

# RFID 기술을 이용한 실시간 공급망 모형 구축

†홍영지\* · 태경휘\* · 박진우\*

## Development of a Real-Time Supply Chain Model Using RFID Technology

†YoungJee Hong\* · KyungHwi Tae\* · JinWoo Park\*

### ■ Abstract ■

Real-time supply chain environments based on RFID will be an important topic in future society; Nevertheless, adopting RFID in real industry SCM is still in its infancy. The aim of this paper is to develop the physical framework of a fully adopting RFID system from manufacturing to recycle phase and measure the effect. So, we built a simulation station with fully applying RFID and analyzed benefits with mathematic model. Then, specifying the advantages and improvement scheme for real industry limitations were suggested. This work concluded that fully applying RFID in SCM gives improvement of quality and service to both production and consumer.

Keywords : RFID, SCM, u-Center, Ubiquitous

## 1. 서 론

최근 컴퓨터 및 자동화 관련 신기술이 발전하고 잠재력이 증명되면서, 기업들은 'Faster, Better, Cheaper'[9]의 시간, 품질, 비용 최적화를 위한 기술 도

입을 활발히 진행하고 있다. 이에 실시간 제품 위치 추적 및 관리가 시간, 품질, 비용 최적화의 핵심 변수임에 착안하여 이를 구현하는 요소인 RFID 기술에 초점을 맞추어 전개하고자 한다. RFID는 다양한 분야에서 연구됐으나, 역사가 긴 부문은 단연

논문접수일 : 2010년 04월 28일    논문수정일 : 2010년 06월 24일    논문게재확정일 : 2010년 08월 26일

\* 서울대학교 산업공학과

† 교신저자

SCM이라 할 수 있다. 많은 연구에서 RFID 적용 역사성을 피력하기 위해 Wal-mart의 공급자 관리 및 미국 국방성(Department of Defense) 공급망 관리 적용 사례를[12] 인용한 사실을 통해서도 알 수 있다. 그만큼 RFID 적용은 SCM에 새로운 시스템 도입 시초로 간주 되고 있다.

그렇다면 왜 SCM에서 RFID 범용화를 적극적으로 추진하는 것일까? 이 무선 인식 기술은 공급망 사슬에서 팔레트(Plate), 케이스(Case), 상품 및 재사용 가능 자산인 컨테이너 등의 자동 추적을 가능하게 하고, 현재 사용하고 있는 바코드와 차별화된 속성으로 개별 아이템의 실시간 데이터 획득 기능을 의미한다. 이를 통해 기업 운영의 효율성을 높이고 공급업체, 유통사, 소비자에 대한 서비스 개선에 이바지하고 있는 것이다. 선행 연구 사례를 통해 SCM에서 RFID를 이용한 기존 연구 사례들을 고찰해 보고, 현실적 창출 효과가 무엇인지 살펴보면 다음과 같다. Lyu et al.[10]은 RFID 기술을 응용하여 공장경영정보(Shop Floor Management)와 마케팅 경영정보를(Marketing Management) 이어주는 품질보증시스템 QAS(Quality Assurance System) 구조(Framework)를 제시하였다. 이를 통해 실시간 반응 정보를 이용하여 플랜트 효율성을 증가하였고, 공장 경영 정보 관찰(Monitoring) 지침의(Guideline) 도구로 활용하였다. Hou and Huang[8]은 프린팅 공업 분야의 정량 분석으로, 기업 특징을 파악하고 RFID 도입 비용과 수익을 알아보고자 하였다. 공급망 중 RFID 도입 여부에 따라 6가지 기본 운영 모델 구축 및 시나리오 분석을 통해 프린팅 물류 공급에서 비용과 수익에 따라 다른 지급 메커니즘(Performance of Different Payment Mechanism)을 제시하였다. 이를 통해 의사 결정자들이 RFID 도입 가능성을 판단하도록 하였다.

하지만, 제시된 비전에 비해 SMC 부문의 업계 적용 사례 및 선행 연구들은 RFID의 부분적 도입에만 머물러 있으며, 물리적 연구 모형 구축을 통한 실질적 검증이 부족해 보였다. 본 연구는 이러한 부분 도입과 실질 검증 부족의 한계를 극복하기

위해 SCM 전 부문에 RFID를 도입한 물리적 모형을 직접 구축하였다. 이를 통해 제조, 물류, 소비 프로세스 변화를 시연을 통해 설명하여 과거 연구와 차이를 두었다. 그리고 수리 모형을 통한 검증을 진행하고, 생산자에게는 어떤 품질 측면의 개선 효과가 있는지, 소비자에게는 어떤 서비스 측면의 개선 효과가 있는지를 직접 파악하는 데 목적을 두었다. 추가로, 문제점을 진단하여 산업계 도입 활성화를 위한 방향을 모색해 보다.

연구의 구성은 다음과 같이 전개하였다. 제 2장에서는 적용 기술 및 표준 현황을 살펴보고, 제 3장에서는 u-SCM의 연구 모형인 가치 'u-Center' 구축의 가정(Assumption) 및 구조(Framework)를 제시하였다. 이어서, 제 4장에서는 실제 u-Center 구현을 통한 창출 가치를 수리적 모델로 성과 평가를 진행하고, 제 5장에서는 연구의 결과가 무엇을 의미하는지 언급해 보았다. 제 6장에서는 문제점 및 해결 방안을 제하였으며, 제 7장에서는 연구의 결론을 기술하여 마무리하였다.

## 2. 적용 기술 및 표준 현황

### 2.1 RFID

RFID(Radio Frequency Identification)란 라디오파를 이용하여 사물에 부착된 태그의 IC칩에 저장된 고유 정보(Date)를 안테나와 리더를 통해서 비접촉 방식으로 수집하여 대상물체를 판독 및 인식하는 기술을 말한다. 정보를 담고 있는 태그가 에어 인터페이스(Air Interface)를 매체로 하여 RF 리더에서 상품의 정보를 인식하고, 네트워크망을 이용해 호스트 컴퓨터의 미들웨어를 통하여 애플리케이션에서 활용할 수 있도록 하는 구조이다[2].

### 2.2 능동형 태그 및 수동형 태그

RFID 태그는 전원 여부에 따라 크게 능동형 태그와 수동형 태그로 나눌 수 있다. 능동형 태그는

배터리 전원을 포함하고 있어 정보를 전달하는 무선 주파수 신호를 능동적으로 전송하여 인식거리가 길다. 큰 용량의 정보를 담을 수 있어 다양한 처리가 가능하다. 수동형 태그는 배터리가 없고, 무선 주파수 신호를 스스로 전송할 수 없어, 인식거리가 짧고 정보 저장 용량이 작은 대신 가격이 저렴하며 반영구인 장점이 있다[1].

## 2.3 EPCglobal

EPCglobal은 개체에 EPC(Electronic Product Code) 고유 식별자를 넣은 RFID 태그를 붙여 관리하고, 인터넷을 통해 이에 대한 정보 획득 절차를 표준화하여, 국제화된 유통 물류 시스템 구축을 목표로 하고 있다. EPCglobal은 EPC 시스템의 표준화, 상용화, 코드관리 등을 담당하고, 기업은 제공된 표준을 기반으로 공급사슬 상의 객체 가시성, 추적성, 자동화, 보안성을 강화할 수 있다. EPCglobal은 EPCIS(EPC Information Service)와 ONS(Object Naming Service)를 기반으로 하고 있다[6]. EPCIS는 제조사나 이익 관계자들이 부여한 개별 제품 정보를 담고 있으며, ONS는 인터넷의 도메인 네임 서비스(Domain Name Service)와 비슷한 역할을 제공한다. EPCglobal 구조는 효율적이고 일반적인 DB(Database) 공유 개발을 목표로 만들어졌는데, 이 DB는 공급망이나 제품 수명주기에 대한 요청을 즉각적이고 쉽게 얻을 수 있도록 하는 것이다.

질의(Query) 절차 개선을 위해 EPCglobal은 DS(Discovery Service) 메커니즘(mechanism)을 해결책으로 제시하고 있으나, 아직 DS 표준은 정립되지 않았다. ONS는 EPC로부터 제품 및 관련 서비스 정보를 찾기 위한 DNS로 평가되는 메커니즘이며, DNS의 서브파티이다. 즉 EPC에서 정의된 개체의 정보를 지시하는 역할을 제공하며, DNS가 도메인 주소를 IP 주소로 변환하는 것처럼 ONS는 EPC를 EPCIS의 URI(Uniform Resource Identifier)로 변화한다.

## 2.4 표준 현황

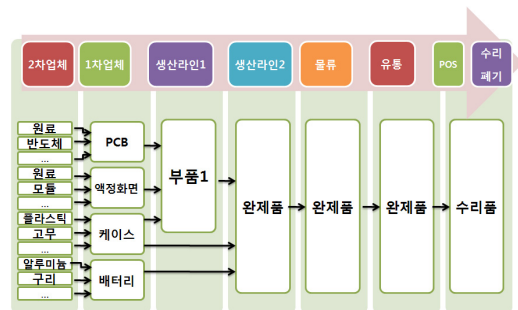
기술 표준 현황을 살펴보면 ISO/IEC(International Organization for Standardization)/(International Electro technical Commission)의 JTC1(Joint Technical Committee)/SC(Sub-Committee) 전문위원회를 중심으로 RFID 표준화가 진행되고 있으며, 국내에서도 국내 표준이 정립된 상태이다[4].

## 3. u-SCM 가정(Assumption) 및 연구 모형 구축

### 3.1 u-SCM 가정

본 연구에서는 RFID를 부분적으로 적용한 선행 연구와는 차별적으로 제조, 물류, 유통, After-Sales Service, 폐기 등 SCM 전 부문에 RFID 적용을 확대전환 제조업을 기본 프로세스로 설정하였다.

현대전환 구조는 크게 인쇄회로기판(PCB : Printed Circuit Board), 액정화면(LCD, Liquid Crystal Display), 배터리 및 외장으로 구성되어 있고, 이에 따라 크게 액정 화면 제조, PCB 제조, 배터리 제조, PBA(Printed Board Assembly) 및 외곽 조립, 포장 공정 등으로 나눌 수 있다. 액정 화면 제조 공정은 원료 투입 과정, 액정 주입 과정, 모듈 과정, 봉입 과정 등 세부 프로세스가 있고 PBA 조립 공정에도 PCB 투입과정, 부품 납땜 과정, 검사 과정 등 세부 프로세스가 있다[3]. 주요 공정도는 <그림 1>와 같다.

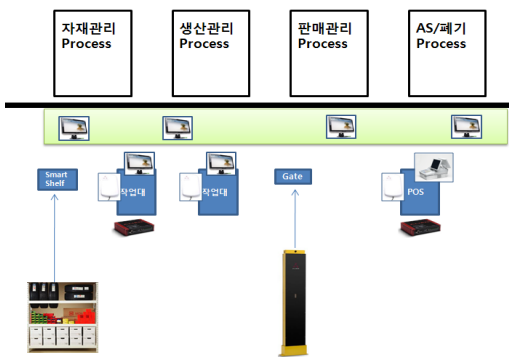


<그림 1> 현대전환 제조 주요 공정

연구 모형이라는 제한적 환경을 고려하여 몇 가지 가정(Assumption)을 제시하였다. 첫째, 원자재부터 최종 휴대전화 조립에 이르기까지는 몇 단계의 납품 업체를 거치지만 u-SCM은 2차 업체까지 있다고 가정하였다. 둘째, 휴대전화 액정화면, 배터리, PCB, 케이스 등은 1차 업체에서 납품한다고 가정하였고, 1차 업체에서 수요 되는 원료나 자재들은 2차 업체에서 1차 업체에 납품한다고 가정하였다. 셋째, 생산 라인 작업자는 두 명이며, 부품 및 최종 조립 과정을 맡는다고 가정하였다.

### 3.2 연구 모형 설계 및 기능 정의

연구 모형을 ‘u-Center’라 통칭하고 시스템 설계를 시작하였다. 시스템 요소는 크게 다섯 가지로 나누었다. 첫째, 스마트 선반(Smart shelf)을 이용한 부품재고 및 발주 관리 프로세스이다. 둘째, 능동형 태그(Active tag)를 이용한 작업자별 제조 공정 관리 프로세스이다. 능동형 태그는 인식 거리가 길어, 한 공정의 작업대에도 다양한 작업자 동선을 인식 반경으로 확보할 수 있고, 정보 저장 용량이 커 작업자 개개인의 정보를 다양하게 반영하고 처리할 수 있다는 측면에서 선정하였다. 셋째, 상품 정보 조회 스테이션이다. 넷째, 판매관리를 위한 RF-POS(Point of Sales) 시스템과 다섯째는 수리 및 폐기 관리 시스템으로 설계하였다. 전체 테스트 구성은 <그림 2>과 같다.



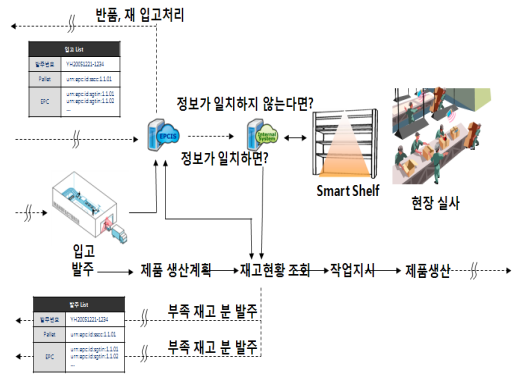
<그림 2> u-Center 구성도

전체 물류 프로세스를 위한 EPCIS (Electronic Product Code Information Service) 시뮬레이터를 추가하여 1, 2차 업체에서 발생하는 모든 프로세스를 시뮬레이션할 수 있도록 하였다.

#### 3.2.1 부품 재고 관리 시스템 개요

제조사, 물류사, 유통사가 주체가 되는 비즈니스 간 발주, 수주, 출고 및 입고 프로세스에 RFID를 적용한 워크스테이션을 구성하였다. 스마트선반(Smart Shelf) 또는 이동식 리더(Handheld Reader)를 통해 실시간으로 창고 관리 시스템에 올라오는 재고 정보를 바탕으로 재고 부족이 발생하면 유통사에 권고 발주를 하게 된다.

유통사는 권고 발주를 받고 생산 계획에 근거하여 제조사에 발주를 내리게 된다. 최종 발주를 받은 제조사는 재고 정황을 파악하고, 부품이 필요한 부품은 제1차 업체에 발주를, 1차 업체에서 2차 업체로 발주한다. 2차 업체 부품부터 RFID를 부착하고 정보를 생성하여 유통과정 전반은 u-Center를 통해 정보를 공유하게 된다. 부품이 도착하면 ASN (Application System Network) 정보와 비교하여 입고 처리를 하고 창고에 보관한다. 휴대전화 조립 생산 라인에 바로 들어갈 부품들은 미리 RFID 선반에 옮겨지고 그 정보들이 실시간으로 시스템에 전달된다. 발주 및 재고 관리 시스템은 <그림 3>와 같다.

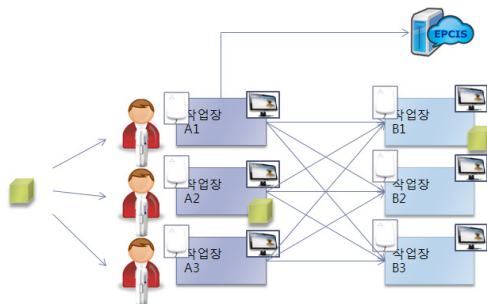


<그림 3> 부품재고관리 시스템 구성도

### 3.2.2 생산관리 시스템 개요

제조사 생산라인에 RFID를 적용한 워크스테이션을 구성하였다. 작업자는 개인 정보가 담긴 능동형 태그를 통해 자동으로 신분을 확인한다. 스크린에 표시된 작업 지시서의 작업 항목을 클릭하면, BOM(Bill of Material)에 부품 리스트가 반영되고, 부품을 확인한 후 작업이 진행된다. 제품별로 다양한 옵션이 존재하고 작업장을 변경할 수 있다고 가정, 개별 제품의 라우팅(Routing)을 확인한다. 확인 후 작업을 진행하며, 개별 작업장의 작업이 완료된 경우 다음 작업프로세스를 결정한다. 만약 같은 작업을 수행하는 작업장이 여러 개 존재할 때 비어있는 작업장을 지정해 준다.

이렇게 능동형 태그를 이용한 작업자별 제조 공정 관리는 작업자의 개별 작업 지정, 책임 소재, 개별 작업자의 작업 능력을 평가할 수 있다. 모든 제조과정을 마친 완성품은 시스템의 출고 확인을 받고 물류사를 거쳐 유통사로 전달된다. 생산관리 시스템은 <그림 4>와 같다.

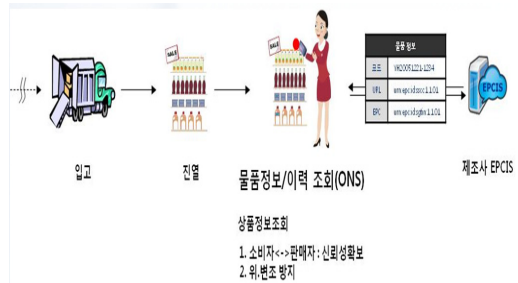


<그림 4> 생산관리 시스템 구성도

### 3.2.3 상품정보 조회시스템 개요

유통사에서 입고 확인을 마치고 매장의 상품 진열 및 판매에 RFID를 적용한 워크스테이션을 구성하였다. 판매될 휴대전화들은 RFID 진열대에 놓이며, 고객이 매장을 방문 후 물품 구매 전 상품 정보 및 이력을 조회할 수 있다. 고객은 상품을 안테나 가까이 접근시키면 모니터를 통해 휴대전화 사이즈, 기능, 가격 등 기본 정보와 제조날짜, 제조

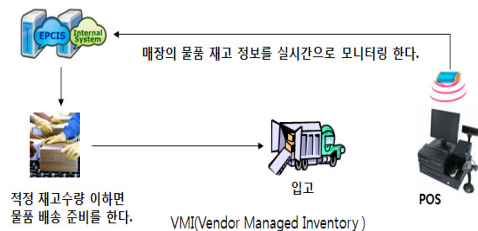
공장 등의 이력 정보도 알기 쉽게 확인할 수 있다. 상품정보 조회시스템은 <그림 5>과 같다.



<그림 5> 상품정보조회 시스템 구성도

### 3.2.4 상품정보 조회시스템 개요

구매하고자 하는 상품을 계산하는 시스템에 RFID를 적용한 워크스테이션을 구성하였다. 계산대에 올려진 상품 태그를 인식하여 자동으로 결제금액과 수령금액 및 잔돈을 처리하여 결제를 완료하는 시스템이다. 또한, RF-POS를 통해 제품이 판매되는 정보를 바탕으로 재고 정보를 실시간 모니터링할 수 있고, 적정 재고 수량 이하이면 물품 배송을 요청한다. 판매관리 시스템은 <그림 6>과 같다.



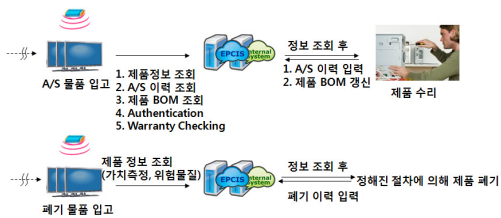
<그림 6> RF-POS 시스템 구성도

### 3.2.5 판매 후 관리 시스템 개요

판매된 제품의 수리(After-Sales Service)를 위한 시스템에 RFID를 적용한 워크스테이션을 구성하였다. 입고된 제품을 수리대 위에 올려놓고, 작업시작 버튼을 클릭하면 수리대 위에 올려진 제품 태그를 스캐닝(Scanning)한다. 제품 태그의 EPC 코드로 해당 제품정보를 기존(legacy) DB에서 검

색하고 DB에 제품 정보가 없으면 EPCIS에서 제품정보를 수집하여 갱신한다.

제품 정보, 수리 이력, BOM, 부품재고 리스트, 부품위치 정보 및 교체할 부품태그의 리스트 등을 확인할 수 있고, 수리 후 내용을 갱신할 수 있다. 폐기물 입고 시 제품 정보 조회를 통해 가치 측정과 위험물질 판단이 진행되며, 정해진 절차에 의거 폐기한 후 이력을 입력하게 된다. 판매 후 관리 시스템은 <그림 7> 같다.



<그림 7> 판매 후 관리시스템 구성도

### 3.3 연구 모형 구축

#### 3.3.1 설치 환경

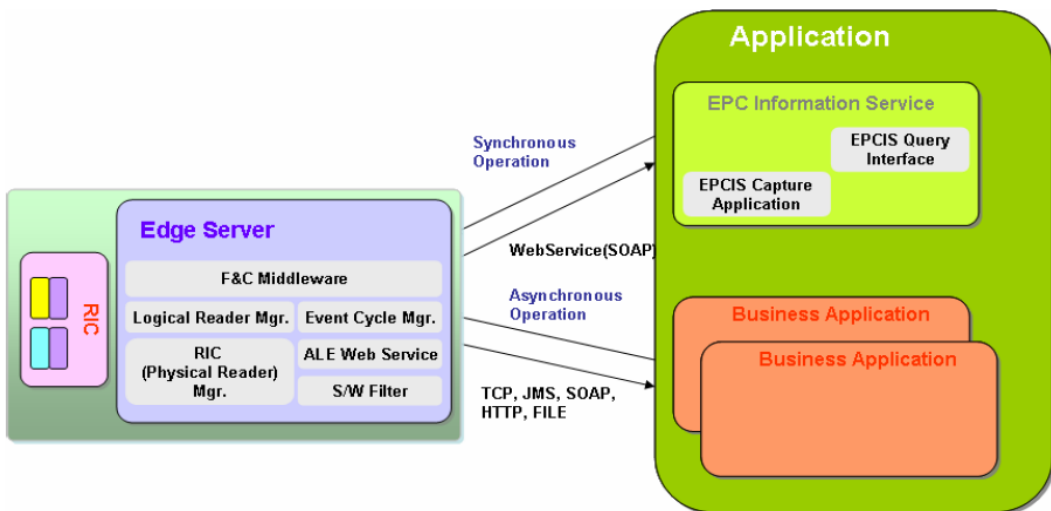
EPCglobal network를 이용한 SCM 통신 환경 구축을 통한 연구 기반을 조성하였다. 즉 RFID를 통

해 이벤트가 발생하면 응용층(Application Level)에 적용되고, ONS(Object Naming Service)를 통해 EPCIS(EPC Information Service)의 EPC 정보에 접근하여 객체 이벤트에 대한 정보 저장 및 갱신하는 구조이다. CUP는 Pentium 3, Memory는 1,024 Mb를 사용하고, 자바 가상머신(Java Virtual Machine JDK 또는 JRE 1.6)을 개발 플랫폼으로 사용하였다.

#### 3.3.2 인터페이스

R/U-EDT Pro1.1 Edge Server를 통해 EPCglobal 표준을 반영한 미들웨어를 사용하였다[11]. RFID 리더 장비를 제어하고 장비에서 데이터를 수집하여, 각 비즈니스별 이벤트 처리를 통한 태스크(Task)를 구성, 외부 응용 프로그램과 연동한다. Edge server는 Server Agent와 Filtering Middleware인 Edge Server, Reader Interface controller로 이루어져 있다.

세 모듈의 기능을 살펴보면, Server Agent는 RFID 리더에서 이벤트를 받아들이고 애플리케이션으로 전달하는 Edge Server의 구동, 중지를 제어하는 시스템이다. Edge Server는 미들웨어의 이



<그림 8> Server, EPCIS, Application 연동 인터페이스

벤트 필터를 담당한다. Edge Server는 Reader Interface Controller로부터 전달되는 이벤트 중에서 애플리케이션에서 요구하는 데이터를 정제하여 전달하는 역할을 한다. Reader Interface Controller는 다양한 RFID 리더에서 전달되는 이벤트를 Edge Server로 받아들여 미들웨어로 전달하는 서비스를 제공한다.

### 3.3.3 이벤트

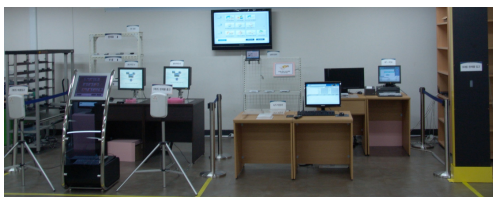
이벤트 사이클(Event Cycle)은 세 가지 상태로 관리된다. 서버에 이벤트 사이클 정보가 등록된 상태인 “Unrequested”, 전달받을 애플리케이션의 통신 정보가 등록된 상태인 “Requested”, 실질적으로 태그 이벤트를 적재, 필터링, 그룹화하는 “Active” 상태로 관리된다.

### 3.3.4 패턴

Edge Server에서 사용하는 패턴은 EPCglobal의 표준문서 “The Application Level Events(ALE) Specification Version 1.0”[7]에서 다루는 패턴을 수용한다. urn : epc : pat : gid-96 : 20.300.4000으로 표현된 방식은 company가 20이고, item이 300이며, Serial이 4000인 gid-96으로 해석할 수 있다.

### 3.3.5 설치 장비

RFID 안테나는 Alien Technology사의 동작 주파수 915MHz, Gain은 6.9dbi, 임피던스 50옴(Ohm)인 circular Polarized Antenna를 사용하였다. RFID 리더는 동작주파수 915MHz, 대역폭 200KHz, 최대 4개의 안테나를 연결할 수 있는 4Ports를 사용하였다. 제품에 부착하는 태그는 수동형 UHF(Ultra High



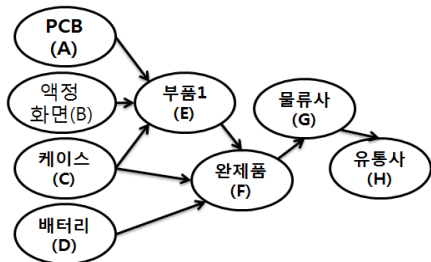
<그림 9> 실제 모형 구축 사례

Frequency) 860~960MHz를, 작업자 인식 태그는 능동형 UHF 2.45GHz를 사용하였으며, 모두 EPC Gen 2 태그이다. 시스템 구축 <그림 9>와 같다.

## 4. 수리 모델을 통한 가치 평가

### 4.1 모델 정의

SCM 전 부문에 RFID 적용이 가져오는 효과를 수리 모델을 통해 검증해 보았다[5]. 유통사(H) 수요량은 10부터 110까지 난수(Random number)를 생성하여 최종 수요량으로 설정하였다. RFID 적용 전 모든 공급자는 최근 3차례 수요량 평균으로 수요예측을 하고, 모든 리드 타임 간격은 1일이라고 가정하였다. RFID 적용 후 모든 공급자는 유통사 수요 예측량으로 수요예측을 한다고 가정하였다. 공급망 모형은 <그림 10>과 같고, 제조사 협력업체는 1차까지로 한정 지었으며, Mirosoft Office Excel을 이용하여 변화를 분석하였다.



<그림 10> 수리 모델 공급망 모형

#### 4.1.1 기호 정의

- $R_i$  = 공급자 i의 목표 재고량
- $F_{ti}$  = t 시점에서 공급자 i 수요 예측량
- $I_{ti}$  = t 시점에서 공급자 i 재고량
- $d_{ij}$  = t 시점에서 공급자 i 주문량
- $f_{ij}$  =공급자i 로부터 j로의 공급률
- $Q_{ti}$  = t시점에서 공급자 i의총공급량
- $q_{tij}$  = t시점에서 공급자 i로부터 j로의 공급량  
( $q_{tij} = d_{ij} * f_{ij}$ )
- $f_{ij}$  = i에서 j의 공급률



4.1.2 관계식 정의

t시점에서의 재고량

$$I_{ti} = I_{(t-1)i} - Q_{ti} + d_{(t-1)i} \quad (1)$$

t시점에서 발주 주문량

$$d_{ti} = \begin{cases} 0, & I_{ti} \geq R_i + F_{(t+1)} \\ R_i - I_{ti} + F_{(t+1)}, & I_{ti} < R_i + F_{(t+1)} \end{cases} \quad (2)$$

t시점에서의 기술 도입 전 수요 예측량

$$F_{ti} = \frac{\sum_{x=1}^3 Q_{(t-x)i}}{3} \quad (3)$$

t시점에서의 기술 도입 후 수요 예측량

$$F_{ti} = F_{tH} R_i / R_H \quad (4)$$

공급자의 평균 재고량

$$M_I = \frac{\sum_{i=1}^N I_{ti}}{n} \quad (5)$$

공급자 재고량의 표준 편차

$$s = \left( \frac{\sum_{i=1}^n (I_{ti} - M_I)^2}{n-1} \right)^{1/2} \quad (6)$$

기준 표준편차

$$\hat{s} = s(R_i / R_H) \quad (7)$$

4.1.3 공급망 공급률 및 목표 재고량

<표 1> 공급률 및 목표 재고량

fij	공급률(%)	공급자	목표 재고량(Ri)
fGH	100	H	RH = 600
fFG	100	G	RG = RH×fGH = 600
fEF	50	F	RF = RG×fFG = 600
fCF	40	E	RE = RF×fEF = 300
fDF	10	D	RD = RF×fdf = 60
fCE	10	C	RC = RE×fCE+RF×fCF = 270
fBE	30	B	RB = RE×fCB = 90
fAE	60	A	RA = RE×fCA = 180

4.2 결과 분석

<표 2>는 기준 재고량을 최대한 유지하기 위하여 매 기간별 발주에도, 하위 공급자로 갈수록 기준 표준 편차는 커지는 채찍 효과를 보여준다. 수요 예측량 통합관리 후에도 채찍 효과가 여전히 존재하지만, 통합 전보다 평균 재고량이 감소하였고, 하위 공급자들의 기준표준편차도 감소하였음을 알 수 있다. 이는 RFID 도입 후, 정보 공유화로 재고를 줄이고 채찍 효과의 감소세를 보여준다.

5. 연구 고찰

지금까지는 SCM 전 부문에 RFID를 도입한 연구 모형인 u-Center를 구축하여, 수리적 모델을 통

<표 2> RFID 적용 전후 재고 및 편차

예정재고	평균재고 (전)	평균재고 (후)	표준편차 (전)	표준편차 (후)	기술표준편차 (전)	기술표준편차 (후)
H = 600	600.19	600.19	33.77	33.77	33.77	33.77
G = 600	605.63	603.21	47.77	44.59	47.77	44.59
F = 600	616.06	606.08	63.15	53.14	63.15	53.14
D = 60	62.28	60.66	7.55	5.77	75.50	57.75
C = 270	281.37	273.91	34.29	26.61	76.19	59.13
E = 300	312.63	303.99	38.79	29.60	77.57	59.20
B = 90	95.33	91.33	14.34	9.59	95.57	63.94
A = 180	191.28	182.72	28.94	19.38	96.48	64.60



해 검증해 보았다. 이 장에서는 서론에서 제시된 생산자와 소비자 측면의 품질 및 서비스 개선 효과의 의미를 구체적으로 고찰해 보기로 한다.

### 5.1 물류 공급망 측면의 개선 효과

물류 공급망에 가져줄 수 있는 효과 중 첫 번째는 정보 공유성(Information Share)과 데이터 정확성 향상이다. 단계마다 RFID 문(Door)을 통해 상품 입고와 출고를 실시간으로 전달받아 제조사부터 매장까지 재고 현황을 통합 전산 시스템으로부터 확인할 수 있었고, 전반적인 상품 흐름을 파악할 수 있었다. 단계별 의사 결정자들은 이를 통해 정확한 의사 결정을 내릴 수 있었고, 생산 과정에서 일어날 수 있는 채찍 효과(Bullwhip Effect)를 줄일 수 있었다. 둘째는 물류 공급망의 시간 단축이다.

과거에는 상품 입고와 출고 과정에서 노동자가 일일이 상품 체크를 해야 했지만, u-Center에서는 RFID 문(Door)과 상품에 부착된 태그를 통해 불필요한 검사 시간을 줄였다. 시간 단축을 통한 생산성 제고는, 판매 이익 증가로 이어질 수 있다.

### 5.2 생산 관리 측면의 개선 효과

생산 관리 과정에서는 주로 상품의 추적 향상, 직원 책임과 생산력 향상, 능동적 생산 일정, 자산 관리 및 보안 등의 이익효과를 가져올 수 있다. 생산자는 RFID를 통해 각 부품의 재고와 비치된 위치를 빨리 추적할 수 있었고, 부족한 부품들은 빨리 생산 라인까지 조달할 수 있었다. 생산자의 모든 활동 정보는 개인 능동 태그를 통해 생산 시스템에 기록되는데 이는 사후 생산자의 능률성과 성실성을 평가하는 데 쓰일 수 있고 생산자의 책임 의식과 작업 능력을 제고시킬 수 있다. 그리고 통합적 관리와 업무 할당을 계획할 수 있어, 갑작스러운 작업자 결근 또는 실수도 유연하게 대처하는 환경을 마련할 수 있다.

### 5.3 POS 측면의 개선 효과

마케팅, 서비스, 영업에 주는 효과 분석을 통해 RFID가 CRM(Customer Relationship Management)에 주는 효과를 분석해 보았다. RFID 선반 진열대를 통해 고객들은 자기가 알고자 하는 상품 상세 정보를 알 수 있다.

마케팅 측면에서 보면, 고객들이 관심 있는 인기 상품과 실제 구매하는 상품 정보를 RFID 선반 조회 수, 조회 순서, POS 시스템을 통해 알 수 있다. 이는 오프라인 매장에서도 온라인 쇼핑물처럼 고객의 관심도나 취향을 수집할 수 있다. 또한, 유통사의 마케팅 전략 수립에 도움이 되는 유용한 플랫폼이다.

서비스 측면에서 보면, 고객은 상품의 구체적인 정보를 얻을 수 있고 매장 직원의 실수로 부정확한 안내를 받지 않아도 된다.

마지막으로 영업 측면에서 보면, RFID 상품조회와 판매시스템으로 매장 직원 교육비와 인건비를 줄일 수 있으며 주문관리와 영업 기획 관리를 신속하게 할 수 있다.

### 5.4 판매 후 관리 측면의 개선 효과

수리(After-Sales Service)센터에서는 고객 만족도를 높임과 동시에 인지도 향상 효과를 높일 수 있었다. 수리 센터에서는 제품을 접수하면서 수리 부품의 재고 현황과 제조사 위치 등을 조회할 수 있어 고객에게 정확한 수리 시간을 제공할 수 있다.

또한, RFID 정보 조회를 통해 수리 불가능한 부품은 가치 추정과 환경오염 지수에 따른 재활용 또는 폐기처분 결정에 큰 도움을 줄 수 있다. 최근 자원 고갈과 폐기물 등의 환경 문제가 심각해지는 상황에서 선별적 재활용 및 폐기는 좋은 기업 이미지를 구축할 수 있을 것이다.

## 6. 한계점 및 개선 방안

u-Center는 공급망 경영을 지원하는 서비스가

체계적으로 구축되어 있고, 표준이 완성되었다는 전제를 바탕으로 기업 간 정보를 공유하고 활용할 수 있었다. 그러나 현실에서는 기업별 독자 표준을 개발하여 활용하므로, 정보처리 상호운용 확보가 어렵다. 이는 SCM 전 부문에 RFID를 도입하여 기업이 정보를 교환하고 효용을 창출하는 데 한계가 있다는 의미다.

이를 개선할 방안은 기업 자체 노력과 국제 표준화 기구의 노력 두 가지로 귀결 지을 수 있다. 기업은 EPCglobal Network Architecture를 충분히 활용해야 할 것이다. 즉 기업 자체적으로는 마스터 정보를 관리하고, 기업 간 거래에서는 독자 코드가 아닌 EPC 유통코드를 사용해야 할 것이다. 국제 표준화 기구는 EPCglobal이 질의 절차(Query Procedure)를 개선하기 위한 해결 메커니즘으로 제시한 DS(Discovery Service)를 표준으로 정립해야 할 것이다. 그러한 노력이 앞으로 기업 간 거래가 더욱 증가하는 상황에서도, u-Center와 같은 정보 공유 시스템을 통해 품질 및 서비스 창출을 쉽게 할 수 있을 것이다.

물론 경쟁업체 간 이해관계로 기업 정보 및 표준을 공유하지 않으려는 불신을 해결하기 위해, 신뢰성 메트릭이(Metrics) 개발돼야 할 것이다. 즉 표준화 시스템에 군집하도록 유도하면서, 기업 간 승인 없이는 정보를 해독할 수 없는 표준 블랙박스를 기본 개념으로 제안한다.

## 7. 결 론

본 연구에서는 RFID를 부분적 도입에만 머물러 있는 SCM의 현실을 고려하여, 전 부문 RFID를 적용한 u-Center를 직접 구축해 보았다. 이를 수리적 모형을 통해 이익 효과를 검증하고, 생산자와 소비자의 품질과 서비스 개선 측면에서 구체적인 효과를 고찰해 보았다. 또한, 문제점을 진단하여 산업계 도입 활성화를 위한 방향을 모색해 보다.

RFID는 생산자에게는 재고, 관리, 노무, 조달 등의 비용 감축과 리드(Lead) 타임 단축 및 품질 관

리 개선 효과를 제공함으로써 시간, 비용, 품질 최적화를 창출한다. 소비자에게는 구매시점에 실시간 제품 정보를 투명하게 제공하여 신뢰도 높은 제품을 구매할 수 있게 함으로써 시간, 비용, 품질 최적화를 창출한다.

그러므로 SCM 전 부문에 RFID 적용은 서론에서 언급된 시간, 품질, 비용 최적화를 위한 핵심 기술로 결론지을 수 있으며, 체계적 확산을 활발히 진행하도록 연구와 표준화에 노력을 기울여야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

- [1] 박진우, 이용한, 김지태, 『CompTIA RFID+ Study Guide』, 1판, 도서출판 들샘, 2009.
- [2] 안재명, 이종태, 오해석, (주)리테일테크기술연구소공저, 『EPCglobal Network 기반의 RFID 기술 및 활용』, 도서출판 글로벌, 2007.
- [3] 이진모, “청정 생산기술 사업 보고서”, 『전자산업의 청정생산기술개발 및 보급을 위한 중장기 비전수립 과제』, 한국산업기술평가관리원, 2000.
- [4] 이국환, 김은영, “RFID 확산 표준화 포럼 운영”, 『TTA-09072-SA 2009년도 정보통신표준화전략포럼 최종연구보고서』, 한국전자거래협회, 2009.
- [5] 이석진, 이병기, “공급사슬망에서 채찍 효과를 줄이기 위한 수요 예측정보 공유에 관한 연구”, 『2010 IE&MS 춘계공동학술대회』, 2010.
- [6] Barchetti, U., A. Bucciero, M. De Blasi, L. Mainetti, and L. Patrono, “Implementation and Testing of an EPCglobal-aware Discovery Service for Item-level Traceability,” *2009 International Conference on Ultra Modern Telecommunications and Workshops*, Vol.5345580, 2009.
- [7] EPCglobal, “The Application Level Events (ALE) Specification,” EPCglobal Powered by

- GS1, Version 1.0, 2005.
- [8] Hou, J.L. and C.H. Huang, "Quantitative Performance Evaluation of RFID Applications in the Supply Chain of the Printing Industry," *Industrial Management and Data Systems*, Vol.106, No.1(2006), pp.96-120.
- [9] Kan, S.H., *Metrics and Models in Software Quality Engineering*, Second edition, Addison-Wesley, 2008.
- [10] Lyu Jr., J., S.Y. Chang, and T.L. Chen, "Integrating RFID with Quality Assurance System-Framework and Applications," *Expert Systems with Applications : An International Journal*, Vol.36, No.8(2009), pp.10877-10882.
- [11] MetaBiz, Inc., "R/U-EDT Pro 1.1 Edge Server," 2008.
- [12] Wyld, D.C., "The Next Big Thing for Management," *IEEE Engineering Management Review*, Vol.35, No.2(2007), pp.3-19.