

특집
08

항만물류 프로세스 분석 및 RFID 적용 기술

목 차

1. 서 론
2. 항만물류 업무 프로세스
3. RFID기반 항만물류 시스템의 네트워크 구성
4. 항만물류 업무별 RFID 기술 적용
5. 결 론

권순량 · 이동명
(동명대학교)

1. 서 론

최근 기존의 핵심 산업에 IT를 접목하여 기존 산업의 가치를 혁신하고자 하는 방향으로 정부의 정책이 바뀌고 있다. 이에 발맞추어 IT 융합 (Convergence)이라는 용어가 핵심 키워드로 자리 잡게 되었다. 본고는 항만물류 업무에 RFID 기술을 접목하여 항만물류 업무 처리를 혁신시킬 수 있는 항만물류-IT 융합 기술 분야에 대해 논하고자 한다.

항만물류란 항만을 경유하는 재화에 대하여 수송, 보관, 포장, 하역, 정보의 5단계를 통해 공급자로부터 소비자에 이르기까지의 간격을 효과적으로 극복하기 위한 물리적인 경제활동을 말한다. 우리나라의 경우 자원이 부족한 삼면이 바다로 둘러싸인 반도국가로서 수출입 화물의 대부분이 선박을 이용한 항만물류 활동을 통해 생산자와 소비자 간에 전달되는 특징이 있어 동북아 허브 중심국으로 발돋움하기 위해 항만물류 분야의 선진화가 절실히 요구된다. 한편, RFID 기술은 통신, 교통, 금융, 전자상거래, 항만 등 여러 분야에서 다용도로 활용되고 있으며 유비쿼터스 사회

건설에 필요한 핵심 기술로 인식되고 있다.

우리나라가 동북아 물류 허브 중심지로서의 위상강화를 위해서는 기존의 항만물류와 관련된 업무처리에 RFID 기술을 접목함으로써 기존 업무를 혁신시키는 방향으로 정책이 마련되고 그에 따른 관심과 투자가 지속적으로 뒤 따라야 한다. 최근 정부와 산학연 기관에서 항만물류 분야에 대한 RFID 기술의 적용 및 상용화를 위해 큰 관심과 노력을 기울이고 있는 점은 매우 고무적으로 생각된다[1]-[8].

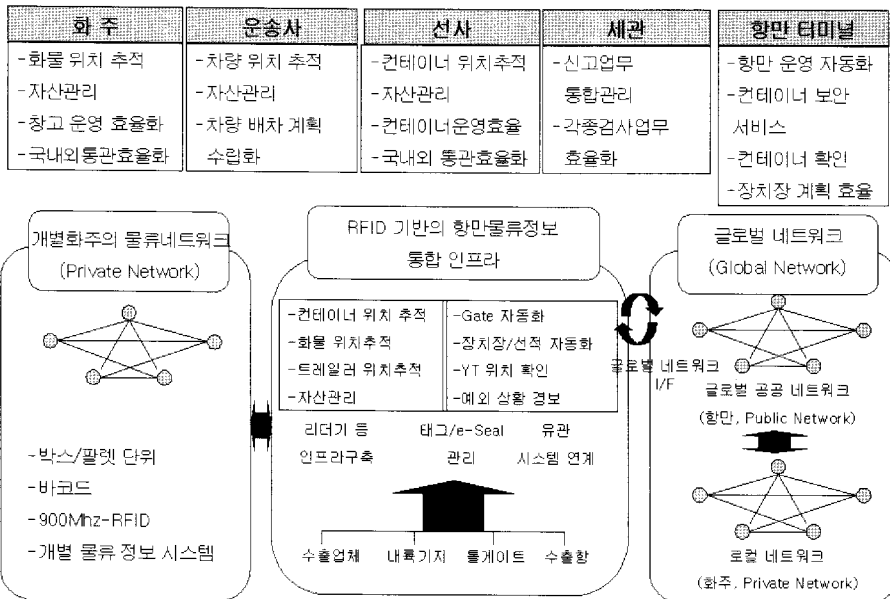
본고에서는 기존의 항만물류 업무에 RFID 기술을 접목함으로써 어떻게 혁신을 이룰 수 있는지에 대한 항만물류-IT 융합 방안을 제시함으로써 항만물류 업무의 혁신을 통한 고부가 가치 창출에 일조하고자 한다. 논문의 구성으로 1장 서론에 이어 2장에서 기존의 항만물류 업무에 대한 프로세스를 분석 해 보고 3장에서 RFID를 도입할 경우 RFID기반 개별 정보시스템을 통합한 항만물류 정보시스템의 네트워크 구성에 대해 살펴본다. 4장에서는 항만물류의 업무별 RFID 기술을 적용하는 방안을 제시하고 5장에서 결론을 맺는다.

- 확보하여 하역업에 직접 참여하는 경우도 있다.
- 운송사 : 화주나 선사가 화물을 운송 의뢰하는 경우 도로나 철도 등의 운송수단을 이용하여 목적지까지 수출입화물을 운송하는 물류주체이며, 수출입화물의 내륙운송은 크게 일반 운송과 보세운송으로 구분할 수 있으며, 내륙 운송 업체들은 주로 보세운송을 담당한다.
- 세관 : 수출입화물의 통관 업무를 담당하는 정부기관으로서 항만물류에서 수출입 화물의 통관과 보세운송 및 양적하 등의 제반 승인업무와 선박의 입출항과 관련하여 적재된 화물과 승선하고 있는 선원과 승객 등의 휴대품 등에 대한 검사 업무를 수행한다.
- ICD(Inland Container Depot) : 화물의 내륙거점기지로서의 역할을 수행하며, 개별 하역 업체와 선사 및 운송업체가 상주하여 수출입 화물을 처리한다. 경인 및 양산 내륙 컨테이너 화물기지가 있다.
- ODCY(Off Dock Container Yard) : 지리적으로 항만과 가까운데 위치하여 항만 터미널의 보조업무를 수행한다. 주로 해운, 운송사의 계

- 열사인 경우가 많으며 국내의 항만 여건상 On-Dock 처리를 할 수 없어 대부분의 수출입 화물의 임시 보관소 역할을 하고 있다.
- CFS(Container Freight Station) : 선사나 대리점이 선적할 화물을 화주로부터 인수하거나, 양하된 화물을 화주에게 인도하기 위하여 지정한 컨테이너 작업장을 말한다.
- 항만 터미널 : 항만을 통하여 수출입 되는 화물을 선적 및 하역하는 항만물류 관련 주체로서 항만물류 흐름의 핵심 요소이다. 수행하는 업무의 특성상 수출입화물의 화주와 직접 관련되어 있어 운송시간 절감을 위한 합리적인 물류체계 확립에 절대적인 부분을 담당하고 있다.

3. RFID기반 항만물류 정보시스템의 네트워크 구성

우리나라는 동북아 물류 허브 중심지로서의 위상강화를 위하여 RFID기술을 활용한 항만물류 정보시스템 통합 인프라 구축이 필요하다. (그림 2)는 RFID를 도입할 경우의 항만물류 정보시스템의 네트워크 구성을 나타낸 것이다.



(그림 2) RFID 항만물류 정보시스템 네트워크 구성

효율적인 RFID기반의 항만물류 정보시스템 구축을 위해서는 개별 정보시스템간의 통합 정보네트워크 구축이 필요하다. RFID기술을 활용한 항만물류 정보시스템 통합 인프라의 구축을 통하여 항만물류산업의 가치 사슬을 구성하는 주체인 화주, 선사, 운송사, 세관, 항만터미널에 화물의 위치추적 서비스 제공 및 항만물류 관리의 효율화를 추구해야 한다.

컨테이너 및 운송장비에 433MHz/900MHz 전자태그를 장착함으로써 컨테이너 및 운송 장비의 고유번호를 인식할 수 있을 뿐만 아니라, 항만 터미널 내 장치장에서 화물의 위치추적 및 관리를 위한 기반을 제공할 수 있다. 이 경우 관세청, 국토해양부 등의 유관시스템과 연계함으로써 동일한 인터페이스에서 화물의 위치 및 상태 정보를 추적할 수 있는 기반을 마련해야 한다. 아울러 e-Seal을 활용하여 화물적재에서 최종 수출까지의 컨테이너 보안관리를 지원하며, 911 테러 이후 강화된 미국의 보안정책에 대응하기 위한 정보 인프라를 제공해야 한다.

4. 항만물류 업무별 RFID 기술 적용

본 장에서는 항만물류 업무별 기존 업무 프로세스의 문제점을 분석하고[1], 이러한 문제점을 해결하기 위해 요구되는 기술에 대해 알아본다[3]. 또한, 절차도를 통해 RFID 기술을 적용하여 기존의 업무 프로세스 모델(AS-IS 모델)을 혁신한 개선 프로세스 모델(TO-BE 모델)을 제시한다. 개선 모델은 기존 모델과 어느 단계에서 차이가 나는지를 음영표시로 나타낸다. 즉 음영으로 표시한 부분이 RFID 기술이 적용되는 단계임을 의미한다. 그리고 개선 모델이 적용되었을 때 기대되는 효과를 기술한다.

4.1 운송업무

4.1.1 문제점 및 요구사항

현재의 화물 운송 체계에서는 하물의 현재 위

치 및 상태 파악이 어렵고, 운송사고 시 즉각적인 대처가 힘들다. 또한 공 컨테이너에 대한 정확한 정보가 부재하여 관리업무에 불필요한 시간이 소요되고 있으며, 운송장비에 대한 위치 및 상태정보의 미비로 효율적인 배차계획 수립이 어렵다.

그러나 운송중인 화물의 현재 위치 및 상태 정보, 효율적인 배차 및 운송계획 수립을 위한 공 컨테이너 및 유휴 운송장비 현황정보를 효율적으로 처리하기 위해 아래와 같은 기술을 적용한다.

- 무선네트워크 환경에서의 전자태그 데이터 보안기술
- 433MHz/900MHz 대역 전자태그 및 리더기 기술
- 433MHz/900MHz 대역의 프로토콜 인터페이스 표준화 기술
- 무선전파 자원 간의 간섭현상 제거 기술
- 실시간 위치추적을 위한 전자태그간 통신 표준화 기술

4.1.2 절차도

(그림 3)과 같이 기존(AS-IS 모델)의 운송업무 절차도에서 보면 Seal(기계적 방식)을 이용해서 컨테이너를 봉인시켰으나, RFID 기술이 적용된 개선된(TO-BE 모델) 방식의 운송업무 절차도에서는 e-Seal을 사용하여 업무를 자동화시켰다.

이를 통해 다음과 같은 효과를 기대할 수 있다.

- 화주로부터 항만터미널에서의 출항시점까지 컨테이너 이동 전 과정을 실시간으로 추적할 수 있음
- 각 컨테이너의 위치추적 및 상태정보를 통하여 운송사고 발생시 신속히 대처할 수 있음
- 운송장비에 대한 실시간 위치추적 및 상태 파악으로 효율적인 배차계획을 수립하여 물류비용을 절감할 수 있음



(그림 3) 운송업무의 RFID 적용 절차도

- 개별 화물 및 운송장비의 물류 수행에 대한 성과를 개량적으로 분석하여 개선안 도출 및 발전 계획 수립에 활용할 수 있음
- 항만 터미널 내 각종 운송장비의 위치추적을 위하여 기존의 GPS시스템을 대체할 수 있음

4.2 보관업무

4.2.1 문제점 및 요구사항

항만물류에서 보관 업무를 담당하는 주체인 ICD, ODCY, CFS에서는 각 시설마다 반출입 게이트 시설을 보유하고 있다. 현재의 게이트 시설은 자동화 되어 있지 않고 사람이 수동으로 운영하고 있어 업무 처리 시간이 상대적으로 길어지며, 100% 신뢰성 처리가 불가능하게 된다.

그러나 개별 화물 및 컨테이너에 대한 통합이력정보 관리를 통하여 분실사고 및 이로 인한 불필요한 관리업무를 최소화하기 위해 다음과 같은 기술이 요구된다.

- 전자태그 데이터 표준화 기술
- 화물/컨테이너 통합이력 정보 관리 어플리케이션 기술

4.2.2 절차도

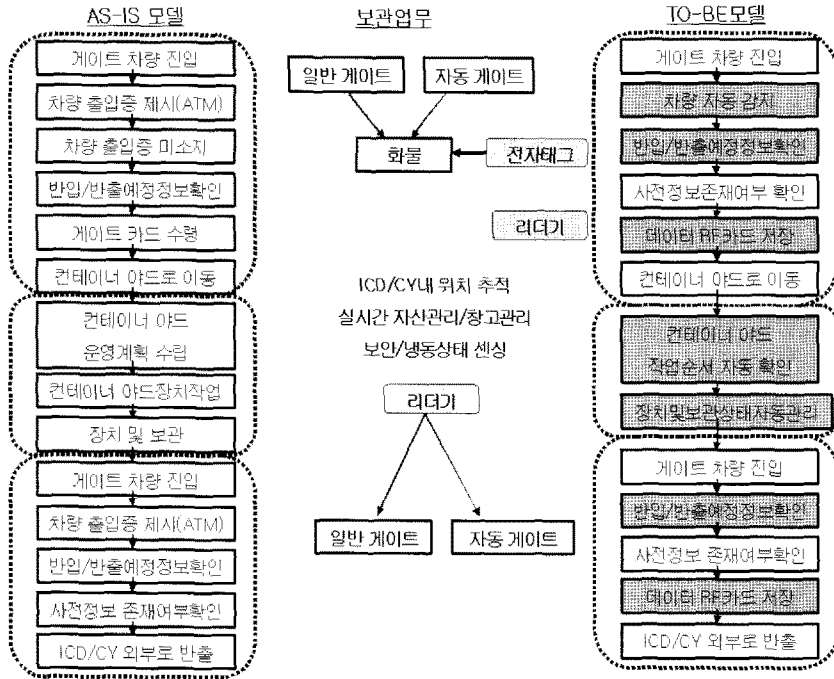
(그림 4)와 같이 RFID기술을 활용한 컨테이

너에 대한 실시간 상태과악을 통하여 개별화물 및 컨테이너에 대한 통합이력 정보 관리 체계를 구축할 수 있으며 보관을 위한 반출입 절차를 단축시킬 수 있다.

TO-BE 모델을 보면 차량에서 운전자가 직접 신분증을 제시하던 기존의 방식에서 RFID 리더기를 통해 e-Seal 전자태그 및 차량의 정보를 자동으로 인식한다. 전자태그로부터 읽은 정보를 통해 반입/반출예정정보 확인, 컨테이너 야드 작업 순서 자동 확인, 장치 및 보관 상태 자동 관리 등 일련의 업무에 대해 자동화 처리가 가능하게 된다.

이를 통해 다음과 같은 효과를 기대할 수 있다.

- 전자태그 방식을 적용하여 운송장비의 게이트 통과시간의 단축과 정보의 정확성을 기대할 수 있으며, 게이트 무인화를 구현할 수 있음
- E-Seal에 전자태그를 적용하여 보관장소에서 통관 작업이 완료되면 기존의 승인 필증을 교부하는 방식에서 즉시 e-Seal에 저장되는 방식으로 개선이 가능함
- 개별 화물 및 컨테이너에 대한 통합이력 정보 관리체계를 구축할 수 있음



(그림 4) 보관업무의 RFID 적용 절차도

4.3 반출입 업무

4.3.1 문제점 및 요구사항

현재의 반출입 업무 체계에서는 항만 터미널의 게이트 반출입 업무 시 바코드 및 영상 인식 방식을 사용하고 있는데, 바코드의 경우 인식거리가 짧아 자동화가 어려운 상황이며, 영상처리(번호판 인식)인 경우 비, 눈, 먼지 등의 자연 환경에서는 인식률이 저조하고, 인식하는데 걸리는 시간이 길어지는 단점이 있어 반출입 정체 문제가 발생한다.

운송중인 화물의 현재 위치 및 상태 정보, 컨테이너 및 운송 장비 정보의 사전인식을 통한 게이트 통과 시간을 최소화시킴으로써 반출입 정체현상을 해소하기 위해 다음과 같은 기술의 적용이 요구된다.

- 다중 적용 환경에서의 효율적 전자태그인식 기술
- 전자태그 기반의 e-Seal 데이터 처리 절차 표

준화 기술

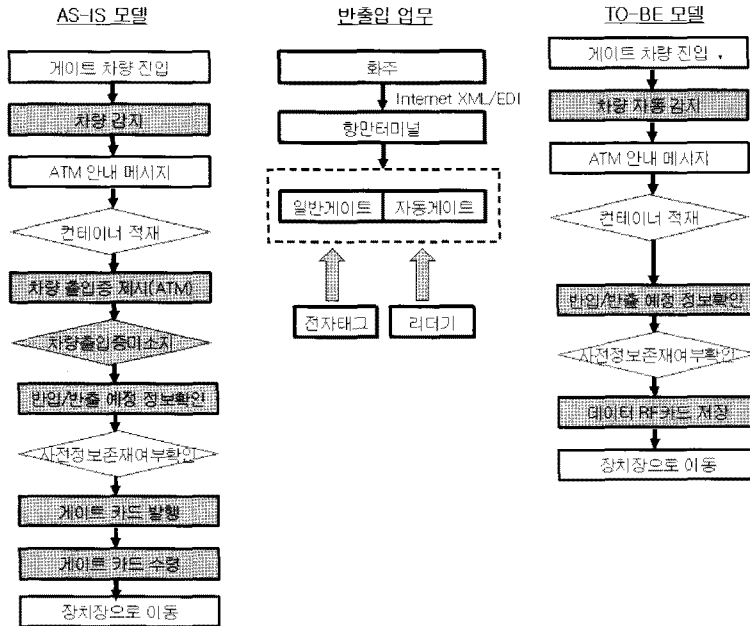
- 전자태그 리더기와 운영 어플리케이션 간의 인터페이스 보안 기술
- 실시간 전자태그 정보처리 및 상황인식 미들웨어 기술
- 전자태그를 이용한 게이트 통과 시 컨테이너 자동인식 기술

4.3.2 절차도

(그림 5)와 같이 차량을 감지(인식)하는 방식으로 기존의 바코드 또는 영상인식 기술 대신 RFID 기술을 적용하게 되면 차량 출입증이 불필요하게 되고, 출입 카드 정보 또한 전자태그에 바로 저장시킬 수 있어 업무 처리 절차가 간소화된다.

이를 통해 다음과 같은 효과를 기대할 수 있다.

- 전자태그 적용 시 기존 방식에 비하여 운송장비의 게이트 통과시간 단축 및 정보의 정확성



(그림 5) 반출입 업무의 RFID 적용 절차도

을 기할 수 있으며 게이트 관리 인력을 최소화 할 수 있음

- 컨테이너 도착시점의 사전인식으로 게이트 정체를 최소화 할 수 있음
- 운송장비에 대한 실시간 위치 추적 및 상태 파악으로 효율적인 배차계획 수립을 통한 물류 비용을 절감할 수 있음
- 전자태그를 적용하면 컨테이너 상태파악이 어려운 바코드 방식의 문제점과 외부적 요인에 의하여 인식률이 낮은 영상인식 방식의 단점을 극복할 수 있음

4.4 장치장 업무

4.4.1 문제점 및 요구사항

기존에는 게이트를 통과한 컨테이너는 트랜스퍼 크레인 운전 기사의 수행 업무를 통해 장치장에서 장치 위치가 확인되지만 작업순서 및 위치확인 실수로 엉뚱한 곳에 장치될 수 있다. 또한 장치장 내 위치 파악의 어려움으로 작업효율과 시간의 지연 및 인력 투입의 부담을 가져오게

되며 이는 항만터미널 전체의 생산성과 고객 서비스 저하를 가져올 수 있다.

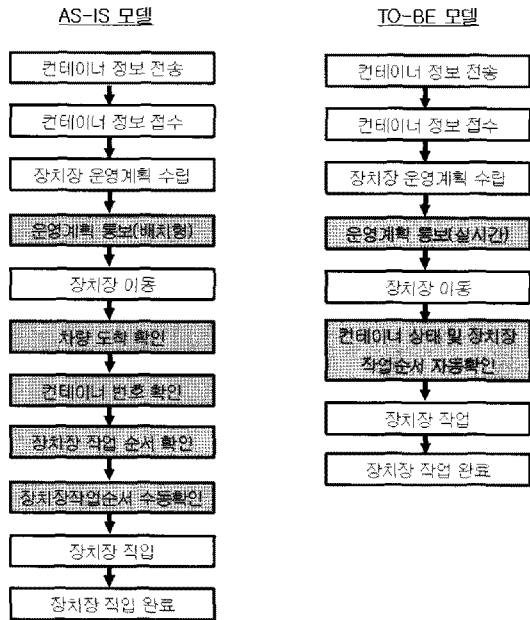
장치장 내 컨테이너 위치의 실시간 자동인식, 최종 장치 위치의 통합관리 및 위치 이동 발생시 실시간 정보 전송을 효율적으로 처리하기 위해 다음과 같은 기술의 적용이 요구된다.

- 컨테이너 및 장비에 대한 효율적인 위치 추적 기술
- 다중 적용 환경에서의 효율적인 전자태그 인식 기술
- 사용자 환경별 전자태그 및 리더기 개발 기술
- 전자태그를 활용한 장치장 자동화 어플리케이션 개발 기술
- 전자태그를 이용한 장치장내 컨테이너 및 운송장비 자동인식 기술
- 전자태그 주소체계 표준 기술
- RTLS(Real Time Location System) 기술[10]

4.4.2 절차도

(그림 6)과 같이 기존에는 장치장내에서 컨테

이너 배치는 배치도에 의해 정해진 방식으로 운영하여 실효성이 떨어지는 면이 있었으나, RFID를 적용한 RTLS 적용 시 효율적으로 장치장내에 컨테이너를 배치할 수 있게 되며, 자동화를 통해 컨테이너 체크에 필요한 인력을 절감할 수 있다.



(그림 6) 장치장 업무의 RFID 적용 절차도

이를 통해 다음과 같은 효과를 기대할 수 있다.

- 장치장 내 실시간적 컨테이너 위치 파악으로 효율적인 운영계획을 수립할 수 있음
- 운송 장비 기사의 수작업에 의한 위치확인으로 인한 오류를 최소화할 수 있음
- 장비 작업 시 작업 리스트와 해당 컨테이너 정보를 실시간 파악이 가능하며 이를 통하여 효율적인 장치장 운영 계획을 수립할 수 있음

4.5 선적업무

4.5.1 문제점 및 요구사항

기존에는 항만터미널에서 양적하 작업 시 작업자가 컨테이너 번호를 육안으로 확인하기 때

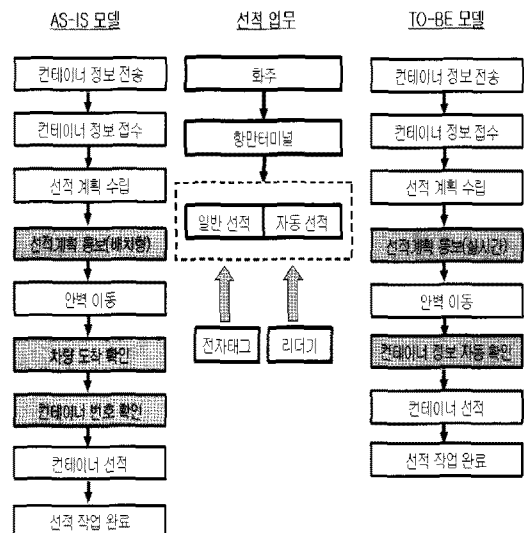
문에 실수로 인한 오류 발생의 위험이 있고, 현황정보 파악의 미비로 인해 상시적으로 작업 지연이 발생하고 있다.

그러나 양적하 작업 시 작업자의 확인 절차 없이 컨테이너 정보의 자동인식과 양적하 작업 현황에 대한 실시간 상태파악으로 대기시간을 최소화하기 위해서 다음과 같은 기술의 적용이 요구된다.

- 컨테이너 및 운송 장비에 대한 효율적인 위치 추적 기술
- 운송장비간 무선 데이터 송수신을 위한 기초 인프라 구축 기술
- 전자태그를 이용한 양적하 자동화 어플리케이션 기술
- 상황인식 미들웨어 기술
- 다중 대역 전자태그 기술
- 전자태그를 이용한 컨테이너 자동인식 기술
- 전자태그 주소체계 관리를 위한 표준 기술

4.5.2 절차도

(그림 7)에서와 같이 선적계획 통보를 기존의 배치형에서 실시간으로 처리 가능하게 되어 상당한 인력 낭비를 막을 수 있다.



(그림 7) 선적 업무의 RFID 적용 절차도

이를 통해 다음과 같은 효과를 기대할 수 있다.

- 양적하 작업을 수행하는 컨테이너 크레인에서 컨테이너 운반현황의 실시간 파악으로 대기시간을 최소화 할 수 있음
- 컨테이너 정보의 자동인식으로 작업자의 육안 확인으로 인한 오류를 최소화 할 수 있음
- 양적하 작업현황 정보의 실시간 분석으로 효율적인 선적계획을 수립할 수 있음
- 컨테이너 선적에 필요한 확인 작업을 위하여 갠트리크레인 인력을 최소화 할 수 있음

4.6 통관업무

4.6.1 문제점 및 요구사항

항만물류산업을 구성하는 개별 주체는 화물의 수출입과 관련한 각종 통관 업무를 유관기관(국토해양부, 관세청 등)에 신고해야 한다. 그러나 통관업무 처리 절차가 정부기관별로 분산되어 있으며, 같은 문서를 중복 등록하는 경우가 발생할 수 있다. 또한 등록된 각종 신고내역을 효율적으로 조회하고 취득할 수 있는 체계 구축이 미흡한 상태이다.

통관업무 처리 절차의 단순화를 통한 신속한 업무처리 및 행정업무 효율화, 정부기관별로 분산되어 중복 진행되고 있는 각종 통관업무의 통합, 주요 거점별로 분산된 정보의 축적 및 공유 체계 구축을 위해 다음과 같은 기술의 적용이 요구된다.

- 전자태그를 이용한 항만물류 프로세스 고도화 기술
- 주요 거점간 네트워크 연계를 통한 통합 데이터베이스 및 운영시스템 구축 기술
- 유관기관 시스템 간의 정보공유 네트워크 구축 기술

4.6.2 기대효과

- 화물 및 운송 장비 각각에 RFID기술을 적용함

으로써 통관 업무에 필요한 각종 기초 정보를 통합 관리할 수 있음

- 이를 통하여 통관업무 처리 절차를 단순화할 수 있으며, 분산된 정보의 공유를 통한 효율적인 정보 취득이 가능해짐

5. 결론

본고에서는 첫째, 항만물류 처리 주체인 화주에서 포워드, 선사, 운송사, ICD, ODCY를 거쳐 항만 터미널까지에 이르는 기존의 전체 항만물류 업무 프로세스와 세부 업무간 관련 관계, 그리고 각 주체의 역할에 대해 살펴보았다.

둘째, RFID를 도입할 경우 항만물류 주체별로 구축된 기존의 정보시스템을 통합하여 전체를 연동하는 항만물류 정보화시스템의 네트워크 구성에 대해 알아보았다.

셋째, 운송, 보관, 반출입, 장치장, 선적, 통관 등의 항만물류업무에 대해 개별 업무별로 기존의 업무 프로세스(AS-IS)에 대해 문제점 분석 및 이러한 문제점을 해결하기 위해 요구되는 기술에 대해 살펴보았다.

마지막으로, RFID 기술을 적용하여 개선시킨 업무 프로세스(TO-BE)를 제시한 후 기존 프로세스와 차별화되는 부분을 표시하고 개선시에 기대되는 효과를 나타내었다.

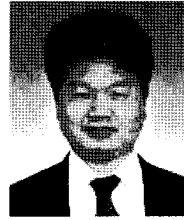
향후 본고에서 제시된 방안에 따라 RFID기술을 항만물류 산업에 적용하고 이를 상용화시킨다면 항만물류산업이 선진화 되어 우리나라가 동북아 물류 허브 중심지로서의 위상을 강화하는데 도움이 될 것으로 예상된다.

참고문헌

- [1] 최형립, 박남규, 서창갑, "RFID 기반 항만물류 정보화 전략계획 수립", 해양수산부 수탁 과제보고서, pp.75-83, 2005.

- [2] 최형림, 유동호, 박남규, 박병주, 권해경, “자동화 컨테이너터미널 개발 전략에 관한 연구”, 해운물류연구, 47호, pp. 57-78, 2005.
- [3] 권순량, 김정훈, “RFID기반 항만물류 표준화 기술”, ETRI 위탁과제 연구보고서, pp.28-66, 동명대학교, 2005.
- [4] 이은주, 성낙선, 최길영, 표철식, “항만물류용 능동형 RFID 기술”, 한국전자과학회지 전자과학기술, 제16권, 제3호, pp. 26-32, 2005.
- [5] 이석용, 서창갑, 박남규, 송봉득, “RFID 기반의 컨테이너터미널 게이트 자동화 시스템 개발에 관한 연구”, 정보시스템연구, 제15권 제3호, pp. 187-211, 2006.
- [6] 박두진, 이승주, 노경용, 최영복, “Ad-hoc 기반 컨테이너 터미널의 장치장 운영 개선 방안”, 전자공학회지, 제29권, 제1호, 2006.
- [7] 이석용, “RTLS 기반의 컨테이너터미널 Dynamic Planning에 관한 연구”, 부산대학교경영학박사논문, 2007.
- [8] 노윤진, “e-Logistics 시스템구축을 위한 RFID 확산 전략”, 인터넷전자상거래연구, 제7권, 제3호, pp.241-264, 2007.
- [9] 하명신, 류동근, 박경희, 최홍엽, “항만물류론”, 다솜출판사, 2003.
- [10] ISO/IEC 24730-2, Information technology automatic identification and data capture techniques - Real Time Location System (RTLS) - Part 2 : 2.4GHz air interface.

저자약력



권 순 량

1982년 동아대학교 전자공학과(학사)
 1984년 부산대학교 전자공학과(석사)
 1999년 충남대학교 전자공학과(박사)
 1984년~1999년 한국전자통신연구원 책임연구원
 1999년~현재 동명대학교 정보통신공학과 교수
 관심분야 : 차세대이동통신시스템, RFID/USN, RTLS
 이 메 일 : srkwon@tu.ac.kr



이 동 명

1982년 숭실대학교 전자계산학과(학사)
 1990년 숭실대학교 전산공학과(석사)
 1997년 숭실대학교 전자계산학과(박사)
 1982년~2000년 한국전자통신연구원 책임연구원
 2000년~현재 동명대학교 컴퓨터공학과 교수
 관심분야 : 차세대이동통신시스템, Mobile WiMAX, 위치인식시스템, RFID/USN
 이 메 일 : dmlee@tu.ac.kr