

능동형 RFID 기반 컨테이너 보안 장치(CSD)의 개발에 관한 연구

정희원 최 형 림*, 김 재 중*, 강 무 흥*, 신 중 조*, 손 정 락*, 문 영 식*, 이 은 규**

A Study on The Development of Container Security Device(CSD) based on Active RFID

Hyung-Rim Choi*, Jae-Joong Kim*, Moo-Hong Kang*, Joong-Jo Shin*, Jung-Rock Shon*,
Young-Sik Moon*, Eun-Kyu Lee**^o *Regular Members*

요 약

CSD는 미국 국토안보부(DHS)에서 제안한 Active RFID를 기반으로 하는 컨테이너 보안 장치로 컨테이너 내부에 장착되어 컨테이너 도어의 개폐여부를 감지하는 장치이다. ConTracer는 본 연구에서 개발한 CSD(Container Security Device)로 이 장치의 주기능은 컨테이너 도어 개폐 여부 감지뿐만 아니라 온도, 습도, 충격 센서를 장착하여 컨테이너 내부 환경 상태 및 운송 도중 컨테이너에 가해지는 충격에 대한 이력 조회가 가능하다. 그리고 RFID 동작주파수는 433MHz와 2.4GHz의 두 주파수 대역을 사용하여 각 국가별 주파수 사용제한에 능동적으로 대응 할 수 있도록 하였다. 본 논문에서는 컨테이너 보안 장치의 발전 방향에 대해서 알아본 후 본 연구에서 개발한 ConTracer와 각 회사에서 개발한 CSD를 비교하여 보고, ConTracer를 이용하여 설계 및 구현한 CSD 시스템을 소개한다. 마지막으로 구현된 CSD 시스템은 한국·중국 간 컨테이너 물류에 시범서비스를 실시하여 구현한 CSD 시스템을 검증 하였다.

Key Words : ConTracer, Container Security Device(CSD), Active RFID, ESeal

ABSTRACT

CSD is Active RFID 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 433MHz and 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 China.

※ 본 연구는 지식경제부 지방기술혁신사업(B0009720) 지원으로 수행되었음

* 동아대학교 컨테이너화물 안전수송 기술개발 클러스터사업단(°교신저자)(jabanora@dau.ac.kr)

논문번호 : KICS2009-10-487, 접수일자 : 2010년 10월 27일, 최종논문접수일자 : 2010년 2월 3일

I. 서론

능동형 RFID(Radio Frequency Identification)는 수동형 RFID 태그에 비해 인식거리가 길고, 금속 물체에 적용이 용이하여 금속 컨테이너를 대상으로 하는 항만 및 내륙 물류 수송 관리 시스템 및 컨테이너 보호 분야에 활용이 용이하다.

2008년 Drewry사의 통계 자료^[1]에 따르면 전 세계 컨테이너항만 물동량은 5억 8,693만 TEU(Twenty Feet Equivalent Unit)이고, 이중 북미 항만의 물동량이 4,967만 TEU인데, 미국은 2001년 9.11 테러 이후 안전과 보안업무를 총괄하는 국토안보부(DHS: Department of Homeland Security)를 창설하고, 해운보안법, 항만보안법, 9·11 테러방지권고이행법률 등을 연이어 제정하는 등 자국에 대한 테러위험을 원천차단하기 위해 전 방위적으로 물류보안체계를 강화했다. 특히 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 통과시켰다. 미국 뿐만 아니라 유럽연합은 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, 수입화물 검색 시스템을 구축·운영하는 등 물류 보안강화를 위한 노력을 꾸준히 펼쳐오고 있다.

이렇듯 미국, 유럽을 중심으로 한 선진국들은 보안조치를 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.

전자봉인(eSeal)은 화물 컨테이너의 문에 설치되며, 컨테이너 문이 비정상적인 형태로 개폐되거나 또는 비정상적인 형태로 개폐가 시도될 경우 이를 감지하여 주변의 리더에게 알리고 그 이력을 유지하는 역할을 한다.

컨테이너 보안장치(CSD)는 화물 컨테이너의 내부에 장착되어, 컨테이너 화물의 분실, 도난 및 컨

테이너 침입 탐지 기능을 수행한다. 컨테이너 보안 장치는 현재 국제 표준이 없는 상태이며, 미국의 DHS의 관세국경보호국(CBP)이 요구하는 기술 스펙을 발표하였다^[2]. 이에 맞춰 미국의 GE를 중심으로 산업체들이 형성한 커머스 가드(Commerce Guard)와 미국의 Savi 및 중국의 CIMC 등 외국기업들에서는 활발한 연구개발이 이루어지고 있다. 하지만 세계 각국의 기업들이 치열한 경쟁으로 각축을 벌이고 있는 상황에 국내에서는 아직 외국 제품과 경쟁을 벌일 수 있을 만한 제품이 없는 것이 현실이다.

따라서 본 연구에서는 전자 보안 장치의 개발 발전 방향을 조명해 보고, 본 연구에서 개발한 CSD 장비를 미국 DHS CBP가 요구하는 기술 스펙을 만족하는 각기 업체들과 제품 특성을 비교 분석하였다.^{[3],[4]} 여기서 본 연구에서 개발한 CSD 장비를 ConTracer라고 칭하였다. 개발된 ConTracer를 이용하여 CSD 시스템을 구성하고, 한국과 중국 간 운송되는 컨테이너 화물에 직접 적용하여 시스템의 성능을 평가함으로써 본 연구의 신뢰성을 검증해 보았다.^[5]

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장 관련 연구에서 전자 보안 장치의 개발 발전 방향을 알아보고, 컨테이너 보안 제품의 특성을 비교 분석하여본다. III장에서는 본 연구에서 개발한 ConTracer와 ConTracer를 이용한 CSD 시스템에 대해서 설명한다. IV장에서 국내 및 한국 중국 간 시범서비스를 통해 성능을 평가한 후 V장에서 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

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

그림 1은 컨테이너에 사용하는 Seal의 발전 방향을 보여 준다. 컨테이너를 이용한 물류 초창기부터 컨테이너의 보안을 위해 한 개 또는 그 이상의 도어 걸쇠 메커니즘(door hasp mechanisms)으로 플라스틱 또는 금속 “봉인”인 재래식 볼트 배리어(bolt barrier) “봉인”을 사용하였다. 2000년 이후 IT 기술의 발달과 컨테이너 보안의 중요성이 강조되면서 능동형 RFID 기술을 응용하여 컨테이너 문에 설치되어 컨테이너 문의 비정상적인 개폐를 감지하는 전자봉인(eSeal)이 개발되었다. 하지만 전자봉인(eSeal)은 컨테이너 문 외부에 부착되어 파손이 쉽고, 재사용이 안 된다는 단점을 가지고 있다. eSeal

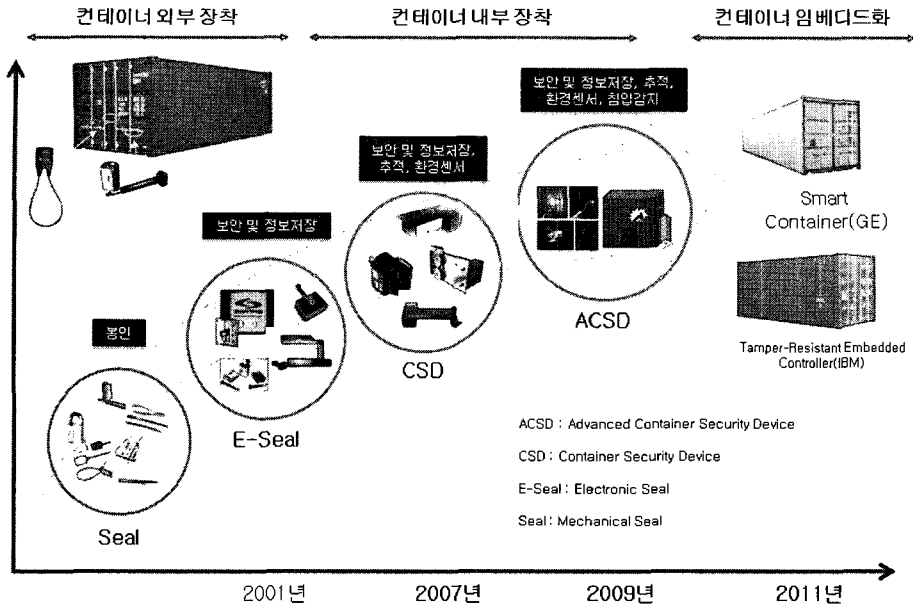


그림 1. 컨테이너 보안 장치의 발전 방향

의 단점을 보완하여 2007년 미국 국토안보부에서 발표한 CSD 요구 문서에 따라 컨테이너 내부에 부착되어 컨테이너 문의 불법 개폐를 감지하고 재촬영이 가능한 CSD의 개발이 본격화 되었다. 그 후 컨테이너 문의 불법 개폐 감지뿐만 아니라 컨테이너 내부의 상태 모니터링 및 불법 이민자 감지 등 CSD의 성능을 향상 시킨 ACSD(Advanced Container Security Device)의 개발이 현재 진행 중이다. 앞으로는 전자봉인장치를 컨테이너에 별도로 부착하는 것이 아니라 ACSD의 기능을 수행하는 장비들이 컨테이너에 내장되는 지능형 컨테이너로 발전해 갈 것으로 전망된다.

표 1은 현재 개발된 컨테이너 보안 장치를 대표 하는 미국의 Savi사의 ST-675와 GE사 CSD의 장비 특징을 비교 분석하였다. 두 장비는 미국 국토안보부(DHS)의 CSI와 SAFE Port Act, C-TPAT, 10+2제도 등 컨테이너 보안관련 분야에 활용이 가능한 제품이다. Savi사의 ST-675는 컨테이너 보안 태그로 능동형 RFID의 표준인 ISO/IEC 18000-7 규격을 준수하여 개발되었다. 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 컨테

이너 상태 변화에 관한 이력을 제공해 준다. ST-675는 eSeal의 재사용이 안된다는 단점을 보완하였지만 장비가 외부에 있어 파손이 쉽게 된다는 단점은 여전히 가지고 있다.

GE사의 CSD는 컨테이너 운송 중 컨테이너 자동 식별 시스템을 다룬 ISO10374 표준을 준수하여 개

표 1. 컨테이너 보안 장치 업체 간 기능 비교

구분	Savi Network (ST-675)	GE Security (CSD)
규격	ISO/IEC 18000-7	ISO 10374
사용 주파수	433MHz	2.4GHz
변조방식	FSK	BPSK DSSS
출력	0.6mW	<1mW
인식거리	약122m	약30m
컨테이너 부착방법	집게형(C-Clamp)	자석부착
도어개폐 감지방법	브리치 및 조도센서	근접센서
온·습도 센서범위	-32℃~+70℃	-40℃~+70℃
충격감지	○	×
전원수명	4년(Lithium)	6년(Lithium)
응용분야	DHS CSI, C-TPAT, 10+2제도, SAFE Port Act	

발되었다. 수용 주파수는 2.4GHz 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 개폐여부를 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. ConTracer 소개

본 연구에서 개발한 ConTracer는 미국 국토안보부(DHS)의 CSD 요구사항과 ISO/IEC 18000-7 표준을 준수하여 개발되었다. 사용주파수로는 433MHz, 2.4GHz의 두 개의 대역을 사용하며, 433MHz는 FSK를 2.4GHz는 O-QPSK 변조 방식을 채택하여 3.6mW 이하의 출력에서 100m 이상에서 리더 태그 간 인식이 가능하다. 컨테이너 벽과 문 사이에 자석을 이용하여 부착하며 마이크로 스위치를 이용하여 컨테이너 문의 개폐여부를 감지하고, 온-습도와 충격 센서를 장착하여 컨테이너 이동 컨테이너 상태를 감지하여 이력을 제공해 준다. ConTracer는 컨테이너 내부에 장착되어 짐으로 파손의 위험이 적으며, 재사용이 가능하고, 100m이상의 긴 인식률을 가진다.

3.1 ConTracer 기구 소개

그림 2는 본 연구에서 개발한 ConTracer 기구의 각 부분을 나타내고 있다. 컨테이너 문의 개폐감지를 위한 마이크로 스위치와 433MHz RF 모듈의 장착 부분, 컨테이너 내부의, 온-습도 감지를 위한 센서와 충격센서가 부착되어있는 메인 보드 장착 부분, 그리고 2.4GHz RF 모듈의 장착 부분으로 구성되어있다. RF모듈은 필요에 따라 433MHz RF 모듈과 2.4GHz RF 모듈을 선택하여 장착할 수 있도록 설계 제작하였다.

본 연구에서 개발한 ConTracer 기구는 미국 국토안보부(DHS)의 요구 사항에 맞추어 ISO 668 표준에 따라 제작된 모든 Dry 컨테이너에 장착될 수 있도록 설계 제작하였다. 그림 3에서 보는바와 같이 ConTracer는 컨테이너 문 외벽과 문 간 빈틈

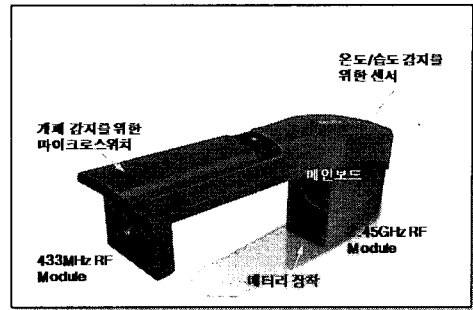


그림 2. ConTracer 기구의 각 부분 설명

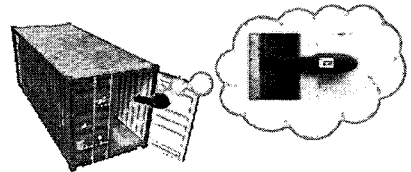


그림 3. ConTracer 부착 위치

에 컨테이너 화물이 파손되지 않는 적절한 높이에 고정용 자석을 이용하여 부착 된다.

3.2 ConTracer의 컨테이너 문 개폐 감지

그림 4는 ConTracer의 문 개폐감지 방법을 보여준다. ConTracer는 ISO 668 표준 규격에 맞게 만들어진 컨테이너의 문 외벽과 문 사이의 빈틈에 고정용 자석을 이용하여 부착되어 컨테이너 문이 2인치 이상 열릴 경우 컨테이너 외벽과 맞닿아 있던 슬라이더가 움직이며 마이크로 스위치를 눌러주어 2초 이내에 컨테이너의 문 개폐여부를 감지한다. 이때 컨테이너 문의 개폐 감지 정확도는 95%이상이며 ISO 10374 표준에 준하는 항만의 가혹한 환경

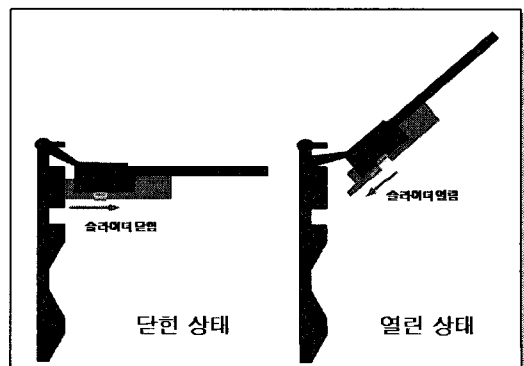


그림 4. ConTracer 문 개폐 감지 원리

에서도 동작을 할 수 있도록 설계 제작하였다.

3.3 ConTracer를 이용한 CSD 시스템 구성

그림 5는 본 연구에서 개발한 ConTracer를 이용하여 구성된 CSD 시스템을 보여준다. 이 CSD 시스템은 미국 DHS CBP의 요구사항을 준수하는 시스템으로 433MHz, 2.4GHz 대역의 ConTracer와 각 주파수와 RF통신을 수행하는 고정형 리더, 리더를 관리하는 컨트롤 프로그램(Control Program) 그리고 ConTracer에서 받아오는 컨테이너의 정보를 저장하는 DCP (Data Coordination Point)로 구성된다.

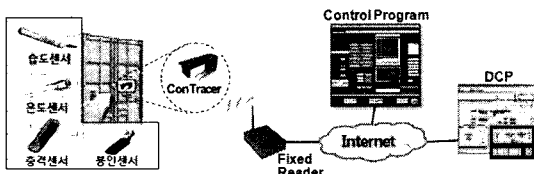


그림 5. ConTracer를 이용한 CSD 시스템 구성도

IV. ConTracer를 이용한 CSD 시스템 시범 서비스

본 장에서는 본 연구에서 구축한 CSD 시스템의 성능 검증을 위하여 실시한 국내 및 한국 중국 간 국제 시범서비스를 소개한다.

4.1 국내 시범서비스

본 연구에서 구축한 CSD 시스템의 성능 검증을 위해 양산CD(Inland Container Depot)를 출발하여 백양터널을 지나 부산에 위치한 감만CY(Container Yard)까지 이동하는 공 컨테이너에 ConTracer를 부착하여 국내시범서비스를 진행하였다.

그림 6은 국내 시범서비스의 전체 시나리오를 나타낸다. 출발지인 양산CD에서 컨테이너 내부에 433MHz, 2.4GHz ConTracer를 각각 부착하고 컨테이너의 상태 감지를 시작하기위해 Arming하고 ConTracer를 활성화(Activation) 시켰다. 양산CD 게이트를 통과하는 차량에 실린 컨테이너에 부착된 ConTracer의 상태를 게이트에 설치되어 있는 고정형 리더를 통해서 모니터링하고, 경유지인 백양터널 요금소에 설치된 고정형 리더를 통해 백양터널을 지나는 컨테이너에 부착된 ConTracer를 인식하여 컨테이너의 봉인여부와 컨테이너 내부 상태에 대한 중간 점검을 실시하였다. 도착지인 감만CY의 게이

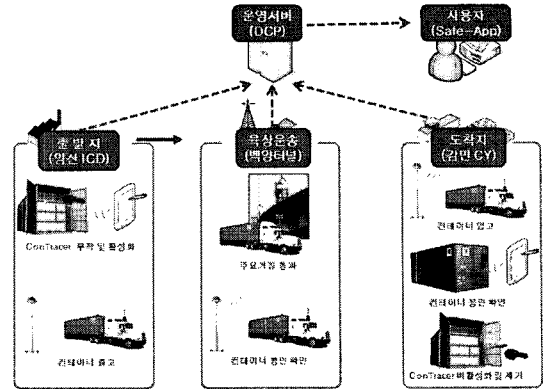


그림 6. 국내시범서비스 시나리오

트에 설치된 고정형 리더를 통해 감만CY로 들어오는 컨테이너에 부착된 ConTracer를 인식하여 컨테이너의 입고를 확인하였다. 그리고 감만CY 내에서 Inspection을 통해 컨테이너가 운송되는 과정에서 컨테이너의 상태를 확인 한 후 이상이 없었다는 것을 확인한 후 ConTracer를 비활성화(Deactivation) 시키고 컨테이너에서 ConTracer를 제거 하였다.

국내 시범서비스의 결과 양산CD에서 컨테이너 내부에 부착한 433MHz와 2.4GHz 대역의 두 개의 ConTracer 모두 백양터널을 통과하여 감만CY까지 운송되는 과정에서 정상적으로 동작하여 컨테이너의 온도 및 컨테이너에 가해지는 충격을 감지하여 기록하고, 컨테이너 문의 봉인 상태를 정확하게 감지하여 DCP로 정보를 전송하는 것을 확인할 수 있었다.

4.2 한국 중국 간 국제 시범서비스

국내 시범서비스를 통해 본 연구에서 구축한 CSD 시스템의 동작 성능을 검증한 후 L사의 지원을 받아 그림 7에서 보여주는 바와 같이 중국 남경 공장을 출발하여 한국의 평택항을 거쳐 구미 물류 기지까지 이동하는 화물이 가득 찬 컨테이너에 본 연구에서 구축한 CSD 시스템을 적용하여 한국 중국 간 국제 시범서비스를 실시하였다.

이번 시범서비스는 컨테이너 해상운송에 따른 ConTracer의 기능 검증을 위한 것으로 각 주요거점에 이동형 리더기를 설치한 후, ConTracer를 장착한 컨테이너가 이들 거점을 통과할 때 리더기를 통하여 인식되는지와 수집된 데이터가 운영서버인 DCP까지 손상되지 않고 전달되는지 등을 점검하였다. 그림 8은 한국 중국 간 국제 시범서비스의 전체 시나리오를 나타낸다. 출발지인 중국 남경 L사 공장

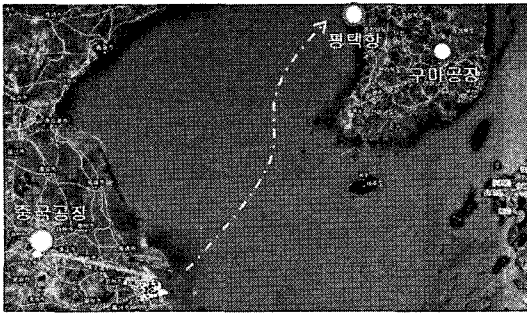


그림 7. ConTracer 시범서비스 경로

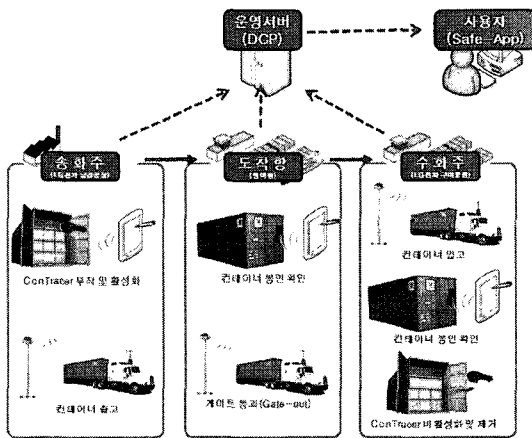


그림 8. 한국 중국 간 국제 시범서비스 시나리오

에서 컨테이너에 화물을 가득 채운 후 화물을 파손시키지 않을 적당한 높이에 433MHz, 2.4GHz ConTracer를 각각 부착하고 컨테이너 문을 닫은 후 컨테이너의 상태 감지를 시작하기 위해 ConTracer를 Arming하고 활성화(Activation) 시켰다. 경유지인 평택항 게이트에 설치된 고정형 리더를 통해 게이트를 지나는 컨테이너에 부착된 ConTracer를 인식하고 Inspection을 통해 컨테이너의 봉인여부와 컨테이너 내부 상태에 대한 중간 점검을 실시하였다. 도착지인 구미 물류기지의 게이트에 설치된 고정형 리더를 통해 물류기지로 들어오는 컨테이너에 부착된 ConTracer를 인식하여 컨테이너의 입고를 확인 한 후 물류기지 내에서 Inspection을 통해 컨테이너가 운송되는 과정에서 컨테이너의 상태를 확인한 후 이상이 없었다는 것을 확인한 후 ConTracer를 비활성화(Deactivation)시키고 컨테이너에서 ConTracer를 제거 하였다.

그림 9는 한국 중국 간 국제 시범서비스에서 활용된 장비의 설치 및 이를 통과하는 컨테이너 차량의 모습을 보여준다.

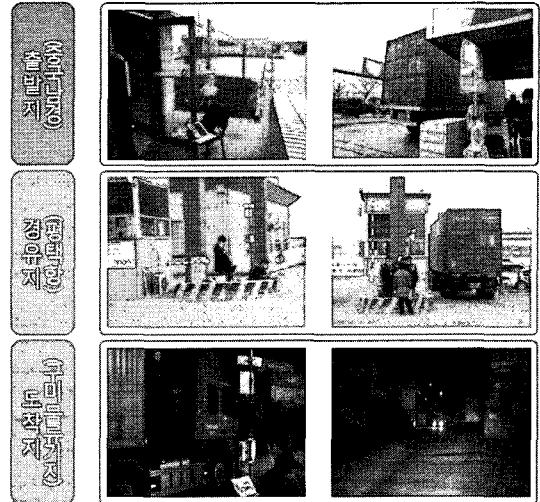


그림 9. 한국 중국 간 국제 시범서비스 장비 설치

표 2는 본 연구에서 구축한 CSD 시스템을 이용하여 한국 중국 간 국제 시범서비스의 결과를 정리한 것이다. 출발에서는 433MHz, 2.4GHz ConTracer가 컨테이너에 부착되어 Arming과 활성화(Activation)가 모두 정상적으로 이루어졌으며, 이 정보가 인터넷을 통해 DCP로 잘 전송되었다. 경유지인 평택항 게이트에서 실시한 ConTracer 인식과 Inspection에서는 433MHz ConTracer의 경우 리더가 ConTracer를 인식하고 Inspection이 잘 이루어 졌지만 DCP로의 정보 전송은 실패하였고, 2.4GHz ConTracer의 경우 평택항 게이트 통과 시에는 인식이 되지 않았지만 Inspection에는 반응하여 ConTracer의 일부 데이터를 DCP로 전송하는데 성공하였다. 도착지인 구미 물류기지에서는 433MHz ConTracer의 경우 게

표 2. 거점별 리더의 ConTracer 인식 및 정보의 DCP 전송 결과

구분	433MHz ConTracer		2.4GHz ConTracer	
	리더인식	DCP전송	리더인식	DCP전송
Arming (중국 남경)	○	○	○	○
Gate-out (중국 남경)	○	○	○	○
Gate-out (평택항)	○	○	×	×
Inspection	○	×	△	○
Gate in(구미)	○	×	○	○
Inspection	○	○	△	○
Deactivation	○	○	○	○

이트 통과 시 ConTracer는 인식하였지만 네트워크 장애로 인해 DCP로의 정보 전송에는 실패하였다. 2.4GHz ConTracer의 경우 게이트 통과 시 ConTracer 인식 및 DCP로의 정보전송에 성공하였다. 도착지에서 최종적으로 컨테이너의 이동 중 컨테이너의 상태를 확인하기 위해 실시한 Inspection에는 433MHz, 2.4GHz ConTracer 모두가 정상적으로 인식되어 ConTracer에 저장되어있는 컨테이너의 이동 중 기록된 온습도 및 충격 정보와 컨테이너 문 개폐이력을 정상적으로 DCP로 전송하였다.

마지막으로 ConTracer의 동작을 정지시키기 위해 실시한 Deactivation에 433MHz, 2.4GHz ConTracer가 정상적으로 동작하였다.

V. 결 론

본 논문에서는 컨테이너 보안 장치의 발전단계를 소개하며, Active RFID 기반으로 설계 및 제작한 컨테이너 보안 장치들에 대해서 살펴보았다. 그리고 본 연구에서 개발한 미국 국토안보부(DHS)에서 발표한 컨테이너 보안 장치(CSD)의 요구사항을 만족하는 ConTracer를 소개하였다. ConTracer는 컨테이너 벽과 문 사이에 자석을 이용하여 부착하며 마이크로 스위치를 이용하여 컨테이너 문의 개폐여부를 감지하고, 온습도와 충격 센서를 장착하여 컨테이너 이동 컨테이너 상태를 감지하여 이력을 제공해 준다. 그리고 ConTracer를 이용하여 구축한 CSD 시스템을 소개하고, 구축한 CSD 시스템을 검증하기 위하여 국내 및 한국 중국 간 국제 시범서비스를 실시하여 성능을 평가하였다. 향후과제로 한국 중국 간 국제 시범서비스 결과에서 나타난 컨테이너 내에 철재화물이 가득 실릴 환경에서 ConTracer 인식 불안정 문제를 해결하기 위해서 컨테이너 내의 ConTracer 부착 위치와 서버로의 데이터 전송에 관한 DCP 연동 문제와 컨테이너 적재상의 RF성능 환경 간섭 등이 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] Drewry, Annual Container Market Review and Forecast - 2008/09, September, 2008.
 [2] U.S Department of Homeland Security Customs and Border Protection, Conveyance Security Device(CSD) Requirements, Version 1.2, December, 10, 2007

[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
 [5] Su Jin Kim, Guofeng Deng, Sandeep K. S. Gupta and Mary Murphy-Hoye, "Intelligent Networked Containers for Enhancing Global Supply Chain Security and Enabling New Commercial Value," in the 3rd Int'l Conf. on Communication System Software and Middleware (COM-SWARE'08), 2008.

최형림 (Hyung-Rim Choi)

정회원



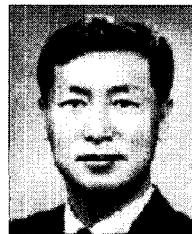
1979년 2월 서울대학교 경영학
과(경영학학사)
1986년 2월 KAIST 경영과학과
(경영과학석사)
1993년 8월 KAIST 경영과학과
(경영과학박사)
1987년 3월~현재 동아대학교 경

영정보학과 교수

<관심분야> 항만물류시스템, RFID/USN

김재중 (Jae-Joong Kim)

정회원



1981년 2월 서울대학교 해양학
과(이학사)
1983년 2월 서울대학교 토목공
학과(공학석사)
1989년 2월 서울대학교 토목공
학과(공학박사)

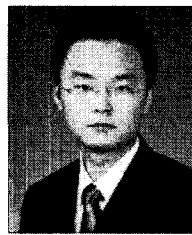
현재 동아대학교 토목공학과 교수

1979년 2월 서울대학교 경영학과(경영학학사)

<관심분야> 항만계획, 항만운영

강무홍 (Moo Hong Kang)

정회원

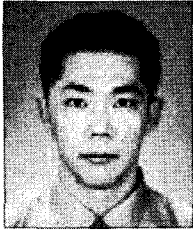


2003년 2월 동아대학교 경영정
보학과(경영학학사)
2005년 2월 동아대학교 경영정
보학과(경영학석사)
2009년 2월 동아대학교 경영정
보학과(경영학박사)

<관심분야> 항만물류, RFID/USN

신 중 조 (Joong Jo Shin)

정회원



2005년 2월 동아대학교 경영정보학과(경영학석사)
2007년 2월 동아대학교 경영정보학과(경영학석사)
현재 동아대학교 경영정보학과 박사수료
<관심분야> 항만물류, RFID/USN

이 은 규 (Eun Kyu Lee)

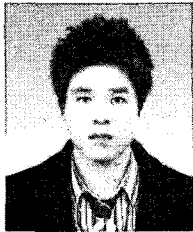
정회원



1999년 2월 영동대학교 정보통신공학과 학사
2001년 2월 건국대학교 전자정보통신공학과 석사
2004년 3월 건국대학교 전자정보통신공학과 박사수료
<관심분야> 능동형 RFID 시스템, 컨테이너 보안장치(CSD), 안테나 설계

손 정 락 (Jung Rock Shon)

정회원



2005년 2월 동서대학교 컴퓨터공학과(공학학사)
현재 동아대학교 항만물류시스템학과 석사과정
<관심분야> 항만물류, 시뮬레이션

문 영 식 (Young-Sik Moon)

정회원



2007년 2월 부산대학교 정보컴퓨터공학과 학사
2009년 2월 부산대학교 컴퓨터공학과 석사
2009년 3월~현재 동아대학교 ICC 사업단 주임연구원
<관심분야> 능동형 RFID 시스템, 임베디드 시스템, 컨테이너 보안장치(CSD)