

Chip 네트워크 구축을 위한 RFID 기술 동향 및 도전적 과제

주 용 완*

◆ 목 차 ◆

- | | |
|---|---------------------|
| 1. 서 론 | 5. RFID 시스템 핵심 구성요소 |
| 2. 핵심사항 | 6. 국내·외 기술 표준화 동향 |
| 3. RFID 개요 | 7. 도전적 과제 |
| 4. RFID 기반의 Chip 네트워크 구축을 위한
서비스 요구사항 분석 | 8. 결 론 |

1. 서 론

우리나라는 지식정보사회에서 가계, 기업, 정부가 성공적인 본연의 기능을 효율적으로 수행하기 위해 언제, 어디서나 유용한 정보를 획득하여 활용할 수 있는 환경적 기반 제공을 위하여 Cyber-Korea21이라는 국가정책을 성공적으로 마무리하고 국민소득 2만불 시대를 염과 동시에 IT 선진국으로의 입지를 공고히 하기 위하여 BcN 구축계획, Ubiquitous Sensor 네트워크 구축 및 10대 차세대 성장 동력산업 선정 등의 일련의 세부계획을 마련하여 추진을 계획 중에 있다.

위와 같은 범정부 차원의 차세대 계획들은 Ubiquitous 환경체계 구현을 통하여 기술, 비즈니스, 산업의 접목과 융합을 통한 새로운 공간과 가치를 창출할 것으로 기대되는데 이는 Ubiquitous 환경을 기반으로 한 일반 사물·제품의 관리 및 기업의 생산, 유통, 보관, 판매 등의 비즈니스 프로세스의 혁신적 개선 지원으로 경제 주체들의 경영 효율화에 크게 기여할 것이 예상된다.

이러한 Ubiquitous 환경의 안정적 구현과 이를 통한 성장동력산업의 효과적인 육성 및 지원을 위해서는 사물에 전자 Tag를 부착하여 네트워크 상에서 모든 사물에 효율적인 관리 수단을 제공하는, Ubiquitous 산업 구현의 핵심 요소기반이라고 할 수 있는, RFID

(Radio Frequency IDentification)의 도입이 필수적이라고 할 수 있다.

따라서, 본 고에서는 Chip 네트워크 구현과 산업 전반의 경영 효율 제고에 핵심요소로 자리 잡을 것으로 기대되는 RFID의 기술 동향과 이의 체계적인 도입을 위한 도전적인 과제를 살펴보고자 한다.

2. 핵심사항

본 고에서는 RFID의 선도적인 기술 연구 기관인 Auto-ID Center¹⁾(현재 EPCGlobal²⁾)에서 사용하는 기술 용어를 사용하여 작성된 것으로, RFID 기반의 Chip 네트워크 구축을 위한 서비스 요구사항을 기초로 RFID의 구성요소, 각각의 기술동향과 도전적 과제들에 주안점을 두고 있다.

3. RFID 개요

RFID는 Ubiquitous Chip을 기반으로 한 U-Business 분야의 혁신 개념 중의 하나로 Radio Wave와 소형 Chip을 이용한 기술이다. 이는 2차 세계 대전 중에 아군과 적군의 전투기를 구분하는데 사용된 검증된 Item 자동

* 숭실대학교 컴퓨터공학과 박사과정

1) <http://www.autoidlabs.org>

2) <http://www.epcglobalinc.org>

(표 1) 예상 시장 규모³⁾

단위: 억원

구분	2003	2004	2005	2006	2007	비고
시장	13,200	24,000	36,000	49,200	63,600	
규모	660	1,200	1,800	2,460	3,180	

식별 기술이고 그동안 비용과 기술상의 제약으로 인해 상용화되지 못하다가 CEBIT 2003을 통해서 부각되었다.

이는 특히, 기존의 Bar-Code 개념의 Item 식별이 진화된 개념으로 국방, 의료, 문화 등 산업 전반의 Near Time 자산 관리, 공급망 관리, 유통 관리 그리고 지식 관리 등의 분야에 혁신적인 적용이 가능하다.

ID TechEX의 자료에 따르면 이러한 RFID 세계시장의 규모는 2003년 11억불 규모에서 2010년까지는 약 100억불 규모로 성장 할 것으로 예상되고 있고 국내시장의 경우에도 세계시장 규모의 약 5%로 추정 시 2006년까지 약 2,460억 규모로 지속적으로 성장될 것으로 예상되고 있다.

4. RFID 기반의 Chip 네트워크 구축을 위한 서비스 요구사항 분석

RFID 기반의 Chip 네트워크 구축은 기존 Bar-Code 개념의 전형적인 물류관리 체계에서 탈피한 가계, 기업, 정부라는 경제주체의 3가지 축이 RFID와 정보통신 기반을 이용하여 생산, 유통, 소비라는 3부분의 경제활동에, 특히 유통 분야에 있어서, 혁신을 가져다 주는 새로운 인프라의 구축이라는 신 개념에서 출발했다고 볼 수 있다.

즉, 생산에서 소비에 이르는 흐름을 기반으로 재화와 서비스(용역)를 효과적으로 이전시키고 장소, 시간, 소유의 효용을 창조하는 활동에서 활용되고 있는 JIT (Just In Time), POS(Point of Sale) 등의 최적화 방법들이 RFID와 네트워크를 이용하여 전체 경제활동에 최적화 기반을 제공하는 새로운 네트워크인 것이다.

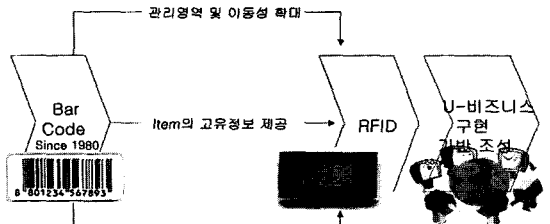
다음의 표에서는 RFID를 활용한 Chip 네트워크 구축을 위한 서비스 요구사항을 소매점(표 2) 및 제조사

(표 2) Chip 네트워크 구축을 위한 서비스 요구사항 (소매점)

구분	주요 요구	업무상 영향	재정적 영향
재고 관리	- 공급망상의 재고의 가시성 및 정확성	- 축소된 싸이클 및 물리적 Count - 재고의 개선	- 업무 자원의 절감 - 노동비 절감
품질 관리	- 수요와 공급의 동기화 - 수익 손실	- 개선된 판촉 관리 - 최적화된 Item 배정	- 수익 최적화 - 개선된 회전율 - 판매 증가
절도 방지	- 고객 서비스 - 수익 손실	- Item 상태의 실시간 가시성 개선 - 측정 능력의 개선	- 절도 방지비용 절감 - LP 자원의 감소

(표 3) Chip 네트워크 구축을 위한 서비스 요구사항 (제조사)

구분	주요 요구	업무상 영향	재정적 영향
재고 관리	- 증가된 재고 정확도 - 향상된 재고 가시화 - 개선된 고객 서비스 - 고객 요구사항	- 노동력 감소 - 재고회전을 증가 - 노화 감소 - 서비스 수준 향상 - 요구 기반의 보충	- 운전자금 감소 - COGS 감소 - 판매 증가
품질 관리	- 8-10% COGS 문제 - 판매 성장 - 시장 분할 관리	- 수입 증대 - 고객 서비스 증가 - 측정 능력 확보	- 판매 증가 - 순이익률 증가 - 운전자금 효율향상 - 운영 비용 감소
참고 관리	- 정확성 - 노동 효율성 - 처리량	- 주문 및 선적의 정확성 - 정보 선별 자동화 - 순환 주기 감소	- 노동비용 절감 - 요구공간 감소



(그림 1) Chip 네트워크 진화도

(표 3)의 관점에서 분석한 자료⁴⁾이다. 이는 경제활동에 있어서 Item 전달 경로상의 주요 주체인 생산자와 판매업자를 대상으로 한 조사결과 가장 중요하게 고려하는 항목을 중심으로 표현한 것이다.

이와 같은 구체적인 서비스 요구사항들은 그림 1에

3) 정보통신부 전파방송관리국, Ubiquitous Sensor Network 인프라 구축계획(안), 2003.

4) Joe Dunlap 외 4명, Auto-ID Center, Accenture, If you Build it, They Will Come: EPC™ Forum Market Sizing Analysis.

서 정리된 바와 같이 현재의 Item 관리 체계에서 관리영역 및 이동성 확대, 제공 정보의 확충, 식별체계의 안정성 강화로 대변될 수 있으며, RFID 도입 및 Chip 네트워크 구축의 매개체로서 작용하고 있다.

5. RFID 시스템 핵심 구성요소

RFID 기반의 Chip 네트워크 구축을 위한 시스템 핵심 구성요소를 확인해 보면 크게 아래 그림 2과 같이 RFID Tag, Tag의 Chip 정보를 수집하여 Savant라는 컴퓨터 시스템에 전송하는 Reader, 정보를 수집·저장 및 타 Savant와 상호작용을 하는 계층적인 네트워크 신경시스템인 Savant, 해당 Item에 대한 정보를 보유한 서버를 찾아서 Savant에 안내서비스를 제공하는 DNS (Domain Name Service)와 유사한 ONS(Object Name Service), 그리고 각 제품의 제조사들에서 운영되는 동적 데이터 등의 다양한 데이터의 저장 장소인 PML (Physical Markup Language) 서버 총 5가지 부분으로 구성된다.

RFID Tag는 소형 Chip과 안테나로 구성되는데 이는 전지의 유무에 따라서 Active RFID Tag과 Passive RFID Tag로 나눌 수 있고, Chip의 Read와 Write 기능 부여 여부에 따라 Read-Write RFID Tag와 Read-Only Tag로 나눌 수 있다. Active RFID Tag는 셀룰러 폰이 BS(Base Station)에 신호를 전송하는 방식과 같이 Reader에 신호를 전송하므로 상당히 장거리 영역에 걸쳐서 관리가 필요한 고부가가치 Item들을 위해 유용한 반면 전자기파 방식을 사용하는 Passive 형태는 1미터 이내의 근거리 서비스에 유용하고 저가로 가장 보편

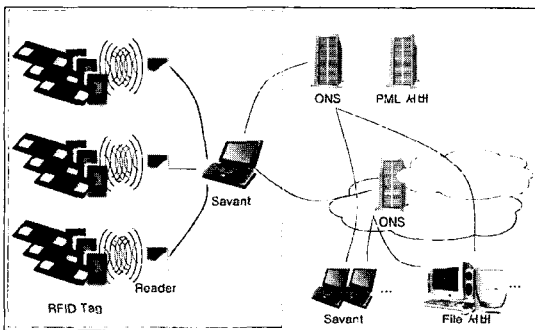
적으로 사용될 것으로 예상된다. 그리고 Read-Write 유형의 Tag는 특별한 응용 목적을 위해 용이하기는 하나 가격이 비싸다는 단점이 있다.

Reader는 Tag에 대하여 다양한 디지털 방식의 부호화를 이용하여 1차적으로 데이터를 처리한다. Passive Tag를 처리하는데 가장 일반적인 방법은 Inductive Coupling인데 이는 Reader의 안테나가 Tag의 코일 안테나와 함께 자기장을 형성하여 Tag가 이 자기장으로부터 에너지를 받아 Reader에 정보를 전송하는 방식을 말한다. 그리고 Reader의 커버리지 영역은 Reader의 파워와 Reader와 Tag가 통신을 위해 사용하는 주파수에 의존한다. 예를 들어 UHF Tag의 경우 일반적으로 3미터에서 6미터 정도의 도달 거리를 가질 수 있다.

그리고, Savant는 Reader가 계속적으로 수집한 정보를 관리하고 이동시키는 기능을 수행하는 것으로 이는 Chip 네트워크의 신경시스템으로써 작용한다. 즉, 각 프로세스 상에서의 데이터의 흐름을 관리하도록 분산 구조로 설계된 미들웨어 시스템으로 Reader에서 받은 데이터의 정확화를 위한 알고리즘 활용 및 데이터의 분석과 중복 데이터의 삭제, 프로세스 상에서의 필요 정보 전송, RIED(Real-time In-Memory event DB)의 유지를 통한 데이터 저장, 그리고 데이터 관리와 모니터링을 수행하는 TMS(Task Management System) 기능을 가진다.

또한 ONS(Object Name Service)는 RFID 기반의 Chip 네트워크 구현의 핵심이라고 할 수 있는데 RFID를 소유한 Item들에 대한 심도 있는 정보를 제공하기 위해서 웹 또는 관련 사이트에 연결을 해 주는 DNS와 유사한 구조의 서비스라고 볼 수 있다. ONS의 구체적인 이해를 위해서 ONS의 전형적인 조회 실례를 살펴보자면, 먼저 Tag의 정보가 읽혀지고, Reader는 그 정보를 Savant와 같은 로컬 서버에 전송을 하고, 본 정보는 URI 형태로 변환되어서 로컬 ONS 서버에 전송된다. 이에 따라서, Resolver는 URI 형태를 도메인 네임으로 변환하고 그리고 그 해당 도메인의 NAPTR Record들을 얻기 위해서 DNS 조회를 발생시켜 서비스를 제공하게 된다. 본 요소는 그 중요성이 높은 만큼 좀 더 면밀한 연구가 요구되고 있는 분야라 할 수 있다.

마지막으로 PML(Physical Markup Language)는 RFID 기반의 Chip 네트워크의 모든 Item들과 관계된 정보를



(그림 2) Chip 네트워크 서비스 구성도

대표하고 분배하기 위한 일반적이고 표준화된 XML 용어집을 말하는 것으로, 이는 Chip 네트워크 내에 교환되는 메시지들의 내용들을 표준화하기 위한 것이다.

6. 국내·외 기술 표준화 동향

RFID의 관련 제품 및 서비스 호환성을 위해서는 주파수 및 통신방식에 대한 국제 표준화를 기반으로 한 개방형 시스템의 구축이 필수적이라고 할 수 있고, 이를 위해서 고려해야 할 요소로는 사용가능한 주파수 범위, 하드웨어 및 소프트웨어 기술, Tag의 자료 구분에 대한 활용방법 등이 있다.

먼저 Tag에 인입될 Item 식별번호의 표준화는 EPC Global, ISO/IEC 및 Auto-ID Center의 유기적인 협력을 기반으로 ISO/IEC에서 15963번의 문서로 진행되고 있으며, Final committee Draft(FCD) 상태이다. Auto-ID Center에서 기존 Bar-Code를 진화시켜 EPC(Electronic Product Code) 체계를 정립하고 있으며 EPC는 Header(EPC 버전), EPC Manager(제조업체 번호)+Object Class(Item 번호)+Serial Number(개별Item 식별번호) 4부분으로 구성되어 세계적 수출입 관계에서 Item에 대한 중복된 Tag 장착이 발생하지 않도록 체계적인 정립을 시도하고 있다.

주파수 분야에서는 ISO의 SC31에서 6개 부분으로 나누어 표준화를 진행 중에 있는데 처음 제정 당시에는 135KHz이하, 13.56MHz, 2.45GHz, 5.8GHz, 860-930MHz의 6종류로 시작하여 각 주파수 별로 표준화를 진행하고 있다.⁵⁾ 현재 일본의 경우 860-930MHz 대역을 이동통신용으로 사용하고 있어 950-956MHz 대역을 RFID용으로 2003년 할당하였으며 미국은 902-928MHz 대역을 사용 중에 있다. 그리고 우리나라의 경우 현재 5.8GHz의 기사용으로 인해 이를 제외한 나머지 135KHz 이하, 13.56MHz, 2.45GHz를 현재 사용 중에 있고 그리고 추가적으로 860-930MHz 대역 내에서 세계적인 주파수 이용 및 기술개발 추세에 맞춰 적정 대역의 분배를 추진할 계획이다.⁶⁾

그리고, 하드웨어 및 소프트웨어 기술 분야에서는 Reader 등의 제품이 Tag 식별 체계 표준과 주파수 분야의 표준을 기반으로 각 하드웨어 및 소프트웨어가 상호 호환될 수 있는 표준을 제정하는데 목적을 두고 있으며, 현재 ISO/IEC SC31 그룹에서 데이터 구문 표준 3건을 추진하고 있다.

아울러, 데이터 구문 표준)에서 크게 Reader와 응용 프로그램 사이의 공통 인터페이스를 명시하는 응용 인터페이스(ISO/IEC WD 15961)와 데이터 인코딩 규칙 및 논리 메모리 기능(ISO/IEC WD 15962)으로 구분되어 진행되고 있는데 이는 국가·지역 및 제조업체·주파수별 차이에서 기인하는 하드웨어 및 소프트웨어의 중복 투자를 제거하여 전 세계적으로 RFID 공용화를 이루기 위함이다.

7. 도전적 과제

RFID의 보급 및 활성화를 위해서는 기본적으로 Tag 및 Reader의 장비가격이 시장에 확산될 수 있는 적정 선이어야 한다. 미국의 Auto-ID 센터의 경우 Tag 가격 5센트(약 60원)⁸⁾를 RFID의 확산 분기점으로 예상하고 있다.

또한 위와 같은 실물경제의 도전적 과제이외에도 전 세계적으로 통용될 수 있는 기술적 기반 확보가 시급한 실정인데, 우선 RFID Tag에 사물의 식별자로 가입되는 EPC의 체계를 정립해야한다. Auto-ID 센터에서는 현재의 Bar-Code 체계를 진화시켜 EPC⁹⁾를 Header(EPC 버전), EPC Manager(제조업체 번호)+Object Class(Item 번호)+Serial Number(개별Item 식별번호) 4부분으로 구성하고 이를 세계적 수출입 관계에서 Item에 대한 중복된 Tag 장착이 발생하지 않도록 체계적으로 정립하려고 시도하고 있다. 국내에서는 이런 국제적인 흐름을 정확하게 분석하여 국내 환경에 맞는 EPC 활용 및 적용에 대한 대비를 하여야 할 것이다.

Reader는 개별 주파수 대역별로 장점을 살려 공통

5) TTA 저널, 이근호, 무선식별(RFID) 기술

6) 정보통신부 전파방송관리국, Ubiquitous Sensor 네트워크 인프라 구축계획(안), 2003.

7) <http://www.autoid.org/SC31>

8) Auto-ID Center, Technology Guide

9) David Brock, MIT Auto-ID Center, EPCTM Tag Data Specification 1.0, 2003. 9. 12

으로 사용할 수 있는 표준화가 선결 문제이다. 각 주파수 대역별로 각각의 Reader를 사용하기 위해서는 초기 투자 비용이 막대하게 소요될 수 있기 때문이며, 이는 보급 촉진에 큰 장애물이 될 것이기 때문이다.

Savant 및 ONS의 경우, 경제흐름을 반영한 시스템의 내부 구조도 고려해야 하겠지만, 분산 서비스 개념을 고려했을 때 서비스의 계층성에 초점을 맞추어 효율적인 정보 관리 및 서비스 체계가 초기에 정착될 수 있도록 하여야 할 것이다. 현재 인터넷 망에서 발생하는 데이터 트래픽의 몇 배에서 몇 십 배 증가할 것으로 예상되는 Savant, ONS 시스템 상의 Item 정보 트래픽 처리의 효율성 제고가 초기에 이루어져야 한다.

개인정보침해에 대한 과제 또한 남아있다. 지난 4월 세계적인 의류업체인 베네통사의 RFID Tag 사용 계획이 개인정보침해에 대한 문제제기¹⁰⁾로 무산되면서 RFID Tag의 개인정보침해 문제가 대두되었고, 이에 대응하여 최근 EPCGlobal에서 Auto-ID에 대한 개인정보보호 가이드라인을 제정하여 공표하였다.

그러나 인터넷상에서의 개인정보침해에 대한 끊임 없는 논의의 추이를 살펴봤을 때 EPCGlobal의 가이드라인 제정에도 불구하고 RFID 관련한 개인정보침해 문제에 지속적으로 관심을 가져야 일반인을 대상으로 한 실제 Item의 RFID 적용이 가능해지리라 예상된다.

마지막으로 위에 기술한 모든 도전적 과제를 포함하여 국내 환경에 최적화된 RFID 서비스 체계 모델링이라는 과제가 존재한다. 국제적인 표준화 흐름을 수용하면서 세계 최고의 인터넷 인프라를 활용하고 결국에는 국내의 특성을 반영한 국내 RFID 서비스 체계 모델링은 우리가 반드시 풀어야 할 숙제이다.

8. 결론

Ubiquitous 사회 구현을 위한 정부의 힘찬 발걸음이 시작되었다. 이러한 발걸음에 BeN, IPv6 등 많은 뇌관들이 준비되고 있으며, RFID 또한 강력한 뇌관으로 자리 잡을 수 있도록 Chip을 기반으로 한 센서 네트워크 구축 계획을 정부에서 제시해놓은 상태이다. 국내에서는 아직 걸음마 단계이지만, 세계 IT Testbed 역

할을 수행하고 있는 우리나라에서 RFID를 기반으로 한 Chip 네트워크 구축을 위하여 산·학·연·관의 유기적인 결속 및 개별 분야의 통합을 통해 새로운 네트워크 세상으로의 진화의 선두에 서야 할 것이다. 특히 정부는 범부처간 이해관계를 뛰어넘어 부처별 협업의 시너지를 극대화할 수 있도록 국가의 큰 그림을 그려야 할 것이다. 정부의 주도 하에 정부 산하 기관의 특성을 살려 기술 및 표준화 분야에서, 다년간의 DNS (Domain Name Service) 구축 및 관리 경험을 바탕으로 한 KRNIC이 ONS(Object Name Service) 분야에 중점적으로 연구를 추진하고, 기타 장비개발 등의 연구분야는 ETRI, 정책 및 사업화 분야는 NCA 및 KISDI, 개인정보보호 부분에는 KISA 등 RFID 기반의 Chip 네트워크 구축 기반을 초기에 자리매김 하여야 한다. 이를 통해 향후 산업체에서의 장비 개발 및 서비스 제공에 있어서 혼선을 최소화하고, RFID 기반의 Chip 네트워크 구축 분야에서 국가 경쟁력을 향상하여 Ubiquitous 시대에 선도적으로 대비함으로써 국민 소득 2만불 시대의 조기 실현을 이룩해야 할 것이다.

참고문헌

- [1] Auto-ID Center, Technology Guide
- [2] David Brock, MIT Auto-ID Center, EPCTM Tag Data Specification 1.0, 2003. 9. 12
- [3] Joe Dunlap 외 4명, Auto-ID Center, Accenture, If you Build it, They Will Come: EPCTM Forum Market Sizing Analysis
- [4] Auto-ID Object Name Service 1.0
- [5] ISC/IEC FCD 15963
- [6] VeriSign EPC Network Services
- [7] 정보통신부 전파방송관리국, Ubiquitous Sensor 네트워크 인프라 구축계획(안), 2003.
- [8] TTA 저널, 이근호, 무선식별(RFID) 기술
- [9] 한국유통정보센터, RFID 특집
- [10] <http://www.epcglobalinc.org>
- [11] <http://www.rfidjournal.com>
- [12] <http://www.aimglobal.org/technologies/rfid/>
- [13] <http://www.autoid.org/SC31>
- [14] <http://www.autoidlabs.org/>

10) <http://www.rfidjournal.com>

◎ 저자 소개 ◎



주 용 완

1990년 3월~1997년 2월 한국외국어대학교 경영학(학사)

1997년 3월~1999년 12월 한국전산원

1999년 12월~현재 : 한국인터넷정보센터 IP주소관리팀 팀장

2000년 3월~2002년 8월 한국외국어대학교 경영학(석사)

2003년 3월~현재 : 숭실대학교 컴퓨터공학과 박사과정

2003년 3월~현재 : APNIC 이사