

RFID를 활용한 유통물류 분야 Real-Time SCM Visibility 정보시스템 구축사례에 관한 연구

김형도*·강경식*

1. 서론

글로벌 경영전략에 따른 시장의 세계화로 오늘날 많은 기업들이 치열한 국제경쟁 속에서 경쟁우위 확보 전력을 기울이고 있다. 과거 기업경영의 초점이 가격과 품질에서 고객의 다양한 니즈를 충족시키기 위한 고객만족경영으로 변하게 됨에 따라 이러한 시장에 신속한 대응을 위해 효율적인 물류관리가 기업의 경쟁력을 좌우하는 핵심 요소가 되었다. 따라서, 기업들은 조달, 생산, 유통 및 물류활동을 통합적으로 관리하고 운영할 수 있는 새로운 SCM(Supply Chain Management) 체계를 구축하고 있다.

이러한 성공적인 SCM 체계를 구축하기 위해 IT인프라 중에서 RFID 기술이 주목받고 있으며, 지속적으로 연구 및 개발되고 있다. 최근 유통물류 분야를 비롯한 정보통신, 축산, 항공, 항만, 국방 등 거의 모든 분야에 걸쳐 RFID 기술이 지속적으로 연구 및 개발되고 있으며, 점차 그 응용 솔루션들이 개발되어 상용화 및 확산 단계로 접어들고 있다. 본 연구에서는 제조업체, 유통업체, 물류업체 등이 각 적용 거점에 RFID 시스템을 구축하여 상품 및 파렛트의 실시간 정보관리를 통해 유통물류 분야의 물류체계 개선 및 협업 네트워크를 구축함으로써 궁극적으로 개별기업의 차원을 넘어 유통물류 산업계의 선진화, 생산성 향상 및 협업강화를 통한 산업경쟁력 제고를 목표로 수행한 “RFID기반 Intelligent Collaborative 유통물류 정보시스템 구축” 사례를 통해 유통물류 분야의 RFID 기술 기반 비즈니스 모델 제시를 통해 타 산업으로 RFID 기반 비즈니스 모델 개발에 대한 시사점을 제시하고자 한다.

2. 국내외 RFID 적용 현황

우리나라에서의 RFID 활용은 교통카드, 유통, 물류, 제조위주에서 항만, 도로 등 국가기간산업과 애완동물이나 모바일 등 개인생활로 확대 중에 있으며, 정부는 물류 자동차·섬유·철강·제지·조선 등 일부 업종에 한정했던 ‘산업 중심 RFID 확산사업’을 농축산·항공·의약·귀금속 등의 업종으로 확대 적용할 계획에 있다. 우리보다 앞선 외국의 경우 미국과 유럽시장에 민간업계를 중심으로 그 적용대상 및 범위가 확산되고 있다.

†본 논문은 명지대학교 안전경영연구소 협력에 의해 이루어진 논문임

* 명지대학교 산업경영공학과

특히, 유통물류 분야 RFID 적용 국내외 동향을 살펴보면 본격적으로 시장확대가 시작되고, 여타 산업분야에서도 공정관리, 실시간 위치추적, 자산관리, 매장관리 등에 널리 쓰이기 시작했다. 그러나 이러한 기능적 장점과 시장확대의 추세에도 불구하고 국내에서는 아직 본격적인 확산을 이루지 못하고 있는 상태이며, 대신 정부주도의 시범 및 확산사업들만이 꾸준히 보고되고 있는 실정이다. 그 배경에는 RFID 본격 도입의 바탕이 되는 제반 표준 및 기반기술에 대한 시장의 신뢰가 아직 형성되지 못했다는 점뿐 아니라 RFID 도입효과에 대한 체계적인 분석모형이나 실용적 도입방법론 등이 확립되지 못한 점도 한 몫을 하고 있다.

<표 1> 2008년 국내 u-IT확산사업

사업명	추진기관
RTLS/USN기반 u-Port 구축	국토해양부
RFID기반 항공 수입화물 통관체제 구축	관세청
u-Defence 구축	국방부
USN 기반 기상/해양 통합관측 환경 구축(기상부문)	기상청
USN 기반 기상/해양 통합관측 환경 구축(해양부문)	국립해양조사원
u-IT기반 과수 병해충 종합관리시스템 구축	농림수산식품부
안전안심 u-먹거리 환경 구축	식품의약품안전청
RFID/USN기반 제주 양돈 FCG관리시스템 구축	제주특별자치도
u-IT를 활용한 수산물 유통정보시스템 구축	농림수산식품부
RFID기반 귀금속/보석 유통정보관리시스템 구축	지경부
주류 유통정보시스템 구축	국세청
u-명품브랜드 'G마크 머쉬하트' 이력추적관리	경기도
u-IT기반 고추잡자리 이력추적관리시스템	충청북도
u-IT기반 전통식품품질관리시스템 구축	전라북도
화훼 생산환경관리시스템 구축	경기도
u-It를 활용한 u-포크 균일돈 성장관리 시스템 구축	경상남도
u-농촌관광	충청남도
고품질쌀 브랜드 육성을 위한 RFID 인프라 구축	전라남도
청정 제주 고품질 u-수산업식 지원시스템 구축	제주특별자치도
RFID/USN 기반 고품질 수산물 생산지원시스템 구축	경상남도

<표 2> 년도별 해외 RFID 적용 현황(민간업체)

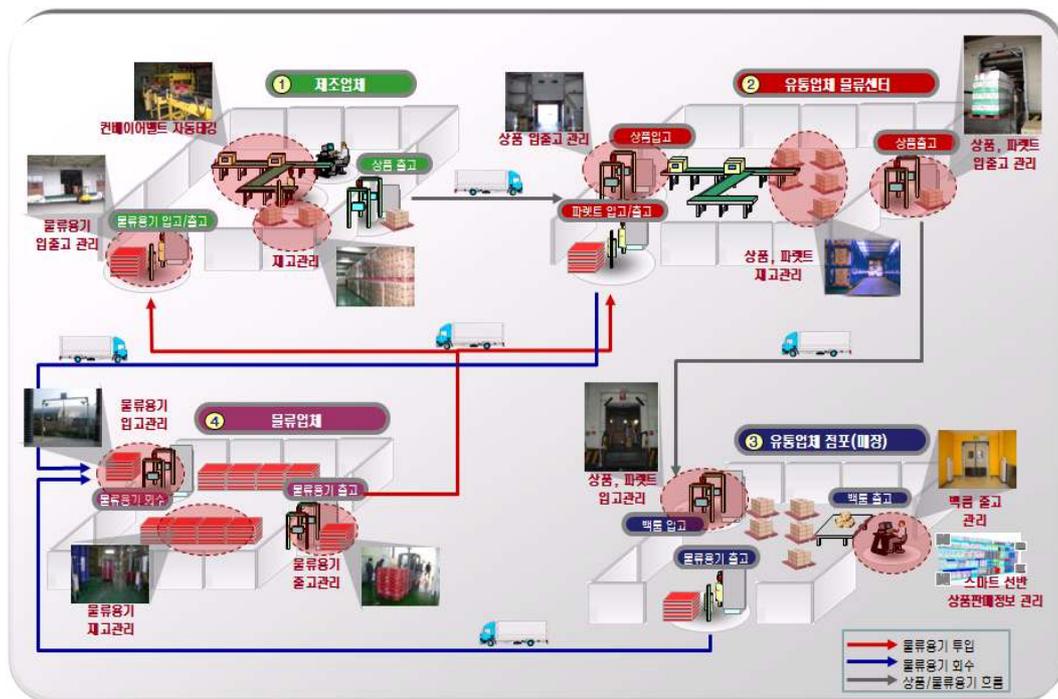
년 도	업 체	공급업체	도입범위
2007	Wal-Mart	637개 거래업체	미국내 700여 매장
2006		EPC Gen2 태그 부착 의무화	
2005		337개 거래업체	국제시장
2007	Tesco	상위 137개 거래업체	1300개 매장
2007	Metro	특정 제품 카테고리 공급업체	50개 매장
2007	Target	상위 400개 거래업체	독일 전역 180매장
2005		전 공급업체	
2005	Albertsons	주요 공급업체	일부 DC
2005	Best Buy	상위 100업체	텍사스 달라스
2006		상위 100사	

3. 유통물류 분야 RFID 정보시스템 구축

3.1 구축 개요

유통업체를 중심으로 유통업체에 입출고되는 제조업체의 상품과 물류업체의 파렛트에 대한 흐름을 RFID 기술을 이용하여 추적 및 관리하고, 해당 정보를 이용하여 통합적으로 모니터링 및 분석할 수 있도록 하였다. 각 업체간 유통물류 정보의 협력체계를 강화하여 유통물류 산업계의 선진화, 생산성 향상을 통한 경쟁력 제고를 목표로 하였다.

유통업체 물류센터, 매장으로 이어지는 상품에 대한 흐름과 물류업체에서 제조업체, 유통업체 물류센터, 매장까지 이어지는 파렛트 흐름을 추적하기 위해 각 거점에 RFID 장비와 미들웨어를 설치하여 유통물류 정보시스템을 구축하였다. 각 거점별 유통물류 정보시스템에 저장된 정보는 DS (Discovery Service)를 이용하여 통합 모니터링 시스템에 제공하여 유통업체에서 실시간 상품에 대한 가시성 확보로 유통업체 물류센터와 점포간 상품의 Lead Time 분석과 상품 이력관리 및 실시간 재고관리로 결품 방지 등의 효과를 이룰 수 있게 하였다. 또한, 제조업체의 경우 원자재 입고, 상품의 출고 및 재고관리, 출하작업 시간 단축 등으로 물류비용의 절감을 위한 분석 자료로써 사용할 수 있도록 하였다.



<그림 1> 유통물류 분야 RFID 적용 서비스 흐름

3.2 주요 추진 내용

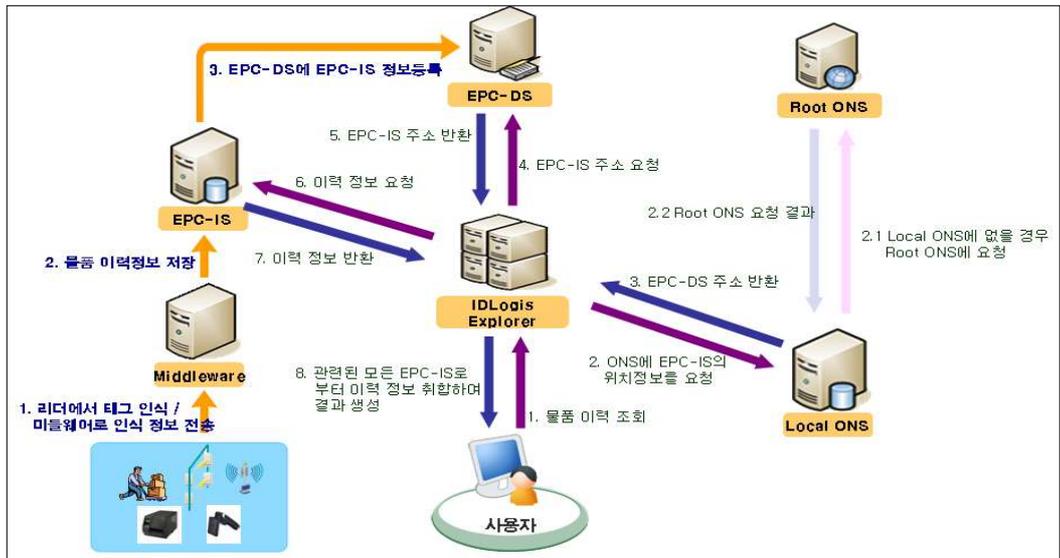
3.2.1 EPC 네트워크 표준 및 적용 코드 체계

3.2.1.1 EPC 네트워크 표준

EPCGlobal 표준 EPC Network 아키텍처를 준수하여 RFID 미들웨어를 개발 및 적용하였다.

·Object Naming Service (ONS) Standard v.1.0.1	·EPC Information Services(EPCIS) Standard v.1.0.1
·Application Level Events (ALE) Standard v.1.1	·PC Tag Data Standard (TDS) Standard v.1.4
·Class 1 Generation 2 UHF Air Interface Protocol Standard "Gen 2" v.1.1.0	·EPC Tag Data Translation (TDT) Standard v.1.0

<표 3> EPC Network 적용 표준



<그림 2> EPC Network 구성도

3.2.1.2 EPC 적용 코드 체계

1) Case Level 상품 EPC 체계 : SGTIN-96

SGTIN 코드체계는 GS1 표준코드체계인 GTIN을 변환해서 사용하는 코드로 GTIN 코드에 시리얼 번호를 추가로 입력하여 사용하였다.

	Header	Filter Value	Partition	Company Prefix	Item Reference	Serial Number
비트길이	8	3	3	20~40	24~4	38
Values	0011 0000	010	101	999,999 ~ 999,999,999,999	9,999,999~9	274,877,906,943

Header			Filter Value		Partition					
Type	Hexa	Binary	Type	Binary	Company Prefix		Item Reference			
SSCC-64	08	0000 1000	All Others	000	Bits	Digits	Bits	Digits	Bits	Digits
SGLN-64	09	0000 1001	Item	001						
GRAI-64	0A	0000 1010	Trade Item Grouping	010	0	40	12	4	1	
SGTIN-96	30	0011 0000	Single Shipping / Trade Item	011	1	37	11	7	2	
SSCC-96	31	0011 0001			2	34	10	10	3	
SGLN-96	32	0011 0010			3	30	9	14	4	
GRAI-96	33	0011 0011			4	27	8	17	5	
SGTIN-198	36	0011 0110			5	24	7	20	6	
GRAI-170	37	0011 0111			6	20	6	24	7	
SGLN-195	39	0011 1001								

<그림 3> SGTIN-96 코드체계

2) Location EPC 체계 : SGLN-96

SGLN 코드 체계는 물리적, 기능적, 법적 실체를 식별하는데 사용되는 식별코드이다. 이에 각 거점의 위치와 거점내 게이트의 위치 코드로 SGLN을 적용하였다.

	Header	Filter Value	Partition	Company Prefix	Location Reference	Extension Component
비트길이	8	3	3	20~40	21~1	41
Values	0011 0010	001	100	999,999 ~ 999,999,999,999	999,999~9	2,199,023,255,5 51

Header			Filter Value		Partition					
Type	Hexa	Binary	Type	Binary	Company Prefix		Item Reference			
SSCC-64	08	0000 1000	All Others	000	Bits	Digits	Bits	Digits	Bits	Digits
SGLN-64	09	0000 1001	Physical Location	001						
GRAI-64	0A	0000 1010			0	40	12	1	0	
SGTIN-96	30	0011 0000			1	37	11	4	1	
SSCC-96	31	0011 0001			2	34	10	7	2	
SGLN-96	32	0011 0010			3	30	9	11	3	
GRAI-96	33	0011 0011			4	27	8	14	4	
SGTIN-198	36	0011 0110			5	24	7	17	5	
GRAI-170	37	0011 0111			6	20	6	21	6	
SGLN-195	39	0011 1001								

<그림 4> SGLN-96 코드체계

3.2.2 유통물류 분야 전용 Intelligent Pallet 제작

유통물류 분야 RFID Tag가 적용된 iPallet(Intelligent Pallet)를 제작 및 공급하여 iPallet정보와 상품정보의 매핑을 통해 상품 및 Pallet 정보관리의 효율성을 극대화 하였다.



<그림 5> RFID 적용 Pallet

3.2.3 Case Level 상품 RFID Tag 적용

RFID Tag를 부착하여 개별 상품 단위의 제조, 유통업체(매장)까지 이르는 상품의 이력관리 등을 위해 Case Level 상품에 적용하였다.

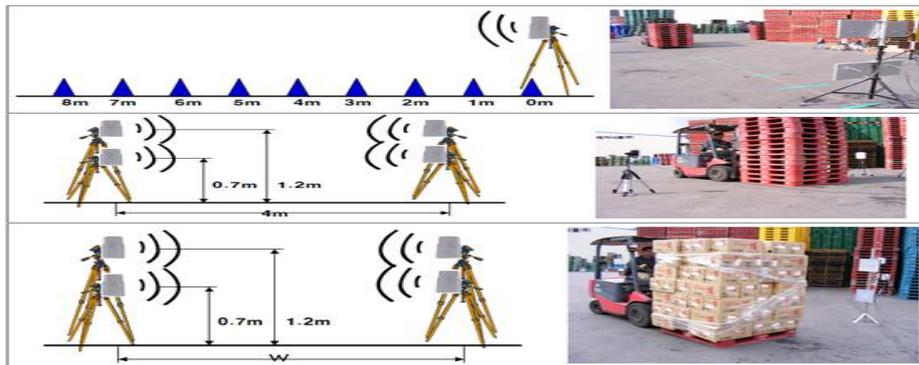
3.2.4 상품 및 iPallet 적용 실증 테스트

3.2.4.1 Case Level 상품 인식 테스트

유통업체 매장에서 설치환경(입출고 게이트 높이, 성치 가능한 구조물)에 맞추어 간이 구조물을 설치 후 상품(아기용품, 캔, 액체류)의 인식테스트를 수행하였다.

상품	횟수	1회	2회	3회	4회	이동수단
	아기용품		24/24	24/24	24/24	
맥주캔 박스		28/30	24/30	25/30	27/30	지게차
섬유유연제		30/30	30/30	-	-	손끌개
섬유유연제		27/30	27/30	-	-	지게차

<표 4> iPallet 속도별 인식결과



<그림 6> iPallet 인식 테스트

3.2.4.2 Case Level 상품 인식 테스트 결과

국내의 대표적인 RFID 장비업체 3개사의 RFID 리더 및 안테나를 활용하여 각 적용 상품별 인식 테스트 결과 수치이며, 총 적용 태그 수 대비 인식 수를 나타낸다.

3.2.4.3 iPallet 인식 테스트

RFID Tag가 삽입된 Pallet의 인식을 위한 테스트를 위해 인식거리, 안테나 수 및 높이, Pallet 적재 단수, 적재상품, 지게차 속도 등으로 수행하였다.

<표 5>, <표6>은 국내외 대표적인 RFID 장비업체 3개사의 RFID 리더 및 안테나를 활용한 인식 테스트 결과 수치이며, 총 적용 태그 수 대비 인식 수를 나타낸다.

거리 장비	1m	2m	3m	4m	5m	6m	7m	8m
"A"사	10/10	9/10	9/10	5/10	4/10	3/10	1/10	0/10
"B"사	10/10	10/10	9/10	4/10	0/10	0/10	0/10	0/10
"C"사	10/10	10/10	10/10	10/10	6/10	6/10	2/10	2/10

<표 5> iPallet 거리별 인식결과

장비 횟수	1회	2회	3회	4회	5회	비고
"A"사	68/84	69/84	68/84	64/84	69/84	과자류 : 83개 파렛트 : 1개
"B"사	58/84	56/84	58/84	55/84	57/84	
"C"사	70/84	69/84	69/84	70/84	69/84	

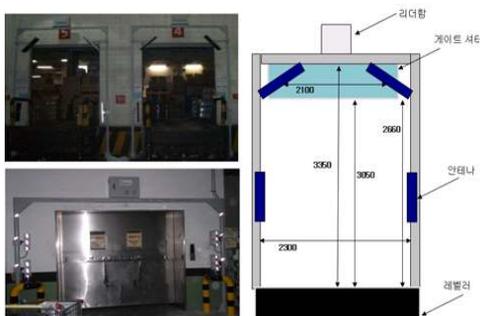
<표 6> iPallet와 상품 적재 인식결과

4. 주요 RFID 시스템 구축 내용

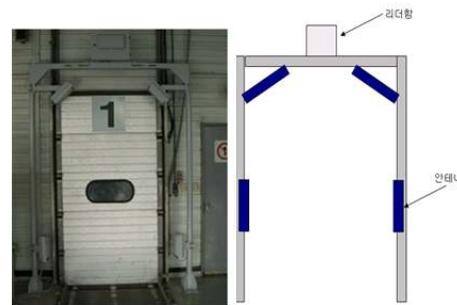
4.1. 각 적용 거점별 H/W 구축

4.1.1 유통업체 H/W 구축 내용

국내의 대표적인 유통업체인 "S"사, "N"사의 물류센터 2개지점, 매장 11개지점에 RFID H/W를 설치하였다.



<그림 7> 매장 입출고 게이트



<그림 8> 자동화창고 입출고 게이트

4.1.2 제조업체 H/W 구축 내용

제조업체는 식음료, 생활용품, 육가공업 등 8개업체에 RFID H/W를 설치 하였다.



<그림 9> 생산라인(컨베이어벨트) 적용

<그림 10> 영업점 입출고 게이트

4.1.3 물류업체 H/W 구축 내용

물류업체(파렛트 임대업체)는 “K”사의 수도권권을 중심으로 12개 물류센터에 RFID H/W를 설치 하였다.



<그림 11> Pallet 입출고 RFID 게이트

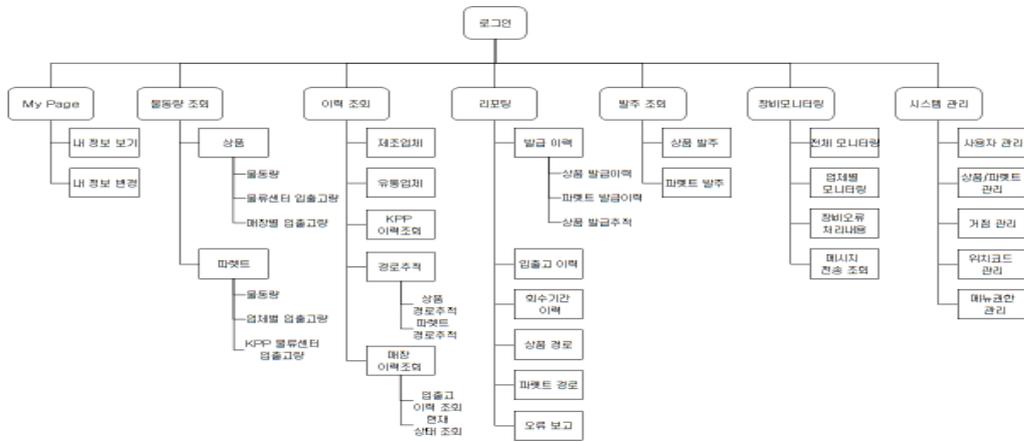
<그림 12> RFID 지게차 설치

4.2. 유통물류 정보시스템 구축 주요 내용

유통, 제조, 물류업체 등의 각 거점별 상품 및 Pallet의 실시간 정보관리를 위한 IDLogis Explorer 2.0, 참여업체 Legacy System과 연계할 수 있는 ELI 시스템, 각 거점별 RFID H/W, S/W를 실시간 모니터링할 수 있는 양방향 MTS을 개발하였다. 향후, 유통물류 산업뿐만 아니라 타 산업으로의 확산 적용 시 본 사업에서 구축된 RFID 통합 물류정보시스템을 확산 적용할 수 있도록 패키지화 하였다.

4.2.1 IDLogis Explorer(Intelligent Distribution & Logistics Explorer) 2.0

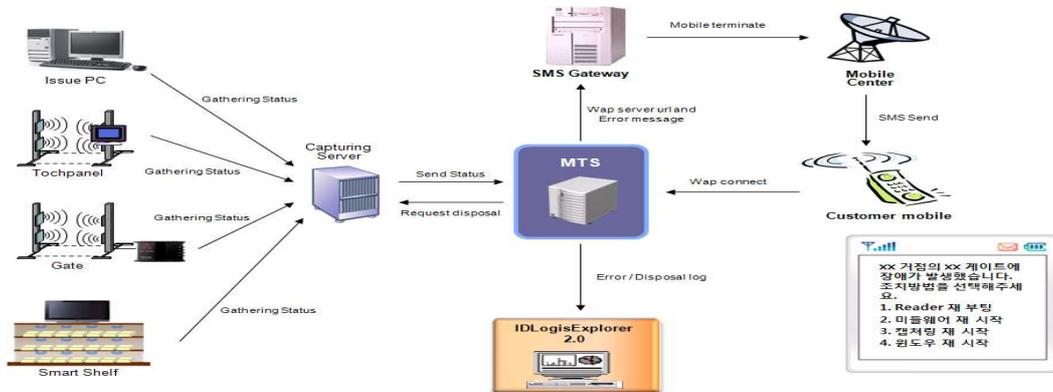
본 사업의 참여업체 등에서 각 거점별 상품 및 파렛트의 입출고, 재고, 이력추적 등의 정보를 웹을 통해 검색할 수 있도록 IDLogis Explorer 2.0(<http://www.idlogis.com/>) 개발하였다.



<그림 13> 메뉴 구성도

4.2.2 Interactive MTS(Monitoring System)

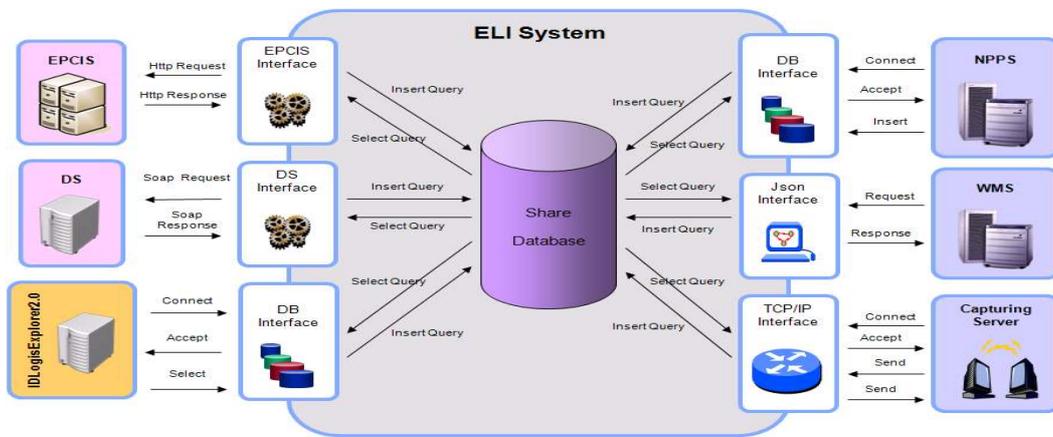
각 적용 거점별 RFID H/W, S/W의 양방향 MTS (Interactive Monitoring System)를 개발하여 장비뿐만 아니라 S/W의 상태까지 모니터링 함으로써 장애 발생시 담당자의 핸드폰으로 문자메시지를 전송 및 신속한 대응이 가능하도록 장애조치를 취할 수 있는 시스템을 구현하여 RFID 인식 데이터 유실을 막고 효율적인 정보관리 위해 적용하였다.



<그림 14> 양방향 MTS 시스템

4.2.3 ELI(EPC Network Legacy System Interface)

ELI시스템은 EPCglobal Network와 여러 업체의 Legacy 시스템을 통합시키기 위한 시스템이다. 본 사업에서 제시하는 ELI 시스템은 EPCIS와 DS 인터페이스를 내장하여 EPCIS와 DS의 정보를 빠르게 검색하고 조회하여 각 업체 Legacy 시스템에 맞게 데이터를 가공하여 전달하는 기능을 갖추고 있다.



<그림 15> ELI 시스템

5. RFID 기반 유통물류 정보시스템 구축 효과

제조업체, 유통업체에 이르는 Supply Chain 상에서 Case Level 상품 및 파렛트에 RFID 태그를 부착하여 각 거점별 구축된 RFID 기반 유통물류 정보시스템을 통해 각 거점에서 실시간으로 인식된 정보를 바탕으로 실시간 Case Level 상품에 대한 Visibility로 Lead Time 분석 가능하고 이력관리 및 실시간 재고관리로 물류비용의 절감을 이룰 수 있는 시스템을 구축하였다.

본 사업을 통해 얻어진 정량적 기대효과로 입출고 업무프로세스 개선, 재고조사 및 관리, 검수 작업, 수배송 작업, 물류용기 관리 등의 항목으로 나누어 산출한 결과 약 32억원의 절감효과를 나타냈으며, 정성적 기대효과로는 본 사업에 참여한 제조업체, 유통업체(점포 & 물류센터), 물류업체에서는 물류비용 절감, 고객 서비스 향상, 상품의 결품 방지, 상품의 Visibility 확보 등의 효과를 얻을 것으로 예상됐다.

<표 8> 유통물류 분야 RFID적용 정량적 효과(참여업체 인터뷰자료)

구분	산출근거	금액(억원)			향상율
		적용 전	적용 후	절감 금액	
1. 물류용기 관리 개선 효과	<ul style="list-style-type: none"> ■ 물류용기 분실절감 효과 - 년평균파렛트분실수량*절감율*평균단가 = 4.58억원 	45.08	40.5	4.58	10%
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 물류용기 기대임대수익 - 년 평균 파렛트 분실수량*절감율*년간 사용일수*50원 = 1.85억원 	-	1.85	1.85	100%
2. 재고관리 개선 효과	<ul style="list-style-type: none"> ■ 파렛트 재고관리 개선 - 기존 비용 : 인건비*재고조사 평균작업시간*조사인원*거점수*평균 조사횟수 = 0.63억원 - 재고관리 절감 효과 : 인건비*재고조사 단축시간*거점수*조사횟수 = 0.043억원 	0.63	0.043	0.587	93%

3. 입출고 업무 프로세스 개선 효과	■ 파렛트관리 업무프로세스 개선 - 기존 처리비용 : 인건비*시간당 평균처리건수*입출고 수량 = 11.64억원 - 입고 & 출고 절감 처리비용 : 인건비*시간당 평균처리건수*절감시간 = 2.2억원	11.64	2.2	9.44	81%
	■ 상품관리 업무프로세스 개선 - 기존 처리비용 : 인건비*시간당 평균처리건수*입출고 수량 = 6.1억원 - 입고 & 출고 절감 처리비용 : 인건비*시간당 평균처리건수*절감을 = 2.21억원	6.1	2.21	3.95	64%
4. 재고관리 개선 효과	■ 상품 재고관리 개선 - 기존 비용 : 인건비*재고조사 평균작업시간*인원*거점수*거점당 평균 조사횟수 = 2.4억원 - 재고관리 절감비용 : 인건비*재고조사 단축시간*거점수*조사횟수 = 1.75억원	2.4	1.75	0.65	27%
5. 검수작업 개선 효과	■ 상품 검수작업 개선 - 기존 검수작업 처리비용 : 인건비*60/3600*년간입출고 건수*50명 = 11.14억원 - 검수작업 절감 효과 : 인건비*절감시간/3600*년간입출고 건수*50명 = 0.38억원	11.14	0.38	11.02	98%
합계				32.07	

6. 결론

유통업체를 중심으로 IT신기술인 RFID 도입을 통해 유통업체, 제조업체, 물류업체에 입출고되는 상품, Pallet 등의 실시간 관리를 위해 RFID 기반 유통물류 정보시스템 구축으로 유통물류 분야의 정보 협력체계를 강화하여 궁극적으로 개별기업의 차원을 넘어 유통업체를 중심으로 제조업체, 물류업체를 하나로 묶어 공급체인을 효율화하여 물류비 절감 및 유통물류 산업계의 생산성 향상을 이룩할 수 있었다. 각 적용 거점별 유통물류 정보시스템은 저장된 정보는 DS (Discovery Service)를 통해 통합 모니터링 시스템에 제공함으로써 제조, 유통업체는 실시간 상품에 대한 가시성과 유통업체 물류센터(점포)간의 리드타임 분석, 이력관리, 재고관리 등의 효과를 이룩할 수 있었다.

이와 같은 효과를 기반으로 실제 기업에 적용할 경우에는 최종 사용자가 요구하는 비즈니스 모델을 정확히 인식하고 이에 적합한 RFID 응용 솔루션을 개발하여 현장에 적합하게 도입되어야 한다.

또한 현재까지 실시된 타 산업과의 융합 및 국가정보망과의 연계, RFID 물류용기 표준제정 등 새로운 신성장동력으로 발전되도록 공공기관 및 유관기관과 협조체계가 필요하다. 이는 타 산업으로의 RFID 기반의 비즈니스 모델 연계, 중소제조 기업의 적용 확대 등으로 개발과 확대 적용 시 국내 RFID 산업 기술 및 유틸리티 산업 발전에 많은 영향을 줄 것이다.

7. 참고 문헌

- [1] 권순량, 이동명, "항만물류 프로세스 분석 및 RFID 적용 기술", 한국정보처리학회, 2009.
- [2] 대한상공회의소, "유통물류 산업 RFID 확산을 위한 정책 개발 연구", 지식경제부, 2009.
- [3] 류영달, "RFID 기반의 항공 수입화물 통관체제", 한국정보사회진흥원, 2009.
- [4] 염세경 외 4인, "효과적인 RFID 시스템 구축을 위한 방법론적 모형 개발", 대한산

- 업공학회, 2008.
- [5] 조성호 외 4인, "RFID를 활용한 업무 프로세스 관리 및 개선 방안 마련에 대한 연구" 대한산업공학회, 2008.
- [6] 정석찬 외 3인, "국제물류분야의 RFID 적용 모델", 국제e비즈니스학회, 2008.
- [7] 정분도, 장기영, "전자무역의 물류/유통 개선에 대한 RFID/USN의 진보적인 활용 방안 연구", 한국통상정보학회, 2008.
- [8] 한국파렛트풀 컨소시엄, "IT혁신 네트워크 구축사업보고서", 지식경제부, 2009.
- [9] Angeles. R., "RFID technologies: Supply-chain application and implementation issues.", *Information Systems Management*, 22(1), pp.51~65.
- [10] Delen. D., Hardgrave. B.C., "RFID for better supply-chain management through enhanced information visibility.", *Production and Operations Management* . 16(5), pp.613~624.
- [11] Fleisch, E., Tellkamp, C., "Inventory inaccuracy and supply chain performance : A simulation study of retail supply chain.", *International Journal of Production Economics*, 95(3), pp.373~385.
- [12] Koh, C. E., Kim, H. J., "The impact of RFID in retail industry: Issues and critical success factors.", *Journal of Shopping Center Research*, 131(1), pp.101~117