

제조 및 유통산업을 위한 RFID 기반 자동 검수 시스템의 설계 및 구현

김진석*, 박종권*, 신용태**

RFID-Based Automatic Inspection System Design and Implementation for Manufacturing and Retail Industry

Jin-Suk Kim*, Jong-Kwon Park*, Yong-Tae Shin**

요 약

현재 제조, 유통산업에서는 입출고 운영결과를 수기 작성, 전산 입력 또는 엑셀파일에 의존하는 물류를 운영하고 있다. 이에 수기 입력 오류, 전산 입력 오류, 실시간 데이터 처리 불가, 수량 부족/초과 문제 발생과 같이 물류를 운영하는데 문제가 발생하고 있다. 이에 본 논문은 RFID 기술을 활용하여 입출고 데이터 처리를 통한 입고 자동 검수 시스템을 제안한다. 또한 실시간 데이터 처리 및 자동 검수를 통해 기존 물류 운영 대비 RFID를 적용한 시스템의 비용 절감효과를 제안한다. RFID 기술을 적용하여 입출고 데이터를 현장에서 실시간으로 처리할 수 있으며 수량 부족/초과 문제도 현장에서 바로 조치할 수 있게 된다. 그럼으로써 현재 운영 시스템 대비 RFID 시스템을 통해 물류비를 절감할 수 있다.

Key Words : RFID, EPCIS, EPC Middleware, LOGISTICS, INSPECTION

ABSTRACT

Current manufacturing and distribution industries work with handwritten shipping information or receive operation results in excel files and have to go through computer processing for their logistics. Thus, hand writing error or computer entry error, non-real-time data processing, quantity shortage and excess operating problems have been frequently occurring in many logistics points. In this paper, we will be proposing a RFID based automatic inspection system that will ensure more accurate data for inbound and outbound. Real-time data processing and automatic inspection system will show cost saving effect compared to the existing system.

I. 서 론

RFID(Radio Frequency Identification)는 무선 주파수 인식기술로 20세기 중반에 개발되어 1990년대 말에 재고 관리 및 공급 체인 관리 등에서 사용됨으로써 두각을 드러낸 기술이다. 유비쿼터스(Ubiquitous)

는 라틴어로 ‘언제 어디서나 있는’을 뜻 하는 말이다. 이 유비쿼터스를 실현시키는 핵심이 바로 RFID이다. 과거의 시스템은 개별적인 실체를 인식할 수 없었지만 이제 RFID를 통해 모든 물체들이 무선 네트워크상에서 인식될 수 있는 존재가 된 것이다. 또한 RFID 기술은 여러 분야에 쉽게 적용할 수 있는 범용성과,

♦ First Author : 숭실대학교 컴퓨터학과 ICN연구실, smics@logisall.com, 정희원

* 유로지스넷(주), jkeamong@logisall.com, 정희원

** 숭실대학교 컴퓨터학부 교수, shin@ssu.ac.kr, 정희원

논문번호 : KIC2013-10-468, 접수일자 : 2013년 10월 28일, 심사일자 : 2014년 1월 7일, 최종논문접수일자 : 2014년 1월 13일

기존 산업의 인프라에 큰 수정을 가하지 않고도 자연스럽게 적용 시킬 수 있는 장점을 가지고 있다.

이런 RFID (Radio Frequency IDentification) 기술은 반도체 및 무선통신 기술의 발달로 인해 꾸준히 발전해왔으며, 적은 비용으로 제품 손실을 방지하고 물류 상의 오버헤드(overhead)를 줄이기 위한 목적으로 물류, 유통 등의 다양한 분야에 적용되고 있다.^[1,2] 이전에 수행되었던 물류산업의 RFID 적용에 관한 연구는 RFID 적용의 전략적 방안 제시^[3,4] 또는 정보시스템의 구현 방안^[5-7]에 대해 중점적으로 수행되었다. 그러나 현재 물류 산업에서 RFID의 확산이 급격하게 진행되고 있지 않는 이유는 RFID 적용에 따른 성과 확인 사례가 많이 존재하지 않고, 투자 대비 효과를 얼마나 얻을 수 있는지 확인 할 수 없기 때문에 RFID의 확산이 이루어지고 있지 않다.

이에, 본 연구에서는 물류산업에서 RFID를 도입함으로써 얻게 되는 효과^[8]를 확인할 수 있도록 RFID를 활용한 RFID기반 자동 검수 시스템을 설계 및 구현하여 RFID 기술을 통한 자동 검수시스템을 제시하고자 한다. 분석 방법으로 현재 사용하고 있는 운영프로세스와 RFID를 적용한 물류시스템의 차이를 분석함으로써 작업 시간, 가시적 추적 성능 측정하여 기존 물류운영 비용 대비 RFID 적용 후 비용 절감효과를 확인 할 수 있도록 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제2장에서는 적용 기술요소 및 기존 제조, 유통 물류 프로세스를 분석하고, RFID 적용 방안에 대하여 기술하였다. 제 3장은 RFID 적용을 통한 자동 검수 제안을 기술하였으며, 제 4장에서는 구현 및 성능평가를 통해 시스템을 검증한다.

II. 본 론

2.1 RFID 구성 요소

RFID 시스템은 하드웨어적으로 리더(Reader 또는 Interrogator), 태그(Tag 또는 Transponder) 등으로 구성되며 소프트웨어적으로는 RFID 미들웨어, Capturing Application, EPCIS로 구성된다. 일반적으로 많이 사용되는 수동형 시스템은 리더가 RF 신호를 태그에 송신하고, 신호를 받은 태그는 RF 신호가 들어오면 이것의 진폭 또는 위상을 변조하여 태그에 저장된 데이터를 리더로 송신한다. 태그로부터 되돌려 받은 변조 신호는 리더에서 복호/복조화 되어 태그 정보가 해독되는 것이 기본원리이다. 리더는 컴퓨터에 연결되어 운용된다.

2.1.1 EPCglobal EPC Network

21세기형 차세대 정보 인식을 목적으로 MIT, UCC, P&G 등 46개의 협력사가 공동으로 1999년에 설립된 auto-ID 센터에서는 스마트 태그를 각종 상품에 부착해 사물을 지능화하여 사물 간, 또는 기업 및 소비자와의 통신을 통해 자동화된 공급망 관리 시스템 구축을 위한 기술을 개발하였다. 이를 표준화하고 상용화하기 위하여 설립된 EPCglobal에서 EPC Network를 제안하였다. EPCglobal Network는 EPC, ID System(RFID Tags and Readers), EPC Middleware, EPC Information Service(EPCIS), Discovery Services로 이루어져 있다.

EPCglobal Network의 동작은 먼저 유통망에서 특정한 품목을 유일하게 식별할 수 있도록 설계된 EPC 태그가 품목에 부착된다. 물품에 부착된 EPC 태그는 RFID 기술을 사용하여 자신의 고유 번호를 EPC 리더기에 전달한다. EPC 리더기는 전달받은 번호를 Discovery Services로 알려진 컴퓨터 또는 로컬 애플리케이션 시스템에 전달하고, Discovery Services는 컴퓨터 시스템에 EPC가 부착된 객체에 대한 정보가 네트워크상의 어디에 위치하는지를 알려준다. EPCIS는 EPCglobal Network의 게이트웨이이다. EPC Middleware로부터 태그 이벤트를 받고, EPC Middleware로부터 발생하는 정보에 기반을 두어 track & trace 이벤트들을 생성하며, 추후 사용을 대비해 로컬 데이터 저장소에 저장한다. 또한, EPCIS는 주어진 EPC에 대한 정보를 통합하는 허브역할을 한다.^[9]

2.1.2 EPCIS

EPCIS는 상품 정보를 관리하고 정보제공 요구가 있을 때 이를 PML(Physical Markup Language)물리적 마크업 언어: Postscript, LaTeX, troff, etc.)로 표시하여 제공하는 컴퓨터 시스템이다.

Physical Markup Language (PML)는 리더로부터 읽어 들인 태그 정보를 어플리케이션 시스템(예, ERP, SCM)에 통일된 형태로 전달하기 위한 통일된 문법(또는 language)으로 Auto-ID센터에서 제정한 것이다. 리더 정보를 ERP 등으로 보내려면 XML(eXtensible Markup Language) 형태가 적당하데, XML의 문법만으로는 표현이 부족하므로 이를 보완한다는 개념이다. 그러나 아직은 PML의 문법이 정해지지는 않았고 2003년 11월에 "A PML Core Specification Version 1.0"가 Auto-ID센터에서 발표되었을 뿐이다. 참고로 XML은 서로 다른 application(ERP, SCM,

회계 프로그램, 생산 프로그램 등)에 공통적으로 사용되는 데이터(주소, 일자, 송장번호 등)와 transaction (구매, 견적 요청 등)을 서로 주고받게 하기 위한 언어이다. PML파일은 전에 PML서버로 불리었지만 지금은 용어가 바뀐 EPCIS에 보관된다.^[10]

2.1.3 EPCIS Core Business Vocabulary

EPCIS CBV(Core Business Vocabulary)표준의 목적은 내부 및 회사의 경계를 넘어 모두 정보를 교환하는 메커니즘을 정의한 EPCIS 표준과 함께 사용하기 위해 다양한 어휘 요소와 해당 값을 지정하는 것이다. 이 표준은 위의 목표를 충족하는 기본 기능을 제공하기 위한 것이다. 특히 이 표준은 EPCIS 추상 데이터 모델의 핵심이며, 데이터를 공유하는 욕망이나 요구 사항이 많은 산업에 대한 일반적인 비즈니스 시나리오의 광범위하게 적용 할 수 있는 어휘를 정의하기 위해 설계 되었다.^[11]

2.2 기존 RFID 시스템

기존에 제안된 RFID 시스템은 입고, 출고시 제품의 RFID 태그를 인식하여 입고, 출고 처리를 하는 시스템^[12], 창고에 RFID 태그가 부착된 제품의 RFID 태그를 인식하여 재고 파악 및 위치추적시스템^[13]이 제안되었다. 그리고 2008년부터 2년 간 진행한 Intelligent Collaborative 유통물류 정보시스템 구축 사업에서는 사례를 통해 유통물류 분야의 RFID 기술 기반 비즈니스 모델을 제시한 연구^[14]에서는 RFID 기술을 제조, 물류, 유통분야에 팔레트, 제품에 RFID 태그를 부착한 RFID 시스템 운영결과를 확인하였다. 그러나 기존 제안된 RFID 논문은 RFID를 활용하여 데이터를 자동으로 수집하고 수집된 데이터 활용을 중점으로 제안하였으나 RFID에서 수집된 데이터를 기반으로 그 데이터가 현재 운영하는데 부합한 데이터인지 검증하는 연구가 필요하다. 그렇지 않으면 인식된 RFID 데이터를 신뢰할 수 없기 때문에 실제 업무에 적용할 수 없다.

2.3 제조, 유통 물류 프로세스

제조, 유통 물류 프로세스는 그림 1과 같다. 유통사 각 점포에서는 부족한 제품의 발주를 위해 발주수량을 유통사 본사의 구매 팀에게 전달한다. 유통사 본사에서는 각 점포에서 집계된 발주 요청 수량을 점포에 공급하기 위해 제조사에게 EDI를 통해 발주를 한다. 제조사는 유통사의 납품 요청에 맞춰 납품 준비를 한다. 재고 수량 부족시 신규 생산을 실시한다. 제조사

에서는 출고예정일에 맞춰 출고 준비를 하며 출고시 발주정보를 출력하여 실제 제품 수량과 발주 수량이 동일한지 육안으로 출고 검수를 실시한다. 검수가 완료되면 출고예정일에 주문한 수량의 제품을 납품 발송한다. 발송한 제품이 유통사 물류센터에 입고되면 유통사 물류센터에서도 발주정보를 출력하여 실재를 통한 입고 검수를 실시하며 이상이 없을 시 각 점포로 운송하기 위해 분류한다. 이때 제조사는 자신의 제품이 유통사 물류센터에 정시에 정확한 수량이 도착했는지 실시간으로 확인 할 수 없다. 또한 유통사에서 수량 부족, 초과가 발생했다고 통보 받았을 때 확인할 방법이 없다. 유통사 물류센터에서는 각 점포로 배송을 위해 각 점포의 발주수량에 맞춰 분배한 후 분배가 완료되면 실재를 통한 출고 검수를 실시한 후 이상이 없을 시 각 점포로 배송을 실시한다. 점포에서는 자신의 주문수량과 입고 수량이 동일한지 입고 검수를 실시하고 이상이 없으면 프로세스는 종료된다.

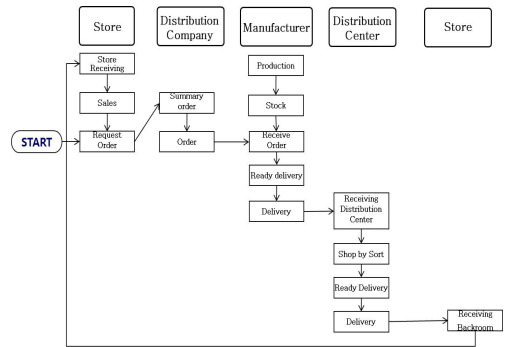


그림 1. 제조, 유통 물류 프로세스
Fig. 1. Manufacturing, distribution and logistics processes

현재 운영상의 문제점은 아래와 같다. 첫 번째로 각 단계별 사람에 의해서 검수가 이루어짐에 따라 현재 위치나 상태를 실시간으로 파악하기 어렵다. 두 번째로 입고출고 검수를 위해 사람이 육안으로 하나하나 확인해야 하기 때문에 입고출고 검수 인원 및 시간이 필요하다. 세 번째 입고 수량이 부족했을 때 출고시 미출고 된 것인지 아니면 배송 중에 분실이 되었는지 확인할 수 있는 방법이 없기 때문에 책임 유무를 가릴 수가 없다. 네 번째로 입고출고가 정상적으로 되었다 하더라도 사람이 시스템에 데이터를 입력할 때 오 입력, 미 입력등 오류가 발생한다.

2.4 RFID기반 제조, 유통 물류 프로세스

RFID기반 제조, 유통 물류 프로세스는 그림 2와

같다. 유통사 각 점포에서는 부족한 제품의 발주를 위해 발주수량을 유통사 본사의 구매 팀에게 전달한다. 유통사 본사에서는 각 점포에서 집계된 발주 요청 수량을 점포에 공급하기 위해 제조사에게 EDI를 통해 발주를 한다. 제조사는 유통사의 납품 요청에 맞춰 납품 준비를 한다. 재고 수량 부족시 신규 생산을 실시한다. 제품 생산시 제품 박스에 RFID Tag를 부착한다. 제품이 생산되면 팔레트 위에 적재되고 적재시 팔레트와 제품 박스가 매핑 된다. 팔레트와 제품 박스를 매핑 함으로써 향후 팔레트가 해체되기 전까지 팔레트 인식을 통해 위에 적재되어 있는 제품을 동시에 입출고 하게 된다. 제조사에서는 출고예정일에 맞춰 출고 준비를 하며 출고시 출고게이트의 터치패널을 통해 출고 정보를 확인 하고 RFID 인식을 통해 출고확인 및 출고검수를 동시에 실시한다. 출고된 정보는 EPCIS에 저장된다. 유통사 물류센터에서 입고를 위해 터치패널에서 입고 발주번호를 선택하고 입고를 수행한다. 이 때 입고 예정정보를 Display하여 입고되는 제품이 동일한 발주번호이며 정상적으로 출고가 된 제품이 입고되는 것을 확인한다. 입고 예정정보는 출고시 생성된 발주번호와 출고 EPC Code를 활용하여 입고시 입고할 발주번호를 선택하여 입고 예정정보를 터치패널에 나타내준다.

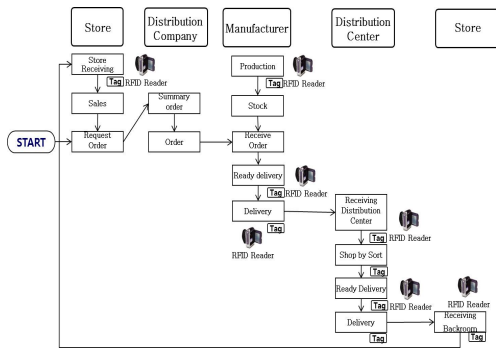


그림 2. RFID 기반 제조, 유통 물류 프로세스
Fig. 2. RFID-based manufacturing, distribution and logistics processes

입고 게이트에서는 팔레트의 RFID Tag를 인식하여 입고가 되어야할 제품만 인식수량이 증가되기 때문에 입고 처리 및 입고 검수를 동시에 실시한다. 입고가 완료되면 제조사에서 자신의 제품이 정상적으로 유통사 물류센터에 입고되었는지 실시간으로 파악할 수 있게 된다. 유통사 물류센터에서는 입고 검수 후 이상이 없을 시 각 점포로 운송하기 위해 분류한

다. 분류 완료 후 팔레트 적재시 팔레트 Tag와 제품 박스 Tag를 매핑 한다. 출고시 터치패널을 사용하여 출고 발주 번호를 선택하여 출고 처리 및 출고 검수를 동시에 수행한다. 각 점포에서는 도착된 차량에서 제품을 하차함과 동시에 RFID 게이트를 통해 입고를 수행하며 팔레트 Tag를 인식하여 제품의 자동적으로 입고한다. 이렇게 RFID를 도입함으로써 실시간 이력 추적 및 입출고 자동 검수가 가능해진다.

2.4.1 RFID기반 자동 입출고 검수 시스템

제조, 유통분야에서는 발주서기반으로 모든 물류가 움직인다. 그렇기 때문에 발주서에 따라 출고와 입고의 수량과 종류가 동일하다. 이에 본 논문에서는 매핑, 입고, 출고의 데이터를 EPCIS에 저장하고 EPCIS에 저장된 데이터를 활용하여 입출고 자동 검수 시스템을 제안한다. 각 이벤트별 EPC CBV(Core Business Vocabulary)의 BizStep과 Disposition은 EPCglobal 표준 스펙에 준수하여 선정한다. 각 이벤트별 BizStep과 Disposition은 다음과 같다. 매핑은 picking, in_progress, 입고는 receiving, in_progress, 출고는 shipping, in_progress로 선정한다. 또한 발주정보 연계를 위해 발주번호는 Business Transaction의 PO로 입력한다. 제안하는 시스템은 먼저 팔레트와 제품 박스를 매핑하고, 발주번호와 팔레트를 매핑 함으로써 자동으로 입출고 검수를 할 수 있도록 한다. 이에 기본 수작업 대비 작업시간 감소, 비용 감소 효과를 제시한다. 본 논문은 실험을 통한 입출고 검수 간 작업 시간 및 비용 감소를 위해 그림 2와 같이 RFID를 활용한 자동 입출고 검수를 제안한다. RFID와 바코드가 적용된 검수작업의 대기비용 비교를 위한 시뮬레이션¹⁵⁾에서 제안한 바코드 방식 대비RFID적용 자동 검수에 대한 ROI분석 모델은 실제 검수 단계에서 발생할 수 있는 오류 사항 및 RFID 미 인식 문제에 대한 고려사항을 배제하였다. 제안된 방식에서는 검수단계에서 발생 할 수 있는 작업자 오류를 고려하여 제안된 방식에서 각 단계별 매핑 및 매핑 해제가 존재하며 데이터 저장소로 EPCIS가 사용된다.

제품 출고 예정일에 맞춰 제품 출고를 준비한다. 출고시 작업자는 터치패널을 통해 지금 출고 할 발주번호를 선택하여 출고 작업화면으로 이동되면 터치패널 프로그램은 그 발주정보에 이벤트가 Aggregation이고 Action이 ADD이며 BizStep가 picking인 팔레트 EPC Code를 조회한다. 조회 후 검색이 완료되면 그 해당 팔레트 EPC에 매핑되어 있는 상품을 조회한다. 조회가 완료되면 터치패널 화면에 출고되어야 할 팔레트

와 상품의 정보가 Display된다. 작업자는 출고할 팔레트를 차량에 적재하기 위해 RFID 출고게이트를 통과한다. 이때 출고시 인식된 팔레트가 출고 예정정보에 존재하는 팔레트 일 경우에는 정상적으로 출고가 진행되고 그렇지 않은 팔레트가 출고될 때에는 오류발생을 경광등을 통해 작업자가 인식할 수 있도록 한다. 출고 작업이 완료되면 출고데이터는 EPCIS로 전송되며 데이터전송이 완료되면 출고 및 출고 검수가 완료한다. 출고 이벤트 데이터는 그림 3과 같다.

```
<ObjectEvent>
<epcList> <epc>urn:epc:id:grai:456010159.110.197450</epc> </epcList>
<action>OBSERVE</action>
<bizStep>urn:epc:global:epcis:bizstep:fmcg:shipping</bizStep>
<disposition>urn:epc:global:epcis:disp:fmcg:in_progress</disposition>
<readPoint> <id>urn:epc:global:epcis:readpoint:fmcg:08801051.0001.2001</id> </readPoint>
<bizLocation> <id>urn:epc:global:epcis:loc:fmcg:08801051.0001</id> </bizLocation>
</ObjectEvent>
```

그림 3. 출고 Event Data 예
Fig. 3. Example shipping event data

유통사 물류센터 입고시에는 입고될 제품의 발주번호를 선택 후 입고를 실시한다. 발주번호를 선택하고 입고 페이지에 이동하게 되면 선택한 발주번호에 BizStep가 shipping이고 이전 거점번호를 조건에 부합하는 팔레트 EPC Code를 조회한다. 조회가 완료되면 작업자는 차량에서 제품을 하역하고 하역시 RFID 게이트를 통과하여 입고를 수행한다. 입고시 자동적으로 팔레트를 인식하여 제품 입고 수량이 증가되며 입고 수량이 부족하거나 입고되지 말아야할 제품이 입고되었을 때 실시간으로 확인이 가능하다. 입고 작업자는 입고 완료 후 입고 수량을 확인 하고 정상입고가 되었음을 확인 후 EPCIS에 데이터를 전송하면 입고가 완료된다. 이 때 동시에 입고 검수가 완료되며, 제조사에서도 자신의 제품이 유통사 물류센터에 정상적으로 입고가 되었음을 확인 할 수 있게 된다. 입고 이벤트 데이터는 그림 4와 같다.

```
<ObjectEvent>
<epcList> <epc>urn:epc:id:grai:456010159.110.197450</epc> </epcList>
<action>OBSERVE</action>
<bizStep>urn:epc:global:epcis:bizstep:fmcg:receiving</bizStep>
<disposition>urn:epc:global:epcis:disp:fmcg:in_progress</disposition>
<readPoint> <id>urn:epc:global:epcis:readpoint:fmcg:95100027.0013.1001</id> </readPoint>
<bizLocation> <id>urn:epc:global:epcis:loc:fmcg:95100027.0013</id> </bizLocation>
</ObjectEvent>
```

그림 4. 입고 Event Data 예
Fig. 4. Example receiving event data

2.5 EPCIS기반 RFID 자동 입출고 검수 시스템
제안하는 시스템은 RFID기술을 사용하여 작업을

수작업 후 전산화 작업에서 실시간 전산화 작업으로 변경하고 EPCIS를 활용하여 입출고 검수 및 오류를 실시간으로 발견하는 시스템이다.

제안하는 프로세스는 다음과 같다. 제조사는 생산 시 제품 박스에 RFID 태그를 부착한다. 부착이 안 되어 있거나 불량인 제품은 수동으로 태그를 부착한다. 태그가 부착된 제품 박스가 팔레트 위에 적재되면서 팔레트와 제품 박스가 자동적으로 매핑 된다. 파렛타 이징이 완료된 제품은 창고로 이동된다. 제조사는 유통사의 주문에 따라 출고 준비를 한다. 출고 준비시 출고될 팔레트와 발주번호를 매핑 한다. 매핑된 이벤트는 EPCIS에 그림 5와 같이 전송된다. 매핑 작업에 대한 작업결과를 Capturing Application에서 그림 5와 같이 Aggregation Event로 EPCIS에 전송한다.

```
<AggregationEvent>
<parentID>urn:epc:id:grai:456010159.110.197450</parentID>
<childEPCs> <epc>urn:epc:id:sgtin:490181067.1035.54914</epc> <epc>urn:epc:id:sgtin:490181067.1035.54926</epc> <epc>urn:epc:id:sgtin:490181067.1035.54940</epc> </childEPCs>
<action>ADD</action>
<bizStep>urn:epc:global:epcis:bizstep:fmcg:picking</bizStep>
<disposition>urn:epc:global:epcis:disp:fmcg:in_progress</disposition>
<readPoint> <id>urn:epc:global:epcis:readpoint:fmcg:08801051.0001.1001</id> </readPoint>
<bizLocation> <id>urn:epc:global:epcis:loc:fmcg:08801051.0001</id> </bizLocation>
</AggregationEvent>
```

그림 5. Mapping Event 예
Fig. 5. Example mapping event data

제품 출고 예정일에 맞춰 제품 출고를 준비한다. 출고시 작업자는 터치패널을 통해 지금 출고 할 발주번호를 선택하여 출고 작업화면으로 이동되면 터치패널 프로그램은 그 발주정보에 이벤트가 Aggregation이고 Action이 ADD이며 BizStep가 picking인 팔레트 EPC Code를 조회한다. 조회 후 검색이 완료되면 그 해당 팔레트 EPC에 매핑되어 있는 상품을 조회한다. 조회가 완료되면 터치패널 화면에 출고되어야 할 팔레트와 상품의 정보가 Display된다. 작업자는 출고할 팔레트를 차량에 적재하기 위해 RFID 출고게이트를 통과한다. 이때 출고시 인식된 팔레트가 출고 예정정보에 존재하는 팔레트 일 경우에는 정상적으로 출고가 진행되고 그렇지 않은 팔레트가 출고될 때에는 오류발생을 경광등을 통해 작업자가 인식할 수 있도록 한다. 출고 작업이 완료되면 출고데이터는 EPCIS로 전송되며 데이터전송이 완료되면 출고 및 출고 검수가 완료한다.

유통사 물류센터 입고시에는 입고될 제품의 발주번호를 선택 후 입고를 실시한다. 발주번호를 선택하고 입고 페이지에 이동하게 되면 선택한 발주번호에 BizStep가 shipping이고 이전 거점번호를 조건에 부

합하는 팔레트 EPC Code를 조회한다. 조회가 완료되면 작업자는 차량에서 제품을 하역하고 하역시 RFID 게이트를 통과하여 입고를 수행한다. 입고시 자동적으로 팔레트를 인식하여 제품 입고 수량이 증가되며 입고 수량이 부족하거나 입고되지 말아야할 제품이 입고되었을 때 실시간으로 확인이 가능하다. 입고 작업자는 입고 완료 후 입고 수량을 확인 하고 정상입고가 되었음을 확인 후 EPCIS에 데이터를 전송하면 입고가 완료된다. 이 때 동시에 입고 검수가 완료되며, 제조사에서도 자신의 제품이 유통사 물류센터에 정상적으로 입고가 되었음을 확인 할 수 있게 된다. 입고 작업에 대한 작업결과를 Capturing Application에서 출고와 같이 Object Event로 EPCIS에 izStep이 receiving으로 전송된다.

입고가 완료된 팔레트는 재사용을 위해 매핑 해제된다. 유통사 물류센터 출고 및 점포 입고는 제조사 출고 및 유통사 물류센터 입고 프로세스와 동일하게 운영된다.

III. 실 험

제안하는 시스템 개발을 위한 환경은 RFID 고정형 리더, RFID 휴대형 리더, 안테나, 미들웨어, Capturing Application, EPCIS로 구성되어 있으며, 터치패널 프로그램은 OS : Windows 7 (64bit), Web Application Server: Tomcat 6.X, Server Side Language : JAVA (JDK 1.6.X 32bit), Client Side Language : Flex 3.X (Flash player 10.X 32bit), DBMS : Oracle10g Express Edition 32bit 기반으로 구현하였고 RFID 휴대형 리더는 Windows CE 5.0 운영체제 기반에 어플리케이션은 Microsoft Visual C# 2008으로 구현하였다.

3.1 전체 시스템 구성

제안하는 RFID기반 자동검수 시스템은 RFID 고정형 리더와 휴대형리더를 사용하여 매핑 및 입출고를 진행한다. 섬유 및 의류산업의 RFID 기반 u-SCM 시스템의 설계 및 구현¹⁶⁾에서 제안한 시스템 구성과 유사하나 사용자 과실을 유발할 수 있는 요소(잘못된 태그 인식 및 태그 미 인식)를 제거하고, 입출고 데이터에 대한 정확한 판단을 유도하기 위해 터치패널 모니터를 배치하였다. RFID 데이터는 미들웨어 및 Capturing Application을 거쳐 EPCIS에 저장된다. 적용되는 RFID 시스템은 EPCglobal 표준 스펙을 준수하여 구성한다. 시스템 구성도는 그림 6과 같다.

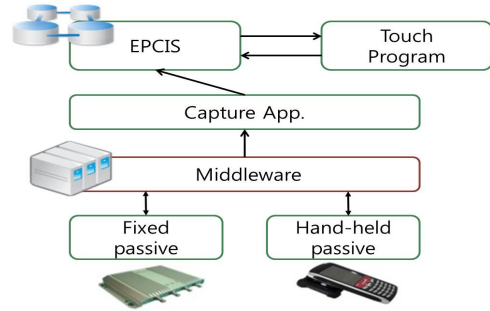


그림 6. RFID 자동검수 시스템 구성도
Fig. 6. RFID automatic inspection system configuration

3.2 매핑 시스템 구현

RFID 매핑 시스템은 휴대형 RFID 리더를 사용하여 팔레트와 제품 그리고 발주번호를 매핑하는데 사용된다. 프로세스는 다음과 같다. 작업자는 메뉴에서 매핑을 선택한 후 팔레트의 RFID Tag를 인식한다. 팔레트의 RFID Tag가 인식된 것을 확인 후 팔레트 위에 적재된 제품박스의 Tag를 인식한다. 모두 인식을 완료하면 확인을 선택하여 다음 단계로 이동한다. 다음 단계는 매핑이 완료된 정보에 발주정보를 입력하는 단계로 향후 발주번호를 기준으로 정보를 조회할 때 활용된다. 발주번호를 입력 후 전송하면 RFID 미들웨어를 통해 Capturing Application을 거쳐 EPCIS에 저장된다. 매핑을 위한 휴대형 리더 프로그램은 그림 7과 같이 구현하였다.

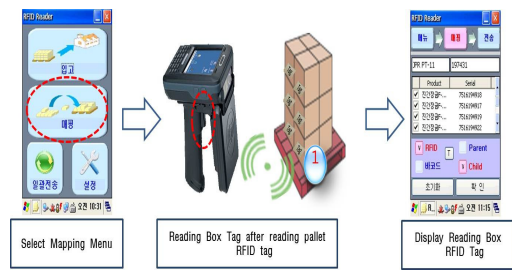


그림 7. 휴대형리더기반 매핑 프로그램
Fig. 7. Portable reader-based mapping application

3.3 입고, 출고 검수 시스템 구현

제안하는 RFID기반 자동검수 시스템을 웹기반으로 작업자가 터치패널을 활용하여 운영할 수 있도록 개발하였다. 터치패널 프로그램은 EPCIS와 연동되어 입고, 출고 예정정보를 수신하여 터치패널 화면에 나타낸다. 터치패널의 입고, 출고 예정정보 조회 흐름도는 아래 그림 8과 같다.

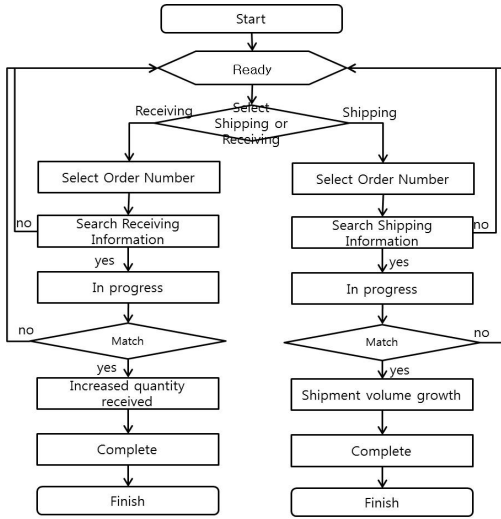


그림 8. 입출고 예정정보조회 흐름도
Fig. 8. Search flow order information of receiving & shipping

EPCIS에서 입출고 예정정보를 조회하는 조건은 아래와 같다. 예정정보 조회 조건은 전 단계 상태 값을 조건으로 조회를 한다. 예를 들어, 출고는 출고 전에 매핑 작업이 이루어져야 하기 때문에 매핑을 조건으로 하고 입고는 출고가 있어야 입고가 되기 때문에 출고를 조건으로 한다. 출고 조회 조건은 발주번호, Business Step이 packing, Dispositions가 in_progress 을 조건으로 조회를 하여 나타내준다. 입고는 발주번호, Business Step이 shipping, Dispositions가 in_progress, 추가적으로 출고되는 거점을 알고 있거나 선택하여 진행하는 경우 출고 거점 Biz Location 정보를 조건으로 하여 조회한 후 나타내준다. 그림 9 는 입출고 예정정보를 보여주는 화면과 검수화면이다.

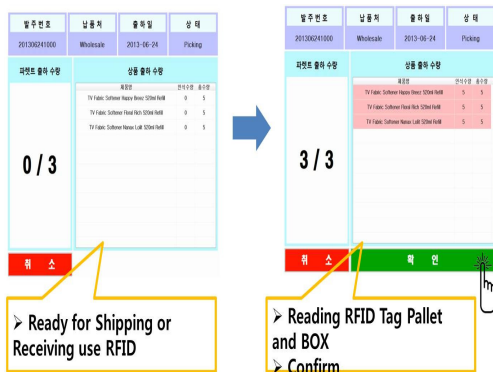


그림 9. 입출고 예정정보 Display 화면
Fig. 9. Display receiving & shipping information

3.4 입고, 출고 검수의 정량적 평가

제안하는 RFID기반 자동검수 시스템과 수작업을 통한 검수를 비교분석하여 정량적 평가를 실시한다. 작업자 1명이 한 달 동안 작업하여 발생한 입출고 검수에 대한 오류(error) 횟수(count)가 아래의 그림 10 과 같다. 모니터링 자동 검수가 일어나지 않는 환경에서 작업자의 빈번한 실수로 인하여 오류가 발생함을 확인 할 수 있다.

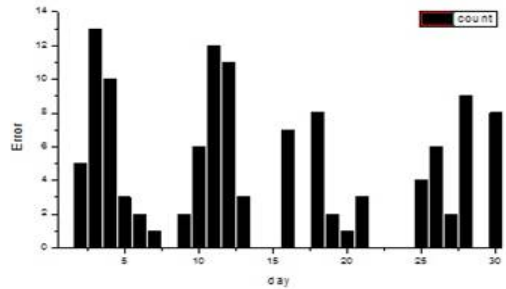


그림 10. 자동 검수 시스템 도입 전 오류 횟수
Fig. 10. Automatic inspection system before imposed the number of errors

아래의 그림 11은 본 논문에서 제안하고 있는 자동 검수 시스템을 도입하였을 때 현장에서 발생하는 오류에 대한 결과를 보여주고 있다. 한 달 동안 작업자가 자동 검수 시스템을 사용 하였을 때, 발생하는 오류의 횟수이다. 하루에 최대 1건의 오류가 발생함을 볼 수 있는데, 오류의 원인은 작업자의 실수가 아니며, 태그 불량 또는 태그 미 인식으로 인하여 발생하였다. 즉 RFID를 사용하기 전보다 오류발생 건수가 줄어드는 것을 확인할 수 있었다. 오류가 줄어들면서 작업 시간이 줄어들었다.

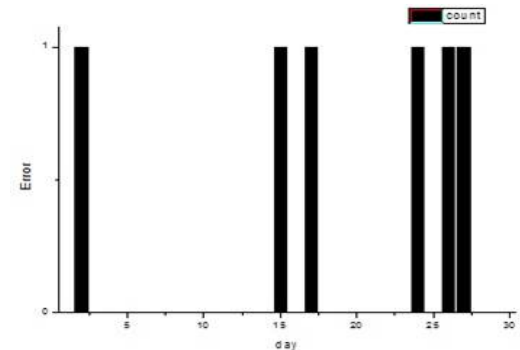


그림 11. 자동 검수 시스템 도입 후 오류 횟수
Fig. 11. Automatic inspection system after imposed the number of errors

표 1은 기존 시스템 대비 RFID 시스템을 도입했을 때 비용 비교를 나타낸 것이다. 표 1의 1인 인건비는 노동고용부의 2014년 최저임금 5,210원으로 계산하였다. 항목으로는 크게 운영부분과 관리부분으로 분리하였으며, 운영부분으로는 전표 비용, 출고 및 검수 전표 작성, 입고 및 검수 전표 작성, 전산입력, 오류발생조치를 측정하였다. 관리부분으로는 물류기기 및 제품 재고 관리와 물류기기 분실을 측정하였다. 측정결과 RFID를 적용하기 전/후의 비용차이가 월 5,751,600원으로 년으로 기존 시스템 사용대비 RFID 시스템을 사용하면 년 64,830,360원 절감할 수 있다는 것을 확인 하였다. 위의 비용은 한 달을 기준으로 측정한 결과를 비용으로 환산한 결과이다.

표 1. 기존 작업 대비 RFID 적용 후 비용절감 효과
Table 1. Compared to effect cost cutting of the existing work and apply RFID

Item	Now System	Cost	RFID System	Cost	
Operation	Statement paper cost	Standard : 10won/a piece 5,000 pieces/month(25days)	50,000won	No cost	No cost
	Shipping and inspection, make out a statement	Standard : 3 minutes/a piece 250 hours/month(25days)	1,302,500won	Standard : 1 minutes/a piece 25 hours/month(25일)	130,250won
	Receiving and inspection, make out a statement	Standard : 3 minutes/a piece 250 hours/month(25days)	1,302,500won	Standard : 1 minutes/a piece 25 hours/month(25일)	130,250won
	Data entry program	Standard : 3 minutes/a piece 250 hours/month(25days)	1,302,500won	No cost	No cost
	Error Handling	Standard : 10 minutes/a piece 18 hours/month(25days)	93,780won	Standard : 10 minutes/a piece 1 hours/month(25days)	5,210won
Management	Inventory management, logistics equipment and products	Standard : Once a week, Once a month, 2 persons 96 hours/month(25days)	1,000,320won	Standard : Once a week, Once a month, 1 persons 16 hours/month(25days)	83,380won
	Lost logistics equipment	Standard : 1400 pieces, Lost 3%/year Price logistics equipment : 200,000won Lost 42 pieces/year	700,000won	No cost	No cost
Monthly costs incurred			5,751,600won		349,070won
Annually costs incurred			69,019,200won		4,188,840won

IV. 결 론

제조, 유통 물류에서 입출고시 정확한 입출고 처리와 시간절약은 비용과 직결되는 문제이다. 그렇기 때문에 현장에서는 실시간 입출고 검수와 데이터 연계를 통해 물류비용을 줄이기를 원하고 있다. 위의 측정 결과처럼 기존 시스템보다 RFID 시스템을 적용하였을 때 연간 6천만원의 비용일 절감되는 것을 확인할 수 있었다.

본 논문에서는 제안하는 EPCIS를 활용한 RFID 자

동 검수시스템은 기존에 운영하고 있는 사람이 실세를 통한 검수 또는 바코드를 사용한 검수가 아닌 RFID를 활용한 자동 입출고 검수 시스템을 제안하였다. RFID를 활용하여 데이터 수집을 사람을 통한 검수와 바코드를 통한 검수보다 빠르게 작업을 할 수 있다. 또한 사람의 수기 입력을 통한 방식보다 빠른 데이터 연계가 가능하여 실시간으로 입출고 검수 결과를 확인 할 수 있다. 또한 입출고 검수를 바로 할 수 있기 때문에 물류상 문제가 발생할 것을 입출고시에 바로 확인 할 수 있었다. 이에 입출고 시간 절감, 입출고 데이터 정확성 실시간 확인, 입출고 데이터 실시간 공유가 가능해짐에 따라 기존 비용대비 물류비용이 절감되어진다.

본 연구는 제조, 유통 물류 분야를 대상으로 설계 및 구현, 분석을 하였다. 따라서 향후 타 분야의 입출고 검수에도 적용가능한지에 대한 설계 및 검증이 요구된다.

References

- [1] D. K. Klair, K. -W. Chin, and R. Raad, "A survey and tutorial of RFID anti-collision protocols," *IEEE Commun. Surveys & Tutorials*, vol. 12, no. 3, pp. 400-421, 3rd quarter 2010.
- [2] Soon-ryang Kwon and Kwang-gon Moon, "Design and Implementation of Intelligent Management System for Retail Stores using RFID Technology," *J. KICS*, vol. 36, no. 12, pp. 1659-1669, 2011.
- [3] Jong-deuk Kim, "The Industrialization Plans of RFID for the Use of New Logistics Information Systems," *Korea Association for International Commerce and Information*, vol. 6, no. 2, pp. 171-191, 2004.
- [4] H. J. Kim, "Study on the Application of RFID in Logistics and Distribution Field," *Korea Research Academy of Distribution and Management*, Vol. 1, no. 7, pp. 39-65, 2004.
- [5] H. K. H. Chow, K. L. Choy, and W. B. Lee, "A dynamic logistics process knowledge-based system-an RFID multi-agent approach," *J. Knowledge-Based Systems*, vol. 20, no. 4, pp. 357-372, May 2007.
- [6] H. K. H. Chow, K. L. Choy, W. B. Lee, and

- F. T. S. Chan, "Integration of web-based and RFID technology in visualizing logistics operations-a case study," *Supply Chain Management: An International Journal*, vol. 12, no. 3, pp. 221-234, 2007.
- [7] NIA, Year 2004 · 2005 RFID Pilot Project Results Report, 2006.
- [8] Ill-Keun Lee, Young-il Seo, "RFID-based SCM Management Improvement and ROI Estimation," *J. KICS*, vol. 37C. no. 1, pp. 17-23, 2012.
- [9] L. H. Cho, "RFID-based logistics environments for real-time data processing, design and implementation of EPCIS," Master of Engineering Thesis, 2007.
- [10] EPC Information Services (EPCIS) Version 1.0.1 Specification, 2007.
- [11] EPCIS Core Business Vocabulary, 2010.
- [12] T. W. Ahn, S. C. Jeong, Y. S. Seo, and D. Y. Lee, "Validation evaluation of RFID application for logistics industry - in case of a bonded logistics system-," *Korea Institute of Information Technology*, vol. 9, no. 4, 2011.
- [13] S.-S. Kim and Y. Kim, "Stock management of products and location tracking system using rfid technology," *J. Security Engineering*, vol. 5, no. 5, pp. 381-392, 2008.
- [14] H. D. Kim and K. S. Kang, "Logistics distribution utilizing RFID Real-Time SCM Visibility Information System Case Study," *Korea Safety Management and Science Semiannual*, pp. 199-210, 2010.
- [15] S. M. Park and J. J. Kim, "A study on RFID and bar-code system simulations for delay time cost in DC inspection process," *J. Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, vol. 30, no. 4, pp. 111-117, Dec. 2007.
- [16] I.-W. Moon, J. Ahn, and S. Kim, "Design and implementation of RFID based u-SCM system for fiber and apparel industry," *J. KICS*, vol. 36. no. 8, pp. 986-995, Aug. 2011.

김진석 (Jin-Suk Kim)



2003년 2월 : 세명대학교 정보통신학과 졸업
 2008년 2월 : 숭실대학교 컴퓨터학과 석사
 2010년 3월~현재 : 숭실대학교 컴퓨터학과 박사과정

<관심분야> RFID, IoT, 정보통신, 차세대 인터넷 기술, LOD

박종권 (Jong-Kwon Park)



2009년 2월 : 백석대학교 정보보호학과 졸업
 2011년 2월 : 경희대학교 컴퓨터공학과 석사
 2011년 1월~현재 : LogisALL 유로지스넷 근무

<관심분야> RFID, IoT, 네트워크 및 서비스, 미래 인터넷

신용태 (Yong-Tae Shin)



1985년 2월 : 한양대학교 산업공학과(공학사)
 1990년12월 : Univ. of Iowa, Computer Science(공학석사)
 1994년 5월 : Univ. of Iowa, Computer Science(공학박사)
 1995년 3월~현재 : 숭실대학교 컴퓨터학부 교수

<관심분야> 멀티캐스트, IoT, 정보보호, 콘텐츠 보안, 모바일 인터넷, 차세대 인터넷 기술