은 표 1에서 정리한바와 같다.

Ⅲ. 실시간 모니터링 시스템 개발

3.1. 시스템 개요

실시간 냉동컨테이너 관리 시스템은 냉동컨테이너의 물류구간 운송 시 모든 냉동컨테이너의 상태를 원격지에서 모니터링하고 제어할 수 있는 시스템이다. 냉동컨테이너의 Control Box 내부에 냉동컨테이너 정보수집 유닛을 설치하고 이를 냉동컨테이너에 장착되어 있는 Interrogator Port 또는 PCT Port에 연결하여 냉동컨테이너 정보를 수집한다. 냉동컨테이너 정보수집 유닛



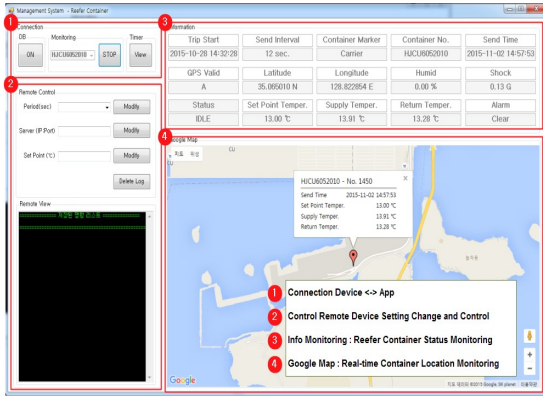


Fig. 6 Monitoring Application

#### IV. 테스트 및 평가

##### 4.1. 시스템 테스트

앞 장에서 소개한 시스템의 기능 검증을 위해 그림 7와 같이 테스트 시스템을 구성하여 테스트를 진행하였다. 한진해운 부산신항 컨테이너터미널에 위치한 Carrier사 냉동컨테이너에 소개한 냉동컨테이너 정보수집 유닛을 부착하고 동아대학교 ICC에 위치한 미들웨어서 냉동컨테이너 정보를 수집하였다. 또한 원격으로 냉동컨테이너의 제어가 제대로 이뤄지는지를 확인하는 테스트를 진행하였다. 이때 이동통신은 Vodafone 유심을 사용하였으며, 국내에서는 KT 망으로 자동로밍을 통해 정보를 실시간으로 전송하였다.

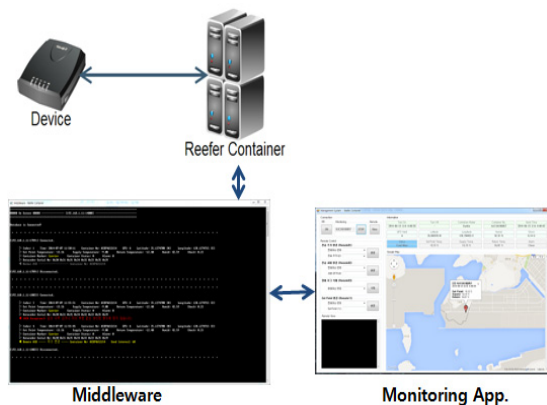


Fig. 7 Architecture of test system

##### 4.2. 테스트 결과

본 논문에서 소개한 냉동컨테이너 관리시스템이 정상적으로 동작하는지는 원격지에 위치한 냉동컨테이너의 정보의 정상적 수집 여부와 원격지에서 장비설정을 변경할 수 있는지 여부를 확인하는 테스트로 진행되었으며, 그 결과는 표 2와 같이 모든 기능이 정상적으로 수행하는 것을 확인하였다.

Table. 2 Test list and results

Function		Result
container status	Serial Number monitoring	Success
	Data Coder monitoring	Success
	SetPoint monitoring	Success
	Return temp. monitoring	Success
	Supply temp. monitoring	Success
	Status monitoring	Success
	Alarm monitoring	Success
	Humidity monitoring(Optional)	Success
Device Setting	Server IP , Port	Success
	transmission interval	Success
	SetPoint temp.	Success

#### V. 결론

현재 냉동컨테이너의 모니터링 및 관리는 1일 2회, 순회점검을 통해 이루어지고 있다. 냉동컨테이너의 특성 상 온도 이상, 전원 연결선 미체결 등 문제가 발생하는 즉시 문제 해결이 이뤄져야 화물의 손상을 막을 수 있으며, 이를 위해서 냉동컨테이너의 실시간 모니터링 기술은 필수적으로 요구되고 있는 추세이다. 그러나 기존 4-pole, PCT 방식 및 국내에서 연구가 진행된 RFID 기반 냉동컨테이너 모니터링 기술은 자동화 기술의 목표인 100% 모니터링은 이뤄지지 않고 있는 실정이다. 이는 냉동컨테이너를 생산하는 주요 업체별로 데이터 표현 방식이 상이하고, 냉동컨테이너의 정보수집을 위한 별도의 정보전송 인프라 설치가 필요하기 때문이다.

이를 극복하기 위해서 본 논문에서 소개한 냉동컨테이너 실시간 제어 시스템은 데이터 획득의 번거로운 문제가 발생하는 4-pole방식의 문제점과 100%모니터링 불가, 신호잡음 발생 등의 문제가 발생하는 PCT 방식의

문제점, 그리고 기존 RFID 기반 냉동컨테이너 모니터링 시스템의 문제점을 해결하였으며, 원격지에서 냉동컨테이너의 제어가 가능하도록 하였다. 구현한 시스템을 실제 냉동컨테이너에 적용하여 8가지 냉동컨테이너 상태 모니터링 및 2가지 냉동컨테이너 모니터링 장치 제어 및 냉동컨테이너의 설정온도(SetPoint) 변경 기능이 정상적으로 동작하는 것을 검증하였다.

향후 연구에서는 개발된 시스템의 현업 적용을 통한 시스템 성능 안정화 연구가 진행되어야 할 것이며, 이를 위한 현업 관계자의 여러 의견을 취합하여 시스템 기능 개선 또한 이뤄져야 할 것으로 판단된다.

### ACKNOWLEDGMENTS

This research was a part of the project titled "M2M based Reefer Container Real-time Control and Tracking Solution Development" funded by the Ministry of Oceans and Fisheries, Korea. (KIMST-2013-20130135)

### REFERENCES

- [ 1 ] Won-Chang Lee, Seong-Jun Lee, "Real Time Reefer Container Monitoring System Using Interrogation Ports", *JKIIT*, Jan. 2012, pp.13-19(7pages).
- [ 2 ] Seong-Jun Lee, Won-Chang Lee, "Mobile Service for Reefer Container Monitoring System", *JKIIT*, 10(7), Jul. 2012, pp.125-131(7pages).
- [ 3 ] Ki-Wook Lee, Jung-Yee Kim, "Design of Reefer Container Monitoring System based on Wireless Sensor Network", *JKSCI* 12(5), Nov. 2007, pp. 321-326(6pages).
- [ 4 ] Seong-Jun Lee, Jun-Teck Kang, Won-Chang Lee, "Reefer Container Monitoring System using TCP/IP", 「Institute of Control, Robotics and Systems, *ICROS 2011*, pp.494-496.
- [ 5 ] GMEngineering website, <http://www.gmeng.com>
- [ 6 ] Pentatech Co., Ltd. website, <http://www.pentatech.co.kr>
- [ 7 ] Gi-Yong Choi, Kyong-Hoo Kang, "REEFER CONTAINER MONITORING APPARATUS FOR USING MIBILE-COMMUNICATION APPLIANCE AND METHOD THEREOF", korea patent, 10-0639609.
- [ 8 ] Daeyang Electronic Co., Ltd. web site, <http://www.daeyang.co.kr>
- [ 9 ] Johnson Control website, <http://www.johnsoncontrols.com>
- [ 10 ] Samil electronics website, <http://www.sam-electronics.com>



최성필(Sung-Pill Choi)

동아대학교 항만물류공학 공학석사  
동아대학교 지능형컨테이너연구센터 선임연구원  
※관심분야 : 물류항만, 냉동컨테이너 시스템, 컨테이너 보안 장치



정준우( Jun-Woo Jung )

동아대학교 컴퓨터공학과 공학학사  
동아대학교 지능형컨테이너연구센터 연구원  
※관심분야 : 컨테이너 보안 장치, 임베디드 시스템



**문영식(Young-Sik Moon)**

부산대학교 컴퓨터공학과 공학석사  
동아대학교 경영정보학과 박사과정  
동아대학교 지능형컨테이너연구센터 선임연구원  
※관심분야 : 항만물류시스템, M2M통신, 컨테이너 모니터링시스템,



**김태훈(Tae-Hoon Kim)**

부산대학교 컴퓨터공학과 공학석사  
동아대학교 지능형컨테이너연구센터 선임연구원  
※관심분야 : 항만물류시스템, RFID/USN, 컨테이너 보안장치,



**이병하(Byung-Ha Lee)**

동아대학교 경영정보학과 경영학석사  
동아대학교 지능형컨테이너연구센터 주임연구원  
※관심분야 : 항만물류시스템, RFID/USN, 컨테이너 보안장치



**김재중(Jae-Joong Kim)**

서울대학교 토목공학과 공학박사  
동아대학교 항만물류시스템학과 교수  
※관심분야 : 항만계획, 항만운영, 항만물류시스템



**최형림(Hyung-Rim Choi)**

KAIST 경영과학과 경영과학박사  
동아대학교 경영정보학과 교수  
※관심분야 : 항만물류시스템, RFID/USN



**이은규(Eun-Kyu Lee)**

건국대학교 전자정보통신공학과 석사  
건국대학교 전자정보통신공학과 박사 수료  
(주)에스위너스 기술연구소 소장  
※관심분야 : 능동형 RFID 시스템, 컨테이너 보안장치, 안테나 설계