

# 유비쿼터스 물류를 위한 분산형 RFID 정보서비스 구조

이재원  
한국기술교육대학교 산업경영학부  
(jwlee@kut.ac.kr)

이영구  
경희대학교 컴퓨터공학과  
(yklee@khu.ac.kr)

EPC를 탑재한 RFID 형태의 스마트객체를 이용한 물류 시스템을 구축하기 위해서는 시스템 구성 요소간의 거래에 필수적인 RFID 객체의 PML 데이터를 표현하고 검색요구에 대응하는 RFID 정보서비스의 설계 및 관리가 매우 중요하다. EPC기반 RFID 정보서비스는 네트워크상의 정보시스템들에 보안과 운영의 이유로 분산되어 있는 RFID 객체 정보들을 검색하여 사용자가 요구하는 결과를 반환하는 역할을 담당한다. 하지만 RFID 객체 정보의 표준화된 표현과 처리, 그리고 분산처리로 인한 통신량과 처리시간 과다의 문제가 존재한다. 이에 대해서 본 연구는 물류시스템의 PML 데이터의 표현 및 사용, 검색패턴을 분석하고, 분석 결과를 기반으로 미들웨어를 이용하는 분산형 RFID 객체 데이터 관리 및 RFID 객체 정보서비스 구조를 설계하고 제시하였다. 단일형 및 통합형 RFID 정보서비스 구조를 제시하였다.

논문접수일 : 2005년 5월      게재확정일 : 2005년 6월      교신저자 : 이재원

## 1. 연구개요

공급망관리(Supply Chain Management)를 이용해서 기업들의 생산성 향상이 이뤄지기는 하였으나 기업 생산성의 극대화에는 한계를 갖는다. 바코드나 수작업으로 인한 자원의 자동 인식, 파악이 불가능해 생기는 정보 동기화의 문제와 물류망의 복잡화에 의한 정보 왜곡현상 등이 대표적이다. 따라서, 공급망 관리의 전 과정을 자동화시킬 수 있는 방법에 대한 필요성이 제기되어 왔다. 이에 대한 해결책으로 유비쿼터스 컴퓨팅(Ubiquitous Computing) [9,15,16]의 근간인 RFID(Radio

Frequency Identification) [17,19]를 부착한 스마트 객체(Smart Object)를 이용한 물류 관리가 연구되었고, 국내외에서 많은 단체, 회사들이 이에 참여하여 큰 성과를 거둬으로써 공급망 관리를 획기적으로 개선할 수 있는 해결책으로 각광을 받고 있다. 대표적인 성과로는 Auto-ID, Tron, ParcelCall, MyGROCER 프로젝트 등이 있다.

공급망 관리에 있어서의 RFID란 단순히 바코드와 같이 물품의 종류와 가격만을 체크할 수 있는 것이 아니라, 보다 발전된 자동 인식기술의 일종으로서 원거리에서 인식이 가능하고 충돌방지 기능이 있어서 동시에 여러 개를 인식할 수 있어 대량

\* 본 논문은 한국전자통신연구원의 2004년도 연구과제 지원에 의해서 연구되었음을 밝힙니다.

의 물품을 처리 할 수 있으며, 바코드에 비해서 많은 정보의 저장이 가능하다. 이로 인한 혁신적인 재고관리와 계산시간의 단축, 결품율(Out of Stock)의 절감이 가능하다. 선진국에서 진행되어 온 여러 프로젝트들 중에서 Auto-ID 프로젝트는 스마트 객체의 기술을 물류 관리에 적용[14,8,4]시켜서 전체 공급망을 실시간으로 관리하고자 하는 목표로 시작되었으며, 스마트 객체를 이용한 공급망 관리 시스템의 구조를 표준화하는 작업을 진행해왔다. Auto-ID 구조의 핵심은 모든 객체에 EPC(Electronic Product Code)를 부착하여 모든 객체를 식별할 수 있게 하는 것이다. 각 객체에 대한 정보들은 EPC 미들웨어(Savant), ONS(RFID 검색서비스), PML 서버(RFID 정보서비스) 등의 네트워크 데이터베이스에 저장되게 된다. RFID 정보서비스(RFID Information Service)는 이러한 네트워크 데이터베이스들로부터 스마트 객체에 대한 정보를 검색하여 결과를 제공하는 서비스를 담당한다. 이 때, 결과는 XML의 한 부류인 PML(Physical Markup Language)형태로 전송된다[5,3].

PML 데이터들은 보안 및 운영의 이유로 공급망 상에 존재하는 각 기업들이 내부적으로 구축한 정보 시스템에 분산되어 저장되어 있다. 더욱이, 하나의 기업 내에서도 정보 시스템들은 여러 개의 서브시스템들로 나뉘어져 있다. RFID 정보서비스는 이들 정보시스템들에 분산되어 있는 PML 데이터들을 검색하여 사용자가 요구하는 결과를 반환하는 역할을 담당한다. 하지만 각 기업의 응용시스템 입장에서는, 네트워크상의 수많은 분산 RFID 정보서비스들에 대해 적합한 검색질의를 수행하고 그 반환결과를 통합하여 사용자에게 제공하기 때문에 처리시간 과다의 문제점이 존재한다. 따라서, 각 RFID 정보서비스가 소유한 PML 데이터

스키마 정보를 공유하여 일관성 및 최신성을 유지하면서 PML 데이터에 대한 접근성 및 보안성을 높일 필요가 있다.

본 연구에서는 제공될 RFID 정보서비스를 명확히 파악하고, 이를 효율적으로 제공하기 위해 RFID 정보서비스 구조를 설계하고자 한다. 이는 스마트 객체 플랫폼에 구축되는 물류 시스템의 성능을 좌우하는 매우 중요한 요소 중의 하나이다. 이를 위해, 본 연구는 RFID 정보서비스의 현황을 조사하고, 분산 PML 데이터의 유형 및 사용패턴을 분석하여 그 관리 구조에 대하여 기술한다. 또한 데이터분석을 기반으로 데이터베이스 미들웨어를 이용하는 분산 PML 데이터 관리 및 서비스 구조를 설계, 제시한다.

## 2. EPC와 RFID 네트워크 구조

유비쿼터스 물류서비스 효율화의 가장 대표적인 성과가 Auto-ID 프로젝트라 할 수 있다. 미국 MIT의 주도로 세계 각국의 유명 대학과 기업들이 참여한 것으로서 Auto-ID 센터에서 진행해 왔으나 EPCglobal 회사가 그 프로젝트의 결과를 인수 받았다. 현재는 EPCglobal 네트워크 구조라는 이름으로 불린다. Auto-ID 구조의 핵심인 EPC는 manufacturer ID, product type ID, instance ID(같은 타입의 서로 다른 객체를 식별할 수 있는 serial number) 등의 세 가지로 구성된다. 현재 사용되는 바코드는 같은 타입의 제품들은 동일한 바코드를 부여하기 때문에 instance들을 구분할 수 없다는 점에서 EPC는 기존의 바코드와 근본적으로 구분된다. 하지만 EPC에 더 많은 정보를 저장하도록 하면, 스마트 객체에 부착되는 RFID 태그의 비용이 증가하기 때문에 EPC는 각 객체를 식별할 수

있는 최소한의 정보만을 저장하고, 나머지 물품의 정보는 분산 네트워크 데이터베이스 구조를 통해 관리 서비스한다.

EPC 네트워크 구조는 다음과 같이 데이터 관리의 4가지 원칙을 정의하고 있다 [18,14].

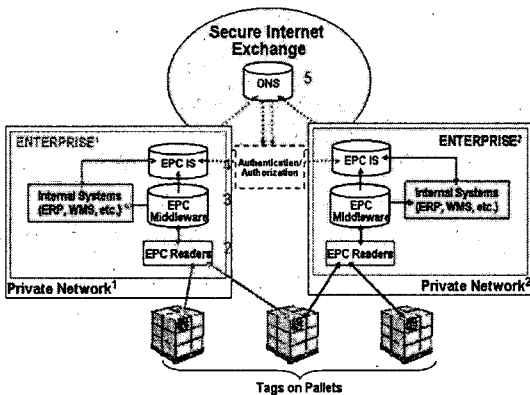
1. 분산형 데이터 모델: 데이터는 Tag가 아니라 Network상에 존재한다.
2. Owner-Controlled 데이터: 데이터 보안에 대한 책임은 데이터 소유자에 귀속한다. 개인정보 및 민감한 정보를 보호한다.
3. 기존의 공급사슬 프로세스와 정보시스템과의 통합을 유도한다. EAN/UCC Key값의 통합적 지원
4. Migration: 바코드 데이터와의 상호 호환을 유도한다.

다음의 [그림 1]은 Auto-ID EPC 네트워크 구조를 그림으로 나타낸 것이다. 이 구조는 크게 태그, 리더, EPC 미들웨어, EPC 정보서비스, ONS의 다섯 가지 컴포넌트로 구성된다. 여기서 EPC 정보서비스가 RFID 정보서비스에 해당되는 것으로서 프로젝트의 초반에는 PML 서버로 불리었으나 이제는 EPC 정보서비스로 이름이 변경되었다. 각 컴포

넌트가 [그림 1]에서 번호 1부터 5까지의 번호를 이용하여 표시되어 있다. 각 구성요소의 역할을 설명하면 다음과 같다.

먼저 1)태그는 반도체 칩과 안테나가 결합된 것으로 물리적 데이터들을 얻기 위해 객체들에 부착된다. 객체들은 아이템, 케이스, 팔레트, 트럭 등이 될 수 있다. 2)리더는 RFID 태그들이 주어진 영역 안에 들어 왔을 때 이를 검출할 수 있는 장치이다. 리더는 물리적 위치에 고정되거나 이동하면서 사용할 수도 있다. 리더들은 EPC 네트워크 구조의 EPC 미들웨어에 연결되어 있다. 3)EPC 미들웨어(Savant)는 리더들로부터 유입되는 태그 또는 센서 데이터(이벤트 데이터)들의 스트림을 처리하기 위한 컴포넌트이다. 이 미들웨어는 리더가 읽은 데이터들을 기업 응용 프로그램들에게 보내기 전에 필터링(filtering), 집계(aggregation), 카운팅(counting) 등의 처리를 거쳐 데이터의 양을 줄이는 역할을 수행한다. 4)EPC 정보서비스는 다른 컴포넌트들이 필요로 하는 데이터들을 XML 포맷으로 만들어서 제공하는 역할을 수행한다. 여기서 데이터는 태그 데이터, 객체 레벨 데이터, 제품 레벨 데이터 등이다. 마지막으로 5)ONS는 Object Name Service의 줄임말로, EPC를 해당 객체에 대한 추가 정보를 가지고 있는 EPC 정보서비스 서버에 대한 URL(Uniform Reference Locator)로 변환하는 역할을 수행한다.

이들 EPC 네트워크의 구성요소들은 <표 1>과 같이 일본의 ubiquitous ID Center의 uCode 프로젝트의 특징과 구성요소들에 대비해서 정리할 수 있다[21,1,2,10]. EPC가 MIT Auto-ID 센터를 통해 바코드 관리기구인 유럽 European Article Number와 미주 Uniform Code Council의 통합기구인 EAN.UCC과 연계된 전세계적 물류시스템의 표준화 추진이 목적이라면, 일본의 경우는 동경대



[그림 1] EPC 네트워크 구조

<표 1> RFID 네트워크 구조의 구성요소

구성요소	EPC 네트워크	uCode	설명
RFID 코드	EPC	uCode	사물을 유일하게 식별하는 할당코드
RFID 태그	EPC tag	uCode tag	리더가 무선주파수로 RFID코드를 인식할 수 있는 태그
리더	EPC Readers	Ubiquitous Communicator (UC)	태그로부터 RFID코드 등의 정보를 읽어오는 기능
미들웨어	EPC Middleware (Savant)		다수 리더기의 입력정보를 처리(여과, 수집 등)하는 역할 - uCode를 읽어 ubiquitous환경과 사용자간의 통신을 지원
RFID 정보 서비스	EPC Information Service (PML server)	Product Information Service Server	RFID코드와 관련한 물품정보를 기술하여 저장, 응답하는 서버역할 - uCode 표시 물품의 정보를 저장하는 데이터베이스
RFID 검색 서비스	Object Name Service (ONS)	Ubiquitous Resolution Server	RFID코드 질의시 Object IS의 URL 및 선택적 cache 정보 제공 - Root ONS와 Local ONS로 구분하여 서비스 - uCode 관련 정보 데이터베이스 위치를 알려주는 메타 데이터베이스
RFID 인증 서비스	EPC Trust Service	eTRON Certificate Authority (CA)	- EPC 네트워크 사용자간의 Secure Access를 위한 계층적 인증 서비스 제공 - 암호화 및 인증을 통하여 정보보호 수단제공

학 유비쿼터스 ID 센터를 중심으로 사물이나 소프트웨어 심지어는 서비스 등에도 ID를 부여할 수 있는 코드체계로 128비트 길이의 '유비쿼터스 ID'를 일본 독자의 산업표준으로 제안하고 있다[10]. 유비쿼터스 ID는 보안성을 중시하며(PKI 기반), 메모리나 CPU의 존재여부에 무관하게 적용가능하고 기존의 RFID에서부터 스마트카드 등의 모든 초소형 칩까지를 커버할 수 있도록 구성하고 있다. 모든 사물을 식별하기위하여 128비트 길이의 코드를 사용하는데, 필요시에 256비트의 길이로 코드를 확장할 수 있어 모든 코드를 수용할 수 있는 메타 코드로 설계하려 하고 있다. 필요시에만 인터넷과 연동되며, 지역적 처리만으로 충분한 경우는 자체에서 처리를 완료한다는 특징을 MIT의 EPC와의 차별화 전략으로 내세우고 있다. 한국의 경우에는, 정보통신부, 산업자원부 등 정부기관과 연구기관을 중심으로 IT839 USN정책, 유통정보진흥원의 유통 물류코드 표준화 및 포럼 활동, 한국인터

넷진흥원의 객체등록, 검색, 이력관리, 정보관리 시범서비스 등을 통해 RFID 서비스체계를 추진하고 있다[20,21].

현재까지 제안된 RFID 코드체계는 대표적으로 3가지로 EPC(64bit, 96bit 길이), 일본의 uCode(128bit 길이), 그리고 표준화 기구인 ISO/IEC의 ISO/IEC정의코드(가변길이)로 나뉜다. 이들 중에 사실상의 시장표준(De facto Standard)으로 자리 잡은 EPC는 4개의 핵심요소로서 구성된다. 'EPC 헤더'는 번호, 형식, 버전 등을 포함한 EPC의 전체 길이를 나타낸다. 'EPC 매니저'는 바로 다음에 이어지는 상품 코드와 일련번호의 관리 책임을 맡고 있는 기업을 표시한다. '상품 분류 번호'는 제품종류확인, 품목, 즉 재고 보관 단위(SKU) 또는 고객 단위를 나타낸다. '일련 번호'는 품목내에서의 개별 제품의 고유번호를 표시한다.

RFID 관련 서비스의 운영 현황을 살펴보면 다음과 같다. 미국의 경우는 Verisign사는 2004년 1

월 기준으로 EPCglobal로부터 RFID 검색서비스(ONS)를 포함한 EPC network 운영에 대한 권한을 획득하여 시범운영중이며 13개의 root ONS를 운영할 계획이다 [14,12,13]. 한국은 한국인터넷진흥원(NIDA)이 EPC, ISO/IEC 정의코드, uCode 등의 다양한 RFID코드를 인식할 수 있는 검색서비스인 MDS (Multi-code Directory Service)를 포함하여 객체검색서비스(ODS: Object Directory System), 객체이력서비스(OTS: Object Traceability Service), 객체정보서비스(OIS: Object Information Service), 미들웨어 등으로 구성된 RFID 시범서비스를 운영중이다. ODS는 국가ONS와 지역ONS로 구성되면 OTS는 객체의 이동정보를, 그리고 OIS는 정적, 동적 PML 정보를 저장하고 서비스한다[21].

### 3. PML 데이터 분석

EPC는 스마트 객체에 대한 다른 추가적인 정보를 검색하기 위한 키값으로 사용된다. 객체에 대한 정보를 담고 있는 데이터베이스는 EPC 값을 키로 한 질의가 주어지면, 이에 대한 결과를 PML (Physical Markup Language) 포맷으로 반환한다. PML은 물리적 객체, 물리적 프로세스 및 환경 등을 기술하기 위한 공통 언어로서 Auto-ID 센터에서 정의하였다. PML은 XML을 확장하여 만든 언어이다[3]. XML을 확장한 이유는 XML이 인터넷 상에서의 데이터 교환 표준으로 널리 사용되고 있기 때문이다. 비록 PML이 EPC 네트워크 상에서 사용될 공통 언어를 목표로 만들어졌으나, 지구상에 있는 모든 산업 및 비즈니스를 기술할 수 있는 공통 언어를 만드는 것은 불가능에 가깝다. 또한, 기존에 각 산업별, 비즈니스별로 존재하는 표준 언

어들을 다시 만듦으로서 비용의 낭비를 초래한다. 따라서 PML은 기존의 표준 언어들을 가능한 재사용하며, EPC 네트워크 시스템과 관련하여 새롭게 생성되는 유형의 데이터들에 대해서만 정의하고 있다. 새로운 유형의 데이터들이란 Auto-ID 구조에 존재하는 센서들에 의해 인식되는 PML 데이터들을 말한다[3,4]. 본 절에서는 PML 데이터의 특징과 사용패턴을 분석한다. <표 2>는 RFID 태그가 달린 객체와 관련된 데이터들의 타입을 요약하여 정리한 것이다[6,5].

#### 3.1 PML 데이터 분류

PML 데이터들은 객체에 대한 정보를 기술한다. 이런 PML 데이터들은 데이터의 변경 빈도에 따라 동적 데이터와 정적 데이터로 구분할 수 있다. 동적 데이터는 시간에 따라 자주 변경되는 데이터로서 타임스탬프를 갖는 이력 데이터이다. 동적 데이터의 예로서는 태그 리딩, 객체 위치, 객체의 포함관계, 그리고 트랜잭션과 EPC의 맵핑 정보 등이 있다. 정적 데이터로서는 시간이 흘러도 변경되지 않거나 거의 변경되지 않는 데이터이다.

정적 데이터는 동적 데이터보다 더 넓은 범위의 속성들을 갖는다. 예로는, 크기, 무게, 색, 단가, 판매기한 등을 들 수 있다. 이러한 데이터들은 산업별, 비즈니스별로 고유한 정보들이 있으며, 서로 다른 산업의 경우 사용되는 정보들이 매우 다르다. 따라서, 정적 데이터는 산업별 또는 비즈니스별로 사용하고 있는 기존의 표준들을 많이 활용하여 필요한 데이터들을 구분하는 것이 효과적이다. 정적 데이터는 크게 객체 레벨 데이터와 제품 레벨 데이터로 구분할 수 있다. 제품 레벨 데이터들은 같은 클래스에 속하는 객체들이 동일하게 갖는 데이터로서, 공산품 제품의 경우 무게, 크기 등이 예가

<표 2> PML 데이터 타입의 정리

데이터타입	갱신빈도	설명	데이터 분산방법	키 개수	데이터원본
Class-level 제조자의 데이터	정적	product-level 데이터. 같은 product 타입의 모든 인스턴스에 적용되는 표준 속성과 프로시저. 예) 부피, 넓이	단일서버	작음	product catalog data
Serial-level 제조자의 데이터	정적, Batch	인스턴스-한정적 data. product-level에서 정의하지 않았거나, 정의내린 값을 재정의함. 예) 유효기간	단일서버	큼 (인스턴스, 제품 별로는 최대 하나씩)	기존의 정보 시스템 (instance-level 데이터 관리가 잘 안됨)
Serial-level 추적/센서 데이터	동적	객체 중심의 track/trace 데이터 예) 장소, 시간	다중서버 + 레지스터	매우 큼(인스턴스, 제품, 분배자별 최대 하나씩)	RFID 미들웨어
트랜잭션	정적	EPC가 관여된 거래 예) 사전 선적 공지, 구매 발주	여러개의 기존 정보 시스템	중간, 키는 트랜잭션 식별자	기존 정보 시스템
위치-중심 데이터	매우 동적	시간 T1-T2에 장소 X에서 리더 R에 읽힌 EPC들은?	다중 리더 위치들 - 클러스터 당 하나의 서버	리더, EPC 당 하나의 키	RFID 미들웨어

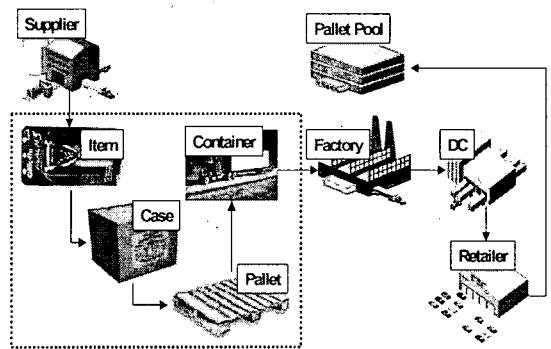
된다. 반면에 객체 레벨 데이터로는 객체의 제조일 및 판매기한 등이 예가 된다.

이에 대비해서, 동적 데이터는 시간에 따라 변경되는 데이터로서 정보의 종류에 따라 다음과 같이 관찰 (observation) 데이터, 트랜잭션(transaction) 데이터, 측정(measurements) 데이터, 포함 관계(containment) 데이터 등으로 구분된다.

- 관찰 데이터: 관찰 데이터는 어떤 객체가 언제, 어느 리더에 의해 관찰되었는지에 대한 데이터이다.
- 트랜잭션 데이터: 트랜잭션 데이터는 어떤 객체가 어떤 트랜잭션과 연관되어 있는지의 맵핑에 대한 데이터이다.
- 측정 데이터: 측정 데이터는 센서에 의해 측정된 온도, 무게 등의 데이터이다. 측정 데이터는 일종의 관찰 데이터로 볼 수 있다.
- 포함 관계 데이터: 객체들은 다른 객체, 예를 들면 팔레트 또는 박스 등에 들어갈 수 있다. 포함 관계 데이터는 이러한 포함 관계를 나타내는 데이터이다.

### 3.2 PML 데이터 표현과 사용패턴

본 절에서는 물류 관리 시스템에서의 PML 데이터의 표현방법과 사용패턴에 대해서 기술한다. PML 데이터는 기본적으로 객체에 대한 자체 정보를 표현하는 것 이외에 패키징(packaging), 선적(shipment), 경로 추적(tracking) 등 다양한 사용정보를 표현한다. 공급망에서 객체들의 이동은 일반적으로 [그림 2]와 같다.



[그림 2] 공급망에서 객체의 흐름도

먼저 기본적인 PML 데이터의 표현방법들을 살펴본다. 일반 데이터 표현인 <data>, 노드의 표현 <node>, 엔티티의 표현 <entity>, 날짜의 표현 <date>, 측정치의 표현 <measure>, 위치의 표현 <location>, 경로추적의 표현 <trace> 등이 기본적인 PML 데이터의 표현 방법이다. 다음은 각 표현 엘리먼트 설명과 그 예제이다.

**가. 일반 데이터 표현 <data>:** 객체들이 공급망을 따라 이동 중에 임시적으로 창고에 저장될 수 있다. <data> 엘리먼트는 이러한 상황의 물리적 상태에 대한 스냅샷을 표현하기 위해 사용된다.

```
<data>
  <date type="ACQ" resolution=3>
    55188015000
  </date>
  <epc>01.0009088.007A58.00000298A3 </epc>
  <epc>01.0009088.007A58.000002997B </epc>
  <epc>01.0002F6C.0015BE.0002938D8 </epc>
</data>
```

**나. 노드 표현:** <node>엘리먼트는 대부분의 물리적 시스템들이 객체들을 저장하는데 있어서 계층적 구조를 가지고 있으므로, 이러한 계층적 저장 구조를 표현하기 위하여 사용된다. <node>는 재귀적으로 사용된다.

```
<node label="Container" ePC="01.0016CA2.000104.0000005910">
  <node label="Pallet" ePC="01.000142F.001C0E8.0010298730">
    <node label="Case" ePC="01.000142F.001C0F3.0000319280">
      <node label="Mach3" ePC="01.000A571.003459.000E9FC61B">
        </node>
      </node>
    </node>
  </node>
</node>
```

**다. 엔티티의 표현:** <entity>엘리먼트는 대부분의 물리적 객체들은 소유주가 존재하므로, 객체를 소유하거나 관리하는 엔티티를 표현하기 위해 사용된다. 엔티티는 사람이거나 회사 또는 조직이

될 수 있다.

```
<entity>
  <type>Person</type>
  <name>
    <title>Mr.</title>
    <first> Robert </first>
    <middle>Douglas </middle>
    <last>Mooreland</last>
  </name>
  <association>
    <type>Personal</type>
    <address>
      <building>F19</building>
      <number>143</number>
      <street>Commerce Park Road</street>
      <city>Cincinnati</city>
      <state>Ohio</state>
      <country>USA</country>
      <code>45202-1579</code>
    </address>
    <channel type="Mobile">513-632-8229</channel>
  </association>
</entity>
```

**라. 날짜 표현:** <date>엘리먼트와 관련, 날짜 및 시간은 공급망에서 매우 중요한 값이다. 선적, 배달, 운송 등의 날짜 들을 관리하고 필요할 때 제품 제작자, 배급업자, 소매상인, 고객 등에게 제공해야 한다. <date>는 January 1 2000 00:00:00.000 GMT 이후에 경과한 밀리세컨드값을 이용하여 날짜 및 시간을 표현한다.

```
<date type="Acq" resolution=3>55188347000</date>
```

**마. 측정치의 표현:** <measure>는 물질의 물리적 상태를 표현하기 위해 사용된다. 사용되는 측정단위는 국제 표준을 따른다. 예제로 기압 측정시 여러방법으로 표현할 수 있다. 그 중에서 국제 표준인 101,325 m-1 kg s-2를 사용하면 다음과 같이 표현한다.

```
<measure label="Pressure" m=-1 kg=1 s=-2>101325.0</measure>
```

**바. 위치 표현:** <location>엘리먼트는 객체의 위치를 표현하기 위해 사용된다. 선적된 객체가 “현재 어디에 있는가”라는 질문은 물류 관리에 있어서 매우 중요한 질의 중 하나이다.

```
<location ePC="01.0016CA2.000104.0000005910">
  <measure label="x" m=1 accuracy=2>3.42</measure>
  <measure label="y" m=1 accuracy=2>1.56</measure>
  <location>
    <measure label="latitude" m=1 accuracy=5>
      4058808.538
    </measure>
    <measure label="longitude" m=1 accuracy=5>
      625111.743
    </measure>
    <measure label="altitude" m=1 accuracy=5>
      16.154
    </measure>
  </location>
</location>
```

**사. 경로 추적 표현:** <trace>엘리먼트는 공급망상에서 어느 곳을 거쳐 왔는지에 대한 경로를 나타내기 위해 사용된다. 객체가 현재 어디에 있는지 파악하는 것도 중요하지만, 객체가 과거에 어디에 있었는지를 파악하는 것도 이에 못지않게 중요하다.

```
<trace>
  <step>
    <owner>
      <role>"Owner"</role>
      <entity>"Snappy Salads, Inc."</entity>
    </owner>
    <location>"Processing Plant"</location>
    <date type="Rel">39384060145</date>
  </step>
  ...
  <step>
    <owner>
      <role>"Shipper"</role>
      <entity>"U.S. Transit"</entity>
    </owner>
    <location> ... "DC" ... </location>
    <date type="Release">39561977489</date>
```

```
</step>
...
</trace>
```

위에서의 PML 데이터 엘리먼트들을 복합적으로 이용하는 PML 응용표현으로써 PML 사용패턴들을 정의하고 관리할 수 있다. 물류관리 시스템에서 이러 사용패턴들에 속하는 PML 데이터들은 선적정보(Shipping Information), 패키징 이력(Packaging History), 제품이동(Product Movement), 선적 명세(Shipping Manifest), 선적 경로 추적(Shipping Tracking), 상점 내 이동(In-Store Movement), 온도 변화(Temperature Tracking) 등이 대표적이다.

이들 사용패턴들 중에서 대표적인 예제로써 선적 경로 추적의 PML 표현의 예를 보면 다음과 같다.

```
<trace>
  <step>
    <owner> <role>"Shipper"</role>
      <entity>Schneider</entity> </owner>
    <date type="Acq" accuracy=5>55360928000</date>
    <location>
      <measure label="latitude" m=1 accuracy=7>
        4058808.5 </measure>
      <measure label="longitude" m=1 accuracy=7>
        625111.5</measure>
      <measure label="altitude" m=1 accuracy=7>
        9075090.8</measure> </location> </step>
  <step>
    <owner> <role>"Shipper"</role>
      <entity>Schneider</entity> </owner>
    <date type="Acq" accuracy=5>55389728000</date>
    <location>
      <measure label="latitude" m=1 accuracy=5>
        43571855.2</measure>
      <measure label="longitude" m=1 accuracy=5>
        834895.5</measure>
      <measure label="altitude" m=1 accuracy=5>
        9075545.7</measure> </location> </step>
  </trace>
```



## 4. RFID 정보서비스

RFID 정보서비스는 크게 객체 중심적인 RFID 정보서비스와 위치 중심 RFID 정보서비스로 나누어 볼 수 있다. 객체 중심적인 RFID 정보서비스는 RFID 리더와 어떠한 객체가 공급망상의 특정한 관리인의 영역을 통과하여 지나게 될 때 타임스탬프의 관점에서 그 객체에 대한 추적 기록을 제공할 수 있어야 한다. 객체 중심적인 RFID 정보서비스는 “객체 0이 T1-T2사이의 시간에 어느 지점에 있었는가?”와 같은 질문에 대한 답을 제공한다. 더 나아가 객체 중심적 RFID 정보서비스는 기존 정보 시스템을 데이터 소스로 이용하여 객체에 대한 다른 공통 데이터 타입 또한 제공할 수 있다. 위치 중심 RFID 정보서비스는 특정 리더 또는 위치를 위한 객체 이벤트 데이터를 그룹화하고, RFID 태그의 관찰 기록과 RFID 태그가 리더의 영역으로부터 더해지거나 제거되어질 때의 타임스탬프를 제공한다.

### 4.1 PML 데이터베이스

RFID 네트워크 구조에서 각 회사는 기본적으로 하나의 RFID 정보서비스를 가지고 있다. 이러한 경우, 물류 시스템에서 각 RFID 정보서비스가 어떤 데이터들을 가지고 있어야 하는지에 대한 데이터 분산 방법이 중요하다. RFID 정보서비스의 구조는 동일하므로 본 절에서는 관리대상으로써 PML 데이터베이스를 설명한다. 물류시스템에서 관리할 데이터베이스는 제조사 데이터베이스, 지역 데이터베이스, 중앙 리퍼지터리 데이터베이스의 크게 세 가지로 나눈다[12,13].

- **제조사 데이터베이스**는 정적 PML 데이터를 저장한다. 정적 PML 데이터는 제품 레벨 데이

터와 객체 레벨 데이터로 구분되며, 제품 레벨 데이터는 제품의 크기, 무게, 색 등이다. 반면에 객체 레벨 데이터는 생산일, 판매 기한 등과 같이 특정 인스턴스에 국한된 데이터이다. 제조사 데이터베이스는 제품을 제조하는 제조사에서만 관리한다.

- **지역 데이터베이스**는 동적 PML 데이터를 저장한다. 지역 데이터베이스는 각 회사마다 하나씩 존재한다. 이 지역 데이터베이스는 해당 회사에서 생성된 동적 데이터를 저장하기 위한 데이터베이스이다. 여기에는 관찰 데이터, 트랜잭션 데이터, 포함 관계 데이터 등의 동적 PML 데이터가 저장된다.
- **중앙 리퍼지터리 데이터베이스**는 서로 다른 회사간의 객체이동 정보를 저장한다. 즉, 객체가 회사 A에서 회사 B로 옮겨 간 경우 회사 B에서는 현재 해당 객체가 회사 B에 있다는 사실을 등록한다. 리퍼지터리 데이터베이스는 동적 ONS를 구축하기 위해 사용되는 데이터베이스이다.

### 4.2 RFID 정보서비스 시나리오

위와 같이 PML 데이터베이스를 분산시켰을 때, PML 데이터의 등록 및 액세스 방법에 대하여 예제를 들어 설명한다.

단계 1: (ONS에 EPC 등록) 공급망에서 제품에 대한 최신의 상세 정보를 찾을 수 있도록 하는 근본적인 바탕은 객체(제품)가 EPC를 포함하는 RFID 태그를 부착하고 있다는 것이다. EPC 태그가 처음 만들어지면, 이 EPC가 ONS에 등록되고 객체가 공급망상에서 어디로 이동하든지 항상 객체와 함께 있게 된다.

단계 2: (RFID IS에 정보 등록) 위에서 새로운 태그가 부착된 객체와 관련된 정보들이 제조사의 RFID 정보서비스에 추가된다.

단계 3: 해당 EPC와 관련된 데이터가 제조사의 RFID 정보서비스에 있다는 것이 ONS에 전달된다.

단계 4: 객체가 제조사의 범위를 벗어나 이동할 때, 이러한 출발 정보가 RFID 정보서비스에 자동으로 등록된다.

단계 5: 객체가 공급망의 새로운 장소(예를 들면, 유통사업자)에 도착하면, 이 객체가 자동으로 읽혀지고 유통사업자의 RFID 정보서비스에 이 도착 정보가 등록된다.

단계 6: 이 객체가 새로운 장소로 이동했다는 정보가 다시 ONS에 전달된다.

이런 과정을 통해서, 객체들이 공급망에서 여러 곳으로 이동할 때, 객체가 인식되고 객체에 대한 정보가 RFID 정보서비스에 등록되는 작업은 계속 반복된다. 따라서 EPC를 기반으로 객체의 위치를 항상 추적할 수 있게 되고, 응용시스템들은 PML 데이터를 항상 액세스할 수 있게 된다.

### 4.3 PML 질의유형

PML 질의 활용의 대표적인 예를 살펴보면, 소매상이 방금 도착한 객체에 대한 정보를 얻고자 할 경우, 제조사에 있는 RFID 정보서비스의 위치를 찾기 위하여 ONS에 질의하게 된다. ONS로부터 RFID 정보서비스의 위치를 획득하면, 소매상의 응용 프로그램은 이 위치정보를 이용해 찾고자 하는 PML 데이터 정보를 질의한다.

PML 질의[5,3]는 크게 단순 질의유형과 보다 복잡한 복합 질의유형으로 나누어지며, 다음은 그 대표적인 예제들이다.

#### 단순 질의 예제

- What readers read EPC (x) over time range (t1,t2)?
- What tags did reader(r) see over time range (t1,t2)?
- Which sensors read value  $> 10^{\circ}\text{C}$  over time range (t1,t2)?
- What is the temperature history of sensor(s) see over time range (t1,t2)?
- What EPCs are enclosed in container EPC(x)?
- What are the immediate children of EPC(x)?
- What is the immediate parent of EPC(x)?
- What is the value of sensor(s) at reader(r) over time interval (t1,t2)?

#### 복합 질의 예제

- What is the object type of EPC(x)?
- What are the attributes of EPC(x)?
- What is the location of reader(r)?
- What sensors are available for reader(r)?
- What tags of object type did reader(r) read over time interval (t1,t2)?
- What path did EPC(x) take?
- Where was it delayed?
- Where is the nearest red sweater of size XL?

## 5. RFID 정보서비스 구조 설계

본 절에서는 단일 RFID 정보서비스와 통합 RFID 정보서비스의 기능과 구조의 설계에 대해 기술한다. 먼저 RFID 정보서비스가 가져야 하는 기능을 사용자의 뷰를 중심으로 기술하고, RFID 정보서비스의 구조 설계를 논의한다. 이때, RFID 정보서비스 구조의 설계는 각 RFID 정보서비스가

자신의 데이터 스키마를 숨긴채로 검색질의에 대해 결과를 반환할 수 있어야 한다. 전체 RFID 정보서비스는 단일 RFID 정보서비스와 통합 RFID 정보서비스로 나눌 수 있다. 단일 RFID 정보서비스는 분산된 전체 RFID 정보서비스의 제일 하위에 존재하는 RFID 정보서비스로서 자신이 데이터를 저장, 관리한다.

### 5.1 PML 사용자 뷰(View)

PML 데이터에 대한 질의를 처리하기 위하여 RFID 정보서비스에서는 데이터를 유지, 관리하여야 한다. 그러나, 데이터는 물리적으로 별도로 관리될 필요는 없다. 기존의 비즈니스 운영용 데이터 베이스를 그대로 사용해도 된다. 단일 RFID 정보서비스의 클라이언트 입장에서 보여지는 데이터 베이스 스키마는 다음과 같다.

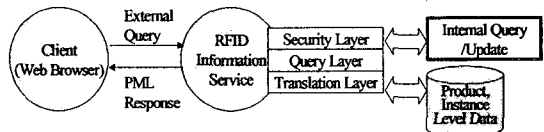
- CONTAINMENT\_TYPE: 하나의 컨테이너 타입을 기술하기 위해 사용된다. 컨테이너 타입은 사용되는 응용 환경에 따라 다르다. 보통 많이 사용되는 컨테이너 타입은 Pallet, case, inner pack, item 등이다.
- ORGANIZATION: 상품의 제조자, 유통사업자, 또는 소매점 등에 대한 정보를 관리한다.
- PRODUCT: 제품 종류에 대한 정보를 관리한다. 각 제품은 동일한 GTIN, UPC, 또는 KS 코드를 갖는 것을 말한다.
- ITEM: 각 EPC 별로 하나의 튜플이 존재한다. 여기서는 서로 다른 EPC를 갖는 객체들을 ITEM라고 부르기로 한다. ITEM에는 제품 인스턴스, 팔렛, 케이스, 또는 EPC를 가지고 추적의 대상이 되는 모든 것이 될 수 있다.
- SENSOR: 각 RFID 리더에 대한 정보를 관리한다. 각 RFID 리더에는 유일한 EPC 식별자가

부여된다.

- OBSERVATION: 모든 태그 관찰 정보를 관리한다. 각 튜플은 하나의 관찰에 대한 정보, 즉 관찰자(센서)의 EPC, 피관찰자(ITEM)의 EPC, 그리고 관찰이 발생한 시점(time)을 포함한다.
- CURRENT\_OBSERVATION: 각 센서에서 현재 관찰되고 있는 모든 태그들의 리스트를 관리한다.
- TRANSACTION: 트랜잭션 별로 트랜잭션에 참여하는 EPC들의 리스트를 관리한다. 또한, 트랜잭션은 트랜잭션 식별자 TRANSACTION\_ID로 구분되며, 트랜잭션 식별자에는 PO (Purchase Order)와 ASN(Advanced Ship Notice) 등이 포함된다
- CONTAINMENT: EPC들 간의 컨테이너에 대한 계층 구조를 관리한다. 각 컨테이너는 PARENT\_EPC에 의해 구분된다.

### 5.2 단일 RFID 정보서비스 구조

네트워크상의 단일 RFID 정보서비스 구조는 기본적으로 인터넷 Web 서비스 구조와 동일한 형태를 취하고 있다. Web의 동작구조에서 웹서버에 해당하는 역할이 RFID 정보서비스라 할 것이다. 다음의 [그림 3]은 단일형 RFID 정보서비스 구조이다.



[그림 3] 단일형 RFID 정보서비스 구조

먼저 외부의 질의가 들어오면, Security Layer에서 검색하고자 하는 PML 데이터에 대한 사용자

권한이 있는지 검사한다. Query Layer에서는 질의를 처리하여 결과를 송신한다. Data Translation Layer는 PML 데이터가 XML형태가 아닌 기존의 RDBMS에 있는 경우 데이터 변환을 하기 위한 계층이다. PML 데이터는 데이터베이스로부터 product-level data와 instance-level data를 인출할 수 있다. 또는, OBSERVATION 데이터인 경우는 추가적인 내부 질의를 통해서 액세스가 가능하다.

RFID 정보서비스는 실시간으로 PML 상호공간에 다른 데이터 소스들을 연결해 사용한다. RFID 정보서비스가 기업들이 갖고 있는 기존의 정보시스템으로부터 특정한 데이터들을 추출하는 와중에도, 기업들은 인증받은 PML 최종 사용자에게 데이터 소스의 내부적 구조나 연결, 주소를 누출시키지 않으면서 기존의 내부적 정보시스템을 내부적으로는 계속 사용할 수 있다. 안정성과 효율성의 목적을 위해 RFID 정보서비스는 직접 기업의 주 운영 데이터 베이스에 접근하기 보다는 운영 데이터베이스의 내부적 복제를 만들어서 접근할 필요가 있다. 따라서 데이터에 대한 여러 가지의 접근 권한 및 열람 권한을 인증된 사용자에게만 제공하기 위하여 어떤 데이터베이스 테이블과 필드가 RFID 정보서비스에 노출되어 있는지를 정교하게 통제해야 한다.

### 5.3 통합 RFID 정보서비스 구조

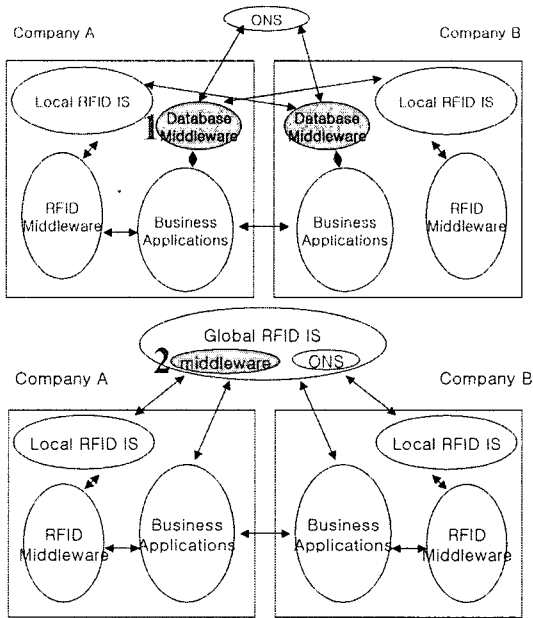
통합 RFID 정보서비스의 기능은 여러 개의 단일 RFID 정보서비스 또는 하위 레벨의 통합 RFID 정보서비스에 분산되어 있는 PML 데이터를 통합 스키마로 통합하여 가상의 통합 PML 데이터베이스를 구축하고, 통합 PML 데이터베이스에 대한 검색 서비스를 제공하는 것이다. 통합 RFID 정보

서비스의 데이터베이스에서 관리되는 테이블의 종류는 단일 RFID 정보서비스와 동일하다. 그러나, 각 테이블에서 관리되는 데이터의 종류, 즉 컬럼들은 다를 수 있다. 이것은 단일 RFID 정보서비스들이 관리하는 데이터의 종류가 다르고, 통합 RFID 정보서비스는 이러한 데이터를 통합, 관리하기 때문이다.

통합 RFID 정보서비스를 구성할 때, 구성하는 방법이 두 가지가 존재한다. 하나는 단일형 RFID 정보서비스들이 서로 겹치지 않게 분할해서 통합형 RFID 정보서비스를 할당하는 방식이다. 다른 하나는, 서로 다른 통합 RFID 정보서비스를 구성하는 단일 RFID 정보서비스들의 집합이 겹치는 것을 허용하는 것이다. 후자의 경우, 질의를 위해 주어진 EPC를 가지고 어떤 통합 RFID 정보서비스에게 질의를 해야 할지 선택해야 하는 경우가 발생한다.

통합 RFID 정보서비스를 구현하는 방법으로는 [그림 4]와 같이 두 가지 방법이 가능하다. 첫째, ONS를 사용하지 않고 직접 통합 RFID 정보서비스의 주소를 클라이언트가 유지할 수 있다. 둘째, RFID 정보서비스의 주소를 맵핑하는 ONS의 기본 기능을 확장하여, 각 RFID 정보서비스에 대한 추가 정보를 함께 관리한다. 클라이언트들은 자기가 사용하고자 하는 목적에 맞는 RFID 정보서비스를 액세스할 수 있게 된다.

통합 RFID 정보서비스를 구현하기 위해서는 분산되어 있는 지역 데이터베이스를 통합할 수 있는 데이터베이스 통합 미들웨어를 사용한다. 통합 미들웨어는 통합 자료 모델에 따라 관계형 자료 모델, 객체 지향 자료 모델, XML 자료 모델 등으로 나눌 수 있다. 그런데, 통합 RFID 정보서비스는 하위 레벨에 있는 데이터베이스에서 질의 결과를 PML 형태로 제공하므로, XML 자료 모델을 사용



[그림 4] 통합형 RFID 정보서비스 구현 방법

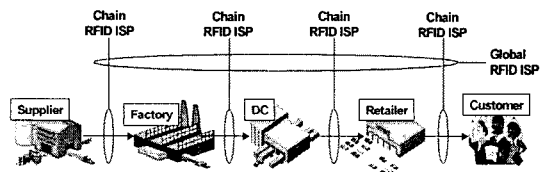
하는 것이 추가적인 변환이 없이 효율적이다. 통합 미들웨어로는 한국전자통신연구원에서 개발한 DataBlender를 사용할 수 있다. DataBlender는 통합 스키마 정의, 통합 질의 처리, 통합 결과 관리 기능을 가지고 있으며, XML Schema, XQuery 등 XML 관련 주요 표준을 지원하기 때문에 통합 RFID 정보서비스 구축을 위한 통합 미들웨어로서 적합하다.

### 5.4 통합미들웨어 활용

최근의 전자거래 허브(e-Hub 또는 e-Marketplace) [7,11]는 거래시장(Exchange) [11] 형태나 ASP (Application Service Provider)를 이용해 연결되고 통합되는 추세를 보이고 있다. 이런 전자거래 허브는 통합형 미들웨어에 기반한 RFID 정보서비스 구조가 적용될 수 있는 가장 적합한

구조로 판단된다. 유통분야와 자동차 산업분야가 통합형 전자거래 허브가 활발히 적용되고 있는 대표적인 산업들이다. 유통분야의 대표적인 전자거래 허브 사이트로는 세계 3대 Retail 전자거래 허브(Retail Link, GNX, WWRE)들과 QRS, TRANSORA, GlobalSources 등이 있다.

전자거래 허브 모델은 하나의 산업에 적용되는 RFID 정보서비스 구조로 볼 수 있으며, 통합형 미들웨어 활용을 포함한 다양한 분산 RFID 정보서비스 운영 구조를 고려해 볼 수 있다. 전자거래 허브에 콘텐츠 관리 기능을 겸하여 참여 사업자들의 제품정보(PML 데이터)를 통합적으로 관리, 운영하는 Global RFID 정보서비스가 존재하는 구조가 기본적으로 고려가능하고, 각 Local RFID 정보서비스와의 관계를 고려하여 RFID 정보서비스 공급자(Information Service Provider) 사업모델(RFID ISP 모델)을 공급망상의 어떤 사업자들과의 사이에 형성하고 서비스하도록 할 것인가도 중요한 설계 고려요인이다.



[그림 5] RFID ISP 구성방법

[그림 5]와 같이 RFID ISP의 비즈니스 모델 설계는 체인별 역할을 구분하여 허브서비스를 구성하는 방법이 가능하며, 또한 유통분야 사례에서 본바와 같이 유통사업자를 중심으로 전자거래 허브를 구성하는 모델 설계도 가능하다. 공급망상의 마지막 사슬인 소비자를 중심으로 하는 전자거래 허브 모델은 현재 B2C 전자상거래 시장에서 가

장 일반적인 정보중개 서비스가 된 비교구매(Comparison Shopping) 서비스라고 볼 수 있으며, 그 후방의 체인 사업자를 대상으로 하는 체인별 RFID ISP 모델의 설계를 고려해 볼 수 있다. 이런 RFID 정보서비스는 기본적으로는 정보중개 서비스로써 각 사슬 사업자에게 대한 EPC기반 PML 데이터를 제공하고, PML 데이터 사용을 활성화하며, 제품과 제조자 및 사업자 정보를 제공하고, 판매자와 구매자의 거래 및 상호작용성 기능들을 제공하는 역할들을 수행한다.

전자거래 허브구조를 갖는 RFID ISP 서비스를 구성하는 방식은 제품정보를 각 사업자와의 관계를 통해 RFID 정보서비스를 구성하는 방법에 따라 다음과 같이 구분할 수 있다.

- 선등록 후검색 서비스 방법(Register & Search, Service Method)
- 선검색 후등록 서비스 방법(Search & Register, Service Method)

전자거래 허브의 통합적 제품정보 데이터베이스의 구성은 RFID 객체와 연관된 제품정보(정적, 동적)를 어느 수준까지 보관 관리할 것인가의 정책적 이슈 또한 RFID 정보서비스의 효율성이란 측면에서 중요하며, 가능한 정보수집 및 통합관리(Information Aggregation Level)의 수준에 대한 고려가 필요하다.

## 6. 결론

본 연구는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 근간인 RFID 객체를 활용하는 물류시스템의 생산성 향상을 위해서 필수적인 RFID 객체에 관한 정보를 기술하고 관리하는 방법으로써 EPC기반의 PML 데이터 관리체계를 분석하였고, 해당 PML 데이터들

에 대한 검색요구에 대해서 실시간으로 응답해주는 RFID 정보서비스의 구조를 설계하였다. RFID 정보서비스의 활용을 통해 물류시스템은 재고 관리와 계산 시간의 단축, 결품율의 절감 등의 효과를 얻게 되며, PML 데이터의 관리와 이에 기반한 RFID 정보서비스는 전체 물류시스템의 성능을 좌우하는 핵심 부분이다.

RFID 정보서비스의 구조 설계를 위해, 본 연구는 RFID 네트워크 구조와 구성요소들을 분석하여 각 구성요소의 기능 및 운영 현황을 정리하였으며, 구성요소들 사이의 상호작용을 위한 PML 데이터 분류, PML 사용패턴, 그리고 PML 질의유형을 분석하고 그 결과를 바탕으로 EPC기반의 RFID 정보서비스를 설계하였다. 네트워크 상에서 분산형 정보시스템 구조로 운영되기 때문에 RFID 정보서비스가 갖는 애로사항인 통신량과 처리시간 과다, 인증 등의 문제를 해소하는 방법으로 데이터베이스 미들웨어를 활용하는 통합형 RFID 정보서비스 구조를 설계하여 제시하였다. 통합형 RFID 정보서비스 구조는 단일형 RFID 정보서비스 구조를 기반으로 하며 응용시스템의 PML 데이터 검색요구에 대해서 기존의 RFID 검색서비스의 기능과 데이터베이스 스키마 통합기능을 확장해 사용함으로써 응답하도록 설계되었다.

RFID 정보서비스의 활용확대와 대중화를 위해서는 실제 공급망 사업자의 채택에 대한 현장연구와 그 성과성에 대한 실험 및 효과성연구 등의 추가적인 연구가 중요하다. 또한 RFID 기반 물류서비스를 위한 관련 사업모델의 세분화와 적용연구 등이 추가연구로 필요하다.

## 참고문헌

- [1] Auto-ID Center, Auto-ID Object Name Service(ONS) 1.0, Aug. 2003.
- [2] Auto-ID Center, EPC Tag Data Standards Version 1.1, Apr. 2004.
- [3] Floerkemeier, C. et. al., PML Core Specification 1.0, Auto-ID Center, 2003.
- [4] Harrison M. and McFarlane D., Development of a Prototype PML Server for an Auto-ID Enabled Robotic Manufacturing Environment, Auto-ID Center, CAM-AutoID-WH-010, 2003.
- [5] Harrison M., EPC Information Service - Data Model and Queries, Auto-ID Center, CAM-AUTOID-WH-025, 2003.
- [6] Harrison, M., Moran, H., Brusey, J., and McFarlane, D., PML Server Developments, Auto-ID Center, CAM-AutoID-WH-015, June 2003.
- [7] Kaplan S. & Sawhney M., "E-Hubs: the new B2B marketplaces", Harvard Business Review, May-June, pp.97-103, 2000.
- [8] Koh, R., Schuster, E. W., Chackrabarti, I., and Bellman, A., Securing the Pharmaceutical Supply Chain, Auto-ID Center, MIT-AUTOID-WH-021, 2003.
- [9] Lyytinen, K., Yoo, Y., "Issues and Challenges in Ubiquitous Computing", Communication OF the ACM 45(12), 2002.
- [10] Noboru Koshizuka, The Latest Trend of Ubiquitous ID, RFID User Forum Spring 2004 of RFID Technology, Mar, 2004.
- [11] Sculley, A. B. and W.W. Woods, B2B Exchanges ISI publications,1999.
- [12] VeriSign, EPC Information Service Implementation Guide 1.5, Aug. 2004.
- [13] VeriSign, EPC Service Quick Start Guide, Oct. 2004.
- [14] VeriSign, The EPC Network: Enhancing the Supply Chain, 2004.
- [15] Weiser, M., "Hot Topics: Ubiquitous Computing", IEEE Computers, 1993.
- [16] 김재윤, "유비쿼터스 컴퓨팅: 비즈니스 모델과 전망", 삼성경제연구소, 2003.
- [17] 무역연구소, "유통, 물류산업의 혁명 RFID (Radio Frequency Identification)", 2004
- [18] 물류매거진, "U-Connect 및 RFID Test Center(by SUN) 참관기", 2004.07
- [19] 이은곤, "RFID 확산 추진현황 및 전망", 정보통신정책 제16권6호, 2004.
- [20] 정보통신부, "u-센서 네트워크 구축 기본계획", 2004.10
- [21] 한국인터넷진흥원, "RFID 검색시스템 구축 및 운영 지침 버전1.0", 2004.12.07.





Abstract

## Distributed RFID Information Service Architecture for Ubiquitous Logistics

Jae Won Lee\* · Young-Koo Lee\*\*

To realize a ubiquitous logistics management system using the smart object of Electronic Product Code(EPC) enabled RFID tag, the design and management of RFID Information Service is very important. RFID Information Service searches, transfers and responds to the other's PML request, but Physical Markup Language (PML) data management between trading system elements has issues of standardization of PML data description and processing, and problems of data traffic and communication time overload because of the innate distributed characteristics. As a complementary study, this research analyzes the usage patterns and data types of PML. On that analysis we provide a design of the distributed RFID Information Service architecture of PML data management that is using DB middleware. Standalone and Integrated type of RFID IS were proposed.

**Key words** : Information Service Architecture, Physical Markup Language, RFID, Ubiquitous Logistics, Electronic Product Code

---

\* School of Industrial Management, Korea University of Technology and Education

\*\* Department of Compute Engineering, Kyung Hee University

