

스마트 해상물류 시스템을 위한 컨테이너 설계 및 개발

장지수*, 김현진*, 박다원*, 배소영*, 이시현*

*인하대학교 전자공학과

e-mail : l0ve11@naver.com

Container Design and Development for Smart Marine Logistics System

Jisu Kang*, Hyunjin Kim*, Dawon Park*, Soyoung Bae*, Sihyeon Lee*

*Dept. of electronic engineering, Inha University

요약

통신기술이 1 세에서 5 세대로 발전하는 동안 해상물류의 핵심인 컨테이너는 기능상의 큰 발전 없이 과거에 머물러 있다. 이에 본 논문에서는 컨테이너의 위치 및 상태 정보를 수기로 관리하던 기존의 방식에서 벗어나 IoT 장비를 활용해 실시간 위치 파악, 상태 모니터링 및 자동화 등을 통해 물류의 가시성을 확보하고 컨테이너를 효율적으로 재배치함으로써 비용 절감 및 새로운 서비스 창출하기 위한 스마트 컨테이너를 제안한다. 부가적으로, 태양열판을 이용한 전원공급, 펠티어 소자를 이용한 냉방기능을 제공함으로써 신선 식품 배송의 핵심인 풀 코드 체인(Full Cold Chain) 플랫폼으로 활용범위를 넓히고자 한다.

1. 서론

1.1 연구 배경 및 목적

해상 운송의 정석으로 알려져 있는 컨테이너는 전 세계적으로 규격화된 운송 단위로 적재의 편리함 덕분에 과거부터 현재까지도 많이 활용되고 있지만, 기본적인 모양과 기능은 과거와 큰 차이가 없다. 하지만, 최근 다양한 기술의 발전으로 이러한 컨테이너를 스마트한 운송 수단으로 변화시키기 위한 시도들이 이루어지고 있다.

이렇게 컨테이너의 스마트화가 현실화될 수 있게 된 배경은 다양하다.

첫 번째로, 통신기술의 발달에서 찾아볼 수 있다. 아날로그 기반의 1 세대부터 현재의 5 세대에 이르기 까지 엄청난 발전을 거듭해온 무선 통신 기술의 발전과, 저전력 무선 네트워크 기술인 소물 인터넷의 등장이다.

두 번째로, 센서 기술의 발전과 비용 절감에서 찾아볼 수 있다. GPS, 온도센서, RFID 센서 등 센서의 정확도가 높아지고 소형화가 가능해지면서 대중화되었다.

마지막 배경은 빅데이터와 클라우드 환경을 기반으로 한 플랫폼 서비스 시장의 대두이다. 전 세계의 수 많은 컨테이너의 정보를 단시간에 수집, 분석이 가능해지면서 그 정보들이 실시간으로 제공되기 위한 환경이 마련되었고, 이는 스마트 컨테이너 활성화의 길을 열어 주었다. 스마트 항만은 데이터 수집, 가공, 분석, 공유 등이 가능한 정보 흐름의 허브 역할까지

도 수행함으로써 관련된 모든 자원들을 유기적으로 연결한다.

이렇게 등장한 ‘스마트 컨테이너’는 컨테이너의 위치 및 상태 정보 등을 수기로 기록 및 관리하던 기존의 방식에서 벗어나 IoT 장비를 활용하여 컨테이너의 실시간 위치를 추적함과 동시에 모니터링 자동화 등을 통해 컨테이너의 효율적인 재배치를 통해 수익을 창출하고, 서비스 경쟁력을 높이기 위한 신기술이다.

따라서, 우리나라와 같이 스마트 항만이 구축되지 않은 환경에 스마트 컨테이너를 도입함으로써 미래 물류 패러다임의 새로운 전환점이 될 수 있다. 이에 본 논문에서는 ‘스마트 컨테이너’의 주요 기능을 설계 및 개발하였다.

1.2 선행 기술 분석 및 기존 기술과의 차별성

프랑스의 해운기업인 CMA CGM에서 제공하는 트ラ센(TRADEXENS)이라고 하는 기술은 육상이나 해상에 있는 컨테이너로부터 실시간으로 데이터를 수집해 컨테이너와 고객, 회사, 세관 등에 관련 정보를 제공한다. 컨테이너 위치는 물론 컨테이너 내부의 온도 및 습도, 진동, 통관수속 상태 등의 정보가 전송되며 냉장 컨테이너의 경우 원격으로 온도 제어가 가능하다.

또 다른 예로, 덴마크의 화물추적 기술 개발업체 글로브 트래커(GT)가 그 대표적인 케이스다. GT 사가 개발한 스마트 컨테이너 솔루션은 컨테이너들과 개별적으로 커뮤니케이션을 할 수 있는 기술이다.

이 논문에서 개발한 스마트 컨테이너는 위와 같은 기준의 스마트 컨테이너의 기술과는 다른 세 가지 차별성을 가진다.

첫번째로, 자동으로 냉방장치를 키고 끄는 기능을 통해 일정한 온도를 유지한다. 단순히 차가운 온도만을 유지하는 냉장, 냉동화물과는 달리 원하는 온도로 운반이 가능하다.

두번째로, 구글 지도에 현재 컨테이너의 위치가 실시간으로 찍히는 위치추적 기능을 포함한다.

마지막으로, 태양열판을 이용하여 전원을 공급 및 충전함으로써 비용과 전력 낭비를 최소화한다.

이러한 주요 기능 등을 제외하고도 인체의 움직임이 느껴질 경우 불이 켜지도록 하거나 개폐기능을 비밀번호 입력 및 RFID 의 두 가지 요소로 나누는 등의 차별화된 기능들을 개발하였다.

2. 본론

2.1 주요 기능 설계

1) 디바이스

스마트 컨테이너의 기능은 보안, 내부 상태 제어, 위치추적, 충전, 통신으로 나눌 수 있다.

<표 1> 디바이스의 기능 소개

기능	설명
출입 통제	컨테이너의 문 개폐를 다루는 기능. 외부에 보안 장치를 장착하여 비밀번호 입력, 혹은 ID 카드 태그를 통해 잠금을 해제
상태 제어	인체 움직임을 감지해 LED 를 제어. 일정 온도 및 습도를 넘어갈 경우 냉방 기능을 ON/OFF 함으로써 내부 상태 제어
위치 추적	컨테이너의 외부에 GPS 센서를 부착하여 위치를 실시간으로 추적
배터리 충전	태양열 패널을 활용하여 배터리 충전 및 컨테이너 환경 유지
정보 전송	센서를 통해 받은 정보들을 서버로 송신

2) 서버

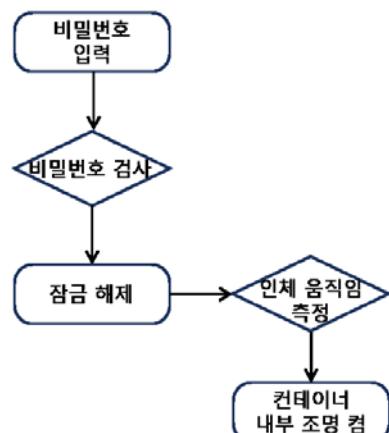
스마트 컨테이너의 소프트웨어 기능은 정보 등록, 데이터베이스상의 정보관리, 웹페이지를 통한 정보 열람, 접근 권한 관리로 나눌 수 있다.

<표 2> 서버의 기능 소개

기능	설명
정보 등록	수집된 정보를 데이터베이스에 등록하여 감시가 가능
정보 관리	하나의 컨테이너마다 표를 동적으로 생성하여 수집된 정보를 저장
정보 열람	웹페이지를 통해 사용자가 모바일 환경에서 컨테이너의 상태 정보를 열람 가능
접근 권한 관리	컨테이너에 접근할 수 있는 사용자를 지정. 사용자는 접근 가능한 정보만 열람 가능

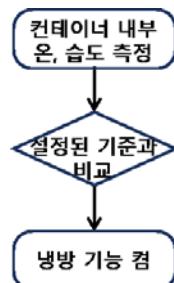
2.2 주요 기능 흐름도

1) 디바이스 흐름도



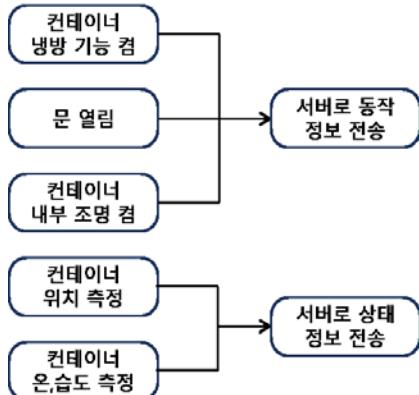
(그림 1) 스마트 컨테이너의 출입 관련 흐름도

스마트 컨테이너에 사용자가 접근해 문 개방을 시도하는 경우, 비밀번호 일치 여부 판단을 통해 잠금 해제를 결정한다, 잠금이 해제되어 사용자가 컨테이너 내부에 들어갔을 때 인체 움직임 감지 센서의 값을 통해 내부 조명을 제어한다.



(그림 2) 스마트 컨테이너의 냉방 기능 흐름도

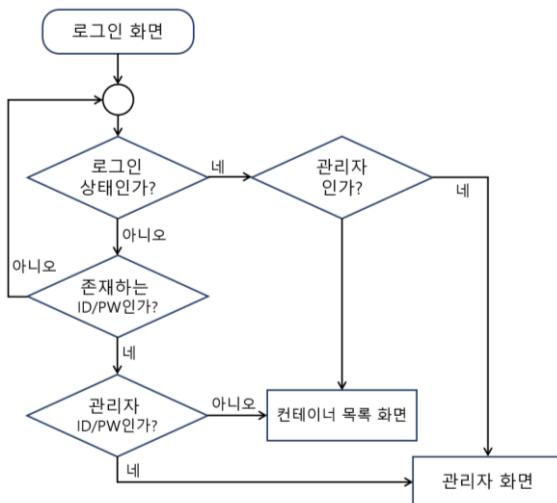
스마트 컨테이너는 일정한 시간 간격으로 내부의 온, 습도를 측정한다. 측정한 값이 설정된 기준 값 보다 높을 경우, 컨테이너는 냉방 기능을 켠다.



(그림 3) 스마트 컨테이너의 통신 기능 흐름도

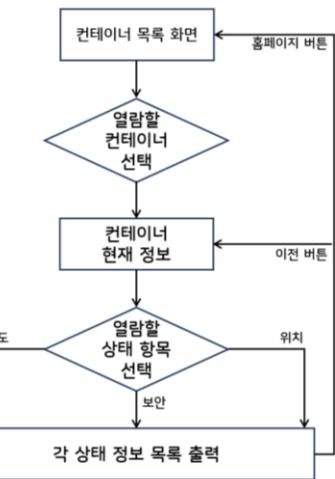
스마트 컨테이너는 냉방 기능이 켜지거나 문이 열리거나 내부의 조명이 켜지는 동작이 발생하는 즉시 서버로 발생된 동작에 대한 정보를 전송한다. 또한 일정한 시간 간격마다 컨테이너의 위치와 내부의 온도, 및 습도를 측정하여 서버로 상태 정보를 전송한다.

2) 서버 흐름도



(그림 4) 서버의 로그인 기능 흐름도

메인 화면은 ID 와 비밀번호를 입력 받는 로그인 화면이다. 로그인 된 상태라면 바로 정보 열람 화면으로 이동하고, 로그인 되지 않은 상태라면 ID 와 비밀번호를 데이터베이스 상의 사용자 정보와 비교하여 로그인이 가능하게 한다. 관리자와 일반 사용자는 다른 정보 열람 화면으로 이동한다.



(그림 4) 서버의 정보 출력 기능 흐름도

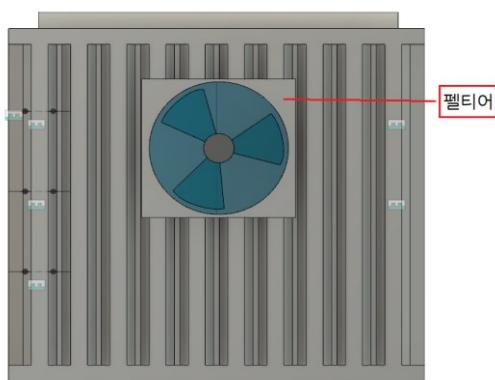
정보 열람 페이지에서 사용자가 열람 가능한 컨테이너 목록을 출력하고, 열람하고자 하는 컨테이너를 선택하면 해당 컨테이너 최신의 정보를 보여준다. 사용자가 열람할 상태 항목을 선택하면 해당 상태 항목의 시간 오름차순 정보를 출력한다. 온도의 경우 냉방여부를 함께 출력하며, 위치 정보의 경우 수치를 선택하면 통해 위치 정보를 지도를 통해 시각적 이미지로 출력한다.

3. 결론

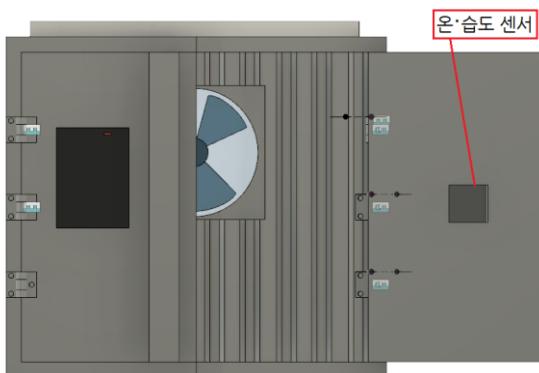
3.1 개발 결과물



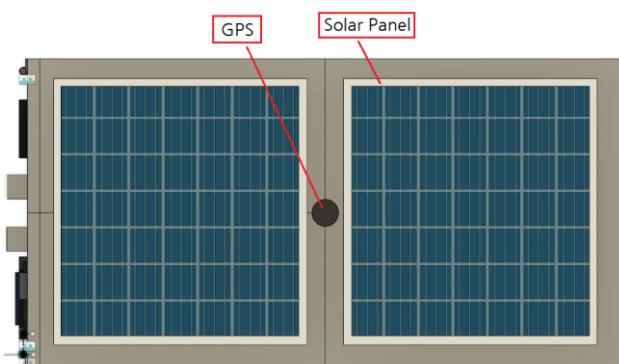
(그림 1) 스마트 컨테이너 디바이스의 정면



(그림 2) 스마트 컨테이너 디바이스의 후면



(그림 3) 스마트 컨테이너 디바이스의 내부



(그림 4) 스마트 컨테이너 디바이스의 상면

3.2 기대효과

1) 보안강화 (RFID, 키패드를 사용한 잠금장치)

잠금 해제 시스템을 통한 보안강화로 수입 및 수출 품목의 안전성을 확보할 수 있다. 또한, 일회성으로만 사용이 가능 하던 보안시스템을 컨테이너 처분 전 까지 사용 가능한 지속성 보안시스템으로 대체한다.

2) 실시간 모니터링 및 대응강화

본인 ID로 로그인 했을 때, GPS를 통해 구글지도로 현재 위치 뿐 아니라, 원하는 정보의 실시간 상태

의 간편 조회가 가능하다. 또한 온도와 습도를 실시간으로 측정해 냉방기능을 키고 끄기로써 상태 제어가 가능하다. 이는 취급 상품 다양화에 기여함으로써 해상 운송 서비스의 발전을 야기한다.

3) 태양열판을 이용한 자가충전 시스템

태양열패널을 이용해 배터리를 항상 충전함으로써 전력낭비를 줄일 수 있다. 이를 통해 운반비용 절감 효과를 기대할 수 있다.

4) 관리 편리성 강화

WIFI 통신이 컨테이너와 웹 페이지의 연결고리 역할을 수행함으로써 현장에서 직접 확인하지 않아도 컨테이너 정보를 손쉽게 열람할 수 있다. 또한 컨테이너의 위치를 실시간으로 전송함으로써 화물의 가시성을 확보할 수 있다. 이를 통해 현장통제 가속화를 기대할 수 있다.

3.3 향후 개발 계획

스마트 컨테이너에 대한 한국에서의 기술 개발 현황 및 관련 자료가 미비하기 때문에, 이 논문의 기술은 대부분 해외의 자료를 바탕으로 개발되었다.

이는 우리나라의 실제 상용화 발전 방향과 다른 한계점을 가질 가능성성이 있기에 향후 항만 및 관련 업계에서 종사하고 있는 실제 사용자들에 대한 시장조사를 기반으로 우리나라에 더욱 적합한 기술을 포함할 예정이다.

참고문헌

- [1] 장휘경, 「50년 변화 없던 컨테이너 ‘스마트’로 획기적 변화 목전」, 일요서울, 2018. 5. 3, 1-2쪽
- [2] 최성훈, 「일본 ONE, 냉동컨테이너 6000 개 발주」, KSG, 2019. 9. 6, 4쪽
- [3] 윤휘종, 「현대상선, 냉동컨테이너 경쟁력 높여 수익성 확대의 실마리 찾는다」, BUSINESS POST, 2019. 7. 19, 3-4

[본 논문은 과학기술정보통신부 정보통신창의인재 양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT 멘토링 프로젝트 결과물입니다.]