

# 최적화된 비즈니스 프로세스를 위한 RFID 배치 시뮬레이터 기반의 냉동창고 관리 시스템\*

백선재, 문미경  
동서대학교

## Cold Storage Management System using RFID Deployment Simulator for Optimized Business Process

Sunjae Baek, Mikyeong Moon

Dongseo University

E-mail : loboghost@nate.com, mkmoon@dongseo.ac.kr

### 요 약

최근 들어 단순 보관의 기능만을 가지고 있던 기존의 냉동창고가 보관뿐만 아니라, 규격화된 유통 시스템을 갖추어 전체 물류 공급망 관리의 효율성과 경쟁력을 갖추고자 한다. 이를 위해 라디오 주파수를 이용하여 움직이는 물체를 인식, 추적, 분류할 수 있는 기술인 RFID (Radio Frequency Identification)를 적용할 수 있다. 그러나 RFID 기술을 도입하기 위해서는 여러 시나리오를 통해 최적의 실행 방안을 도출해 내야하며, 이를 바탕으로 자동화 프로세스를 지원해 줄 수 있는 RFID 애플리케이션을 개발할 수 있다.

본 논문에서는 RFID 기술을 적용하여 최적화된 비즈니스 프로세스를 지원하는 냉동창고 관리 시스템을 개발하고자 한다. 이를 위해 냉동창고 업무 프로세스를 분석하고 RFID 기술 도입에 따른 의사결정이 필요한 설계요소들을 식별한다. 식별된 설계요소들은 RFID 배치 시뮬레이터를 이용하여 RFID 데이터가 비즈니스 프로세스에 통합되는 과정에 대하여 그 효율성을 판단할 수 있게 한다.

### 키워드

RFID, 냉동창고, WMS, 창고관리시스템, 비즈니스 프로세스

## 1. 서론

RFID (Radio Frequency Identification)란 자동인식 기술의 한 종류로 마이크로 칩을 내장한 태그, 라벨 등에 저장된 데이터를 무선주파수를 이용하여 정보를 송수신 하고 이와 관련된 서비스를 제공하는 기술을 말한다[1]. RFID 시스템은 그림 1에 나타나 있는 것과 같이 태그, 리더기, 그리고 태그로부터 읽어 들인 데이터를 처리할 수 있는 데이터 처리 시스템으로 구성된다. 리더기 내부의 안테나에서 지속적으로 전파를 발산하고 있고 태그가 그 전파 범위 안에 들어가면 태그의 데이터를 안테나로 전송한다. 이때 안테나는 태그에서 전송된 데이터를 컴퓨터에 전송하게 된다.

현재 RFID 시스템은 출입통제, 교통 시스템, 컨테이너

인식, 산업 자동화 등의 분야에서 다양한 연구가 진행되고 있다[2].

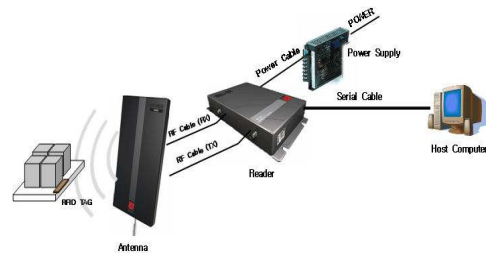


그림 1. RFID 시스템 구성요소

현재의 냉동창고 관리 시스템은 상품의 입출고 적재 위치, 적재 상태 등에 대한 각종 데이터를 작업자가 수동으로 입력하고 관리해야 한다는 불편함을 가지

\* 본 논문은 중소기업청에서 지원하는 2009년 산학공동기술개발지원사업의 연구수행으로 인한 결과물임.

고 있으며, 사람에 의해 업무가 진행됨에 따라 상품의 분실, 정보 오류 등이 발생한다. 특히 상품 출고 시, 해당 상품이 출고되지 않거나, 출고해야 하는 상품이 아닌 다른 상품이 출고되는 경우가 발생한다. 또한 창고 내에 상품 및 납품업체 데이터의 총체적인 관리가 어려울 뿐만 아니라 각 룬의 정보, 운영상태 및 실시간 재고 파악이 어렵다. 따라서 현재 냉동창고 관리 시스템을 신뢰성 있고 정확한 실시간 정보를 반영하여 운영 될 수 있도록 근대화 시킬 필요가 있다.

본 논문에서는 RFID 기술을 적용하여 최적화된 비즈니스 프로세스를 지원하는 냉동창고 관리 시스템을 개발하고자 한다. 이를 위해 냉동창고 업무 프로세스를 분석하고 RFID 기술 도입에 따른 의사결정이 필요한 설계요소들을 식별한다[3]. 식별된 설계요소들은 RFID 배치 시뮬레이터를 이용하여 RFID 데이터가 비즈니스 프로세스에 통합되는 과정에 대하여 그 효율성을 판단할 수 있게 한다. 본 논문을 통해 개발된 RFID 기반 냉동창고 관리 시스템은 실시간 재고관리뿐만 아니라 사람의 작업이나 판단을 궁극적으로 배제하고 상품이 갖는 정보를 자동적으로 취득하여 처리해줌으로써 제품을 추적하고 제품의 가시성을 확보할 수 있게 해준다.

## 2. 관련 연구

현재 많은 회사, 학교, 연구소에서는 각종 도메인 내의 관리 기술에 RFID 기술을 접목시켜 다양한 응용 소프트웨어를 개발하고 있다. 한 예로, RFID 시스템을 이용한 수술환자 자동식별 시스템은 수술실에서 환자보호 및 의료진의 실수방지를 위해 제안된 시스템이다 [4]. 이 시스템은 수술환자의 신체에 RFID 태그를 부착하고, 수술실 입구에 RFID 리더기를 설치하여 수술환자가 수술실에 입장하였을 때 자동으로 환자의 태그를 인식하여 모니터에 환자의 정보를 표시해 줌으로써 차트가 바뀌는 실수가 발생하더라도 담당 간호사나 의사가 바로 인지할 수 있도록 한다. 또 다른 예로, RFID/USN 기반 농산물 창고 관리 시스템은 농산물 저장 창고 내에 센서를 장착하여, 센싱되는 다양한 환경 정보를 이용하여 최적의 창고 저장환경을 자동으로 구성, 모니터링 하는 기능을 가지고 있다 [5]. 이와 같이 산업의 다양한 분야에서 RFID 기술의 적용을 위한 연구가 진행되고 있고 많은 응용방안들이 제시 되고 있다. 그러나 RFID를 이용하는 창고 관리 시스템들은 전체적인 창고업무의 흐름을 관리하기 보다는 단순한 모니터링 기능이나 창고 내부의 상품 적재위치를 보여주는 정도의 역할

을 하고 있다.

이와 같이 RFID 기술을 적용한 다양한 응용 애플리케이션이 많이 개발되고 있지만, 현재는 단지 그 결과만을 제시하고 있다. RFID라는 새로운 기술을 적용함으로써 변경되는 비즈니스 프로세스에 대해서는 as-is 프로세스와 to-be 프로세스 간의 업무흐름에 대한 비교분석 정도에 그치고 있다. 그러나 to-be 프로세스가 실현되기 위해서는 기술적으로 의사결정이 필요한 부분들이 많이 존재하는데, 이를 찾아내고 분석하여 최적의 값을 설정하는 것에 대한 연구는 지금까지 부족한 실정이다.

## 3. RFID 냉동창고 관리 시스템 개발을 위한 설계변수 정의

본 논문에서는 기존 냉동창고에 RFID 시스템을 운용시키기 위하여 각 단계 별 비즈니스 프로세스를 분석하고 RFID 기술 적용으로 인해 개발 또는 시스템 구성에 의사결정이 필요한 부분을 식별하여 이를 설계변수로 정의한다. 그림 2는 본 시스템 중, 입출고를 위한 기본 구성방안으로 제시하는 구성도이다. 이는 상품 자동 입출고 처리를 위한 것으로 입고 및 출고 장소에 복수개의 RFID 리더기를 배치해 놓은 것이다.



그림 2. 자동 입출고 처리를 위한 냉동창고 구성도

### 3.1 입고

이 구성방안을 통해서서는 입고 시 상품을 검수하기 위해 트럭에 실려온 팔레트 위의 상품들을 다시 다른 팔레트에 재적재하는 중복 일은 제거된다. 또한 사람이 직접 수행했던 입고 검수 및 입고량 입력 활동들은 RFID 리더기를 통과하는 순간 자동 처리된

다. 이로 인해 사람의 수작업으로 발생했던 검수 오류 및 입력 오류는 없어지게 된다. 다음 그림 3은 RFID 기반 입고처리 비즈니스 프로세스를 분석한 액티비티 다이어그램이다.

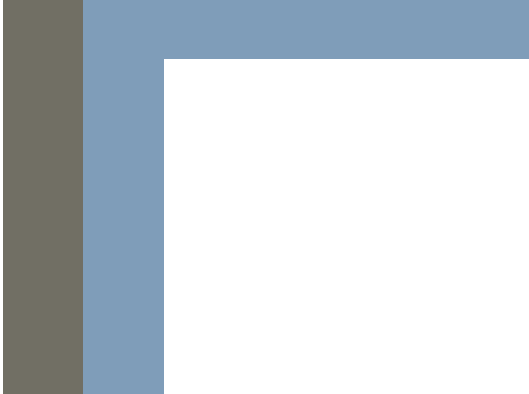


그림 3. RFID 기반 입고처리 비즈니스 프로세스

입고처리 비즈니스 프로세스 분석을 통해 RFID 기술적용 시 설계 결정이 가변될 수 있는 요소, 즉 설계변수를 식별하여 정의할 수 있다. n개의 입고장에서 상품인식이 성공적인 경우에는 아무 문제없이 입고내역을 확인하고 입고전표를 자동 작성하게 된다. 그러나 RFID 리더기에 상품이 읽혀지고 있던 도중, 어떠한 이유에서 fault가 발생하게 되면 방금 읽혀졌던 태그 데이터가 무시되고 어느 특정 이전의 상태로 돌아가야 한다. 이러한 스트리밍 태그 데이터의 취소 및 재인식 처리를 위해 다양한 설계 방안이 고려될 수 있다. 이를 본 연구에서는 설계변수  $V_{ic}$  로 다음과 같이 정의한다.

**설계변수  $V_{ic}$ :** RFID 입고상품 태그 인식 실패 시, 인식 데이터 무시 및 재인식처리 설계 방안

### 3.2 출고

기존의 출고 프로세스는 숙련된 작업자의 감각에 의존하여 출고상품을 피킹하고 수작업으로 출고검수 과정을 거친다. 이 과정에서 작업자의 실수로 인해 오출고가 발생할 수 있다. 그러나 RFID 시스템을 사용하게 되면 출고 RFID 리더기에 상품이 읽히는 순간 출고정보의 입력과 출고량의 집계가 자동 계산된다. 또한 당일 출고전표와 현재 읽혀진 출고상품을 비교하여 즉각적으로 오발송, 미발송을 확인하게 된다. 다음 그림 4는 RFID 기반 출고처리 비즈니스 프로세스를 분석한 액티비티 다이어그램이다.



그림 4. RFID 기반 출고처리 비즈니스 프로세스

n개의 출고장에서 출고상품이 인식되고 이를 출고전표와 비교하였을 때, 아무 오차가 없다면 성공적으로 출고검수가 완료되어 상품이 출하하게 된다. 그러나 출고검수 과정에서 오출고 (오발송, 미발송) 상품이 발견이 되면 방금 읽혀졌던 출고상품 태그 데이터를 특정 상태로 변경시켜 놓고 다음 데이터를 계속 읽어 들여야 한다. 이러한 스트리밍 태그 데이터의 중도 상태변경 및 재인식 처리를 위해 다양한 설계 방안이 고려될 수 있다. 그러므로 이를 본 연구에서는 설계변수  $V_{oe}$  와  $V_{of}$  를 다음과 같이 정의한다.

**설계변수  $V_{oe}$ :** RFID 출고상품 검수 시, 출고전표 내의 상품들이 모두 출고되지 못한 경우 이를 처리하기 위한 설계 방안

**설계변수  $V_{of}$ :** RFID 출고상품 검수 시, 출고전표 내의 상품이 아닌 상품이 인식되는 경우, 이를 처리하기 위한 설계방안

## 4. RFID 배치 시뮬레이터 기반 RFID 냉동창고 관리 시스템

### 4.1 RFID 배치 시뮬레이터

본 논문에서는 3장에서 정의한 설계변수의 최적 값을 찾기 위해 RFID 배치 시뮬레이터를 사용한다. 본 시뮬레이터는 RFID 애플리케이션 개발 시, 준비되지 못한 RFID 리더기, 센서 및 태그를 가상으로 복수 개 구성시킨 후, 태그가 일련의 순서로 설정된 리더기 n개를 여러 가지 경로로 이동시켜 볼 수 있다. 이때 태그가 리더기의 인식범위에 들어오게 되면 태그가 인식되었음을 알려주는 이벤트를 발생시키고 리더기의 인식범위에서 벗어나게 되면 태그가 사라졌음을 알리는 이벤트를 발생시킨다. 본 시뮬레이터는 실제 RFID 리더기와도 쉽게 연동될 수 있으며, 애플리케이션 개발 후, 실제 RFID 리더기와 대체 시 애플리케이션의 수정은 최소로 발생하도록 되어 있

다.

그림 5는 RFID 기반 냉동창고 관리 시스템을 위한 시뮬레이터의 설정 화면을 보여준다. 본 연구를 위해 먼저 시뮬레이터의 배경화면으로는 실제 냉동창고의 도면을 설정한다. 3장에서 설명한 입고처리 구성방안을 위해 도면 위에 입고를 위한 리더기를 3개를 배치시킨다. 또한 출고처리 구성방안을 위해 출고를 위한 리더기를 3개 배치시킨다. 마지막으로 많은 상품 태그를 생성시킨 후, 입고대기, 입고, 적재대기, 적재, 출하대기, 출하, 반품 등 상품의 프로세스 각 단계를 다양한 흐름으로 변경시켜가며 테스트 해본다. 이 태그들은 미리 지정된 시나리오에 따라 자동으로 움직이기도 하고, 사용자의 임의의 마우스 작동으로 태그를 움직이게 할 수도 있다.

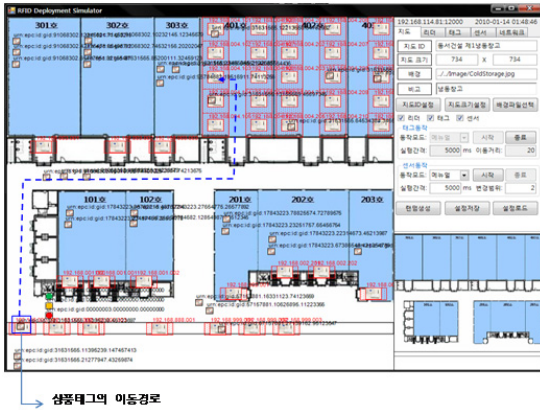


그림 5. RFID 배치 시뮬레이터

#### 4.2 설계변수 값 결정

본 시뮬레이터를 통해 설계변수에 대한 대안 값들을 여러 가지 방법으로 시도 해 봄으로써 최적화된 방법을 찾는다.

**설계변수  $V_{ic}$ :** RFID 입고상품 태그 인식 실패 시, 인식 데이터 무시 및 재인식처리 설계 방안

▶ 그림 6에서 보는바와 같이 입고상품은 연속적으로 RFID 리더기에 읽혀지게 된다. 이때 도중에 오류가 발생하게 되면 이전에 읽혔던 동일 입고서 상품에 대해서 다같이 취소되어야 한다. 이를 위해 스트리밍 데이터 처리를 반복데이터 처리로 변경한다. 반복의 단위는 입고서 단위가 되며, 이를 위해 입고 관리자가 입고서 단위로 입고 시작, 입고 확인, 입고 취소를 알리는 추가적인 RFID 태그를 가지도록 한다.

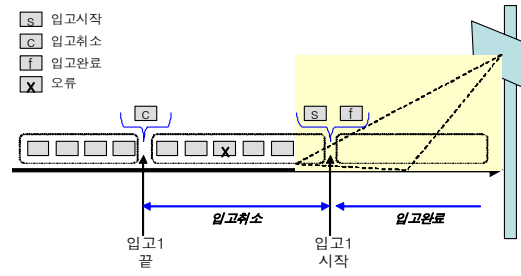


그림 6. 입고단위 별 취소/완료 태그 추가

**설계변수  $V_{oc}$ :** RFID 출고상품 검수 시, 출고전표 내의 상품들이 모두 출고되지 못한 경우 이를 처리하기 위한 설계 방안

▶ 이를 위해 출고전표 별로 출고상태 (출고요청, 출고대기, 출고완료)를 관리한다. RFID 출고 리더기에 출고상품이 읽히면, 해당 출고를 요청상태에서 대기상태로 변환시킨다. 그림 7과 같이 출고전표에 있는 상품이 모두 읽히지 않는 동안 이는 계속해서 대기상태로 있게 한다. 즉, 미발송인 경우, 출고를 대기 상태로 만들어 놓고 나머지 상품이 인식될 때까지 출고승인이 나지 않도록 한다. 만약 도중에 다른 출고요청에 대한 상품이 읽히게 되면 해당 출고를 또한 대기상태로 변환시킨다.

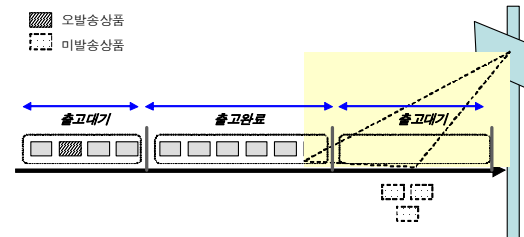


그림 7. 출고상태 변경 관리

**설계변수  $V_{of}$ :** RFID 출고상품 검수 시, 출고전표 내의 상품이 아닌 상품이 인식되는 경우, 이를 처리하기 위한 설계방안

▶ 오발송인 경우는 출고요청 상태로 있는 출고전표상의 어디에도 없는 상품이 읽혀졌을 경우이다. 이 경우는 해당 상품이 처리되고 있던 출고상태를 여전히 출고대기 상태로 있게 하고, 잘못 출고된 상품을 반품 장소로 보내게 한다. 이 상품이 반품 리더기에 인식될 때까지 이는 출고대기 상태로 있게 하고 해당 상품이 다시 입고되었는지 확인되면 출고 승인이 나도록 한다.

#### 4.3 RFID 냉동창고 관리 시스템

그림 8은 RFID 기반 냉동창고 관리 시스템 중, 입고관리를 위한 사용자 화면을 보여준다. 가장 상위에 있는 리스트에서 입고현황을 실시간으로 모니터링

한 정보를 보여준다. 여기서 설계변수  $V_{ic}$ 에서 결정 한 값대로 입고시작, 입고완료, 입고취소라는 태그 수신 메시지가 중간에 나타나 있는 것을 볼 수 있다. 입고처리가 완료되면 입고전표가 자동 저장되고, 이 정보는 적재대기 상품으로 넘어가게 된다.

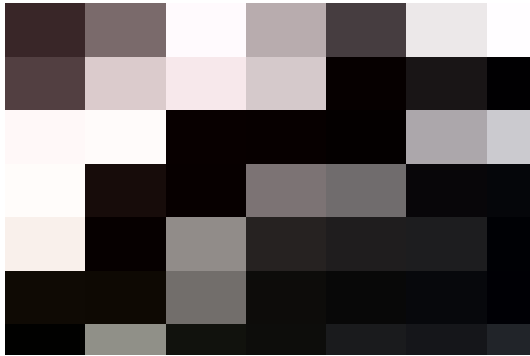


그림 8. RFID 기반 입고처리 화면

그림 9는 RFID 기반 냉동창고 관리 시스템 중, 출고관리를 위한 사용자 화면을 보여준다. 가장 상위에 있는 테이블에서는 출고해야 할 상품들의 정보를 입력하여 출고전표를 작성할 수 있다. 이때 출고할 상품의 상품명과 입고일자를 기입하면 해당상품의 EPC와 현재 저장되어 있는 위치가 자동으로 입력된다.

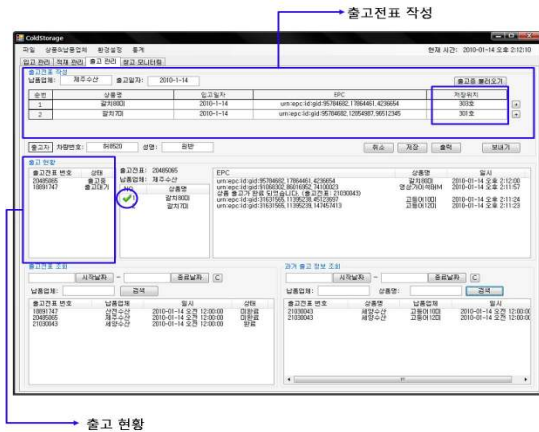


그림 9. RFID 기반 출고처리 화면

상품이 출고할 때 마다 실시간으로 현재 출고되는 상품의 정보와 상품이 속해있는 출고전표 내에 상품 목록을 출고현황을 통해 보여준다. 여기서 설계변수  $V_{oc}$ 에서 결정한 값대로 출고에 대한 상태를 같이 보여준다. 또한 설계변수  $V_{of}$ 의 값대로 잘못된 상품이 출고한 경우 반품 처리될 때까지 오류를 알리는 표시가 붙게 된다. 출고가 이루어진 상품은 상품 목록 내에 출고확인 표시가 붙는다.

## 5. 결론 및 향후 연구

냉동창고 관리를 위해 RFID 기술을 도입하게 되면 창고 내의 모든 활동에 대한 실시간 모니터링 체계를 구축할 수 있고 상품 취급과 작업자의 활동 프로세스를 통합 관리 할 수 있게 된다. 본 논문에서는 이러한 시스템을 개발하기 위해 냉동창고 업무 프로세스를 분석하고 RFID 기술 도입에 따른 의사결정이 필요한 요소들을 설계변수로서 식별하였다. 설계변수들은 RFID 배치 시뮬레이터를 이용하여 비즈니스 프로세스를 최적화 시킬 수 있는 값을 찾도록 하였다. 마지막으로 설계변수 값에 따라 최적화된 비즈니스 프로세스를 지원하는 냉동창고 관리 시스템을 개발하였다. 이러한 방법을 통해서 RFID 기반 냉동창고 관리 시스템이 현장에 도입되어 적용되는데 걸리는 시간을 줄일 수 있게 해주며, 많은 다양한 상황에 대한 사전 테스트를 한 효과를 가지게 한다. 향후에는 PC 기반으로 구축된 본 시스템을 휴대성과 이동성의 장점을 가진 모바일 기반으로 확장 구축할 예정이다.

## 6. 참고문헌

- [1] 유승화, *유비쿼터스 사회의 RFID*, 전자신문사, 2005.
- [2] 안재명, 이종태, 오해석 등, *EPCglobalNetwork기반의 RFID기술 및 활용*, Global, 2007.
- [3] 한국미래기술교육연구원, <http://www.kecft.or.kr>, "올해의 글로벌 RFID 시장 10대 이슈", 2008.
- [4] 김기성, 오명현, 정병호, "RFID 시스템을 이용한 수술환자 자동식별 모듈의 설계 및 구현", 대한산업공학회 pp1-6, 2006.
- [5] 김요한, 한미자, 정창렬 등, "RFID/USN 기반 농산물 창고 관리 시스템 설계 및 구현", 한국컴퓨터종합학술대회 논문집 Vol.36 pp304-307, 2009.