

---

# 컨테이너 보안 장치(ConTracer)에 활용되는 2.45GHz 및 GPS 안테나 통합 보드 설계에 관한 연구

이은규, 문영식, 신중조, 손정락, 최성필, 김재중, 최형립  
동아대학교 컨테이너 안전수송 기술개발 클러스터 사업단

## A Study on Design of 2.45GHz and GPS antenna Integrated Board using Container security Device(ConTracer)

Eun Kyu Lee, Young Sik Moon, Joong Jo Shin, Jung Rock Shon, Sung Pill Choi, Jae Joong Kim,  
Hyung Rim Choi

Intelligent Container R&D Center, Dong-A University

E-mail : jabanora@dau.ac.kr

### 요 약

본 논문에서는 컨테이너화물 안전수송에 사용되는 ConTracer에 활용할 2.45GHz 및 GPS 통합 안테나 보드를 설계하고자 한다. 설계된 통합 안테나 보드는 컨테이너 도어에 적용하고자 컨테이너 도어에 해당되는 모형 모델링하여 철재물에 대한 RF 영향에 대해 시뮬레이션하여 그 결과를 반영하여 2.45GHz 안테나 보드를 설계하였으며 GPS 안테나는 세라믹 재질로 제작하였다. 적용하는 ConTracer라는 것은 각 컨테이너화물의 정보를 거점별 리더기로 서버측에 전송하는 장비로서, 항만 물류산업에 크게 활용되는 장치이다. 이 ConTracer 장비에 사용되는 2.45GHz 및 GPS 안테나 보드는 컨테이너 환경에 초점을 맞춰 설계할 필요가 있으며 컨테이너 재질(전부금속), 컨테이너에 실장되는 RF 모듈단의 크기와 접지를 모두 고려한 통합 안테나 보드 설계가 필요하다. 따라서 본 논문은 컨테이너 도어 부분만 모델링하여 최적의 안테나 파라미터들의 성능이 구현될 수 있도록 2.45GHz 안테나 보드를 제작하고 세라믹 재질로 GPS 안테나를 제작하여 그 특성을 측정하였다.

### ABSTRACT

In this paper, A Design of 2.45GHz and GPS antenna Integrated Board using Container security Device(ConTracer) for container cargo transportation is proposed and experimentally evaluate. Integrated antenna board include 2.4GHz chip and Ceramic GPS antenna is also consider the impact of RF interference based on simulation for applied to steel container. After a careful comparison and analysis a part of the container door for its best performance, We conduct tests to characterize. The proposed integrated antenna board is suitable for container cargo transportation application in steel container field.

### 키워드

컨테이너 보안장치(CSD), 2.45GHz 안테나, GPS 안테나

### Keyword

Container security device, 2.45GHz Antenna, GPS antenna

## 1. 서 론

미국은 2001년 9.11 테러 이후 안전과 보안업무를 총괄하는 미국 국토안보부(DHS: Department of Homeland Security)를 창설하고, 해운보안법, 항만보안법, 9 11 테러방지권고이행법률 등을 연이어 제정하는 등 자국에 대한 테러위협을 원천 차단하기 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.[1]

화물 컨테이너의 전자 보안장치의 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 도어의 불법 개폐 확인을 통한 컨테이너 화물의 분실, 도난 및 침입 탐지 기능을 수행한다.[2],[3],[4]

미국 국토안보부에서 제안한 CSD RFI[5]에서 정의한 주파수 대역은 2.4GHz~2.4835GHz이며 안테나 이득은 0dBi로 정의되어 있어 컨테이너 야적장에 철재로 구성된 컨테이너 환경에서 제시된 안테나 스펙에 의해 동작할 수 있는 안테나 개발이 필수적이라고 할 수 있다.

본 연구에서는 컨테이너 보안장치의 안테나 부분만 취급하였으며 설계된 안테나는 2.4GHz 칩 안테나와 세라믹 재질로 만든 GPS 안테나를 하나의 보드에 장착하여 실제 컨테이너에 장착에서 주변 물질에 영향이 없는지를 필드테스트를 통해 개발된 통합 안테나 성능을 검증하였다.

## II. 본 론



그림 1. 컨테이너 보안 장치(ConTracer)

그림 1.에 보여지는 컨테이너 보안장치인 ConTracer는 미국 국토안보부(DHS)의 CSD 요구

사항을 만족하도록 개발되어 있으며 컨테이너 보안장치의 주 기능인 컨테이너 도어 개폐 감지뿐만 아니라 온도, 습도, 충격 센서를 장착하여 컨테이너 내부 환경 상태 및 운송도중 컨테이너에 가해지는 충격에 대한 이력 조회도 가능하다.

그리고 본 장비를 활용하여 구현된 CSD 시스템은 미국 국토안보부 CBP의 요구사항을 준수한 시스템으로 그림 2.에 보여지는 것과 같이 2.4GHz 대역의 ConTracer와 고정형 리더, 리더를 관리하는 CMT(Control Management Tool) 그리고 ConTracer에서 감지한 컨테이너 상태를 저장하는 DCP(Data Consolidation Point)로 구성되어 있다.

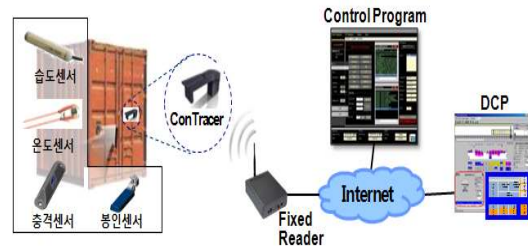


그림 2. ConTracer를 이용한 CSD 시스템 구성도

### 1. 모형 컨테이너 도어를 이용한 안테나 통합 보드 설계

본 연구에서 제안한 안테나 통합 보드는 그림 3.와 같이 컨테이너 내부에 장착되는 형태로 설계 및 제작되어야 한다. 통합 안테나는 컨테이너 철재 환경에 초점을 맞춰 설계할 필요가 있으며 컨테이너 재질(전부금속)과 적재상태, 그리고 컨테이너에 실장되는 RF Module단의 크기와 접지를 모두 고려한 안테나 설계가 필요하다.

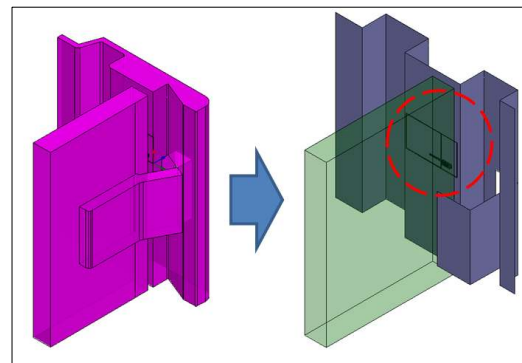


그림 3. 컨테이너 도어 활용한 안테나 시뮬레이션 모델링

통합 안테나 보드를 설계하기 위하여 목표 스펙중에 2.45GHz에 공진이 일어나게 하기 위하여 컨테이너 도어 시뮬레이션을 통해 나온 안테나 크기를 60.0mm(L)\*35mm(W)\*0.6mm(H)로 토대로

설계하였다. 이 크기는 GPS의 1.575GHz 주파수에서도 공진이 일어나도록 하는데 활용하였다.

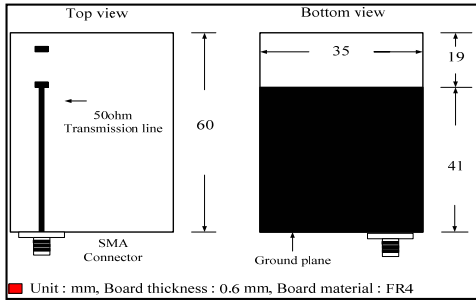


그림 4. 설계된 통합 안테나 보드

시뮬레이션을 통해 나온 안테나 크기를 9.0 x 4.0 x 1.6 mm로 하여 2.4GHz 공진 주파수와 주파수 밴드 폭 83.5MHz 그리고 최대 이득은 0.5dBi로 설계하였다. 안테나 형태는 무지향성 및 고이득 특성을 지닌 헬리커 타입이다. 또한 세라믹 재질로 만든 GPS 안테나의 크기는 3mm x 22 x 3mm이며 구조는 PIFA로 하여 GPS 중심주파수를 1.575GHz에 설계되도록 하였다.

### II. 안테나 성능 측정

그림 5는 2.4GHz 칩 안테나와 GPS 세라믹 안테나를 장착한 안테나 통합 보드이다. GPS 안테나의 경우는 컨테이너 내부 장착으로 인해 위성 수신 신호가 매우 미약하기 때문에 GPS 신호 라인 부분에 2단 LNA를 사용하였다.



그림 5. 제작된 2.4GHz 및 GPS 안테나 통합 보드

LNA 2단 사용으로 GPS 안테나의 이득은 실제 계측 장비를 측정한 결과 26dB이 나왔으며 2.4Ghz의 칩 안테나의 매칭 결과는 그림 7과 같다. 공진 주파수는 그림 6.에서 보는 바와 같이 안테나 패턴 라인을 튜닝 통해 2.585GHz에서 2.415GHz로 특성을 나오도록 하였다.

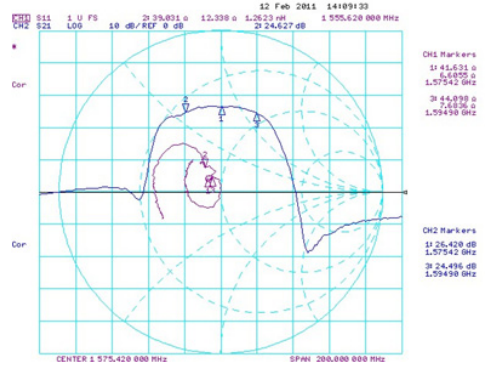


그림 6. 측정된 GPS 안테나 이득 및 매칭 결과

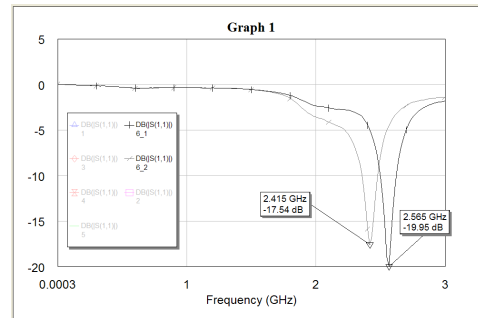


그림 7. 1차 2.4GHz 칩 안테나 반사계수 특성

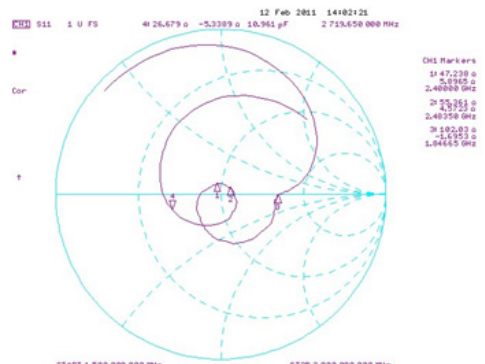


그림 8. 2.4GHz 칩 안테나 매칭 결과

### III. 통합 안테나 보드 성능 검증

제작된 통합 안테나 보드를 그림 9와 같이 실제 컨테이너 도어 부착한 후에 리더 안테나에서 하여 +dBm을 송신 했을 때 컨테이너 문이 닫힌 상태에서 통합 안테나로 측정한 결과 -85dBm으로 수신되는 것을 확인 할 수가 있었다. 그리고 GPS 안테나는 그림10,과 같이 위성수가 8개가 수신되는 것도 확인 할 수가 있었다.

ConTracer에 "Reed Sensor를 이용한 컨테이너 도어 개폐 감지 메커니즘"을 구현하고 이를

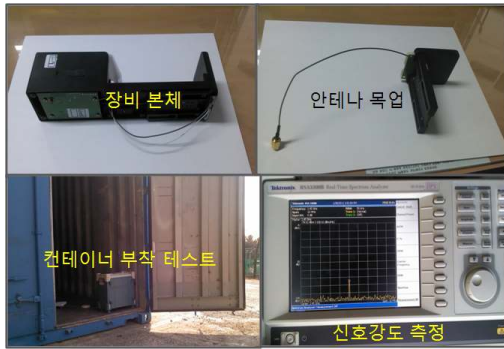


그림 9. 2.4GHz 컨테이너 차폐율 측정 모습

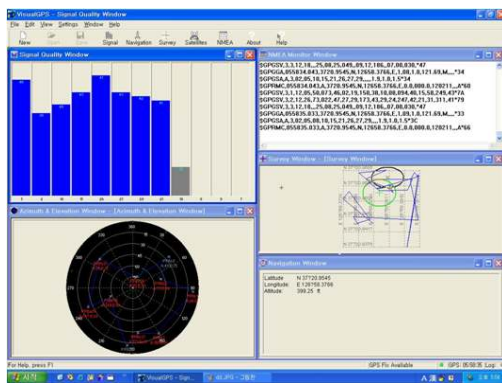


그림 10. GPS 위성 수신 결과

그림 9와 그림 10.에서 보는 바와 같이 본 연구에서 목표 하였던 것처럼 2.4GHz와 GPS에서 수신되면서 컨테이너 도어에 사용될 수 있음을 나타내고 있다.

## V. 결 론

본 논문에서는 2.4GHz대역을 사용하는 IEEE 802.15.4b와 1.575GHz 대역을 사용하는 GPS에 만족하는 소형의 통합 보드 안테나를 설계하여 안테나 성능에 대한 검증하였다.

설계되어진 통합 안테나 보드는 철재 재질로 구성되어지는 컨테이너에 안테나 파라미터들의 성능 구현을 보여줌으로써 컨테이너 화물 안전에 사용되는 컨테이너 보안 장치에 효율적으로 신호를 수신할 수 있을 것으로 기대된다.

## 감사의 글

본 연구는 지식경제부 지방기술혁신사업 (B0009720) 지원에 의하여 이루어진 연구로서, 관계부처에 감사 드립니다.

## 참고문헌

- [1] 전자신문, <http://www.etnews.co.kr/news/>

- detail.html?id=200503240097
- [2] 강유성, 김호원, 정교일, "화물 컨테이너 보호를 위한 RFID 보안장치 기술 동향", 한국통신학회지, 제24권 11호 p.43~50
- [3] 문영식, 최형립, 강무홍, 이은규, 신중조, 손정락, "컨테이너 보안장치(CSD)의 개발에 관한 연구", 한국통신학회 추계학술발표대회 **7B-40**, November, 23, 2009
- [4] Eun Kyu Lee, Young Sil Moon, Joong Jo Shin, Jung Rock Shon, Sung Pil Choi, Chae Soo kim, Jae Joong Kim and Hyung Rim Choi, "Pilot Case for Container Security Device(CSD) Based on Active RFID", 한국해양정보통신학회 Vol.8, No2, April 2010
- [5] Conveyance Security Device (CSD) Requirement Document Baseline version 1.2, December 10, 2007