

RFID 를 이용한 Production Traceability System 구축 및 활용

Construction and Practical use of Production Traceability System using RFID

조재용*, 신철민, 홍종수, 이천희
(Jae-Yong Cho, Chul-Min Shin, Jong-Soo Hong and Chun-Hee Lee)

Abstract : This paper describes the project for constructing a traceability system for producing using RFID antenna in 900MHz frequency band and the consideration. In this project we reviewed analysis of properties classified by production process and RFID system through each frequency band, and designed a single unit RFID reader including antenna. The developed antenna is optimized to a field condition and this paper will show the test results. Also, we designed a single unit RFID reader by adding a reader to a designed antenna and explained the rule of tag memory allocation. Lastly, after running the system we could calculate visible and invisible effects of operation results and check up a wide possibility of application for RFID.

Keywords: RFID, EPC, Gen2, PTS, Traceability

I. 서론

이동 통신 기지국 안테나(BA; Base-station Antenna) 제품은 열악한 설치환경에도 불구하고 높은 성능과 신뢰성 및 장기적인 고객 지원을 필요로 한다. 이를 위해, 생산 시 각 제품별 일련번호에 의한 이력관리 및 측정 데이터의 분석 및 관리는 필수적이다. 이러한 데이터는 제품의 품질산포, 공정능력 평가, 제품 A/S 등 고객지원 등에 광범위하게 사용된다. 현재까지의 시스템은 이러한 데이터의 수집과 관리를 수기작업과 바코드(Bar-code) 입력 작업 등으로 처리하였다. 하지만, 이러한 수기작업 및 바코드 입력작업은 많은 불편이 따랐다. 특히 수기작업은 가장 많은 시간과 노력을 들임에도 불구하고 항상 오류 발생의 가장 큰 잠재적 요인으로 남아있었으며, 특히 실시간 데이터 추적에는 미흡했다. 이러한 각 공정별 오류와 입력 시간 지연에 의한 전산자료의 불일치 등은 공정 전체의 누계치를 고려하였을 때 무시할 수 없는 수치로 커지는 경우가 많았다.

이러한 문제점을 해소하고 실시간성을 확보하기 위해 생산 추적성 관리 시스템(PTS; Production Traceability System)을 구축하게 되었다. 여기서 Traceability 는 추적을 뜻하는 Trace 와 능력을 의미하는 Ability 가 조합된 용어로서 PTS 가 생산이력 데이터를 추적 및 관리할 수 있는 시스템을 의미한다.

특히 PTS 구축에는 유비쿼터스 분야에서 실시간 기업(RTE; Real Time Enterprise) 구현에 있어 최적으로 평가 받고 있는 RFID(Radio Frequency Identification) 기술을 활용하였다.

초기의 RFID 는 특정 분야에 국한되어 적용되었지만, 현재는 산업 전 분야까지 확대되고 있으며 고객관리(CRM; Customer Relationship Management), 공급망관리(SCM; Supply Chain Management), 전사적자원관리(ERP; Enterprise Resources Planning) 등의 기업용 어플리케이션과 연동을 통해 빠르고, 정확한 데이터 수집 수단으로 활용되고 있다.

현재 사용되고 있는 각종 RFID 시스템을 비교 평가한 결과 900MHz UHF 대역 RFID 시스템이 적합하다고 판단하였으며 이에 따른 시스템 구축을 추진하였다. 이 계획의 추진 결과 ACE RFID PTS 가 2007년 7월부터 본격 가동에 들어가게 되었다.

본 논문에서는 RFID PTS를 직접 구축하면서 얻은 경험을 통해, RFID 시스템의 구축 시 고려하여야 할 사항 및 구축 과정을 설명하고 시스템 가동 후의 효과를 요약하였다.

II. RFID 시스템 적용 검토

1. 작업 특성 검토

RFID 를 사용하여 BA 생산 라인에 PTS 를 구축하기 위해서는 먼저 공정별 특성 검토가 선행되어야 한다. BA 제품을 구성하는 공정은 총 8개 공정으로 이루어져 있으며, 진행 순서 및 특성은 표 1에 표시되어 있다.

표 1. 공정별 작업특성.

Table 1. Properties classified by production process.

공정명	작업 시간 (min)	작업 반경 (m)	동시 작업 개수
Sub Assembly	360	0.7	1
Main Assembly	360	0.7	1
Down cover Assembly	100	4.5	10
Tuning VSWR	50	2.9	1
Clamp Assembly	30	4.0	5
Measure IMD	20	3.5	1
Recording VSWR	20	3.0	1
Packing	15	4.0	1

각 공정별 소요시간, 작업 반경, 최대 동시작업 개수 등이 다르므로 PTS 구축에도 이를 중심으로 검토하였다. 공정 소요시간은 작업자별 숙련도에 따른 시간 차이로 인해 평균값으로 계산하였다. 특히, PTS 의 인식거리와 직결되는 작업 반경 항목의 거리 산출의 경우 BA 제품의 길이와 작업자의 이동경로 등을 종합적으로 고려하였다. 그리고 최대 동시작업 개수 항목에서는 하나의 작업대에 여러 개의 제품을 배열하여 2명 이상의 작업자가 동시에 작업하는 경우가 발생하므로 이에 대비할 수 있도록 하였다.

2. RFID 주파수별 인식거리

현재 RFID 시스템은 주파수 대역 및 리더와 태그의 커플링 방식에 따라 여러 가지가 사용되고 있다.

표 2 에 주파수 대역별 RFID 시스템의 인식거리와 특징 그리고, 해당 국제 표준을 비교 정리하여 나타내었다.

표 2. RFID 주파수별 인식거리. [1]

Table 2. Recognition range of RFID frequency. [1]

주파수 대역	인식 거리	특징	국제 표준
125 KHz	50 cm	물, 금속환경에 강함 데이터 전송속도 낮음 No Anti-collision	ISO/IEC 18000-2
13.56 MHz	1 m	물이 있는 환경에 강함 금속 환경에 약함 Anti-collision	ISO/IEC 18000-3
860~960 MHz	3~8 m	물 있는 환경에서 반사 금속 환경에 적합 Anti-collision	ISO/IEC 18000-6
2.45 GHz	90 cm	태그 소형화 가능 물 있는 환경에서 반사 금속 환경에 적합 Anti-collision	ISO/IEC 18000-4

표 1을 통해 RFID 시스템 선택의 주요한 파라미터인 인식거리와 최대 동시작업 개수를 도출하였으며, 표 2에서는 RFID 시스템들간의 비교를 통해 PTS 구축을 위해 가장 적합한 시스템을 검토한 결과, UHF 대역 RFID 시스템인 것으로 나타났다.

III. PTS 구축

1. PTS 구성

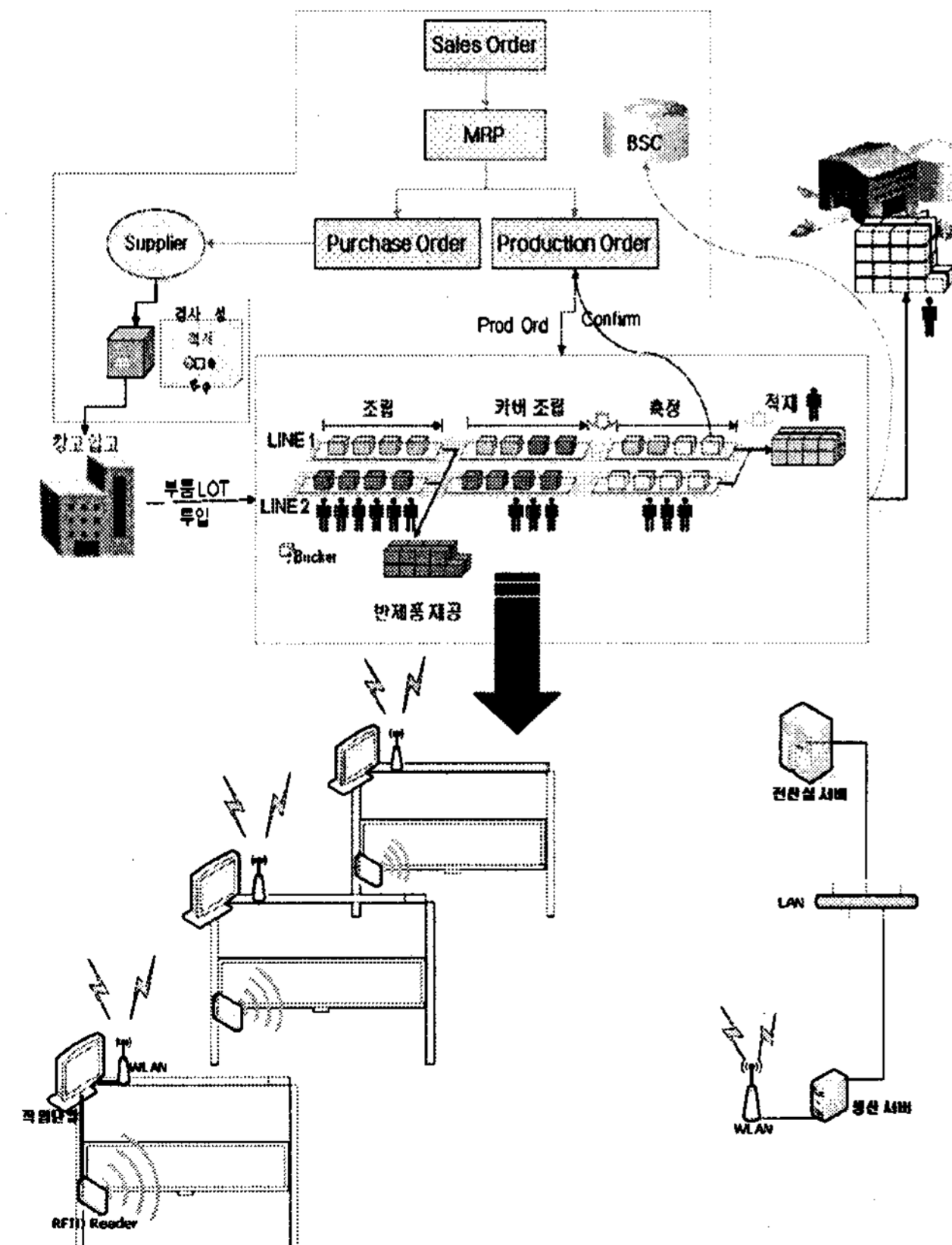


그림 1. PTS 구성도.
Fig. 1. PTS diagram.

그림 1 과 그림 2 는 생산라인에서 시행중인 시스템 구성도와 하드웨어 구성도이다. 설치위치 및 기존 작업대의 특성상 시판되고 있는 고정형 리더와 안테나는 사용할 수 없었다.

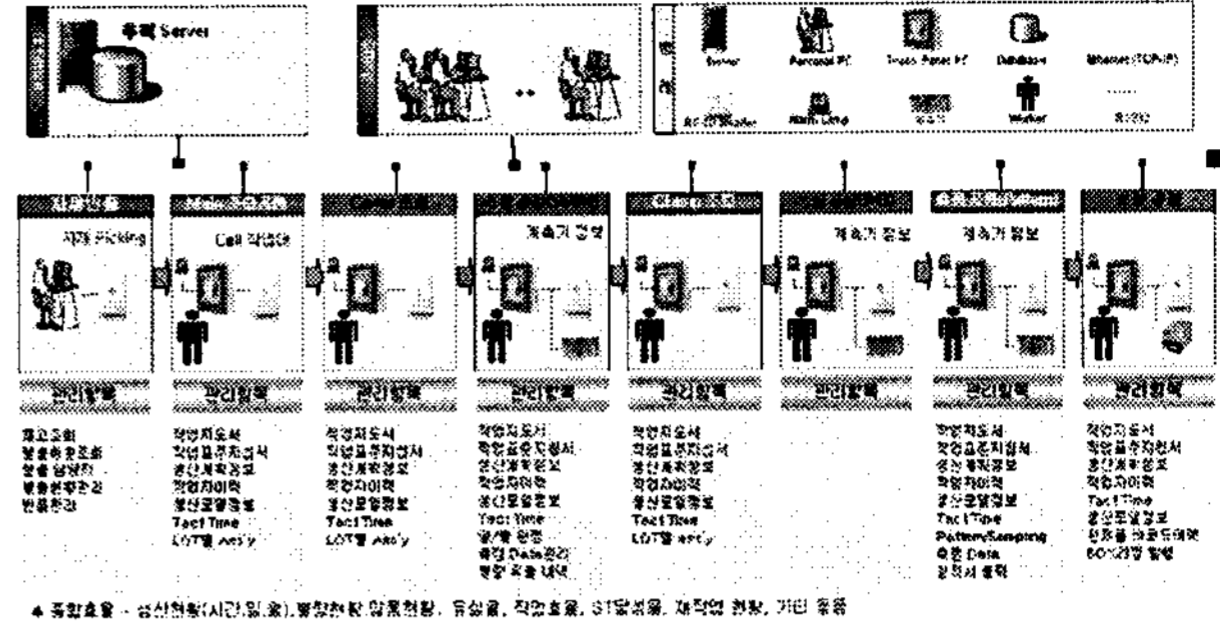


그림 2. 하드웨어 구성도 및 흐름도
Fig. 2. Hardware diagram and flow chart.

이에 따라, 당사가 보유하고 있는 안테나 기술력을 바탕으로 RFID 안테나를 직접 개발하여 시스템에 적용하였으며, 생산 서버와 작업 단말기간 네트워크 구성에는 무선랜을 사용하였다.

2. PTS용 안테나 개발

안테나는 태그의 정렬 방향에 관계없이 적용이 가능하도록 원형편파를 사용하였으며, 현장 상황에 맞추어 안테나 이득은 다소 감소시키는 대신 빔 폭을 넓혀 개발하였다. 이를 통해 원거리 태그를 읽을 경우에는 다소 불리하지만, 현장 상황에 맞는 근거리 태그의 경우에는 넓은 빔 폭을 통해 태그 인식에 더욱 유리하도록 구성하였다. 나아가 설치가 용이하도록 소형화하기 위해 RFID 리더를 안테나 내부에 내장하여 안테나 일체형 리더 제품을 개발하였다. 이렇게 개발된 일체형 RFID 리더 설치 개소는 모두 26 개소로 공정 흐름과 작업자의 동선을 고려하여 설치 하였다.

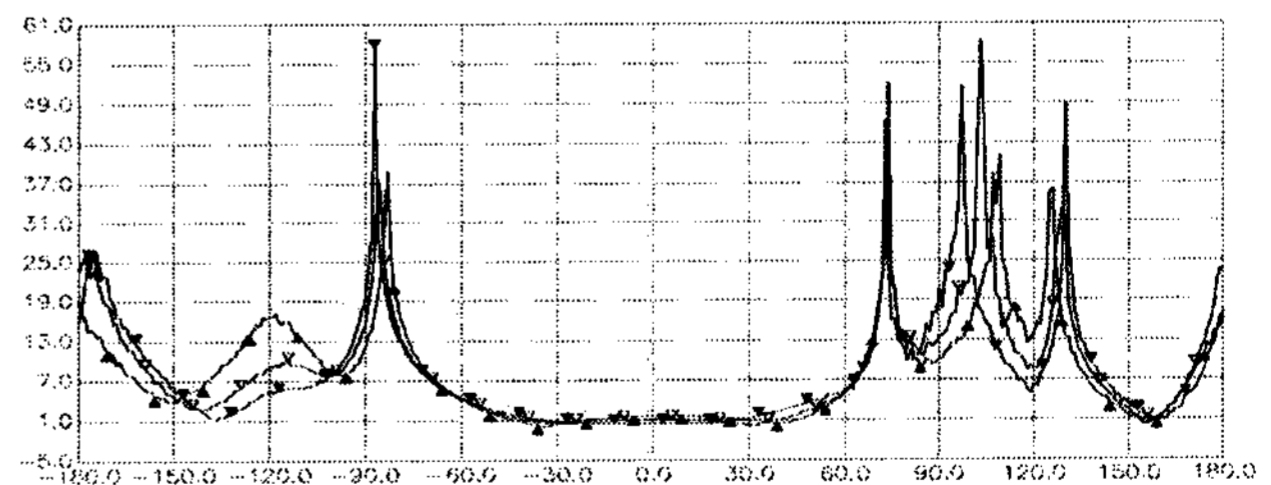


그림 3. PTS용으로 개발된 안테나의 축비.
Fig. 3. Axial ratio of developed antenna for PTS.

그림 3 은 원형편파의 특성을 볼 수 있는 축비 데이터이다. 안테나 정면이 X 축의 0°로 대역에서 3dB 이하로 원형편파가 구현되고 있음을 확인 할 수 있다.

그림 4에 서는 안테나의 패턴을 측정하여 안테나의 이득과 빔폭을 나타내었다. 패턴 측정 결과 기존 RFID 안테나보다 10° 정도의 빔폭이 넓어졌으며 이득은 약 1~1.5dBic 줄어든 것을 확인할 수 있다. 이 패턴 측정 결과 PTS에 최적화된 안테나 특성을 확인할 수 있었다.

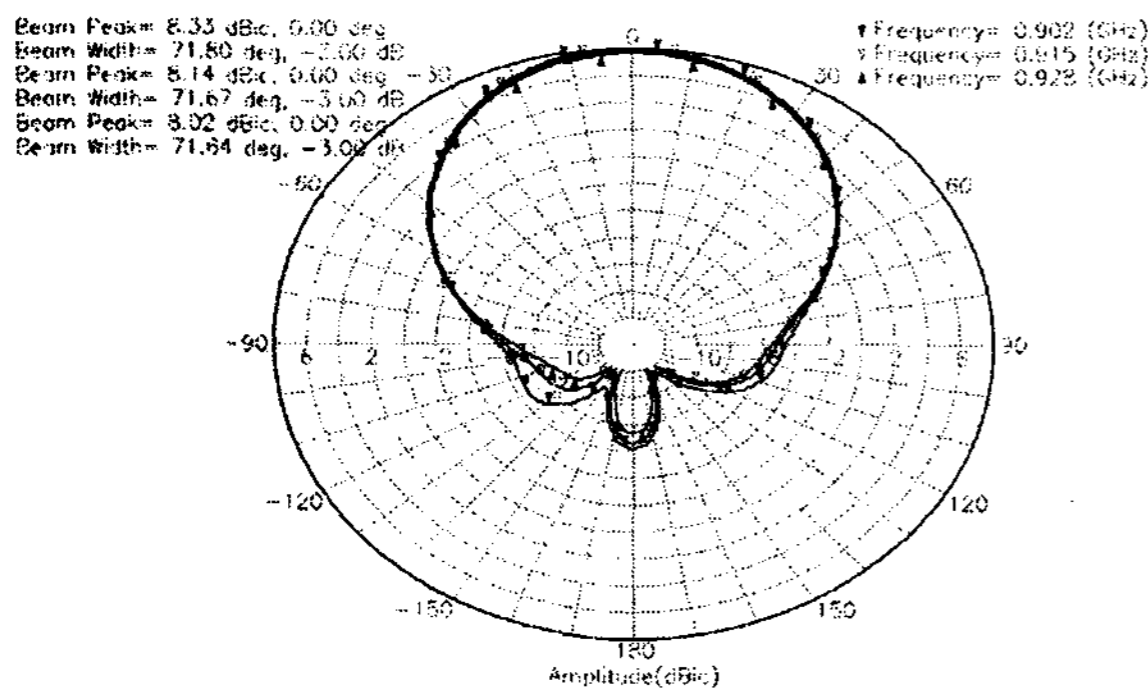


그림 4. PTS용으로 개발된 안테나의 이득과 빔 폭.
Fig. 4. Gain and beam width of developed antenna for PTS.

3. PTS용 안테나 일체형 리더 개발

안테나와 리더를 단일 레이돔에 내장한 안테나 일체형 리더의 규격은 표 3에 나타내었다.

표 3. 안테나 일체형 리더 규격.

Table 3. Specification of antenna included reader.

항목	규격
Gain	8 dBic
Polarization	Circular
-3dB Beam Width	>70°
Front to back ratio	>12 dB
VSWR	<1.3
Operating Frequency	UHF 908~914 MHz
Channel Bandwidth	200 KHz
Transmit Power	1 W (30dBm)
Protocol	Multi Protocol (ISO 18000-6A/B, Gen2)
Interface	RS-232
Dimensions(WxHxD)	215 x 215 x 45 mm

4. PTS용 태그 메모리 할당

PTS 구축을 위한 RFID 태그는 EPC Class1 Gen2 태그를 사용하였다. 태그의 메모리 영역은 그림 5와 같이 4개의 부분으로 구성되어 있다.

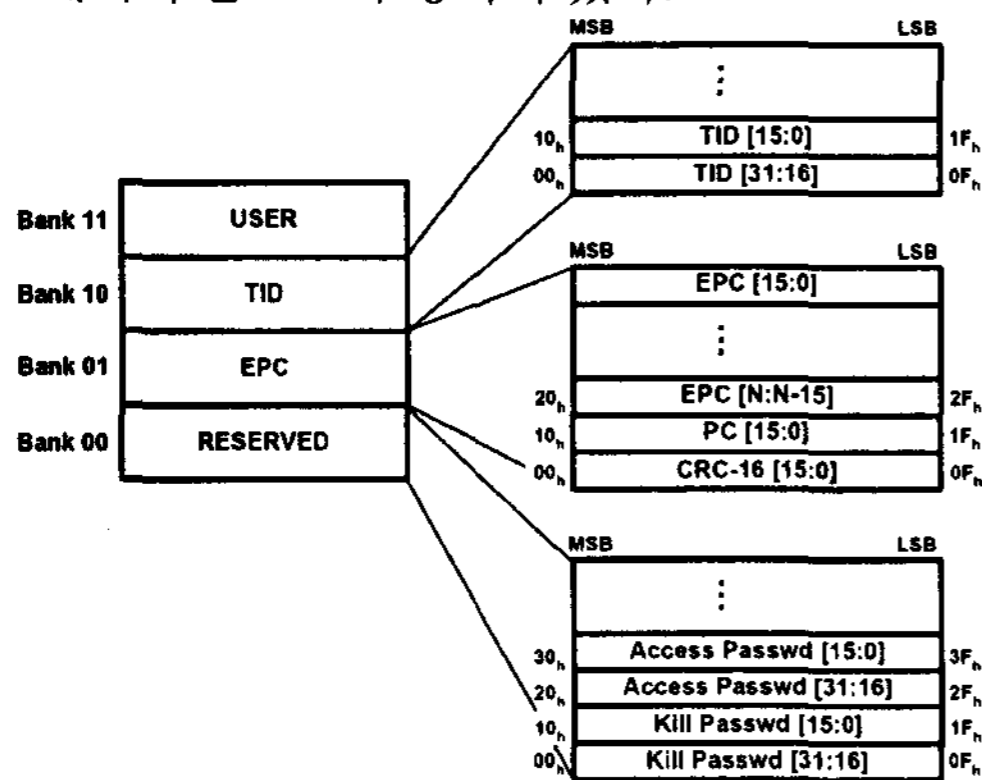


그림 5. PTS용 태그의 논리적 메모리 맵[2].

Fig. 5. Logical memory map of tag for PTS[2].

Bank00 은 Reserved 영역으로 Access Password 와 Kill Password 를 위한 공간으로 사용되며 Bank01 은 EPC 영역으로 CRC-16, PC 그리고 EPC 영역을 위한

공간이 할당되어 있으며, PTS 에서 사용하는 메모리 영역이다. Bank10 은 TID(Tag Identification) 영역으로 ISO/IEC 15963 의 Allocation Class Identifier 를 포함하고 있다. Bank11 은 User 영역으로 사용자 정의 데이터를 저장하는 영역이다. 이 영역의 논리적 구조는 사용자에 의해 정의되고 사용될 수 있다. 제조사에 따라서는 User 영역이 없는 태그도 있으며, PTS 구축 시에도 User 메모리 영역은 없는 태그를 사용하였다.

Y	M	M	D	D	P	r	d	S	e	N	o
Y: 년, 2007 년은 '7', 2010 년은 'A' (2010 년 이후 알파벳 사용) MM: 월 DD: 일 Prd: 사내 공정 태그(제품 구분), 협력사 부품 박스(협력사 코드) SeNo: Serial Number, 일련 번호 (Byte 단위로 알파벳과 숫자만 사용)											

그림 6. PTS용 태그의 코드 할당 방법.

Fig. 6. Code allocation method of tag for PTS.

태그 메모리 중 Bank01 EPC 영역은 PTS 에서 그림 6 와 같이 바이트 단위로 정의 하였다. Y 는 년도를 나타내는 바이트이며 2007 년은 '7'로 표시하고, 2010 년 이후에는 알파벳을 사용한다. 예를 들어 2010 년은 'A', 2011 년은 'B'와 같이 사용하도록 구성하였다. 월을 나타내는 MM 과 일을 나타내는 DD 는 Y 보다 빈번하게 사용되므로 작업자의 편의를 위해 두 바이트씩 할당하였다. Prd 는 사내 공정용 자재일 경우와 협력사의 납품 제품을 구별하여 적용하였다. Prd 코드를 조회하면 내부 공정 코드인지 협력사에서 납품된 코드인지를 알 수 있도록 구성하였다. SeNo 는 제품의 일련번호를 저장할 수 있도록 구성하였다.

VI. 결론

지금까지 본 논문에서는 RFID 시스템을 이용한 생산 추적성 관리 시스템(PTS)의 구축에 대해 알아보았다. 시스템 구축 및 가동에 이르기까지 많은 시행착오가 있었지만, 시스템 가동 결과 기존 바코드 시스템에 비해 데이터의 신뢰성, 실시간성, 소요 작업 시간 등이 현저히 개선된 것을 확인할 수 있었다. 대표적 개선 효과를 유, 무형별로 정리하면 표 4와 같다.

표 4. PTS 효과 분석표.

Table 4. Analysis table of PTS effect.

(단위:천원)

유형 효과	무형 효과
- Traveler Sheet 비용 절감 (27,000/년)	- Traveler Sheet 수기작업 오류 제거
- 작업일보 비용 절감 (10,000/년)	- 작업일보 및 보고서 출력전산화
- 작업표준 관리(8,000/년)	- 제품 성적서 데이터 베이스 구축
- 생산성 향상(3%)	- 자재 구매 시점의 탄력적 대응
	- 고객 납기 점점이 실시간으로 가능

향후 RFID 의 기술 발전에 따라 시장에서의 적용이

확산되어 단계적으로 발전할 것이며, 태그 가격의 저가화가 실현되면 실생활에서의 활용이 더욱 확대될 것으로 전망된다.[3] 또한 RFID의 특성은 전파가 가지는 물리적 성질과 밀접하다. 태그를 금속류에 부착할 경우 전체적인 통신 성능은 저하되고, 마이크로파와 같이 물 등에 흡수되기 쉬운 주파수대를 사용하는 태그를 습도가 높은 환경에서 사용했을 경우에도 역시 성능 저하를 볼 수 있다. 이러한 과제의 포괄적인 해결안을 찾아내는 것이 RFID 보급의 열쇠가 될 것이다.[4]

RFID는 사회의 인프라로써 작용하기 위해 기술이나 운용의 표준화가 불가피하다. 그러나 현시점에서는 IC 칩의 종류, 통신 프로토콜, IC 칩에 기억하는 데이터 체계 및 이용방법 등에 대한 충분한 표준화를 갖고 있다고는 말할 수 없다. RFID는 도입 기업에 있어서 이익을 가져오는 반면, 도입 시에는 적지 않은 비용을 요구하게 된다. 지금 도입한 시스템이 장래에 걸쳐 사용할 수 없거나 업계표준에 적합하지 않는 것이 될 가능성이 있는 상황에서는 기업은 RFID에 대해서 대규모 투자는 실시할 수 없을 것이다. RFID 보급을 위해서는 하루라도 빠른 국제적 표준화가 요구되고 있다.[5],[6]

이번에 당사에서 구축한 ACE RFID PTS를 통해 RFID 시스템이 가지는 실시간성 및 정확성, 효용성은 충분히 확인하였다. 향후 표준화 과정을 주시하면서 차기 시스템 도입에도 RFID 시스템을 적극 검토할 예정이다.

참고문헌

- [1] Klaus Finkenzeller, "RFID Handbook Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification", WILEY, 2003.
- [2] EPC Global Inc <http://www.epcglobalinc.org/>, "EPC Radio-Frequency Identity Protocols Class-1 Generation-2 UHF RFID Protocol for Communications at 860 MHz - 960 MHz", 2005.1
- [3] 한국정보통신기술협회 <http://www.tta.or.kr/>.
- [4] 산업자원부 <http://www.mocie.go.kr/>.
- [5] 임승욱, "RFID 산업동향" 전자정보센터, 2007. 1.
- [6] 진태석, "RFID의 최근 국내외 개발과 표준화동향" 전자정보센터, 2007. 7.



조재용

1997년 경일대학교 컴퓨터공학과 졸업.
2004년 인하대학교 정보통신대학원
(공학석사)
2007년~현재 에이스안테나 책임연구원.
관심분야는 UWB, RFID, USN.



홍종수

2002년 관동대학교 정보통신공학과 졸업.
2004년 관동대학교 정보통신대학원.
(공학석사)
2004년~현재 에이스안테나 선임연구원.
관심분야는 UWB, RFID, USN



신철민

2005년 인하대학교 컴퓨터공학과 졸업.
2007년 인하대학교 정보통신대학원.
(공학석사)
2007년~현재 에이스안테나 연구원.
관심분야는 USN, Embedded system

이천희



1994년 한남대학교 정보통신공학과 졸업.
1996년 한남대학교 전자공학과대학원.
(공학석사)
1996년~현재 에이스안테나 수석연구원
관심분야는 UWB antenna, RFID antenna.