

RFID의 패키징 적용에 관한 연구

이수용 · 김재능[†]

연세대학교 패키징학과

A Study on RFID Applications to Packaging

Soo Yong Lee, Jai Neung Kim[†]

Department of packaging, Yonsei University

Abstract The excitement over radio frequency identification (RFID) technology has gained momentum in the last five years, with a diversification in the range of applications. Besides academic research into radio frequency identification (RFID) has proliferated over the last few years, however there is much to be desired on Packaging industry. In this paper, we present a literature reviews of researches of RFID system on Packaging, especially focused on RFID system standardization into packaging. There is not any packaging standard or guidance about tag locations, classification with the materials and so on. Therefore it hampers reduction of the distribution costs on political and corporate sides, and lack consistency of applying RFID system. The main focus of this review paper is to establish a constituency about legislating RFID system standard on packaging. It is hoped that the review will be a good resource for future research in order to apply RFID system to Packaging industry effectively.

Key Word Radio frequency identification (RFID), Ubizuitous Sensor Network (USN), Packaging standardization

서 론

미래사회를 대변하는 유비쿼터스 시대란 사물 및 공간의 지능화에 의하여 사물에 내재된 마이크로 프로세스들이 주변환경을 스스로 인식하고 반응하여 얻어진 정보를 네트워크를 통해 공유하는 시스템을 말한다. 유비쿼터스 산업은 서비스, 첨단 인프라, IT기기 및 소프트웨어 등의 시장영역을 통해 지속적으로 성장하고 있으며, 특히 서비스 영역에서 휴대인터넷, Telematics, Home network 및 RFID 시스템 등이 크게 주목받고 있다 (조중연, 2004). 자동인식 및 데이터획득 기술(AIDC : Automatic Identification and Data Capture)을 대표하는 RFID는 제품에 부착된 RFID(Radio Frequency Identification) 칩의 정보를 고유 주파수 대역을 사용하여 읽고 쓸 수 있는 무선 주파수 인식 기술로서, 앞으로 다가올 USN (Ubiquitous Sensor Network)의 센서 기능을 담당하는 핵심기술이다 (정민화, 2004).

2차 세계대전에서 항공기의 피아식별 시스템으로 유래한

RFID 기술은 1970년 이래로 가축의 관리나 재고운영에 제한적으로 사용되어 왔으며, 그 중요성이 점차 부각되어 환경, 보급 및 조달, 국방, 우편, 교육, 문화, 엔터테인먼트, 교통 등 다양한 분야에 적용이 가능하며 산업간, 국가간의 범세계적인 적용으로 확대되고 있다 (송석현과 신상철, 2005).

RFID에 대한 통상의 정의는 Ubiquitous computing & network를 정의하는 시각에 따라 크게 두가지 양상을 보인다. 첫째는 RFID 태그를 내장한 사물의 지능화라는 관점이고, 둘째는 이보다 더 나아가 RFID 태그가 내장된 사물이 네트워크를 통해 실제 적용영역에서 효과를 나타내는 시점에서 가치를 갖는다고 판단하여 Ubiquitous-sensor network service의 측면에서 RFID를 정의하는 관점이다. 우리나라의 경우 RFID 시스템에 대한 정보통신부, 산업자원부, 정보통신 진흥연구원, 한국전자통신연구원의 정의는 서로 상이한 측면에서 접근하고 있으며, 앞으로 후자의 측면에서 RFID 시스템을 정의한 것으로 생각된다 (이은권, 2004; RFID Journal, 2006).

RFID 시스템은 기존의 바코드를 대체하여 물류·유통 분야의 혁신을 주도할 신기술로 주목받고 있으며, 비단 물류·유통 분야만이 아닌 모든 산업에 적용이 가능한 응용

[†]Corresponding Author : Jai Neung Kim
Dept of Packaging, Yonsei University, 234, Maegi, Heungup,
Wonju, Kangwon-do, Korea 220-710
E-mail : <Kimjn@yonsei.ac.kr>

기술이라고 할 수 있다. 대표적인 응용 산업은 현재 주차관리, 고속도로 톨게이트 요금 징수 등이며, 출입통제, 원격제어, 재고관리, 물류관리 등 다양한 분야에서 적용을 검토하고 진행 중이다. 이로 인해, 선진국을 비롯한 많은 국가에서는 RFID 실용화를 위한 인프라를 구축하기 위해 플랫폼, 시스템 간 상호운용, 산업별 주파수 대역, 법·제도 등의 마련을 위한 활발한 연구가 진행되고 있으며, 특히 표준화 작업을 통해 글로벌 유통물류 시스템 구축을 위한 시범사업이 한창이다 (표철식과 최종석, 2007).

그러나 국내의 RFID 시스템에 대한 자본 및 기술의 투자가 매우 미흡하다고 할 수 있으며, 핵심기술 및 시장구조 역시 선진국 시장에 비해 열악하지만 IT 기반 인프라가 강력하게 구축된 우리나라의 경우 RFID 시스템은 산업 전반에 미칠 파급효과가 매우 크다고 할 수 있다. 현재까지 RFID 시스템의 국내·외 표준 제정이 미비한 실정이고, 특히 패키징 산업 분야의 경우는 더욱 그러하다 (김상태, 2003).

본 조사에서는 RFID 시스템의 패키징 산업 적용에 관하여 소개하고, 산업 전반에 걸친 적용 가능성과 장단점 및 문제점을 분석하였다. 이를 토대로 패키징 분야에서의 RFID 시스템 적용 기술 및 표준 제정의 기반을 마련하여, 국제 표준 및 적용기술 선점에 우위를 확보하는 계기가 되기를 바란다.

본 론

1. RFID의 패키징 적용 현황

현재 패키징산업에 있어서 RFID의 적용에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 물류체계의 혁신뿐만 아니라 POS 상의 여러 가지 장점으로 인해 광범위하게 사용되었던 기존의 바코드와 비교하여 탁월한 장점을 가지고 있기 때문에 패키징의 다양한 분야에 적용되어지고 있는 것이다. 이러한 기류는 국내·외를 막론하고 확대되어지고 있고, 이에 따라 RFID 기술은 제조·유통·서비스 등 패키징과 관련된 다양한 산업 분야 전반에 걸쳐 그 사용범위가 급속히 확산되고 있으며, 그 적용은 이미 기업적 차원을 뛰어넘어 범국가적 차원에서 진행되어 우리의 일상생활 곳곳에서 찾아볼 수 있다 (정준호와 임석철, 2004).

RFID 시스템을 패키징산업 분야에 효율적으로 적용하기 위해서는 여러 선행연구가 필요하다. 특히 적용의 통일성과 일관성을 확보하기 위하여 패키징 용기에 Tag 부착 시 패키징 재질 및 강도의 적정성 등을 파악해야 하고, 일관수송 시스템(ULS: Unit Load System)에의 적응성을 높여 미래의 수송화물시스템을 위한 파렛트 및 운송수단과의 연계성 등을 검토해야 한다.

또한 Tag 부착위치 및 관련 제반기술의 표준화가 필수적

이며 관련 법규 및 규제 제정이 시급하다. RFID의 패키징 관련 표준의 부재는 태그 및 리더기의 인식효율과 같은 기능적인 문제 뿐 아니라 기관·기업간의 물품 교류에 있어 운용의 통일성을 저해하고 있어 혼선을 주고 있으며, 이는 패키징산업에서의 RFID 도입을 더디게 하여 기업과 사회적 측면의 물류비용 절감효과를 저해하고 있다. 이에 따라 앞으로 선진국에 비해 다소 뒤쳐져 있는 국내 패키징산업 분야의 RFID 기술을 활성화시키기 위해서 많은 정보수집과 연구가 필요할 것으로 생각된다.

2. 물류·유통 분야 적용

물류·유통 분야는 다른 산업에 비해 RFID 기술이 가장 많이 적용·개발되고 있는 분야 중 하나이다. 다수의 물류 기업 및 제조 기업들은 RFID 기술을 도입하여 화물의 트래킹 및 재고관리에 효율적으로 사용하고 있으며, 물류 분야에 전자태그를 도입함으로써 제조업체는 원자재 흐름을 개선할 수 있고, 공급업체는 언제라도 필요한 곳에 상품을 배치할 수 있으며 소매업체와 고객은 원하는 상품을 정확하게 받을 수 있게 되었다. 특히 기업들은 공급망 관리(Supply Chain Management)에 RFID 시스템을 도입하여 공급사슬 내의 모든 자원과 정보 흐름의 실시간 관리를 통해 물류과정에 있어서 상품의 visibility를 향상시키고 공급체인 전반의 효율성 제고와 비용 절감 효과를 거둘 것으로 예상하고 있다 (이종민, 2005).

패키징 산업은 물류·유통의 출발점이자 근간이 되는 분야라고 할 수 있다. 특히 일관수송시스템을 통한 화물수송의 효율성 측면에 있어 포장의 표준화 및 모듈화는 피할 수 없는 요소로 작용하고 있다. 마찬가지로 패키징 소재에 RFID Tag를 부착하거나 인쇄하는 RFID 시스템의 물류·유통 분야 적용 역시 패키징에서 출발한다고 생각해도 무방하다. 따라서, 패키징 분야에서의 RFID 기술 개발은 필수적이라고 할 수 있으며, 위에서 언급한 다양한 RFID의 장점을 물류·유통 분야에 효과적으로 적용하기 위해서는 패키징이라는 지원 도구가 필수적이라고 할 수 있다.

RFID 시스템을 물류·유통 시장에서 패키징분야에 본격적으로 사용하기 위해서는 기술적으로 해결되어야 할 과제들이 많이 있었다. 그 중 대표적인 것이 RFID 무선주파수의 인식효율이 패키징 표면상태에 따라 떨어지는 것으로 액체에 흡수되거나 금속 패키징물에 반사될 수 있다는 것이었다. 현재 이러한 문제를 해결하기 위해 리퀴드 태그(Liquid Tag)나 RFID 안테나 인쇄 기술 등의 다양한 패키징 소재 적용 기술이 연구되어 상용화 되고 있지만, 실제 적용을 위한 표준 설정이 미비하다고 할 수 있다 (월간포장, 2006).

최근 물류·유통분야의 RFID 구축사업은 다양한 시범사업 및 기반연구를 통해 센터이너에서 파렛트, 수송 단계가

Table 1. The exhibition works of RFID system on a field of distribution

사업명	사업개요	사업효과
RFID 기술적용 신무기체계 (F-15K) 자산관리시스템 구축 & RFID를 활용한 군수물자관리시스템 확산사업	신무기체계의 수리부속 및 장비에 대한 RFID 시스템 적용을 통한 자산관리시스템 시범구축 및 운영	· 자산관리의 효율성 증가 · RFID 등 신기술에 대한 인식확산을 통한 자산관리 참조모델 제공 · RFID 분야에 대규모 안정적인 수요처 제공
대관련 한우 RFID 이력 관리 시스템	한우의 생산, 도축, 가공, 유통/판매 단계를 체계적으로 관리	· 900MHz 대역 및 134KHz 대역 이하의 응용 분야 적용 및 사업모델 제시 · 수입육 시장 확대에 따른 한우의 브랜드 강화와 농가수입증대 · 축산식품의 안정성 강화 및 통합방역체계 구축
동북아 물류중심 실현을 위한 차세대 지식 기반 항공화물 RFID 선도 시범사업	항공화물 운송의 기본인 ULD(Unit Load Device)에 RFID 기술을 적용	· 시스템 운영 효율화, 정 시 운송체계 확립을 통한 물류서비스 향상
RFID 기술을 이용한 개성공단 통행 및 반출입 관리시스템 구축 및 개성공단 통행통관 및 물류기반시스템	개성공단의 경쟁력 강화 및 성공적인 운영을 위해 공단 출입자에 대한 인적관리 및 차량주요물자 등의 물적관리	· 인적·물적 이동흐름에 대한 관리 및 편리성 제공 · 공단운영의 연속성 확보 및 통합물류시스템 개발의 기반 조성 · 남측 출입인원에 대한 안전 보장
RFID 기반 감염성 폐기물 관리시스템 구축	감염성 폐기물의 배출, 운반 및 처리에 이르는 유통과정에 RFID를 적용함으로써 보다 투명하고 효율적인 관리	· 전산 오류나 사용미숙, 인수·인계 시점과 전산입력 시점의 시간적 불일치에 따른 행정정보수집 지연 등의 개선
식품안전정보관리 공통시스템 및 안전안심 u-먹거리 사업	RFID를 기반으로 식품가공업체와 물류업체 및 유통업체와의 이력정보 연계를 통한 이력추적정보 통합관리	· 식품안전사고 원인분석 및 대응 인프라를 구축 · 식품이력에 대한 체계적인 관리로 각종 안전사고에 대한 능동적인 원인규명체계의 구축
RFID 기반 u-의약품 공유 시스템 및 u-의약품 종합관리시스템	RFID를 기반으로 의약품의 공유시스템 및 종합관리시스템 구축	· 유통가시성 향상과 고가판매 의약품의 위변조 방지 · 정확하고 빠른 투약서비스 제공

지 접근했으나 적용 효과를 극대화할 수 있는 패키징과 제품적용 단계에는 이르지 못하고 있다 (이은권, 2004). 향후 물류·유통 분야의 RFID 적용을 확산시키기 위해서는 인식효율을 확보하기 위한 패키징 소재 적용 기술의 개발과 동시에 적용의 통일성과 일관성 확보를 위한 패키징 표준 모듈을 개발하는 것이 절실하다고 하겠다.

3. 물류 외 적용분야

1) 제품의 안전성

RFID 시스템은 식품, 화장품, 의약품과 같은 인체 적용 제품을 비롯하여 감염성 폐기물을 포함하는 지정폐기물 패키징 분야에서 소비자의 안전을 보장할 수 있다. 식품 및 의약품 산업에서는 RFID 시스템 도입의 가속화를 위해 여러 시범사업을 실시하여 제품의 생산, 가공, 유통/판매를 체계적으로 관리함으로써 위·변조 및 진품 여부를 확인하고 도난을 방지하며 정확한 사용유효기간을 제공하는 등 소비자의 안전을 확보하고, 제품 및 기업의 신뢰성 강화와 이미지 제고에 노력하고 있다. 특히 감염성 폐기물과 같은 지정

폐기물의 경우에는 기존 사용하던 ‘폐기물법적처리입증 정보시스템’의 전산오류나 인수·인계 시점과 전산입력 시점 사이의 시간적 불일치에 따른 행정정보수집 지연 등의 문제점을 개선하여 더욱 투명하고 효율적인 폐기물관리시스템을 구축할 것으로 생각된다. (김창곤, 2006).

2) 쇼핑시 편의성 제공

새로운 무선인식 기술인 RFID는 입력정보의 용량이 크고, Tag 내 정보의 변경이나 추가가 가능하며 여러 개의 물품을 일괄하여 읽어 낼 수 있기 때문에 기존 바코드의 문제점을 보완하여 새로운 인식기술로 각광받고 있으며, 이러한 RFID의 신속성 및 효율성은 고객의 구매활동을 효과적으로 개선할 수 있다. 고객은 계산대에서 스캐너를 통해 가격을 계산하는 불필요한 시간을 제거함으로써 좀 더 여유로운 구매를 할 수 있고, 카트에 달려있는 리더기로 제품을 읽었을 때, 제품 정보를 디스플레이 하거나 원하는 물품이 있는 곳으로 안내할 수 있어 고객의 구매 도우미로서의 역할을 수행할 수 있다 (Jong et al, 2005).

대형마트는 매장 관리 측면에 있어 재고 관리 시스템과 연동된 제품 관리를 통해 효율적이고 신속한 재고 및 제품 관리를 실현할 수 있으며 첨단 매장 인프라 구축이 가능하다. 또한 제품 판매 요원의 업무 프로세스 단축으로 인한 고객에의 서비스의 질적 향상과 영업 관리 시스템과의 연동을 통한 매장의 통합 관리가 가능해 질 수 있다 (오정진과 문광현, 2005).

4. 향후 패키징 분야 RFID 시스템 적용 기술

향후 패키징분야의 RFID 시스템 적용 기술은 식품 패키징 기반의 인텔리전트 패키징(Intelligent Packaging) 측면에서의 진단기술(Diagnostic technology)과 소통기술(Communication technology)의 결합으로서, 진단기술인 패키징의 각종 인디케이터 및 센서와 소통기술인 RFID 기술의 접목이라고 할 수 있다 (김재능, 2005).

즉, 패키징에서 제공해 주어야 할 정보로서 제품의 취급 및 사용 특성, 유통기한, 운송·수송 시 취급 주의사항 등의 정보를 RFID 시스템과 연계하기 위하여 RFID tag 부착위치와 패키징 sensor의 부착위치를 일치시켜, 포장재를 기준으로 마주보게 놓이는 구조를 도출하여 호환이 가능하도록 하는 것이다.

이러한 기술을 상용화 하기 위해서는 RFID tag와 패키징 sensor 사이의 호환을 가능하게 하는 전기활성물질이 필요하고, 패키징 분야에서는 정보를 RFID 시스템으로 전달하기 위한 표준 데이터베이스를 구축하는 것이 요구되어진다.

5. 패키징 산업에서 RFID 적용시 문제점

패키징 산업에서 RFID 시스템의 응용은 그 파급효과가 대단히 클 것으로 예상된다. 그러나 RFID 시스템을 효과적으로 구축하기 위해서는 패키징 응용에 필요한 기초기술을 분류·개발하고, 기술개발에 어떠한 문제점이 있는지를 과

약함으로써, 요구되어지는 제반 기술 개발 및 기술 표준화가 절실하다고 할 수 있다. 패키징 분야의 RFID 시스템 적용을 위한 관련 기반 기술 및 표준의 부재는 태그의 인식을 저하와 인식오류를 야기할 뿐만 아니라 RFID 도입을 더디게 하여 기업의 물류비용 및 사회적 환경비용 절감효과 뿐만아니라 RFID 시스템과 패키징 기술간의 연계에 의한 시너지효과 창출을 저해하고 있다.

1) 포장소재 및 부착위치에 따른 문제점

RFID 태그는 금속, 유리, 플라스틱을 비롯하여 다양한 패키징소재에 부착되어 사용되어지고 있다. 패키징 분야에서 RFID 시스템을 적용하기 위해서 가장 먼저 해결되어야 할 선결 과제 중 하나가 바로 RFID 태그를 다양한 패키징 소재에 어떻게 적용할 것인가에 대한 문제점이다. 일반적으로 RFID Tag를 적용할 경우, 금속 재질은 RFID Tag로 들어오거나 나가는 전파를 반사시키기 때문에 전파인식을 방해할 수 있고, 액체 속에서는 그 인식률이 현저히 떨어진다. 금속이나 액체에 적용하여도 원활한 전파인식 및 인식을 향상을 위한 많은 연구가 수행되어 상용화되고 있지만, RFID Tag는 사용되는 패키징 소재에 따라 그 적용에 있어 많은 문제점을 나타내고 있다 (조중연, 2004).

또한 RFID 태그의 성능은 태그의 종류 및 리더기 자체의 성능이 우수해야 하는 것도 중요하지만 물품의 종류 및 포장 재질에 따라 태그를 적절히 선택해야 하고 그 부착위치를 어떻게 결정하는가에 따라 인식거리 및 인식률에 큰 차이를 나타낸다. 특히 제조업체 및 물류·유통업체마다 부착하는 태그 종류와 부착위치가 표준화되어있지 않으면 인식성능을 확보하지 못하게 되어 다양한 인식오류와 물품 관리시의 불편요소를 발생시키게 된다.

향후 패키징분야의 RFID 시스템 적용을 지속적으로 확대해 나가기 위해서는 한정된 소재에의 적용에서 벗어나 다양한 패키징 소재에의 적용성을 파악하여 인식오류 및 효

Table 2. Packaging Sensor & Indicator possible to compatible with RFID Tag

적용 분류	적용개요	Packaging Sensor & Indicator
Temperature	패키징 내 제품의 온도변화 기록을 RFID 시스템을 통해 전달하여 제품의 이력관리	· TTI's (Time Temperature Indicator) · Temptime Corporation
Freshness	패키징 내 제품의 신선도를 RFID 시스템을 통해 소비자와 공급망에 전달	· FI's (Freshness Indicator) · 생물학적 인디케이터 · 김치 숙성도 인디케이터 · 탄산가스 인디케이터 · 육류 신선도 인디케이터 · 우유 신선도 인디케이터 · 식품 신선도 측정기계
Shock & Vibration	물류·유통 과정 동안 포장품에 가해지는 충격 및 진동에 의한 제품의 파손을 공급망에 전달	· Shock & Vibration Indicator

울성 저하없이 RFID 태그를 적용할 수 있는 기술 개발이 무엇보다 필요하며, 또한 포장재질별 RFID 태그 부착 표준 모듈을 개발하여 시스템 운용상의 혼선을 방지하고, 통일성을 확보해야 할것으로 생각된다.

2) 패키징 위의 태그 부착 문제점

포장화물 및 식품·의약품 용기 등에 IC태그를 장착하는 경우는 IC와 안테나를 조합한 형상의 인렛을 봉입한 적층지를 이형지 위에 형성하여 사용하는 것이 일반적이다 (ISO/IEC, 2006).

그러나 포장용 IC 태그의 적용은 라벨용 태그, 테이프상 태그를 비롯하여 안테나 인쇄 등 그 종류가 다양하며 각각의 장·단점에 맞추어 사용용도 및 목적이 다르기 때문에 각 적용방법에 따라 패키징 소재와의 적합성을 파악하고, 인식효율을 최적화하기 위한 기술 개발이 필요하다 (월간포장, 2006).

특히 최근의 트렌드는 두께 차이가 없는 얇가의 RFID 태그 인쇄를 지향하고 있다. 이에 따라 패키징 소재에 RFID 안테나를 적용하기 위한 인쇄방법이 매우 중요하며,

제품의 유통 및 사용에 이르기까지 노출되는 환경조건 속에서 얼마나 오랫동안 인쇄 효과를 지속시킬 수 있는 지가 기술 개발의 요지라고 할 수 있다. 특히 장기유통 및 실외 저장 등의 경우에 자외선, 수분 등에 대한 저항성을 가질 수 있는 전자 잉크를 개발이 요구되어지고 있다 (월간포장, 2006).

3) 기타 문제점

현재 상용화 중인 RFID 기술이 앞으로 더욱 확산되게 되면 패키징과 함께 많은 폐기물이 발생하게 된다. RFID 태그를 만드는 소재는 실리콘, 니켈, 구리, 알루미늄 등 많은 재료가 사용되어 지고 있으며 대부분 1회용으로 사용하기 때문에 사용 후 그 폐기물은 환경에 적지 않은 영향을 끼치게 될 것이다. 현대 패키징 산업은 폐기물의 발생을 줄이고 재활용 및 재사용이 가능한 소재를 사용하는 것을 미래의 경향으로 하여 환경 친화적인 패키징 정책을 추구하고 있다. 따라서 패키징에 부착되는 RFID칩 역시 패키징의 한 부속으로 볼 수 있기 때문에 재사용·재활용 가능한 소재 또는 생분해성 소재 등을 사용한 RFID칩의 제조기술에

Table 3. RFID system Technologies to applicate packaging.

적용 분류	적용 기술	기술 개요	비고
태그부착 기술	RFID 태그부착 테이프 기술	· 파우치·지기·골판지 상자 등의 용기에 태그/라벨을 부착 · 봉합재에 태그를 묻어두는 방법 · 골판지 골심지와 라이너 사이에 태그/라벨을 소정의 간격으로 라벨러로 부착	· 패키징 공정에 온머신(On machine)으로는 부적합 · 접합속도를 유지하면서 불량 발생을 수% 이하로 억제 필요 · 태그 위치 및 자체손상 유무, 시트의 양호·불량 판별을 공정 자체 조사필요
	리퀴드 태그 부착 기술	· 유전율이 뛰어난 특수소재를 활용한 금속태그 부착 기술	· 병포장용기의 마개 안쪽에 태그 적용 가능 · 위·변조 방지 가능
	인쇄전지 부착 기술	· 라벨로서의 사용편이와 전지부착 RFID 태그 성능을 혼합한 세미 패시브 기술	· 보조전원의 부착을 통해 매우 작은 에너지 소모
RFID 안테나 인쇄 기술	도전성 잉크를 사용한 RFID printing	· 도전성 잉크를 사용하여 포장소재에 인쇄	· 간단한 잉크작업을 통한 제조 가능 · 단가의 저감 및 생산성 향상
	전자 잉크를 사용한 RFID printing	· 전자 잉크를 사용하여 포장소재에 인쇄	· 입자개념이 없어 안정성 및 투명성 우수 · 단가 저렴 · 도막두께 조절 우수 · 저온 소성이 가능 (열에 약한 소재 적용)
	나노기술을 적용한 RFID printing	· 나노 미립자 잉크와 코팅 기술을 적용한 인쇄	· 장기 사용 가능 · 단가 저렴 · 도막두께 조절 우수
	실리콘 RFID printing	· 결정성 실리콘을 이용하여 포장소재에 인쇄	· 발전력 우수 · 유기물보다 우수한 전기적 특성

관한 연구가 활발히 진행되어야 하며, 사용 된 RFID칩의 재활용을 위한 분리수거 방안 등의 폐기시스템 마련이 시급하다. RFID 관련 폐기 시스템은 태그 및 패키징 재질에 따라 폐기물을 관리하는 기구를 두는 방향으로 국제 표준화가 진행되어지고 있으며, 이에따라 우리나라 역시 앞으로 발생할 RFID 태그 폐기물 처리 및 재활용에 관한 표준 제정 및 운용관리가 필요하다.

또 다른 문제점으로는 RFID 태그 패키징 소재의 안정성 및 인체유해성에 관한 문제이다. 국내 RFID tag 패키징 소재는 개별 제조업체의 사용용도, 목적, 적용환경 등에 따라 ABS, PVC, Epoxy, PS, PET, PC, FR4 등 그 적용이 일정하지 않고 상이하하며, 이 중 PET를 제외한 대부분의 소재는 인체에 위해를 끼칠 수 있는 유해 물질로서 일정한 기준이 없이 무분별하게 사용되어지고 있다. 특히 PVC 등은 의약품과 접촉하여 직접 사용하고 있고, Glass Epoxy로서 PCB 회로기판에 사용되는 FR4 역시 인체에 매우 위험한 소재 중 하나이다(Jad S. Rasul, 2003). 또한 소재의 안전성 확보보다는 저가의 tag 공급에 초점을 맞춘 기술 개발 양상이 소재의 안전성에 대한 검증을 간과하게 만든 원인이라고 할 수 있다. 따라서 RFID 태그 소재의 인체 유해성 및 안전성을 제고하기 위해서는 표준소재를 확보하고 소재 개발을 통해 제조 및 유통과정 중 RFID 태그를 취급하는 작업자와 사용자의 안전성을 검증하는 것이 절실하다.

6. 국가/국제 표준 개발이 필요한 항목

RFID 시스템의 패키징 분야 국제 표준화는 ISO TC122 (Packaging) 패키징 기술위원회와 TC104 (Freight Container) 화물용기 기술위원회가 JWG(Joint Working Group)를 형성하여 상호협력 아래 추진하고 있다. 그 내용은 패키징재 및 컨테이너 등의 표면에 부착할 Tag의 부착위치, 전자 봉합(e-Seal) 및 적용요건과 같은 기본적인 사항은 물론이고 특

히, SCM(Supply Chain Management) 공급망 관리에 중점을 두어 표준화를 진행하였는데, Supply Chain 상의 각 단계별로 구체적인 적용을 구분하고 보안성에 대한 문제를 어떻게 해결할 것인가에 대한 표준화 작업이 실시하고 있다(이명훈, 2004). 구체적인 내용으로는 ISO 17363(Freight containers), 17364(Returnable Transport Items), 17365(Transport Units), 17366(Product Packaging), 17367(Product Tagging) 등 “Supply Chain Applications of RFID”라는 공통주제에 대해 패키징을 포함한 유통·물류 분야를 세분화하여 각각의 규격을 제정하였다. 국내의 경우, RFID와 관련한 KS 규격은 ISO/IEC에서 제정한 표준 규격을 인용하여 사용하고 있으며, 그 내용으로는 RFID의 데이터 프로토콜, 기증 아키텍처 및 표준화 대상 파라미터의 정의를 비롯하여, 각각의 주파수 대역별 에어 인터페이스 및 무선인식(RFID)과 관련한 용어 등의 규격을 적용하여 사용하고 있다(이명훈 2004).

포장과 관련한 RFID 규격은 ISO/IEC 및 EPCglobal에서 제정 중에 있으나 아직 미흡한 수준이며, 특히 RFID Tag 패키징 소재 분야는 거의 전무하다고 할 수 있다. 국내 역시 포장과 관련한 RFID 규격이 없고, 특히 선진국에 비해 표준 제정 및 개발을 위한 제반 기술 수준이 많이 떨어져 있다. 이에 따라 포장과 관련한 RFID 규격 제정이 시급하다고 할 수 있으며, 그 중 RFID Tag 패키징 소재의 안전성 제고 및 재사용·재활용을 위한 표준, 그리고 다양한 포장 소재에의 RFID 적용을 위한 표준 등의 개발에 초점을 맞추어야 할 것으로 생각된다. 특히 포장관련 표준이 전무한 현실점에서는 제정된 국제 규격들을 인용 또는 사용함으로써 RFID 세계화에 발맞추어야 하며, 국·내외 RFID 기술 및 시장 동향 분석을 통해 현재 문제가 되고 있는 RFID 기술의 단점 보완 및 포장과의 연계기술 향상을 위해 고려할 만한 KS 표준 규격 개발에 박차를 가해야

Table 4. The RFID-Packaging standards required quotation and development

적용 목적	표준 규격
KS 규격 인용이 가능한 ISO/IEC 포장분야 표준규격	<ul style="list-style-type: none"> - ISO/FDIS 17363 Freight Container - ISO/DIS 17364 RTs (Returnable Transport Items) - ISO/DIS 17365 Transport Unit - ISO/DIS 17366.2 Product Packaging - ISO/DIS 17367.2 Product Tagging - ISO/IEC CD TR 24729-1 RFID - Enabled Labels
개발이 필요한 포장 분야 KS 규격	<ul style="list-style-type: none"> - RFID/포장 분야의 연계 기술을 위한 용어 정의 - RFID Tag의 인체 유해성 제고를 위한 표준 소재 규격 및 시험방법 - RFID Tag의 환경성 제고를 위한 표준 소재 규격 및 회수 시스템 - 인식률 및 작업능률 향상을 위한 RFID Tag의 부착 위치 규격 - RFID Tag와 호환을 위한 smart sensor 및 Indicator 치수 및 기술 규격 - RFID Tag와 호환을 위한 smart sensor 및 Indicator의 데이터 프로토콜 - 인식률 및 호환성 향상을 위한 RFID Tag 패키징 표준 소재 규격

Table 5. RFID technologies and guidances to applicating packaging.

적용 목적	기술 및 기술표준
RFID 시스템의 포장분야 적용을 위해 요구되어지는 기술	<ul style="list-style-type: none"> - 인지 메카니즘 기술 - 효율적인 인지를 위한 RFID 리더 개발 - RFID Tag(첨가) 패키징 부착 기술 - 패키징 재료에 RFID 안테나 인쇄기술 - 패키징 재료의 RFID 칩의 Mounting 기술 - 유연 패키징을 위한 RFID 칩의 Flexible 신기술 - 패키징 재료에 따른 RFID 인지기술의 효율성을 증가시키기 위한 기술 - 나노기술을 이용한 플라스틱 RFID 칩의 패키징 적용 기술
RFID 시스템의 패키징 적용을 위해 요구되어지는 기술 표준	<ul style="list-style-type: none"> - 포장재료(종이, 플라스틱, 유리, 금속, 복합재료)에 따른 RFID 주파수 간섭영향에 대한 표준개발 - 포장재료별 부착 위치에 따른 RFID의 인식율에 대한 표준개발 - 포장된 상자의 RFID의 진동, 충격, 압축후의 RFID 태그의 성능에 대한 표준개발 - 골판지 상자에 부착된 RFID가 골판지 상자의 수분함량에 따른 인식률 저하에 대한 기술 표준 - 플라스틱 연포장재(Flexible Packaging)에 부착된 RFID의 Stress을 받은 후의 RFID 성능에 대한 기술표준 - 유리 및 플라스틱 용기의 세척후 재사용시의 RFID 성능에 대한 기술표준 - 패키징 안전성 및 변조위조 방지 시스템 적용 기술 표준 - 패키징 재료의 분리수거 및 리사이클링을 위한 RFID의 패키징 적용 기술 표준 - 위험물관리 및 운송을 위한 RFID 패키징 적용 기술 표준 - 군수물자관리 및 운송을 위한 RFID 패키징 적용 기술 표준 - 판매시점의 정보전달 기술 표준 - 수송 중 제품 손상에 대한 정보전달 기술 표준

할 것으로 생각된다.

향후 RFID 시스템의 효율성을 극대화시키기 위해서는 표준 규격 뿐 아니라 적용기술에 대한 표준을 제정하는 것 역시 중요한 과제라고 할 수 있다. 포장분야에서 고려해야 하는 기술표준의 분류로는 크게 컨베이어의 속도, 패키징 소재, 패키징 형태, 제품 등의 4가지로 구분할 수 있다. 소비자들이 제품을 구매한 뒤, 컨베이어를 통해 대형 소매업체를 나오면서 RFID Tag가 부착된 개별 아이템 품목들을 오류의 발생 없이 신속하게 인지할 수 있어야 하기 때문에 상품 또는 포장 등의 최적 부착위치 및 Tag의 인지 능력 향상이 절실하다고 할 수 있으며, RFID Tag의 데이터 저장 기술을 비롯하여 보다 많은 개별 아이템을 인식할 수 있는 일괄인식기술 등의 개발이 필요하다고 할 수 있다. RFID 태그 부착기술 측면에서는 다양한 형태의 패키징 소재에 RFID Tag를 적용하기 위한 부착 기술 및 인쇄 기술 개발이 필요하며, 특히 기존의 라벨 및 점착 테이프 형태에서 벗어나 최근에는 골판지, 플라스틱 보틀 등 다양한 포장재 안으로 Tag를 임베디드 시키기 위한 다양한 기술 개발이 요구되고 있다. 마지막으로 패키징 분야에서 RFID 시스템의 효율성 향상을 위해서는 RFID Tag를 적용할 제품의 특성 또한 주요 고려 인자라고 할 수 있다. 그 예로 플라스틱 보틀로 포장된 엔진 오일과 케첩의 RFID 인지 효율성을 비교하면 엔진오일의 경우가 케첩보다 약 50% 정도 인지효율이 뛰어난 것으로 나타났으며, 이것은 케첩 내에 포함되어진 수분에 의한 영향으로 나타났다. 이러한 결과로

미루어 액체 및 금속성 제품에서의 RFID 인지 효율성 향상을 위한 기술 개발이 필요하다고 할 수 있다.

결 론

앞으로 다가올 USN(Ubiquitous Sensor Network)시대의 혁신을 담당할 RFID 시스템은 향후 IT 분야의 최대 성장 동력 중 하나이며, IT 기반 인프라가 강력하게 구축되어있는 우리나라의 경우 향후 노력 여하에 따라 RFID 시스템을 기반으로 하는 정보기술의 선도 국가로 자리매김 할 수 있는 기술분야라고 할 수 있다. 전세계적으로 RFID 시스템은 바코드를 대체하여 물류의 혁신을 달성할 주요기술로 주목받고 있지만, 현 시점에서는 관련 기반 기술 및 표준의 미비 등 해결되어야 할 과제가 많다고 할 수 있다. 이에 따라, 미국, 유럽 등의 선진국을 포함한 각국에서는 RFID 시스템을 효과적으로 응용하기 위한 기술개발에 박차를 가하고 있으며, 운용상의 일관성 및 통일성을 확보하기 위한 표준 제정에 힘쓰고 있다. 그러나 국내의 경우 패키징 관련 기반 기술 및 기술표준이 미국, 유럽 등의 선진국에 비하여 미비하기 때문에 패키징 분야 국제 표준 설정의 우위 확보에 어려움이 많을 뿐만 아니라, 패키징 적용 기술 선점 효과를 저해하고 있다. 특히 국내의 유통·물류 프로세스 특성에 맞추어진 RFID 적용 패키징 표준모듈의 부재는 RFID 도입을 더디게 하고 있으며, 기업과 사회적 측면의 물류비용 절감효과를 저해하고 있는 실정이다. 따라서 향후

RFID 기술을 통해 정보기술의 선도 국가로 발돋움하기 위해서는 현실적인 가치를 창출할 수 있는 패키징 관련 표준 모델을 개발하고 선점해야 할 것으로 생각된다.

참고문헌

1. 김상태. 2003. RFID 기술개요 및 국내외 동향 분석. 전자부품연구원 전자정보센터 1-15.
2. 김재능, 2005. 국내 패키징디자인·패키징산업의 기술개발 로드맵 연구(결과보고서). 산업자원부 pp 83-120.
3. 김창곤. 2006. 2004-2005 시범사업 종합 결과 보고서. 진한 M&B. 서울, 대한민국.
4. 송석현, 신상철. 2005. RFID/USN 표준화 동향 및 이슈. 정보과학회지 22(12): 67-74.
5. 오정진, 문광현. 2005. EPC 정보 서비스를 이용한 재고관리 시스템 구현. 추계종합학술대회논문집, 한국콘텐츠학회 3(2): 590-595.
6. 월간포장. 2006. 골판지에 RFID를 인쇄한다. 월간포장 6월, 서울, 대한민국.
7. 월간포장. 2006. 손택 주류용 전자태그 개발. 월간포장 6월, 서울, 대한민국.
8. 월간포장. 2006. 액체 속에서도 인식되는 리퀴드 태그 개발. 월간포장 6월, 서울, 대한민국.
9. 월간포장. 2006. 프린팅 기법을 이용한 RFID 태그. 월간포장, 서울, 대한민국.
10. 이명훈. 2004. RFID 포장산업 적용 국제적 동향 및 전망. 패키징계, 140: 62-705.
11. 이은권. 2004. RFID 확산 추진현황 및 전망. 정보통신정책, 16(6): 1-38
12. 이은권. 2004. RFID 확산 추진현황 및 전망. 정보통신정책, 16(6): 27-33.
13. 이종민, 임상환, 엄완섭. 2005. RFID를 활용한 SCM에 관한 연구. 대한산업공학회/한국경영과학회, 895-898.
14. 정민화. 2004. RFID 표준화 동향. 한국전자과학회지 15(2): 12-20.
15. 정준호, 임석철. 2004. RFID 리뷰 페이지. 대한산업공학회/한국경영과학회 9-14.
16. 조종연. 2004. 패키징산업과 RFID. 패키징계 140: 57-61.
17. 표철식, 채종석. 2007. 차세대 RFID/USN 기술 발전 전망. 한국전자통신연구원 7-13.
18. Jong E., Hil M., Nederpelt M., VandenBerghe J., Koster J. 2005. RFID BENCHMARK STUDY. RFID Adoption in Returnable Packaging 15(5): 27-39
19. ISO/IEC. 2006. Information technology - Radio frequency identification for item management - Implementation guidelines - Part 1: RFID-enabled labels. SC031-N-2112
20. Rasul J. S. 2003. Chip on paper technology utilizing anisotropically conductive adhesive for smart label applications. Microelectronics Reliability 44: 135-140
21. RFID Journal. 2006. RFID Journal. 85: 15-22.
22. RFID Journal. 2005. RFID Journal, 85: 36-45.