

# RFID를 이용한 항공수하물 프로세스 연구

장운석<sup>†</sup> · 이현수

한국항공대학교 항공교통물류학부

## Study of RFID Enabled Air Baggage Handling Process

Yoon Seok Chang · Hun Soo Lee

School of Air Transport, Transportation and Logistics, Korea Aerospace University, Goyang, 412-791

Radio Frequency Identification (RFID) is one of Identification Technologies today. Many of the large retailers in the United States and Europe have established requirements for their suppliers to use RFID technology in 2004. Recently Airbus and Boeing have announced plans to develop a single RFID specification to be used by both companies to use RFID tags to identify commercial aircraft parts. However, it does not mean the end of barcode and it may take several years before the wide adoption of the RFID. This is because a precise business process reengineering is required with technology itself to get the potential benefits of RFID. In this paper, we introduce an RFID enabled air baggage handling process which has been developed and tested recently. We believe our study would give a good guideline for further researches on RFID application in the aviation industry.

**Keyword:** RFID, baggage handling process, aviation industry

### 1. 서론

바코드 기술은 1970년대 이후 UPC (Uniform Product Code)의 소매 시스템이 보급되면서 적용되기 시작했으며, 1983년에는 ANSI 표준이, 1984년에는 UPC 선적 컨테이너 심벌과 자동차 부문과 의료부문 표준이 채택되는 등 다양한 분야에서 관리의 개선을 위해 폭넓게 사용되어왔다. 특히, 미국의 경우 1973년 UPC 심벌이 식료품업계의 표준으로 결정된 이후 1980년에 이르러 식료품의 90%가 UPC 심벌을 부착하게 되었다. 유럽의 경우도 미국의 성공적인 적용에 자극받아 1976년 EAN(European Article Numbering) 코드를 채택하게 되면서, 물류분야의 핵심 기술로 자리 잡아 왔다.

하지만 바코드 시스템은 상품에 대한 표현능력의 한계(현재는 제품종류의 표현까지만 가능)가 있고 물류량이 급증할 때 이에 대처할 능력이 떨어지며(일괄인식이 불가능하므로) 가시선 문제로 인한 낮은 인식률 등의 문제점을 가지고 있다. 따라

서 바코드체계를 관리해온 기관인 GS1과 Wal-Mart, Target 등의 선진국의 유통물류 업계에선 바코드를 대체할 기술로 RFID 기술을 꼽고 있으며, 이와 관련된 응용기술개발에 박차를 가하고 있는 추세이다.

2000년 이후 한국은 동북아의 물류중심지라는 슬로건을 내걸고, 인천공항과 김포공항을 아시아의 허브로 만들기 위해 국가적인 투자를 하고 있다. 이러한 국가적인 목표의 달성은 항공물류 관리기술의 혁명이 없이는 이루어 질수 없으나, 현재 관련물류기술이 여전히 일본 홍콩 싱가포르 등의 경쟁국에 비해 떨어지는 게 현실이다. 이와 같은 시점에서 일괄인식능력, 실시간 인식능력, 투과능력, 빠른 처리속도 등의 많은 장점을 가지고 있는 RFID 기술이 항공 물류분야에 도입될 경우 경쟁력을 크게 향상 시킬 것으로 기대가 되고 있다. 하지만 높은 도입비용으로 인한 도입 분야에 대한 면밀한 검토가 필요하며, 성공적인 도입과 응용을 위해서는 정밀한 프로세스 분석과 적용프로세스 개발이 중요하다. 본 논문에서는 바코드 기반의

본 연구는 2005년 한국항공대학교 교비 특별과제연구비 지원으로 수행되었음.

<sup>†</sup>연락처 : 장운석 교수, 412-791 경기도 고양시 덕양구 화전동 200-1 한국항공대학교 항공교통물류학부, Fax : 02-300-0151,

E-mail : yoonchang@kau.ac.kr

2007년 04월 접수, 2회 수정 후 2007년 07월 게재확정.

항공수하물 처리 프로세스와 이와 관련된 문제점을 소개하고 문제점들을 개선 하기위한 RFID를 이용한 항공수하물 처리 프로세스를 소개한다. 또한 시범테스트를 통해 나타난 이점과 문제점을 소개한다.

## 2. RFID의 기존연구 및 항공분야의 사례

### 2.1 기존연구

현재 사용되고 있는 RFID기술은 제 2차 대전시 영국군이 사용한 Identification of Friend or Foe (IFF)기술에서 그 역사를 찾을 수 있는 데, 최근 물류분야에 급속한 확산이 이루어진 것은 1999년 미국의 MIT가 주도하여 세운 Auto-ID센터(현재의 ePC-Global의 전신)의 설립 이후라고 해도 과언이 아니다. Auto-ID 센터는 EPC(Electronic Product Code)체계와 관련한 EPC Network 개발 하였다(Sarma *et al.*, 2000). McFarlane *et al.*(2002)은 RFID기술을 응용한 intelligent product의 개념을 정립하였고, Karkkainen *et al.*(2003)은 물류 프로젝트에서 web기술과 intelligent product의 중요성을 강조하였다. 이와 같은 새로운 개념의 정립은 물류 분야에 여러 가지 응용연구를 낳게 하였다. 생산물류분야의 적용으로는 Chang *et al.*(2002)과 Chang and McFarlane(2004)은 RFID기술이 기존의 SCM, ERP, MES등의 물류정보시스템과 어떻게 통합되어야 하는 지에 대한 적용방안을 제시 하였다.

유통물류분야에서 연구사례를 보면, Alexander *et al.*(2003)은 가격, 제품의 특징(고가 제품, 분실이 많은 제품인지 등), 현 비즈니스의 성과, 현재의 인프라스트럭처 및 제품의 물리적 특성 등이 기업에서 RFID 도입의 시기와 규모를 정하는 중요한 요소가 되어야 한다고 정의하였다. 한편, Chappell *et al.*(2003)은 시스템재고와 실제고량의 차이, 수작업에 의한 재고 관리, 물품의 수령을 가정하는 문제 등의 소매 운영의 몇 가지 문제점을 소개하고, RFID를 고가의 물품, 많이 분실 되는 물품, 시간에 따라 변질이나 부패되는 물품에 우선적으로 적용하는 것이 바람직하다고 밝혔다. Garcia *et al.*(2006)은 분배센터(distribution center)의 프로세스에 RFID를 적용하여, picking과정의 자동화와 buffer크기를 감소할 수 있는 적용방안을 제시하였다. Milne (2002)은 수작업에 의존하거나 반 자동화되어 있는 유통물류 분야의 despatch advice의 효율성을 향상시키기 위한 RFID기반의 비즈니스 프로세스를 모델을 소개하였다.

위에서 소개된 연구 외에도 RFID의 적용에 대한 많은 연구가 이루어지고 있기는 하지만, 항공수하물 관리분야에 구체적으로 RFID를 어떻게 적용해야 하는 지에 대한 연구는 본격적으로 이루어지지 않은 실정이다.

### 2.2 항공분야의 적용사례

최근 전 세계적으로 항공수하물 관리에 RFID의 적용이 확산되고 있는 데, 그 이유는 항공사의 재정적인 부분과 고객에 대

한 서비스 향상과 보안을 들 수 있다. 일반적으로 규모가 큰 공항의 경우(즉, 대형항공기가 이착륙 할 수 있는 공항) 400명 이상의 승객을 수용할 수 있는 항공기들의 운항을 지원하고 있다. 각 승객이 20kg정도의 수하물을 접수 한다고 가정하면 항공기가 게이트에 인도되어 출발을 위해 머무는 한정된 시간 이내에 항공기 한대 당 8 ton에 가까운 수하물이 접수, 검색, 계근, 분류 된 뒤에 각 항공기에 적재되어야 한다. 이러한 경우 작업자에 의한 실수와 바코드의 낮은 인식률로 인한 수하물의 연착과 분실은 서비스의 질을 저하시키며 공항 이미지를 크게 실추 시킬 수 있다(Kazda and Craves, 2001). 일시적인 수하물의 분실에 대한 처리비용은 평균적으로 150불 이상의 비용이 드는 것으로 나타나고 있으며, 미국의 5대항공사의 하나인 델타항공의 경우 연 1억불 이상의 비용이 분실이나 지연된 수하물 처리에 사용되고 있다(Ashford *et al.*, 1996; Collins, 2004).

이와 같은 현실 때문에 RFID기반의 수하물관리 프로세스를 구축하는 데 백만 불 이상의 비용이 소요될 것으로 예상되지 만 많은 항공사와 공항들이 RFID기술에 관심을 가지고 있다.

#### 2.2.1 라스베가스 공항 적용 사례

미국 라스베가스의 맥캐런(McCarran) 국제공항은 바코드에 의한 수하물의 15~30%의 오류 인식을 개선시키기 위해 수하물 추적 시스템에 1억 2500만 달러 규모의 RFID를 도입하는 프로젝트를 시작했다(RFID/USN 협회, 2004). 승객의 가방을 한 개 분실 할 경우 이를 보상처리 하기위해 드는 비용이 150달러 이상이고, 매일 맥캐런 공항에서 취급하는 여행용 가방이 7만 개에 이른다는 점을 감안하면 엄청난 액수를 절약할 수 있다는 계산이 나온다. <그림 1>은 컨베이어 시스템에 적용된 RFID를 나타낸다. <그림 1>과 같은 시스템의 구축 시 중요한 요구 사항은 승객 수하물간의 간격이 최소한 18inch(즉, 약 50cm)가 되어야 한다는 것과 RFID 리더(reader)가 설치된 구조물은 다른 전파가 RFID 리더(reader)의 인식률에 영향을 줄 수 없도록 차폐를 할 수 있는 형태로 구축되어야 한다는 점이다.

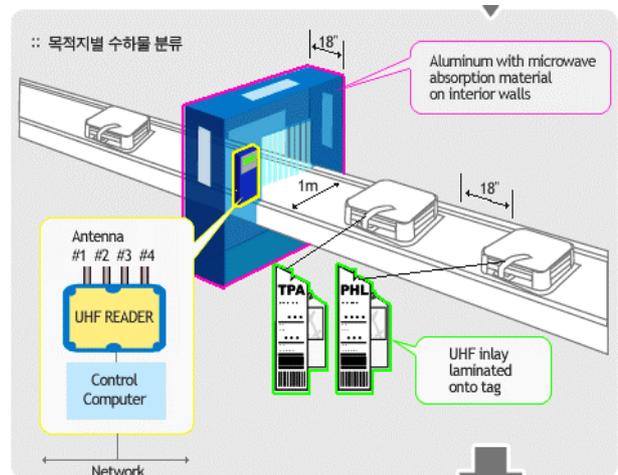


그림 1. 컨베이어 시스템에 적용된 모습(HITrass사 제공)

<그림 2>는 수하물 운반시 RFID를 이용한 확인 절차를 나타낸다. 그림에서와 같이 각 수하물이 목적지 별로 구분된 컨테이너에 정확히 적재되었는가를 RFID리더(reader)로 확인하게 된다.

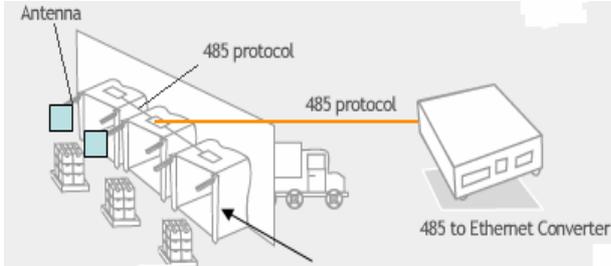


그림 2. 수하물 운반과 RFID를 이용한 확인 절차

2.2.2 일본 나리타공항 수하물 관리 시스템

일본정부는 “e-Japan 2002 비전”의 일환으로 나리타공항과 e-Airport 프로젝트를 시작했다(한국전산원, 2004). e-Airport의 세부 적용 분야로는 승객 탑승 절차 간소화, 통합 대중교통 및 항공기 운항정보, 음성 번역기능 등을 통한 관광안내, 공항 내 인터넷, RFID를 활용한 “핸즈프리” 수하물관리 시스템이 있다. 이 프로젝트의 목적은 기존의 바코드 시스템에 대한 정보량의 한계와 훼손에 의한 관독 불가능 등의 문제를 RFID를 이용하여 개선하고 수하물 관리의 효율과 편리를 도모하는 데 있다. 먼저, 승객 check-in 카운터에서 RFID 태그(tag)를 발급하여 부착하도록 하고, 수하물 이동 컨베이어에 리더(reader)를 설치하고 또한 수하물담당 작업자들에게 휴대용 리더(reader)를 지급한다. 태그(tag)에는 수하물 관련정보가 입력되며, 태그(tag)는 수하물에 부착된다. 한편 태그(tag)가 부착된 수하물은 목적지 별로 분류되어 항공기에 탑재 되는 데 탑재직전 휴대용 리더

(reader)를 통해 적재오류여부를 확인 한다. e-Airport의 적용분야 중 “핸즈프리”는 승객의 수하물이 자택에서 도착지(방문지 숙소 등)로 전달되도록 시스템을 확대하여 적용하는 개념으로 이 경우 자택에서 인식된 정보는 공항 내 중앙 시스템으로 전달된다.

2.2.3 델타 항공

델타 항공사는 매년 0.7%의 수화물을 분실한다. 즉, 800,000여개의 분실되는 화물처리에 소모되는 비용은 매년 1억 불에 이른다. 이와 같은 문제를 해결하기 위해 델타항공은 RFID의 적용을 서두르고 있으며, RFID 시스템은 체크인 카운터를 비롯해 컨베이어 벨트, 공항 수하물 출입구 등 여러 장소에 설치되고 있다. 델타항공사는 RFID 시스템 도입으로 인해 연간 1억 불의 경비를 줄일 수 있을 것으로 예상하고 있다(Collins, 2004).

2.2.4 항공수하물외의 응용연구사례

RFID를 항공분야에 적용한 예는 위의 예 외에도, 항공기의 지능형 정비 도구(Smart Tool)개념을 적용한 연구와 항공정비 시스템과 운항시스템, 그리고 정비부품의 재고시스템과의 연계를 통해 정비체계의 통합을 시도한 연구가 있다(Lampe et al., 2004; Chang et al., 2006).

3. 항공 승객수하물 프로세스

3.1 바코드 기반의 기존의 항공 수하물 프로세스

수하물 프로세스에 RFID 도입을 위해서는 현장의 전체 업무가 어떻게 구성되어 있는지를 파악하는 것이 선행되어야 한다. 일반적인 바코드 기반의 항공 수하물의 업무는 <그림 3>과

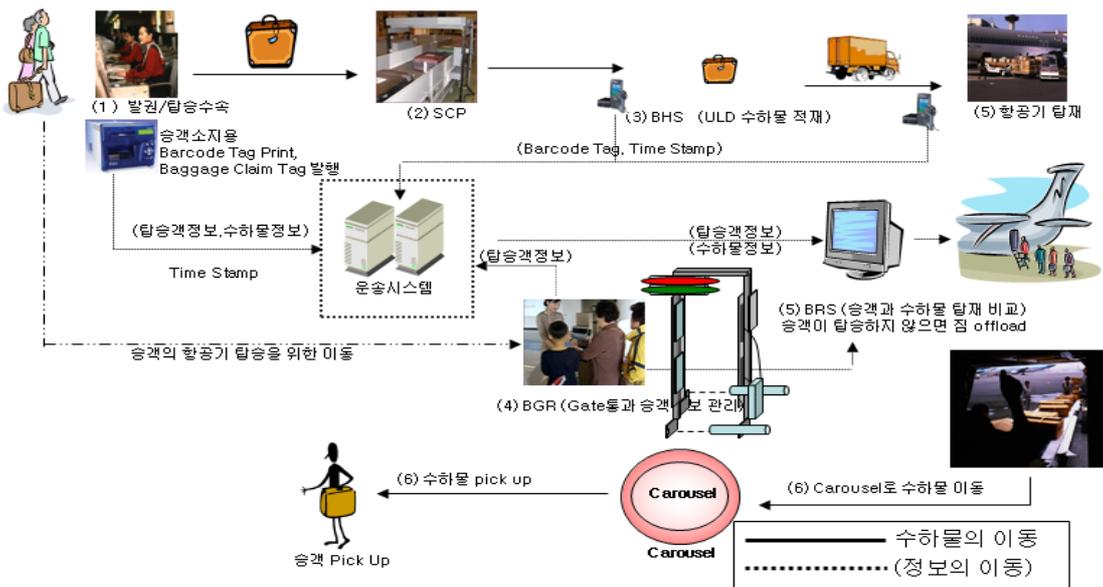


그림 3. 바코드 기반의 항공 수하물 업무 프로세스(아시아나 IDT 제공)

같으며 각 프로세스에 대한 내용은 다음과 같다.

- ① 발권 및 탑승수속(check-in): 승객이 수하물을 위탁할 경우 탑승권 발급과 함께 수하물부착용 표(baggage Tag)와 승객의 회수용 표(baggage claim tag)를 발행하게 된다(baggage tag은 수하물에 부착되고, baggage claim tag은 수하물 영수증용으로 승객에게 배부되어 도착공항에서 miss-load가 발생하였을 시에 수하물을 추적하기 위해 쓰인다). 바코드가 찍혀진 표(Tag)에는 비행기 편명, 탑승객 성명, 목적지등의 간단한 정보가 기록되며 중앙운송 시스템에 저장된다.
- ② 보안검색(SCP: Security Check Point): X-ray를 이용하여 수하물의 내용물을 점검하는 단계로서, check-in후 컨베이어를 통해 이동된 수하물이 보안검색을 담당하는 보안검색(SCP) 위치에 도착하면 국/내외의 모든 수하물이 보안요원에 의해 X-ray검사를 시행하게 된다(국내는 1번, 국외는 1~2번 실시하게 된다). X-ray검사 시에 위험 물건이 발견되면, 컨베이어가 멈추게 되고 위험물건이 든 수하물을 꺼낸 다음에 다시 컨베이어가 가동된다. 위험물이 든 수하물의 바코드 태그(tag)를 통해 수하물의 주인을 호출한 후에 전수검사를 실시하게 된다. 위험수하물의 발견시 수하물의 하역(offload)도 시행한다.
- ③ 수하물 처리시스템(BHS: Baggage Handling System): 수하물에 부착된 바코드 태그(tag)정보를 이용하여 수하물이 탑재될 항공기편에 맞게 분류하는 과정으로, 컨베이어를 통해 이동한 수하물이 본 영역에 도착하면, 수하물용 회전컨베이어(carrousel)에 수하물이 낙하하게 된다. 수하물처리 시스템(BHS)를 통해서 분류된 수하물들이 위치하게 되는 영역을 수하물분류 지역(BSA: Baggage Sorting Area)라 한다. 수하물용 회전컨베이어(carrousel)에서 수하물이 돌면서 조업사 직원이 수하물에 부착된 바코드 태그(tag)정보를 이용하여 수하물이 탑재될 항공기편에 맞게 분류한다. 수하물은 탑재될 항공기에 따라 컨테이너나 bulk형태로 적재하게 된다. 모든 수하물이 컨테이너에 적재 되었을 시에 컨테이너에 컨테이너용 태그(master container tag)가 부착되며, 이것은 향후 적재오류(miss-load) 발생시에 수하물 추적에 사용된다.
- ④ 탑승확인(BGR: Boarding Gate Reader): 승객이 항공기에 탑승하기 전에 최종 탑승여부를 확인하는 단계로, 승객이 소지하고 있는 항공권의 바코드 정보를 읽어, 탑승 정보를 운송 시스템에 전송한다. 적재된 수하물정보와 탑승정보를 비교하여, 승객이 탑승하지 않을 경우 하역(offload)정보를 운송 시스템에 전송한다. 이 게이트를 통과해야만 항공기 탑승여부가 확인된다.
- ⑤ 승객과 화물 연계시스템(BRS: Baggage Reconciliation System) 및 항공기 탑재: 탑승확인결과에 따라 승객의 수하물을 최종 점검하는 단계로, 항공기가 이륙하기 5분 전에 본 시스템을 이용하여 최종 탑승객의 명단과 항공기에 컨테이너와 Bulk형태로 실린 수하물의 일치 여부를 확인하여 하역

(offload)할 수하물을 분리하고, 일치하는 수하물만 항공기 탑재를 위해 트롤리에 적재한다. 항공기가 터미널에 있어서 바로 탑재하는 경우는 항공기 탑재 시간이 약 5분 정도가 소요되며, 먼 거리에 대기할 경우는 탑재 시간이 약 10분 정도가 소요된다.

#### ⑥ 도착지 수하물 처리/회수(pick-up)

항공기가 목적지 공항에 도착하면 항공기에 실린 컨테이너나 Bulk에서 수하물들을 하역하여 도착지의 회전컨베이어(carrousel)를 통해 회전하는 수하물을 탑승객이 찾아가게 된다. 이 과정에서 분실사고가 가장 많이 일어나며 승객의 불편을 가장 많이 유발시킨다. 한 해의 분실에 대한 사고는 항공사마다 다르지만, 델타항공의 경우 수하물중 0.7% 정도가 평균적으로 분실되고 있으며, 그에 따른 추가비용은 연간 1억불에 이르는 것으로 나타나고 있다(Collins, 2004). <그림 3> 에서 나타난 것과 같이 수하물처리는 수하물의 물리적인 이동관리와 이동정보의 관리로 구분 할 수 있다. 각 작업을 통해서 수하물의 물리적 이동과 함께 정확하고 안전한 관리를 위한 물류정보가 발생하게 되며, 이러한 물류정보가 항공 수하물 관리를 위한 기초 자료가 된다. 항공 수하물 처리프로세스는 주어진 인력과 장비를 이용하여 승객의 수하물을 좀 더 정확하게 운송하는 것과, 항공 운항의 안전성을 고려하여 보안을 철저히 하는 것을 목적으로 하고 있다.

### 3.2 RFID기반 항공수하물 업무프로세스와 시스템

본 절에서는 출발지 승객의 수하물 접수로부터 도착지의 수하물 pick-up까지에 이르는 항공 승객수하물 프로세스를 RFID 기반의 프로세스로 재구성 하였다. RFID는 바코드기술에 비해, 가시성의 제한이 없으며, 태그칩(tag chip)의 메모리의 종류에 따라 정보의 update가 가능하다. 현재 사용되고 있는 바코드 기반의 수하물처리 프로세스는 다음과 같은 단점을 가지고 있다.

- 보안부분에 있어서 물품에 대한 검사(X-RAY)만을 시행하여 공항보안에 있어서의 인몰에 대한 유형검색을 실시할 수 없었음.
- 수하물 분류가 100% 인적 프로세스(manual operation)에 의해 진행된 관계로 수하물의 분실 및 오 분류 되는 경우가 많았고, 이로 인한 승객의 불만이 자주 보고됨
- 수하물 분류에 있어서 바코드 및 문자로 인쇄된 태그(tag)를 인식해야하지만 바코드의 인식률이 낮아 대부분 작업자가 육안으로 검사하고 있음
- 수하물 검색이 요구될 때 수하물의 위치가 파악되지 않는 관계로 항공기로부터 수하물 분류장(BSA) 및 컨베이어 등을 모두 검색해야 하므로, 인적 및 시간적비용이 발생
- 현재의 시스템에선 도착 공항에서의 수하물 도착여부에 대한 기능은 전무한 상태이므로 모든 승객이 짐을 찾기 전까

지는 수하물 도착여부를 알 수가 없음.

대부분의 RFID 프로젝트에서는 기존의 프로세스의 변화를 필요로 하는 데, 이는 RFID가 기업의 잘못된 프로세스를 수정해 주지는 않기 때문이며 따라서 RFID의 적용과 함께 프로세스의 변화를 함께 적용해야만 그 적용효과를 높일 수 있다. 본 연구에서도 이와 같은 프로세스변화를 고려하여 RFID적용프로세스를 개발하였다.

본 연구에서는 프로세스를 쉽게 이해하고 분석하기 위하여 기존의 유통물류에 적용된 예를 참고 순차적 다이어그램(sequence diagram)과 활동 다이어그램(activity diagram)을 이용하여 RFID를 이용한 항공수하물 프로세스를 구축하였다(Milne, 2002; Armour and Miller, 2000). <그림 4>는 항공사가 승객에게서 수하물을 인수하는 과정에서 시작하여 수하물이 일련의 작업을 통하여 항공기에 탑재된 후 도착 공항에서 수하물이 승객에게 인도되는 과정을 순차적 다이어그램(sequence diagram)으로 나타낸 것으로 객체와 객체사이의 이동을 크게 3가지의 화살표로 표현하고 있다(수하물의 처리순서는 번호로 표시하였다). 실선 화살표는 수하물의 이동으로 인한 메시지를 나타내며, 점선 화살표는 수하물의 이동에 따른 여러 가지 형태의 정보가 RFID 정보 시스템과 여러 서버 프로세스사이에 공유되는 것을 의미한다. 마지막으로, 2점 화살표는 수하물의 하역(offload)을 위한 승객의 이동 메시지를 나타내며 승객의 이동상태에 따라 수하물의 항공기 탑재가 영향을 받는 것을 알 수 있다.

프로세스를 표현함에 있어서 시간(time)개념을 포함하는 것

이 중요한데, 그림에서 수직 점선은 시간의 흐름을 나타낸다. 일반적으로 수하물의 입고에서 수하물의 항공기 탑재까지의 시간은 1~1시간 반이 소요되며, 수하물의 항공기 탑재는 항공기 이륙시간 20분전에 마감된다. 또한 도착공항에서 승객에게 수하물이 인도되기까지의 시간은 공항마다 약간의 차이는 있지만 대략 20~30분이 소요된다. 항공 수하물 프로세스는 각 서버 프로세스에서 수하물에 대한 정보의 수집과 공유가 중요하다. RFID를 도입할 경우 각 객체들(항공사 서버 프로세스)과 RFID 정보시스템이 실시간으로 승객의 수하물에 대한 정보를 공유함으로써 수하물이 신속하고 정확해질 수 있다.

순차적 다이어그램(sequence diagram)과 달리 활동 다이어그램(activity diagram)은 프로그램 코딩에 용이하여, 구체적으로 항공 수하물 RFID시스템 개발할 때 유용하게 사용될 수 있다. 활동 다이어그램(activity diagram)을 이용 항공 수하물 RFID시스템을 개발하기 위해 각 서버 프로세스의 처리단계, 처리과정, 결정 위치, 분기 처리 등을 사용하여 서버 프로세스들을 시각적으로 정리하였다.

<그림 5>와 같이 RFID를 활용한 항공수하물 처리프로세스는 다음과 같다.

- ① 발권 및 탑승수속관련(check-in 그림 “탑승수속자”): 수하물 부착용 태그(baggage tag)가 발급되는 동시에 승객에 대한 정보를 RFID 정보시스템에 전송하여 향후 각각의 프로세스에서 활용될 수 있도록 Database를 구축한다. RFID 서버에 구축된 탑승객 정보를 BRS(수하물 일치 시스템)에 전송

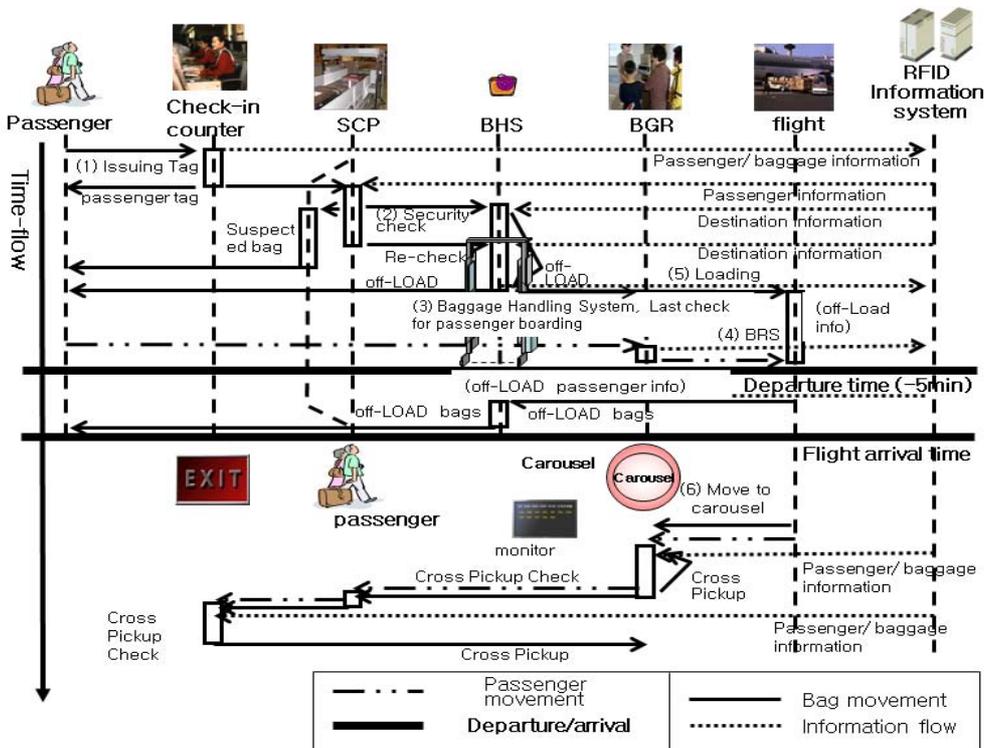


그림 4. 항공 수하물 RFID의 시퀀스 다이어그램

하여 수하물 관리의 기초자료로 활용한다.

- ② 보안 검색(SCP): 수하물이 보안 검색(SCP)에 도착하면 고정형 RFID 리더(reader)를 통하여 수하물에 부착되어 있는 RFID 태그(tag)를 인식하여 RFID에이전트 시스템을 통하여 수하물의 승객정보를 모니터에 출력하여, 보안검색 담당자가 수하물의 위탁자를 쉽게 확인할 수 있게 한다.
- ③ 수하물 처리시스템(BHS): 수하물이 수하물 처리시스템(BHS) 영역에 도착한 뒤 RFID 리더(reader)가 수하물에 부착되어 있는 RFID 태그(tag)를 인식하게 되면 수하물정보를 모니터에 출력하게 되어 수하물을 분류하는 작업자들이 수하물의

바코드 태그(tag)를 확인하지 않더라도 수하물을 정확히 분류할 수 있다. 수하물처리 시스템(BHS)를 통해서 분류된 수하물들을 항공기로 적재할시 적재 오류를 방지하기 위해 관문(gate)형의 RFID리더(reader)를 설치하고 작업하고자하는 항공편 등을 세팅 한다. 이와 같은 RFID 기반 프로세스는 수하물이 컨테이너나 Bulk로 항공기에 적재될 때 인식 수하물의 정보와 적재되는 항공기의 정보를 확인해 준다. 만약 하역(offload)해야 할 수하물이나, 관문(gate)에서 적재해야할 수하물이 발생하면 이동형 리더(reader)를 이용하여 처리 한다(<그림 6>과 <그림 7> 참고).

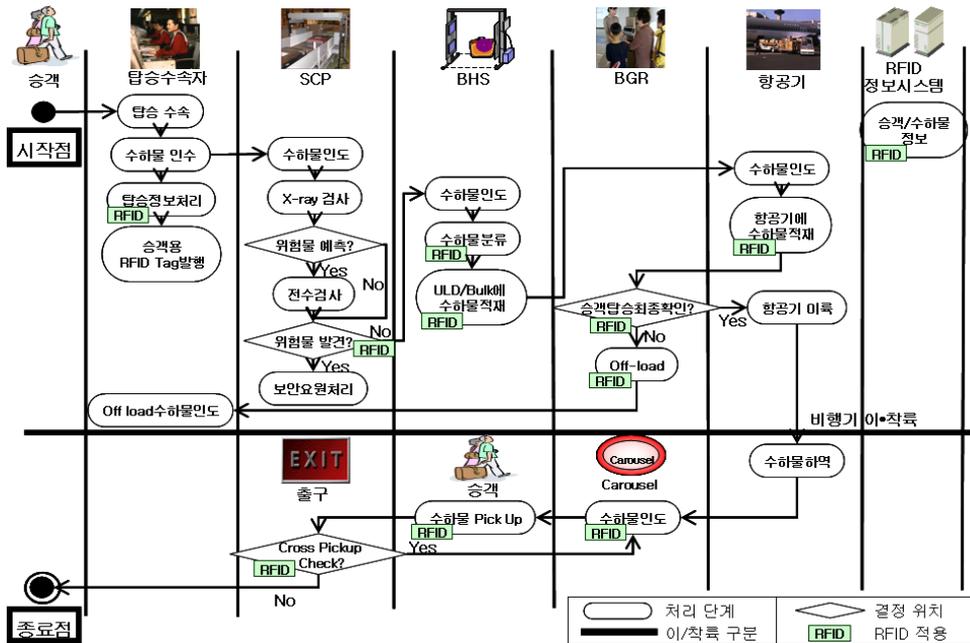


그림 5. 항공 수하물 RFID의 활동 다이어그램

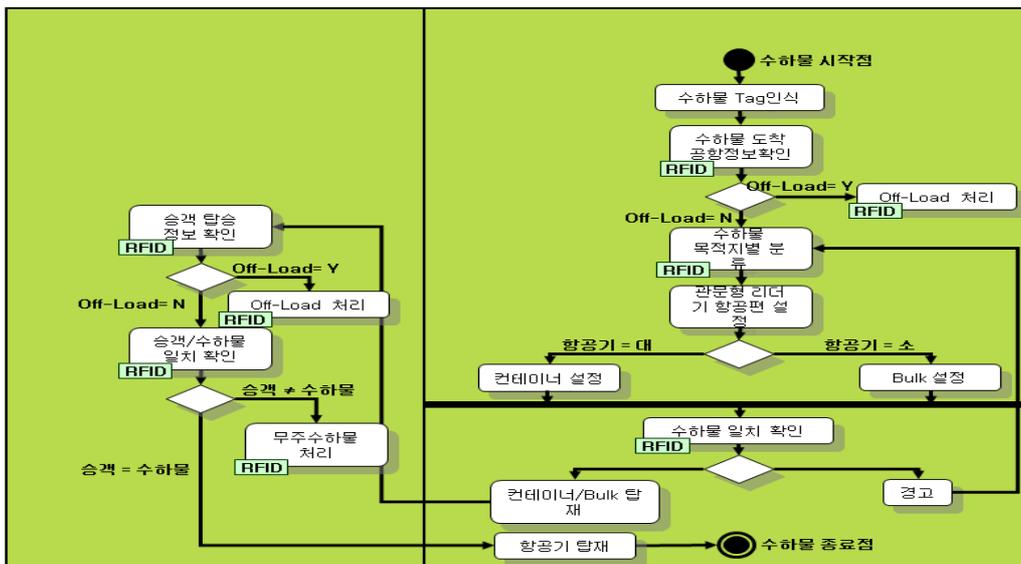


그림 6. 수하물 처리과정의 활동 다이어그램

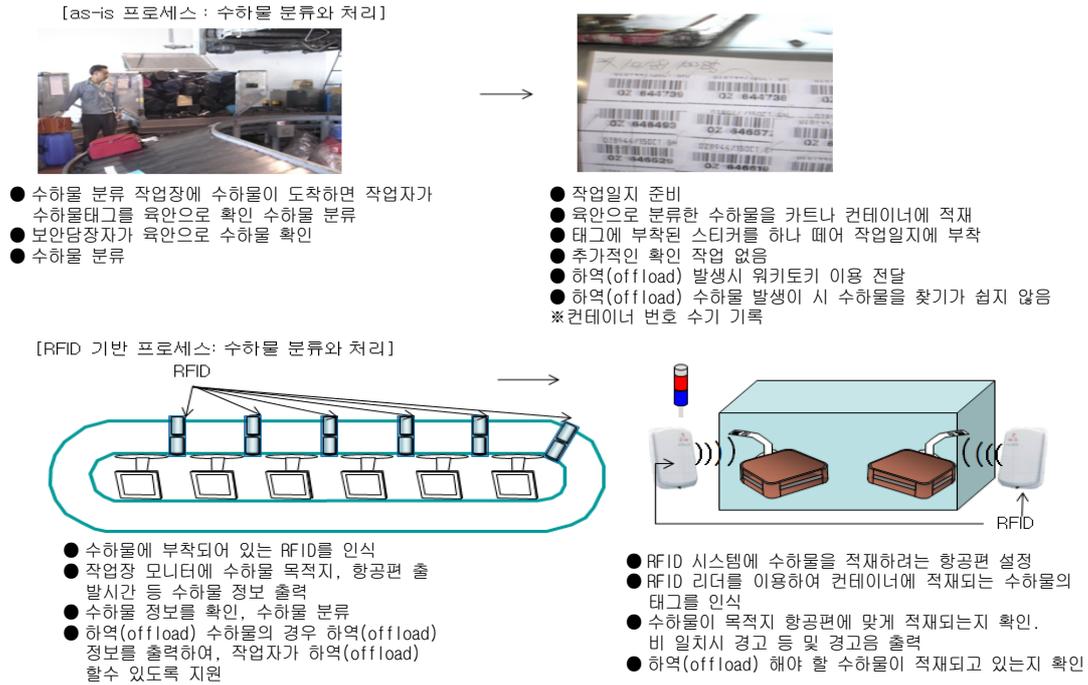


그림 7. 수하물 처리과정(분류 및 적재) 현 모델과 RFID기반의 모델의 비교

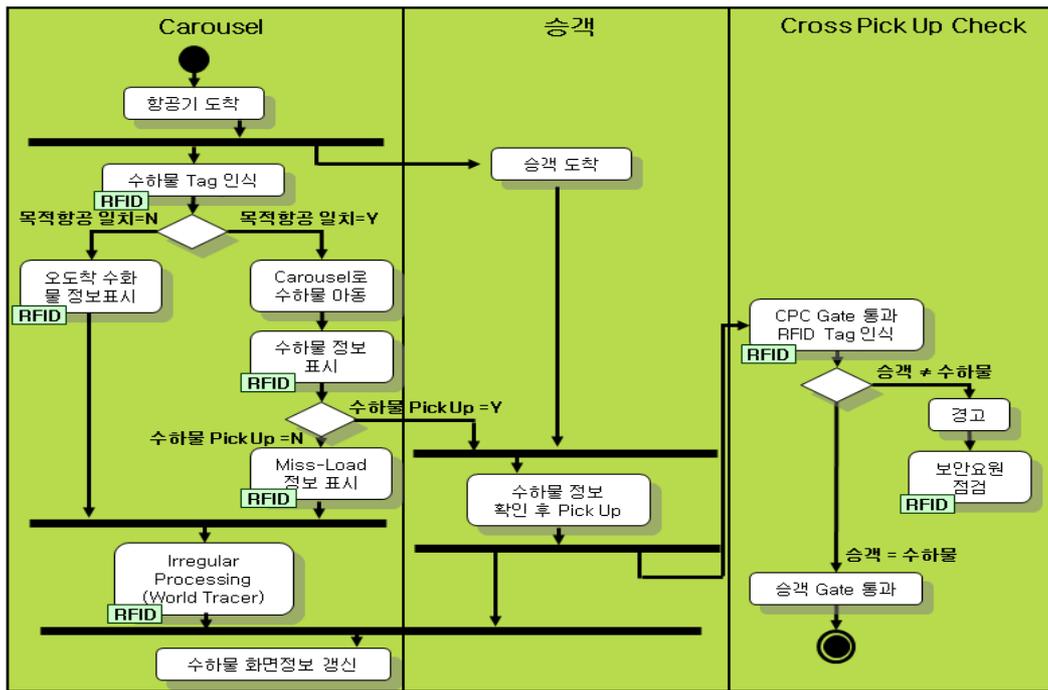


그림 8. 도착처 수하물 처리/회수(pick up)과정의 활동다이어그램(activity diagram)

- ④ 탑승확인 (BGR): 승객이 소지하고 있는 탑승권의 정보를 인식, 탑승 또는 하역정보를 운송시스템으로 전송하고 운송시스템의 승객 탑승정보를 RFID정보시스템으로 전달하여 승객정보를 동기화 한다.
- ⑤ 승객과 화물연계 시스템 (BRS): 탑승수속을 마친 승객중 항공기에 탑승하지 않는 승객이 발생하면 작업자에게 승객

의 수하물 정보를 전송하여 수하물을 하역(offload)할 수 있도록 하며, 이때 작업자는 이동형 RFID리더(reader)를 이용하여 수하물들 중에서 해당 승객의 수하물을 하역(offload) 처리한다.

- ⑥ 도착처 수하물 처리/회수(pick Up): 목적지에 도착한 수하물들이 공항청사내의 회전컨베이어(carrousel)에 도착하면, 회

전컨베이어(carrousel)내에 설치되어 있는 고정형 RFID리더(reader)를 이용하여 수하물에 부착되어 있는 RFID태그(tag)를 인식한다. RFID정보시스템으로부터 관련정보를 전송받아, 수하물의 해당 승객 좌석번호를 설치된 모니터를 통해 출력하여 승객이 쉽게 본인의 수하물을 찾을 수 있도록 지원 한다(승객의 프라이버시 문제로 승객의 이름을 출력하는 대신 좌석번호를 출력하는 방법은 사용함). 회전컨베이어(carrousel) 지역엔 간이 관문(gate)형 RFID리더(reader)를 설

치하여 승객의 수하물영수증에 있는 RFID태그(tag)와 수하물에 부착되어있는 RFID태그(tag)의 정보를 비교하여, 타인의 수하물을 가져가는 경우 (cross pickup)를 방지한다 (<그림 8> 참고).

<그림 9>는 구축된 RFID기반 수하물 관리시스템의 소프트웨어 구성을 나타낸다. 그림에서 EMS는 Event Management System을 나타내며, 수집된 데이터를 용도에 맞게 분류하고 해

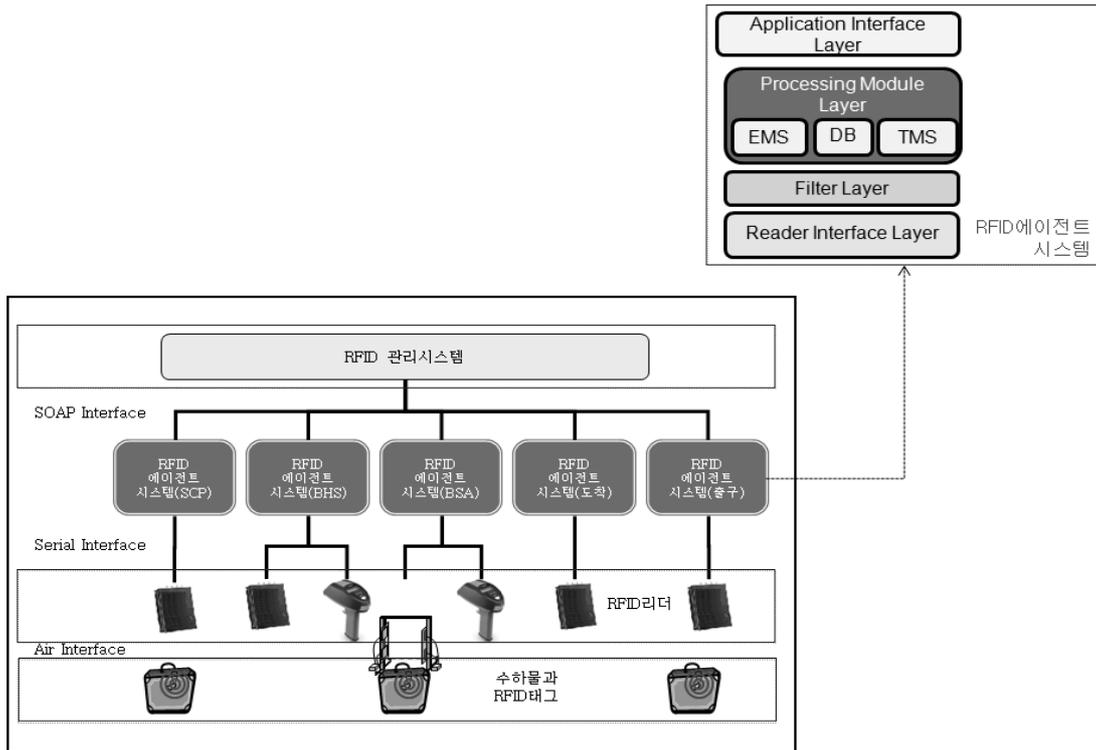


그림 9. RFID기반 수하물 관리 시스템의 구성도

표 1. 수하물처리 시스템의 처리 영역별 입출력 정보

영역	입력정보(이전 입력정보 중 update되는 정보포함)	출력 정보
발권 및 탑승수속 (check-in)	<ul style="list-style-type: none"> <li>승객정보관련: 승객명, 날짜, 클래스, 항공기 편명, 목적지명</li> <li>수하물정보관련: 승객명, 수하물수, 수하물 무게, 목적지명</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>표 관련: 승객명, 좌석번호, 보안번호(security number), 출발시간, 항공기 편명</li> <li>수하물표관련: 수하물 태그(tag) 번호, 항공기 편명, 목적지명</li> </ul>
보안검색(SCP)	<ul style="list-style-type: none"> <li>RFID태그(tag)정보관련: 수하물 태그(tag)번호, 시간</li> <li>수하물 이력정보관련: 보안대 검색 시간, 보안관련 입력정보</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>수하물정보관련: 목적지명, 담당 발권 에이전트</li> <li>승객정보관련: 승객명, 항공기편명, 위험관리 대상인/ 전화번호</li> </ul>
수하물처리 시스템 (BHS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>RFID 태그(tag)정보관련: 수하물 태그(tag)번호, 시간</li> <li>수하물 이력정보관련: BHS지역 통과시간</li> <li>공항서비스 시스템관련: 항공기 타입</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>수하물정보관련: 목적지, 항공기편명, 수하물 상태 (예: normal, offload, gate baggage, miss-load 등)</li> <li>항공편 정보관련: 항공편상태, 출발시간, 항공기 타입</li> </ul>
도착(pickup)	<ul style="list-style-type: none"> <li>RFID태그(tag)정보관련: 수하물 태그(tag)번호, RFID 에이전트 시스템 ID, RFID의 안테나 번호정보</li> <li>수하물 이력정보관련: 도착시간정보</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>승객정보관련: 좌석번호, 항공편 번호</li> <li>수하물정보관련: 목적지</li> </ul>
도착(pickup): Cross pickup방지	<ul style="list-style-type: none"> <li>RFID 태그(tag) 정보관련: 수하물 태그(tag) 정보 (baggage tag 코드, baggage claim tag)</li> <li>수하물 이력정보관련: exit 시간</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>승객정보관련: 승객정보, 항공편명, 좌석번호</li> <li>수하물 이력정보관련: 승객 RFID정보</li> <li>수하물정보관련: baggage tag number; 수하물수</li> </ul>

당된 일을 처리하는 곳에 배치하는 역할을 수행한다. TMS는 Task Management System을 나타내며, TMS는 기존의 응용 시스템과 연동하여 실제 처리를 수행하는 역할을 한다. DB는 Database를 나타내며, 에이전트시스템은 각 수하물 처리 영역 별로 설치된다.

한편 <표 1>은 RFID기반 수하물 처리시스템을 개발하기 위해 수하물프로세스의 각 영역에서 관리되어야 하는 입출력 정보를 나타낸다.

<그림 10>은 수하물의 위치추적을 위해 개발된 화면이다. 수하물처리의 각 프로세스 밑에 표시된 숫자는 각 프로세스에서 해당 수하물이 처리된 시간을 나타내며, "Car"는 수하물이 해당 출발 게이트로 이동되기 위해 차량에 적재된 시간을 나타낸다(또한 check-in은 발권 및 탑승수송, SCP는 보안검색, BHS는 수하물처리 시스템에서 처리된 시간을 BSA는 수하물이 분류된 시간을 CPC는 도착후 cross pickup check을 의미한다).

본 논문과 관련된 시범운영에선 현행의 바코드 기반의 수하물태그(tag)에 RFID를 삽입 한 후 프린트하여 추적에 사용 하였

다. <그림 11>는 각각 수하물 처리 영역 및 도착영역의 RFID 시스템의 설치 예를 나타낸다(그림에서 타원은 안테나의 위치 를 나타낸다).

#### 4. 적용결과

본 연구를 통해 개발된 프로세스를 적용 시범운영 했을 시 결과는 <표 2>과 같다(아시아나 IDT 제공). 테스트는 5개월 동안 진행되었으며, 매달 1주간(6월, 9-11월), 그리고 4주간(12월)동안 승객수하물에 적용하여 진행 되었다(7~8월은 성수기로 인해 테스트를 진행 하지 않음). 표와 같이 개발된 RFID기반의 수하물 처리시스템은 93% 정도의 인식률을 나타냈으며, 기존의 바코드 프로세스의 평균 인식률로 알려진 80%에 비해 월등히 높은 인식률을 나타내었다.

위의 표에서 나타난 인식률의 향상 외에 pilot test를 통해 나타난 RFID기반의 프로세스의 이점은 수하물의 분류시 오류율

inx	Tag 번호	좌석번호	일자	도착지	Check-in	SCP	BHS	BSA	CAR	CPC
1	0988002452	04A	2005/11/08	CJJ	13:32:30	13:35:02	14:53:34		18:11:38	
2	0988004278	10A	2005/11/08	CJJ	14:59:28	15:00:22		15:06:02	18:12:08	
3	0988004369	05F	2005/11/08	CJJ	15:03:31	15:04:58		15:12:01	18:08:59	
4	0988004370	05F	2005/11/08	CJJ	15:03:31	15:05:00			18:10:51	
5	0988004371	05F	2005/11/08	CJJ	15:03:31	15:05:02	15:11:27	15:14:21	18:09:46	
6	0988004827	20B	2005/11/08	CJJ	15:26:19	15:27:40	15:38:14	15:38:23	18:11:16	
7	0988004828	20B	2005/11/08	CJJ	15:26:19	15:27:37	15:38:09	15:40:21	18:12:26	
8	0988004829	20B	2005/11/08	CJJ	15:26:19	15:27:59	15:38:17	15:40:15	18:10:10	
9	0988004906	06E	2005/11/08	CJJ	15:30:00	15:31:37	15:36:37		18:12:27	
10	0988005046	08D	2005/11/08	CJJ	15:36:03	15:37:54		15:41:49	18:12:02	
11	0988005047	08D	2005/11/08	CJJ	15:36:03					
12	0988005048	08D	2005/11/08	CJJ	15:36:03	15:38:33		15:41:34		
13	0988005049	08D	2005/11/08	CJJ	15:36:03	15:38:46	15:41:18		18:08:55	
14	0988005050	08D	2005/11/08	CJJ	15:36:03	15:39:02			18:09:50	
15	0988005051	08D	2005/11/08	CJJ	15:36:03	15:38:58	15:41:21	15:42:01	18:12:13	
16	0988005052	08D	2005/11/08	CJJ	15:36:03	15:39:40	15:42:11	15:42:56	18:12:49	
17	0988005088	08D	2005/11/08	CJJ	15:37:56	15:39:54	15:42:12	15:42:23	18:09:53	
18	0988005211	26A	2005/11/08	CJJ	15:42:06	15:44:18	15:00:48	15:01:34	18:09:08	

그림 10. RFID기반 수하물 처리시스템의 화면구성(아시아나 IDT 제공)



그림 11. 수하물처리영역 및 도착지역 RFID System의 실제 설치 예 (아시아나 IDT제공)

표 2. RFID 월별 인식률 Pilot Test 결과, A 항공사

구 분	출 발 공 항				도착공항		
	태그수 (출발공항 → A공항)	태그수 (출발공항 → B공항)	보안(%)	수하물처리(%)	수하물분류(%)	A(%)	B(%)
6월	3,199개	346개	94	84	80	93	82
9월	5,519개	1,236개	99	97	93	98	98
10월	3,700개	977개	97	92	87	98	93
11월	6,814개	1,696개	98	95	88	98	99
12월	20,649개	4,637개	95	94	93	94	93
평균 인식률			96.6	92.4	88.2	96	93

을 감소시키고 수하물 검색에 있어서 획기적으로 시간을 줄일 수 있었으며, 도착공항에서 수하물의 도착여부를 모든 승객에게 전하는 동시에 오 도착수하물에 대해서도 표시하므로, 그 이후 업무 프로세스의 수행에 대한 지원이 가능했다.

한편 pilot test를 통해서 다음과 같은 개선되어야 할 문제점들은 지방공항의 낙후된 전원/통신망으로 인한 잦은 시스템 고장과 수하물 집합소 및 분류장의 낙후된 시설, 특정수하물에 대한 낮은 인식률(액체, 금속성의 수하물), Tag의 부착위치에 따른 인식률 변화등이 있었다.

## 5. 결론 및 향후 연구방향

2004년 이후 정부주도의 각종 시범사업 및 확산사업 등을 통해 공공분야에 RFID의 확산이 급속히 이루어 지고 있고 그 응용 범위가 산업계 전반으로 급격히 확대되고 있다. 하지만 RFID가 가지는 물리적 특성에 대한 낮은 이해, 그리고 적용영역별로 판이하게 다른 응용환경 때문에 많은 문제점이 발생하고 있는 것이 현실이다.

항공수하물 분야는 1997년 이후 많은 테스트가 이루어 지고 있지만, 대부분의 테스트가 극히 일부 프로세스, 수하물처리 프로세스(BHS)과정에 초점이 맞추어 져 있고, 수하물관리 전 프로세스에 대해 테스트 된 경우는 없다. 또한 RFID 적용을 위한 운영프로세스도 소개된 예가 없고, pilot의 결과도 대부분 문제점을 거론하지 않아 실제 적용, 확산 시 많은 문제점이 야기 될 것으로 예상되는 게 현실이었다.

본 연구에서는 기존의 바코드로 운영되고 있는 항공수하물 프로세스의 전 과정에 RFID를 적용하였을 경우의 운영 프로세스를 소개하였으며, pilot 테스트의 결과와 pilot 운영시 드러난 문제점을 살펴보았다. 본 연구가 앞으로 항공수하물 분야에 대한 확대적용과 다양한 물류분야(특히, 항공화물, 항만물류 분야 등)에 있어서의 RFID의 응용연구에 활용 될 수 있을 것이라고 생각한다.

추후 항공수하물분야의 RFID 적용의 확산을 위해서는 수하물용 RFID 시스템을 활용한 수하물의 offload시간 단축연구, 실제로 운영 가능한 cross pickup 방지 프로세스 개발(본 연구에선

개념과 프로세스만을 소개함), 자동분류 컨베이어벨트와의 RFID시스템의 연동 문제, 수하물의 전자여권과 항공수하물관리의 연계 등에 대한 방안이 연구 및 개발되어야 할 것이다. 또한, 재활용이 되지 않고 있는 RFID 태그의 사용대신에 재활용이 가능한 수하물 태그(tag)개발과 관련 프로세스개발 및 높은 초기시설 투자비에 대한 수익 효과 분석이 이루어 져야 할 것으로 보인다.

## 참고문헌

- Alexander, K., Birkhofer, G., Gramling, K., Kleinberger, H., Leng, S., Moogimane, D., and Woods, M. (2003), Focus on Retail: Applying Auto-ID to Improve Product Availability at the Retail Shelf, *Auto-ID Center White Paper*, <http://www.autoidlabs.org>.
- Armour, F. and Miller, G. (2000), *Advanced Use Case Modelling*, Boston: Addison-Wesley.
- Ashford, N., Stanton, H. P. M., and Moore C. A. (1996), *Airport Operations*, 2nd edition, New York: McGraw-Hill Inc.
- Chang, Y., McFarlane, D., Koh, R., Floerkmeier, C., and Putta, L. (2002), Methodologies for Integrating Auto-ID Data with Existing Manufacturing Business Information Systems, *Auto-ID Center White Paper*, <http://www.autoidlabs.org>.
- Chang, Y. and McFarlane, D. (2004), Supply Chain Management using Auto-ID Technology, In Chang, Y., Makatsoris, C., and Richards, H., (Eds.) *Evolution of Supply Chain Management: Symbiosis of Adaptive Value Networks and ICT*, Kluwer Academic Publisher, USA.
- Chang, Y., Oh, C., Whang, Y., Lee, J., Kwon, J., Kang, M., and Park, J. (2006), Development of RFID Enabled Aircraft Maintenance System, *Proceedings of IEEE International Conference on Industrial Informatics, Singapore*, CD.
- Chappell, G., Durdan, D., Gilbert, G., Ginsburg, L., Smith, J., and Tobolsk, J. (2002), Auto-ID on Delivery: The Value of Auto-ID Technology in the Retail Supply Chain, *Auto-ID Center White Paper*. <http://www.autoidlabs.org>.
- Collins, J. (2004), Delta Plans U. S. -Wide RFID System, *RFID Journal*, <http://www.rfidjournal.com/article/articleprint/1013/1/1/>.
- Garcia A., Chang Y., and Valverde R. (2006), Impact of New Identification and Tracking Technologies on a Distribution Center, *Computers and Industrial Engineering*, 51, 542 - 52.
- Karkkainen, M., Jan Holmstrom J, Framling K., and Artoo K. (2003), Intelligent Product- A Step towards a More Effective Project Delivery Chain, *Computers in industry*, 50, 141-151.

Kazda, A. and Caves, R. E. (2000), *Airport Design and Operation*, Amsterdam: Pergamon.

McFarlane, D., Sarma, S., Chirn, J. L., Wong, C. Y., and Ashton, K. (2003), Auto ID Systems and Intelligent Manufacturing Control, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 16(4), 365-76.

Lampe, M., Strassner, M., and Fleisch, E. (2004), A Ubiquitous Computing Environment for Aircraft Maintenance, *Proceedings of the ACM symposium on Applied Computing*, 1586-1592.

Milne, T. P. (2002), Auto-ID Business Use-Case Framework (A-Biz), Dispatch

Advice Use Case, Technical Memo, *Auto-ID Center Technical Memo*, <http://www.autoidlabs.org>

RFID/USN 협회 (2004), 라스베가스공항 항공운송부문 RFID 적용사례, RFID 세미나, 해외사례분석,

Sarma, S., Brock, D. L., and Ashton, K. (2000), The Networked Physical World: Proposals for Engineering the New Generation of Computing, Commerce and Automatic Identification, *Auto-ID Center White paper*, <http://www.autoidlabs.org>.

한국전산원 (2004), IT 신기술 조사.



### 장윤석

인하대학교 자동화 공학과 학사  
 인하대학교 자동화 공학과 석사  
 Imperial College, UK, 기계공학 박사  
 (생산시스템)  
 한국항공대학교 항공교통물류학부 조교수  
 관심분야: RFID/USN응용기술, SCM



### 이현수

한국외국어대학교 영어과 문학사  
 미시간주립대학교 Logistics & Transportation  
 Management MBA  
 펜실바니아 주립대학교 경영학박사 (Business  
 Logistics)  
 한국항공대학교 항공교통물류학부 교수  
 관심분야: SCM, DSS, 항공물류