
IEEE 표준 802.15.4b 기반 컨테이너 보안 장치(CSD) 시스템 구현 및 검증

이은규* · 손정락* · 최성필* · 문영식* · 김재중* · 최형림**

Design and Implementation of Container Security Device(CSD) based on IEEE
standards 802.15.4b

Eun Kyu Lee* · Jung Rock Shon* · Sung Pill Choi* · Young Sik Moon*
· Jae Joong Kim* · Hyung Rim Choi**

이 논문은 지식경제부 지방기술혁신사업(B0009720) 지원으로 수행되었음

요 약

CSD는 미국 국토안보부(DHS)에서 제시한 IEEE Standard 802.15.4b를 토대로 하는 컨테이너 보안 장치로 ISO 668 표준 규격으로 제작된 컨테이너에 장착되어 컨테이너 도어의 개폐여부를 감지하는 장치이다. 본 연구에서 개발한 CSD(Container Security Device)의 주 기능은 컨테이너 도어 개폐 여부 감지와 컨테이너 내부 환경 상태 및 운송 도중 컨테이너에 가해지는 충격에 대한 이력 조회이다. 본 논문에서는 글로벌 물류 패러다임 변화를 토대로 컨테이너 화물 안전수송에 질적 서비스 향상을 위하여 본 연구에서 개발한 ConTracer를 활용하여 구현된 시스템을 한국·일본 간 컨테이너 물류 경로에 시범 운영 테스트를 적용하여 ConTracer의 시스템 성능 평가를 검증하는데 초점을 두었다.

ABSTRACT

CSD is IEEE Standard 802.15.4b based Container Security Device which is proposed by the U.S Department of Home Security. It is mounted inside the container to sense opening of the container door. ConTracer is the CSD which is developed in this research whose major features are sensing door opening status as well as history inquiring on internal environment and shock to the container by mounting the temperature/ humidity/ shock sensors. Moreover, its RFID frequency bandwidth uses 2.4GHz to correspond actively to the radio regulations used by different countries. This paper introduces the development trend of CSD, compares the ConTracer which is developed thru this research and other company's CSD, and introduces CSD System which is designed and established using ConTracer. Finally, the implemented CSD System is verified by applying the demonstration service to container distribution between Korea and Japan.

키워드

컨테이너 보안 장치, 전자태그, 위성항법장치, 컨트롤러서

Key word

Container Security Device, RFID, GPS, ConTracer

* 정회원 : 동아대학교 ICC사업단

접수일자 : 2011. 05. 24

** 종신회원 : 동아대학교 경영정보학과 교수 (교신저자, hrchoi@dau.ac.kr)

심사완료일자 : 2011. 06. 16

I. 서 론

국제적으로 선적된 전 상품의 약 90%가 컨테이너에 의해서 운송되며, 컨테이너는 전 세계 경제의 중추적 역할을 담당하고 있다. 복합 운송에 사용되는 컨테이너는 국제 표준기구(ISO 668)에 의해 컨테이너 규격들이 표준화되어 항해, 철도, 트럭으로 전 세계로 여러 상품들을 수송하고 있다.

하지만 2001년 미국의 9.11 테러 이후 미국에 대한 테러위협을 원천차단하기 위해 전 방위적으로 물류보안 체계를 강화가 되었고 특히, 컨테이너는 2012년부터 미국으로 반입되는 모든 컨테이너 화물에 대해 운송 도중 컨테이너가 개폐되지 않았음을 확인할 수 있도록 미국 세관이 인정한 보안장치를 장착해야만 미국 내 반입을 허락하는 법률을 강화하고 있다[1]. 미국뿐만 아니라 유럽연합(EU)은 국제해사기구(IMO)의 ISPS Code 조항 중 권고사항까지도 의무화한 ‘해운 및 항만시설 보안규정’을 제정해 물류보안을 강화했다. 또한, 세계관세기구(WCO)의 기업 물류 보안제도(SAFE Framework) 이행에 역점을 둔 물류보안규칙을 입법화하여 시행하고, 수입 화물 검색 시스템을 구축·운영하는 등 물류 보안강화를 위한 노력이 그림1에 보는 바와 같이 응용업체까지 확대되고 있다.

이렇듯 미국, 유럽을 중심으로 한 선진국들은 보안 조치를 강화하면서도 물류흐름의 저해를 방지하기 위하여 전자봉인 시스템 및 스마트 컨테이너 개발과 기술 표준화 등 관련 연구개발 사업에 대한 투자확대는 물론 시장선점을 위해 발 빠르게 움직이고 있는 상황이다.

화물 컨테이너의 전자 보안 장치의 대표적인 것으로는 Active RFID 기술을 활용한 전자 봉인(eSeal: Electronic Seal)과 컨테이너 보안장치(CSD: Container Security Device)가 있다. 능동형 RFID 기술을 활용하고 있는 전자봉인(eSeal)장치는 화물 컨테이너의 문에 설치되며 컨테이너 문이 비정상적인 형태로 개폐되거나 또는 비정상적인 형태로 개폐가 시도될 경우 이를 감지하여 주변의 리더에게 알리고 그 이력을 유지하는데 역할을 한다.

하지만 전자봉인 장치는 비교적 쉽게 해킹되고 모방이 완벽하게 가능하며 암호화가 되지 않아 통신제어 절차에 상당한 문제점을 안고 있다. 그리고 컨테이너 보안 장치는 미국의 GE를 중심으로 산업체들이 형성한 커머스 가드(Commerce Guard)와 미국의 Savi 및 중국의 CIMC 등 외국기업들에서 활발한 연구개발이 이루어지고 있지만 CSD는 충격 센서가 장착되지 않아 컨테이너에 가해지는 충격에 대해서는 감지할 수 없으며, 리더와 태그 간 인식 거리가 30m밖에 되지 않는다는 단점을 가지고 있다.

따라서 본 연구에서는 전자 보안 장치가 미국 DHS CBP가 요구하는 기술 스펙을 만족하는 각기 업체들과 제품에 대해 비교한 후에, 최근 사용자 요구사항까지 반영하여 개발한 ConTracer를 소개하고, 본 장비를 활용하여 구현한 시스템을 한국과 일본 간 운송되는 컨테이너 화물에 직접 적용하여 시스템의 성능을 평가함으로써 본 연구의 신뢰성을 검증해 보았다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장 관련 연구에서 각사의 전자 보안 장치의 제품의 특성을 비교 분석하였고 III장에서는 본 연구에서 개발한 ConTracer 장비의 주 기능인 컨테이너 불법 문개폐 작동원리 및 각 제조사 컨테이너를 통해 현장 실험을 통해 DHS에서 요구사항에 만족 여부를 확인하였다. IV장에서 국내 및 한국 일본 간 시범서비스를 통해 CSD 시스템 성능을 검증한 후 V장에서 결론을 맺는다.

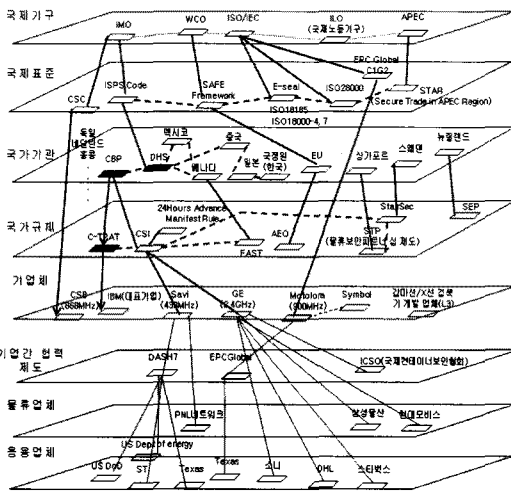


그림 1. 물류보안제도 확대도
Fig 1. Supply Chain Security Spreads

II. 관련 연구

본 장에서는 컨테이너 보안 장치의 각 기업체들의 개발 제품과 본 연구에서 개발한 ConTracer의 특성을 비교 분석한다.



구분	E-seal Lock	Interior Sensor	ST-676	GE CSD	ConTracer
제조사	LongSun	CSS	Savi	GE	ICC
개폐 여부 인식 확인	○	○	○	○	○
온도, 습도, 및 충격 감지	×	○	○	△ (선택사항)	○
사용자 편의성 (발부착 용이)	높음	보통	보통	높음	높음
재활용성	높음 (반영구적)	높음 (반영구적)	높음 (반영구적)	높음 (반영구적)	높음 (반영구적)

· 그림 2. 제조사별 컨테이너 보안 장치의 비교
Fig 2. Compare the advantages and disadvantages of Container Security Devices

그림 2는 컨테이너에 사용하는 각사 제품에 대해 보여 준다. eSeal은 컨테이너를 이용한 물류 초창기부터 컨테이너의 보안을 위해 한 개 또는 그 이상의 도어 걸쇠 메커니즘 (door hasp mechanisms)으로 금속 "봉인"인 재래식 볼트 배리어(bolt barrier) "봉인" 방식으로 사용된 장비이며 능동형 RFID 기술을 응용하여 컨테이너 문에 설치되어 컨테이너 문의 비정상적인 개폐를 감지하는 전자봉인(eSeal) 장치이다. 하지만 전자봉인(eSeal)은 컨테이너 문 외부에 부착되어 파손이 쉽고, 재사용이 안 된다는 단점을 가지고 있다. eSeal의 단점을 보완하여 2007년 미국 국토안보부에서 발표한 CSD 요구 문서에 따라 컨테이너 내부에 부착되어 컨테이너 문의 불법 개폐를 감지하고 재활용이 가능한 CSD의 개발이 본격화 되었다.

그 후 컨테이너 문의 불법 개폐 감지만만 아니라 컨테이너 내부의 상태 모니터링 및 불법 이민자 감지 등 CSD의 성능을 향상 시킨 ACSD(Advanced Container Security Device)의 개발이 현재 진행 중이다[2]. 앞으로는 전자봉인장치를 컨테이너에 별도로 부착하는 것이 아니라 ACSD의 기능을 수행하는 장비들이 컨테이너에 내장되는 지능형 컨테이너로 발전해 갈 것으로 전망된다. 특히 상용화 단계에 있는 Savi社의 ST-675는 컨테이너 보안

태그로 능동형 RFID의 표준인 ISO/IEC 18000-7 규격을 준수하여 개발되고 있으며 사용주파수는 433MHz 대역이며, FSK 변조 방식을 채택하여 0.6mW 출력으로 리더와 태그 간 인식 거리가 약 122m이다. 컨테이너에는 집게형(C-Clamp) 보조 장치를 사용하여 컨테이너 문 가장자리 외부에 부착하며 브리치 및 조도센서를 이용하여 문의 개폐여부를 감지하고 온·습도와 충격 감지 센서를 장착하여 이동 중의 컨테이너 상태 변화에 관한 이력을 제공해 준다[3]. ST-675는 eSeal의 재사용이 안된다는 단점을 보완하였지만 장비가 외부에 있어 파손이 쉽게 된다는 단점은 여전히 가지고 있다.

GE社의 CSD는 컨테이너 운송 중 컨테이너 자동 식별 시스템을 다룬 컨테이너 보안 장치이며 라이선스가 없는 ISM 밴드 대역을 사용한다[4]. 수용 주파수는 2.45GHz 대역이며, BPSK, DSSS 변조방식을 채택하여 1mW 미만의 출력으로 약 30m의 리더와 태그 간 인식 거리를 가진다. 컨테이너 벽과 문 사이에 자석을 사용하여 부착하며 근접센서를 이용하여 컨테이너 문의 개폐 여부를 감지하고, 온·습도 센서를 장착하여 컨테이너 이동 중 컨테이너 상태를 감지하여 이력을 제공해준다. 하지만 CSD는 충격 센서가 장착되지 않아 컨테이너에 가해지는 충격에 대해서는 감지 할 수 없으며, 리더와 태그 간 인식 거리가 30m밖에 되지 않는다는 단점을 가지고 있다.

III. 본 론

3.1. ConTracer 시스템 소개

그림 3은 본 연구에서 개발한 ConTracer 장비이며 그림 4은 개발된 ConTracer를 이용하여 구성한 CSD 시스템을 보여준다. 이 CSD 시스템은 미국 DHS CBP의 요구 사항을 준수하는 시스템으로 2.45GHz 대역의 ConTracer와 고정형 리더, 리더를 관리하는 컨트롤 프로그램 그리고 ConTracer에서 받아오는 컨테이너의 정보를 저장, 이력 관리하는 DCP와 최종 사용자가 볼 수 있는 웹 어플리케이션으로 구성되어 있다.

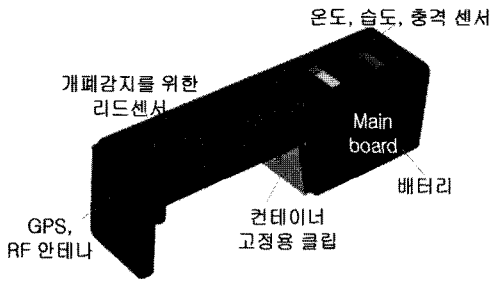


그림 3. ConTracer 장비의 각 기능
Fig 3. Functions of ConTracer Device

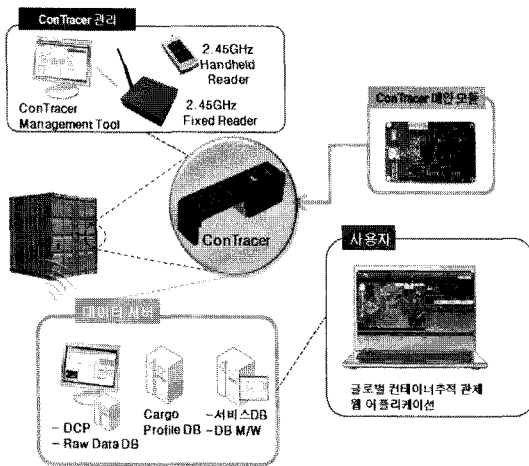


그림 4. CSD 시스템 구성도
Fig 4. CSD System Configuration

본 시스템은 미국의 **SAFE Port Act**의 안전 및 보안관련 규제에 대응하기 위해 제작한 제품으로 컨테이너 내부에 장착된 ConTracer로부터 오는 정보를 이용하여 컨테이너 화물의 안전한 수송을 위한 시스템으로 많은 관심을 받고 있다. 현재 국내·외 시범운영을 통해 성능을 개선하고 안정화 시켜 상용화를 진행하고 있으며, 본 시스템으로 컨테이너 문의 불법 개폐 감지(전자봉인) 및 온/습도, 충격 등 컨테이너 내부 상태의 기록(log)을 제공 받을 수 있다. 그리고 컨테이너 불법 개폐 시에는 거점별 리더를 통해 불법 이벤트에 대해 정보를 알려주고 GPS를 이용한 컨테이너의 운송 위치를 확인 할 수가 있다.

3.2. ConTracer의 컨테이너 문 개폐 감지

본 연구에서 개발한 ConTracer의 주요 기능중 하나가 컨테이너 도어 불법 개폐 감지 기능이다. 본 장에서는 미국 국토안보부가 요구되고 있는 컨테이너 도어 감지 측면에 관해 다루기로 한다. 그림 5은 미국 국토안보부에서 제시하는 컨테이너 불법 열림 감지 거리에 대해 정의한 그림이다. CSD RFI 규정 6절에 따르면 컨테이너 도어 감지율이 95%정도로 규정되어 있지만 횡수나 컨테이너 수에 대해서는 언급이 없어 본 실험에서는 장착될 컨테이너 수를 연도별로 30개로 선정하여 본 연구에 착안한 리드센서 감지 방법으로 컨테이너 도어 감지 테스트를 실험 보았다.

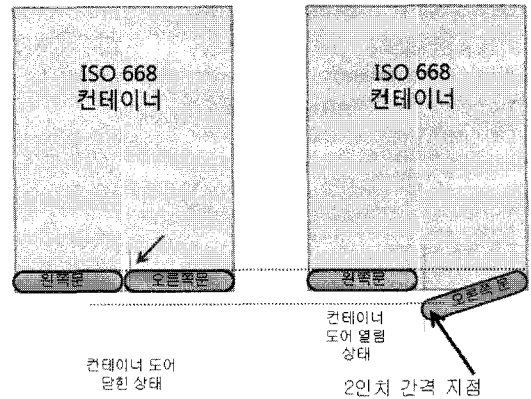


그림 5. 컨테이너 도어 감지 지점
Fig 5. Container Door Open/shut Points

실험에 측정할 ConTracer의 문 개폐 감지는 ISO 668 표준 규격에 맞게 만들어진 컨테이너의 문 외벽과 문 사이의 빈틈에 고정용 자석을 이용하여 부착 된다.

컨테이너 문이 2인치 이상 열릴 경우 컨테이너 외벽과 맞닿아 있던 슬라이더가 움직이며 리드센서의 자력 감지 범위가 리드센서 중심에서 2.54mm까지 감지할 수 있기 때문에 컨테이너 문이 2인치 열리 때 그림6에 보는 바와 같이 리드센서 위치가 2.54mm내에 들어오면 2초 이내에 컨테이너의 문 개폐여부를 감지할 수 있으며 각 컨테이너 제조사별 현장 측정 결과는 그림 5와 같이 40mm 이내에서 모든 컨테이너 도어를 감지함을 실험을 통해 확인 할 수가 있었다.

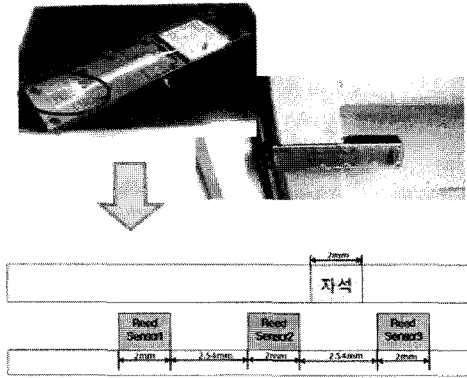


그림 6. 컨테이너 도어 감지 지점
Fig 6. Container Door Open/shut Points

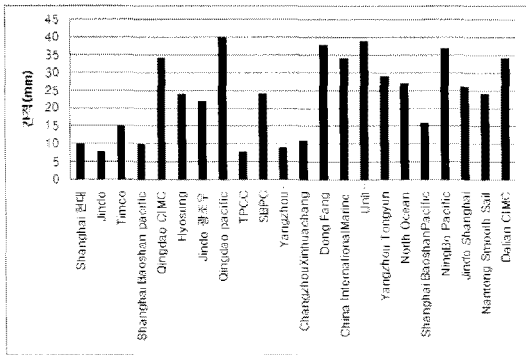


그림 7. 컨테이너 제조사별 도어 감지 측정 결과
Fig 7. Actual measurement for Containers door opens and shuts

IV. ConTracer를 이용한 CSD 시스템 시범 서비스

본 장에서는 설계 구현된 CSD 시스템의 성능 검증을 위하여 실시한 국내 및 한국·일본 간 국제 시범서비스를 소개한다.

4.1. 한국 일본 간 국제 운영 테스트

그림 8에서 보는 바와 같이 본 연구에서 구축한 CSD 시스템의 성능 검증을 위해 인천 송화주를 출발하여 부산북항을 거친 후, 일본의 수화주 공작까지 운송되는 컨테이너 2대에 ConTracer 10개를 부착하여 기능 점검을

수행하였으며 본 연구에서는 운영테스트를 통해 CSD 시스템의 개선사항 부분을 도출하는 데 목적을 두고 시범 운영테스트를 준비하였다.

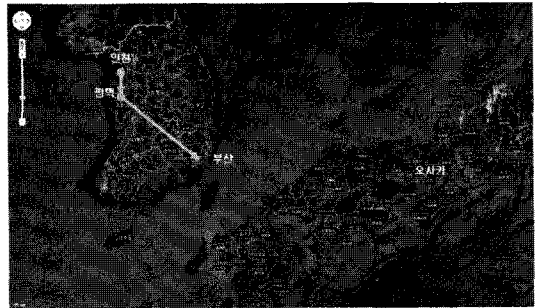


그림 8. 한·일 시범테스트 운영경로
Fig 8. Route for Korea-Japan Case service

그림 9는 국내 시범서비스의 전체 시나리오를 나타낸다. 출발지인 인천송화주에서 컨테이너 내부에 2.4GHz ConTracer를 각각 부착하고 컨테이너의 상태 감지를 시작하기위해 Arming하고 ConTracer를 활성화 (Activation) 시켰다. 인천 송화주 게이트를 통과하는 차량에 실린 컨테이너에 부착된 ConTracer의 상태를 게이트에 설치되어 있는 고정형 리더를 통해서 모니터링 하고, 경유지 및 일본으로 출발하는 부산항에서도 게이트 입구에 설치된 고정형 리더를 통해 부산항으로 들어가는 컨테이너에 부착된 ConTracer를 인식하여 컨테이너의 봉인여부와 컨테이너 내부 상태에 대한 중간 점검을 실시하였다.

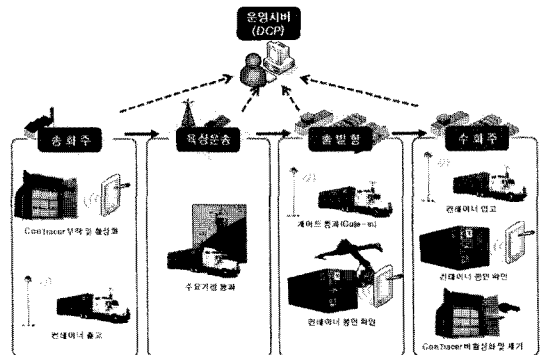


그림 9. ConTracer의 거점별 운영 프로세스
Fig 9. ConTracer's Operating Process

도착지인 일본 나고야 수화주 게이트에 설치된 고정형 리더를 통해 수화주로 들어오는 컨테이너에 부착된 ConTracer를 인식하여 컨테이너의 입고를 확인하였다. 그리고 수화주 공장내에서 Inspection을 통해 컨테이너가 운송되는 과정에서 컨테이너의 상태를 확인 한 후 이상이 없었다는 것을 점검한 후 ConTracer를 비활성화(Deactivation)시키고 컨테이너에서 ConTracer를 제거하였다.

시범서비스의 결과, 인천 송화주에서 컨테이너 내부에 부착한 2.45GHz 대역의 두 대의 컨테이너 모두 의왕 ICD를 통과하여 부산북항만까지 운송되는 과정에서 정상적으로 동작하여 컨테이너의 온·습도 및 컨테이너에 가해지는 충격을 감지하여 기록하고, 컨테이너 문의 봉인 상태를 정확하게 감지하여 DCP로 정보를 전송하는 것을 확인할 수 있었다.

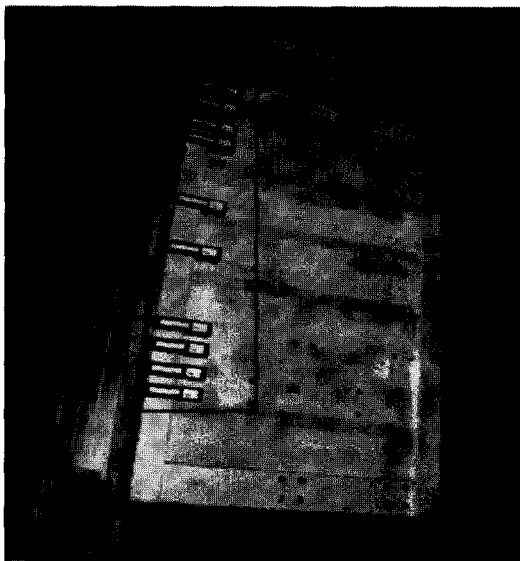


그림 10. 컨테이너 도어 내부에 부착된 ConTracer
Fig 10. Images of attached to container door

또한 그림 10과 같이 부착된 ConTracer 10개에서 각 Status 데이터들은 각 거점에서 확인 완료되었으며 ConTracer 내부 저장 메모리에 저장되어 있는 각 이벤트 데이터들은 1시간 간격으로 수집이 되어 일본 수화주 창고에서 Inspection을 거쳐 확인이 되었다.

4.2 한국 일본 간 국제 운영 테스트 분석

컨테이너 내부에 장착된 ConTracer는 컨테이너터미널 야드에 컨테이너들이 고단으로 적층된 경우나 철골 구조물 환경으로 인해 일부 통신 장애 발생 및 ConTracer의 배터리 소모가 빨라지는 문제가 발생하였으나 철골 구조물로 되어 있는 환경에서도 통신 성능이 최적화될 수 있도록 확장 안테나를 활용하고, 기존 배터리 용량보다 큰 용량의 배터리를 사용함으로써 개선이 필요하였다. 그리고 ConTracer를 이용한 컨테이너 상태정보 연계에 대한 모니터링은 충분히 수행이 가능하나, ConTracer의 상태정보를 확인하기 위한 DCP(Data Consolidation Point) Server의 경우 Client/Server 기반에서 관리자(운영자) 측면으로 모니터링 기능이 개발되어 있어 시스템 편의성 관점에서 개선할 필요가 있어 향후 DCP(Data Consolidation Point) Server를 관리자와 사용자가 Web 상에서 사용할 수 있도록 시스템을 확장할 필요가 있으며, 사용자에게 따른 기능 권한 부여와 편의성 부분을 보완할 필요가 있었다.

구분	2.4GHz ConTracer										
		ConTracer 인식					DCP 전송				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
송화주 창고 (인천)	봉인	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	온도	-1.0	-1.1	-0.2	-1.3	-1.8	-1.0	-1.1	-0.9	-1.3	-1.8
	습도	64.1	63.5	62.2	63.6	64.6	64.1	63.5	62.2	63.6	64.6
	충격	1.0	1.5	1.2	1.1	1.0	1.0	1.5	1.2	1.1	1.0
도착항 (부산 북항)	봉인	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	온도	0.4	0.6	0.2	0.4	0.6	0.4	0.6	0.2	0.4	0.6
	습도	63.1	64.9	63.7	64.2	64.7	63.1	64.9	63.7	64.2	64.7
	충격	0.4	0.6	0.8	1.2	1.3	0.4	0.6	0.8	1.2	1.3
수화주 창고 (일본)	봉인	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	온도	5.4	5.6	5.8	5.4	5.6	5.4	5.6	5.8	5.4	5.6
	습도	64.5	64.3	64.8	64.6	64.5	64.5	64.3	64.8	64.6	64.5
	충격	1.0	1.2	0.9	1.5	1.0	1.0	1.2	0.9	1.5	1.0

그림 11. 컨테이너 상태 정보 확인 결과
Fig 11. Checking results in Container status

또한 운영 및 관리적인 측면에서 화주, 운송업체, 컨테이너터미널 등 물류주체들의 지원이 필요하였으나 작업자들의 시급한 현장 업무로 인하여 일정상 문제가 발생하였으며 화물이 어떻게 적재되고 어디로 이송되는지 대하여 외부 사람에게 알리는 것을 꺼려함으로써

스트 및 시범 운영상에 문제가 발생됨에 따라 각 물류 주체들과 사전 협의를 통한 협의체 구성이 필요하고 사업 수행 시 발생하는 정보들을 협의체들에게 제공함으로써 사업에 지원하는 협의체가 일방적인 지원만 하는 것이 아니라 사업 수행 시 발생하는 정보를 제공함으로써 적극적인 참여를 유도하여 정보네트워크 구성을 형성하는 것이 필요하였다.

V. 결 론

CSD 시스템에 사용되는 ConTracer는 미국 국토안보부(DHS)의 CSD 요구 스펙에 맞춰 개발하였으며 IEEE Standard 802.15.4b 규격을 준수하였다. 특히, 컨테이너 도어 개폐 감지 방법으로는 컨테이너 벽과 문 사이에 자석을 이용하여 부착하며 리드센서를 이용하여 컨테이너 문의 불법 개폐를 문의 열림을 2인치까지 확보하여 ISO 668 표준에 맞는 모든 컨테이너에 적용 가능성을 제시하였다. 그리고 GPS, 온·습도, 충격 센서를 장착하여 컨테이너 이동 중 각 거점을 통해 컨테이너 상태를 감지된 컨테이너 내부이력 정보를 정상적으로 수집하여 DCP 서버에 전달되는 것도 시범운영 테스트를 통해 컨테이너가 각 거점별 데이터 전송이 안전하게 수집되는 확인 할 수가 있었다. 또한 ConTracer는 컨테이너 내부에 장착되어 외부로부터 파손의 위험이 적으며, 시스템 제사용성을 높기 때문에 컨테이너 운송 및 물류사업에 적용하여 응용 범위를 넓힐 수 있다는 것을 본 시범 운영 테스트를 통해 확인 하였다. 향후에는 또한 최근 TCR, TSR 이용에 따라 컨테이너 운송중 도난 사례가 급격히 증가되고 있어 물류 안전에 대한 관심이 이슈화되고 있기 때문에 본 시스템은 수요자의 변화에 따라 적절히 대응할 수 있도록 WCDMA와 GSM 통신 모듈이 부착된 ConTracer로 보완하여 실시간 통신이 가능한 시스템으로 실시간 통신 지원이 되어 물류안전제고에 문제점을 해결될 수 있도록 보완할 계획이다.

참고문헌

[1] U.S. Department of Homeland Security Customs and Border Protection, Conveyance Security Device(CSD)

Requirements, Version 1.2, December 10, 2007

[2] Eun Kyu Lee, Young Sik Moon, Joong Jo Shin, Jung Rock Shon, Sung Pill Choi, Chae Soo Kim, Jae Joong Kim, Hyung Rim Choi, "Pilot case for Container Security Device (CSD) based on Active RFID," The Korea Institute of Maritime Information & Communication Sciences, Vol.8, No.2, April 201, pp.238-243, 2010.
 [3] Savi® "ST-675 Container Security Tag" [online] Datasheet", Available: www.savi.com
 [4] CommerceGuard™ "Container Security Device" [online] Datasheet, Available: www.gesecurity.com/csd

저자소개

이은규(Eun Kyu Lee)



1997년 : 영동대학교
 정보통신공학과 공학사
 1999년 : 건국대학교 전자정보통신
 공학과 공학석사

2004년 : 건국대학교 전자정보통신공학과 박사수료
 2002년 ~ 2005년 : 전자파연구원 주임연구원
 2009년 ~ 2011년 : (주)쌍신전자통신 부설연구소
 주임연구원
 현재 : 동아대학교 컨테이너화물 안전수송 기술개발
 클러스터사업단 선임연구원
 ※ 관심분야 : RFID/USN, 안테나, 컨테이너 보안 장치

손정락(Jung Rock Son)



2005년 동서대학교 컴퓨터공학과
 공학 공학사
 2010년 동아대학교 항만물류시스템
 학과 공학석사

현재 : 동아대학교 컨테이너화물 안전수송 기술개발
 클러스터사업단 주임연구원
 ※ 관심분야 : 항만물류, 항만시물레이션



최성필(Sung Pill Choi)

2005년 동명대학교 경영정보학과
공학사
2010년 동아대학교 항만·물류시스템
학과 공학석사

현재 : 동아대학교 컨테이너화물 안전수송 기술개발
클러스터사업단 주임연구원

※ 관심분야 : **RFID/USN application**, 항만물류시스템,
S/W 엔지니어링



문영식(Young Sik Moon)

2007년 : 부산대학교
정보컴퓨터공학과 공학사
2009년 : 부산대학교 컴퓨터공학과
공학석사

현재 : 동아대학교 컨테이너화물 안전수송 기술개발
클러스터사업단 주임연구원

※ 관심분야 : **Active RFID**시스템, 임베디드 시스템
컨테이너 보안 장치



김재중(Jae Joong Kim)

1981년 서울대학교 해양학과 이학사
1983년 서울대학교 토목공학과
공학석사
1989년 서울대학교 토목공학과
공학박사

현재 : 동아대학교 토목공학과 교수

※ 관심분야 : 항만계획, 항만운영



최형림(Hyung Rim Choi)

1979년 서울대학교 경영학과 경영학
학사
1986년 **KAIST** 경영과학과
경영과학과 경영과학석사

1993년 **KAIST** 경영과학과 경영과학박사

현재 : 동아대학교 경영정보학과 교수

※ 관심분야 : 항만물류시스템, **RFID/USN**