

---

# RFID 기반 냉동창고 시스템의 적재위치 관리 방안

문미경\* · 최봉준\*\*

An Approach for Managing Storage Locations in RFID-Based Cold-Storage Warehouse System

Mikyeong Moon\* · Bongjun Choi\*\*

---

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No.2011-0014556)

---

## 요 약

기존의 RFID (Radio Frequency Identification) 기반 냉동창고 시스템에서는 cold room 입구에 RFID 리더기를 설치하여 물품이 인식될 때 단지 그곳에 적재되는 것으로 인식하였다. 그러나 이러한 방법으로는 다양한 상황에서 물품의 적재위치 인식에 오류가 발생하게 된다. 냉동창고에서는 물품 보관을 하는 cold room의 안팎 온도차이로 인해 물품의 적재위치 오류는 물품의 변질을 가져오게 하므로 실시간 정확한 위치를 파악하는 것은 매우 중요하다.

본 논문에서는 2대의 RFID 리더기가 설치된 지게차와 천정태그를 이용하여 냉동창고 관리시스템에서 물품의 적재위치 오류를 해결하기 위한 방안을 제시한다. 지게차에 설치된 2개의 RFID 리더기는 각각 천장에 부착된 태그로부터 위치데이터와 지게차에 적재된 물품데이터를 획득한다. 2개의 리더기로부터 수집된 데이터를 분석하여 물품의 입/출고 상황정보와 물품의 이동경로정보를 실시간으로 모니터링 할 수 있다. 이를 통해 냉동창고의 물품보관에 대한 효율성을 높일 수 있게 한다.

## ABSTRACT

In RFID-based cold-storage systems, product locations are recognized as the logical locations of RFID readers which are attached to the entrance of the cold rooms. However, through these methods, product locations can be incorrect in many different situations of a storage. Cold storage rooms have a huge rage in temperature, and the product in the cold-storage spoils easily. Therefore, highly precise product locations is very important for the product quality

In this paper, a new approach is suggested to manage the storage location inaccuracy by adding two readers to existing forklift and attaching RFID tags to the ceiling. One reader recognizes ceiling tags to acquire location data, and the other recognizes product tags to acquire product detail data loaded on the forklift. The product can be seamlessly tracked and traced in realtime by monitoring and analyzing data gathered from these readers. Through the proposed location management method, the effectiveness of the product management in cold-storage can be improved consequently.

## 키워드

RFID, 냉동창고, 위치관리, 재고관리, 창고관리시스템

## Key word

RFID, Cold-Storage, Location Management, Inventory Management, Warehouse Management System

---

\* 정회원 : 동서대학교 (mkmoon@dongseo.ac.kr)  
\*\* 준회원 : 동서대학교

접수일자 : 2011. 07. 26  
심사완료일자 : 2011. 08. 25

## I. 서 론

현재 보통의 냉동창고는 오랜 기간 작업해 온 지게차 기사가 물품의 적재방법에서 장소지정까지 직접 결정하는 방식으로 관리되고 있다. 그러나 정확한 적재위치와 상황정보를 인지하는 시스템이 만들어지면 냉동창고를 관리함에 있어 특정 한 사람에게 의존하지 않고도 효율적이고 빠르게 일을 처리할 수 있게 된다.

RFID (Radio Frequency Identification)는 사물에 부착된 태그의 정보를 전파를 통하여 비접촉식으로 인식하고, 수집된 정보를 저장 및 가공하여 사용하는 기술이다[1]. 창고관리 영역에서는 이 기술을 이용하여 창고의 입고에서 출고까지 전 과정은 물론 제품의 정보 및 위치 정보까지 전송이 가능하여 창고 내의 재고 파악을 실시간으로 가능하게 해준다. 지금까지 연구 및 개발된 대부분의 창고관리시스템은 RFID 리더기를 창고의 입구에 설치하여 입출고 되는 물품들의 정보를 자동 인식하는 방법을 사용하였다[2][3]. 이 방법을 통해서 물품정보를 빠른 속도로 읽을 수 있고 많은 양의 정보를 빠르게 처리할 수 있지만 들어가고 나가는 방향성을 파악하지는 못한다. 또 다른 방법에는 천정이나 바닥에 일정 간격으로 위치태그를 부착하고 지게차에 RFID 리더기를 장착하여 현재 리더기의 위치로 상품의 위치를 판단하는 방법이 있었다[4]. 그러나 이러한 방법으로는 상품의 위치를 잘못 알려주는 경우가 많이 발생한다. 예를 들어, 물품이 입고하려다 다시 돌아 나가는 경우, 물품이 창고로 들어가지 않았지만 물품의 정보는 입고된 상태일수도 있다. 반대로 물품이 밖으로 나가려다 다시 들어오는 경우, 물품이 창고를 나가지 않았지만 물품의 정보가 출고된 것으로 인식할 수 있다. 또한 물품의 일부뿐만 적재시키고 나오는 경우 등과 같은 다양한 상황에서 상품의 현재 위치정보가 잘못된 값을 가지게 된다.

특히 냉동창고에서는 대부분의 물품들은 온도에 민감하게 반응하기 때문에 잘못된 적재위치는 상품에 문제를 일으키게 할 수 있다. 이를 해결하기 위한 가장 직관적인 방법은 냉동창고에서 물품을 보관하는 cold room의 출입구를 따로 두는 방법과 cold room 내의 모든 선반에 RFID 리더기를 부착하는 방법이 있다. 일반적으로 보통의 창고라면 입구가 2개일 수 있겠지만 냉동

창고의 특성상 낮은 온도유지와 출입문 설치 비용 문제로 인해 출입구 문을 구분해서 만든다는 것은 불가능하다. 또한 선반마다 RFID 리더기를 배치하는 경우 높은 설치 비용 뿐만 아니라 지게차 운행에 불편함을 주게 된다. 그러므로 현실적으로 RFID 리더기의 추가 없이 적재위치 오차값을 해결해 줄 수 있는 방법을 찾을 필요가 있다.

본 논문에서는 냉동창고 설계 변경 또는 대량의 RFID 리더기 설치와 같이 많은 추가비용을 발생시키지 않도록 하면서 물품의 적재위치의 오류를 줄일 수 있는 방법을 제시한다. 이를 위해 두 대의 RFID 리더기가 설치된 지게차와 천정에 부착하는 위치태그와 물품에 부착하는 물품태그를 이용한다. 이를 통해 물품의 이동방향성을 인지하고 물품의 실시간 적재 정보를 인식하고 물품의 이동경로를 추적할 수 있는 방법에 대하여 제시한다.

본 논문은 2장에서 관련연구에 대하여 기술하고, 3장에서 냉동창고에서 일어날 수 있는 다양한 유형의 적재 시나리오를 식별하고 이때 발생하는 적재위치 오류를 분석한다. 4장에서는 본 논문에서 제시하는 적재위치 오류 해결방안을 설명하고 5장에서 결론을 밝힌다.

## II. 관련연구

일반적인 창고관리 시에는 수작업에 의한 정보입력 오류로 인해 정보누락, 현황정보 갱신의 어려움이 존재한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 RFID를 이용한 창고관리시스템에 대한 연구 및 개발이 많이 진행되고 있으며, 이를 통해 창고 내 물품의 흐름을 가시화하고 실시간 재고관리를 가능하도록 하고 있다[2][3]. 이러한 대부분의 연구에서는 창고의 입구에 리더기를 설치하고, 각 물품에 태그를 부착하여 물품의 입출고 시마다 물품 태그를 읽히게 하여 그 정보를 저장한다. 이러한 시스템을 통해서 물품의 입고와 출고 정보만을 제공할 뿐 물품이 보관되는 위치에 대한 정보는 얻을 수 없다. [4] 연구에서는 천정에 일정 간격으로 태그를 부착하고 지게차에 리더기를 설치하여 물품이 지게차로부터 창고내부에 내려놓아지는 지점에 위치태그를 인식하여 물품위치로

저장한다. 이 방법들은 낮은 설치비용으로 물품의 보관 위치 정확성을 높일 수 있도록 하였다. 그러나 지게차에 실린 물품의 일부분만 내려놓는 경우 또는 내려놓은 물품을 이동하는 경우에 대해서는 그 위치값이 정확하지 못하게 된다.

본 연구내용과 유사하게 cold room 입구에 RFID 리더기를 2중으로 설치하여 방향성을 확인할 수 있는 방법이 있다. 이 경우, 냉동창고가 cold room 개수보다 지게차 개수가 월등히 많으면 비용적이 측면에서 입구에 2중 리더기를 설치하는 것이 더 효율적일 수 있지만, 일반적으로 냉동창고에서는 cold room 하나에 적재를 담당하는 하나의 지게차가 배치되어 운용되고 있기 때문에 비용적인 측면에서 본 방법과 유사하다. 그러나 더 상세하게 위치정보를 인식하기 위해서는 본 방법에서는 추가 위치태그만 천정에 부착시키면 되지만, 입구에 리더기를 설치하였을 경우에는 추가로 리더기를 설치해야지만 다른 곳의 위치정보를 얻을 수 있게 된다. RTLS (Real Time Location System) 기술을 이용한 위치 추적 시스템이나 RFID 스마트선반을 이용한 물품 위치 모니터링 시스템 같은 경우에는 창고 내의 물품 보관 위치를 관리하기 위한 목적으로 장비 구매 및 유지비용에 많은 경제적인 부담을 발생시킨다[5][6]. 그러므로 본 연구에서는 설비비용을 최소화하고 실내라는 제약사항을 고려하여 물품위치의 정확성을 높일 수 있는 방법을 제시하였다.

### III. 냉동창고 적재위치 시나리오

본 장에서는 냉동창고 입구에 RFID 리더기를 설치하였을 경우, 발생할 수 있는 다양한 적재 시나리오를 제시하고 각 시나리오에 따른 적재위치 조회 결과를 분석한다. 다음 그림 1은 각 시나리오 별 상황을 나타낸 그림이다.

- 시나리오 1: 물품이 cold room 1호에 올바르게 적재된 경우
- 시나리오 2: 물품이 cold room 1호에서 빠져나와 복도에 있는 경우
- 시나리오 3: cold room 1호에 적재되어야 하는 물품이 잘못된 적재장소인 cold room 4호에 적재된 경우

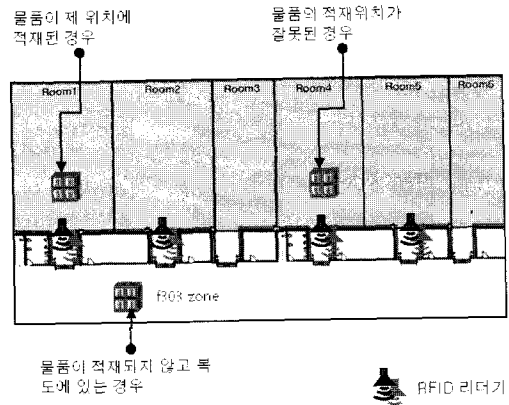


그림 1. 상황별 적재위치  
Fig. 1 Several types of storage locations

- 시나리오 4: 지게차에 물품을 싣고 cold room 1호 들어가려다 다시 돌아 나오는 경우 (cold room 1호 리더기에 읽혔지만, 실제 입고되지 않은 경우)
- 시나리오 5: 빈 지게차가 cold room 1호에 있는 물품을 출고하기 위해 들어간 후, cold room 1호에 적재되어 있던 물품을 싣고 나오려다 다시 들어간 경우 (cold room 1호 리더기에 읽혔지만, 실제 출고되지 않은 경우)
- 시나리오 6: 물품 10개가 cold room 1호에 들어간 후, 그 중 5개만 적재되고 나머지는 다시 빠져나온 경우 (부분 적재되는 경우)

그림 2는 물품이 RFID 리더기에 읽혔을 때의 동작 순서를 나타내는 상호작용 다이어그램이다. 여기서는 물품이 RFID 리더기에 인식이 되면 인식된 RFID 리더기의 위치가 적재위치가 된다. 이 경우, 물품이 이동되어도 다음 번 다른 RFID 리더기에서 다시 인식되기 전까지 계속 이전 cold room에 적재되어 있는 것으로 처리된다.

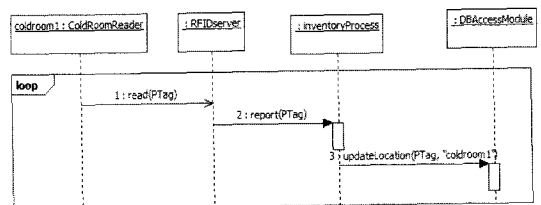


그림 2. 동작순서  
Fig. 2 The flow of operations

이 방법에 따라 앞에서 제시한 시나리오 별 적재위치 값을 분석하면 표 1과 같다. 물품 출고를 위해 cold room 1호에서 빠져 나와 임의의 장소에 머무르게 되어 도 여전히 cold room 1호에 있는 것으로 잘못 알려준다. 또한 시나리오 4의 경우처럼 실제 입고되려다가 취소된 경우, 또는 시나리오 6 경우처럼 물품의 일부분만 적재되는 경우에도 잘못된 정보를 가지게 됨을 알 수 있다.

표 1. 시나리오 별 적재위치 조회 결과

O: 올바른 적재위치 값  
X: 오류 적재위치 값

Table. 1 The assignment of storage locations according to scenarios

O: Proper assignment of storage locations  
X: Wrong assignment of storage locations

시나리오	적재위치 결과	비고
시나리오 1	cold room 1호	O
시나리오 2	cold room 1호	X
시나리오 3	cold room 4호 (설정적재위치값과 상이함으로 오류로 알려줌)	O
시나리오 4	cold room 1호	X
시나리오 5	cold room 1호	O
시나리오 6	물품 10개가 모두 cold room 1호 적재	X

#### IV. 냉동창고 적재위치 관리 방안

본 장에서는 앞 절에서도 출된 여러 가지 문제들을 해결하기 위한 방법으로 2개의 RFID 리더기가 설치된 지게차를 소개하고 이를 이용한 적재위치 인식 방법을 제시한다.

##### 4.1 설치 환경

그림 3에서 보는 바와 같이 지게차에는 2대의 RFID 리더기가 부착된다. 하나는 천정에 부착된 위치태그를 읽는 리더기이고 다른 하나는 지게차에 실린 물품에 부착된 태그를 읽는 리더기이다.

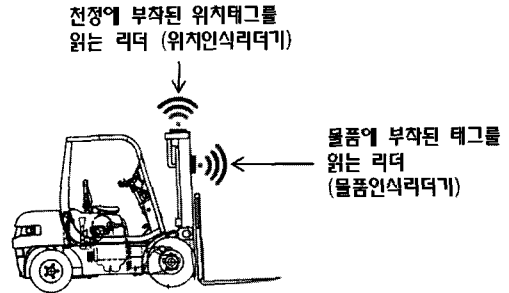


그림 3. 이중 RFID 리더기가 부착된 지게차  
Fig. 3 Forklift with dual RFID readers

위치인식리더기는 쿼리를 예약한 후, 주기적으로 위치태그값을 받는 subscribe 방식으로 작동을 하며, 물품인식리더기는 특정 위치태그가 읽혀졌을 때 요청하고 즉시 응답을 받는 poll 방식으로 작동을 한다. 그림 4에서 보는 바와 같이 위치태그는 지게차가 다니는 길의 천정과 창고의 입구의 천정에 설치한다. 냉동창고의 경우 입구가 이중으로 되어 있기 때문에, 바깥문 입구 천정에 OutDoor\_Tag를 부착하고 내부 문 입구 천정에 InDoor\_Tag를 부착한다. 2개의 RFID 리더기가 설치된 지게차는 각각 위치태그와 물품태그를 인식한다.

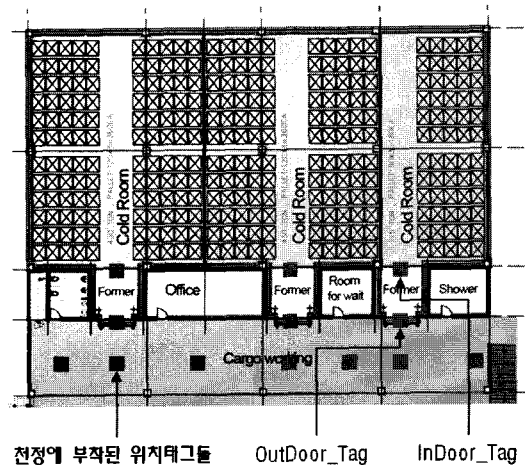


그림 4. 위치태그 부착 지점  
Fig. 4 Positions of location tags

##### 4.2 적재위치 인식 방법

위치태그를 읽는 RFID 리더기는 실시간으로 위치태

그를 읽어 현재의 위치를 확인하고 그 값을 저장한다. 물품태그를 읽는 RFID 리더기는 창고 입구와 같은 특정 위치에 부착된 위치태그가 읽혔을 때 물품태그를 인식하도록 작동한다. 그림 5는 cold room에 물품이 들어갈 때와 나올 때의 상황을 나타낸 그림이다.

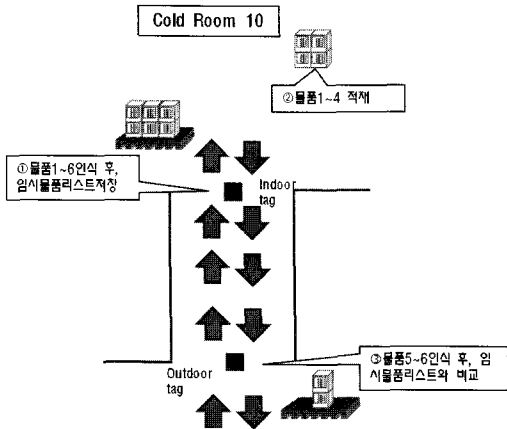


그림 5. cold room 입출고 과정  
Fig. 5 In/out loading operations at cold room

물품 입출고는 다음과 같은 알고리즘으로 처리되며, 그림 6과 7은 이를 활동 다이어그램으로 나타낸 그림이다.

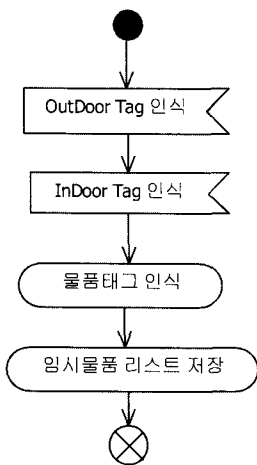


그림 6. cold room 들어갈 때 활동 다이어그램  
Fig. 6 Activity diagram for entering cold room

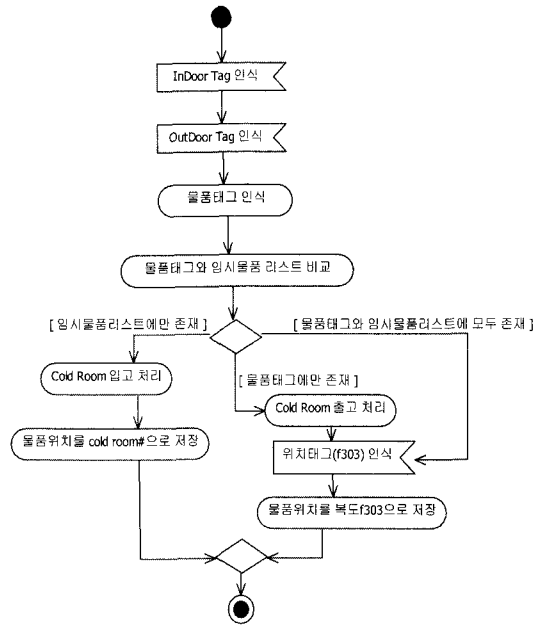


그림 7. cold room 나올 때 활동 다이어그램  
Fig. 7 Activity diagram for going out cold room

- cold room 입고처리: 지게차가 들어갈 때, 위치태그 OutDoor\_Tag를 인식하고 InDoor\_Tag를 인식한 후, 물품태그를 읽는다. 읽혀진 물품태그 정보는 임시물품리스트에 임시 저장된다. 그림 5에서 물품 1~6번이 임시물품리스트에 저장된다. 다시 지게차가 나올 때, InDoor\_Tag를 인식하고 OutDoor\_Tag를 인식하고, 다시 물품태그를 인식한 후, 임시 저장된 임시물품리스트와 비교한다. 이 때, 들어갈 때의 임시물품리스트에 있던 물품이 나올 때의 물품태그리스트에 없다면 그 물품은 입고 처리된다.
- cold room 출고처리: 위와 동일한 방법으로 지게차가 나올 때, 위치태그 InDoor\_Tag를 인식하고 OutDoor\_Tag를 인식한 후, 물품태그를 읽는다. 이 때, 들어갈 때의 임시물품리스트에 없던 물품이 나올 때의 물품태그리스트에 있다면 그 물품은 출고 처리된다.

### 4.3 시나리오별 적재위치 분석

본 방법을 사용하였을 경우, 앞 절에서 제시한 각 시나리오 별 적재위치 조회 결과는 다음과 같다.

- 시나리오 1: cold room 1호

- 시나리오 2: cold room 1호 출고처리, 가장 최근에 읽힌 복도 천정 위치태그값 (복도f303 zone) 저장
- 시나리오 3: cold room 4호 입고처리, 설정된 적재위치 (cold room1)와 불일치로 적재물품 위치 오류 알림
- 시나리오 4: 그림 8의 왼쪽 경우처럼 OutDoor\_Tag만 인식한 후, 바로 돌아나간 경우는 그림 6에 따라 물품태그를 인식하지 않는다. 그림 8의 오른쪽 경우는 그림 6과 그림 7의 활동이 모두 이루어진다. 그러나 그림 7에서 물품태그 인식 후, 물품 비교 시, 들어갈 때와 나올 때 물품의 변화가 없기 때문에 입고처리도, 출고처리도 되지 않는다. 그리고 현재 읽힌 위치태그 (f303) 값이 저장된다.

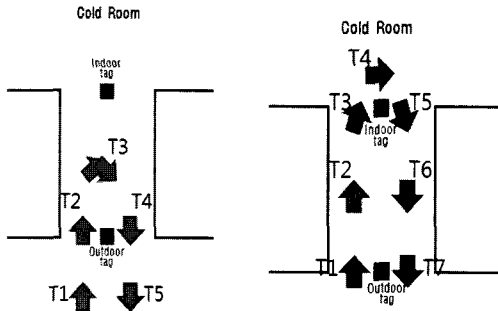


그림 8. 두 가지 경우의 입고취소  
Fig. 8 Two cancellation types of entering cold room

- 시나리오 5: 이 경우는 빈 지게차가 들어가면서 그림 6의 활동을 통해 임시물품리스트가 비워져 있다. 그림 9의 왼쪽 경우처럼 InDoor\_Tag만 인식한 후, 다시 들어간 경우는 물품태그를 인식하지 않기 때문에 아무런 변화가 일어나지 않는다. 그림 9의 오른쪽 경우는 InDoor\_Tag인식 -> OutDoor\_Tag인식 -> 물품 비교를 통해 인식된 물품이 출고 처리된다. 그러나 다시 InDoor\_Tag인식 -> 물품 인식을 통해 나가려던 물품이 임시물품리스트에 다시 저장된다. 이후, 빈 지게차가 나가는 순간, OutDoor\_Tag인식 -> 물품 인식 -> 물품 비교를 통해 임시물품리스트에 있던 물품들이 다시 입고 처리된다. 즉, 지게차에 실린 물품들이 OutDoor\_Tag를 인식하고 출고처리 되지만, 다시 들어와서 빈 지게차가 나가게 되면 그 물품이 입고처리되기 때문에 결과적으로 아무런 변화가 없게 되고, 출고가 취소되게 된다.

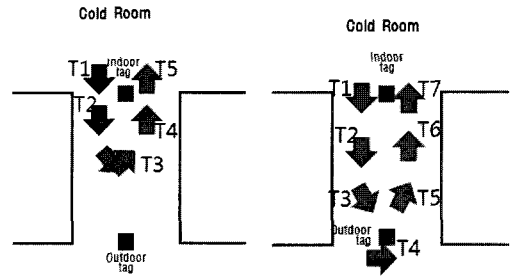


그림 9. 두 가지 경우의 출고취소  
Fig. 9 Two cancellation types of going out cold room

- 시나리오 6: 지게차에 물품 1~10번이 실려 들어가는 경우, 그림 6을 통해 임시물품리스트에 물품 1~10이 저장된다. 이 중, 물품 6~10을 다시 지게차에 싣고 나오는 경우, OutDoor\_Tag를 인식하고 물품태그를 인식하였을 때, 물품 6~10이 읽히고, 물품비교를 통해 물품 1~5만 입고 처리된다. 물품 6~10은 OutDoor\_Tag 인식 후, 처음 읽히는 위치태그 (f303) 값이 현재 위치로 저장된다.

본 방법을 사용함으로써 각 시나리오 별 정확한 위치값을 가질 수 있음을 보였다. 특히 시나리오 4, 5와 같은 예외적인 상황에서도 정확히 동작함을 알 수 있다.

표 2. 시나리오 별 적재위치 조회 결과  
Table. 2 The assignment of storage locations according to scenarios

	적재위치 결과	비고
시나리오 1	cold room 1호	O
시나리오 2	복도(f303)	O
시나리오 3	적재물품위치오류 cold room 4호	O
시나리오 4	복도(f303)	O
시나리오 5	cold room 1호	O
시나리오 6	적재된 물품 5개: cold room 1호 다시 돌아온 물품 5개: 복도(f303)	O

#### 4.4 모의실험을 위한 시스템 구현

본 연구에서는 적재위치 인식의 다양한 상황들을 모의 환경을 구성하여 직접 실험하였으며, 이를 직접 확인할 수 있는 냉동창고 적재위치 관리시스템을 개

발하였다. 본 사례연구에서 사용한 위치인식 RFID 리더기는 2개의 서큘러 안테나를 포함하는 Alien사의 ALR-9800이다. 리더기는 900MHz 주파수를 사용하며 태그는 EPC Class 1, Gen2 규약을 따르는 Alien사의 9440 Squiggle를 사용하였다. 물품인식 RFID 리더기는 13.5MHz 주파수를 사용하는 ACR122U 리더기를 사용하였다.

그림 10은 이 시스템의 사용자 인터페이스이다. 그림 10의 ❶에서는 냉동창고 내부도면을 나타내며, 오른쪽 편 중간에 위치한 화살표 버튼을 클릭할 때마다 물품의 이전 위치를 도면 위에 표시함으로써 물품의 이동경로를 추적할 수 있도록 한다. 그림 10의 ❷에서는 현재 각 cold room에 적재되어 있는 물품들의 목록을 표시한다. 그림 10의 ❸에서는 위치인식 리더기를 통해 인식된 위치태그들을 실시간으로 표시함으로써 현재 지게차의 위치를 알 수 있도록 한다. 또한 특정 지게차 번호를 선택하면 현재 지게차에 실린 물품의 태그를 그림 10의 ❹에 표시한다.

V. 결론

본 논문에서는 이동하는 지게차에 2개의 RFID리더기를 설치하고 특정 위치 천정에 RFID 태그를 부착하여 적재위치의 정확성을 향상시키는 방법을 제시하였다. 특히 창고 개선 및 관리에 경제적인 부담을 최대한 줄이면서 자동화 시스템을 도입할 수 있도록 기존의 창고 설비의 변경은 거의 일어나지 않도록 하였다. 사례 연구를 통해 제시한 모든 시나리오에 대해 올바른 값을 획득할 수 있음을 확인할 수 있었다. 본 연구를 통해 지게차에 2개의 RFID 리더기를 설치함에 따라 기존에는 가지지 못했던 물체의 방향성을 가질 수 있도록 하였으며, 지게차가 이동할 때 위치태그를 인식해서 지게차의 이동경로를 알 수 있도록 하였다. 이로 인해, 물품의 이동경로를 추적할 수 있으며, 물품의 방향성과 이동 정보로 인해 물품의 적재위치의 정확성은 향상될 수 있었다.

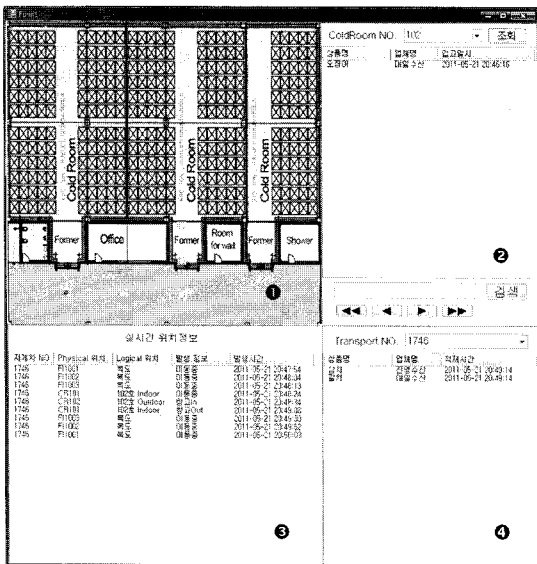


그림 10. 냉동창고 적재위치 관리시스템 사용자 인터페이스  
Fig. 10 User interface for the location management system of cold storage

참고문헌

- [1] 유승화, 유비쿼터스 사회의 RFID, 전자신문사, 2005.
- [2] 김순석, 김동호, 김영훈, "RFID 기반의 재고 관리 및 위치 추적 시스템", 한국정보기술학회논문지, 제7권 제3호, pp. 116-124, 2009.6.
- [3] 백선재, 문미경, "최적화된 비즈니스 프로세스를 위한 RFID 배치 시뮬레이터기반의 냉동창고 관리 시스템", 한국해양정보통신학회논문지 제14권 6호, pp.1453-1459, 2010.6.
- [4] 최미경, 김기홍, 홍봉희, "RFID태그를 사용한 물류 창고의 화물 위치 식별 기법", 한국정보과학회 2009 한국컴퓨터종합학술대회 논문집 제36권 제1호(C), pp. 91-95, 2009.6.
- [5] 성정현, "중소 제조업체의 창고 개선을 위한 실시간 위치추적 시스템에 관한 연구", 동국대학교 산업시스템공학과 석사학위논문, 2010.8.
- [6] 차종섭 외 3명, "능동형 RFID 기반 실시간 위치추적 기술 동향", 전자통신동향분석 제24권 제5호, pp.87-97, 2009.10.

## 저자소개



문미경(Mikyeong Moon)

이화여자대학교 전자계산학과 학사  
이화여자대학교 전자계산학과 석사  
부산대학교 컴퓨터공학과 공학박사  
동서대학교 컴퓨터정보공학부 조교수

※ 관심분야: 소프트웨어 공학, 프로덕트 라인 공학,  
RFID 미들웨어 개발, SOA 기반 소프트웨어 개발 등



최봉준(Bongjun Choi)

동서대학교 컴퓨터정보공학부

※ 관심분야: RFID 애플리케이션 개발, 안드로이드  
기반 소프트웨어 개발 등