

RFID의 현황분석 및 발전방향에 관한 연구

양희중* · 임준민*

*청주대학교 산업정보시스템공학과

Analysis of Present Tendencies and Strategic Direction for the Development in RFID Industry

Hee-Joong Yang* · June-Men Im*

*Dept. of Industrial & Information System Engineering, Chongju University

RFID is a technique that plays an important role in identifying and tracking the movement of objects by inserting small chips in objects. It is somewhat similar to bar codes from the various points of applications, but is hopefully considered to lead to tremendous development by solving the present drawbacks of bar codes such as slow identification. Speed, low rate of identification, limitation on the distance of identification and on the amount of saving capacity. Through the development of RFID technique, revolutionary growth is anticipated in the area of logistics and commodity distributional systems. Futhermore, the self processing RFID makes the communications between man and objects possible, and through which introduction of ubiquitous atmosphere will be accelerated. Therefore RFID is considered as one of the most attracting area of investment by developed countries as well as Korea. In this paper, we analyze the world wide tendency on RFID, and propose the conditions for activating RFID industry and also suggest directions for national strategy for diffusing RFID.

Keywords : RFID(Radio Frequency Identification), Ubiquitous, Computing

1. 서 론

전 세계적인 정보화 열풍에 맞추어 정부는 세계적 추세에 맞추어 국가적 정보화 패러다임을 제시하여 왔다.

초기에 제시 되었던 'cyber-korea21'은 인터넷 인프라에 확보를 통한 전자공간의 확대에 그 목적이 있었고 이후의 'e-korea'는 'cyber-korea21'을 통해 확보된 전자공간에 여러 서비스와 다양한 기능을 채워 넣어 전자공간을 우리 생활공간에 편입시키는 것이 목적 이었다. 하지만 전자공간의 급속한 발전은 인간의 생활공간 즉 물리적 공간의 발전 속도를 뛰어 넘었고 그 기능 및 역할의 증가는 전자(가상)공간과 물리공간의 괴리를 불러 왔다. 이 차이를 해결하기 위한 새로운 패러다임이 제시되었는데 그것이 'u-korea'이다. 정부는 2004년 6월 u-ko-

rea를 발표 하였다. 이는 현재 IT분야에 가장 큰 화두인 ubiquitous세상으로의 발전에 대한 계획을 담고 있다. 'cyber-korea21'을 통해 전자공간을 확충했고, 'e-korea'을 통해 전자공간내의 기능상의 발전을 이루었다면, 이제 'u-korea'를 통해 전자공간과 물리공간의 결합을 이끌어 진정한 ubiquitous세상으로 가는 길을 열고자 하는 것이다. 이러한 정보화 패러다임의 변천 과정이 <표 1>에 도시되어 있다. 이와 같은 정보화 패러다임의 변화는 단지 우리나라만의 변화가 아니며, 이미 정보화 선진국들은 우리보다 앞서 ubiquitous를 자국의 새로운 정보화 패러다임 및 새로운 IT산업 발전 전략으로 상정하고 국가적 역량을 집중하고 있다.

Ubiquitous는 공간 속의 지능화된 객체들 간의 커뮤니케이션을 통한 Network로 구현된다. 즉 USN(Ubiquitous

Senor Network이하 USN)을 뜻하는데 이 Network을 통해 모든 서비스를 창출하게 된다.

<table 1> 정보화패러다임의 변천과정

자동화 사회	정보화 사회 (cyber-korea21)	지식기반사회 (e-korea)	지능기반사회 (u-korea)
전산화 단계	on-line화 단계	통합화 단계	Ubiquitous화 단계
1980's - 1994	1995 - 2002	2003 - 현재	2007(예상) -
DB구축	인터넷 확산	채널/서비스 통합	인간/사물/컴퓨터 융합
개별적서비스	온라인서비스	seamless서비스	자율적서비스
정보축적	정보 확산	정보공유/지식창출	사물지능화

현재 USN 구축을 위한 핵심 수단으로 주목 받고 있는 것이 본고에서 논의 하고자하는 RFID(Radio Frequency Identification, 이하 RFID로 표기)이다.

RFID는 70년대 미국에서 탄도미사일 추적을 위한 군 사용 기술로 최초 개발되었던 기술이다.

최근 RFID/ USN에 대한 관심도가 사회 전반적으로 증대되고 있다. RFID/ USN은 IPv6(Internet Protocol version6) 및 BcN(Broadband Convergence Network)과 더불어 미래 Ubiquitous 사회의 기반인프라로써 고려되고 있으며, 한국전자통신연구원(ETRI)을 중심으로 Chip, Tag, Reader 및 미들웨어 분야에 대한 연구개발이 진행되고 있고, 한국전산원에서는 시범사업을 통해 관련서비스의 보급을 촉진하고 있다[15].

RFID/USN 기술은 물품 등사물에 아주 작은 전자Tag를 부착하고 전파를 이용하여 사물의 정보 및 주변 환경정보를 자동으로 추출하여 우리생활의 모든 분야 즉, 식료품으로부터 축산물 관리, 폐기물 관리, 환경 관리, 물류·유통, 보안 등의 영역까지 정보화를 확산시켜 비즈니스에 대변혁을 가져오고 삶의 질을 획기적으로 개선시킬 것으로 기대되는 분야이다. 이는 궁극적으로 모든 사물에 컴퓨팅 및 통신기능을 부여하여 anytime, anywhere, anything 통신이 가능한 환경을 구현함으로써 이제까지 사람 중심(anyone)의 정보화에서 사물을 중심(anything)으로 하는 정보화 지평의 확대를 통해 기존의 산업구조와 생활방식을 광범위하게 변혁시키며 사회전반을 Ubiquitous세상으로 이끌 것으로 예상된다.[2]

미국, 유럽, 일본 등 소위 IT선진국들은 이미 RFID를 차세대 IT산업 발전의 핵심 기술로 판단하고, 수년전 부터 RFID관련 기술 개발에 국가적 차원의 관심을 가지고 대단위 투자를 하고 있으며, 그 결과 매년 20~30%의 투자비 성장세를 보이고 있다.[8]

우리나라는 정통부, 산자부, 국방부를 중심으로 하는 정부부처와 삼성, SK, LG등의 기업에서 적극적으로 기

술 개발과 응용에 참여하고 있으며 선진국에 2~3년 정도 뒤쳐진 기술격차를 줄이기 위해 국가차원의 시범사업의 전개가 이루어지고 있다. 또한 민간기업의 기술개발과 응용에 대한 투자도 활발히 진행되고 있다.[2]

선진국들은 이미 Ubiquitous 사회를 주도하기 위한 기술의 개발과 연구를 진행시키고 있으며, 새로운 IT환경의 주요위치를 선점하기 위해 경쟁적으로 전략개발에 착수 하고 있다. 이런 추세에 우리나라도 뒤처지지 않고 미래의 Ubiquitous기술 환경에서 경쟁력을 갖추기 위해서는 주요 선진국들의 현황을 살펴보고 전략을 분석하는 것이 반드시 필요하다.

그러므로 본고에서는 Ubiquitous Computing의 핵심기술인 RFID에 대한 선진국들의 기술 및 현황 분석을 통해 그것들이 우리에게 주는 시사점을 인식하고 발전방안을 제안하고자 한다.

2. RFID의 이해

RFID는 USN의 중요 말단 기관으로써 새로운 컴퓨터의 이용방식 및 사용 환경의 개념인 Ubiquitous를 구체화 하고 그 발전을 이끌고 있다. 하지만 아직 기술에 대한 완벽한 단일 표준이 제정되지 못해서 각국의 Ubiquitous에 대한 개념에 따라 다른 성격을 지니고 있다. 본고에서는 각국의 RFID에 대한 개념을 파악하고 RFID 주요 기술과 현황을 살펴보겠다.

2.1 각국의 RFID의 개념.

RFID는 일반적으로 생산, 유통, 보관, 소비의 전 과정에 대한 정보를 담은 Tag를 제품에 부착하고, 제품 자체에 장착된 Antenna를 통해, Reader로 하여금 이 정보를 읽고, 인공위성이나 이동통신망 등의 정보시스템과 연계하여 Reader가 이 정보를 항시 파악하고 사용하는 전반적인 활동을 의미한다. 경우에 따라서는 좁은 의미로서 Tag 자체만을 말하기도 한다.[8]

현재 RFID는 국내외적으로 공통적인 정의나 개념이 아직 명확하게 정립되지 않은 상태이다. 국가나 개발 집단별로 Ubiquitous Computing, Ubiquitous Network를 파악하는 방법론에 따라 서로 다른 양상의 정의를 내리고 있다. 개발 주도국인 미국, EU, 일본의 입장과 국내의 입장은 다음과 같다.

(1) 미 국

주로 유통, 군사 면에서 RFID를 도입하고 있는 미국에서는 최첨단 컴퓨터와 소프트웨어 기술력을 토대로

BT(Biological Technology)와 NT(Nano Technology)의 응용을 통해 IT를 새로운 차원으로 발전시켜 Ubiquitous 세상을 구현한다는 계획을 세우고 있다. 따라서 RFID를 자율적인 개념으로서 센싱과 통신플랫폼 기능을 갖춘, 보이지 않는 “Computing System”이란 측면에서 접근하고 있다.[14][16]

(2) EU

EU는 RFID를 Disappearing Computer Initiative의 개념으로 발전시키고 있다. 사물에 소형의 내장형 디바이스인 ‘smart-its’를 삽입함으로써 감지, 인식, Computing 및 무선 통신 등의 기능을 보유하도록 한다. 따라서 사물이 정보인공물로 발전되어 사물간 협력적인 상황인식도 가능하게 하려는 개념에서 접근하고 있다. 그러므로 EU는 통신기능을 부과한 Computing 또는 객체 지향적 측면에서 접근하고 있다고 할 수 있다.[14][16]

(3) 일 본

일본의 경우에는 자국이 보유한 광, 무선센서, 초소형 기계장치, 가전기술 등의 기술력과 자원을 Network화 함으로써 Ubiquitous를 조기에 확산시키는 전략을 세우고 있다. 따라서 RFID를 TRON(The Real time Operating system Nu-clear) 프로젝트의 일환으로 ‘무엇이든, 어디서든 Network’를 가능하게 하는 Ubiquitous Network의 ‘센서’로서 파악하고 있다. 다시 말하면, 무선주파수를 통해 비접촉으로 사물의 상태, 속성을 파악하는 것으로 다양한 사물들이 자유자재로 Network를 구성하고 어떤 단말기를 가지고도, 언제, 어디서든 Network에 연결하여 다양한 서비스를 제공받을 수 있는 Network의 ‘센서’라는 개념에서 접근하고 있다.[14][16]

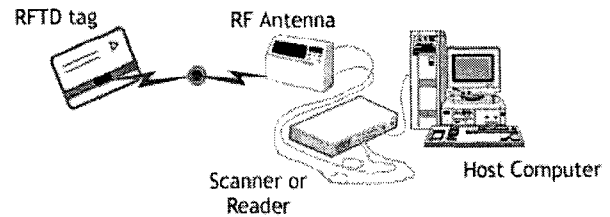
(4) 국 내

국내의 경우, 정보통신부는 u-센서 Network 서비스로서 RFID를 정의하고 있는데, 이는 ‘사물에 전자Tag를 부착하고 각 사물의 정보를 수집, 가공함으로써 개체 간 정보교환, 측위, 원격처리, 관리 등의 서비스를 제공하는 것’으로 정의하고 있다. 한편 산업자원부는 RFID에 대해 ‘제품에 부착된 Chip의 정보를 주파수를 이용해 읽고 쓸 수 있는 무선 주파수 인식으로 사람, 상품, 차량 등을 비 접촉방식으로 인식하는 기술’로 정의하고 있다.[5][14]

2.2 RFID System구성 요소/기술

RFID 시스템의 기본 구성은 <그림 1>에서 보듯이 Antenna가 포함된 Reader기, 무선자원을 송수신할 수 있는 Antenna, 정보를 저장하고 프로토콜로 데이터를 전송

하는 Tag와 서버 그리고 Network로 구성된다. Reader기는 RFID Tag에 읽기와 쓰기를 가능하게 하는 장치이고, Antenna는 정의된 주파수와 프로토콜로 Tag에 저장된 정보를 교환하는 장치이며, Tag는 데이터를 저장하는 RFID의 핵심기능을 담당한다.



<그림 1> RFID system 구성 요소

구성 요소 기술을 Tag기술, Reader기술, 식별 Code체계, 미들웨어 및 망 연동 기술로 구분하여 설명 하면,

(1) Tag기술

RFID Tag의 구성은 반도체 Chip과 Antenna로 구성되고, chip에는 사물의 Code나 정보를 저장하며 Reader의 요청에 의해 자신의 정보를 전송하게 된다. Tag는 Reader와 전자기 에너지 교환에 의해 동작을 하며, 배터리를 사용하는 능동형(active) Tag와 배터리를 사용하지 않는 수동형(passive) Tag로 나눌 수 있다. 주파수에 따라 Tag를 분류하면 종래에는 인식 거리가 짧은 125kHz, 13.56MHz용 저주파 Tag가 주류를 이루었으나, 앞으로는 인식거리가 수 미터에 달하는 900MHz, 2.45GHz대역 등 고주파 대역의 다양한 Tag들이 출현되고 있다.

RFID 기술이 발전하기 위해서는 사물에 부착할 Tag의 가격이 5센트 이하로 저가격, 초소형, 고기능 등의 특성을 가져야 하는 것이 매우 중요하다. 현재 Chip의 가격이 Tag 가격의 약 40%를 차지하고 있으므로 5센트 이하의 Tag를 실현하기 위해서는 Chip을 소형화하고 Packaging 가격을 줄이는 새로운 기술개발이 필요하다. 현재는 Flip chip 기술이 사용되고 있으나, 향후 Chip이 작아지므로 wafer level packaging(WLP) 등의 반도체 기술을 사용하여야 한다.[7]

최근 일본의 히타찌에서는 0.3×0.3 mm 크기의 뮤Chip을 개발하였고, 미국 피츠버그 대학에서는 Chip에 Antenna가 내장된 초소형 PENI Tag를 개발하였다. 하지만 Chip 내장 Antenna 방식은 Antenna 수신율이 급격하게 낮아지므로 인식거리가 짧아진다. 따라서 앞으로도 Antenna는 인식 효율이 좋은 외장 형이 주류를 이룰 것이 예상되며 Chip의 소형화와 함께, Packaging 기술 및 소형 Antenna 설계 기술 등이 주요 연구 내용이 될 것으로 예상된다.[17][19]

최근 EPC글로벌에서는 RFID의 특징 및 요도를 기준으로 RFID의 구분기준을 발표 하였다. RFID를 <표 2>에서 보듯이 6개의 Class로 구분하여 각각의 특성을 설명하고 있다. 이에 따르면 RFID는 가격과 성능에 따라 형태와 적용 분야가 다양해 질 것으로 예상된다.

<표 2> EPC글로벌 RFID Tag구분

	Class0	Class1	Class2	Class3	Class4	Class5
개 요	제조사 입력	사용자 입력	수동형	반수동형	능동형	능동 독립형
	읽기 전용	읽기 전용	읽기쓰기 가능	읽기쓰기 가능	읽기쓰기 가능	읽기쓰기 가능
능 동/수 동형	수동형		반수동형	능동형		
일 기/쓰 기	읽기전용		읽기쓰기가능			
전 송성 공률	낮다		높다			
배 터 리	없음		리튬/마그네슘전지	전원확장성 용이		
수 명	길다	짧다	길다			
도 달 거 리	짧다	길다	중간	길다		
무 선망 Network	기능 없음				Network 구성가능	

(2) Reader기술

RFID Reader는 Tag의 정보를 읽어내기 위해 Tag와 송·수신하는 기기이며, Tag에서 수집된 정보를 Network로 전송하는 기능을 한다. RFID Reader기는 Antenna 성능 및 주변 환경에 의해 인식 거리, 인식 정확도가 영향을 받아 적용 범위가 제한되는 특성이 있다. 한편 3.56MHz, 433MHz, 900MHz, 등의 다양한 주파수 대역에서 동작하는 Reader기와, EPC Code 및 ISO18000 계열의 Code 등 다중 Code를 인식하는 Reader기가 필요하게 될 것이다. 따라서 다중대역/다중Code Reader기와 다양한 모바일 기기에 연동할 수 있는 Reader기 등이 출현할 것으로 예상된다.

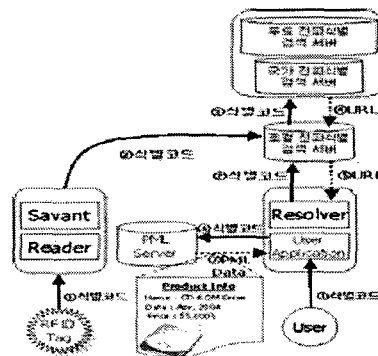
현재 Tag 신호 충돌방지 알고리즘 채용으로 초당 100개까지 인식이 가능 하나 그 이상을 목표로 기술 개발 중이며, 여러 대역의 주파수 인식이 가능한 Multi-band, Mult-protocol Reader기 기술 또한 개발 중이다. 현재 Reader는 인식 성능을 높일 수 있도록 2~4개의 Antenna를 배열하여 사용하고 있으나 향후 주변 환경에 적응하여 빔을 제어할 수 있는 빔성형(Beam forming) Antenna 기술이 적용될 전망이다.[12]

(3) 식별 Code체계

전자 Tag를 이용하여 사물의 식별을 가능케 해야 함으로 용도에 따라서 단위 지역 또는 전 세계적으로 유일한 인식번호를 부여하기 위한 식별Code 체계의 정의가 필요하다. 관련 표준으로는 국제유통표준화를 주도하는 EAN(European Article Number)와 UCC(Uniform Code Council)에서 제안한 EPC(Electronic Product Code)와 일본에서 제안된 u-ID체계가 있으며, 국제 표준화 작업이 진행 중에 있다. 특히 인터넷 주소체계에서 128bit의 IPv6를 추진하고 있어 향후 EPC와 연계 염두에 둔 국제적 표준Code체계의 대응이 필요하다.[3]

(4) 미들웨어 및 망 연동 기술

과거의 사용자 인식 기능 위주의 RFID와 현재 고려되고 있는 사물의 정보화를 위한 RFID를 구분하는 가장 큰 특징이 미들웨어와 망 연동 기능이 있는가의 차이이다. 예를 들어 RFID를 신분증으로 사용하는 회사의 Network를 보면, 인식된 Tag의 정보는 근태관리 및 출입관리 등 회사 내에서만 사용되며, 외부의 망에서는 접속이 불가능하다. 또한 본인의 신분증은 자신이 속한 회사에서만 인식이 될 뿐 타 회사의 Reader기에서는 Code 체계가 다르기 때문에 인식될 수 없게 된다. 하지만 향후 사물의 정보화를 위한 RFID 정보는 전 세계 어디서나 통용될 수 있는 Global Code가 부여되며, 각 Code는 인터넷을 통하여 다양한 응용분야에서 활용될 수 있게 된다. 이러한 기능을 위하여 미들웨어 기술 및 망 연동 기술이 필요하게 되며, 현재 다양한 개념이 도입되고 있다. RFID 미들웨어는 현재 개념 정립 단계의 기술로, 주요개념은 MIT Auto-ID센터에서 제시한 개념을 사용하고 있다. MIT Auto-ID센터에서는 Savant, ONS(object Naming Server), PML(Physical Markup Language) 등의 개념을 도입하였다. ONS는 RFID에 내장된 Code를 이용하여 인터넷상의 IP 주소와 동일한 개념으로 관련 정보를 찾아올 수 있도록 하며 미들웨어와 PML서버 간의 통신은 PML언어를 기반으로 이루어지게 된다.[3][7]



<그림 2> RFID Network 정보 흐름도

3. RFID의 현황

3.1 RFID 시장동향.

최근 RFID관련된 기술개발과 비즈니스모델 창출에 대한 관심이 전 세계적으로 고조되고 있다. 미국, 유럽, 일본 등 IT선진국들은 이미 RFID를 차세대 IT산업의 성장을 주도할 핵심 분야로 보고 이미 수년전부터 RFID 관련 기술과 연구개발에 막대한 투자를 계속하고 있다.

시장 조사 업체인 Yankee Group은 2005년에서 2007년까지 제조기업들의 총 투자액은 RFID Tag에 약 20억 달러, RFID 인프라에 약 10~30억 달러 정도를 투자할 것으로 예측했다.[10] 그리고 RFID 보급 중반에는 공급 chain간 연결에 LAN(Local Area Network)과 WAN(Wide Area Network)이 중요한 역할을 하게 될 것이고 장비 분야에서는 바코드 스캐너가 RFID Reader로 바뀔 것이라고 예상했다[18]. 또한 국내에서도 RFID와 Reader기, Network 장비를 제공하는 벤더들이 RFID 도입의 확산에 따라 이윤을 얻을 것으로 보이며 데이터베이스와 엔터프라이즈 응용 프로그램 개발 업체, B2B 통신 업체, 시스템 통합 업체들도 큰 성장의 기회를 갖게 될 것으로 예측되었다.[8]

RFID는 세계적으로 기술 도입단계에 있고 많은 기업들이 관망하고 있는 상황에 있으므로 어느 특정 분야에서 초기 수요가 폭발적으로 일어나게 될지에 대해서는 아직 전망하기가 어려운 상태이다. 그러나 정보통신부는 ETRI와 IDTechEX가 2004년 1월 공동 조사한 결과를 인용해 RFID의 세계시장 규모가 2005년 72억 달러에서 2010년 768억 달러(88조3500억 원)로 증가할 것으로 전망하고 있고, 국내 시장의 규모도 2005년 1.9억 달러에서 2010년 39.9억 달러로 증가할 것으로 전망하고 있다. 이러한 세계 시장전망 분석결과에 따라 국내 각 정부부처 및 유관기관들도 RFID관련 인식의 확산, 산업 활성화 및 초기시장 창출을 위한 지원정책을 활발히 추진하고 있다.[4]

현재 정보통신부는 2004년 138억원의 예산 투입을 시작으로 2010년까지 총 1,626억원을 투입해 RFID산업을 육성해 나갈 방침이다. 또한 2007년까지 RFID시장의 5%(약 9.5억 달러)를 점유하고 2010년에는 세계 RFID/USN시장의 7%(약 53.7억 달러)를 점유한다는 목표를 세워 놓고 있다. 이렇게 될 경우 경제적 파급효과 면에서는 총 생산유발 18조 2,171억원, 총 수출유발 4조 729억원에 이르고 총 고용 창출 11만 3천여 명의 효과가 있을 것으로 기대하고 있다.[14]

3.2 IT선진 3국의 개발 현황 및 동향

(1) 미국

미국 정부는 국방부 산하 고등연구 계획국(DARPA), 국립 표준 기술원(NIST)과 MIT, CMU, 워싱턴대학을 비롯한 여러 연구소, HP, IBM, MS사가 동참하는 형태로 Ubiquitous Computing 프로젝트를 지원하고 있다. 미래 경제사회의 근간이 될 상업용 기술 및 응용 기술을 개발한다는데 역점을 두고 있으며, 특히 자국의 정보 산업 경쟁력 유지와 조기 응용기술 개발에 중점을 두고 연구를 진행하고 있다. 현재는 HCI(Human Computer Interface) 기술과 그 표준화에 주력하고 있으며, 전자Tag를 이용한 상품관리를 위하여 MIT를 중심으로 북미지역 Code관리 기관(UCC, Uni-form Code Council), 국방성, 업체 등의 협력을 통해 Auto ID센터 설립(1998년)하여 기술개발 및 상용화를 적극 추진하고 있다.[5][9]

RFID와 관련된 대표적인 프로젝트로는 고등연구 계획국(DARPA)과 정보처리 기술국(IPTO)에서 자금을 지원받아 UCB(University of California Berkeley)를 중심으로 진행되고 있는 'Smart Dust' 프로젝트가 있다. 스마트먼지는 RFID chip으로서 1mm 크기의 실리콘 모트라는 입방체 안에 완전히 '자율적인 탐지 기능'과 '통신플랫폼'을 갖춘 보이지 않는 Computing system으로 설계되었다. 또한, MIT와 UCC(Uniform Code Council Inc), P&G 등 현재 75개 협력사가 공동으로 참여하여 'Smart Tag'를 각종상품에 부착해 사물을 지능화 하고 사물 간, 또는 기업 및 소비자와의 커뮤니케이션을 통해 자동화된 공급망 관리시스템 개발에 기여하겠다는 'Auto ID프로젝트'를 진행 시키고 있다.[10]

(2) EU

유럽의 경우 2001년 유럽연합(EU)의 정보화 사회 기술 계획(IST, Information Society Technologies research program)의 일환으로 미래 기술계획의 자금지원을 받아 'Disappearing Computer Initiative'사업을 중심으로 16개 연구 프로젝트를 진행하여 Ubiquitous Computing에 대한 전략을 모색하고 있다. 새로운 Computing Network 및 구조화와 컴퓨터 객체들 간의 조합에 따른 새로운 개념의 서비스 창출을 통해 정보기술을 일상사물과 통합하여 인간생활을 향상시킨다는 목표를 가지고 있으며, 미국 사례와 마찬가지로 연구소, 대학, 기업이 공동으로 참여하고 있는 경우가 많다.

'Smart Its' 프로젝트가 대표적 사례로서, 사물에 소형의 내장형 RFIDChip인 'Smart Its'를 삽입하여 감지, 인식, Computing 및 무선 통신 등의 기능을 지닌 정보인공물(Information Artefacts)을 개발하며, 지능화된 사물 간

커뮤니케이션을 통해 사물간의 연계까지 이루는 것을 목표로 삼고 있다.[16][10]

(3) 일본

일본은 자국이 국제 경쟁력을 확보하고 있는 모바일, 광섬유, 가전, IPv6, 정밀가공 기술과 연계시킨 '포스트 e-Japan' 전략 차원에서 일본 총무성을 중심으로 꾸준히 Ubiquitous에 대한 연구를 지원하고 있다.

일본의 Ubiquitous Computing 연구는 '어디서나 컴퓨터 환경'을 이룩하는데 초점이 맞추어져 있다. 즉 모든 사물에 초소형 Chip을 이식하고 사물간 Network를 구성하여, 통신이 가능한 Ubiquitous Computing 환경을 구축한다는 목표로 TRON(The Realtime Operating System Nucleus) 프로젝트를 진행시키고 있다. 또한 2001년에는 총무성 산하 'Ubiquitous network 기술의 장래전망에 관한 조사 연구회'를 발족하여 관련 기술에 대한 국내외 연구개발 동향을 조사 분석하고, Ubiquitous network 사회의 실현을 위해 대응해야 할 연구개발 과제나 연구개발 추진대책 등을 검토하였다. 위 연구회에서 '개인 정보 관리 보호 가이드라인 원칙 안'을 제정하여 내각에 최종 보고할 예정으로 있는데 주로 개인 프라이버시 침해에 관한 대책 및 예방책을 포함하고 있어 RFID에 관한 일본의 연구가 종전과 같이 주로 기반기술 개발에 초점을 맞추고 있으면서도 점차 RFID의 응용분야 및 비즈니스 영역의 확산에도 관심을 기울이기 시작한 것으로 분석된다.[16][10]

최근 일본정부는 2006년까지 약 5엔 이하의 RFIDChip을 민간공동으로 개발해 전 세계에 보급하는 것을 목표로 하는 "히바키 프로젝트"를 2004년 6월부터 추진하였다. 히바키 프로젝트는 정부주도로 100개의 기업이 컨소시엄을 구성하는 대규모 프로젝트로 향후 RFID도입의 가능성을 높이는 프로젝트로 주목할 필요가 있다.[10]

3.3 국내의 개발 현황 및 동향

현재 주요 시장 조사기관과 경제 연구소는 모두 RFID를 전 세계 IT시장을 선도할 "Killer Application"으로 보고 있다. LG경제연구원은 IT시장을 선도할 2004년 7대 유망기술 중 하나로 RFID를 꼽았다. 2004년 내에 10센트 이하의 RFID Chip의 개발이 예상됨에 따라 2006년에는 Chip 시장규모만 25억 달러로 급성장할 것으로 전망했다. 또한 그에 해당하는 장치, 부품사업도 동반 성장할 것으로 전망하고 있다.[19]

현재 국내 RFID관련 기술개발은 정부와 국책연구기관을 주도로 추진되고 있으며, 국제 공동연구를 통해 기술력 차이를 극복하고, 상용화를 위해 산업체와 공동개발

을 추진하는 체계를 갖추고 있다. 주로 정보통신부, 산업자원부를 중심으로 'u-센서 Network 계획' 등 기술개발 및 활성화 정책이 추진되고 있는데, 정통부는 900MHz 대역 등 신규주파수 확보와 기술기준 제정, 연구개발 응용표준화 및 테스트베드 구축지원, RFID센터 설립과 산업협의회 구성 등의 실행 방안을 마련하고 RFID를 Ubiquitous의 핵심 분야로 적극 육성할 계획을 갖추고 있다.

산자부는 작년 말 RFID 산업육성 마스터플랜을 마련했다. 이 계획을 보면 정부준비기(2004), 도입기(2005), 확산기(2007이후)로 사업발전 단계를 계획하고 있다. 그리고 산업적용 활성화를 위한 RFID 산업진흥센터를 설치하기로 했다.

또한 정부, 지자체 및 공공부문은 해당기관별로 도입 계획을 수립하고 시범사업을 추진하거나 계획하고 있다. 국방부와 산업자원부 조달청, 국립수의과학검역원, 한국공항공단 등이 정보통신부 RFID 시범사업 적용대상 기관으로 선정되어 시범사업 일정에 맞춰 진행되고 있다. 제주도와 강남구청, 충북, 부산, 대구 등 지자체들도 2004년부터 본격적으로 RFID를 도입하는 계획을 마련하고 단계별로 사업을 추진해 나가고 있다.

유통분야는 롯데쇼핑과 E마트 등 국내 대형업체를 중심으로 2005년까지 RFID 도입을 위한 자체 시범사업을 계획하고 있으며 2006년부터는 실제 적용해 나가는 계획을 마련해 놓고 있다.[10]

물류분야는 다른 업종에 비해 RFID 도입 적용이 가장 앞서가는 분야 중 하나다. 특히 육상물류, 해운물류, 항공물류 각 분야에서 구체적인 계획을 마련하여 추진 중에 있으며 창고관리, 화물추적 분야에서도 활발하게 RFID 적용이 시도되고 있다.

제조부문은 현대자동차, 쌍용자동차, 기아자동차 등에서 자동차 생산 공정에 RFID를 적용하고자 추진하고 있다.

의료, 제약 부문은 삼성의료원, 분당 서울대병원 등에서 비즈니스 모델을 개발 중에 있다.

농축수산물 분야도 농림부를 중심으로 한우 Traceability 추진계획 하에 2005년도 SCM(Supply chain management) 구축, 2006년 이후부터는 돼지 등 기타 가축에 RFID적용을 확산한다는 계획이다.

2004년 7월 정통부는 공청회를 통해 RFID주파수 대역을 908.5MHz~914MHz까지 5.5MHz대역을 할당하기로 잠정 결정하였다. 이어 곧바로 이를 뒷받침 하기위한 기술수준 등 세부표준을 위해 학계, 산업계, ETRI와 TTA 등 연구기관을 중심으로 "900MHz RFID 기술 제정연구반"을 구성하고 표준화를 시작하고 있다.[18] 그러나 현재 아직까지 산업계와 연구기관 사이에 주파수 전송방식에 있어서 입장차를 좁히지 못하여 표준안이 도출되지 못하고 있

고 그로 인해 하드웨어/소프트웨어의 개발도 제자리걸음을 하고 있다. 선진국의 발전 속도를 볼 때 이런 논쟁을 하루빨리 해결하고 세계적 기술개발 흐름에 편승해야 할 것이다.

3.4 RFID의 과제

3.4.1 선진국의 사례가 우리에게 주는 시사점

우리나라를 비롯하여 전 세계적으로 RFID산업 육성을 국가적 차원에서 추진하고 있는 이유는 RFID가 Ubiquitous를 비롯해 다가올 위치기반서비스, 차세대 유통/물류/무역시스템의 핵심기술로 인식되고 있기 때문이다. 즉 RFID를 차세대 IT를 이끄는 Killer Application으로 인식 이에 대한 자국의 입지를 선점하기 위한 노력의 행태로 보인다.

앞 절에서 알아본 미국, 일본, EU의 현황에 대한 분석은 다음의 두 가지로 귀결된다.

첫째, 선진3국은 자국의 국가 경쟁력확보와, 미래 IT 시장의 선점을 위하여 국가 주도의 대단위 투자를 하고 있다는 것이다.

둘째, 각국의 연구 프로젝트들은 자국의 성향과 IT환경 등 장점에 맞추어 자국의 특성을 살린 프로젝트를 진행 하고 있다는 것이다. 미국의 경우 정부관련 부처와 기업, 학계 등의 체계적 역할분담과 협업을 들 수 있다. 이를 통해 효율적이고 효과적인 연구 개발추진으로 현재 Ubiquitous와 RFID부문의 기술을 선도하고 있다. 일본의 경우 정부의 강력한 주도로 Ubiquitous와 RFID 사업을 국가적 차원에서 진행하고 있다. 정부주도이긴 하지만 주요 정책수립 시 민관구성의 간담회를 구성 운영 함으로서 정책수립단계에서부터 현실적인 정책수립을 위한 노력을 기울이고 있다. EU의 경우 유럽연합을 중심으로 운영되고 있으며 두 가지의 특징을 보인다. 하나는 미국의 산업부문보다는 생활부문에서의 복지환경 조성에 더 관심을 기울이고 있다는 점이고 다른 하나는 미국이나 일본에 비해 통신인프라가 부족한 유럽의 경우 인터넷기반의 사업 구성보다는 사물간의 근거리 통신에 중점을 둔 서비스와 제품 개발에 관심을 기울이고 있다는 점이다.

각국의 Ubiquitous와 RFID관련 정책을 벤치마킹 하자면 일본의 경우는 정부가 정책수립을 주도하고 있다는 점을 간과하지 말아야 할 것이다. 미국의 경우는 체계화된 민관협업체계의 구성을 통해 기술개발 및 산업체를 활성화 시키고 있는 점을 본받고, 미국의 비즈니스적용 모델의 분석을 통해 우리나라에 맞는 응용분야를 찾아야 할 것이다. 유럽의 경우 국민의 복지향상 및 삶의 질 향상에 힘쓰는 점에서 향후 국민복지를 위한 서비스 개

발에 참고해야 할 것이다.

우리나라는 Ubiquitous 환경을 구축할 유리한 환경을 가지고 있다. 높은 정보수준 및 대륙과의 연계성, 국민적 응집력 등 이미 Ubiquitous화에 필요한 조건을 상당히 갖추고 있다. 우리나라는 전 세계적 Ubiquitous 시장을 선점할 높은 가능성을 가지고 있다.

특히 우리나라는 인프라 구축 면에서 강점을 지니고 있으므로 그 점을 적극 활용해야 할 것이다. 과거 초고속인터넷통신의 도래와 인터넷 확산기의 적절한 기회 포착과 위치선점으로 정보화 선진국을 이끌었듯이, 이제 도래한 Ubiquitous 환경은 우리의 새로운 도약의 기회가 될 수 있을 것이다.

3.4.2 RFID 도입의 문제점 .

RFID에 대한 각국의 경쟁적 기술 개발/연구와 적용 및 시도에도 불구하고 RFID의 전반적인 도입을 위해서는 해결해야할 몇 가지의 문제점을 지니고 있으며 이 문제점으로 인한 RFID 도입의 실패 사례가 보이고 있으며 많은 프로젝트가 같은 원인으로 인해 어려움을 겪고 있는 것으로 보인다.

첫째, 개인 사생활 침해문제를 들 수 있다. 세계적 슈퍼마켓 체인점 테스코, 월마트는 질레트와 면도기 관련 제품에 대한 RFIDChip을 삽입 관리하는 “스마트선반”계획을 2003년 1월 도입 시범운영하였다가 얼마 되지 않은 7월 시범운영을 중단 하였다. 또한 세계적 의류 업체인 베네통은 “스마트 라벨 도입 프로젝트”도입을 발표 하였으나 한 달후 계획 취소를 발표하였다. 이는 몇몇 인권/시민단체에서 RFID의 소비자 인권과 개인 프라이버시 보호차원에서 RFID 기술을 반대하고 나섰기 때문이다. 한 예로 미국의 CASPIAN (Comsumer Against Supermarket Privacy Invasion and Numbering)은 베네통의 RFID도입 프로젝트에 반대하며 대대적인 보이콧을 발표 하였다. 이들 단체는 제품 추적 Tag를 사용하여 점포뿐만 아니라 제품을 구입한 개인의 가정까지 추적이 가능 하다면 그 기능의 악용이 예상되므로 반대를 제기 하였다. 또한 CDT(Center for Democracy and Technology)와 ACLU(the American Civil Liberties Union)은 기업이나 정부가 RFID를 이용함으로써 얻게 되는 잠재적 가치에 대해서는 인정하지만, 개인 신상정보를 수집하는 모든 디지털기기에 대한 기본적인 법적규제를 마련하는 것이 시급하다고 주장했다.[10]

둘째, RFID Chip 가격은 계속 하락하고 있지만 상용화를 위한 현실적 가격과는 아직 많은 격차가 있다. 또한 관련 장비나 기타장비도 아직 엄청나게 고가인 문제도 있다. RFID는 아직까지 단순 소비자용 저가품 제조업체에게는 그 부착이 경제적으로 부담일 수밖에 없다.

2005년 초부터 월마트는 100대 납품업체에게 제품에 RFID Tag부착을 의무화 하였지만 고가의 Tag 가격으로 인해 저가격 제품 납품 업체를 중심으로 많은 문제점을 제기 받고 있다.

셋째, 전 세계적인 표준의 미비를 들 수 있다. 현재 EPC Global, ISO등은 물론이고 선진국들과 중국조차도 독자적인 표준안을 내놓고 있으며 통일된 단일 표준안이 만들어지지 않고 있다. 이는 차후 제품의 수출에도 큰 영향을 줄 것으로 예상된다.

넷째, 시범사업이 많은 외국기업들을 중심으로 이루어지고 있으나 아직까지 뚜렷한 성공사례가 없다는 점이다. 이는 정부나 기업의 투자계획의 불확실성을 증가시켜 투자 및 연구 프로젝트의 실시를 꺼리게 하고 있다.

4. 발전방향

세계적인 슈퍼마켓 체인인 월마트는 2005년 초부터 100대 납품 업체의 제품에 RFID Tag부착을 의무화 하겠다고 발표했다. 이는 RFID도입 사업 중 가장 큰 규모인데 도입을 얼마 앞두고 있는 지금 시점에서 밝힌바와 같은 기술/비용 상의 여러 가지 문제점으로 인해 RFID 도입에 어려움을 겪고 있다.[2] 현재 세계적으로 RFID의 중요성, 도입의 필요성, 차후 시장의 거대함을 인식하고 있지만 그 도입에 있어서는 대부분 도입의 문제점으로 인한 어려움으로 기술의 성숙기를 관망하는 추세이다.

우리나라는 수출집약적인 산업구조를 가지고 있으므로 차후에 다가올 Ubiquitous시대의 세계시장에서 살아남기 위해서는 핵심 기술인 RFID 기술의 도입에 어느 나라보다 적극 나서야 할 것이다. 이를 위해 행해져야 할 중요 사항들을 아래에 열거하였다.

4.1 정부의 역할

기술 도입 초기의 어려움을 해소하고 빠르게 초기 시장에 도입하기 위해서는 국가주도의 개발 정책이 가장 합당 할 것이다. 이미 우리나라는 전기/반도체 부분을 성공적으로 견인한 경험을 가지고 있고 이미 정부 부처를 중심으로 RFID도입 사업이 진행 되고 있는 상황이다. RFID의 활성화를 위해서 정부는,

첫째, 정부의 RFID관련 시범사업의 확대.

선진국의 예를 보면 미국은 국방부를 중심으로 시범 사업을 추진하고 있다. 정부의 시범사업은 일반 기업의 경우와 달리 사업 진행비를 국가가 부담함으로써 개발의 안정성이 보장되고 ROI(Return On Investment)에도 덜 민감하다. 하지만 외국과 우리의 경우를 비교하면 그 규모

의 차이가 있다. 정보통신부 시범사업으로 예산이 총 35억원인데, 한 사업 당 평균 7억 원 정도로 작은 규모이다.[14] 일본의 경우 45억 엔을 투자하고 있다. 물론 일본은 실증시험이라는 측면도 감안해야 하지만, 현실적으로 RFID기술이 일본보다 2~3년가량 뒤져 있다는 우리나라로서는 보다 적극적인 행동을 취해야 한다. 그리고 확대된 시범 사업을 통해 RFID 실증 실험 또한 이루어져야 할 것이다. 예를 들면 어느 산업 군에서 어느 주파수와 RFID의 형태가 적합한가가 실증시험을 통해 검증 및 정립되어야 기업들의 불필요한 이중 투자를 방지할 수 있을 것이고 빠른 기술개발을 이끌 수 있을 것이다. 현재 국내 RFID실증실험이 부족해 해외의 RFID실증 실험에 의존하고 있는데, 해외에 의존하고 있으면 궁극적으로 수요자의 요구에 탄력적인 대응을 할 수 없어 수요자로부터 외면은 물론 기술적인 뒤쳐짐도 면하기 어렵다.

둘째, 광범위한 협업체계 구성이다. RFID육성사업은 기술의 개발뿐만 아니라 그에 후속하는 기술의 상용화를 목적으로 하는 기기/서비스 개발 사업도 병행되어야 그 효과를 더욱 크게 할 것이다. 그러므로 관련업계와 학계를 모두 포함하는 광범위한 협업체계 구성이 필요하다.

넷째, 관련 법제도의 정비이다. 이것 또한 기술 도입 준비 사항에 해당하는 것으로 현재 RFID개발 선진국들은 인권문제라는 개발 초기에는 예상하지 못했던 문제에 봉착해 개발이 지연되고 있다. 그러므로 인권문제를 사전에 예방 할 수 있는 법적 제재 사항과 가이드라인을 제공해야 할 것이다. 그리고 RFID로 인해 정보의 유통이 상상할 수 없을 만큼 커질 것이고 그로인한 정보보안의 문제가 커질 것이므로 이를 해결한 법적 조항도 구성되어야 할 것이다.

4.2 기업의 역할

첫째 RFID중심으로 기업의 프로세스 전환.

기업은 RFID기술의 완전 성숙을 기다리기 보다는 그 이전에 기업의 프로세스를 RFID중심으로 전환하는 작업이 필요하다. 현재 기술적 한계와 기술의 경제성 등으로 인해 대부분의 기업들이 관망자세를 취하고 있지만, 현재의 한계를 극복할 만한 경제성과 효율성을 발견했기 때문에 월마트, 테스코 등 글로벌기업들이 기업자체의 프로세스를 RFID에 맞게 바꾸는 작업을 하고 있는 것이다. RFID/USN은 점차 각국의 연구와 실증 시험을 통해 그 가시성이 점차 증가 되고 있다. 기업의 프로세스 전환을 통한 시장에서의 유리한 위치의 선점이 필요한 시기이다.

둘째, RFID가 적용될 애플리케이션 모델 창출.

현재 우리나라의 RFID관련 기술개발분야는 정부기관을 중심으로 민간기업들과의 다양한 프로젝트가 진행중이고 그로 인한 가시적인 결과 또한 보이고 있다. 하지만 비즈니스적용영역에서는 국가주도의 시범사업만이 두드러질 뿐 기업들의 사업 참여는 미비한 상태이다. 아직 RFID기술 개발수준이 일정단계에 도달하지 못한 이유도 있겠지만 기술에 대한 비즈니스모델 창출로 수익사업으로의 빠른 전환은 필수적인 것이며 이는 다가올 RFID시장 선점에도 필요하다. 시장에서는 기술이 거래되는 것이 아니며 기술을 이용한 상품/서비스가 거래되는 것이기 때문이다. 그러므로 세계시장에서 경쟁하고 있는 현재의 기업들이 비즈니스모델 개발에 있어서는 뛰어난 능력을 보일 것이므로 이부분의 기업의 참여가 우수한 결과를 이끌어 낼 수 있을 것으로 보인다. 즉 정부의 초기 기술 개발 지원 등에 이은 민간기업들의 비즈니스모델 개발 및 초기기술을 바탕으로 한 발전된 상용기술의 개발이 바람직한 모델일 것이다.

셋째, 기업의 시선의 변화필요.

현재 많은 기업들이 Tag, Chip, Reader의 개발 및 산업화에 집중하고 있다. 하지만 현재 Reader기나 Tag부분은 이미 전 세계적으로 특허권이 많아 이 분야로의 시장진입이 쉽지 않을 것으로 보인다. 향후 USN세상이 활성화 되면 RFID의 활성화로 인해 발생하는 정보 데이터가 폭주하게 될 것이고 인터넷 트래픽은 현재보다 상상할 수 없을 만큼 증가하게 될 것이다. 이러한 데이터 폭주 문제를 처리 할 수 있는 미들웨어나 소프트웨어 분야 시장이 더 크고 준비를 철저히 한다면 시장진입 또한 수월할 것이다. 또한 USN은 웹기반이 될 것이므로 USN의 활성화는 결과적으로 인터넷 통신 인프라 장비 투자의 급증을 불러올 것이다. 이 분야는 현재 우리나라가 강점을 보이고 있는 분야 이므로 인터넷인프라분야에 대한 지속적인 관심도 필요하다.

그 외에도 기술 종속 문제도 해결이 필요하다. 현재 대부분의 RFID Tag와 Chip이 수입에 의존하고 있다. 그 예로 우리가 사용하는 교통카드 Chip도 대부분 수입한 것이며 Reader기 또한 수입조립이 대부분이다. 이런 기술적 문제는 앞서 설명한 정부/기업/학계의 유기적 연계를 통해 해결해 나가야 할 것이다.

5. 결 론

현재 IT 선진국들을 중심으로 RFID에 대한 투자와 개발노력이 매년 크게 증가하고 있다.

선진국들은 이미 다가올 RFID시장을 선점하기 위해

체계적인 준비를 하고 있으며 각종 표준화 작업도 주도하고 있다. 그 연구/개발 행태를 보면 국가 주도로 산업체와 학계의 결합을 통해 협력체를 구성하여 연구/개발의 효율성을 높이고 있다. 미국의 Auto-ID센터, 유럽의 IST(Information Society Technology research program), 일본의 Ubiquitous-ID센터 등이 대표적인 예이다. 각국은 자신들이 설립한 협력체를 통한 기술개발과, 상용화에 많은 노력을 기울이고 있으며 자신들이 개발한 기술을 국제표준으로 관철시키기 위해 노력하고 있다.[20]

우리나라의 경우도 RFID를 차세대 IT시장을 이끌 Killer Application으로 보고 있으며 IT939정책을 통해 RFID/USN R&D분야에 전년대비 140%증가된 170,000만 원을 배정하는 등 대폭적인 지원과 관심을 보이고 있다. 기술개발 분야에 있어서는 정부와 국책 연구기관을 중심으로 연구를 주도하고 있으며 국제 공동연구를 통해 선진국과의 기술력의 차이를 극복하고 상용화를 위해 산업체와 공동개발을 추진하고 있다[16].

전 세계적으로 RFID에 대한 거대한 투자와 개발이 이루어지고 있지만 아직까지 가시적인 큰 적용 및 성공 사례는 없으며 몇몇 실패사례만이 보이고 있다. 그 이유는 RFID는 아직 성숙된 기술이 아닌 개발단계에 기술이고 또한 RFID 적용의 문제점으로 지적되고 있는 인권침해 문제, Chip가격 문제, 세계적 표준 미비의 문제, 성공 사례의 부재 등이 아직 해결되지 못했기 때문이다. 이런 이유로 인해 아직까지 RFID에 대한 관망의 자세가 지속되고 있는 것으로 파악된다. 이런 문제를 먼저 해결하는 국가가 다가올 거대 시장을 선점하게 될 것이다.

우리나라는 수출 집약적인 산업구조를 가지고 있으므로 위와 같은 문제의 빠른 해결이 차후에 다가올 Ubiquitous시대의 세계시장에서 살아남을 수 있는 원동력이 될 것이다. 그러므로 RFID에 대한 연구 개발에 어느 나라보다 적극적으로 나서야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 김재윤; "ubiquitous 컴퓨팅 : 비즈니스 모델과 전망", 삼성경제연구소, 2003. 12. 16.
- [2] 김사혁; "RFID 도입 비용에 대한 산업 동향 분석", KISDI, 2004. 2. 16.
- [3] 디지털타임즈 [http : //www.dt.co.kr](http://www.dt.co.kr)
- [4] 박승창외 4인, "ubiquitous 모바일 컴퓨팅", 진한도서 2003년 10월 10일.
- [5] 박승창; "RFID/USN 국제 표준화 동향과 국내 기업의 대응 전략", EIC IT리포트 2004.
- [6] 산업자원부, "RFID로 ubiquitous 유통물류시대 개막", 2004.

- [7] 장병준, 안선일, 이윤덕 ; RFID/USN 기술개발 동향” 정보과학회지 제23권 제2호, 2005.2
- [8] 이은곤; “RFID확산 전망 및 시사점” KSDI 정보통신정책초점 제16권 13호, 2004.
- [9] 최성규; “RFID 산업동향 및 전망”, TTA저널 제95호, 2004.
- [10] 전자신문 [http : //etnews.co.kr](http://etnews.co.kr)
- [11] 전자정보센터 [http : //www.eic.re.kr](http://www.eic.re.kr)
- [12] 정보통신부 [http : //www.mic.go.kr](http://www.mic.go.kr)
- [13] 정보통신부 “u-센서 Network 구축 기본계획”, 정보통신부 2004 및 8대 신규서비스 효과 분석 자료
- [14] 정보통신부, “u-센서 Network 구축 기본 계획(안)”, 2004. 2.
- [15] 정보통신부, “국민소득 2만 불 달성을 위한 IT839전략 기술개발 Master Plan”, 2004.6.
- [16] 정보통신부, “선진국의 ubiquitous화 추진 전략 분석”, 정보통신부 정보화 이슈분석 04-11, 2004. 09. 01.
- [17] Accenture “RFID Executive Overview”, 2004.
- [18] CNET Korea [http : //www.ctnet.it](http://www.ctnet.it)
- [19] LG경제 연구소, “ubiquitous 시대의 핵심 인프라 RFID”, 2004.
- [20] ValueAdd, “RFID동향”, ValueAdd Report ,2004. 11. 18. <http://www.valueadd.co.kr>