

RFID를 이용한 3차원 창고 관리 시스템

형대진^o 김승구 이재윤 조현준 박경환
동아대학교 컴퓨터공학과

bond0920@korea.com^o ksk2000@korea.com wlaman@gmail.com mintz77@paran.com khpark@dau.ac.kr

3 Dimension Warehouse Management System Using RFID

DaeJin Hyeong^o SeungKu Kim JaeYun Lee HyeonJun Cho KyungHwan Park
Dept. of Computer Engineering, Dong-A University

요 약

오늘날의 경영관리는 창고에 대한 투자나 재고 비용을 최소화하는 방향으로 운영되고 있다. 따라서 창고의 기능 역시 변화되었으며, 최근에는 정보화 및 고객서비스 만족차원으로 그 주안점이 바뀌고 있다. 기존의 창고 관리 시스템은 각종 데이터를 사람이 직접 입력하는 방식으로 정보화 및 고객서비스 지원 부분에서 많은 단점을 가지고 있다. 자동인식(Auto-ID) 시스템의 하나인 RFID 시스템을 창고 관리 시스템에 도입하면 이러한 단점들을 해결할 수 있다. 본 논문에서는 창고 관리 시스템에 RFID 시스템을 도입하고 창고 내 물품의 위치 정보를 실시간 3차원으로 보여줌으로써 효율적인 창고 관리에 대한 방안을 제시하고자 한다.

1. 서 론

현재 자동인식(Auto-ID) 시스템은 서비스 산업, 구매 및 유통·재고관리 산업분야, 제조사 및 자재 유통 등 다양한 분야에서 보편화되고 있다. 현재 가장 많이 사용되고 있는 자동인식 시스템은 바코드 시스템과 접촉 기반 스마트 카드 시스템이다. 바코드 시스템은 가격이 매우 싼 반면, 저장능력이 낮고 다시 프로그래밍 할 수 없다는 단점을 가지고 있다. 접촉 기반 스마트 카드 시스템은 데이터를 카드 내에 저장하고 의도하지 않은 접근이나 조작되는 것을 보호할 수 있다는 장점을 가지고 있지만, 접촉 부분이 마모되고 부식되며 오염되기 쉽다는 점과 자주 사용되는 리더는 장애가 생기는 경향이 있어 유지보수 비용이 높다는 점, 그리고 일반인들에게 노출되어 있는 공공장소 리더(전화부스)의 훼손을 막을 수 없다는 단점이 있다. 최근 이러한 기존 자동인식 시스템의 단점을 극복하기 위한 방안으로 RFID(Radio Frequency Identification) 시스템이 주목을 받고 있으며, 출입통제, 교통 시스템, 컨테이너 인식, 산업 자동화 등의 분야에서 다양한 연구가 활발하게 진행되고 있다.[1]

RFID 시스템은 무선 주파수 또는 마이크로파를 이용하여 원격에서 물품을 감지 및 인식하여 정보의 교환을 가능하게 하는 기술로서, 화물추적을 위한 위치정보 제공 기능과 제품내용을 기록한 바코드의 기능을 포괄하고 있기 때문에 특히 물류 분야에서 많은 연구개발이 이루어지고 있다.

과거에는 기업의 생산 등에 필요한 원재료와 제품의 재고를 어느 정도까지는 보관하는 것이 당연한 것으로 받아들여졌으나, 오늘날의 경영관리에서는 창고에 대한 투자나 재고비용을 최소화하는 방향으로 운영되고 있다. 따라서 JIT(Just In Time)나 무재고 경영 등을 지향하고 있는 실정이다. 이러한 창고기능의 변화에 따라 보관효율을 주안점으로 두었던 과거와 달리, 최근에는 정보화 및 고객서비스 만족차원으로 그 주안점이 바뀌고 있다.[2]

그러나, 현재 창고 관리 시스템은 정보화 부분에서 물품의 입출고, 물품의 상태 등에 대한 각종 데이터를 사람이 직접 입력하고 관리하여야 한다는 불편함을 가지고 있으며, 고객서비스 만족차원에서는 고객이 위탁한 화물 혹은 상품의 실시간 위치추적 및 상태 확인에 대한 부분의 지원이 약하다는 단점을 가지고 있다. 이러한 단점들은 RFID 시스템을 도입함으로써 해결할 수 있다.

RFID 시스템을 창고 관리 시스템에 도입하게 되면, 물품의 입출고에 대한 데이터를 자동으로 기록할 수 있을 뿐만 아니라, 물품의 현재 상태에 대한 정보도 실시간으로 확인 및 저장할 수 있게 된다. 그리고 물품의 위치 정보를 3차원으로 보여줌으로써 입출고 시 위치 및 공간에 대한 확인이 빨라져 시간을 절약할 수 있고, 물품의 현재 위치에 대한 정보도 실시간으로 확인할 수 있어 고객에게 정확한 정보를 제공할 수 있게 된다.

본 논문에서는 RFID 시스템을 창고 관리 시스템에 도입하여 기존 창고 관리 시스템의 단점을 보완함과 동시에 창고 내에 위치한 물품들에 대한 위치 정보를 3차원으로 시각화하여 보여 줌으로써 입출고의 효율성 및 재고 관리의 편리함을 제공할 수 있는 RFID를 이용한 3차원 창고 관리 시스템의 구현 방안을 제시하고자 한다.

2. 관련 연구

2.1 RFID 시스템

RFID 시스템은 자동인식(Auto-ID) 기술의 한 종류로 Micro-Chip을 내장한 Tag, Label, Card 등에 저장된 데이터를 무선주파수를 이용하여 비접촉식으로 읽는다.

RFID 시스템은 인식되어야 할 대상인 트랜스폰더와 설계 및 기술방법에 따라 읽기 또는 쓰기/읽기 장치로 구분되는 리더(송신부)로 구성되어 있다.

일반적으로 리더는 제어 기능과 트랜스폰더와 연결 기능을 하는 무선 주파수 모듈(송신기와 수신기)을 가지고 있다. 또한 대부분의 리더는 추가적 인터페이스(RS 232, RS

485 등)가 있어서 수신된 데이터를 다른 시스템에 송신한다.

RFID 시스템의 실제 데이터 운반장치인 트랜스폰더는 결합 장치(coupling element)와 전자 마이크로칩으로 구성되어 있다.

RFID 시스템의 구성은 그림 1과 같다.

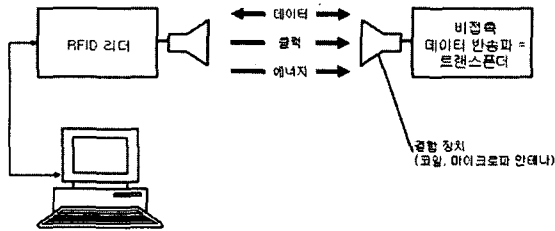


그림 1 RFID 시스템의 구성

2.2 RFID 시스템에서 다중접속에 따른 충돌방지 방법

(1) 공간 분할 다중접속(SDMA)

공간 분할 다중접속은 공간적으로 분리되어 있는 지역에서 채널 용량을 재사용 하는 기술과 관련되어 있다.

공간 분할 다중접속 방법은 크게 두 가지로 나누어진다. 한 가지 방법은 하나의 리더에 대한 인식 범위를 크게 줄이고, 다수의 리더와 어레이를 구현하는 안테나를 사용하여 보상함으로써 전체 영역을 커버하는 것이다. 또 다른 한 가지 방법은 리더에서 전기적으로 제어되는 방향성 안테나를 사용하는 것이다.

(2) 주파수 분할 다중접속(FDMA)

주파수 분할 다중접속은 여러개의 반송파 주파수 상에 몇 개의 전송 채널이 있어 통신 단말기들이 이들 채널을 동시에 사용하는 것이다.

RFID 시스템에서는 자유롭게 전송 주파수를 조정할 수 있는 트랜스폰더를 사용함으로써 이 기술을 구현한다.

(3) 시간 분할 다중접속(TDMA)

시간 분할 다중접속은 전체 이용 가능한 채널 용량이 통신에 참여한 단말기들 간에 시간적으로 이루어지는 것을 의미한다.

트랜스폰더에 의한 시간 분할과 판독기에 의한 시간 분할로 구분한다. 트랜스폰더에 의한 시간 분할은 스위치 잠금(switched off)과 스위치 미사용(non-switched) 기술로 분류되며, 판독기에 의한 시간 분할은 플링과 이진 검색으로 나누어진다.

2.3 창고 관리 시스템

창고 관리 시스템은 전체 물류 유통 시스템과 많은 연관성을 가지고 있으며, 다수의 공통된 부분들이 존재한다.

창고 관리 시스템의 세부 내용을 크게 나누어 보면 창고 정보 관리, 물품 정보 관리, 입고 정보 관리, 출고 정보 관리, 배송 정보 관리 등으로 나눌 수 있다. 그 중 입고 정보 관리의 업무 내용은 입고 요청, 입고 예정서 입력, 입고 예정서 수정/삭제, 입고 정보 입력, 입고 정보 조회 등으로 이루어진다. 입고 정보 관리와 관련된 업무의 처리 흐름은

그림2에서 보여준다.

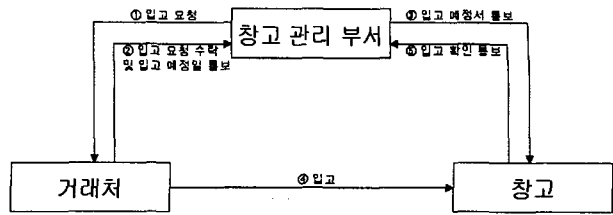


그림 2 입고 정보 관리 업무처리 흐름도

- (1) 창고 관리 부서는 재고의 수량을 분석하고 필요한 물품에 대해 거래처에 입고 요청을 한다.
- (2) 입고 요청을 받은 거래처는 입고 요청의 수락 여부 및 입고 예정일을 해당 업체의 창고 관리 부서에 통보한다.
- (3) 입고 예정일을 통보받은 창고 관리 부서의 담당자는 입고 예정서를 작성하여 창고에 통보한다.
- (4) 거래처는 창고 관리 부서에 통보한 입고 예정일에 맞추어 물품을 창고에 입고한다.
- (5) 입고 예정서를 받은 창고는 해당일에 거래처로부터 들어온 물품의 종류, 수량 등을 확인하고 입고가 완료되었음을 창고 관리 부서의 담당자에게 통보한다.

3. RFID 시스템을 이용한 3차원 창고 관리 시스템

RFID 시스템을 이용하여 창고 내에 있는 물품들에 대한 위치 정보를 3차원으로 보여 주기 위해서 창고 내에 있는 물품에 부착되어 있는 RFID 트랜스폰더들을 어떠한 방법으로 읽는 것인가 하는 것과 이렇게 읽어 들인 데이터를 어떻게 3차원으로 처리할 것인가 하는 것이 가장 중요한 문제이다.

먼저 창고 내의 물품에 부착되어 있는 RFID 트랜스폰더들을 읽는 방법을 살펴보면, 창고 내에 RFID 안테나를 설치하는 방법은 그림3과 같다.

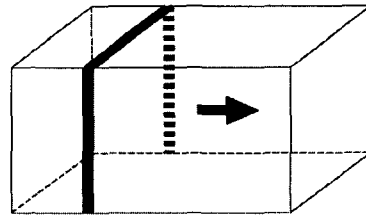


그림 3 RFID 안테나의 설치 방법

그림 3에서 굵은 선으로 나타나 있는 부분이 RFID 안테나를 의미하며, 화살표는 안테나의 이동 방향을 나타낸 것이다. 즉, 안테나는 창고의 왼쪽 끝에서 오른쪽 끝으로 이동하며 안테나의 영역 내에 존재하는 RFID 트랜스폰더의 정보를 읽게 되는 것이다. 그리고 다중 접속에 따른 충돌방지는 공간 분할 다중접속 중 리더기에 의해 전기적으로 제어되는 방향성 안테나를 사용하여 안테나의 이동 중 특정

시간에는 그 안테나가 포함하는 영역에 존재하는 RFID 트랜스폰더의 정보만을 인식하도록 하였다.

RFID 시스템의 주파수는 900MHz를 사용하며, 따라서 안테나가 인식할 수 있는 영역은 가로 20~30m가 되고, 세로는 10~15m가 된다. 좌우의 인식 영역이 높이의 2배가 되는 이유는 리더기에 의해 전기적으로 제어되는 방향성 안테나를 사용할 경우 좌우에 있는 안테나의 개별적 필드는 위상적으로 겹치게 되는데, 이때 필드가 2배정도 커지게 되기 때문이다.

위 그림3은 안테나의 인식 영역을 기반으로 구성된 창고의 한 단위이며, 만일 창고의 크기가 안테나의 인식 영역보다 크다면 그림 4와 같이 확장하여 사용할 수 있다.

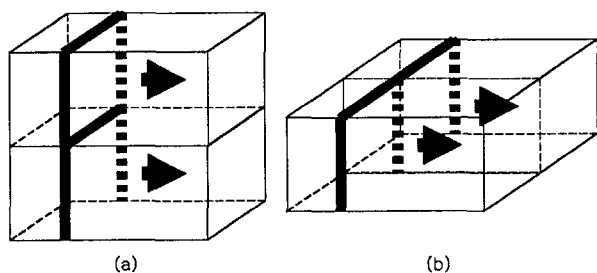


그림 4 안테나의 확장 방법

그림4에서 (a)는 창고의 높이가 안테나의 세로 인식 영역보다 클 경우 위쪽으로 안테나를 확장한 모형을 나타낸 것이고, (b)는 창고의 넓이가 안테나의 가로 인식 영역보다 클 경우 가로 방향으로 안테나를 확장한 모형을 나타낸 것이다.

다음으로 안테나 인식영역 내에 포함되어 읽힌 트랜스폰더들의 위치를 3차원으로 좌표를 구하는 방법을 알아보면, 우선 인식된 트랜스폰더를 저장하는 구조는 그림5와 같다.

트랜스폰더 ID	X1	X2	Y	Z
----------	----	----	---	---

그림 5 트랜스폰더 정보 저장 구조

트랜스폰더 ID는 각 트랜스폰더가 가지는 고유 값으로 안테나에 인식되는 순간 트랜스폰더에서 안테나로 전송되는 값이다. Z 좌표는 안테나의 현재 위치를 계산하여 구할 수 있으며 그 수식은 다음과 같다.

$$Z = (T_{\text{현재}} - T_{\text{시작}}) * D_{\text{단위시간당이동거리}}$$

X1, X2, Y 값은 안테나에 인식되는 트랜스폰더의 거리를 계산한 것으로 트랜스폰더에서 반사된 마이크로파 펄스의 전파시간을 분석하여 구할 수 있다. X1, X2, Y 값을 구하는 수식은 다음과 같다.[1]

$$D = \frac{1}{2} * T_d * C$$

위 수식에서 T_d 는 트랜스폰더에서 반사된 마이크로파 펄스의 전파시간이고, C는 빛의 속도로 $3 * 10^8$ m/s 이다.

위 두 수식을 이용하여 구해진 좌표를 이용하여 트랜스폰더의 위치를 3차원으로 표현할 수 있게 된다.

트랜스폰더의 위치를 3차원 좌표로 계산하는 과정을 도식화하면 그림6과 같다.

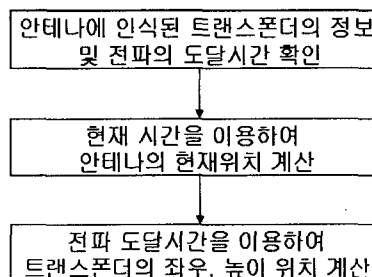


그림 6 위치 좌표 계산 과정

이러한 좌표 계산 과정을 1초 단위로 반복적으로 안테나가 창고의 끝에 도달할 때 까지 수행하면, 창고내부에 있는 모든 트랜스폰더의 3차원 위치 좌표를 구할 수 있으며, 이 좌표를 모두 모아 한 화면에 나타내면 트랜스폰더가 부착되어 있는 모든 물품의 3차원 위치를 나타낼 수 있다.

3. 결론

본 논문에서 제안한 RFID를 이용한 3차원 창고 관리 시스템은 창고 내에 위치하는 물품의 위치 정보를 실시간으로 파악할 수 있게 함으로써 기존에 사람이 찾아서 물품을 출고할 때 보다 출고 시 소모되는 시간을 절약할 수 있고, RFID 시스템을 창고 관리 시스템에 도입함으로써 기존에 수동으로 입력되던 정보들을 자동으로 처리 하여 효율적인 창고 관리와 사람에 의한 입력 오류 등을 개선할 수 있게 하였다.

본 논문의 연구를 바탕으로 차후에는 전체 물류 시스템 내에서 창고 내 물품의 위치 정보를 활용하여 입고 시 물품의 적재 위치 자동 선정 등과 같은 다양한 활용 분야에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다.

[참고문헌]

- [1] Klaus Finkenzeller, "RFID HANDBOOK Second Edition", 영진닷컴, 2004
- [2] 김재욱 외 2인, "자동창고시스템의 도입과 성과에 관한 연구", 경영논총 Vol 42 pp245-262, 1998
- [3] 김현지, "물류유통부분의 RFID 활용방안에 관한 연구", 유통정보학회지 Vol 7 No 1 pp39-65, 2004
- [4] 이재현 외 1인, "임베디드 시스템과 무선 랜을 이용한 이동성이 높은 재고단위의 위치관리 시스템 설계 및 구현", 한국정보처리학회 논문지 A Vol 9-A No 04 pp413-420, 2002