

RFID 시스템을 이용한 Integrated u-Logistics 설계 방안

차상환⁰

고려대학교 컴퓨터정보통신대학원 소프트웨어공학
andwine⁰@korea.ac.kr

Design of Integrated u-Logistics using RFID System

Sangwhan Cha⁰

Graduate School of Computer and Information Technology, Korea University

요 약

본 논문에서는 최초 제품의 생산에서부터 최종 소비자에 이르기까지의 전 과정에서 RFID 시스템을 이용하여 조달, 설계, 제조, 보수, 폐기의 각각의 단계별 u-Logistics 설계 및 DB통합을 통한 Integrated u-logistics 설계 방안을 제안한다. 제안한 시스템은 단계별 수집된 정보를 기초로 하여 제품 생산과정부터 소비자에게 전달되기까지의 전체 제품의 life cycle을 한곳에서 관리할 수 있기 때문에 능동적이며, 효과적인 재고 관리, 인력 관리, 수요 예측, 판매 성향 분석 등이 이루어 질수 있다. 이는 단순한 유통과정만을 관리하던 기존의 물류시스템과는 확연한 차이를 보여준다.

1. 서 론

현재 RFID 를 중심으로 유비쿼터스 환경이 급속도로 발전하고 있는 상황에서 국내 실제 비즈니스 모델에 적용이 해외 선진국에 비해 늦어지고 있다. RFID 란 마이크로 칩을 내장한 태그, 라벨, 카드 등에 저장된 데이터를 무선 주파수를 이용하여 리더기에서 자동 인식하는 기술을 말하며, 이러한 기술은 칩의 저장 능력과 인식능력이 향상되면서 유비쿼터스 환경에서 필수적인 기술로 인식되고 있다. 또한 RFID 는 기존의 바코드나 자기 인식 장치의 단점을 보완하고 사용의 편리성 향상으로 물류관리, 재고관리 등 소비가 비약적으로 증가되고 있는 차세대 핵심기술로 주목 받고 있다.

비록 여러 분야에서 RFID Tag 를 이용하여 시스템 구축을 하고 있으나, 현재까지는 대부분이 바코드가 제공하는 기능을 대체하는 시스템으로 아주 제한적 사용에 한정되어 있다. IT 발전과 더불어 CRM, e-Procurement, SCM 그리고 ERP 등과 같은 기업 관리 시스템이 널리 쓰이고 있는 현실점에서 RFID 시스템을 활용한 보다 효율적인 제품 이력 관리를 위해 제품 생산과정에서부터 최종 소비자에 이르기까지의 유통 전 과정 Integrated u-Logistics 의 설계가 필요하다.

이에 본 논문에서는 최초 제품의 생산에서부터 최종 소비자에 이르기까지의 전 과정에서 RFID 시스템을 이용하여 조달, 설계, 제조, 판매, 보수, 폐기의 각각의 단계별 그리고 DB 통합을 통한 Integrated u-Logistics 설계 방안을 구체적으로 제안하고, 향후 발전 방향에 대해 논의하고자 한다.

2. 관련 연구

2.1 표준화 동향

RFID 시스템은 전파를 사용해서 태그/리더간 통신을 하기 때문에 다양한 응용 분야에서 표준 없이 응용시스템을 개발하거나 응용별로 개별적인 표준화가 진행되었으며, 글로벌 관점에서 보면 사용 및 보급에 큰 장애가 될 수 있다. 이를 방지하기 위해 ISO/IEC JTC1/Sc31 에서 본격적으로 실용 주파수별 무선 인터페이스, 데이터 포맷, 데이터 내용, 시험 방법등의 표준화를 추진하게 되었다. ISO/IEC 18000-6 의 RFID 시스템은 Passive Tag 이면서 약 2m 이상을 인식할 수 있는 특성을 가진다. 특히 UHF 대역을 사용하는

RFID 시스템은 마이크로파인 2.45GHz 대역 보다 금속, 수분 등의 환경에서 인식율이 좋고 방향성도 우수하다[1].

ISO 국제표준화회의'에서 'EPC 클래스 1, Gen 2(2 세대)' 표준에 기초한 ISO 18000-6의 신규타입(타입 C)이 사실상 확정됐다. 확정된 ISO 18000-6의 신규타입(타입 C)은 태그에 EPC 코드 외에 일반 산업용 데이터 코드를 기록할 수 있고 ISO 표준만 준수한다면 다양한 응용분야에서 멀티코드리더기로 호환성 문제없이 RFID 태그 데이터를 읽어낼 수 있다 향후 형식적으로 두 차례의 투표를 거친 뒤 내년 상반기 ISO 공식 표준이 되지만, 기술적 문제를 해결했기 때문에 사실상 표준 문제가 매듭지어진 것이라는 평가다[2].

2.1 RFID 시스템 구성

RFID 시스템은 크게 RFID Tag와 RFID 리더기 및 서버 또는 네트워크로 구성되어 있는데, 상품의 정보를 저장한 Tag를 상품에 부착하고, Tag에 부착된 안테나는 이러한 정보를 무선으로 수m~수십m까지 날려보내며, 리더기는 이 신호를 받아 상품 정보를 해독한 후 서버로 전송한다. 따라서 Tag가 달린 모든 상품은 언제 어디서나 자동적으로 확인 또는 추적이 가능하다[3].

2.1.1 RFID Tag

RFID Tag는 통합된 안테나를 갖춘 IC칩을 말하며 장비나 사물 등에 삽입되어 무선주파수를 사용한 리더기를 통해 인식되는 과정을 거친다. RFID Tag는 전원의 유무에 따라 전원을 가지고 있는 능동형과 내부나 외부로부터 직접적인 전원의 공급 없이 리더기의 전자기장에 의해 작동되는 수동형, Tag에 전원을 갖추고 있으나 센서구동 등에 보조적으로 사용되는 준-수동형으로 나뉘며, Read와 Write의 능력에 따라 Read-only, Write once read many(WORM), read/write 태그의 세 가지 방식으로 구분한다. 또한 주파수 대역에 따라 구분되기도 한다.

RFID Tag는 전원유무에 따라 능동형과 수동형으로 구분되는데, 일반적으로 능동형의 경우 Read/Write의 형태를 보이며, 리더기의 필요 전력을 줄이고, 인식거리를 멀리 할 수 있다는 장점을 가지고 있는 반면, 전원이 부착되어 있어 작동시간에 제한이 있고, 가격이 비싸다는 단점이 있다. 또한 수동형의 경우에는 Read Only의 형태를 보이며 가볍고,

가격도 저렴하며, 반영구적으로 사용이 가능하다는 장점이 있지만, 인식거리가 짧고 리더기에서 더 많은 전력을 소모한다는 단점이 있다. RFID Tag는 용도에 따라 다양한 형태로 제조되어 그 용도 및 환경에 적합한 모양을 띄고 있다[1].

2.1.2 RFID Reader

RFID 리더기는 Tag에게 정보를 보내도록 명령을 하고, Tag로부터 정보를 받아 사용자가 저장하고 사용하는 장소로 정보를 송신하는 기능을 수행하는데, 이러한 기능을 위해 RFID의 리더기에는 RF 신호의 발신, 수신과 데이터 디코딩을 하는 부분을 포함하고 있으며, 호스트 컴퓨터와 직렬통신(RS-232), USB, TCP/IP 등의 인터페이스로 통신을 수행한다. RFID 리더기는 Tag의 위치에 관계없이 금속성이 아닌 모든 물질들은 리더에서 방사된 전자기장이 투과하므로 리더기는 Tag와 직접 접촉하지 않고 데이터를 전송 받을 수가 있으며, RFID 리더기의 형태는 크게 고정형과 이동형으로 나눌 수 있는데, 고정형은 출입구나 계산대, 생산라인 등에 고정되어 Tag의 정보를 받고, 이동형은 Gun 타입이나 PDA 형으로 이동이 가능한 특성을 가지고 있다[3][4][5].

2.1.3 RFID 미들웨어

RFID 미들웨어는 RFID 리더기와 바코드 리더기와 같은 자동 인식을 위한 장치들과의 연동 기능과 전통적인 미들웨어의 기능인 시스템 통합 기능을 제공한다. RFID 미들웨어가 지원해야 될 기본 기능은 다음과 같다.

가. 이기종 RFID 리더기에 대한 통합 프로토콜 지원 및 관리
현재 개발된 RFID 리더들은 나름대로의 통신 프로토콜을 제공하고 있다. 따라서 태그와 리더간 프로토콜이 상이하여 리더와 호스트 간의 네트워크 인터페이스의 이질성 문제가 발생하게 된다. 하나의 서비스 환경을 구축하기 위해서는 목적에 따라서 다양한 형태의 리더들을 사용하게 된다. 창고 관리의 경우 개개의 단품들은 바코드 시스템을 통하여 인식되고 포장된 단위에 대해서는 소형 리더기를 통해 인식하며 포장 단위를 컨테이너에 담아 인식할 경우에는 대형의 리더기를 통해 인식하게 될 것이다. 따라서 RFID 기반의 시스템을 개발하게 될 경우에 미들웨어에서는 상위 계층에 존재하는 응용 프로그램에서 계층에 존재하는 다양한

형태의 리더들을 손쉽게 연동할 수 있도록 다양한 리더 프로토콜을 지원해야 한다. 또한 리더의 종류와 상관없이 동일한 인터페이스를 통하여 연동할 수 있도록 미들웨어에서는 통일된 인터페이스를 제공해야 한다.

나. RFID 태그 데이터 처리

일반적으로 RFID 기반의 시스템은 기존의 바코드 기반의 시스템이 주로 이용하는 사용자의 요구에 의해 이벤트가 발생하는 방식이 아니라 리더기에서 주기적으로 태그를 인식하여 이벤트를 시스템에 전달하는 방식으로 개발된다. 따라서 RFID 태그 데이터가 인식될 경우 RFID 리더기로부터 반복적으로 동일한 태그 데이터가 응용 프로그램에 전달되게 된다. 이처럼 리더로부터 인식된 태그 데이터가 아무런 정제 작업없이 직접 응용 프로그램에 전달되는 방식은 시스템에 불필요한 연산을 많이 수행하게 되어 성능 저하의 요인이 된다. 따라서 리더기와 응용 프로그램 사이에 존재하는 미들웨어에서 이벤트의 규모를 축소하고, 불필요한 이벤트는 제거하는 등의 필터링 기능 및 요약 기능을 제공 해야 한다.

다. 응용 시스템과의 연동

RFID 미들웨어의 주된 역할은 리더기와 응용시스템 사이에서 데이터들을 전송하는 역할이다. 따라서 태그 데이터 처리 기능을 통해 정제되고 요약된 태그 데이터를 응용 시스템에 신뢰성 있게 전송할 수 있는 기능을 제공해야 한다[6].

RFID 미들웨어의 주된 역할은 리더기와 응용시스템 사이에서 데이터들을 전송하는 역할이다. 따라서 태그 데이터 처리 기능을 통해 정제되고 요약된 태그 데이터를 응용 시스템에 신뢰성 있게 전송할 수 있는 기능을 제공해야 한다[7].

2. 2 RFID 물류창고 시스템

RFID 물류창고 시스템은 태그를 부착한 상품과 태그 정보를 읽는 RFID 리더, 그리고, RFID 리더 단말에 의해 수집된 태그 정보를 물류시스템에 전달하는 RFID-미들웨어로 구성된다.

RFID 태그는 고유한 식별자를 가지며, 물류창고에 저장되는 상품에 부착되게 된다. RFID 리더는 무선 네트워크를 기반으로 리더 단말간에 무선 네트워크를 구성한다. RFID

리더 단말은 물류창고 내에서 이동하며 상품에 부착된 태그 정보를 읽어 RFID-미들웨어로 전송하는 역할을 담당한다. 이 단말은 이동성을 지녀야 하기 때문에 작은 메모리 용량, 낮은 연산 능력, 배터리와 같은 제한된 전력을 가진다.

RFID-미들웨어는 RFID 리더 단말이 보내온 태그 정보를 전체 물류시스템에 전달하는 역할을 담당한다.

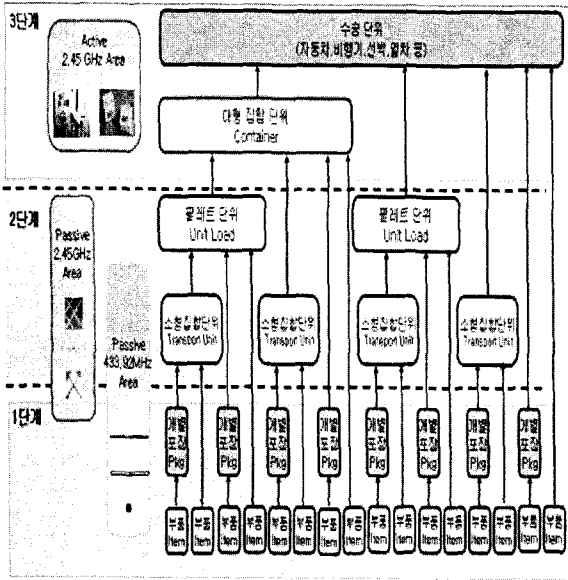
RFID 물류창고 시스템의 운영은 크게 입·출고 시의 재고 조사는 물류창고의 입구에 위치한 RFID 리더를 통해 수행된다. 적재된 상품의 재고 조사는 물류창고 내에 적재된 상품과 데이터베이스에 저장된 상품 목록을 정확히 일치시키기 위해, 입·출고 시 재고 조사에서 누락된 정보 등을 보완하기 위한 부가적인 일로 이런 재고 조사는 일(하루)단위 이상으로 이루어 진다.

RFID 물류창고 시스템에서 RFID 리더가 읽은 태그 정보는 RFID-미들웨어에 확실히 전달이 되어야 한다.

RFID 리더가 태그를 읽는 속도는 리더에 따라 차이가 있지만, 초당 수십에서 수백 개의 태그들을 읽기 때문에 작은 메모리 용량을 가진 RFID 리더 단말은 적은 지연시간이 요구된다. 또한, 리더 단말은 제한된 전력을 이용하기 때문에 오버헤드로 인한 부가 프로세스를 줄여야 한다. [8]

3. RFID 시스템을 이용한 Integrated u-Logistics 설계

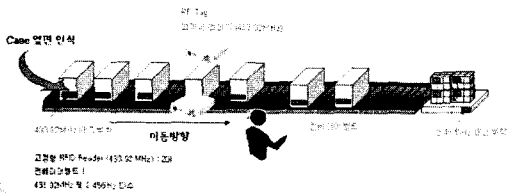
RFID 태그를 각 단계별로 나누어 적용하는 방안은 우선 RFID 태그의 특징별로 적용한다. [그림 1]의 1 단계의 각 부품별, 각 포장 패키지 별로는 긴 인식거리와 내부 습도, 충격 등 환경 센싱에 적합한 수동형 433.92MHz RFID 시스템을 사용하고 2 단계 소형 집합 단위(Transport Unit)와 팔레트 단위(Unit Load)에서는 IC 기술 발달로 가장 저가로 생산 가능하고 다중태그 인식거리와 성능이 가장 뛰어난 수동형 2.45 GHz RFID 시스템을 적용한다. 마지막인 3 단계 대형 집합 단위(Container)와 수송단위(자동차, 비행기, 선박, 열차 등)는 데이터 교환을 위해 읽기 쓰기가 가능하고 성능이 가장 뛰어난 능동형 2.45 GHz RFID 시스템을 적용한다.



[그림 1] 단계별 RFID 적용 구성

3.1 1단계 RFID 시스템 적용 방안

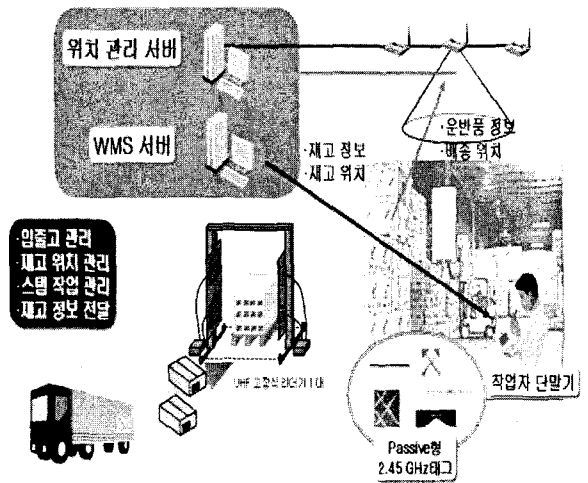
1 단계의 개별 제품, 부품관리를 통한 생산이력관리 에서는 [그림 2]에서와 같이 수동형 433.92 MHz RFID 시스템을 적용한다. 수동형 433.92 MHz RFID 태그를 부품 또는 완제품에 부착하고 컨베이어벨트를 통해 제품을 이동시키고 고정형 리더기를 통해 제품의 이력정보를 통합 데이터베이스의 부품정보 테이블의 정보를 확인 한 후 이력 관리를 한다. 컨베이어벨트를 통해 최종 확인 된 부품은 다시 소형집합단위로 포장 후 수동형 2.45GHz Tag 를 부착한 후 다음 단계인 2 단계 시스템을 통하여 이력관리를 한다.



[그림 2] 1단계 시스템 구조

3.2 2단계 RFID 시스템 적용 방안

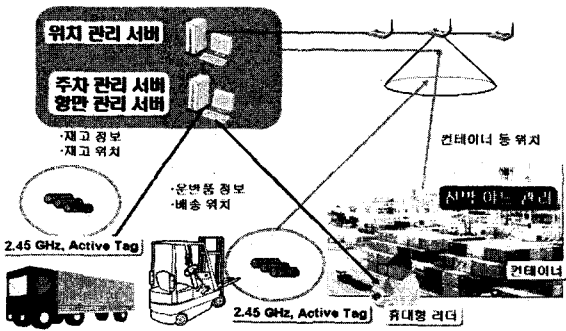
2 단계 소형집합단위, 팔레트 단위 관리를 통한 물류 자동화 단계에서는 [그림 3]에서와 같이 수동형 2.45 GHz RFID 시스템을 적용한다. 수동형 2.45 GHz RFID 태그를 소형 집합단위 또는 팔레트 단위에 부착하고 위치관리 서버를 이용하여 운반 품 정보와 배송 위치를 관리하고 각 단위 별 작업자는 WMS (Wireless Mobile Server)를 이용하여 재고 정보 및 재고 위치를 이동 단말기를 이용하여 확인하고 관리한다.



[그림 3] 2 단계 시스템 구조

3.3 3단계 RFID 시스템 적용 방안

3 단계 대형 집합 단위, 수송단위 관리를 통한 물류자동화 단계에서는 [그림 4]에서와 같이 능동형 2.45 GHz RFID 시스템을 적용한다. 능동형 2.45 GHz RFID 태그를 대형 집합단위 또는 수송 단위에 부착하고 위치관리 서버를 이용하여 컨테이너 등의 위치를 관리하고 주차 관리 서버와 항만관리 서버를 이용하여 각 단위 별 작업자는 이동 단말기를 통하여 확인하고 관리한다.



[그림 4] 3단계 시스템 구조

3.4 통합 데이터베이스 설계

각 단계에서 RFID 태그를 통해 저장된 데이터들을 통합하여 부품조달에서부터 생산 출하를 거쳐 최종 소비자에게 제품이 도달되기까지의 전 과정을 통합한 하나의 데이터베이스를 구성한다. [그림 5]는 u-Logistics 통합 데이터베이스의 논리적 다이어그램을 보여준다.

가. 부품정보

조달 단계에서 부품 DB를 통해 가장 기본이 되는 정보를 중심으로 RFID 태그에 저장될 정보를 정의한다. 부품테이블에서 각 업체명은 통합 DB에서 업체테이블의 해당되는 업체 ID로 대체된다.

나. 설계정보

제품 설계 단계에서 설계 DB를 통해 RFID 태그에 저장될 기본 정보를 정의한다. 설계 단계에서는 제품 설계 정보를 포함한 설계일자도 RFID 태그 정보를 정의한다.

다. 제조정보

제품 제조 단계에서 제조 DB를 통해 RFID 태그에 저장될 기본 정보를 정의한다. 제품정보는 설계단계를 거쳐 저장된 제품 설계정보를 연계하여 생산된 제품에 대한 기본 정보를 중심으로 구성되며, 제조정보는 각 제품의 제조일자별로 생산된 제조공정에 따른 정보가 저장된다.

라. 출하정보

제품 제조 단계에서 출하 DB를 통해 RFID 태그에 저장될 기본 정보를 정의한다. 출하정보는 제조과정을 거친 제품의

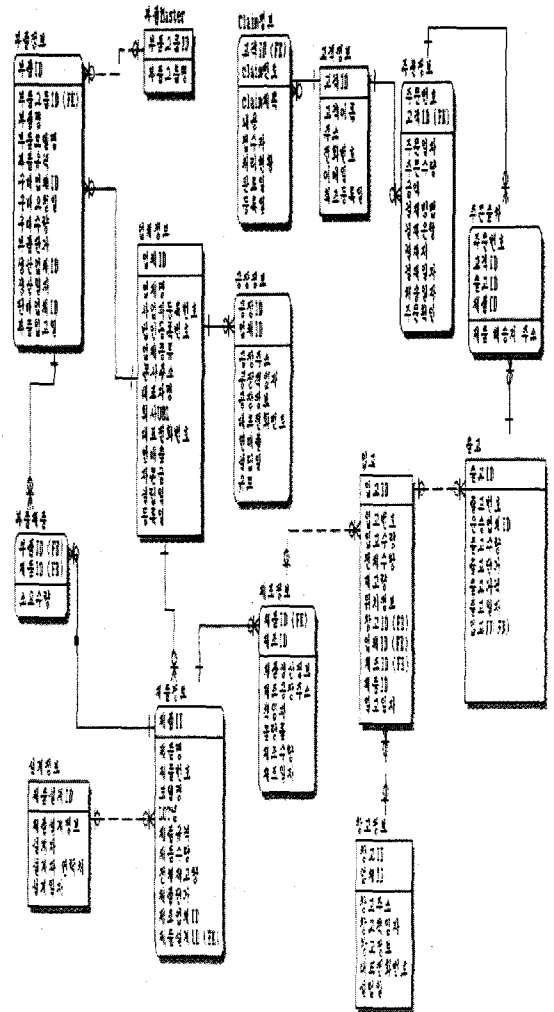
입고정보와 출고정보로 나뉘며, 입고테이블에는 제품 재고정보를 포함한다.

마. 고객정보

판매 단계에서 고객 DB를 통해 RFID 태그에 저장될 기본 정보를 정의한다. 고객정보는 제품 출고와 연계하여 고객의 주문정보와 제품 출하정보를 포함한다.

바. Claim 정보

제품의 보수.폐기 단계에서 claim DB를 통해 RFID 태그에 저장될 기본 정보를 정의한다.



[그림 5] 논리 다이어그램

4. 비교분석

본 논문에서 제안한 Integrated u-Logistics 시스템의 장점은 제품 생산과정부터 소비자에게 전달되기까지의 전체 제품의 life cycle 을 직접 한자리에서 확인할 수 있다는 점이다. 이는 단순한 유통과정만을 관리하던 기존의 물류시스템과는 확연한 차이를 보여준다. 본 논문에서 제안한 시스템에서는 제품의 설계부터 제조과정을 거쳐 유통 시점까지의 기간을 직접 확인해 볼 수 있을 뿐 아니라, 제품의 재고량까지도 확인할 수 있다. 또한 부품조달과정을 통해 제품에 사용된 부품을 확인함으로써 유통기간을 직접 계산해 볼 수도 있다. 이는 유통의 우선순위를 정하는데 직접적인 자료로 활용될 수 있다. 제안한 시스템에서는 능동적이며, 효과적인 재고 관리, 인력 관리, 수요 예측, 판매 성향 분석 등이 이루어 질수 있다. [표 1]은 본 논문에서 제안한 Integrated u-Logistics 시스템과 기존의 물류시스템과의 의 차이점을 요약해서 보여준다.

[표 1] 제안 시스템과 기존 물류시스템 비교

제안한 u-Logistics 시스템	기존 물류시스템
1. 통합DB를 통해 각 제품의 재고 및 생산 현황을 직접 확인할 수 있다.	1. 제품 재고 확인을 위해 제조회사를 통해 확인한다.
2. 제품 생산 계획을 미리 확인함으로써 수요를 미리 예측하여 인력 및 장비를 적절히 배치할 수 있다.	2. 수요 예측을 위해서 제조회사에 생산계획을 의뢰한다. 신뢰성이 떨어짐.
3. 제품에 부착된 RFID 칩을 통해 현재 이동 상태를 실시간으로 정확하게 확인할 수 있다.	3. 제품 이동 현황을 확인하기 위해 단 단계별로 사람이 입력해야 하며, 실시간 확인이 힘들다.
4. 제품 이동 중 부적합한 상황이 발생해도 역추적을 통해 문제를 해결할 수 있다.	4. 제품 이동 중 부적합한 상황 발생시 문제해결을 위해 각 단계별로 확인이 필요하다. 많이 시간이 소요됨.
5. Claim 발생시 실시간 확인 즉시 문제를 확인 해결할 수 있다.	5. Claim 발생시 확인하고 처리하는데 소요되는 시간이 길어질 수 있다.

5. 연구방향

향후에는 RFID 시스템을 이용한 단계별 u-Logistics 의 구현 및 데이터베이스의 통합뿐만 아니라 데이터베이스 보안을 적용하여 효율적이고 안전한 시스템을 연구 할 것이다. 또한 본 제안 방식을 실제 산업체에서 사용되고 있는 시스템에 적용하여 그 실효성을 측정해야 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] RFID journal,
<http://www.rfidjournal.com/article/articleview/459>

[2] 디지털타임스,
http://www.dt.co.kr/contents.htm?article_no=2005061602010251686002

[3] 강희승, "RFID 기술 및 시장동향", 전자부품연구원 전자정보센터 제공 자료, 2005. 10.

[4] 김태은, 주소진, 이재식, 이승민, 전문석, "RFID 시스템에서 리더 ID를 이용한 인증프로토콜", 한국정보과학회 2005 추계학술대회, VOL. 32, NO.02, pp.0034~0036, 2005.11.

[5] 유승화, "RFID 기술 현황 및 활용분야", 한국정보과학회 학회지, VOL. 23, NO. 07, pp. 0064~0070, 2005.7.

[6] 김영일, 김말희, 이용준, "RFID 미들웨어 기술 동향 및 응용 사례" 한국정보처리학회 학회지, VOL. 12 NO. 05 PP 43~51, 2005년 9월

[7] 김영일, 김말희, 이용준, "RFID 미들웨어 기술 동향 및 응용 사례" 한국정보처리학회 학회지, VOL. 12 NO. 05 PP 43~51, 2005년 9월

[8] 우수창, 이신형, 유혁, "RFID 물류창고 시스템을 위한 애드혹 라우팅 프로토콜에 관한 연구", 한국정보처리학회 2005년 추계학술대회, VOL. 12NO. 02pp. 1191~1194 2005.11.