

## 유비쿼터스 환경을 위한 RFID 기반의 항공 물류 시스템의 설계 및 구현

장성호\*, 마용범\*, 노창현\*, 박량재\*, 김교현\*\*, 채홍석\*\*, 이종식\*\*\*, 김재명\*\*\*\*

### Design and Implementation of RFID-based Airway Logistics System for Ubiquitous Environments

Sung Ho Jang\*, Yong Beom Ma\*, Chang Hyeon Noh\*, Yang Jae Park\*,  
Kyo Hyeon Kim\*\*, Heung Suk Cha\*\*, Jong Sik Lee\*\*\*, Jea Mounng Kim\*\*\*\*

#### 요 약

항공 화물 수요의 증가 및 정보 기술의 발달로 인해 새로운 항공 물류 시스템의 필요성이 대두되고 있다. 기존 바코드 기반의 항공 물류 시스템은 수작업 위주의 화물 처리와 개별적인 화물 정보 시스템으로 인해 화물 분실, 관리 오류, 화물 데이터 공유의 어려움과 같은 많은 문제점을 야기하고 있다. 이를 위해 본 논문은 실제 항공 화물 처리 프로세스를 분석하여 이를 바탕으로 RFID 기반의 항공 물류 시스템을 설계하고 구현하였다. 이 시스템은 RFID 장치로부터 발생한 화물 정보를 실시간으로 수집, 가공하여 정보 서비스 시스템에서 관리하며 캡처 응용프로그램 및 액세스 응용 프로그램으로부터의 데이터 쿼리를 처리하여 화물 추적, 이벤트 조회와 같은 다양한 서비스를 제공한다. 또한 기존 바코드 시스템과의 통합을 위한 이동형 리더 관리자를 포함한다. 이를 통해 물류 프로세스의 자동화 및 정보화를 실현하고 화물 분실 및 관리 오류를 감소시켜 항공 물류 서비스의 질적 향상을 이룬다.

#### Abstract

Bar-code based airway logistics systems have many problems like freight loss and data management error due to semiskilled air-cargo process and individual information system. To solve these problems, this paper analyzed how to process an air-cargo practically and designed and implemented the RFID-based airway logistics system. This system has an information service system which manages data from RFID systems in realtime and provides a communication interface for data sharing. And, this system processes data queries from capture applications and access applications to provide various services to users such as the freight track and trace service. Also, this system includes a H/H reader agent to integrate existing bar-cord systems. It allows us to realize automation and information-oriented air-cargo process and achieve improvement of air-cargo services with reduction of freight loss and management error.

▶ Keyword : RFID application, Airway Logistics System, EPCIS

• 제1저자 : 장성호

• 접수일 : 2007.10.15, 심사일 : 2007.10.30, 심사완료일 : 2007.11.10.

\* 인하대학교 정보공학과, \*\* (주) 엘엔아이소프트, \*\*\* 인하대학교 정보공학과 부교수

\*\*\*\* 인하대학교 정보통신대학원 원장

※ 본 연구는 인천정보산업진흥원의 지역 특화 사업인 RFID 기반 항공물류용 OS 임베디드 탑재 복합 단말개발사업의 연구결과로 수행되었음.

## I. 서론

다국적 기업의 출현과 기업 활동의 국제화에 의해 생산 거점 및 판매망을 포함하는 물류 네트워크의 구축이 점차 글로벌화 되어 가고 있다. 이에 따라 국가 간의 교역 물동량이 증가하고 있으며 세계 물류 시장의 규모가 점차 증대되고 있다. 또한, 인터넷과 같은 다양한 IT 기술의 발전에 의해 전자 상거래 시스템 및 물류 정보 시스템과 같은 다양한 비즈니스 모델이 생겨남에 따라 부가가치 물류 서비스에 대한 수요가 증가하고 있는 실정이다[1]. 지금까지 대부분의 국가 간 화물 이동은 비교적 저렴한 비용으로 화물 운반이 가능한 선박을 이용한 해상 물류 또는 철도를 이용한 지상 물류가 주를 이루고 있다. 그러나 현재의 물류 산업은 1분 1초 단위를 다투는 스피드 산업으로 변화하고 있다. 이에 따라 세계적으로 항공 수요가 증가하고 항공 관련 분야가 발전하면서 부가가치가 높은 항공 물류 산업이 급격히 성장하고 있다. 그러나 이러한 항공 물류 산업의 성장 이면에는 아직까지 많은 문제점이 남아 있다.

현재 항공 화물 물류 시스템의 프로세스를 살펴보면 수기형 숫자 입력이나 화물 입/출고 시 작업자가 화물을 직접 육안으로 확인해야 한다. 즉, 물류 업무 프로세스 전반에 많은 인력을 투입해야 하므로 시간, 비용, 기술적 측면에서 매우 비효율적이다. 그리고 기존 바코드 기반의 항공 화물 관리 시스템은 화물 분실, 수작업으로 인한 오류 발생, 화물 분류 오류 및 관리 오류 등과 같은 다양한 문제점을 안고 있다. 또한 기존의 항공 물류 시스템은 IT 기술발전에 따라 유비쿼터스 환경으로 변화하고 시스템 환경에 적합하지 않다. 현재 이러한 문제점을 해결하기 위한 방법으로 RFID 기술의 도입이 주목받고 있다[2]. RFID[3]는 마이크로 칩을 내장한 태그에 저장된 데이터 정보를 RF 무선 주파수를 이용하여 리더가 자동 인식 및 처리하는 기술을 말한다. RFID는 기존의 항공 물류 시스템에서 사용되는 바코드와 달리 비교적 먼 거리에서 또는 이동 중에도 인식이 가능하고 동시에 여러 개의 태그가 인식 가능하며 반영구적으로 사용가능하다. 이러한 장점으로 인해 RFID는 유비쿼터스 환경의 시스템에서는 필수 요소로 인식되고 있다. 현재 하드웨어 기술의 발달로 인해 태그의 저장 능력과 인식 능력이 향상됨에 따라 국내외 다양한 연구진과 업체에 의해 재고 관리, 화물 조회 등과 같은 물류 산업 분야에의 적용이 시도되고 있다. 항공 물류 산업에서의 국내외 RFID 적용 사례를 살펴보면 일본 나라타 공항이 도입한 RFID 기반의 승객 수하물 관리 시스템[4], 시애틀-타코마

국제공항이 도입한 RFID 컨테이너 보안 시스템[5], 한국 공항 공사가 도입한 RFID 기반의 항공 수하물 추적 통제 시스템[6] 등이 있다. 대부분의 항공 화물에서의 RFID 적용은 승객의 수하물 관리 위주로 진행되어 왔다. 수하물이 아닌 항공 화물의 처리 프로세스에 도입한 사례로는 최근 KTNET에서 개발한 RFID 기반 u-Global Logistics 시스템[7]이 있기는 하나 이는 대규모 생산업자들을 위한 물류 처리 프로세스를 기반으로 구현되었다. 이 시스템은 대부분의 항공 화물 처리가 하주들의 여러 화물을 집하하여 혼재(Consolidation)하는 항공화물 혼재업자에 의해 진행된다는 점을 고려하지 않아 현업의 적용에 어려움이 있다. 또한, RFID 기반 u-Global Logistics 시스템은 화물 정보 서비스를 제공하지만 화물의 위치와 같은 동적 정보만을 위주로 관리하여 세관 통관 시 금지 품목을 추출하거나 기존의 물류 업무 프로세스와의 연동하는데 어려움이 있다.

따라서 본 논문에서는 실제 항공 물류 프로세스를 분석하여 이를 토대로 현업에 적합한 유비쿼터스 환경의 RFID 기반의 항공 물류 시스템을 제안한다. 이 시스템은 현재 바코드 기반의 항공 물류 프로세스에 RFID 기술을 적용하여 화물 분실 및 관리 오류의 방지, 입출고 검수의 자동화, 화물의 정적/동적 정보 제공, 위험 화물 관리 등을 통해 항공 화물의 신속하고 정확한 운송을 가능케 하는 사용자 중심의 통합 화물 관리 시스템이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 RFID 시스템과 기존 항공 물류 시스템에 대해 소개하고 3장에서는 항공 물류 업무 절차의 분석을 통해 RFID 기반의 항공 물류 시스템에 필요한 구성요소를 설계한다. 4장에서는 실제 구현된 RFID 기반의 항공 물류 시스템을 살펴봄과 마지막으로 5장에서 결론과 향후 계획에 대해 논의한다.

## II. 관련 연구

### 2.1 RFID 시스템

RFID(Radio Frequency IDentification) 시스템 [8][9]은 사물에 부착된 마이크로 칩과 초소형 안테나가 내장된 전자 태그를 RFID 리더가 무선 주파수로 인식하여 사물의 정보를 수집, 저장, 가공 및 추적함으로써 사물에 대한 처리, 관리 및 사물 간 정보교환 등의 서비스를 제공하는 시스템을 말한다.

RFID 시스템은 그림 1과 같이 장비나 사물에 부착되어

정보를 송수신하는 태그, 태그 정보를 수집하고 가공하는 리더, 리더로부터 수집된 정보를 정리하고 처리하는 호스트 컴퓨터로 구성된다. RFID 시스템의 구성 요소 중, 태그는 안테나와 사물의 고유 정보를 저장하는 마이크로 칩으로 구성되며 리더는 태그의 정보를 판독하고 전송하기 위한 무선 트랜시버와 안테나를 포함한다. 호스트 컴퓨터는 하위 장치를 통제하며 수집된 정보를 처리, 가공하여 네트워크 또는 중앙 시스템에 전송한다.

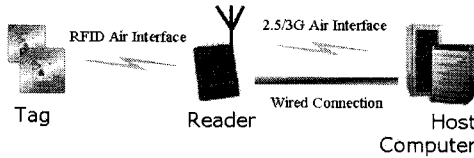


그림 1. RFID 시스템의 구조  
Fig. 1. Structure of RFID System

RFID는 낮은 투과율, 짧은 인식 거리, 이동 물체의 인식 불가능, 저장 용량의 한계와 같은 기존 바코드 시스템이나 접촉식 자기 인식 시스템의 문제점을 해결하고 사용 및 유지 보수의 편리성으로 인해 유통, 물류뿐만이 아닌 금융, 환경, 정보통신 등의 다양한 산업 분야 전반에 걸쳐 도입되고 있는 차세대 핵심 기술이다.

## 2.2 항공 물류 시스템

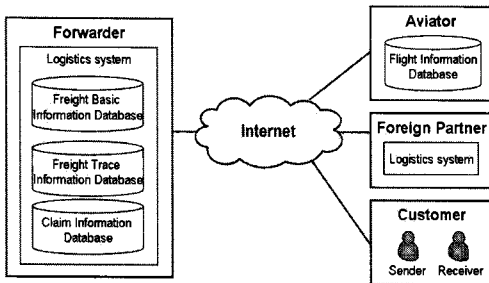


그림 2. 기본 항공 물류 시스템의 구조  
Fig. 2. Structure of Basic Airway Logistics System

항공 물류 시스템 [10]이란 송하주로부터 접수받은 화물을 항공편을 이용하여 목적지까지 운송할 경우 이와 관련된 운송, 보관, 하역 등의 활동을 지원하기 위해 화물 처리 과정에 관련된 모든 정보를 수집, 처리, 전달하기 위한 정보 시스템을 말한다. 이는 그림 2와 같이 항공 화물 처리와 관련된 항공사, 포워더, 송하주, 수화주, 해외 파트너 간의 항공 물류 정보를 공유하는 시스템을 의미한다.

그러나 기존의 항공 물류 시스템은 물품의 입출고, 물품

의 상태 등에 대한 각종 데이터를 사람이 직접 입력하고 관리하여야 한다는 불편함을 가지고 있으며, 물류거점에서의 화물 반/출입에 대한 실시간 정보의 생성이 불가능하여 화물의 위치추적 및 상태 확인이 어렵다는 단점을 가지고 있다. 또한, 항공사, 포워더, 해외 운송사 등의 항공 물류 주체들이 모두 개별적인 항공 화물 정보 시스템을 제공함으로써 화물 정보 수집 및 추적을 위해서는 인터넷을 통해 여타 정보 시스템들에 접속해야 하는 불편함이 있으며 이기종 시스템간의 데이터 공유 및 통합에 어려움이 있다. 우리는 RFID 기술을 도입하여 이러한 기존 항공 물류 시스템의 문제점들을 해결한다.

본 논문에서 제안하는 RFID 기반의 항공 물류 시스템은 EPCglobal 표준 [11]을 준수하여 벤더 간의 데이터 공유를 가능케 하는 표준 인터페이스를 제공함으로써 효율적인 데이터 관리가 가능하다. 그리고 유비쿼터스 환경에서 RFID 시스템을 통해 획득한 화물 정보의 일관되고 신속한 처리를 통해 물류 업무 처리 시간의 단축과 함께 오류 최소화 및 서비스 자동화를 실현할 수 있다. 또한 RFID 기술을 통한 화물의 위치 및 상태 정보의 가공을 실시간으로 처리하고 사용자에게 전달함으로써 데이터 신뢰성을 향상시키고 사용자 만족도를 개선하며 적시성이 요구되는 고가화물의 처리과정에 대한 안정성을 위한 화물 추적성을 제공할 수 있다.

이를 위해 RFID 기반의 항공 물류 시스템은 기존의 항공 물류 시스템과 달리 각 항공 물류 주체의 정보 시스템 간 표준 인터페이스 제공 및 데이터 관리를 위해 통합 정보 서비스 시스템을 제공해야 하며 사용자들을 위한 화물 추적 및 상태 조회와 같은 여러 응용 프로그램 뿐만이 아닌 시스템 유지 및 관리를 위한 관리자 시스템을 제공해야 한다. 또한 포워더가 지원하는 기존의 바코드 기반 시스템과의 연계가 가능해야 하므로 바코드 인식을 통해 포워더의 데이터베이스로부터 화물 정보를 불러와 RFID 태그 정보와 맵핑이 가능한 리더 관리를 고려해야 한다. 우리는 3장에서 실제 항공 물류의 업무 프로세스 분석을 통해 이러한 시스템 요소들을 정의하고 설계한다.

## III. RFID 기반의 항공 물류 시스템의 설계

### 3.1 항공 물류의 업무 프로세스 분석

RFID 기술을 항공 물류 시스템에 적용하기 위해서는 우선적으로 항공 화물의 수출, 통관, 수입 등과 같은 항공 물류 업무의 프로세스에 대한 전반적인 이해가 필요하다. 업무 프

로세스의 정확한 분석을 바탕으로 시스템의 전반적인 구성뿐만이 아닌 RFID 태그 데이터의 독취 시점, 데이터의 전송 및 가공 방식, 응용 프로그램의 적용 등에 대한 상세한 사항을 결정한다.

현재 대부분의 항공 물류 업무는 공급자나 송하주, 수하주가 직접 화물 처리를 담당하지 않고 포워드 (운송업자)를 통해 화물을 위탁 처리하는 방식을 채택하고 있다. 실제 항공 화물의 처리 프로세스는 화물을 운송하는 항공사 업무와 화주와 항공사를 연결하는 포워드 업무로 구분할 수 있다. 일반적으로 송화주가 화물을 포워드에게 위탁하여 항공편을 통해 수화주에게 전달하기까지 그림 3과 같은 프로세스를 거치게 된다.

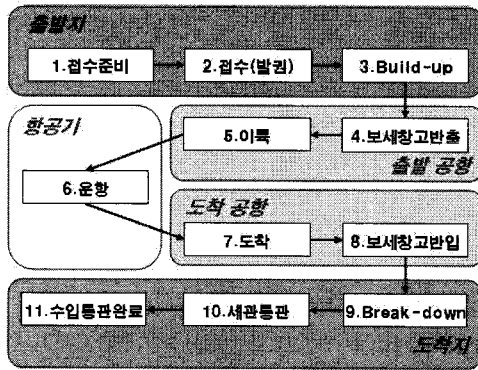


그림 3. 항공 화물 처리 프로세스  
Fig. 3. Process of Air Cargo

그림 3의 11개의 화물 처리 프로세스 중 접수준비 단계와 운항단계를 제외한 모든 단계에서 RFID 시스템을 이용하여 화물 위치, 인식 시간 등과 같은 다양한 화물의 동적 정보를 독취 수 있다. 위의 화물 처리 과정에서 발생하는 화물의 동적 정보를 제외한 기타 정보 내용은 다음과 같다. 첫째로, 항공 물류 시스템과 포워드 사이에는 송/수하주의 상세 정보, 화물의 무게, 품목, 목적지, HAWB, MAWB와 같은 화물과 관련된 정적 정보가 필요하다. 두 번째로, 항공 물류 시스템과 항공사 사이에는 항공기 번호, 출발 시간, 도착 시간과 같은 항공 스케줄에 대한 정보가 필요하다. 마지막으로, 항공 물류 시스템과 세관 사이에는 통관 금지 품목 리스트, 위험 물품 리스트와 같은 세관 지정 화물에 대한 정보를 필요로 한다. 따라서 RFID 항공 물류 시스템은 기본적으로 고정형/이동형 RFID 리더기로부터 독취된 태그 데이터를 RFID 미들웨어[12]를 통해 전달받아 관리하고 응용 프로그램들로부터의 데이터 쿼리를 처리할 수 있어야 한다. 그리고 데이터 공유를 위해 다른 벤더들의 레거시 시스템(legacy System)과

연동이 가능하고 물류 현장의 조업자에게 화물 정보를 제공할 수 있어야 한다. 또한 웹을 통해 화주에게 화물의 위치 및 상태 정보를 제공하는 화물 조회 시스템, 전체 시스템을 유지 및 보수 및 관리하는 관리자 시스템, RFID 태그를 기록하고 데이터를 전송할 리더 지원 시스템과 같은 다양한 응용 프로그램을 포함해야 한다. 다음 장에서는 위와 같은 업무 프로세스의 이해와 분석을 바탕으로 각 구성 요소들을 설계하고 통합하여 현업에 적용 가능한 효율적인 항공 물류 시스템을 구현한다.

### 3.2 RFID 기반의 항공 물류 시스템의 구조

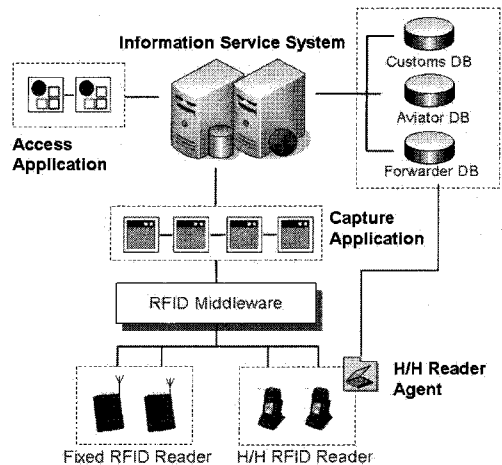


그림 4. RFID 항공 물류 시스템의 구성요소  
Fig. 4. Components of RFID-based Air Cargo Logistics System

그림 4는 본 논문에서 제안하는 RFID 항공 물류 시스템의 구조 및 구성요소를 보여준다. 시스템은 RFID 미들웨어로부터 전송받은 태그 데이터를 관리하고 응용 프로그램들로부터 발생하는 이벤트 및 데이터 쿼리를 처리하는 정보 서비스 시스템, 이동형 또는 고정형 리더로부터 독취된 태그 데이터를 처리하여 화물 정보를 화면에 표시하는 캡처 응용 프로그램, 정보 서비스 시스템에 저장된 화물 정보를 바탕으로 화물의 위치 조회 및 관리자 기능을 제공하는 액세스 응용 프로그램, 이동형 리더에 장착되어 바코드 인식, RFID 태그 인코딩/디코딩 및 태그 데이터를 관리하는 이동형 리더 관리자 구성된다. 각 구성요소의 특징은 다음과 같다.

- 1) 정보 서비스 시스템 (Information Service System)  
정보 서비스 시스템은 그림 5와 같이 Capture Interface, Query Interface, Data Repository의 3개의

컴포넌트로 구성된다.

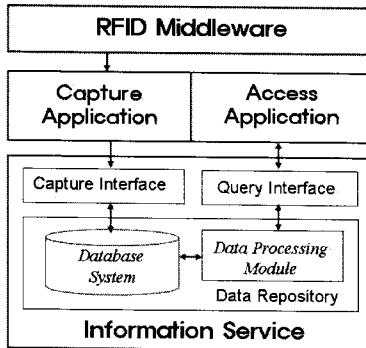


그림 5. 정보 서비스 시스템 구성  
Fig. 5. Information Service System Architecture

Capture Interface는 캡처 응용 프로그램에서 전달된 이벤트 데이터를 실시간으로 Data Repository에 저장한다. Query Interface는 다른 벤더의 데이터베이스로부터 화물과 연관된 데이터를 요청하거나 Data Repository의 화물 정보 데이터를 가져와 액세스 응용 프로그램으로부터의 데이터 쿼리를 위한 인터페이스를 제공한다. Data Repository는 RFID 화물에 대한 정적 정보 및 동적 정보를 관리하며 이에 대한 데이터 저장소를 제공하고 액세스 응용 프로그램으로부터의 데이터 쿼리를 처리한다. 이를 위해 데이터 쿼리 처리를 위한 Data Processing Module과 데이터 관리를 위한 Database System을 포함한다. 정보 서비스 시스템에서는 앞서 설명한 바와 같이 RFID 화물에 대한 정적 정보와 동적 정보를 관리한다. 화물에 대한 정적 정보는 화물 접수 시 포워드 DB로부터 전달받는 상품명, 수량, 무게, 송수화인 정보 등을 말하며 RFID 태그 인코딩 시 태그 ID와 맵핑되어 관리된다. 화물에 대한 동적 정보는 RFID 리더로부터 해당 화물이 인식되었을 경우 발생하는 화물의 이동 및 상태 변화 정보를 말하며 이는 RFID 미들웨어의 필터링 및 그룹핑 과정을 거쳐 캡처 응용 프로그램을 통해 EPC Report [13]형태로 정보 서비스 시스템에 전송되어 데이터베이스 시스템에서 관리된다.

2) 캡처 응용 프로그램 (Capture Application)

캡처 응용 프로그램은 화물 처리 프로세스의 각 시점에서 이벤트를 캡처하는 역할을 담당한다. 즉, 태그가 부착된 화물이 RFID 리더가 설치된 지점을 통과할 경우 RFID 미들웨어에 의해 필터링된 이벤트 데이터를 가공하여 정보 서비스 시스템에 전송한 뒤 해당 화물의 위치정보를 업데이트하며 화물

의 상세 정보를 화면에 표시한다. 이러한 이벤트 데이터는 화물 처리 프로세스의 시점에 따라 저장되는 데이터의 형태가 변경된다. 예를 들어, Build-up/ Break-down 또는 보세창 고반입/ 반출과 같은 경우에는 해당 화물의 위치 및 상태 데이터를 전송하게 된다. 그러나 세관통관의 경우 해당 화물의 위치 및 상태 정보만 아니라 세관 데이터베이스와 연동하여 해당 화물이 세관지정화물인지에 대한 정보의 전송 역시 필요하다. 따라서 본 논문에서는 화물 처리 프로세스의 각 지점별 특성을 고려하여 단순 화물 모니터, 세관 지정화물 모니터 등과 같은 캡처 응용 프로그램들을 구현한다.

3) 액세스 응용 프로그램 (Access Application)

액세스 응용 프로그램은 정보 서비스 시스템으로부터 화물의 상태 및 추적 정보에 대한 데이터를 요청하고 수신하여 사용자가 원하는 화물 정보를 제공한다. 즉, RFID 시스템으로부터 주기적으로 독취된 데이터를 직접적으로 사용한다. 접수된 화물의 현재 위치 및 상태 정보를 위한 데이터 쿼리를 정보 서비스 시스템에 전달하고 응답 정보를 수신하여 해당 결과를 화면에 나타낸다. 또한, 단순한 정보 조회만이 아닌 이벤트 조회 및 기타 관리 기능을 수행한다. 이러한 데이터 요청 및 응답은 웹서비스 바인딩으로 동기화되며 데이터 쿼리 결과는 HTTP, XML등과 같은 다양한 형태로 제공 가능하다. 이 논문에서는 화물 조회 시스템, 관리자 시스템과 같은 다양한 액세스 응용 프로그램들을 구현한다.

4) 이동형 리더 관리자 (H/H Reader Agent)

제안된 RFID 항공 물류 시스템은 고정형 RFID 리더만이 아닌 여러 형태의 이동형 RFID 리더들을 고려하여 설계된다. 단순히 RFID 태그를 독취하여 이벤트를 전송하는 고정형 RFID 리더와 달리 이동형 RFID 리더는 바코드 읽기, RFID 태그 쓰기, 태그 ID와 화물 정보 데이터 맵핑 등의 다양한 기능을 수행해야 한다. 따라서 본 논문에서는 이동형 RFID 리더를 관리할 이동형 리더 관리자를 제안한다. 이동형 리더 관리자는 포워더가 화물에 부착한 바코드를 읽은 후 RFID 태그를 인코딩하여 해당 태그 ID를 포워더 데이터베이스의 화물 정적 정보와 맵핑한다. 또한, RFID 미들웨어에 리더기를 등록하고 화물에 부착된 RFID 태그를 인식하여 해당 화물의 비즈니스 스템을 변경한다. 이러한 기능을 제공하기 위해 이동형 리더 관리자는 그림 6과 같이 통신 보안을 담당하는 Communication Security, RFID 태그 쓰기를 위한 Tag Encoder/Decoder, 미들웨어와 리더간의 통신 프로토콜을 제공하는 Protocol API, 장치를 연결하거나 데이터 통신을

수행하기 위한 Channel Manager 및 TCP/IP, 리더 사용자 인터페이스를 제공하기 위한 Application으로 구성된다.

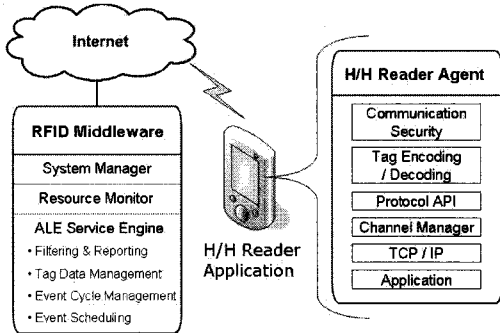


그림 6. 이동형 리더 관리자  
Fig. 6. H/H Reader Agent

#### IV. RFID 기반의 항공 물류 시스템의 구현

이 장에서는 앞서 제시한 설계 구조를 바탕으로 RFID 기술을 이용하여 화물의 위치 정보 및 상태 정보를 추출하고 가공하여 효과적으로 관리하고 이러한 정보를 고객을 포함한 항공 물류 주체들에게 제공하는 RFID기반의 항공 물류 시스템을 구현한다.

개발 시 하드웨어 환경은 Intel Core2 Duo CPU 2.13 GHz, 2GB 메모리를 사용했으며, 소프트웨어 환경은 윈도우 2000 운영체제하에, 정보 서비스 시스템은 Tomcat Server 와 MySQL를 이용하여 자바 언어로 구현했으며 웹페이지 구동을 위해 .net Framework를 설치하였다. 응용프로그램들은 상호 호환성을 고려하여 모두 J2SDK Ver 1.5를 이용하여 구현하였으며 이동형 리더 관리자 프로그램은 Windows CE 운영체제 하에 Microsoft Embedded Visual C++ 4.0 를 이용하여 구현하였다. 구현된 시스템을 각 부분별로 살펴 보면 다음과 같다.

##### 4.1 정보 서비스 시스템의 구현

정보 서비스 시스템은 EPCIS Specification ver1.0 [14]의 표준 스펙을 기반으로 구현되어 특정 벤더의 레거지 정보 시스템과 통합이 가능하고 운영체제 및 개발언어와 관계 없이 다양한 응용 서비스와 연동한다. 또한 그림 7과 같이 정보 서비스 시스템은 항공 물류 IS에 사용되는 데이터 형태를 정의할 수 있으며 각 응용프로그램들로부터 발생하는 이벤트 및 데이터 쿼리를 처리하고 이를 조회 가능하다.



그림 7. 정보 서비스 시스템의 메인화면  
Fig. 7. Main Page of IS System

그림 8은 실제 발생되는 이벤트를 조회한 결과 화면이다. 발생 가능한 이벤트 종류는 다음과 같다.

- Object Event - 화물 처리 프로세스 단계에서 발생한 화물의 단순 관측 이벤트
- Aggregation Event - 화물 처리 프로세스 단계에서 관측된 화물을 상위 단위(ULD기준)로 물리적인 결합 또는 해체하는 이벤트
- Quantity Event - 화물 처리 프로세스 단계에서 관측된 화물의 수량을 나타내는 이벤트
- Transaction Event - 화물 정보를 데이터베이스에 저장하고 사용하는 이벤트

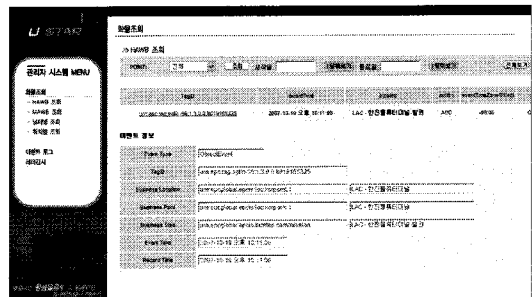


그림 8. 이벤트 조회  
Fig. 8. Event Inquiry

##### 4.2 캡처 응용 프로그램의 구현

캡처 응용 프로그램은 항공 화물의 처리 시점에 따라 화면에 전달하는 정보 내용이 각이하다. Build-up 또는 Break-down에서는 그림 9와 같이 RFID 리더를 통과한 화물의 기본적인 태그 정보를 보여준다. 보세 창고 반입 또는 보세 창고 반출에서 화물들은 물리적인 통합 이벤트를 거쳐 ULD

단위로 귀속되므로 그림 10과 같이 ULD 정보와 함께 맵핑된 화물 리스트를 보여준다. 세관 통관에서는 그림 11과 같이 RFID 리더를 통과한 화물이 세관이 지정한 금지 품목 또는 검사가 필요한 화물인지 세관 데이터베이스와의 비교를 통해 체크하여 이를 정보 서비스 시스템에 전달하고 화면에 표시한다.

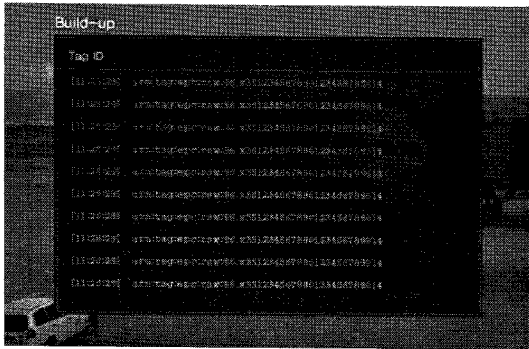


그림 9. 기본적인 캡처 응용 프로그램  
Fig. 9 Basic Capture Application

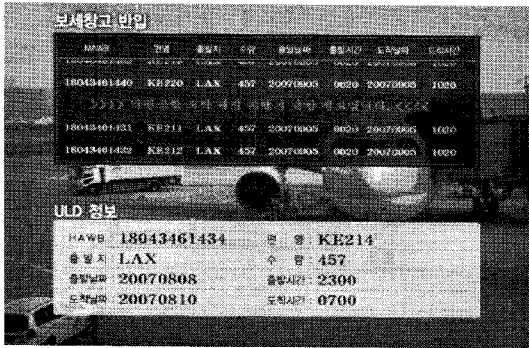


그림 10. ULD 정보  
Fig. 10. ULD Information

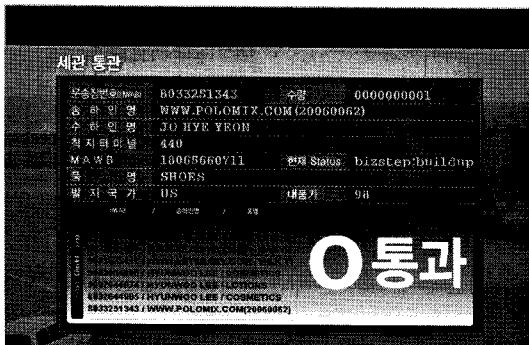


그림 11. 세관 지정 화물 검색  
Fig. 11. Customs Appointment Freight Check

### 4.3 액세스 응용 프로그램의 구현

화물 조회 및 관리자 서비스 제공을 위한 액세스 응용 프로그램은 사용자의 편의성과 접근성을 고려하여 웹기반으로 구현되었다. 그림 12와 같이 사용자는 HAWB (House Air Way Bill) 번호의 입력을 통해 화물정보를 조회하기 위한 데이터 쿼리를 정보 서비스 시스템에 전달하고 이에 대한 결과를 전송받는다. 또한, 관리자 시스템은 그림 13과 같이 리더 감시, 이벤트 로그, 화물 통계 등과 같은 다양한 서비스 기능을 제공한다.



그림 12. 화물 조회 서비스  
Fig. 12. Freight Tracing Service

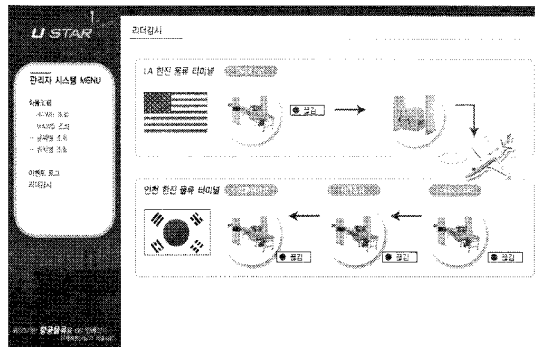


그림 13. 리더 감시 서비스  
Fig. 13. Reader Observation Service

### 4.4 이동형 리더 관리자의 구현

이동형 리더 관리자는 그림 14와 같이 접수(발권) 단계에서 화물에 부착된 바코드를 읽어 포워더의 데이터베이스로부터 해당 화물 데이터를 가져온 후 RFID 태그 인코딩과 동시에 데이터 맵핑을 실시한다.

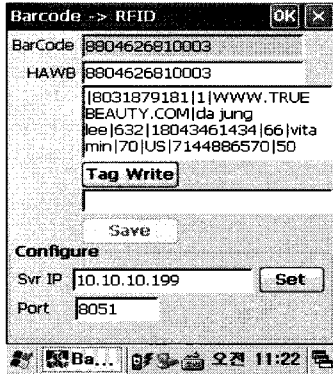


그림 14. 바코드 읽기 및 RFID 태그 쓰기  
Fig. 14. Barcode Reading & RFID Tag Writing

또한, 리더로부터 독취된 RFID 태그의 정보를 IS에 전송하여 화물의 위치 및 상태 정보를 갱신하기 위한 사용자 인터페이스를 제공한다.

#### 4.5 기존 항공 물류 시스템과의 비교

표 1은 구현된 RFID 기반의 항공 물류 시스템과 기존 바코드 기반의 항공 물류 시스템을 비교 분석한 것이다. 접촉식인 바코드 시스템은 비접촉식인 RFID 시스템과 비교하여 회손 가능성이 크고 신속한 업무 지원이 불가능하다. 그리고 사람이 직접 화물 정보를 입력하고 관리하는 수동 방식의 기존 항공 물류 시스템은 화물 데이터를 일괄 처리하여 화물량이 증가할 경우 데이터 처리 및 화물 추적이 어렵다. 그러나 이와 달리 RFID 기반의 항공 화물 물류 시스템은 자동화된 화물 정보 관리를 통해 화물 개개에 대한 실시간 화물 처리가 가능하여 화물량 증가에도 적절히 대처할 수 있다. 이는 화물 분실 시에도 실시간 추적과 명확한 근거 확보가 가능하여 사용자 서비스의 질을 개선한다. 또한, 화물 프로세스를 점검 및 관리하는 관리자를 중심으로 인터페이스를 제공하는 기존 시스템과는 달리 제안된 시스템은 사용자 중심의 웹 기반 인터페이스를 우선적으로 제공한다. 마지막으로 RFID 기반의 항공 물류 시스템은 다수의 개별적인 데이터베이스를 사용하는 기존 항공 물류 시스템과 달리 화물 관리에 필요한 다양한 운송 주체들의 데이터베이스를 통합하여 정보 접근의 편리성 및 시스템 확장성을 개선한다.

표 1. 기존 항공 물류 시스템과의 비교 분석  
Table 1. Comparison between Original and Proposed Airway Logistics System

구분	Barcode기반의 항공 물류 시스템	RFID 기반의 항공 물류 시스템
정보 입력 방식	수동	자동
정보 관리 방식	수동	자동
정보 처리 방식	일괄 처리	실시간 처리
정보 시스템	개별형	통합형
화물 인식 방식	접촉식	비접촉식
시스템 확장성	낮음	높음
인터페이스	관리자 기반	사용자 기반

## V. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 기존 바코드를 이용한 항공 물류 시스템의 문제점을 해결하고 항공 화물 처리 및 서비스의 자동화를 실현하기 위해 RFID 기반의 항공 물류 시스템을 제안하여 이를 설계, 구현하였다. 수작업으로 이루어지던 항공 물류 업무에 RFID 기술을 도입하기 위해 현업에서 적용되는 항공 물류 프로세스를 분석하고 이를 토대로 정보 서비스 시스템과 이동형 리더 관리자는 물론 화물 추적 시스템 및 세관 화물 조회 시스템과 같은 다양한 응용 프로그램들을 설계하고 구현함으로써 항공 화물 프로세스의 자동화 및 정보화를 실현하였다. 제안된 항공 물류 시스템은 유비쿼터스 환경의 RFID 시스템으로부터 얻어진 화물 정보의 일관되고 신속한 처리를 통해 화물 분실률 및 관리 오류를 감소시키고 사용자 서비스를 강화하여 항공 물류 서비스의 질적 향상을 실현하고 항공 물류 주체 간의 데이터 공유 및 효율적 데이터 처리를 가능케 한다. 또한, 기존의 바코드 기반 항공 물류 시스템과 달리 RFID 태그를 부착하여 화물을 인식하므로 화물 분실 및 화물 현황을 파악하여 관리 및 통제가 가능하고 자동화된 화물 처리 프로세스를 통해 생산성 및 관리 효율을 증가시킬 수 있다. 향후에는 모바일 및 웹서비스 기술을 활용하여 항공 화물 서비스 사용자에게 지능적이고 커스터마이징된 사용자 관리 시스템에 제공하기 위한 연구를 진행할 것이다.

## 참고문헌

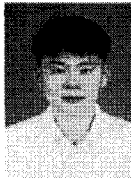
- [1] 김형수, "교부가가치 항공물류산업을 키워라", 내일신문, 2006. 2. 24



- [2] 김종원, "RFID를 통한 물류산업 경쟁력 제고", 지식경제
- [3] 유승화, "유비쿼터스 사회의 RFID", 전자신문사, 2005.
- [4] 강현우, "전자식별을 이용한 물류관리 모델 연구", 항공진흥 제37호, pp.198-217, 2005.
- [5] 최성규, "RFID 산업동향 및 전망", TTA저널 95호, 2004.
- [6] 한국전산원, "한국공항공사 항공수하물 추적통제시스템 구축", RFID/USN 응용서비스 투자성과분석 연구 보고서, 2005. 10.
- [7] 오기현, "RFID 기술을 활용한 항공수출 국가물류 인프라 구축 시범사업 완료보고서", 산업자원부, 2005.
- [8] Simson Garfinkel, "Rfid(Applications, Security, And Privacy)", Addison-Wesley, 2005.
- [9] Dennis Brown, "Rfid Implementation", McGraw-Hill, 2006.
- [10] 정재락, "항공물류 이론과 실제", 두남, 2003.
- [11] 안재명, 이종태, 오해석, "EPCglobal Network기반의 RFID 기술 및 활용", 글로벌, 2007.
- [12] 황재각, 정태수, 김영일, 이용준, "RFID 미들웨어 기술 동향 및 응용", 전자통신 동향분석, 제20권, 제3호, 2005. 6.
- [13] K. Traub and S. Bent, etc., "The Application Level Events Specification", Ver. 1.0, EPCglobal Working Draft, 2005. 9.
- [14] K. Traub and S. Rehling, etc., "The EPC Information Services Specification", Ver. 1.03, EPCglobal Working Draft, 2007. 4.



**마 용 범**  
 2005년 인하대학교 컴퓨터 공학부 학사  
 2007년 인하대학교 컴퓨터 정보공학과 석사  
 현재 인하대학교 정보공학과 박사과정  
 <관심분야> RFID 미들웨어, 그리드 컴퓨팅, 온톨로지 시스템



**노 창 현**  
 2006년 수원대학교 인터넷정보공학과 학사  
 현재 인하대학교 정보공학과 컴퓨터정보공학 석사과정  
 <관심분야> RFID, 그리드 컴퓨팅, 임베디드 시스템



**박 량 재**  
 2006년 천안대학교 컴퓨터공학부 학사  
 현재 인하대학교 정보공학과 석사과정  
 <관심분야> 시스템 모델링 및 시뮬레이션, RFID



**김 교 현**  
 2001년 성공회 대학교 전산정보처리학과 학사  
 2001년 KITM 소프트웨어 개발팀 팀장  
 현재 (주) 엘엔아이소프트 RFID연구팀 과장  
 <관심분야> RFID 통합 미들웨어, EPCIS(Information Service)

**저자소개**



**장 성 호**  
 2004년 용인대학교 컴퓨터 정보공학과 학사  
 2006년 인하대학교 컴퓨터 정보공학과 석사  
 현재 인하대학교 정보공학과 박사과정  
 <관심분야> 그리드 컴퓨팅, RFID, 웹 서비스, 소프트웨어 모델링



**채 흥 석**  
 1990년 인하대 화학공학과 학사  
 1993년 드림테크 개발이사  
 1998년 삼손테크닉스 개발이사  
 현재 (주) 엘엔아이소프트 연구 소장  
 <관심분야> RFID 통합 미들웨어, EPCIS(Information Service), 다국어 검색 및 다국어 번역



**이 종 식**

1993년 인하대학교 전자공학과 학사  
1995년 인하대학교 전자공학과 석사  
2001년 미국 애리조나대 전기·컴퓨터공학과 박사  
현재 인하대학교 컴퓨터공학부 부교수  
(관심분야) RFID, 시스템 모델링 및 시뮬레이션, 그리드 컴퓨팅



**김 재 명**

1974년 한양대학교 전자공학과 학사  
1981년 미국 남가주대학교 전기공학과 석사  
1987년 연세대학교 전자공학과 박사  
1974년~1979년 한국과학기술 연구소, 한국통신기술연구소 근무  
1982년~2003년 한국전자통신연구원 위성통신연구 단장 /무선방송 연구소 소장 역임  
현재 인하대학교 정보통신대학원 원장 /정교수  
(관심분야) 광대역 무선전송, 이동통신 및 위성통신, UWB 무선 통신 분야